

# Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção

MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# **Complementaridade: Arquitetura, Engenharia e Construção**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C737	Complementaridade [recurso eletrônico]: arquitetura, engenharia e construção / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-41-3 DOI 10.22533/at.ed.413182609  1. Arquitetura. 2. Construção civil. 3. Engenharia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Título.  CDD 728
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Esta edição de Complementaridade Arquitetura, Engenharia e Construção foi elaborada visando proporcionar aos seus leitores acesso a diferentes estudos que enfatizam a importância da adoção de práticas construtivas e de gestão adequadas na área de Arquitetura, Engenharia e Construção que proporcionem melhoria na qualidade de vida das pessoas, maior eficiência no uso dos recursos naturais e menor impacto ambiental.

Neste contexto, o conforto ambiental das construções, em especial o conforto térmico, é assunto de diferentes estudos, por estar diretamente ligado com a qualidade de vida das pessoas. A importância da utilização de materiais e técnicas construtivas que possibilitem um adequado conforto ambiental nas edificações é destacada nos estudos aqui apresentados possibilitando a todos os leitores uma visão mais abrangente acerca do tema.

Também merece destaque nesta edição as ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas que visem um crescimento sustentável, em especial às relacionadas com a gestão dos resíduos da construção civil. A indústria da construção civil é considerada o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos, em especial os resíduos sólidos. O reuso de materiais tem sido cada vez mais explorado pelos pesquisadores devido ao potencial de contribuição na preservação do meio ambiente. Nesta edição são apresentados estudos acerca dos compósitos de cimento-madeira a partir do reaproveitamento dos resíduos de madeira resultantes das atividades do setor de construção civil.

Por fim, são apresentados estudos relacionados com a gestão organizacional, gestão de projetos, as responsabilidades dos profissionais envolvidos na construção civil, bem como sobre a implementação do *Building Information Modeling* (BIM), enfatizando a necessidade de busca constante do segmento de Arquitetura, Engenharia e Construção por melhores resultados em termos de qualidade, custo e tempo de execução.

Com base nestes estudos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos nos diversos temas que envolvem a área de Arquitetura, Engenharia e Construção.

Boa leitura.

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TRANSFORMAÇÃO DA FACHADA NA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS VERTICAIS EM VITÓRIA-ES E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL	
<i>Ricardo Nacari Maioli</i>	
<i>Maria Cláudia de Souza Lemos Soares Brandão Barros</i>	
<i>Joana D arc Pereira de Barros</i>	
<i>Isabela Finochi Fernandes Moça</i>	
<i>Igor Mattioli Coninck</i>	
<i>Érica Coelho Pagel</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
AVALIAÇÃO DA SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO DE UMA HABITAÇÃO FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE PELOTAS-RS: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JARDINS DO OBELISCO	
<i>Jones Vieira Pinto</i>	
<i>Antônio Cesar Silveira Baptista da Silva</i>	
<i>Nirce Saffer Medvedovski</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DOS IDOSOS: ESTUDO DE CASO EM UNIDADES HABITACIONAIS DO RESIDENCIAL AGRESTE – ARAPIRACA-AL	
<i>Esteffany Rafaelly Santos Rodrigues</i>	
<i>Maria Jailza da Silva</i>	
<i>Nathália Kariany de Souza</i>	
<i>Ricardo Victor Rodrigues Barbosa</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
INFLUENCIA DA DETERIORIZAÇÃO DAS TELHAS PELA AÇÃO DAS INTEMPÉRIES NO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO	
<i>Kellen Melo Dorileo Louzich</i>	
<i>Emeli Lalesca da Guarda</i>	
<i>Ivan Júlio Apolônio Callejas</i>	
<i>Luciane Cleonice Durante</i>	
<i>Karyna Andrade Carvalho Rosseti</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
A PRESERVAÇÃO DA ESTRUTURA EM ARGASSA ARMADA DO CRISTO REDENTOR: DIAGNÓSTICO	
<i>Maria Cristina Ventura</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>73</b>
ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE MADEIRA, PROVENIENTES DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO, UTILIZANDO O GESSO COMO AGLOMERANTE	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosembach Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>87</b>
INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO	
<i>Tháisa Mariana Santiago Rocha</i>	
<i>Leonardo Fagundes Rosembach Miranda</i>	
<i>Carlos Frederico Alice Parchen</i>	
<i>Paolo Pires de Lima</i>	
<i>Lara Biancato Ruhnke</i>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>101</b>
ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONAIS DAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
<i>Felipe Teixeira</i>	
<i>Alfredo Iarozinski Neto</i>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>111</b>
GESTÃO DE RISCOS E RISCOS DE GESTÃO EM PROJETOS INDUSTRIAIS: ESTUDOS DE CASO	
<i>Tássia Farssura Lima da Silva</i>	
<i>Silvio Burratino Melhado</i>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>124</b>
INTEGRAÇÃO DO BIM NO CURRÍCULO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES	
<i>Josyanne Pinto Giesta</i>	
<i>Gilda Lucia Bakker Batista de Menezes</i>	
<i>Alfredo Costa Neto</i>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>134</b>
ANÁLISE DE JURISPRUDÊNCIAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL <sup>1</sup>	
<i>Marcelo Fabiano Costella</i>	
<i>Cláudio Alcides Jacoski</i>	
<i>Nicael William Martini</i>	
<i>Vilmar Roque Pereira</i>	
<i>Monike de Medeiros Costella</i>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>134</b>

## A TRANSFORMAÇÃO DA FACHADA NA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS VERTICAIS EM VITÓRIA-ES E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO AMBIENTAL

### **Ricardo Nacari Maioli**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória - Espírito Santo

### **Maria Cláudia de Souza Lemos Soares Brandão Barros**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória - Espírito Santo

### **Joana D arc Pereira de Barros**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória - Espírito Santo

### **Isabela Finochi Fernandes Moça**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória, Espírito Santo

### **Igor Mattioli Coninck**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória - Espírito Santo

### **Érica Coelho Pagel**

Faes Centro Universitário, Unidade de  
Arquitetura e Design  
Vitória - Espírito Santo

na eficiência energética, no conforto térmico e consequentemente na qualidade interna desse espaço. O objetivo deste estudo é analisar características construtivas presentes em edifícios comerciais verticais, de diferentes períodos históricos, no município de Vitória-ES, de forma a definir alguns modelos representativos desta tipologia, além de averiguar a relação entre as soluções técnicas mais utilizadas e o conforto ambiental. Para atingir esse propósito, a metodologia aplicada compreendeu um amplo levantamento de informações, cujos elementos foram tabulados em um banco de dados. Através dos resultados encontrados foi possível identificar mudanças nas características gerais dessas construções ao longo dos últimos anos, influenciando diretamente nas condições de conforto interno dos mesmos. Verificou-se que o percentual de abertura de fachada aumentou de forma significativa assim como a utilização de vidros, principalmente os reflexivos, e que as proteções solares externas são cada vez mais raras nos novos empreendimentos. Com isso, conclui-se que a evolução tecnológica e a possibilidade de aplicá-la na construção civil têm gerado edifícios com menor eficiência energética e com aparência padronizada, diferentemente das construções mais antigas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edifícios comerciais verticais. Tipologia construtiva. Conforto ambiental.

**RESUMO:** A inserção de novos materiais e técnicas na construção civil, além de alterar as características construtivas dos edifícios comerciais ao longo dos anos, tem influenciado

**ABSTRACT:** The insertion of new materials and techniques in civil construction, in addition to changing the constructive characteristics of commercial buildings over the years, has influenced on energy efficiency, in thermal comfort and consequently on the internal quality of this space. The objective of this study is to analyze constructive characteristics present in commercial buildings verticals, from different historical periods, in the municipality of Vitória, ES, so as to define some representative models of this typology, in addition to investigate the relationship between the technical solutions more used and the environmental comfort. To achieve this purpose, the methodology applied understood a broad survey of information, whose elements were typed into a database. By means of the results has been possible to identify changes in the general characteristics of these constructions in recent years, directly influencing the internal comfort conditions of same. It was found that the percentage of opening of the facade has increased significantly as well as the use of windows, mainly the reflective, and that the shields are external solar increasingly rare in new ventures. With this, it is concluded that the technological evolution and the possibility to apply it in civil construction have generated buildings with lower energy efficiency and with standardized appearance, unlike most ancient constructions.

**KEYWORDS:** Vertical office buildings; Constructive typology; Environmental comfort.

## 1 | INTRODUÇÃO

Todo projeto arquitetônico pode prover melhores condições de conforto térmico em grande parte das horas do ano, se comparadas ao meio externo, independentemente do clima em que se encontra. Porém, para que isso ocorra, é necessária a conscientização de que este precisará ser adaptado às necessidades climáticas do local, através do uso adequado de materiais, volumetria, aberturas, dentre outros elementos arquitetônicos (GONÇALVES; BODE, 2015).

Acidade de Vitória-ES, que de acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005) se encontra na Zona Bioclimática 08, mostra que há a necessidade da adoção de estratégias de condicionamento térmico para auxiliar no conforto ambiental. Uma medida a ser tomada para gerar tal efeito, conforme a norma citada, é a de proporcionar uma ventilação cruzada juntamente com grandes aberturas sombreadas.

Contudo, a cultura de ambiente climatizado artificialmente atrelada à imagem de edifícios de escritórios com cortinas de vidro, vistos como símbolo de poder (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014), impedem o adequado uso das aberturas e materiais que proporcionam uma maior ventilação interna e conforto térmico nos ambientes comerciais. Desse modo, uma mudança nesse paradigma arquitetônico se faz necessária.



## 2 | OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo principal identificar um conjunto de características construtivas presentes em edifícios comerciais verticais, de diferentes períodos históricos, no município de Vitória - ES, para assim constatar as alterações que as tipologias veem apresentando conforme o passar das décadas e o avanço tecnológico e, com isso, averiguar a relação entre as soluções técnicas mais utilizadas e o impacto destas no conforto ambiental e na eficiência energética dessas edificações.

## 3 | ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nesta pesquisa científica foram catalogadas 80 edificações comerciais em diferentes áreas do município de Vitória/ES. Para padronizar a pesquisa, foram analisados apenas edificações que possuem quatro pavimentos ou mais.

A metodologia aplicada compreendeu três etapas. Primeiramente, realizou-se o levantamento de informações tipológicas das edificações através de visitas técnicas e registros de observação referente à volumetria, tipo e área das aberturas e dos materiais utilizados na fachada principal das edificações comerciais. Para a seleção desses edifícios, foram adotados os bairros da cidade de Vitória/ES que possuem um maior número dessa tipologia de edificações comerciais (Figura 1), o que coincide, segundo Gomes (2009), com a evolução história da ocupação urbana comercial da cidade.



Figura 1: Localização das edificações selecionadas nos bairros de Vitória - ES

Fonte: Os autores (Adaptado de Google)

Na pesquisa, com a finalidade de obter resultados sobre os ambientes de trabalho, conforme observado em Lamberts, Ghisi e Ramos (2006), examinou-se somente o pavimento tipo dos edifícios comerciais posto que, em virtude da tipologia e

volumetria permitida nos Planos Diretores Municipais vigentes nas últimas décadas, os primeiros pavimentos poderiam ser compostos por lojas comerciais, áreas técnicas e estacionamento sendo que o foco do trabalho é a análise das salas comerciais. Assim como na pesquisa de Santana (2006), as formas das edificações foram catalogadas em: retangulares, quadradas e triangulares, conforme uma proximidade de formato das volumetrias com as geometrias básicas. Nos casos em que as edificações não apresentaram uma semelhança geométrica, como essas previamente determinadas, foram então consideradas irregulares.

Com relação ao número pavimentos, forma do edifício, tipo de vidro utilizado na janela, tipo de abertura e presença de proteção solar; a coleta de dados foi realizada por meio de observação empírica e informações coletadas com os condomínios ou com as construtoras dos empreendimentos. Já a classificação das coberturas foi feita por meio de coleta de informações com as fontes supracitadas, além da análise de imagens aéreas, e foram categorizadas como: telhado aparente, telhado embutido e laje.

Quanto à orientação solar, verificou-se a fachada principal por meio de análise local e a sua orientação perante o norte geográfico. No que tange à definição da orientação das fachadas foi estipulado, para cada ponto cardeal, uma angulação de 22,5° no sentido horário e anti-horário, assim como adotado por Lamberts, Ghisi e Ramos (2006) e Santana (2006).

Acerca da investigação sobre as proteções solares, foram observados todos os elementos que fornecessem sombreamento nas aberturas, total ou parcialmente, incluindo-se brises, detalhes da fachada ou até mesmo suportes para condicionadores de ar (LAMBERTS; GHISI; RAMOS, 2006).

O Regulamento Técnico da Qualidade do nível de Eficiência Energética de Edifícios - RTQ-C (INMETRO, 2009) - determina o Percentual de Abertura de Fachada (PAF) que corresponde ao tamanho das aberturas ou fechamentos transparentes nas fachadas. Para se obter o valor do PAF, foram realizados cálculos para as principais fachadas do edifício, ou seja, as fachadas que abrigavam as janelas das salas ou escritórios. A medição foi calculada pela relação entre a soma das áreas das aberturas dividida pela área da fachada. Assim como preconiza o RTQ-C, os elementos opacos atrás dos vidros não foram contabilizados no cálculo, entretanto, como em alguns casos não se teve acesso aos projetos das edificações, as espessuras das lajes não foram consideradas. Também foram levantadas informações sobre o tipo de vidro presente nas esquadrias, com variações de cores e translucidez.

Quanto aos demais materiais que compõem as fachadas das edificações estudadas, classificados como revestimento, foram separados em 6 categorias principais, como pastilhas, mármore/granito, concreto aparente, cerâmica, ACM (alumínio composto), além do vidro, mas apenas quando este era utilizado como elemento de revestimento de fachada. Esses eram os materiais mais comuns encontrados como revestimento, os demais foram classificados como “outros”.

Nesta fase avaliativa, também foram averiguadas as cores que compõem o corpo da edificação, sendo categorizadas em 13 tons, tais qual: cinza, branco, bege, azul, amarelo, marrom, vermelho, verde, ocre, laranja, preto, rosa, terracota (LAMBERTS; GHISI; RAMOS, 2006). Como a observação foi feita sem o uso de equipamento auxiliar, as variações de cores encontradas foram adequadas às opções previamente definidas.

Numa segunda etapa da pesquisa, foram obtidas e organizadas informações acerca das datas de aprovação dos projetos das edificações comerciais supracitadas junto à Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) e às construtoras realizadoras das obras.

Na etapa final, as edificações foram catalogadas por períodos de construção, destacando os dados referentes mais característicos de cada período, resultando em modelos representativos de diferentes épocas. Os três períodos foram estipulados de acordo com uma quantidade suficiente de edifícios para compor a base de dados necessária para a caracterização de um modelo. Com isso, algumas décadas foram agrupadas, formando um total de três períodos: de 1950 a 1979; de 1980 a 1999; e de 2000 a 2016.

Por fim, foi elaborada uma análise comparativa entre os modelos com foco no efeito que as modificações das técnicas e soluções construtivas têm no conforto ambiental.

## 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

As edificações selecionadas para análise representam a totalidade dos edifícios comerciais verticais encontradas em alguns dos bairros estudados. Em outros casos, como o Centro e Praia do Canto, o número de edifícios selecionados representa a maioria das construções dessa tipologia na região. Em relação ao total da amostra, os 80 edifícios foram divididos entre os cinco bairros, conforme apresentado na Figura 2.

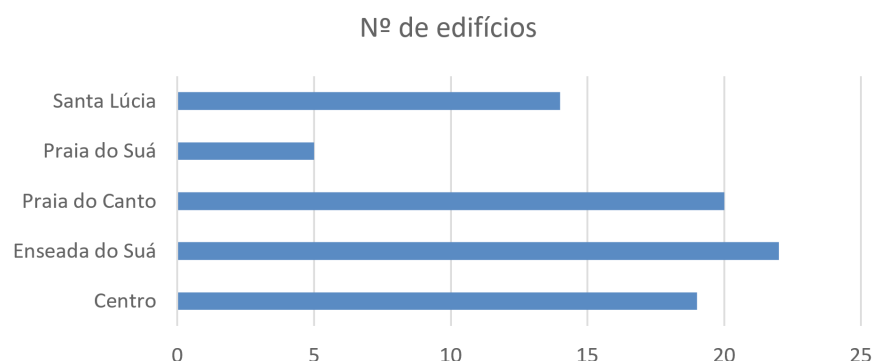


Figura 2: Distribuição da amostra de edificações por bairro

Fonte: Os autores

Dentre as edificações selecionadas, a amostra abrange edifícios a partir da década de 1950 até os dias atuais. A maior concentração de empreendimentos dessa

tipologia no município se dá na década de 1990, como observado na Figura 3. A coleta de dados confirmou o fato obtido nas referências bibliográficas de que a ordem do processo de verticalização da cidade de Vitória-ES iniciou-se no centro urbano da cidade, mas depois migrou para o bairro Praia do Canto e adjacências e na virada do século se concentrou na Enseada do Suá (GOMES, 2009; KLUG, 2009).

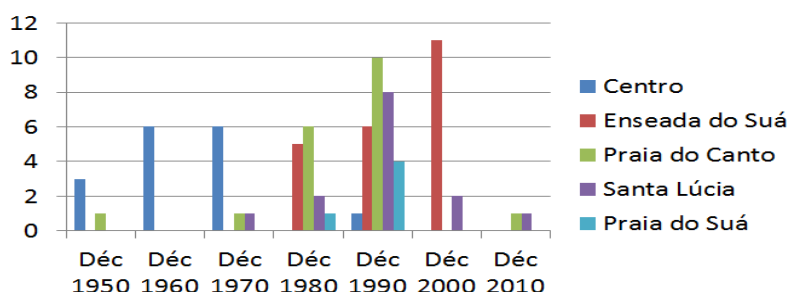


Figura 3 – Número de edificações por década de construção

Fonte: Os autores

De acordo com os dados obtidos, foi possível verificar que houve uma distribuição de implantação desses edifícios na cidade, sendo que os mais novos empreendimentos se concentram no bairro Enseada do Suá e os mais antigos no Centro, que conta com apenas um edifício, dentre os analisados, construído após a década de 80. Esse fato contribui para caracterizar este bairro como uma região sem grandes investimentos nos últimos anos, sendo marcado por uma tipologia bastante diferente das regiões com ocupação mais recente.

Um exemplo que pode ilustrar isso é o fato de que, ao contrário da tendência atual, a maioria dos edifícios do Centro possui o percentual de abertura de fachada entre 30 e 50%, com predominância de janelas do tipo de correr e vidro incolor, com alguns edifícios com vidro fumê. Também foi possível observar que nessa tipologia de edifício há a predominância de revestimento externo de parede em pastilha e pintura.

Entretanto, verificou-se que alguns edifícios dessa região apresentam fachadas reformadas onde foram aplicados novos materiais de revestimento ou acabamento, não condizentes com as técnicas utilizadas no período de sua construção. Posto isso, as reformas geram, em alguns casos, uma descaracterização do desenho original da edificação. O uso da fachada envidraçada combinada com chapas de alumínio composto (ACM) parece ser uma tendência dos edifícios mais antigos reformados no município.

#### 4.1 Análise geral da amostra

Em relação aos dados gerais coletados, as edificações possuem uma grande variedade de número de pavimentos. Na Figura 4, desconsiderando as construções mais baixas, se observa um maior número de edifícios entre 10 e 12 pavimentos. O

destaque fica para a tipologia composta por 12 pavimentos que foi a que mais se repetiu, seguida pela de 4 pavimentos.

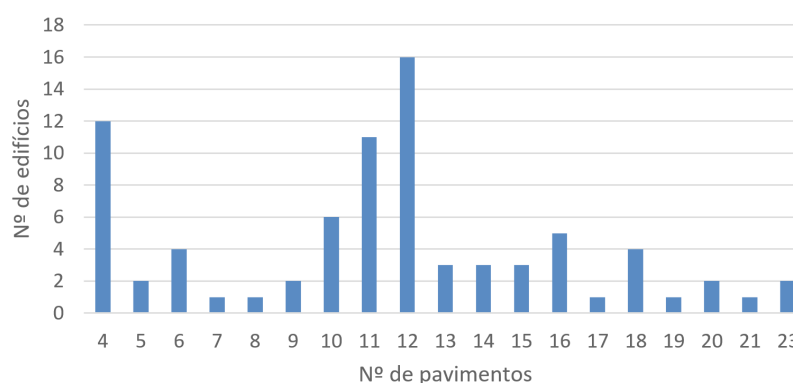


Figura 4: Frequência de ocorrência de pavimentos nos edifícios analisados

Fonte: Os autores

Quando analisado o formato da planta da edificação, desconsiderando em alguns casos os primeiros pavimentos referentes a lojas ou garagem, aproximadamente 69% apresentam uma forma mais retangular, enquanto 21% apresenta um formato quadrado. O percentual restante é referente aos edifícios considerados de planta irregular, visto que na amostra analisada não foram encontrados edifícios de plantas triangulares.

Sobre o sistema de abertura das janelas, a grande maioria, aproximadamente 72% dos edifícios analisados, apresenta janelas do tipo maxim-ar. Além disso, 71% dessas edificações apresentam Percentual de Abertura de Fachada entre 20 e 60%, sendo que o número mais expressivo de edifícios se concentra no PAF entre 30 e 50% e, de acordo com Santana (2006), a área de abertura das fachadas tem grande influência na variação do consumo de energia de uma edificação comercial. O fato mais preocupante é que, mesmo num clima quente e úmido, como é o caso de Vitória, 39% dos edifícios possuem um Percentual de Abertura de Fachada superior a 50%. Segundo Tahmasebi et al (2011), para climas tropicais um PAF entre 34-41% não representam grandes diferenças no consumo de energia.

Apesar da grande área envidraçada encontrada em parte das edificações, em 63,7% dos casos analisados essas aberturas não são protegidas (Figura 5) e, de acordo com a pesquisa de Carlo (2008) as proteções solares só ficam atrás do percentual do PAF como medida de conservação de energia e ainda podem proporcionar resultados mais vantajosos. Nesses casos, as grandes áreas envidraçadas e sem proteção podem prejudicar as condições de conforto interno, sejam elas em relação ao conforto visual ou em relação ao conforto térmico e, conseqüentemente, à eficiência energética do edifício (FROTA, 2004; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

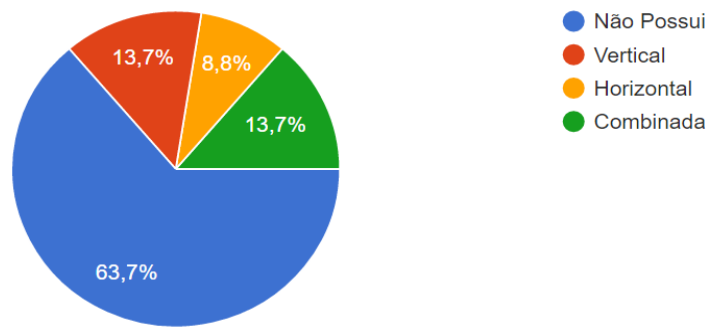


Figura 5: Presença de elemento de proteção solar

Fonte: Os autores

Percebe-se uma alteração na tipologia dos edifícios ao longo dos anos quando analisamos os elementos de proteção solar. Das edificações analisadas, apenas 36,3% possuem algum tipo de *brise-soleil* ou proteção externa, seja vertical, horizontal ou a combinação das duas. Dentre as edificações com proteção solar, apenas 12 foram construídas após a década de 1980, e apenas 2 edifícios, ou seja, 2,5% do total analisado, possuem proteção solar externa e foram construídos após a virada do século.

Nesse último caso, os edifícios são de menor porte, com 4 pavimentos, sendo que um deles tem certificação ambiental LEED- *Leadership in Energy and Environmental Design*, mas possui o mesmo tipo de *brise* nas quatro fachadas, sem distinção de orientação com relação à insolação. Entretanto, em Frota (2004), verifica-se que em cada orientação a quantidade e as características da radiação solar são diferentes, por isso, necessitam de proteções específicas para cada fachada, a fim de garantir luminosidade suficiente no interior e visual externo.

Esse fato, somado aos dados obtidos no levantamento (Figura 6), indicam que não há uma preocupação com a proteção solar na maioria dos edifícios. Essa hipótese é reforçada pelo fato de que as proteções foram inseridas no edifício sem distinção de orientação ou período de insolação a ser protegido, visto que, em alguns casos observados, os edifícios possuem o mesmo tratamento em fachadas distintas. Entretanto, segundo Santos e Souza (2012), a geometria dos elementos de proteção e a orientação solar devem ser considerados para um melhor desempenho do dispositivo, a fim de se alcançar uma maior eficiência energética do edifício.

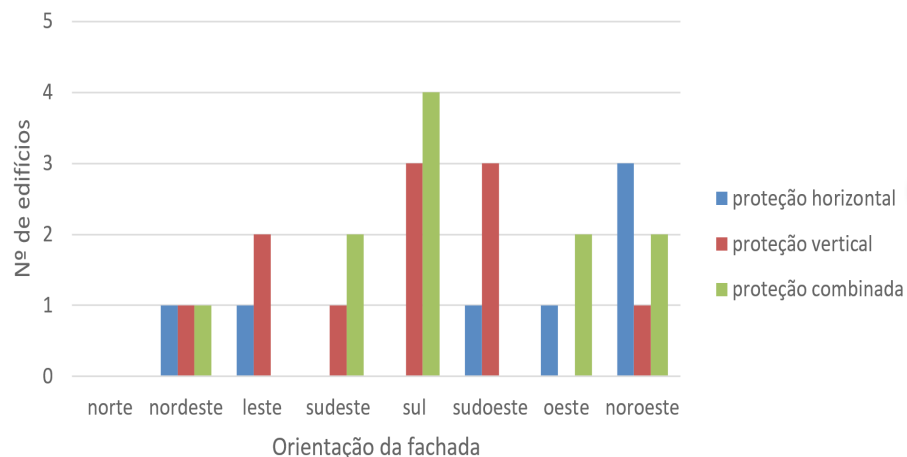


Figura 6: Frequência de elemento de proteção solar por orientação

Fonte: Os autores

Com relação às aberturas, a maioria das esquadrias é composta por vidro fumê ou bronze (Figura 7). Entretanto, quando analisamos apenas os edifícios construídos após a virada do século, a escolha pelo tipo de vidro é diferente. Nesse caso, em aproximadamente 73% das edificações foi instalado o vidro reflexivo em suas esquadrias. Dentre eles, nenhuma obra analisada dispunha de proteção solar externa em suas fachadas. Esse fato pode indicar que as proteções solares externas estão sendo substituídas por vidros reflexivos nas edificações.

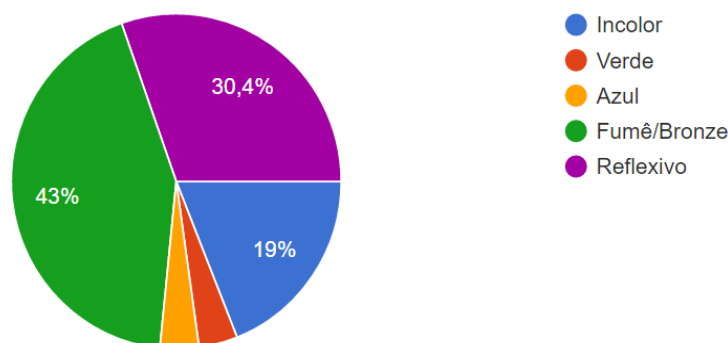


Figura 7: Tipos de vidro utilizados nas janelas

Fonte: Os autores

Quanto às cores presentes nas fachadas, a classificação e identificação foi feita de acordo com a presença das mesmas no corpo do edifício, ou seja, na parte da envoltória referente às paredes laterais dos pavimentos-tipo. Em diversos casos foram observadas mais de duas cores numa mesma fachada e assim foram catalogadas. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014) a radiação incidente em um material construtivo tem uma parcela absorvida e o que determina essa característica é a cor superficial. Quanto mais escura é a cor, maior a absorção da radiação e, por esse motivo, a cor superficial das fachadas dos edifícios é relevante quanto ao ganho térmico e, conseqüentemente ao conforto interno.

Nesse levantamento, observou-se que as cores mais comuns presentes nas fachadas eram a branca, cinza e a azul. Um fato interessante no levantamento é que 22,5% das edificações apresentaram elementos na envoltória com a cor preta, altamente absorvente (Figura 8).

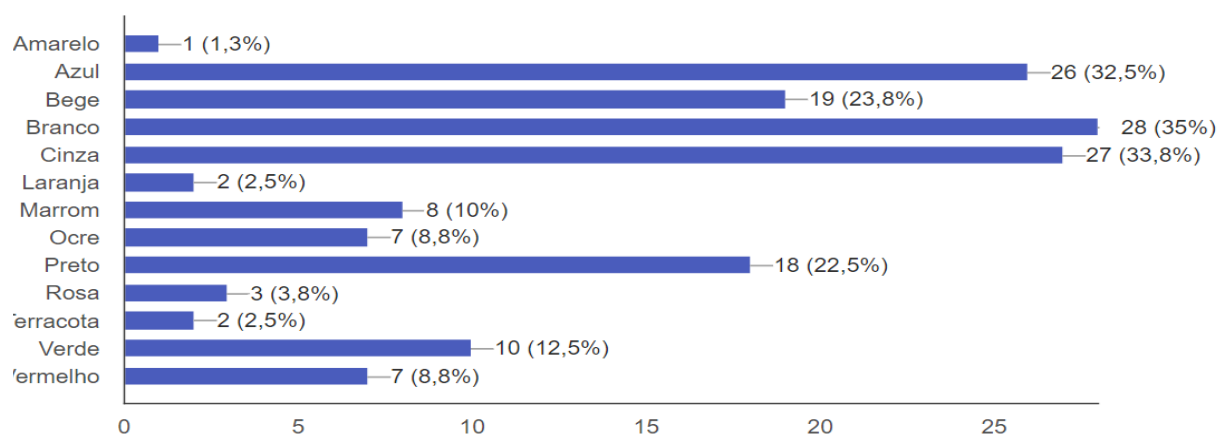


Figura 8: Frequência de cores encontradas nas fachadas dos edifícios

Fonte: Os autores

Também foi possível observar que, dentro do município analisado, há uma preferência por materiais de revestimento como o vidro e a pastilha, presentes em 71,3% e 50% das edificações, respectivamente (Figura 9). Uma das causas possíveis para esse fato é a questão de redução de manutenção, visto que a cidade é caracterizada pela presença constante de partículas totais em suspensão, provavelmente oriundas dos principais pólos siderúrgicos da região, grandes vias de tráfego e construção civil, que se depositam nos revestimentos das fachadas, deixando-as com aspecto sujo ou encardido. A pintura aparece como o terceiro material mais utilizado como revestimento, seguida pelo ACM.

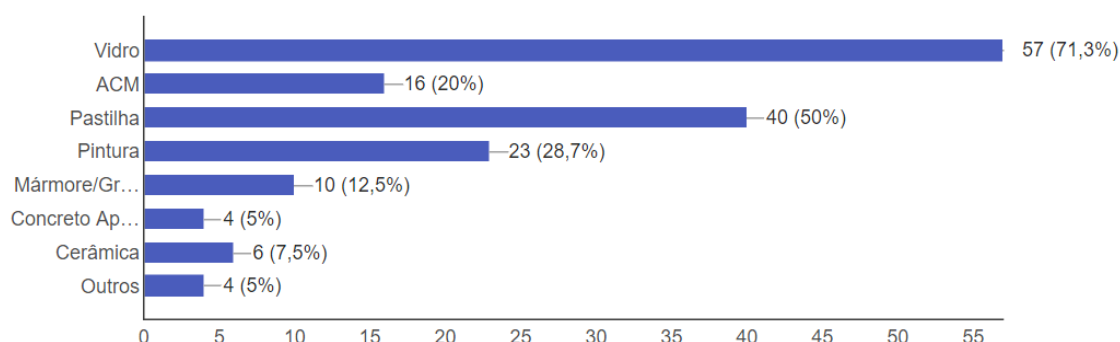


Figura 9: Frequência de ocorrência de materiais de revestimento das fachadas

Fonte: Os autores

Diferentemente do observado em outras cidades do país, mesmo em outras tipologias, no município são encontrados poucos edifícios com revestimento externo com aplicação de textura, mais áspero e, portanto, mais propício a agregar essas



partículas presentes no ar.

Outro fato interessante é de que mesmo o mercado capixaba dispondo de grande quantidade e variedade de mármore e granitos, esses materiais são pouco utilizados como revestimento de fachadas dessa tipologia de edifícios, sendo observado em apenas 12,5% das construções.

Já o ACM, presente em 20% das edificações, na maioria dos casos é combinado com esquadrias compostas por vidro reflexivo, do tipo maxim-ar e sem elemento de proteção solar. Alguns edifícios da década de 1960, 1970 e 1980 apresentaram esse elemento em suas fachadas, mas o mesmo foi aplicado após os edifícios passarem por uma reforma da envoltória.

Como pode ser observado ao longo do trabalho, este levantamento apresentou dados suficientes para se levantar as características mais comuns dessa tipologia de edifícios construídos no município em diferentes décadas.

Em virtude da quantidade de edificações disponíveis e das datas de construção dos edifícios, foram gerados três modelos representativos de períodos distintos, a fim de caracterizar uma edificação comercial vertical de cada período, apresentados nos itens a seguir. Para se gerar os modelos, foram selecionadas as características que mais se repetiam dentre os edifícios de cada período, gerando assim um modelo representativo para cada um.

#### **4.2 Modelo representativo das décadas de 1950 a 1970**

Dos 80 prédios listados, 18 são do período de 1950 a 1979, sendo a maioria construída no Centro de Vitória. Dentre eles, apenas 4 edifícios pertencem à década de 50, o restante é mais bem distribuído nas duas décadas seguintes.

#### **4.3 Modelo representativo das décadas de 1980 e 1990**

Este período concentra a maior parte dos edifícios analisados nessa pesquisa, agrupando um total de 43 construções. A maior representatividade foi de edifícios localizados no bairro Praia do Canto e a década mais presente foi a de 1990 que, segundo as edificações analisadas, foi a década que teve o maior registro de construções dessa tipologia de edifício.

#### **4.4 Modelo representativo das décadas de 2000 a 2016**

Dos 80 prédios analisados, 15 são da virada do século até à atualidade, sendo que 73,3% foi construída no bairro Enseada do Suá. Dentre eles, 4 edifícios possuem apenas 4 pavimentos, o que diminui a média geral, contudo, a maior parte das edificações possui acima de 15 pavimentos, sendo o período onde estão concentrados os dois edifícios mais altos encontrados no levantamento, com 23 pavimentos.

## 4.5 Comparação entre os modelos representativos

Percebe-se uma unanimidade entre os modelos quanto à forma retangular do edifício e uma proximidade em relação ao número médio de pavimentos, entre 11 e 12, apesar do último período concentrar uma maior verticalização das edificações (Tabela 1).

Características	1950 a 1979	1980 a 1999	2000 a 2016
Número de Pavimentos	11	11	12
Forma	Retangular	Retangular	Retangular
Cobertura	Telhado embutido	Telhado embutido	Laje Impermeabilizada
PAF	30,1 a 40 %	40,1% a 50%	31% a 40%; 90% a 100%.
Sistema de abertura	Janela de correr	Maxim-ar	Maxim-ar
Tipo de vidro	Incolor	Fumê/Bronze	Reflexivo
Elemento de proteção	Não Possui	Não Possui	Não Possui
Cor da fachada	Bege e Cinza	Bege e Cinza	Azul e Branco
Revest. de fachada	Pintura	Pastilha e Vidro	Vidro e ACM

Tabela 1 - Caracterização dos modelos representativos de cada período

Fonte: Os autores

Com relação às características que têm influência direta no conforto ambiental do edifício, nota-se um crescimento gradual da área das aberturas nas fachadas, sendo observado em alguns casos que a cobertura de vidro vai de laje a laje, contando apenas com um pequeno elemento em sua base para proteção mecânica. Outro fato interessante é o tipo de vidro utilizado, que passou de incolor, pelo fumê/bronze até o reflexivo no último período. Nesse caso, um aumento do PAF foi acompanhado de uma diminuição do fator solar do vidro, visto que, segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), dentre os tipos relacionados na Tabela 1, o vidro incolor possui o maior fator solar e o reflexivo o menor. Esse fato pode reduzir os ganhos térmicos, mas não garante boas condições de conforto interno.

Em todos dos períodos analisados, percebe-se que a maioria das construções apresenta a ausência de proteção solar, sendo que esse elemento pode reduzir os ganhos térmicos, melhorar as condições de conforto visual dos ambientes internos e aumentar a eficiência energética da edificação (FROTA, 2006; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

As cores das fachadas nos três períodos apresentam cores claras ou médias, proporcionando uma absorvidade da radiação solar não muito elevada, reduzindo os ganhos térmicos através dos fechamentos opacos.

## 5 | CONCLUSÕES

A pesquisa abordou o tema da transformação da tipologia construtiva dos edifícios comerciais verticais, fazendo uma relação com o conforto ambiental. O levantamento das informações sobre os edifícios e a caracterização das tipologias dos diferentes períodos auxiliaram na percepção dessa mudança nas características desses edifícios.

Percebe-se que há uma tendência no aumento do Percentual de Abertura de Fachada e nos materiais de revestimento externo utilizados. O uso mais abundante do vidro, cuja transmitância térmica supera a de soluções tradicionais como a alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, pode aumentar o desconforto interno. Em muitos casos, a proteção solar utilizada para reduzir o desconforto gerado por essa alteração nas fachadas é simplesmente a aplicação de vidro reflexivo.

É, portanto, necessária uma mudança na tipologia das construções para melhor se adequar às condições climáticas locais como, por exemplo, uso de proteções solares externas, especificação de materiais adequados para revestimento e vedação da edificação, além do aproveitamento dos condicionantes naturais.

## REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

CARLO, J. C. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-Residenciais**. Florianópolis, 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FROTA, A. B. **Geometria da Insolação**. São Paulo: Geros, 2004.

GOMES, E. R. **A geografia da verticalização litorânea em Vitória**: o bairro Praia do Canto. 1 ed. Vitória: Gráfica Santo Antônio, 2009.

GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Org.). **Edifício ambiental**. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

KLUG, L. B. **Vitória: Sítio físico e Paisagem**. 1 ed. Vitória: Edufes, 2009.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo, 2014. 366 p.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; RAMOS, G. **Impactos da Adequação Climática Sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritórios no Brasil**. Florianópolis: LABEEE, 2006. 49 p.

SANTANA, M. V. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis – SC**. Florianópolis, SC. UFSC. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, I. G.; SOUZA, R. V. G. **Proteções solares no Regulamento brasileiro de Eficiência**

**Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Ambiente Construído, v. 12, n. 1, p. 227-241, 2012.

TAHMASEBI, M. M.; BANIHASHEMI, S.; HASSANABADI, M. S. **Assesment of the variation impacts of window in energy consumption and carbon footprint.** Procedia Engineering, 21, 2011. 820-828.

## AVALIAÇÃO DA SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO DE UMA HABITAÇÃO FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE PELOTAS-RS: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JARDINS DO OBELISCO

### **Jones Vieira Pinto**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo  
Pelotas – RS

### **Antônio Cesar Silveira Baptista da Silva**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo  
Pelotas – RS

### **Nirce Saffer Medvedovski**

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo  
Pelotas – RS

**RESUMO:** O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é um dos maiores programas governamentais de produção de Habitação de Interesse Social (HIS) do Brasil. Na sua Fase 2, até 2015, abrangia famílias com renda mensal de até cinco mil reais, divididas em três faixas de renda. Um empreendimento Faixa 1 – famílias com a menor renda – é estudado neste trabalho. Considerando que a maioria dos empreendimentos não está sendo construída com os cuidados necessários para proporcionar a seu usuário conforto térmico adequado, neste trabalho objetiva-se identificar como o usuário de uma HIS da Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, e quais as principais técnicas utilizadas por este para melhorar esta sensação

de conforto. Integra pesquisa de mestrado de avaliação do PMCMV. Os resultados são parciais. Utiliza como materiais a bibliografia do PMCMV e o residencial estudado. Foram realizadas visitas técnicas no residencial, observações e aplicação de entrevistas. A maioria dos moradores aponta como agradável a sensação de conforto térmico no inverno, porém extremo desconforto no verão, abrandado pela utilização de ventiladores. Conclui-se pela urgência na proposição de uma moradia provedora de maior qualidade em termos de conforto térmico para as HIS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conforto térmico. Habitação de Interesse Social. Programa Minha Casa Minha Vida. Avaliação pós-ocupação.

**ABSTRACT:** The Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV (My House My Life Program) is one of the largest government Social Housing (SH) programs in Brazil. Phase 2 of the program in 2015 covered families with monthly income of up to five thousand reais, divided into three income groups. A Level 1 housing development project – destined to families with the lowest income – is focused in this study. Given the fact that most of these real estate developments are being built without the necessary steps to provide adequate thermal comfort for the user, this work aims to identify how Level 1 PMCMV SH users evaluate their dwellings as to the

thermal comfort conditions being offered, as well as which steps have been taken to improve this sense of comfort. This study is part of a PMCMV research project, and shows partial results. Its material sources include PMCMV bibliography as well as the housing complex studied. Technical tours, observations and the application of interviews were performed. Most residents reported an agreeable thermal comfort sense in the winter; however, they also referred to extreme discomfort in the summer, whose intensity was minimized by the use of fans. The results obtained confirmed the urgency in providing higher thermal comfort conditions to SH.

**KEYWORDS:** Thermal confort. Social Housing. Minha Casa Minha Vida. Post-occupancy evaluation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Historicamente, as gestões governamentais brasileiras buscaram através de diversos programas habitacionais a supressão do déficit habitacional. Segundo Cunha (2014), a provisão de habitação para baixa renda brasileira tem trazido consigo problemas e consequências ruins para as cidades. O autor afirma que no decorrer dos anos várias foram as políticas públicas caracterizadas por diversas estratégias e instrumentos próprios, que contaram com a participação de inúmeros agentes públicos ou privados.

Porém, a forma como esta busca pela diminuição do déficit ocorreu não é adequada, em termos de uma preocupação com o usuário e sua pós-ocupação. Pois é fato que existem variáveis mensuráveis a respeito de como o usuário se sente, em sua moradia, que muitas vezes são ignoradas pelos executores dos programas habitacionais sociais em seus projetos de empreendimentos.

Na maioria das vezes estes programas foram baseados em simples estratégias de oferta de grande número de moradias, relegando a um segundo plano os anseios do usuário final.

O PMCMV, por exemplo, conforme Cunha (2014), procura primeiramente atender a um interesse econômico de combate à crise internacional de 2008, aquecendo o ramo industrial da construção civil e visando prioritariamente a grande produção de unidades, atribuindo menos importância para a qualidade da habitação para o usuário e a cidade.

No que tange o conforto térmico da habitação produzida no PMCMV, Moreno (2013), em seu estudo de simulações de desempenho térmico de diversas tipologias de edificações da Faixa 1 do Programa, aponta que os níveis de eficiência destas tipologias, em geral, são baixos.

Ferreira (2014), também em uma análise de desempenho térmico de edificações do PMCMV em São Paulo, afirma que as habitações populares se padronizam por não receber a atenção devida na fase de projeto, culminando em características que depreciam seu próprio desempenho térmico adequado.

Dantas e Barbirato (2015), em estudo similar, afirmam que é importante a adequação das construções do PMCMV às condições climáticas da zona onde estes empreendimentos estão inseridos.

Nesta pesquisa, portanto, avaliar-se-á o nível de satisfação do usuário de uma moradia do PMCMV, em relação à sua habitação, em termos de conforto térmico, ponderando o desempenho de tal aspecto sob o ponto de vista do usuário, além de identificar as medidas e estratégias adotadas pelo mesmo, quando deparado com situações de desconforto.

## 2 | OBJETIVOS

Neste trabalho objetiva-se identificar como o usuário de uma HIS Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, inclusive em comparação com sua moradia anterior, além de verificar quais as medidas adotadas pelo mesmo para amenizar as possíveis situações de desconforto. Mais especificamente, objetiva-se verificar se o usuário avalia positiva ou negativamente sua moradia nas estações de verão e inverno, e como ele avaliava sua moradia anterior nas mesmas situações, buscando verificar se a mudança para uma HIS Faixa 1 do PMCMV foi positiva ou negativa quanto a estes aspectos. Também objetiva-se identificar quais as estratégias que o usuário utiliza para alcançar maior conforto térmico dentro de sua moradia, nas duas estações, e comparar com as estratégias citadas pelos usuários para as mesmas condições em sua moradia anterior, para um possível auxílio na formulação de novas propostas projetuais para HIS. Os objetivos aqui trabalhados servem tanto para identificar como o próprio usuário tem avaliado sua moradia – do PMCMV –, quanto para avaliar se em termos de conforto térmico essa moradia produzida de forma amplamente massiva em todo o Brasil está podendo contribuir ou não para a melhora da qualidade de vida da população de classe econômica inferior.

## 3 | JUSTIFICATIVA E CONTEXTO GERAL

O trabalho se justifica à medida que o PMCMV avança na política habitacional brasileira, já sendo contabilizadas mais de 4,2 milhões de moradias construídas ou contratadas em pouco mais de sete anos (PORTAL BRASIL, 2016), ao mesmo tempo em que o déficit habitacional para populações de baixa renda ainda registra números muito altos, apesar desta grande produção – 8,83% dos domicílios brasileiros (NETO, FURTADO e KRAUSE, 2013). Ainda, em Pelotas, cidade onde se localiza o empreendimento estudo de caso, já se contrataram ou construíram 11.919 unidades, sendo 2.812 destas para a Faixa 1 do Programa – o que significa um número representativo de moradias para uma cidade com uma população estimada em pouco mais de 342 mil habitantes (IBGE, 2016). Porém, ao que algumas críticas já puderam identificar, como Dantas e Barbirato (2015), Batista, Peixoto, Cavalcante e Lima (2014)

e Moreno (2013), o PMCMV está produzindo moradias desprovidas de boa qualidade, tanto em termos gerais, quanto em termos de conforto térmico.

Considerando-se que a maioria dos empreendimentos Faixa 1 do PMCMV é construída na forma de edifícios de cinco pavimentos, com características construtivas bastante similares ao estudo de caso deste trabalho, este artigo também se justifica por propor uma avaliação dos próprios moradores de uma tipologia edilícia utilizada em grande escala no PMCMV em território nacional. Em Pelotas, dos 10 empreendimentos construídos para a Faixa 1 do PMCMV, oito possuem cinco pavimentos como o Jardins do Obelisco aqui apresentado – 74,68% das unidades da Faixa em Pelotas.

Este trabalho está em um contexto maior de pesquisa, em nível de mestrado em elaboração, que avalia a qualidade da habitação produzida pelo PMCMV na cidade de Pelotas, em termos de outros aspectos, como inserção urbana, mas que se apropria dos dados aqui expostos para uma apreciação à parte sobre a qualidade da moradia do PMCMV quanto ao conforto térmico de um de seus empreendimentos. Os resultados aqui expostos não são aprofundados pelos autores em demais estudos, porém podem contribuir para o aproveitamento das informações para uma nova pesquisa a ser realizada posteriormente.

#### 4 | METODOLOGIA

A pesquisa tem como estudo de caso o Residencial Jardins do Obelisco.

Desenvolve-se por uma Avaliação pós-ocupação (APO) com seus moradores, já que, conforme Fabrício e Ornstein (2010), o morador pode avaliar melhor do que ninguém se a sua nova moradia proporcionou ganhos ou não de qualidade a si mesmo.

Como materiais, além do próprio Residencial Jardins do Obelisco, é utilizada parte da bibliografia já constituída referente ao PMCMV.

Ressalta-se que apesar de haver a comparação entre a moradia atual e a anterior do usuário, somente a moradia atual foi conhecida pelos pesquisadores – empreendimento Jardins do Obelisco –, sendo que a moradia anterior foi apenas utilizada como modelo de comparação pelo próprio usuário, a partir de suas percepções.

Como métodos e técnicas efetuaram-se duas visitas técnicas no Jardins do Obelisco, onde foram feitas observações. Nessas duas visitas aplicaram-se entrevistas estruturadas em perguntas de múltiplas escolhas (com um total de 31 moradores de diferentes unidades habitacionais) e entrevistas semiestruturadas (com cinco destes moradores) através de amostras estratificadas das unidades do empreendimento. Tais entrevistas subsidiaram os dados trabalhados nas análises.

Para a elaboração das perguntas, não se utilizou uma referência bibliográfica específica, porém buscou-se o atendimento dos objetivos principais do trabalho, que são a comparação entre a moradia atual (PMCMV) e a moradia anterior do usuário e as estratégias de busca por maior conforto térmico deste usuário na moradia atual.

O método de entrevistas foi escolhido pelo fato de a população foco da APO



possuir uma característica etária, econômica e educativa bastante peculiar, passível de pessoas de baixa renda, representadas por todas as idades, e em sua maioria com baixos graus de instrução, conforme orientam Reis e Lay (1995).

Após a aplicação das entrevistas, os dados resultantes foram tabulados no *software* Excel, e após foram construídos gráficos neste mesmo *software*, para melhor visualização dos resultados e elaboração das conclusões.

#### 4.1 Amostra das unidades habitacionais entrevistadas

Fez-se um recorte amostral de unidades para as entrevistas objetivando-se que estas unidades retratassem de maneira mais ampla o empreendimento como um todo.

Questionaram-se os moradores de todos os pavimentos do empreendimento, embasando-se na diversificação da amostra, considerando o que Vianna e Roméro (2002) relatam, ao afirmar que o problema de ventilação natural e insolação, por exemplo, aumenta à medida que se analisa os andares mais baixos de um empreendimento com estas características.

Como o empreendimento possui 12 blocos de apartamentos (dispostos em três fileiras de quatro blocos cada, com a mesma orientação – nordeste/sudoeste), foram selecionados apartamentos de todas as fileiras, inclusive alguns localizados nas pontas dos blocos.

A Figura 1 demonstra os 12 blocos de apartamentos, as unidades habitacionais e seus posicionamentos dentro do residencial.

Quanto à vegetação, verificou-se que no local de implantação, tanto interna quanto externamente, não há a presença de vegetação massiva que possa influenciar nas sensações de conforto térmico para o morador do empreendimento.

Conforme a classificação de Reis e Lay (1995), o tipo de amostra selecionada para esta pesquisa foi a estratificada, havendo uma divisão dos atores sociais em grupos, de acordo com certas características.

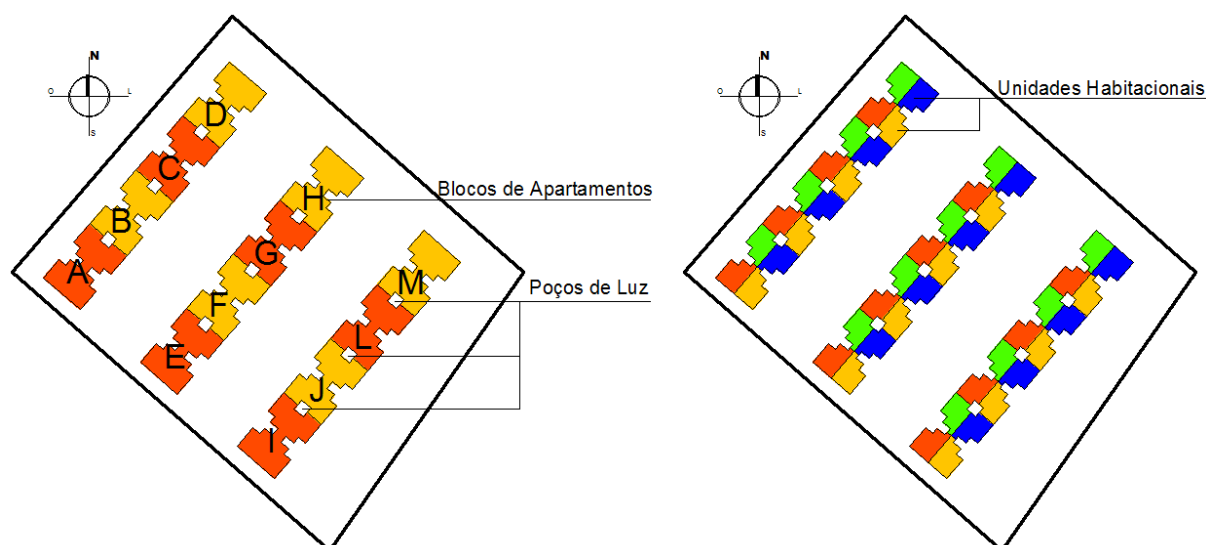


Figura 1 – Posicionamento dos blocos de apartamentos e das unidades habitacionais do Residencial Jardins do Obelisco

Fonte: Os autores

## 4.2 Estudo de caso: Residencial Jardins do Obelisco

O Residencial Jardins do Obelisco – Figura 2 – é um dos 10 empreendimentos Faixa 1 do PMCMV de Pelotas, foi construído na Fase 2 do Programa e possui 240 apartamentos, dispostos em 12 blocos com cinco pavimentos cada.



Figura 2 – Residencial Jardins do Obelisco

Fonte: Os autores

Construtivamente possui materiais que geralmente são aplicados em outras habitações da Faixa 1 do PMCMV – tijolo furado nas paredes e janelas sem dispositivos de sombreamento. Apresenta paredes simples (internas e externas), constituídas de tijolos furados posicionados em pé, com reboco em todas as suas faces, janelas de alumínio e vidro simples (quatro milímetros de espessura), sendo essas de correr, duas folhas, para salas de estar, dormitórios e cozinhas, e maxim-ar, também de alumínio e vidro simples, para os banheiros e escadas de acesso. A telha utilizada na cobertura é de fibrocimento (quatro milímetros de espessura).

Os apartamentos são compostos por sala de estar, cozinha, área de serviço, banheiro, circulação e dois dormitórios, possuem área privativa real de construção de 42,90m<sup>2</sup> e área útil (interna) de 37,01m<sup>2</sup>. O posicionamento das moradias obedece às orientações solares noroeste e sudeste (120 unidades para cada face). Nas faces nordeste e sudoeste ficam as paredes de empenas, que são as faces menores de cada um dos três blocos de apartamentos.

Dentro do apartamento os dois dormitórios e a sala de estar se localizam voltados para a face externa do bloco (noroeste para as orientações dos apartamentos localizados na face noroeste, e sudeste para os apartamentos localizados na face sudeste), e a cozinha/área de serviço e o banheiro para a face interna do bloco, que é caracterizada por um poço de luz.

## 5 | ANÁLISES

Elaboraram-se questionamentos que tinham como resposta uma escala ordinal, conforme a classificação de Reis e Lay (1995), a qual informa o dado de uma forma

classificatória com uma ordem em relação a uma grandeza relativa. Na maioria das perguntas aplicou-se uma escala de cinco pontos distintos, em uma variação de respostas que iam do “muito satisfeito/agradável” até “muito insatisfeito/desagradável”. Quando não possível, a escala foi alterada, porém as opções pré-estabelecidas permaneceram em cinco intensidades distintas.

Foram nove perguntas aplicadas nas entrevistas estruturadas e seis nas entrevistas semiestruturadas. As perguntas não são aqui demonstradas por limitações de espaço, mas resumidamente afirma-se que se perguntou ao usuário como ele avaliava e quais eram suas estratégias para auferir maior conforto térmico em sua moradia atual e anterior, nas épocas de verão e inverno, e quais os ambientes por ele percebidos como os mais desconfortáveis termicamente na moradia atual, também no verão e inverno.

A avaliação das respostas foi aliada às impressões retiradas das observações e das visitas técnicas. Após efetuou-se uma abordagem não paramétrica através de testes descritivos de frequências, conforme Reis e Lay (1995) aconselham para as situações em que se trabalha com uma escala ordinal.

Como recomendam Vianna e Roméro (2002), conectaram-se as respostas dos entrevistados com as demais características peculiares às suas moradias, capazes de influenciar suas respostas, que são: orientação geográfica dos dormitórios e sala de estar, pavimento, principal material constituinte da moradia anterior e tempo de permanência rotineiramente na moradia atual.

## 6 | RESULTADOS

São demonstrados os resultados das entrevistas.

Quanto à avaliação dos entrevistados de sua moradia atual no verão e no inverno, em termos de conforto térmico, os Gráficos 1 e 2 trazem os resultados.

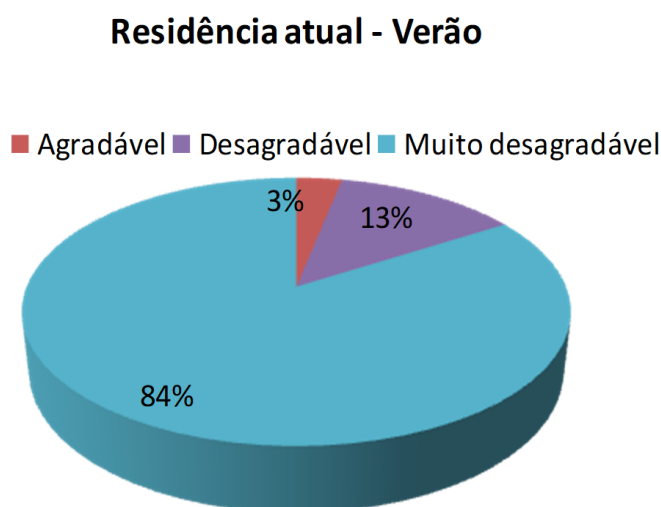


Gráfico 1 – Avaliação do conforto térmico da moradia atual no verão

Fonte: Os autores

## Residência atual - Inverno

- Muito agradável
- Agradável
- Regular / Indiferente
- Muito desagradável

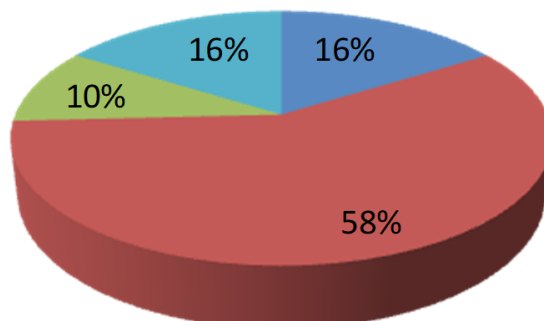


Gráfico 2 – Avaliação do conforto térmico da moradia atual no inverno

Fonte: Os autores

Observou-se que 84% da população entrevistada considera sua moradia atual “muito desagradável” termicamente no verão, ao passo que no inverno mais de 70% da população avaliou a moradia como “agradável” ou “muito agradável”.

Quando se comparam estes dados com as avaliações dos usuários sobre suas antigas moradias, para verão e inverno – Gráficos 3 e 4 – percebe-se que, para o verão, muito desta caracterização se deve ao fato destes usuários avaliarem a mudança a partir dos seus pontos de referências – suas moradias anteriores –, pois 39% dos usuários classificaram suas antigas residências como “agradável” ou “muito agradável” no verão.

## Residência antiga - Verão

- Muito agradável
- Agradável
- Regular / Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

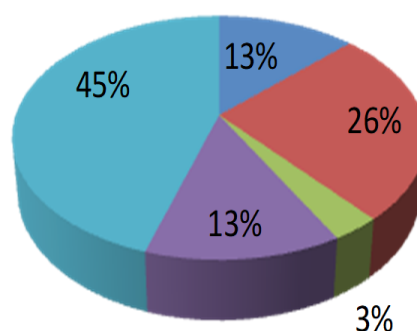


Gráfico 3 – Avaliação do conforto térmico da moradia antiga no verão

Fonte: Os autores

### Residência antiga - Inverno

- Muito agradável
- Agradável
- Regular / Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

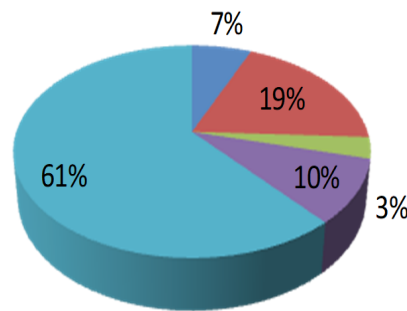


Gráfico 4 – Avaliação do conforto térmico da moradia antiga no inverno

Fonte: Os autores

Para o inverno, a boa avaliação para a residência atual é embasada, provavelmente, em uma avaliação péssima da moradia anterior, pois mais de 70% da população apontou sua antiga casa como “muito desagradável” ou “desagradável”.

Quanto à satisfação com a mudança de moradia – Gráficos 5 e 6 –, a maioria dos entrevistados apontou que tal mudança é satisfatória, muito agradável ou agradável.

### Mudança - Conforto Térmico

- Muito agradável
- Agradável
- Regular / Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

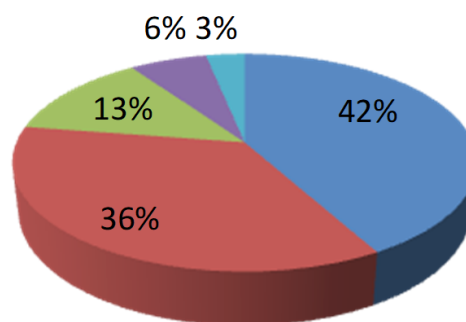


Gráfico 5 – Avaliação da mudança de moradia em relação ao conforto térmico

Fonte: Os autores

## Satisfação com a mudança - Conforto

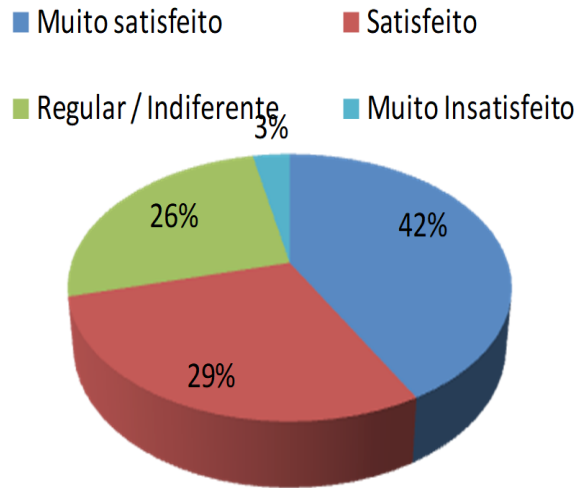


Gráfico 6 – Avaliação da satisfação da mudança de moradia em relação ao conforto térmico

Fonte: Os autores

Os percentuais de cada ambiente em relação ao mais desconfortável para o verão e inverno são apresentados nos Gráficos 7 e 8.

## Ambiente desconfortável - Verão

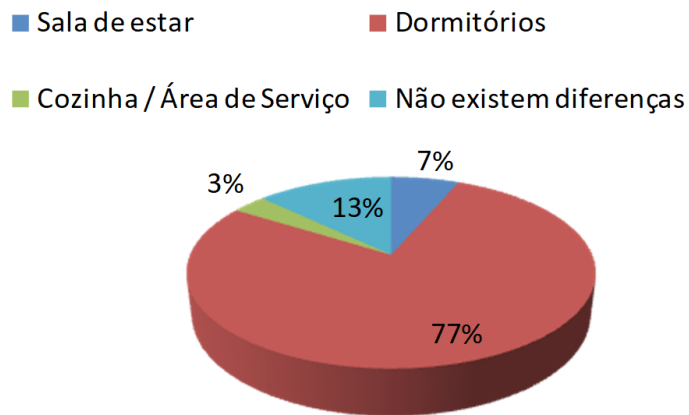


Gráfico 7 – Ambiente mais desconfortável no verão

Fonte: Os autores

### Ambiente desconfortável - Inverno

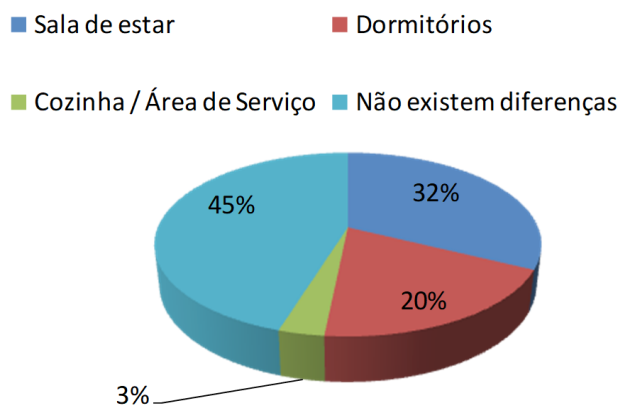


Gráfico 8 – Ambiente mais desconfortável no inverno

Fonte: Os autores

Os dormitórios foram apontados como os ambientes mais desconfortáveis no verão. Isto pode se dar pelo fato de que, independentemente do posicionamento dos dormitórios nos diferentes apartamentos, eles sempre estarão expostos à radiação solar, e ainda, as janelas dos mesmos não possuem qualquer dispositivo de sombreamento. As salas de estar também possuem a mesma orientação e janelas, mas não foram tão apontadas como desconfortáveis, provavelmente por estarem recuadas na fachada em relação aos dormitórios.

Para o inverno, o maior percentual de respondentes afirmou que não existem diferenças entre os ambientes, em termos de desconforto térmico, porém dentre aqueles que apontaram algum ambiente, o mais indicado foi o da sala de estar, inclusive com percentual maior que os dormitórios, provavelmente pelo fato de as salas de estar, no inverno, receberem menos incidência de radiação solar que os dormitórios.

Quanto à rotina de permanência dos usuários em suas residências – Gráfico 9 –, percebeu-se que mais da metade fica um tempo normal ou muito tempo dentro de sua moradia, e, portanto, sente os efeitos positivos e negativos que a mesma proporciona termicamente.

## Rotina de permanência

- Permanece muito tempo
- Permanece um tempo normal
- Permanece somente em alguns momentos do dia

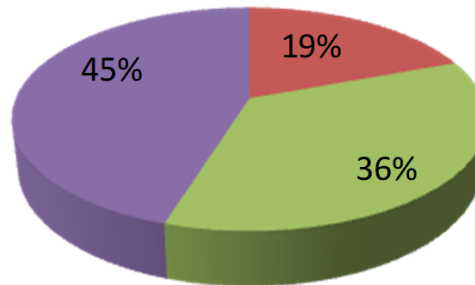


Gráfico 9 – Rotina de permanência do pesquisado em sua moradia

Fonte: Os autores

Os resultados das entrevistas semiestruturadas apontaram que a maioria dos entrevistados usa o ventilador como maior fonte de amenização do desconforto térmico no verão, enquanto que para o inverno, a totalidade respondeu que não se lembra de adotar estratégia alguma para as situações de desconforto, visto que a grande maioria das moradias não propicia esta situação.

Observou-se que apenas 15 dos 240 apartamentos possuíam aparelho condicionador de ar – 6,25%. Destes, os terceiro e quinto pavimentos representavam os andares com maior número de apartamentos com aparelhos instalados, sendo quatro em cada pavimento.

Quanto à antiga residência, a totalidade dos entrevistados apontou que sua antiga moradia era constituída de alvenaria de tijolos, e que a maioria destes também utilizava o ventilador como medida para enfrentar os desconfortos térmicos no verão.

## 7 | CONCLUSÕES

Quanto à identificação de como o usuário de uma HIS da Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, há situações em que o usuário classifica sua residência como, no mínimo, termicamente agradável para as condições de inverno, mesmo que esta moradia seja construída sem as preocupações necessárias acerca das condições de provisão de conforto térmico ao usuário. Porém, para o verão a maioria dos usuários avalia sua moradia como muito desagradável.

Quanto à comparação do conforto térmico em relação à sua moradia anterior, conclui-se que a maioria dos entrevistados avalia que a troca de sua antiga residência para a atual foi positiva, pois na antiga as condições de conforto térmico eram igualmente ruins ou piores.



Quanto à verificação de quais medidas são tomadas pelo usuário para amenizar as possíveis situações de desconforto, verificou-se que a realidade da instalação de aparelhos condicionadores de ar ainda está distante, pois mais de 90% da população do empreendimento não possui tais equipamentos, e que a utilização do ventilador se caracteriza como a medida mais comum para a amenização do desconforto térmico no verão.

Portanto, de acordo com as análises, conclui-se que a troca da moradia anterior para a atual (promovida pelo PMCMV) não é totalmente benéfica ao usuário, em termos de conforto térmico, no empreendimento estudado. Aponta-se para a urgência de uma reformulação no modo como as habitações da Faixa 1 do PMCMV estão sendo produzidas, já que o estudo de caso é bastante similar à maioria dos empreendimentos Faixa 1 do PCMMV, e situações como as evidenciadas neste trabalho podem estar se repetindo em grande escala em outras localidades, dada a grande representatividade dos números do PMCMV. Acredita-se que é importante empregar maior zelo na questão do conforto térmico do usuário nas moradias produzidas por este Programa.

Espera-se contribuir para o melhoramento do processo de promoção de HIS, à medida que se procura entender um pouco melhor como o usuário avalia e enfrenta situações de desconforto térmico em sua moradia. Futuros trabalhos de pesquisa poderiam investigar se as situações de conforto e desconforto térmico identificadas neste empreendimento Faixa 1 do PMCMV de Pelotas se repetem em empreendimentos similares localizados em outras regiões brasileiras. Ainda, futuros trabalhos podem aprofundar a comparação entre a moradia atual e antiga do usuário, visitando, descrevendo e avaliando esta moradia antiga, com o intuito de verificar se as sensações de conforto e desconforto térmico apontadas por este refletem o que se pode verificar no local.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, Juliana Oliveira; PEIXOTO, Ithiane Maria Leite; CAVALCANTE, Kherolyn Ellen Lopes; LIMA, Izabella Medeiros de. Desempenho térmico de habitação multifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió - AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...**
- CUNHA, Gabriel Rodrigues da. **O Programa Minha Casa Minha Vida em São José do Rio Preto/SP: Estado, Mercado, Planejamento Urbano e Habitação**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. 362 p.
- DANTAS, Cristine; BARBIRATO, Gianna. Avaliação do desempenho térmico e conforto térmico dos usuários em empreendimentos residenciais horizontais do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió-AL. In: 15º ERGODESIGN USIHC, 2015, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPE, 2015. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/15ergodesign/70-E037.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe (Org.). **Qualidade no Projeto de Edifícios**. 1. Ed. São Carlos: RIMA / ANTAC, 2010. 261p.

FERREIRA, Fernando Mellin Moreira. Panorama geral do desempenho térmico de edificações habitacionais construídas em diferentes empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida na região central do estado de São Paulo. In: 22º SIICUSP, 2014, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP, 2014. Disponível em: < <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=2500&numeroEdicao=22>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pelotas**. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440&search=rio-grande-do-sullpelotasinfograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 04 maio 2016.

MORENO, Ana Cecília Rodrigues. **Minha Casa Minha Vida: análise de desempenho térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RTQ-R**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. 204 p.

NETO, Vicente Correia Lima; FURTADO, Bernardo Alves; KRAUSE, Cleandro. **Estimativas do Déficit Habitacional brasileiro (PNAD 2007-2012)**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013. 17 p.

PORTAL BRASIL. **Com nova fase, Minha Casa Minha Vida vai alcançar 4,6 milhões de casa construídas**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/minha-casa-minha-vida-chega-a-3a-fase-com-2-milhoes-de-novas-moradias-ate-2018>>. Acesso em: 02 maio 2016.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. **As técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído**. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ANTAC – GRUPO DE CONFORTO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 1995a, Gramado.

VIANNA, Nelson Solano; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. Procedimentos Metodológicos para a avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 3. 2002. ISSN 1678-8621. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3427>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

## INFLUÊNCIA DO CONFORTO TÉRMICO NA SAÚDE DOS IDOSOS: ESTUDO DE CASO EM UNIDADES HABITACIONAIS DO RESIDENCIAL AGRESTE – ARAPIRACA-AL

### **Esteffany Rafaelly Santos Rodrigues**

Universidade Federal de Alagoas, Arquitetura e Urbanismo  
Arapiraca – Alagoas

### **Maria Jailza da Silva**

Universidade Federal de Alagoas, Arquitetura e Urbanismo  
Arapiraca – Alagoas

### **Nathália Kariany de Souza**

Universidade Federal de Alagoas, Arquitetura e Urbanismo  
Arapiraca – Alagoas

### **Ricardo Victor Rodrigues Barbosa**

Universidade Federal de Alagoas, Arquitetura e Urbanismo  
Arapiraca – Alagoas

**RESUMO:** A arquitetura deve estar alinhada às necessidades humanas de forma a promover a satisfação dos usuários no ambiente construído, proporcionando condições favoráveis ao conforto térmico. Entretanto, esse fato apresenta-se como um desafio maior quando destinado ao usuário idoso, devido às condições peculiares do sistema de termoregulação. Diante deste cenário, a pesquisa objetivou analisar as condições térmicas de unidades habitacionais de conjunto popular construído nos padrões do Programa Minha Casa Minha Vida, com vistas a avaliar sua adequação às necessidades de

conforto térmico de usuários idosos, em cidade de clima semiárido. Para tanto, tomou-se como estudo de caso duas unidades habitacionais do Residencial Agreste, na cidade de Arapiraca-AL. Os procedimentos metodológicos consistiram em análises qualitativa e quantitativa de conforto térmico das unidades habitacionais selecionadas. Os resultados encontrados mostraram que as unidades habitacionais não atendem às condições de conforto de usuários idosos, uma vez que as elevadas temperaturas no período vespertino exigem esforço adicional do organismo para manter-se em equilíbrio térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conforto térmico. Idoso. Habitação de Interesse Social. Semiárido.

**ABSTRACT:** The architecture must promote user satisfaction in the built environment providing favorable conditions for thermal comfort. However, it is a greater challenge when the buildings are intended for the elderly due to the peculiar conditions of the thermoregulatory system. Thus, the research aimed to analyze the thermal conditions of public housing built in patterns of “Minha Casa Minha Vida” program to assess the adequacy of the house to thermal comfort needs of the elderly in the city of semiarid climate. Therefore it was taken as a case study two buildings in the city of Arapiraca-Brazil. The methodological procedures were qualitative and

quantitative analysis of thermal comfort of selected buildings. The results showed that the buildings do not meet the thermal comfort conditions of the elderly, since the high temperatures in the afternoon requires additional efforts to keep the body in thermal equilibrium.

**KEYWORDS:** Thermal comfort. Elderly. Social housing. Semi-arid climate.

## 1 | INTRODUÇÃO

A arquitetura deve estar alinhada às necessidades humanas de forma a promover a satisfação dos usuários no ambiente construído por meio do atendimento aos requisitos de conforto, segurança e bem-estar. As habitações, como produto da Arquitetura, devem cumprir sua função enquanto abrigo proporcionando condições favoráveis ao conforto térmico. Para tanto, as habitações devem ser projetadas de forma que as trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente construído ocorram sem esforços adicionais do organismo humano. Ou seja, sem proporcionar estresse térmico (FROTA; SCHIFFER, 2003).

Entretanto, cabe destacar que o conforto térmico é uma sensação subjetiva, definido como “(...) a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (ASHRAE, 2010). Nesse sentido, a percepção de conforto é dada frente às variáveis ambientais, comportamentais e fisiológicas. Entre as variáveis fisiológicas, podemos destacar a idade do usuário.

À medida que o corpo envelhece, há uma tendência natural na diminuição das atividades físicas realizadas pelos idosos, favorecendo conseqüentemente a uma redução da atividade metabólica do organismo. Além disso, com o avanço da idade, a sensibilidade humana em detectar variações de temperatura diminui gradativamente. Assim, o idoso torna-se mais vulnerável aos estados de hipotermia ou hipertermia, devido à dificuldade de perceber quando seu corpo está excessivamente exposto ao frio ou ao calor.

Nesse contexto, observa-se que a arquitetura voltada ao idoso apresenta-se com um desafio peculiar: compensar o desgaste do sistema de termoregulação do corpo humano, de maneira a proporcionar espaços que garantam condições favoráveis de conforto térmico (BARBOSA, 2015).

Frente a esta questão, surge um desafio. Sabe-se que os projetos arquitetônicos de conjuntos habitacionais são concebidos para um usuário genérico, com idade indefinida. Porém, o Estatuto do Idoso (2003) determina que nos programas habitacionais públicos ou subsidiados com recursos públicos, o idoso deve gozar de prioridade na aquisição de imóvel para moradia própria, devendo existir uma reserva de 3% das unidades residenciais para atendimento aos idosos.

Diante deste cenário, a presente pesquisa objetivou analisar as condições térmicas de unidades habitacionais de conjunto popular construído nos padrões do Programa Minha Casa Minha Vida, com vistas a avaliar sua adequação às necessidades de

conforto térmico de usuários idosos, em cidade de clima semiárido. Para tanto, tomou-se como estudo de caso unidades habitacionais do Residencial Agreste, na cidade de Arapiraca- AL.

## 2 | CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2014), estima-se que entre 2007 e 2050, a parcela da população com 60 anos ou mais deve duplicar, podendo atingir um número de 2 bilhões em 2050. Além disso, acredita-se que até a referida data, o número de pessoas com mais de 80 anos chegará a 400 milhões, distribuídos em diversas partes do mundo. O Brasil segue a tendência mundial, apresentando aumento contínuo da população com idade superior a 60 anos. Entretanto, o perfil econômico do brasileiro idoso é preocupante.

O último Censo Demográfico (IBGE, 2010), registrou que cerca de 75% da população com 60 anos ou mais possui renda mensal de até dois salários mínimos. No Brasil, esta parcela da população está enquadrada na classificação de famílias de baixa renda que ajudam a compor os índices do déficit habitacional brasileiro. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2013) divulgou que esse déficit habitacional era 5,4 milhões de casas, em 2011, correspondendo a 8,8% do total das habitações do país.

Como intuito de combater o déficit de habitações, o Governo Federal tem viabilizado programas de Habitação de Interesse Social (HIS). Os programas atendem às famílias de baixa renda, buscando promover o acesso à moradia em áreas urbanas e áreas rurais (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2015). Entretanto, o que se tem observado são habitações padronizadas, construídas em série, reproduzindo um programa arquitetônico padrão, para usuários genéricos, desconsiderando as condicionantes ambientais e o perfil dos futuros moradores – informações imprescindíveis para a escolha das estratégias bioclimáticas a serem adotadas na habitação. Essa tem sido uma prática na produção de Habitações de Interesse Social em todo o país.

Com o intuito de melhorar a qualidade habitacional de HIS no país, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) revisou nos últimos anos duas Normas de impacto direto na produção habitacional brasileira: a NBR 15220 (ABNT, 2008), que trata do desempenho térmico de edificações, cuja Parte 3 define o Zoneamento Bioclimático Brasileiro e apresenta diretrizes construtivas para Habitações de Interesse Social; e a NBR 15575 (ABNT, 2013), que apresenta requisitos e exigências para o desempenho de edificações habitacionais.

A produção habitacional de casas destinadas à população de baixa renda foi impulsionada, nos últimos anos, com o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Em Alagoas, pode-se observar a construção de inúmeros empreendimentos dentro deste programa habitacional, sendo alguns deles, construídos em cidades do interior do Estado, a exemplo da cidade de Arapiraca, onde foram construídos três

empreendimentos do PMCMV nos últimos quatro anos.

A cidade de Arapiraca está localizada na mesorregião do agreste alagoano, de clima semiárido. Seu perfil climático é caracterizado pela existência de um período úmido, no qual as temperaturas do ar são menos elevadas, alta umidade relativa do ar e pequena amplitude térmica diária; e um período *seco*, com temperaturas do ar elevada, baixa umidade relativa do ar e alta amplitude térmica diária (SILVA, 2015).

Com relação ao perfil populacional, Arapiraca é a segunda cidade mais populosa do Estado. De acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2010), a cidade possui um pouco mais de 214.000 habitantes, sendo observado aumento da população idosa nos últimos anos. Em 2000, a população idosa correspondia a 4,84% da população total da cidade. Em 2010, esse percentual subiu para 6,19%.

Assim como ocorre no cenário brasileiro, os idosos compõe uma parcela significativa da população que está enquadrada na **classificação de famílias de baixa renda e tem sido contemplada pelos programas habitacionais de interesse social implantados em Arapiraca nos últimos anos**. Essa constatação motivou o desenvolvimento desta pesquisa, procurando averiguar a adequação dessas habitações às necessidades de conforto térmico do morador idoso.

### 3 | ESTUDO DE CASO: RESIDENCIAL AGRESTE

O conjunto habitacional Residencial Agreste está localizado na Fazenda Velha, no limite do perímetro urbano da cidade de Arapiraca. O conjunto possui 999 unidades habitacionais de Interesse Social, que acomoda 497 famílias, sendo 29 delas destinadas às Pessoas com Deficiência. No entanto, o número exigido de unidades habitacionais destinadas à população idosa, correspondente a 3% do total de unidades, não foi contemplado neste empreendimento.

As casas são geminadas em uma das laterais e possuem recuo de 1,50 m na outra lateral. As unidades destinadas às Pessoas com Deficiência possuem área construída de 45,28m<sup>2</sup> (Figura 1a), enquanto a casa padrão tem uma área correspondente a 41,91m<sup>2</sup> (Figura 1b). Ambas possuem dois dormitórios, sala de estar/jantar, banheiro e área de serviço coberta apenas pelo beiral do telhado.

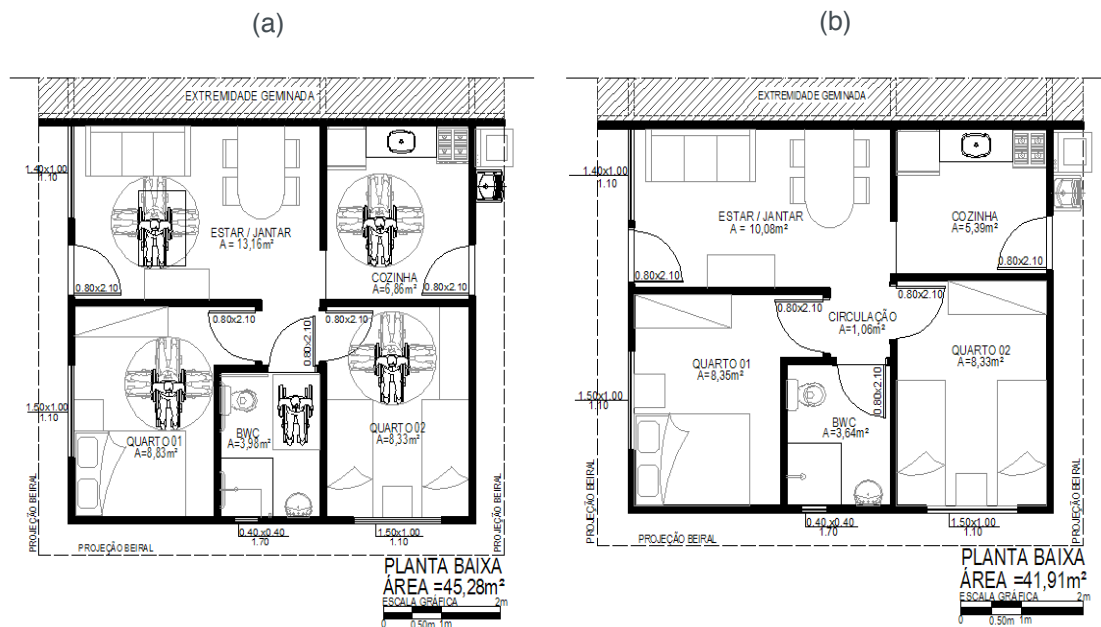


Figura 1 – Planta baixa das unidades habitacionais do Residencial Agreste: (a) unidade adaptada à pessoa com deficiência, e (b) unidade padrão.

Fonte: os autores.

As unidades habitacionais do Residencial Agreste foram construídas com alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, rebocados com espessura de 2 centímetros nas duas faces, e pintados interna e externamente com tinta branca. As casas possuem também cobertura em telha cerâmica, forro de PVC e o piso é revestido com cerâmica. As esquadrias são constituídas de janelas de alumínio e vidro e portas de madeira pintadas de esmalte sintético branco.

## 4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa consistiu-se em 3 etapas distintas, descritas a seguir:

### 4.1 Identificação das unidades habitacionais com moradores idosos e escolha das unidades amostrais

A primeira etapa consistiu na identificação das unidades habitacionais com moradores idosos. Foram considerados “idosos” os moradores com idade igual ou superior a 60 anos, conforme classificação etária do IBGE.

Essa etapa foi realizada por método exploratório, com campanhas às residências dos moradores questionando-os sobre a existência de morador nesta faixa etária. Todas as campanhas foram realizadas aos sábados, no período vespertino, pela maior facilidade de encontrar os moradores em suas residências. Como a campanha faz parte de uma pesquisa maior, o questionário preliminar consistiu na identificação de outros parâmetros, como Pessoas com Deficiência e grau de reforma realizada na edificação, entre outros.

Devido ao número elevado de unidades habitacionais existentes no

empreendimento, optou-se por dividir o conjunto habitacional em 3 áreas (Figura 2).

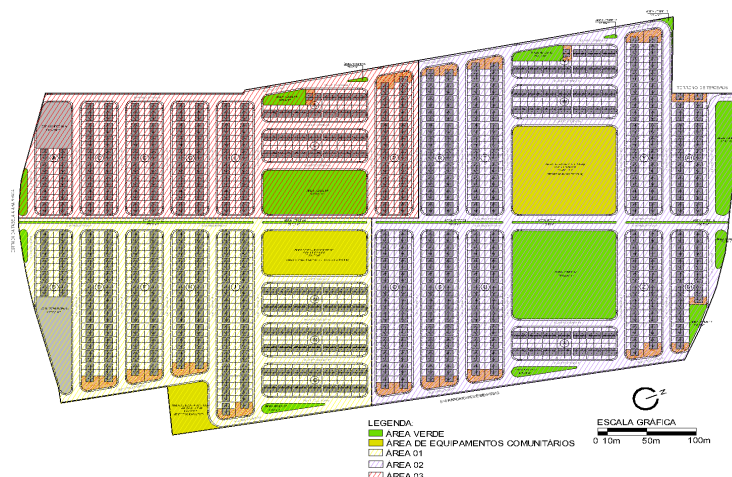


Figura 2 – Divisão das áreas de estudo do Residencial Agreste

Fonte: adaptado do projeto urbanístico do Residencial Agreste.

As unidades habitacionais com moradores idosos foram destacadas na planta do conjunto residencial para posterior análise de sua localização no conjunto.

Na etapa de identificação das unidades habitacionais com moradores idosos, observou-se que muitas edificações já passaram por reformas, apesar do empreendimento ter sido concluído há pouco mais de um ano. Dessa forma, adotou-se como critério de escolha das unidades amostrais as habitações que mantiveram as características originais do projeto, sem realização de qualquer reforma, e que tivessem orientações distintas.

Nesse sentido, foram escolhidas duas unidades habitacionais: uma localizada na quadra R, que será aqui chamada de Casa R; e outra localizada na quadra U, que será denominada Casa U (Figura 3).

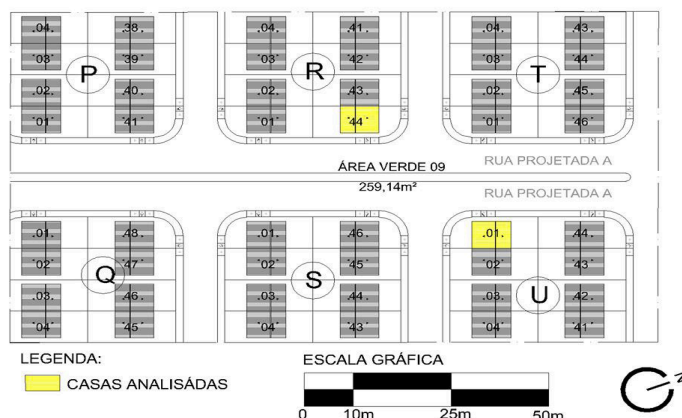


Figura 3 – Em destaque, as unidades habitacionais analisadas (Casa R e Casa U).

Fonte: adaptado do projeto urbanístico do Residencial Agreste.



## 4.2 Análise qualitativa do conforto térmico

A etapa posterior da pesquisa consistiu na análise qualitativa do conforto térmico nas duas unidades amostrais escolhidas. Para tanto, foi feito o estudo da incidência de radiação solar nas fachadas das duas edificações, com auxílio da Carta Solar da localidade.

Em seguida, foi realizada análise sobre o atendimento às diretrizes construtivas para Habitações de Interesse Social estabelecidas na NBR 15220-3 (ABNT, 2005), especificamente para a Zona Bioclimática 8, na qual está situada a cidade de Arapiraca.

Verificando-se que a ventilação cruzada é a estratégia bioclimática mais indicada para a região, foi realizada análise sobre o posicionamento das aberturas da edificação com relação à direção dos ventos predominantes.

## 4.3 Análise quantitativa do conforto térmico

A última etapa dos procedimentos metodológicos consistiu em pesquisa experimental, na qual foi realizado um monitoramento do comportamento higrotérmico das duas unidades amostrais escolhidas. O registro dos valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram feitos com registradores de temperatura do ar e umidade relativa do ar (*dataloggers*) da marca Hobo®, modelo UX100-003.

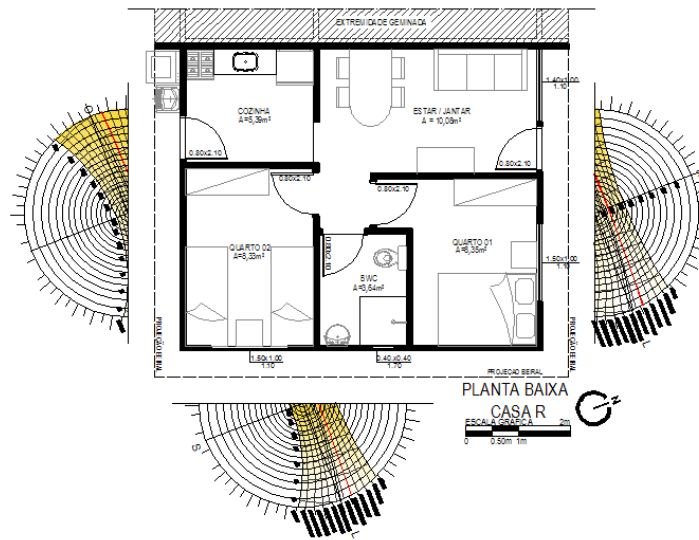
Foram instalados 3 registradores em cada unidade habitacional: sala, quarto 1 e cozinha. Os equipamentos foram colocados no centro geométrico dos ambientes, localizados a 1,50 m do piso. O mesmo foi pendurado por um barbante no forro de PVC.

Os *dataloggers* foram programados para registrar dados contínuos em intervalos horários e monitorou os protótipos por 36 dias, no período de um mês. Entretanto, para o presente trabalho foram considerados os dados de uma semana, escolhida por apresentar os dias mais quentes registrados no período de monitoramento. A semana escolhida compreende os dias 28/08/2015 a 03/09/2015. Por fim, os dados foram plotados na Carta Bioclimática de Givoni, com auxílio do *software* Analysis Bio, a fim de identificar o percentual de conforto térmico em cada ambiente das unidades amostrais R e U.

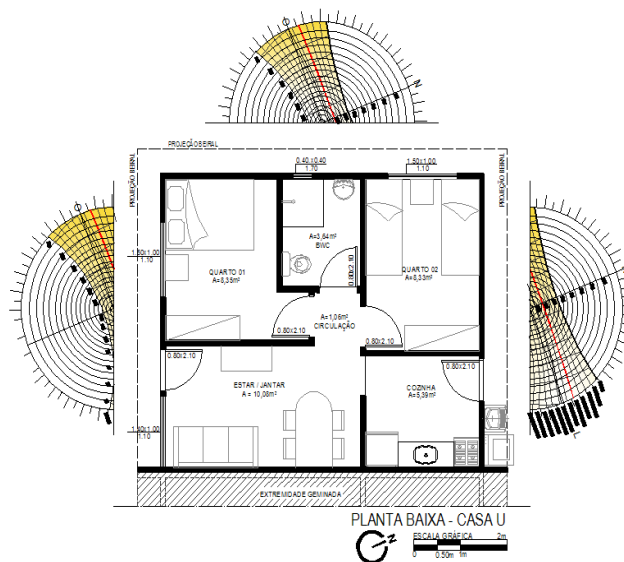
# 5 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

## 5.1 Resultado da análise qualitativa

A primeira análise realizada foi sobre a incidência de radiação solar direta nas fachadas das duas edificações escolhidas. A análise foi feita a partir da Carta Solar para a cidade de Arapiraca, com base na orientação dos lotes de cada residência (Figuras 4 e 5).



Casa R



Casa U

Figuras 4 e 5 – Estudo da incidência de radiação solar direta nas fachadas para o período de agosto/setembro.

Fonte: adaptado do projeto Minha Casa, Minha Vida 2, 2011

Podemos observar que, na casa R, o quarto 1 e a sala são os ambientes mais favorecidos em relação à radiação solar direta, recebendo insolação predominantemente no período da manhã. Apenas no período de verão, a fachada nordeste recebe radiação solar durante todo o dia.

Na casa U a situação é inversa, o quarto 2 e a cozinha são os ambientes mais favorecidos em relação à radiação solar direta. O quarto 1 e a sala, nesta edificação, recebe radiação solar predominantemente no período vespertino, quando a temperatura do ar está mais elevada.

Em ambas as casas, a sala e a cozinha possuem apenas uma fachada para o exterior, uma vez que a edificação é geminada na fachada que limita esses ambientes. Dessa forma, a sala da casa R recebe radiação apenas na fachada

nordeste, predominantemente pela manhã, e a sala da casa U recebe radiação solar predominantemente no período vespertino. Destaca-se que as casas não possuem dispositivos de proteção solar em nenhuma fachada.

Assim, os ambientes com tendência a um maior aquecimento são quarto 2 e cozinha, na casa R, e quarto 1 e sala, na casa U. Vale destacar que a sala foi apontada como sendo o local de maior permanência durante o dia em ambas as casas.

Com relação à ventilação natural, a análise considerou a direção predominante dos ventos em Arapiraca que, de acordo com Nunes (2015), provêm das orientações Leste e Sudeste na maior parte do ano, incluindo o período de agosto e setembro.

Arapiraca está situada na Zona Bioclimática 8, segundo a NBR 15220-3/2005. Assim, para a cidade em questão recomenda-se grandes aberturas para ventilação (correspondente a 40% da área do piso), as quais devem ser devidamente sombreadas; e ventilação cruzada como estratégia bioclimática preponderante. Os diagramas abaixo (figura 6) mostram a análise esquemática da ventilação natural.

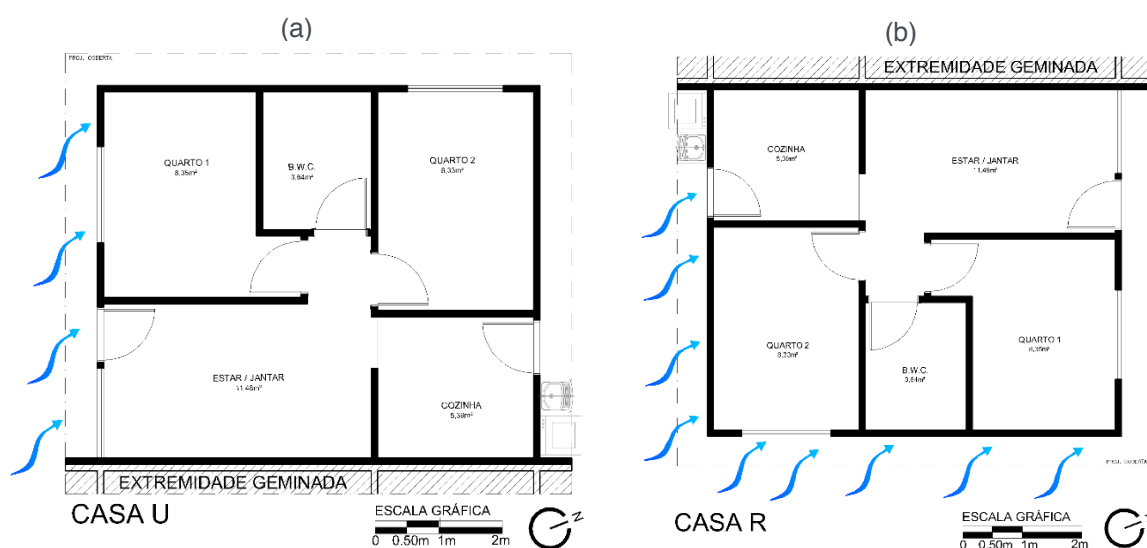


Figura 6 – Entrada de ventilação voltada para a zona de maior pressão na casa U (a) e casa R (b).

Fonte: autores, 2016

Foi observado que as aberturas das unidades habitacionais em estudo não possuem o percentual mínimo de 40% da área do piso, valor recomendado pela NBR 15220-3/2005, exceto nos banheiros. Na casa R, as aberturas da sala, bem como a janela do quarto 01, estão voltadas para o nordeste; a porta da cozinha está situada a sudoeste e as janelas do banheiro e quarto 02 estão voltadas para o sudeste. Neste caso, estes últimos são os que mais se beneficiam com a ventilação natural (Figura 6a).

Na casa U, as aberturas da sala, assim como a janela do quarto 01 estão voltadas para o sudoeste, enquanto as janelas do quarto 02 e banheiro são situadas a noroeste e a porta da cozinha voltada para o nordeste. Neste caso, não há ambiente que se beneficie com a ventilação natural (Figura 6b).

## 5.2 Resultado da análise quantitativa

Nesta etapa, foi realizado monitoramento higrotérmico das unidades habitacionais com registradores automáticos (*dataloggers*) da marca HOBO, instalados em três cômodos de cada casa: sala, quarto 1 e cozinha (Figura 7).

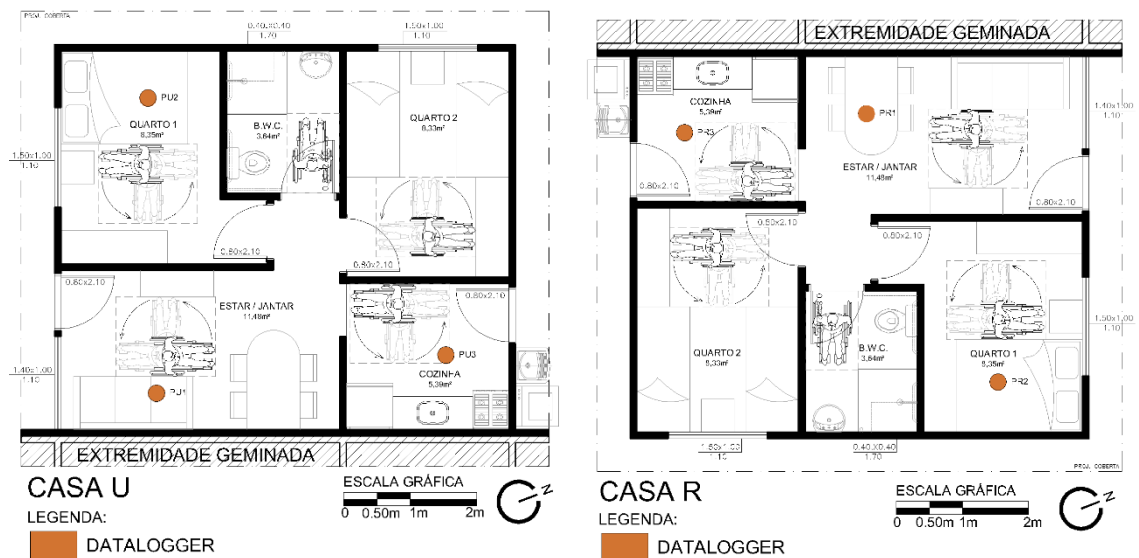
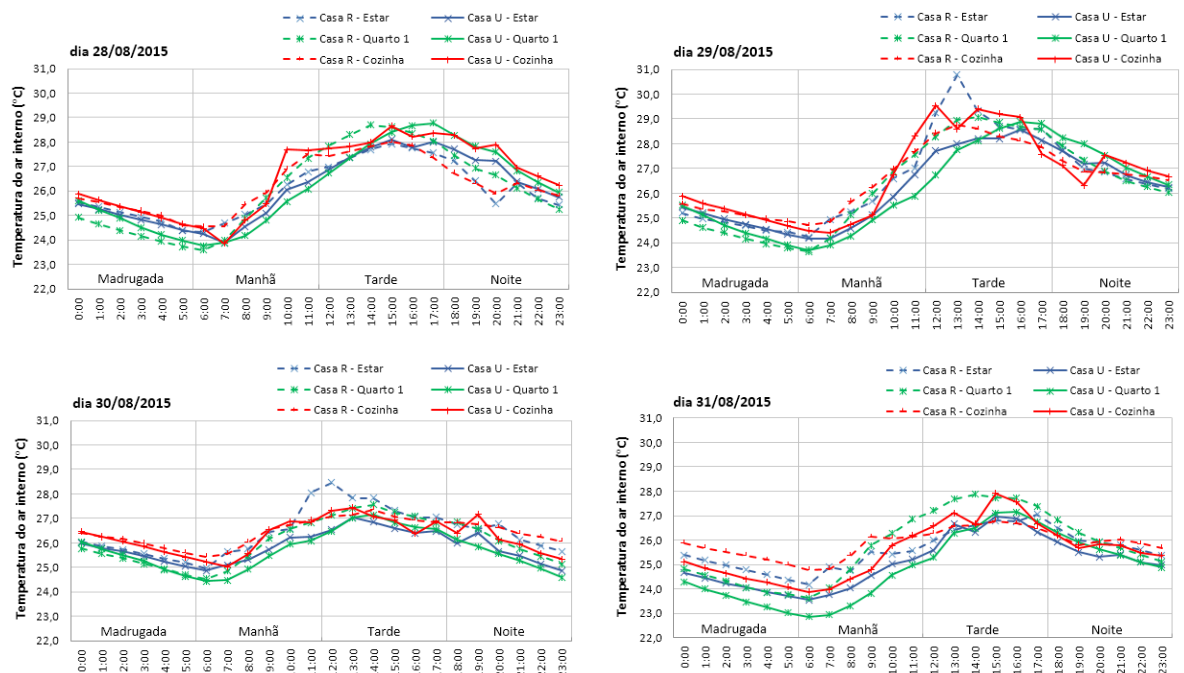


Figura 7 – Posicionamento dos *dataloggers* no interior das edificações

Fonte: Autores, 2016

Os gráficos abaixo mostram os dados registrados no período de 28/08/2015 a 03/09/2015.



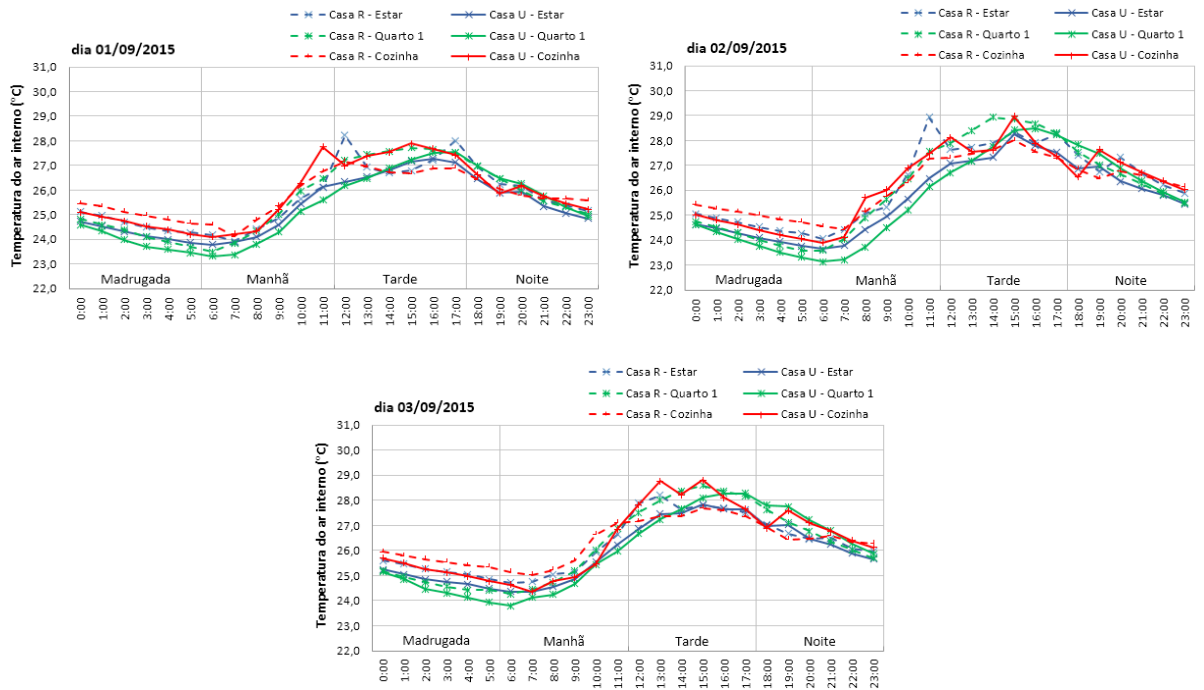


Gráfico 1 – Temperatura do ar interno dos ambientes das casas R e U, no período de 28/08/2015 a 03/09/2015.

Fonte: autores, 2016

Os valores de temperatura do ar dos ambientes das casas R e U, indicam que, no período de análise, as duas unidades habitacionais apresentaram comportamento térmico semelhante, com temperaturas internas amenas no período da manhã e aquecimento elevado no período vespertino, mantendo-se aquecidas durante o período noturno. Durante a manhã a temperatura do ar nos ambientes ficou entre 24°C e 26°C, porém no período vespertino a temperatura do ar em todos os ambientes elevou-se para, em média, 29°C.

O Quadro 1 apresenta a síntese do comportamento térmico observado nos ambientes monitorados, destacando as temperaturas médias ( $T_{med.}$ ), máximas ( $T_{max.}$ ) e mínimas ( $T_{min.}$ ) do ar, para cada ambiente, das duas casas estudadas, no período analisado.

	Casa R			Casa U		
	$T_{med.}$	$T_{min.}$	$T_{max.}$	$T_{med.}$	$T_{min.}$	$T_{max.}$
Sala	26,1	23,9	30,8	25,7	23,9	28,6
Quarto 01	26,0	23,6	29,1	25,7	22,9	28,9
Cozinha	26,2	24,6	28,7	26,2	23,9	29,0

Quadro 1 – Temperaturas médias ( $T_{med.}$ ), máximas ( $T_{max.}$ ) e mínimas ( $T_{min.}$ ) do ar, para cada ambiente, das duas casas estudadas., no período de 28/08/2015 a 03/09/2015.

Desta forma, durante o período de análise, não houve registro de temperatura que indicasse sensação de desconforto para o frio ou para o calor. No entanto, como já foi visto, o período de incidência solar, obtido através do estudo da carta solar em

cada residência também foi analisado, indicando a influência direta no aumento das temperaturas internas dos ambientes.

Assim, na maioria dos ambientes das duas casas, os dados de incidência solar para cada período do dia, obtidos no estudo da carta solar, coincidem com o aumento de temperatura interna registrado pelos *dataloggers*, como pode ser visto no Quadro 2 abaixo:

	AMBIENTE	ORIENTAÇÃO DA FACHADA	PERÍODO DE INCIDÊNCIA SOLAR (CARTA SOLAR)	DATALOGGER DO AMBIENTE	PERÍODO DE AUMENTO DE TEMPERATURA (DATALOGGER)
CASA R	Sala	Nordeste	Manhã toda e início da tarde	PR1	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite
	Quarto 1	Uma parede voltada para sudeste e a outra para nordeste	Manhã toda e início da tarde	PR2	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite
	Cozinha	Sudoeste	Tarde toda	PR3	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite
CASA U	Sala	Sudoeste	Tarde toda	PU1	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite
	Quarto 1	Uma parede voltada para sudoeste e a outra para o noroeste	Fim da manhã e durante toda tarde	PU2	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite
	Cozinha	Nordeste	Manhã toda e início da tarde	PU3	Fim da manhã, durante toda tarde e início da noite

Quadro 2 – Síntese de correspondência dos dados obtidos com o estudo da carta solar e dos dados obtidos com o monitoramento dos *dataloggers*.

Fonte: autores, 2016

A análise dos dados permitiu observar que o material usado na envoltória da edificação (tijolo cerâmico rebocado e superfície tinta acrílica fosca na cor branco neve, com coeficiente de absorção de 19,4) favoreceu o atraso térmico. Assim, apesar da sala e do quarto 01 da casa R, bem como a cozinha da casa U, receberem insolação durante toda a manhã até o início da tarde, o aumento da temperatura do ar nesses ambientes foi observado a partir do fim da manhã. A temperatura nesses ambientes permaneceu elevada durante todo o período vespertino até o início da noite.

Observou-se, também, que a incidência solar sobre o telhado influenciou diretamente na variação da temperatura interna dos ambientes. Segundo Holanda (1976), o telhado de uma casa térrea recebe três vezes e meia mais radiação solar que os elementos verticais, como paredes e esquadrias. Além disso, as unidades habitacionais do Residencial Agreste possuem forro de PVC, como citado anteriormente, e no ático formado por este forro e o telhado não há abertura que possibilite a renovação do ar, neste espaço, por convecção. Assim, a camada de ar quente, formada no ático, acaba influenciando na variação de temperatura interna de todos os ambientes das unidades habitacionais. Esse fato justifica o aumento de temperatura do ar na cozinha da casa R, como na sala da casa U, no fim da manhã, durante toda tarde e início da noite, uma vez que a análise solar mostrou que a incidência de radiação solar nesses ambientes

ocorre apenas no período vespertino.

Além disso, observou-se que, no período de insolação, o beiral de 50cm existente nas residências não é suficiente para promover o sombreamento das aberturas, dessa forma, o sol incide diretamente nas paredes externas e nos ambientes por meio das aberturas envidraçadas (Figura 8).

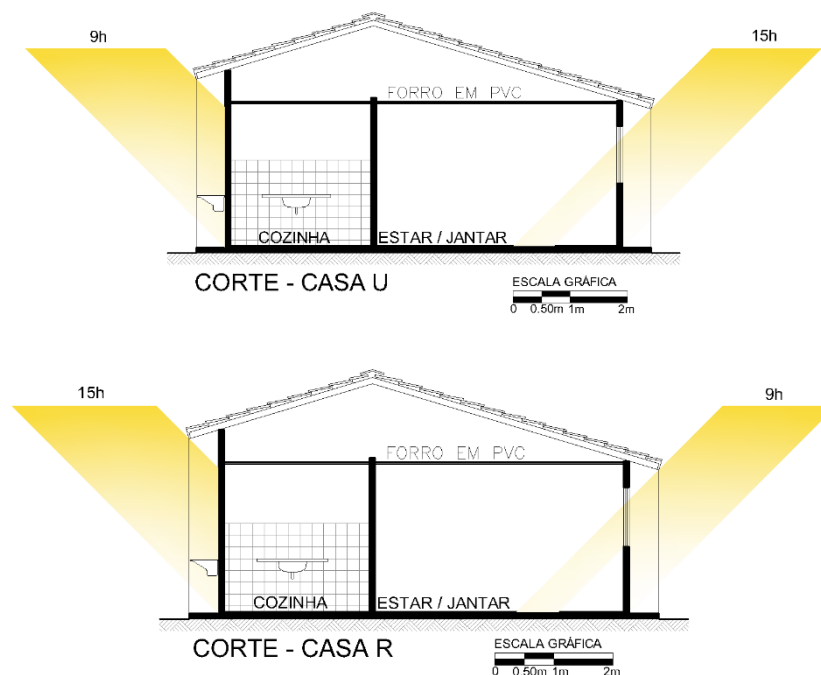


Figura 8 – incidência de radiação solar nas fachadas frontal e posterior das casas R e U, respectivamente.

Fonte: autores, 2016

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto, verificou-se comportamento térmico semelhante nas duas unidades habitacionais monitoradas. Apesar da diferença de incidência de radiação solar direta nas fachadas (orientação), os valores de temperatura do ar em todos os ambientes foram semelhantes, destacando a influência do telhado no aquecimento do ar interno. Nesse sentido, a existência do forro de PVC em toda a edificação sem ventilação do ático provavelmente favoreceu à elevação da temperatura do ar interno. Outro fator foi a inobservância da recomendação das áreas das aberturas. Com exceção do banheiro, todos os demais ambientes possuem área de aberturas inferiores a 40% da área do piso, recomendado pela NBR 15220-3/2013. Além disso, não há ventilação cruzada nos ambientes.

Os resultados encontrados mostram que as unidades habitacionais não atendem as condições de conforto de usuários idosos, uma vez que as elevadas temperaturas no período vespertino exigem esforços adicionais do organismo para que seja mantido o equilíbrio térmico.

## REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, Ana Lúcia Góes. Espaços edificados para o idoso: condições de conforto. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura – Forum da construção. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=32&Cod=1325>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

BRASIL (2013). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (ipea). **Nota técnica estima o déficit habitacional brasileiro**. Brasília (DF): Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

BRASIL. (2003). Lei 10.741 de 1º outubro de 2003: **Estatuto do Idoso**. Brasília (DF): Senado Federal.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Habitação de Interesse Social**. Programa de repasses da OGU. Disponível em: <[http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programas\\_de\\_repassado\\_OGU/habitacao\\_interesse\\_social.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_de_repassado_OGU/habitacao_interesse_social.asp)>. Acesso em: 29 nov. 2015.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico: arquitetura, urbanismo**. 7. ed. – São Paulo: Studio Nobel: 2003.

HOLANDA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste**. Recife-PE: Universidade Federal de Pernambuco – Mestrado em Desenvolvimento Urbano, 1976, 32p.

IBGE. Censo Demográfico 2010. **Características gerais da população**. Síntese de indicadores sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=242820>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis-SC: LabEEE, 2011, 196p.

LEITE, Elizabeth Spengler Cox de Moura. **Stress térmico por calor**: estudo comparativo dos métodos e normas de quantificação. 2002. 129p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

NUNES, Ana Maria Laurindo André. **Análise do padrão de ventilação natural na cidade de Arapiraca-AL**. Projeto de Pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2014). **A ONU e as pessoas idosas**, 2014. Brasil. Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/acao/pessoas-idosas/>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

SILVA, Mônica Ferreira da. **Diretrizes construtivas e urbanísticas para a cidade em clima semiárido: Estudo de caso em Arapiraca-AL**. Projeto de Pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, 2015.



## INFLUENCIA DA DETERIORIZAÇÃO DAS TELHAS PELA AÇÃO DAS INTEMPÉRIES NO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA EDIFICAÇÃO

### **Kellen Melo Dorileo Louzich**

Universidade Federal de Mato grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia  
Cuiabá – Mato Grosso

### **Emeli Lalesca da Guarda**

Universidade Federal de Mato grosso, Programa de Pós-graduação e Engenharia de Edificações e Ambiental  
Cuiabá – Mato Grosso

### **Ivan Júlio Apolônio Callejas**

Universidade Federal de Mato grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia  
Cuiabá – Mato Grosso

### **Luciane Cleonice Durante**

Universidade Federal de Mato grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia  
Cuiabá – Mato Grosso

### **Karyna Andrade Carvalho Rosseti**

Universidade Federal de Mato grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia  
Cuiabá – Mato Grosso

**RESUMO:** Ao longo do tempo, as telhas que compõem o sistema de cobertura vão sendo influenciadas pela ação da radiação ultravioleta e pelo acúmulo de sujeira e pó advindos da poluição urbana, sofrendo alteração em suas propriedades físicas de rugosidade e cor. Como consequência, os materiais se tornam mais escuros e rugosos, promovendo

alteração na sua absorvância. O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto proporcionado pelo envelhecimento das telhas cerâmicas (do tipo colonial) no desempenho térmico de uma edificação idealizada para conjuntos habitacionais de interesse social por meio de simulação computacional. A exposição a intempéries, além de efeitos estéticos, impactou negativamente na absorvância das telhas tendo em vista que as velhas ( $a=0,83$ ) tiveram sua absorvância elevada em 27,7% em relação às novas ( $a=0,60$ ). Além disso, a simulação computacional da edificação com os dados de absorvância das telhas novas e deterioradas indicou que houve alteração na classificação de desempenho térmico no dia típico de verão, de intermediário (I) ( $T_{i,máx} - 2^{\circ} \leq T_{e,máx}$ ) para mínimo (M) ( $T_{i,máx} \leq T_{e,máx}$ ). O computo dos graus-horas anuais de resfriamento revelou que o processo de alteração da absorvância das telhas ocasionou piora no desempenho térmico, com elevação de 2,7% em relação à edificação com telha nova.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de cobertura. Graus-hora de resfriamento. Absorvância térmica.

**ABSTRACT:** Over time, the tiles that compose roofing system deteriorate by the action of ultraviolet radiation, by dust/ dirt accumulation and by urban pollution, which produce changes

in its roughness and color physical properties. As a result, roof materials become darker and rougher, changing its absorbance. The objective of this study is to evaluate the impact provided by the aging of ceramic tiles (the colonial type) in the building thermal performance of low income house by computer simulation. Exposure to weathering, in addition to aesthetic effects, had a negative impact since the absorptance of old tiles ( $a = 0.83$ ) were reduced in 27.7% in relation of new tiles ( $a = 0.60$ ). The measurements indicated that the new tiles ( $a = 0.60$ ) had their absorptance elevated by the environment degradation ( $a = 0.83$ ) in approximately 27.7%. The building computer simulation indicated that level of thermal performance was reduced in the typical summer day, decreasing from intermediate (I) ( $T_i, \max - 2^\circ\text{C} \leq T_e, \max$ ) to minimum (M) ( $T_i, \max \leq T_e, \max$ ). The annual cooling degree-hours were elevated by the deterioration of ceramic tile in 2.7% over the building with new tile.

**KEYBOARDS:** Building roof. Cooling degrees-hour. Thermal absorptance.

## 1 | INTRODUÇÃO

Para os seres humanos, a edificação exerce funções primordiais dentre as quais se destaca a de proteção contra as mudanças ambientais e intempéries, como sol, chuva, ventos, neve, entre outros. Dentre os sistemas que compõem a edificação, aquele que mais fica exposto e que deveria merecer mais atenção é o da cobertura.

Em áreas onde a incidência da radiação solar é intensa, a cobertura serve como forma de proteção dos ambientes internos e também é o principal componente nos ganhos de calor das edificações. Exceções acontecem em edificações que apresentam grandes áreas de fachadas expostas, onde o sistema de vedação também contribui de forma considerável.

Segundo Dornelles (2008), a absorptância é definida como a razão entre a energia que atinge uma superfície e a que é absorvida por ela. Esse valor varia de acordo com os materiais empregados em função de suas características físicas e influência diretamente na variação de temperatura experimentada por um corpo. Assim, quando se analisa o envoltório das edificações, essa grandeza pode ser utilizada como um indicador de ganhos/ perdas de energias nos ambientes internos de uma edificação.

A exposição direta da edificação ao meio externo, causa ao longo do tempo a deterioração das telhas presentes na cobertura, em virtude da poluição urbana, do acúmulo de sujeira/pó e da ação da radiação ultravioleta, desencadeando assim alteração das propriedades físicas de cor, rugosidade e da ondulação da superfície deste sistema construtivo. Em decorrência disso, constata-se que a absorptância dos componentes da cobertura sofrem alteração, podendo este parâmetro ser elevado ou diminuído, dependendo do tipo de degradação sofrida. A mudança dos níveis de absorptância impacta nos ganhos ou perdas de calor por meio da cobertura, alterando a temperatura interna da edificação e, desta forma, influenciando o conforto ambiental dos ambientes internos, bem como os gastos de energia para resfriamento/aquecimento artificial.

A alteração da absorvância está intimamente ligada à facilidade de aderência da sujeira sobre a superfície do componente, da sua capacidade de limpeza com a incidência de chuvas, bem como relacionada à sua rugosidade superficial, sendo este um fator responsável pelo acúmulo de sujeira sobre a superfície (DORNELLES e SICHIERI, 2014; SEKER e TAVIL, 1996). Estes aspectos demonstram a necessidade de se realizar manutenções periódicas no sistema de cobertura, por exemplo, realizando uma limpeza simples por meio, esfregamento, utilizando detergente ou alvejante, conforme sugerido por Akbari et al. (2005). Destaca-se que dependendo do tipo da manutenção aplicada, é possível restabelecer entre 90 e 100% de sua absorvância original (PEREIRA, 2014).

É importante mencionar que a manutenção das telhas reduz a sua rugosidade, sendo esta responsável pela inter-reflexão da radiação incidente sobre a superfície, o que aumenta a quantidade de energia radiante absorvida (RORIZ, 2007). A cor de uma superfície tem forte relação com a propriedade de absorvância, sendo que quanto mais clara for, menor será a sua absorvância.

Destaca-se que, o acúmulo de materiais sobre as superfícies e a proliferação de fungos e musgos devido a presença de umidade nos materiais, tendem a modificar a cor e a rugosidade e a ondulação da superfície dos elementos do sistema de cobertura, elevando a sua absorvância ao longo do tempo. Diante desta constatação, indaga-se qual possa ser o impacto ocasionado pela modificação desta propriedade no desempenho térmico de um edifício.

## **2 | OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto ocasionado pelo envelhecimento das telhas cerâmicas (do tipo colonial) no desempenho térmico de uma tipologia arquitetônica idealizada para os conjuntos habitacionais de interesse social (HIS) do Programa Minha Casa por meio de simulação computacional, conforme os procedimentos da NBR 15575 (2013a) e RTQ-R (graus-hora) (BRASIL, 2010).

## **3 | MATERIAIS E MÉTODO**

O trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira refere-se à medição da absorvância em exemplares de telhas novas e degradadas pela ação das intempéries. A segunda, refere-se a simulação realizada no programa EnergyPlus (DOE, 2016). Os valores médios encontrados para a absorvância das telhas, na primeira etapa, serviram de base para alterar a absorvância no infravermelho, no solar e no visível, nas propriedades do material das telhas utilizadas na simulação computacional.

### 3.1 Medição da Absortância

Foram selecionados cinco exemplares do modelo de telhas novas do tipo romana comumente encontradas no mercado (Figura 1) e de telhas romanas deterioradas pela ação das intempéries, que apresentavam em diferentes graus de degradação, com mais de 20 anos de uso, de forma a se obter uma representatividade do efeito da ação das intempéries (Figura 2).

Foram realizadas medições com o auxílio do aparelho denominado de *Alta Reflectance Spectrometer* fabricado por Vernier Software Technology (Figura 3). O aparelho possibilita a medição de refletancias correspondentes a radiações em onze diferentes comprimentos de onda entre 470 e 940nm (nanômetros), dos quais sete destes comprimentos de onda são na região visível: 470nm (Blue), 525nm (Cyan), 560nm (Green), 585nm (Yellow), 600nm (Orange), 645nm (Red), 700nm (Deep Red) e quatro se encontram na região do infravermelho: 735nm (IR1), 810nm (IR2), 880nm (IR3) e 940nm (IR4). A absorptância foi determinada a partir da refletância, subtraindo-se a unidade.



Figura 1 – Telhas cerâmicas novas

Fonte: Os Autores



Figura 2 – Telhas cerâmicas degradadas

Fonte: Os Autores

De acordo com Pereira et al. (2016), as curvas espectrais dos equipamentos ALTA II alcançaram uma boa aproximação com a curva e valores de referência obtidos com espectrofotômetro, considerando os onze comprimentos de onda do aparelho (470 a 940nm). Entretanto, ao se comparar a refletância solar total obtida por meio do mesmo equipamento, de 300 a 2500nm, observou-se uma incerteza máxima absoluta na ordem de 10% entre os aparelhos.



Figura 3 – Alta Reflectance Spectrometer

Fonte: <http://www.vernier.com/products/sensors/spectrometers/alta/>

### 3.2 Caracterização da edificação simulada computacionalmente

O modelo adotado para as simulações constitui-se de uma tipologia arquitetônica idealizada para os conjuntos habitacionais de interesse social (HIS) do Programa Minha Casa, Minha Vida, que já se encontra construída na região com Zona Bioclimática 7, sendo o seu modelo amplamente utilizado em várias regiões bioclimáticas brasileiras. Destaca-se que os procedimentos apresentados podem ser utilizados para simulação computacional em qualquer zona bioclimática brasileira, utilizando-se a ZB7 apenas como forma de exemplificação dos impactos ocasionados pela ação das intempéries.

O sistema construtivo é composto por paredes de tijolos cerâmicos de oito furos com dimensões de 9x19x19cm, assentados na menor dimensão (meia vez), revestidos com argamassa externa e interna de 2,5cm de espessura e com argamassa de assentamento de 1cm de espessura. O sistema de cobertura é composto por telhas cerâmicas do tipo romana, idênticas as utilizadas na avaliação da absorvância. O piso é de concreto desempenado, a cobertura de telha cerâmica em duas águas com forro de PVC, portas externas de aço e portas internas de madeira. As paredes têm acabamento externo no tom bege claro e as internas na cor branca. As janelas dos quartos e da sala não possuem vidro, somente venezianas. As janelas da cozinha são em vidro transparente, sem proteção solar específica. A implantação da residência afastada dos limites do terreno permite que haja aberturas em todas as laterais (Figura 4). A planta baixa e cortes da edificação que apresenta área construída igual a 38,70m<sup>2</sup> podem ser visualizados nas Figuras 5 e 6.

Como se objetiva comparar os sistemas de cobertura com diferentes tipos de componentes (telhas novas e degradadas), as propriedades físicas das absorvâncias medidas por meio do aparelho *Alta Reflectance Spectrometer* foram substituídas no programa de simulação (EnergyPlus), sendo que os demais elementos da envoltória (cobertura) foram modelados de forma idêntica em ambas as simulações computacionais.



Figura 4 – Foto da edificação utilizada na avaliação de desempenho térmico

Fonte: Os Autores

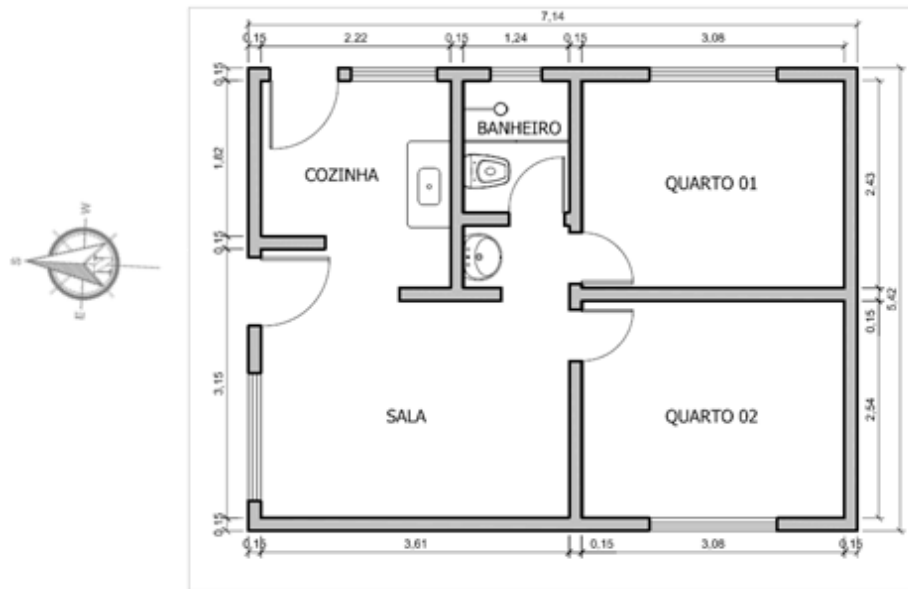


Figura 5 – Planta baixa da HIS (sem escala)

Fonte: Os Autores

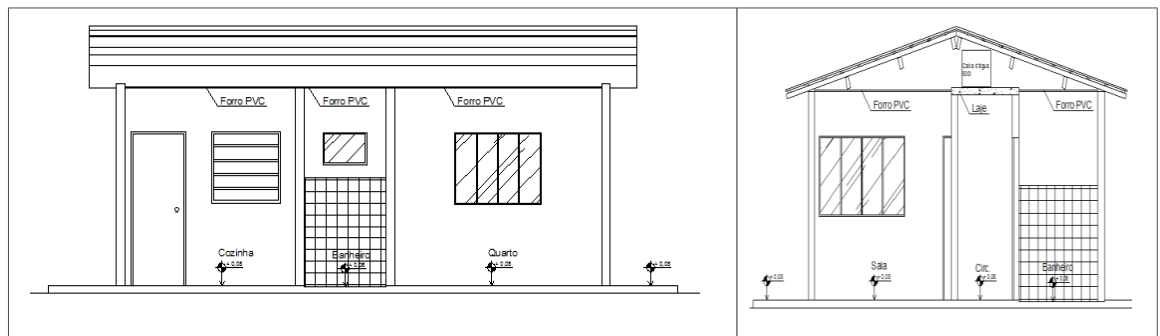


Figura 5 – Cortes da HIS (sem escala)

Fonte: Os Autores

### 3.3 Modelagem e Simulação

A avaliação do desempenho térmico da HIS com os diferentes tipos de telhas no sistema de cobertura foi realizada por meio de simulações computacionais com o programa EnergyPlus, utilizando-se de um banco de dados climático para a zona bioclimática 7 (Cuiabá-MT). Adotou-se para a simulação o ano típico de referência (TRY), arquivo climático obtido no site [www.procelinfo.com.br/etiquetagem-edificios](http://www.procelinfo.com.br/etiquetagem-edificios), conforme recomendação do Regulamento Técnico da Qualidade (BRASIL, 2010).

Na etapa de modelagem da HIS, utilizou-se o Plug-in OpenStudio para a edição e visualização em maquete eletrônica no programa SketchUp 8. Para o desenho em 3D, o programa considera os elementos de construção sem suas espessuras, as quais serão adicionadas, como informações numéricas para os cálculos, diretamente no EnergyPlus 8.1. A tipologia foi modelada conforme a planta-baixa apresentada na Figura 5, sendo que as superfícies que representam as paredes externas foram desenhadas nos limites externos, as que representam as paredes internas, no eixo da

parede de divisão entre os ambientes. Foram modeladas cinco zonas térmicas: quarto 1, quarto 2, banheiro, sala-cozinha e ático da cobertura, conforme critério estabelecido pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013a).

Para subsidiar as análises, determinaram-se as propriedades físicas e térmicas dos componentes da edificação, com painel de blocos cerâmicos revestidos externa e internamente, e sistema de cobertura em telha cerâmica, seguindo as orientações previstas nos procedimentos de cálculo estabelecidos pela NBR 15220-2 (ABNT, 2003) e NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) como mostra na Tabela 1 e 2.

Características inseridas	Cerâmica (Tijolo)	Cerâmica (Telha)	Argamassa	PVC
Rugosidade	Áspero	Áspero	Áspero	Liso
Espessura (m)	0,09	0,01	0,015	0,01
Condutividade (W/mK)	0,55	0,9	1,15	0,2
Densidade (Kg/m <sup>3</sup> )	1600	1600	2000	1300
Calor Específico (J/kgK)	920	920	1000	960
Absorção térmica, solar e visível	0,85; 0,75; 0,75	Tabela 3	0,85; 0,3; 0,3	0,9; 0,2; 0,2

Tabela 1 – Características termofísicas dos materiais da edificação.

Fonte: Os Autores

Componentes	Composição	<i>a</i>	U (W/m <sup>2</sup> .K)	Fator solar FSo = 4.U.a	Capacidade Térmica (kJ/ m <sup>2</sup> .K)	Atraso térmico (,horas)
Parede – tinta látex PVA Fosca - cor marfim	Argamassa (2,5cm) + Tijolo (9x19x19cm) + Argamassa (2,5cm)	0,30	2,49	2,95	158	3,30h
Cobertura	Telha Cerâmica + ar (> 5cm) + PVC (1cm)	Conforme Tabela 4	1,75	5,25	21	0,52h
Piso	Radier concreto (10cm)	0,75	3,33	Não aplicável	240	Não aplicável

Tabela 2 – Transmitância térmica dos componentes da edificação.

Fonte: Os Autores

Para atender o critério da NBR 15575-Parte 4 (ABNT, 2013b), a absortância à radiação solar das superfícies das paredes foi considerada na cor clara com  $a = 0,3$ , apesar de que a cor em que a edificação foi pintada (bege) já atendia essa condição.

Como a edificação foi implantada em várias orientações no condomínio, na simulação computacional da edificação seguiu-se o critério estabelecido na NBR 15575-Parte 1 (ABNT, 2013a) que indica que devem ser simulados os recintos de permanência prolongada (sala de estar e dormitórios) na orientação geográfica mais crítica do ponto de vista térmico, que para no verão a janela do cômodo fique voltada para oeste e a outra parede exposta fique voltada para norte, condição esta encontrada no quarto 1 da edificação.

Não foram considerados sombreamentos visto que a referida norma prescreve que as paredes e janelas devem estar totalmente desobstruídas.

Foi considerada na simulação a condição de ausência de ocupação, portas e janelas fechadas e ventilação natural padrão estabelecida para os ambientes (inclusive ático), ou seja, ocorrendo apenas pelas frestas com 1 taxa de renovação de ar por hora (1 ren/h).

Foram adotados os parâmetros de coeficiente de rugosidade do entorno ( $\alpha$ ), de coeficientes de pressão superficial (CP), de coeficiente de descarga (CD) e de coeficiente do fluxo de ar por frestas (CQ), indicados pelo RTQ-R (BRASIL, 2010), referentes a esta condição. As áreas de abertura das janelas atendem o requisito de percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A) deve ser superior a 5%.

### 3.4 Avaliação de desempenho térmico – NBR 15575 e RTQ-R

A verificação da adequabilidade da edificação ao clima da região (zona bioclimática 07) é passível de ser feita pelos procedimentos normativos da NBR 15575-1 (ABNT, 2013a), bem como pelos procedimentos estabelecidos no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (BRASIL, 2010). Ambos serão adotados para avaliação do desempenho térmico da edificação pesquisada.

A avaliação da edificação habitacional, considerando o desempenho térmico, deve atender aos requisitos do usuário quanto à permanência nos ambientes. Assim, os critérios de avaliação para as condições de verão segundo a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a), considerando os níveis de desempenho mínimo (M), Intermediário (I) e Superior (S) são as apresentadas na tabela 3, em função da temperatura do ar interna (do ambiente) e da temperatura externa do ar (CBIC, 2013).

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas 1 a 7	Zona 8
M	, máx ≤ máx	, máx ≤ máx
I	, máx ≤ (máx. – 2°C)	, máx ≤ (máx. – 1°C)
S	, máx ≤ (máx. – 4°C)	, máx ≤ (máx. -2°C) e , mín ≤ (mín. +1°C)

Sendo: M, I e S: Nível de desempenho Mínimo, Intermediário e Superior; Te, Máx e Ti, máx: Temperatura externa e interna máxima no dia típico de verão (°C)

Tabela 3 – Critérios de avaliação de desempenho térmico para a ZB07

Fonte: Os Autores

Já o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) (BRASIL, 2010) estabelece que a análise do desempenho térmico seja feita através do cálculo de graus-hora de resfriamento de cada ambiente de permanência prolongada da edificação habitacional. Esse indicador



representa o somatório anual de graus-hora, calculado a partir da temperatura de base de 26°C para resfriamento conforme recomendação do próprio RTQ-R (BRASIL, 2010), sendo o cálculo realizado através da temperatura operativa do ambiente (obtida na simulação) quando esta encontra-se acima da temperatura de base conforme apresentado na Equação 1.

$$GH_R = \sum_{i=0}^{8760} \begin{cases} se\ Ti > 26; & (Ti - 26) \\ se\ Ti \leq 26; & (0) \end{cases} \quad (1)$$

Em que GHR representa graus-hora de resfriamento anual (°Ch) e Ti a temperatura operativa em cada uma das 8.760 horas do ano (°C). O quarto 1 em planta foi o ambiente escolhido na análise visto que este apresentou o pior desempenho térmico na edificação avaliada.

#### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao se analisar a absorvância das telhas novas e deterioradas, observa-se ação das interpéries provocou elevação da absorvância em todos os comprimentos de onda pesquisados (Figura 6). As maiores elevações foram verificadas nos comprimentos de onda do laranja, vermelho, vermelho profundo e região do infravermelho (elevação média ~ 27%).

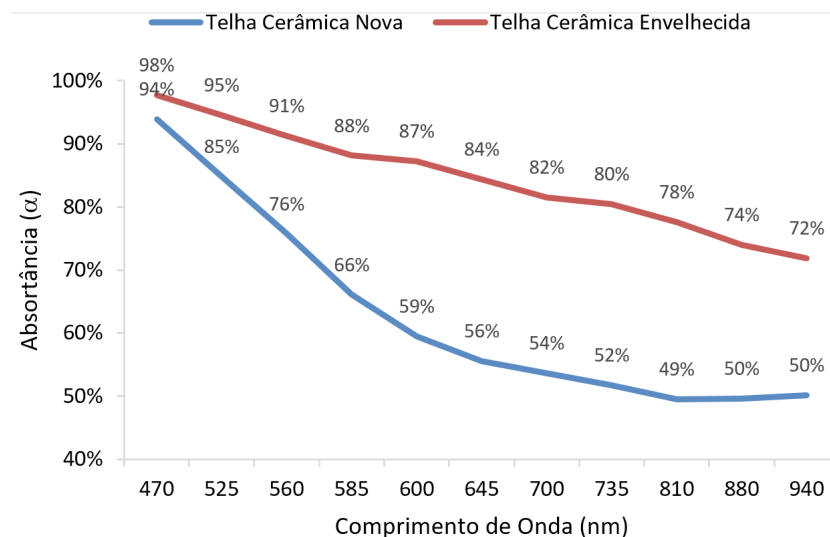


Figura 6 - Absorvâncias em porcentagens das Telhas Cerâmicas

Fonte: Os Autores

Os valores médios das absorvâncias foram determinados para a região do espectro solar, do visível e do infravermelho (Tabela 4). Assim como relatado anteriormente, constata-se que as telhas deterioradas pela ação das interpéries tiveram sua absorvância elevada em 27,7% pela modificação da sua cor, rugosidade e ondulação. Os resultados encontrados para as telhas cerâmicas novas estão de

acordo com os apresentados por Bonin e Pezzuto (2013) que encontram valores de absorvância variando entre 60 a 75%.

	Telha Cerâmica Nova	Telha Cerâmica Velha
<b>Infravermelho (735-940nm)</b>	0,50	0,76
<b>Visível (470-700nm)</b>	0,67	0,87
<b>Total (solar) (470-940nm)</b>	0,60	0,83

Tabela 4 - Valores médios das Absortâncias das amostras das telhas cerâmicas.

Fonte: Os Autores

Os valores determinados para as absorvâncias foram introduzidas no programa de simulação computacional com intuito de captar o impacto ocasionado pela degradação das telhas pela ação das interpéries.

A variação de temperatura interna durante dia típico de verão indicou que a edificação com telha nova no sistema de cobertura apresenta melhor desempenho térmico durante todo o dia típico em relação a edificação com telha cerâmica envelhecida, apesar da diferença ser pequena (Figura 7). Os picos de temperatura do ar no quarto 1 na tipologia com telha nova e envelhecida foram de 35,4°C e 35,7°C, ocorrendo ambas às 18h, indicando que há um atraso térmico em relação ao pico da temperatura do ar externa de 4 horas. Logo, constata-se que a edificação com telha nova apresentou menor temperatura máxima interna do que a com telha envelhecida (~0,3°C). No dia típico de verão, as reduções da temperatura do ar interna em relação à temperatura externa foram de 2,1°C e 1,8°C nas edificações com telhas novas e envelhecidas respectivamente, indicando que, em virtude da deterioração das telhas, o desempenho da edificação que era intermediário (I) passou a ser mínimo (M) (Tabela 3).

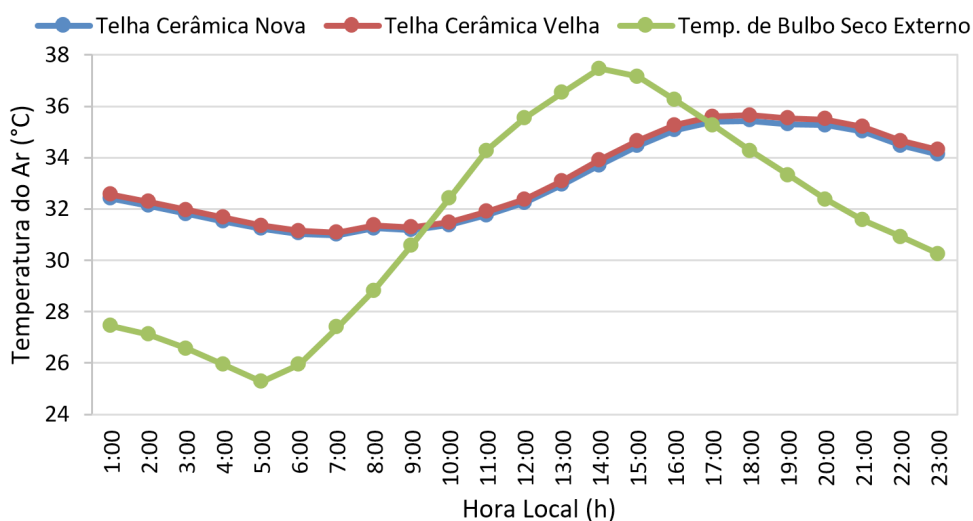


Figura 7 – Comportamento no dia típico de verão para a habitação

Fonte: Os Autores

O computo dos graus-horas de resfriamento indicou que, anualmente, a habitação com telha nova e envelhecida apresentou 42.433°Ch e 43.588°Ch, respectivamente (Figura 8), o que demonstra que a deteriorização da telha ocasiona piora no desempenho térmico de 2,7% em relação à edificação com telha nova.

Apesar de ser pequena a redução, esse comportamento implica em elevação no consumo de energia para refrigeração, caso os ambientes de permanência prolongada venham a ser condicionados. Os elevados valores de graus-horas de resfriamento anual decorrem do fato da edificação ter sido modelada conforme prescrição da NBR 15575 (ABNT, 2013c) que estabelece que a edificação seja simulada na condição de ausência de ocupação, portas e janelas fechadas e ventilação natural padrão estabelecida para os ambientes (inclusive ático), ocorrendo apenas pelas frestas com 1 taxa de renovação de ar por hora.

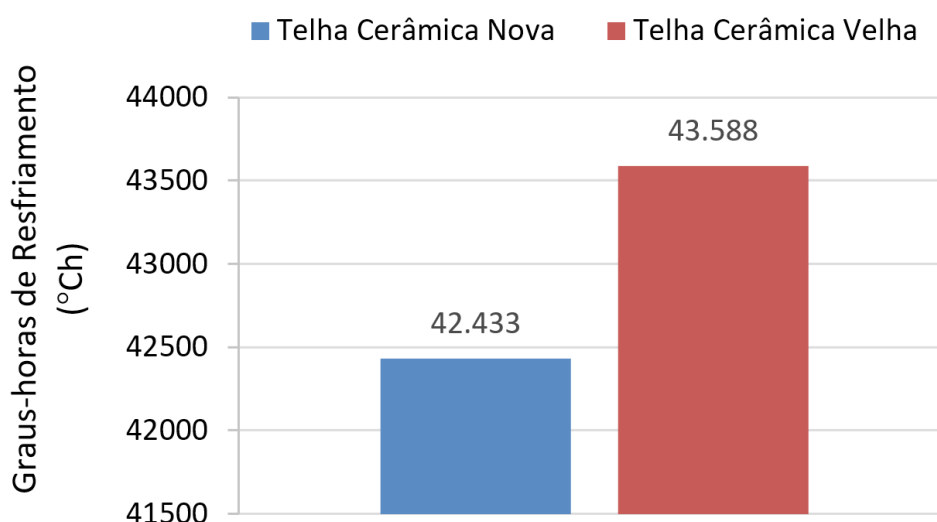


Figura 8 - Graus-horas de resfriamento anual

Fonte: Os Autores

## 5 | CONCLUSÕES

A análise a absorvância das telhas novas e deterioradas indicou que a ação das interperies foi capaz de provocar elevação da absorvância em todos os comprimentos de onda pesquisados. Com resultado, tem-se a telha envelhecida apresentou elevação na absorvância total de 27,7% em virtude da modificação de sua cor, rugosidade e ondulação da superficial.

Em virtude deste fato, houve piora do desempenho térmico no dia típico de verão, fazendo com que o desempenho da edificação segundo a NBR 15575 que era intermediário (I) ( $T_{i,máx} - 2^{\circ} \leq T_{e,máx}$ ) passasse a ser mínimo (M) ( $T_{i,máx} \leq T_{e,máx}$ ). O computo dos graus-horas de resfriamento indicaram que a deteriorização das telhas cerâmicas ocasionaram uma piora no desempenho térmico em termos de graus-horas de resfriamento de 2,7% em relação a edificação com telha nova.

Apesar da variação ser pequena, esse comportamento implica em elevação no

consumo de energia para refrigeração, caso os ambientes de permanência prolongada venham a ser condicionados. Por outro lado, a incerteza na medição é da ordem de 10%, o que implica em dizer que absorvância média da telha nova está compreendida entre 50 à 70%, enquanto o da telha envelhecida entre 73 à 93%. Considerando a hipótese de que a absorvância da telha nova seja 50% e a da telha deteriorada 93%, os efeitos da deterioração pela exposição às intempéries no desempenho térmico seriam mais elevados, o que justifica o aprofundamento de pesquisas sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

AKBARI, H. ; BERHE, A. A. ; LEVINSON, R. ; GRAVELINE, S. ; FOLEY, K. Aging and weathering of cool roofing membranes. **Report LBNL-58055**. Berkeley: Lawrence Berkeley. National Laboratory, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho Térmico de Edificações - Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013c.

BONIN, T. PEZZUTO, C. C. **Medição da refletância e análise de sua influência nos materiais de cobertura**. Anais do XVIII Encontro de Iniciação Científica e Anais do III Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovador, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2013.

BRASIL, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), **Portaria 449, de 25 de Novembro de 2010**, Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, Rio de Janeiro, 2010, Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC\\_001462.pdf](http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC_001462.pdf)> Acesso em: 03 Ago, 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

DOE. United States Department of Energy. Disponível em: <<http://www.energy.gov/>> Acesso em: maio 2016.

DORNELLES, K. A. **Absorvância solar de superfícies opacas: Métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. 160 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Construção, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.

DORNELLES, K. A ; SICHIERI, E. Efeitos do intemperismo natural sobre a refletância de tintas brancas para coberturas. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2014, Maceio. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2014. p. 1004-1013.

PEREIRA, C. D. **Influência da refletância e da emitância de superfícies externas no desempenho**

**térmico de edificações.** 2014. 185 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

PEREIRA, C. D.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R.; GÜTHS, S.; GHISI, E. **Relatório de avaliação do espectrômetro portátil ALTA II.** Relatório de Pesquisa, CB3E, 2015. Disponível: <http://www.cb3e.ufsc.br/publicacoes> Acesso em: junho 2016.

RORIZ, V. F. **Refrigeração evaporativa por aspersão em telhas de fibrocimento:** estudo teórico e experimental. 2007. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2007.

SEKER, D. Z.; TAVIL, A. Ü. Evaluation of exterior building surface roughness degrees by photogrammetric methods. **Building and Environment**, v. 31, n. 4, p. 393-398, 1996.

## A PRESERVAÇÃO DA ESTRUTURA EM ARGASSA ARMADA DO CRISTO REDENTOR: DIAGNÓSTICO

**Maria Cristina Ventura**

UFRJ - PROARQ Programa de Pós-Graduação  
em Arquitetura

Mestrado Profissional em Projeto e Patrimônio  
Cabo Frio – RJ

**RESUMO:** A escultura do Cristo Redentor, símbolo da cidade do Rio de Janeiro, foi concluída no ano de 1931; e apresenta duas estruturas: uma interna em concreto armado, e outra externa, em argamassa armada revestida em mosaico de pedra-sabão. Este trabalho tratará das patologias da estrutura externa do monumento, bem como dos tratamentos realizados e os limites das intervenções para manutenção. A escolha deste tema tem por objetivo divulgar a forma como foi concebido e executado este trecho da escultura, os métodos de tratamento e os desafios enfrentados nas intervenções realizadas nos dias atuais, ressaltando as vulnerabilidades da técnica construtiva sob a ação do clima. Serão discutidas as soluções encontradas para tratamento de patologias que se perpetuaram, não só em função das dificuldades de acesso para realização dos procedimentos de conservação e restauro, mas também pela necessidade de pesquisas que subsidiem intervenções para controlar a perda constante de materialidade do monumento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escultura; Argamassa armada; Conservação

**ABSTRACT:** The sculpture of Christ the Redeemer, a symbol of Rio de Janeiro, was built in the 1930's and has two structures: an inner one in reinforced concrete, and an outer one, in plastered mortar covered with soapstone mosaic. This work will cover the pathologies of the outer structure of the monument, as well as the treatments performed and the limits of the interventions for maintenance. The goal of this subject's choice is to show the way in which this part of the structure was conceived and executed, the methods of treatment and the challenges faced in the interventions performed nowadays, highlighting the vulnerabilities of the building technique due to weather. The solutions found for the treatment of pathologies, which were perpetuated not only due to the difficulty of access for the execution of conservation and restoration procedures, but also due to the necessity of research that subsidize interventions to control the constant loss of materiality of the monument will be discussed.

**KEYWORDS:** Sculpture; Armed mortar; Conservation

### 1 | INTRODUÇÃO

O Cristo Redentor é o monumento símbolo do uso do concreto armado, técnica que definiu

uma época, com arrojo de novas concepções artísticas do modernismo. A trajetória da sua instalação passa pelos estudos da relação com a paisagem urbana e pelo trato harmônico entre a melhor forma artística e os limites da engenharia da época, um audacioso empreendimento fundamentado no estilo moderno.

Em 2015, foi iniciado o trabalho da nova equipe de manutenção e conservação do monumento do Cristo Redentor. A elaboração deste artigo é resultado deste período de imersão nos estudos relativos ao monumento que exigiu da equipe aprofundamento nas questões relativas ao processo construtivo do monumento, com ênfase para a estrutura externa. Serão destacadas questões da materialidade e preservação dessa estrutura: a variedade de sua composição, a metodologia utilizada nos diagnósticos, nas intervenções do último ano e as ações de conservação preventiva que buscam garantir a longevidade do monumento.

Não se conhece, nos tempos que correm, material superior ao concreto armado em resistência, onde se pode artificialmente pela distribuição racional da ossatura metálica dotar o conjunto de máxima resistência, donde a durabilidade encarada pelo lado mecânico. [...]

Mas as curvas de pequena curvatura, a predominância, quase absoluta, das rectas dominando a escultura e esposando, nesse ramo da arte, as mesmas linhas que hoje dominam “o estylo moderno” em architectura, fazem-nos destemer da acção dos efeitos thermicos do ambiente, das poeiras, da acção dos seres vivos, entre os quaes os lichens e as algas tem um papel de maior relevo e que não vão encontrar ahi fácil abrigo para desenvolvimento. (REIS, 1929, p. 14)

As questões relacionadas com a preservação do monumento passam pela perda de valor material e artístico da obra. Quando tratamos o patrimônio imaterial, reconhecemos os valores do modo de fazer. No caso do Cristo Redentor, as mãos e a cabeça foram realizadas por meio de fôrmas, ou seja, elas foram modeladas em tamanho natural pelo artista francês Paul Landowisk e após a realização das peças o artista fez as fôrmas em partes e enviou para o Brasil. Já o corpo da escultura coberto pela vestimenta obteve sua armadura do gabarito retirado da maquete, também realizada por Landowisk, dez vezes menor que a escultura. Esta armadura serviu de estrutura para o assentamento da argamassa e de guia para a sua aparência volumétrica. Mas quem poderia realizar manualmente este recobrimento de modo que este bloco de 30 metros de altura por 28 de envergadura mantivesse a unidade e o movimento necessários a uma vestimenta em manto? Foram os operários brasileiros os mestres desta façanha, executaram o preenchimento das armações em ferro e deram forma a vestimenta do monumento. Símbolo da audácia de seus idealizadores e construtores associada ao desejo do povo carioca manifestado pelas milhares de doações feitas para possibilitar sua construção.

Toda a construção foi feita em concreto armado, num local onde o acesso é difícil e os recursos chegam demorados e excessivamente caros. A obra foi financiada com o óbolo generoso do Brasil e, particularmente, com os donativos espontâneos da população carioca que soube compreender o alto alcance social e moral de tão

O constante risco de perda da volumetria original é um dos principais motivos para o tratamento preventivo da estrutura externa da escultura, associado ao desafio que é recompor os traços originais de certos trechos do monumento, a exemplo, os detalhes na cabeça.

Este artigo é o resultado de pesquisas e ações práticas fundamentadas pela literatura existente e por ensaios laboratoriais que instrumentalizam a busca dos melhores resultados para o tratamento de restauração e de preservação do Monumento Cristo Redentor.

## 2 | A CONCEPÇÃO

A 710 metros do nível do mar, voltado para o nascente e rodeado pela floresta da Tijuca encontra-se a escultura do Cristo Redentor na cidade do Rio de Janeiro, medindo 38 metros de altura a sua construção teve início em meados de 1926 e sua inauguração foi em 1931.

A ideia de ter uma imagem do Cristo coroando o Morro do Corcovado surgiu dentro das diversas propostas de comemoração do Primeiro Centenário da Independência em 1922. Lançado o concurso em 1923, o projeto vencedor para a realização do trabalho foi o do engenheiro Heitor da Silva Costa.

Em 1924, Heitor vai a Paris para contratar o engenheiro Albert Caquot, mestre dos cálculos estruturais da época, para realizar o projeto da estrutura do monumento e o escultor Paul Landowski para confeccionar uma maquete em gesso da escultura com 4 metros de altura e no tamanho original, as fôrmas da cabeça e das mãos. Esta maquete só pode ser finalizada após a resolução dos problemas de estabilidade e equilíbrio da estrutura, foram necessários três anos de estudos para a realização das peças. Este modelo viabilizou todos os estudos da forma final em que inclui-se também a realização dos gabaritos dos perfis utilizados para a confecção dos ferros da estrutura externa. Este trabalho foi realizado em Paris, chegando ao Brasil as fôrmas da cabeça e das mãos, os projetos estruturais e os detalhamentos em papel quadriculado para a realização do desenho das ferragens que sustentam a argamassa da vestimenta através do aumento direto na proporção.

Para a edificação da escultura no pico do Morro do Corcovado foi estudada a relação do observador com a obra considerando três pontos de vista principais: do alto mar, da cidade e da base. O monumento tal como foi concebido é o resultado de diversos estudos e conforme Agache (1929 apud COSTA, 1929, p.7) “muitas são as questões que interessam ao urbanismo, não sendo das de menor importância as que se referem aos monumentos públicos e sua conveniente instalação”.



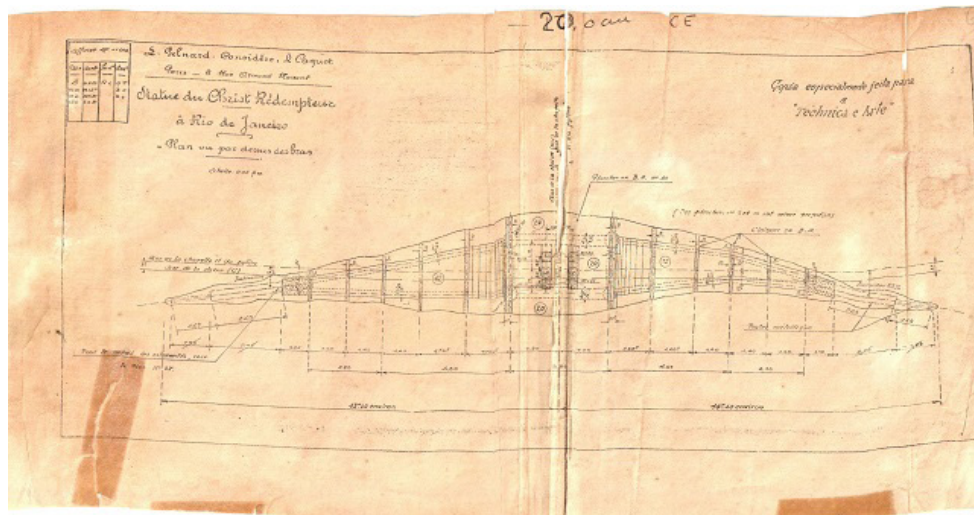


Figura 01: Planta da estrutura interna.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.

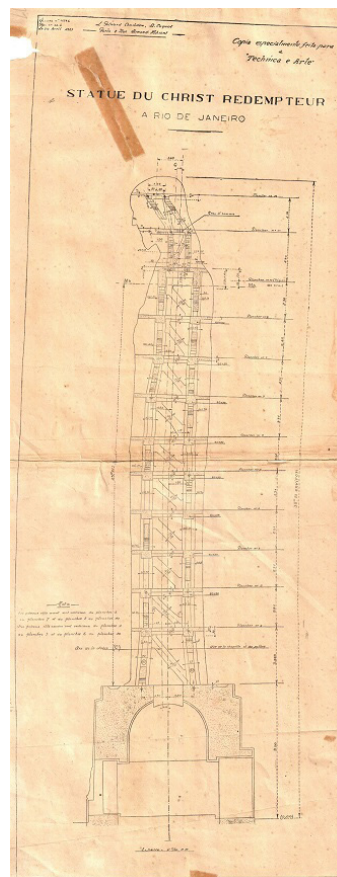


Figura 02: Corte da estrutura interna.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro.

### 3 | A ESTRUTURA

Construído em cimento armado, a escolha deste material causou estranheza, era um momento onde o emprego do concreto armado estava associado às obras de engenharia, em pilares e vigas, porém já era considerado o material do futuro.

...é este o material do dia; é também o material do futuro, tendo saído do campo das experiências, para ser empregado com base científica. Prestando-se às formas mais variadas e extravagantes, a arquitetura e a escultura, delle se têm apossado para submetê-lo às suas diversas exigências.(COSTA, 1929, P.11)

A estrutura do monumento se apresenta de duas formas, a interna em concreto armado formada por colunas, vigas e platôs, responsável por receber as cargas e a estrutura externa em argamassa armada fixada nos platôs, responsável pelo talhe da vestimenta. A cabeça e as mãos foram executadas a partir das fôrmas vindas de Paris, as partes foram preenchidas em São Gonçalo, RJ, e montadas *in loco*. Após a montagem, as mãos foram preenchidas com concreto.

Heitor da Silva Costa descreve assim a estrutura:

Os pilares engastados no bloco que forma o pedestal têm as suas armações metálicas prolongadas até o solo elevando-se a partir deste pedestal, ligeiramente inclinados, para depois subirem verticalmente, inclinando se ainda uma vez, para obedecer à conveniência da modelagem da figura.

A partir da cota correspondente ao pescoço, sobem quatro pilares de seção de 0,30 x 0,30cm, engastados em fortes vigas transversais, que depois se inclinam em sustentação da cabeça, pendida para frente.

A armação dos braços é constituída de vigas em treliça, de concreto armado, com dois estrados sobrepostos e em cujas extremidades estão engastadas vigas de aço, igualmente em treliça destinadas a sustentar a carga das mãos. É a única parte da estrutura que é de aço, mas mesmo assim, fica mergulhada em concreto para a devida conservação.

O revestimento exterior da estátua é feito, igualmente de cimento armado, apoiado e amarrado nos perfis de ferro que limitam o platô de concreto e os intermediários, sendo eles as diretrizes para a execução da vestimenta da estátua.

Como acabamento final da obra foi empregado mosaico de pedra sabão (tesselas) de formato triangular com as seguintes dimensões: 3cm de lado e 0,7cm de espessura e um dado curioso é que esta escolha foi inspirada numa fonte do *Champs Elysée*.(COSTA, 1931,P.17 ).



Figura 03: Detalhe construtivo do monumento.

Fonte:Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011. Editado por Cristina Ventura.

#### 4 | ESTRUTURA EXTERNA

A estrutura externa é a vestimenta do Cristo Redentor, para a transposição da sua forma a maquete foi seccionada em planos horizontais e verticais viabilizando a realização dos moldes com espaçamento de 7 a 10 cm que equivale a 0,70 a 1,00 metro na proporção do monumento:

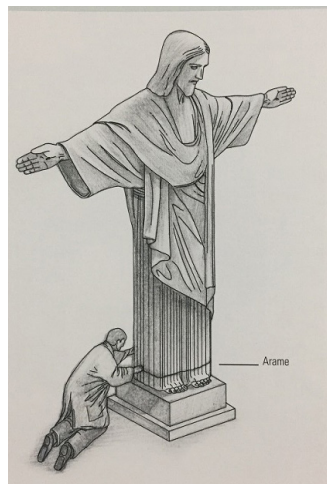


Figura 4: Execução dos moldes na maquete.

Fonte:Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011. Editado por Cristina Ventura.

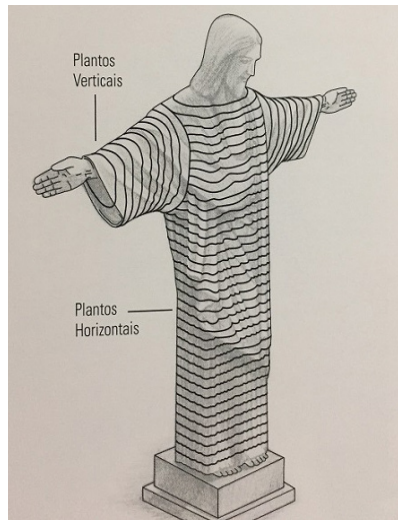


Figura 5: Demonstrativo das seções realizadas na maquete.

Fonte: Fonte: Arquivo do IPHAN, Jornal O GLOBO, 2011, editado por Cristina Ventura.

Cada um desses moldes formou uma planta com a concordância dos respectivos eixos. Desse modo, foram obtidos os perfis principais da escultura que permitiram aumentá-lo para o tamanho de execução. Todo esse trabalho foi executado sobre papel milimetrado, rigorosamente detalhado e posteriormente foi necessária a realização de um traçado paralelo que levasse em conta a espessura da argamassa, obtendo-se então o gabarito para a ferragem.

Desse modo, cada platô recebeu um desenho de perfil diferenciado e entre eles foram colocados os gabaritos em vergalhões horizontais com cerca de 70 cm de distância que amarrados com a ferragem vertical formam a malhada estrutura externa do monumento.



Figura 6 e 7: Construção do Cristo e detalhe do perfil dos platôs.

Fonte: NORONHA, 2012.

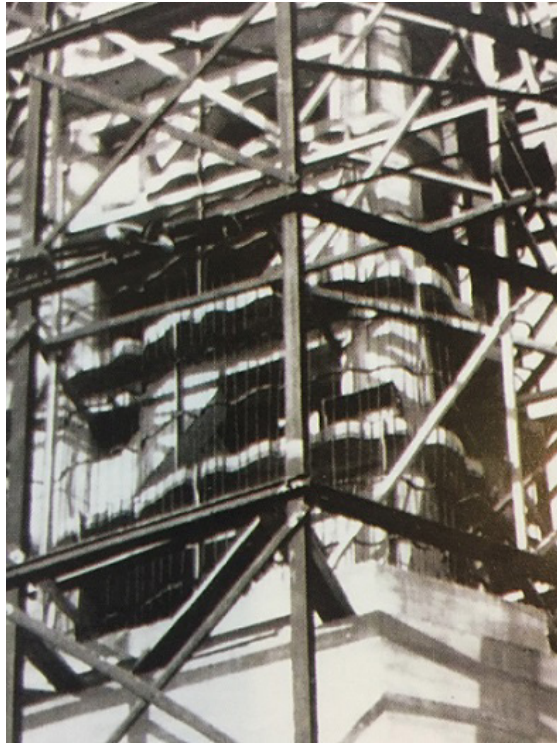


Figura 08: Detalhe da malha da estrutura externa do monumento composta por vergalhões gabaritados na horizontal e vergalhões de menor seção na vertical.

Fonte: NORONHA, 2012.



Figura 9: Montagem das placas de mosaico em pedra-sabão.

Fonte: Acervo Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, Revista Cruzeiro, 1931.

A estrutura externa do Monumento foi coberta com mosaico de pedra-sabão, a escolha desse material ocorreu devido à inspiração nas obras de Aleijadinho e também a qualidade da rocha, conforme afirma Felipe dos Santos Reisesem matéria publicada na Revista Cruzeiro, em 1931:

Assim é uma rocha estanque a água, portanto impermeável à chuva e como tem uma grande resistência aos ácidos, não é atacada pelas águas mesmo fortemente carregadas de ácido carbônico. Possui a steatita, propriedades refratárias notáveis, sendo péssima condutora do calor. Ela preservará portanto o cimento armado da estátua da ação direta dos raios solares e do calor. Como não dilata, a superfície do mosaico tem muito maior probabilidade de conservar-se perfeita. Também por efeito da mesma propriedade não fendilha como aconteceria com a cerâmica. (REIS, 1931, P.27)

## 5 | DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÃO

O primeiro levantamento para diagnóstico realizado pela equipe foi no pedestal e na parte interna da escultura. Vale ressaltar que o monitoramento interno da escultura é feito por meio das escadas que dão acesso a todos os platôs, braços e cabeça do monumento. Durante a vistoria, foi avaliada a estrutura interna responsável pela transmissão das cargas à fundação, a qual se encontra em perfeito estado de conservação. O que causou estranheza foi a quantidade de umidade na face interna da estrutura do manto com desprendimentos de argamassa de cobertura e ferragem exposta.

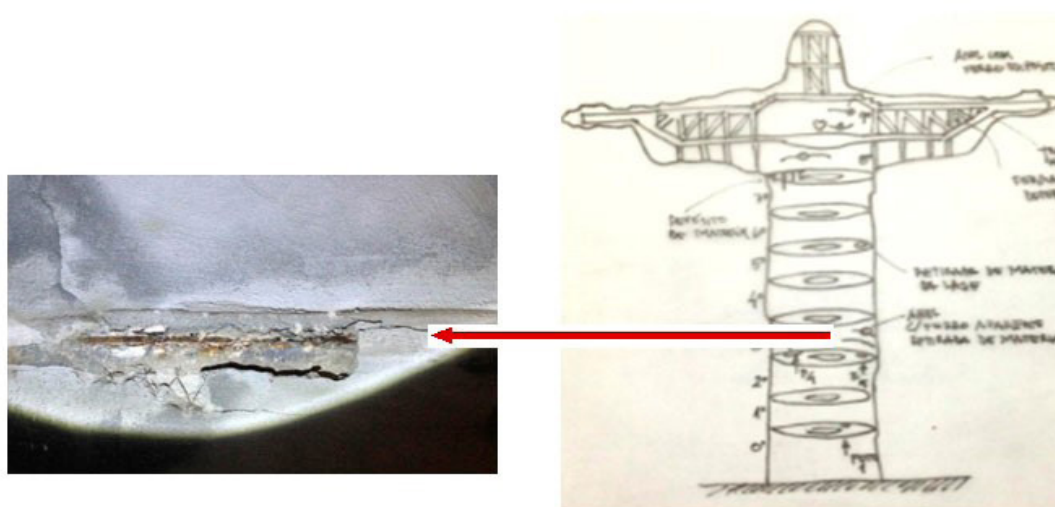


Figura 10: Vista interna, detalhe do desprendimento da argamassa com vergalhão oxidado que forma o gabarito em malha de aço para a estrutura externa e croqui com a localização do dano.

Fonte: Cristina Ventura, 2015.

Segundo pesquisas realizadas nos relatórios existentes do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), as peças em pedra-sabão que formam o mosaico (tesselas), responsável pelo revestimento da escultura, perderam as propriedades de resistência e impermeabilidade. A justificativa para esta perda está relacionada à quantidade de chuvas ácidas, a incidência de raios e a presença de pátina biológica no revestimento.

Na intervenção de 2010 foi realizada a aplicação de produto hidrofugante em toda a superfície do monumento, com o intuito de sanar a questão da permeabilidade da estrutura que forma a parte externa da escultura. No entanto, no ano de 2016 foram coletadas e encaminhadas ao CETEM amostras de material referentes à estrutura externa do monumento para realização de testes e parecer técnico quanto à existência do produto hidrofugante aplicado em 2010 para a proteção das ferragens. Segundo a conclusão do relatório:

Pode-se concluir que as amostras de tesselas de 2016, não apresentam hidrorrepelentes em sua superfície em totalidade, podendo apresentar, possivelmente, alguns traços de silano-siloxano.

Os ensaios que determinam a absorção de água, porosidade e dispersão de uma gota de água nas tesselas de 2016 indicaram comportamento de uma rocha sem hidrofugação e em processo de alteração [...].(CETEM, 2016, P.11)

A estrutura da parte externa do Cristo tem apenas 7 cm de espessura total, quando as normas técnicas atuais prevêm no mínimo 4 cm de cobertura das ferragens para proteção em regiões agressivas. Durante os levantamentos e pesquisas, constatamos a incidência de diversas fissuras, inclusive em locais onde já haviam ocorrido intervenções de restauro com a substituição de materiais, outro fato observado foi da presença de restaurações em desacordo com o assentamento do revestimento desrespeitando a forma do trecho danificado ( Figura 16).



Figura 11: Detalhe da cabeça do Cristo em 2010.

Fonte: Google imagens.



Figura 12: Detalhe da cabeça após a restauração de 2010.

Fonte: [www.cetem.gov.br/seminarios](http://www.cetem.gov.br/seminarios).

Figura 13: Detalhe da cabeça em 2016.

Fonte: Levantamento fotogramétrico, autor Adolfo Ibañez.

O formato triangular do mosaico em pedra-sabão (tesselas) de dimensões próximas a 3cm, permite maior liberdade para o acompanhar o movimento da escultura mas propicia uma excessiva quantidade de rejunte, como mostra a figura abaixo:



Figura 15: Foto do mosaico em pedra-sabão.

Fonte: Cristina Ventura, 2016

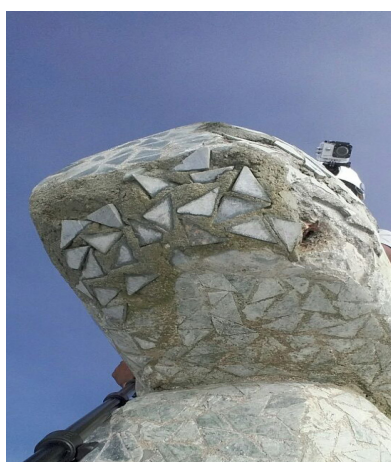


Figura 16: Foto do dedo da mão direita do monumento, em detalhe trecho com antiga intervenção.

Fonte: Anderson Jorge, 2017.

Para a realização do levantamento externo foi utilizada a técnica da fotogrametria digital. Durante esta etapa dos trabalhos, ficou constatada, logo nos primeiros vôos, a necessidade da escultura estar com a sua superfície úmida para melhor distinção das diversas patologias existentes.

Com o levantamento fotogramétrico, podemos acompanhar o progresso das fissuras encontradas na superfície da estrutura. No mês de abril deste ano, detectamos a evolução de uma trinca em um trecho do manto. Devido à ameaça eminente de desprendimento de material, o trecho foi removido e encaminhado para o ateliê de restauro, e a argamassa foi submetida à análise laboratorial pelo CETEM, além de o trecho ter sido restaurado.





Figura 17: Fotogrametria com destaque para área do dano  
Fonte: Adolfo Ibañez , editado por Cristina Ventura..



Figura 18: Detalhe do dano.  
Foto Cristina Ventura, abril de 2017



Figura 19: Detalhe do trecho após a retirada do material desprendido. Com ferragem a mostra.

Foto: Cristina Ventura, abril de 2017.

O trecho da estrutura foi encaminhado ao CETEM, para análise do material, que ratificou o diagnóstico visual das causas para o desprendimento do trecho:

Observam-se em algumas amostras altos teores de ferro oxidado, oriundos de estruturas metálicas presas às amostras, que são responsáveis pelo tingimento em grande proporção das argamassas e que podem, com o tempo, gerar manchas nas tesselas na parte externa, devido a presença constante de águas da chuva.

(CETEM, 2016, P.31)

A foto abaixo foi realizada na oficina de restauro e nota-se na figura 18 o detalhe do vinco realizado na argamassa, onde as tesselas são assentadas de forma a permitir esta dobra. Nas fotos seguintes, pode-se visualizar a retirada das tesselas com o uso de micro retífica e em seguida a colagem das peças com carboximetil em tecido para a refação do trecho do mosaico perdido.



Figura 21: Detalhe da retirada das tesselas.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 20: Detalhe do vinco existente na argamassa.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 22: Detalhe da colagem em tecido.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.

Essa forma adotada para a realização do restauro utilizou os métodos originais de assentamento do mosaico em pedra sabão. Após análises de possíveis procedimentos para a execução da intervenção e considerando as condições de trabalho realizado com o uso de rapel, decidiu-se junto ao órgão de preservação que, para o melhor resultado do restauro, as peças deveriam estar dispostas em tecido respeitando a distribuição original. Para isso, foi realizado um molde em gesso do trecho desprendido com a devida catalogação das peças para posterior fixação.

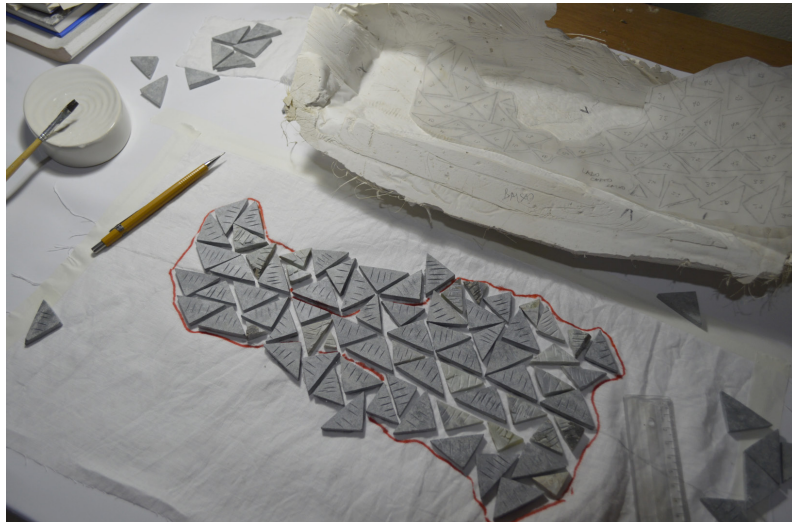


Figura 23: Finalização da montagem do mosaico.

Fonte: Daniela Camargo, maio de 2017.



Figura 24: Trecho restaurado em junho de 2017.

Fonte: Cristina Ventura.

## 6 | CONCLUSÃO

O desafio na preservação da arquitetura moderna passa pela proteção das fachadas com suas características construtivas e seus materiais constitutivos – normalmente o alumínio, vidro, plástico e borracha – no caso do Cristo Redentor, a fachada a ser preservada é a estrutura em argamassa armada revestida com mosaico de pedra sabão.

A constituição material da estrutura externa do monumento passou por um processo construtivo muito semelhante à execução das construções em taipa de mão, em que a malha era feita por meio do entrelaçamento de ripas de madeira verticais, com vigas horizontais, amarradas entre si, dando origem a um painel perfurado que era preenchido com barro. O processo para execução da estrutura externa do monumento dependeu da montagem da estrutura em aço, uma modelagem rigorosa sobre perfis horizontais com desenhos distintos, e da aplicação manual da argamassa

para seu revestimento. No entanto, para obtenção de detalhes executados somente na argamassa, era preciso o trabalho artístico dos operários e de um traço que favorecesse a sua aplicação feita manualmente; e a escultura possui diversos detalhes que foram executados diretamente na argamassa. Seu revestimento com mosaico de pedras perdeu suas propriedades de impermeabilidade e resistência ao longo de 86 anos de exposição às ações climáticas, diferentes daquelas registradas no início do século passado e muito mais agressivas, a exemplo, as chuvas ácidas e a quantidade de temporais com altos índices de incidência de raios.

Os testes realizados com trechos de argamassas e tesselas do monumento afirmam que a água é o principal agente de degradação externa - capaz de produzir fissuras por movimentação higroscópica, alterações nos minerais constituintes das rochas provocando mudança da coloração, aumento de volume por hidratação, hidrolisação de minerais e lixiviação de constituintes, geração de ácidos como o sulfúrico quando há sulfeto de ferro presente. Todos esses processos levam à desagregação dos minerais da rocha e aumentam sua porosidade, além de provocar perda de material na superfície.

As obras de concreto com exposição contínua às intempéries apresentam em sua grande maioria as marcas do tempo, desgastes do seu envelhecimento, como manchas, fissuras e corrosão da armadura. No caso do Cristo Redentor, temos a particularidade da volumetria da argamassa ser a responsável pela forma da escultura. Com isso, as intervenções onde se faz necessária a substituição de material, precedem de levantamentos e estudos para evitar a perda dos detalhes artísticos que dão forma ao monumento. A realização de ações continuadas de higienização e aplicação de produto hidrofugante agem como forma minimizadora do processo de degradação do monumento.

O monumento do Cristo Redentor, é um dos maiores símbolos art déco do mundo, recebe cerca de 6.000 visitantes por dia e em 2007 recebeu o título de uma das sete novas maravilhas do mundo.

Como ninguém pôde ir a Paris, pela primeira vez, sem subir ao alto da torre Eiffel; como não se pode entrar no Porto de Nova York sem se avistar a estatua da Liberdade: não se poderá fallar, dentro em breve, da cidade do Rio de Janeiro, sem fazer referencia à Christo. (COSTA, 1929, P.7)

## REFERÊNCIAS

COSTA, H.S. O monumento de Christo como obra de arte e obra de engenharia. **O Cruzeiro**, Rio de Janeiro, p.12, 1929.

COSTA, H.S. Resistencia e material. **O Cruzeiro**, Rio de Janeiro, p.20, 1931.

COSTA, H. S. Christo Redemptor – discurso pronunciado pelo engenheiro Heitor da Silva Costa no Rotary Club. **Technica e Arte. Revista de Engenharia e Architectura**, Rio de Janeiro, n.5, p.7-11, fevereiro de 1929.

FONTES, Lilian; NORONHA, Maria Izabel. **Redentor: de braços abertos**. Rio de Janeiro: Réptil Editora, 2012.

REIS, F. S. Carta aberta ao Monsenhor Luis Gonzaga do Carmo e aos engenheiros Pedro Fernandes Vianna e Heitor da Silva Costa. **Technica e Arte. Revista de Engenharia e Architectura**, Rio de Janeiro, n.5, p.13-16, fevereiro de Janeiro, p.27, 1931.

RIBEIRO, R.C.C; DALTO,D.P.S. Verificação da presença de protetivo nas tesselas de esteatito no Monumento do Cristo Redentor em 2016. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; outubro de 2016. **Relatório técnico**. RRM-0067-00-16.

RIBEIRO, R.C.C; MOURA,L.C.R; XAVIER,E.G. Caracterização de partes de concreto do Monumento ao Cristo Redentor. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; agosto de 2016. **Relatório técnico**. RRM-0055-00-16.

Google imagens. Acesso em: 18/07/2017

[www.cetem.gov.br/seminarios](http://www.cetem.gov.br/seminarios). Acesso em: 15/07/2017

## ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS DE MADEIRA, PROVENIENTES DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO, UTILIZANDO O GESSO COMO AGLOMERANTE

### **Tháisa Mariana Santiago Rocha**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC)  
Curitiba – PR

### **Leonardo Fagundes Roseback Miranda**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC)  
Curitiba – PR

### **Carlos Frederico Alice Parchen**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC)  
Curitiba – PR

### **Lara Biancato Ruhnke**

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba – PR

### **Paolo Pires de Lima**

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba – PR

**RESUMO:** Com a intensificação das atividades da indústria da construção civil e o aumento dos resíduos gerados por este setor, tem-se verificado a necessidade de ações voltadas para o desenvolvimento de técnicas que visem um crescimento sustentável. Os compósitos de madeira surgem como alternativa para o reaproveitamento dos resíduos de madeira

resultante das atividades deste setor. Seguindo esta tendência, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho físico e mecânico de compósitos dosados com resíduos de construção e demolição (RCD) de madeira. Os resíduos foram coletados em canteiros de obras, moídos, tratados e secos. As partículas de madeira foram caracterizadas através dos ensaios de composição granulométrica e massa unitária, e foram utilizadas nas condições: saturada e não saturada. Para os compósitos, foi utilizado o gesso de pega lenta, e adotados três diferentes relações gesso:madeira. A relação água:gesso foi fixada em 0,70. Foram realizados ensaios de tempo de pega, densidade de massa fresca, e moldados corpos de prova prismáticos para a realização dos ensaios de mecânicos aos 28 dias. Com os resultados obtidos, foi possível verificar que as resistências mecânicas foram superiores para a madeira na condição não saturada, e que o teor de madeira utilizado é inversamente proporcional às resistências obtidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósito de madeira, resíduo de madeira, gesso, reciclagem.

**ABSTRACT:** The intensification of the activities of the Construction Industry has increased the need for actions aimed at the development of techniques to sustainable growth. The wood composites are an

alternative to the reuse of wood waste resulting from the activities of this sector. Following this trend, the objective of this work is to evaluate the physical and mechanical performance of composite composites with construction and demolition waste (CDW) of wood. The residues were collected from construction sites, treated and dried. The wood particles were characterized by the grain size distribution and unit weight, in saturated and unsaturated conditions. It was used slow set time gypsum and adopted three different gypsum:wood ratios. The water:gypsum ratio was defined at 0,70. Setting time and fresh density tests were performed and prismatic specimens were molded for conducting mechanical tests at 28 days. With the results, we found that the mechanical strength were superior to wood in the unsaturated condition, and the wood content used is inversely proportional to the resistance obtained.

**KEYWORDS:** Wood composite, wood waste, plaster, recycling.

## 1 | INTRODUÇÃO

A madeira é um material natural que possui um ciclo na natureza, podendo ser degradada e reduzida aos elementos que a originaram, sendo assim, um material renovável e sustentável (KLOCK *et al.* 2005). Segundo Savastano Junior, Nolasco e Oliveira (1997), o emprego de fibras vegetais como reforço em matrizes cimentícias proporciona maior resistência ao impacto, causada por maior absorção de energia e possibilidade de trabalho no estágio pós-fissurado. Além disso, segundo Santos (2011), quanto maior a quantidade de madeira no compósito, menor será a densidade do produto que terá maior leveza, garantindo maior proteção térmica e acústica.

Para a realização das construções de obras verticalizadas, o consumo de madeira chega a 485mil m<sup>3</sup> anualmente, representando, aproximadamente, 80% da madeira consumida na indústria da construção civil (IPT, 2015). O uso de materiais reciclados ou reutilizados reduz a emissão de dióxido de carbono, pois evita o gasto de energia para extração e transformação, para o transporte e disposição final dos resíduos de novos materiais (GIAMA, 2015). Satisfazendo as necessidades da construção civil em busca de materiais que empregam menor quantidade de combustível em seu processo de produção e que minimizam o uso de recursos naturais, o gesso manifesta-se como um material com grande potencial de utilização, por possuir baixo consumo energético e grandes possibilidades de reciclagem, tornando viável sua utilização como material construtivo por um longo período de tempo, tendo em vista a quantidade de matéria-prima disponível (JOHN; CINCOTTO, 2007). Na construção civil o gesso é utilizado como pasta, em placas, blocos, painéis, entre outras aplicações, mas sua principal aplicação é em forma de pasta de revestimento de teto e paredes. Sua utilização está cada vez maior, pois sua pasta é vista pelas construtoras como um material alternativo de qualidade e de baixo custo (SCHMITZ; TAVARES, 2009). Painéis de gesso são muito utilizados na construção civil para vedação interna, porém têm a desvantagem de ter menor resistência mecânica e à umidade (BISSONNETTE; CLOUTIER; TITTELEIN,



2011).

Carvalho *et al.* (2008) verificaram que compósitos dosados com gesso e resíduos de polpa de celulose foram capazes de melhorar o desempenho mecânico dos compósitos, pois as fibras propiciaram uma maior absorção e retenção de água na matriz permitindo a formação de cristais maiores ao seu redor. Cherki, Remy e Khabbazi (2014) estudaram as propriedades térmicas de chapas de compósito cortiça-gesso e verificaram que a presença da cortiça é capaz de propiciar uma redução na condutividade térmica em até 3 vezes quando comparado com compósitos de referência.

O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho físico e mecânico de compósitos de gesso-madeira com diferentes tipos de madeira (compensado, eucalipto e pinus) provenientes de resíduos de construção e demolição (RCD).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Materiais

O tipo de aglomerante utilizado foi o Gesso Universal de pega lenta 60. A água utilizada foi fornecida pela rede pública de distribuição.

#### 2.1.1 Partículas de madeira

Foram obtidos três tipos diferentes de madeira, sendo: compensado, eucalipto e pinus. Todas provenientes de resíduos da construção civil. A madeira de eucalipto foi obtida na cidade de Rio Negrinho – SC. As madeiras de compensado e pinus são provenientes de obras na cidade de Curitiba – PR.

Os resíduos de madeira foram coletados, separados, e moídos em um moinho de martelos portátil. Os resíduos de eucalipto foram descascados antes da moagem para evitar que o material fibroso provocasse o entupimento do moinho. Após a moagem (Figura 1), as partículas de madeira foram ensacadas e armazenadas em local protegido de intempéries.



Figura 1: Procedimento de moagem de resíduos

Fonte: Os autores (2018).

As partículas de cada tipo de madeira foram caracterizadas através dos ensaios de determinação da massa unitária - NBR NM 45 (ABNT, 2006), determinação da composição granulométrica - NBR NM 248 (ABNT, 2003), e teor de umidade – NBR 7190 (ABNT, 1997).

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os valores de massa unitária e teor de umidade, respectivamente. Na Figura 2 são apresentadas as composições granulométricas para cada tipo de madeira.

Madeira	Massa unitária (kg/m³)
Compensado	173,83
Eucalipto	137,25
Pinus	207,72

Tabela 1: Resultados da massa unitária

Fonte: Os autores (2018).

Madeira	Teor de umidade (%)
Compensado	12,56%
Eucalipto	13,81%
Pinus	12,30%

Tabela 2: Resultados do teor de umidade

Fonte: Os autores (2018).

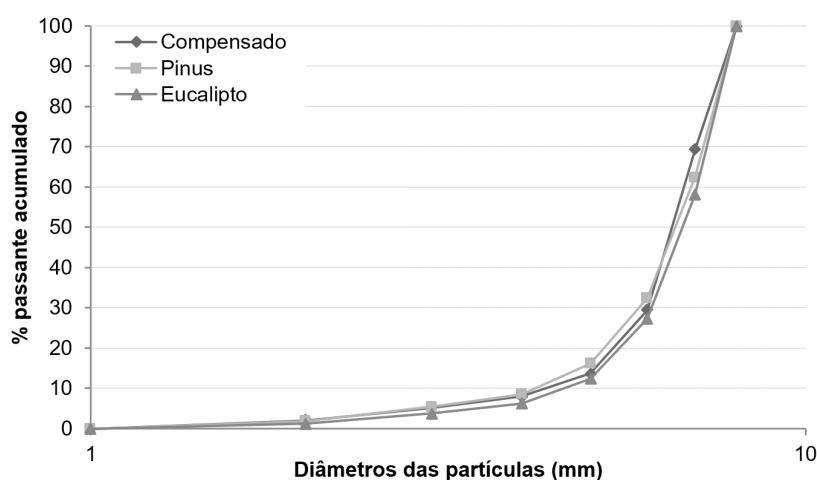


Figura 2: Distribuição granulométrica

Fonte: Os autores (2018).

## 2.2 Dosagens

### 2.2.1 Pré-tratamento das partículas de madeira

Foi adotado o pré-tratamento com água à temperatura ambiente, onde as partículas permaneceram submersas por um período de 48 horas e a proporção utilizada para madeira:água foi de 1:10.

### 2.2.2 Traço

O traço foi definido numa relação de 1:0,075 (gesso:madeira) em massa, o mesmo valor adotado por Matoski (2005), Latorraca (2000), Moslemi, Garcia e Hofstrand (1983) ao avaliarem a compatibilidade de compósitos de madeira com cimento, e outros dois traços (intermediário e pobre) foram utilizados no intuito de verificar a influência do teor de madeira no compósito. Na Tabela 3 é possível verificar os diferentes teores de madeira adotados.

Teor	Proporção (gesso:madeira)	Identificação
Rico	1:0,075	1,00
Intermediário	1:0,05625	0,75
Pobre	1:0,0375	0,50

Tabela 3: Teor de madeira

Fonte: Os autores (2018).

Foi fixada uma relação água:gesso de 0,70, e o consumo de aglomerante foi, também, fixado em 350g/dm<sup>3</sup>. As partículas de madeira foram utilizadas em duas condições:

- Saturado – Onde as partículas foram secas em estufa à 80°C e foram submersas (Figura 3) em água (proporção de madeira:água foi de 1:10) por 20 minutos antes da dosagem. A água foi escoada e o seu excesso retirado, para que então as partículas fossem adicionadas à mistura;



Figura 3: Procedimento de saturação da madeira

Fonte: Os autores (2018).

- Não Saturado – As partículas foram secas em estufa à 80°C e acrescentadas na mistura. Para esta condição, foi considerado um ajuste na quantidade de água para evitar que a água da mistura fosse absorvida pela madeira. Para isto, foi utilizada a equação (Equação 1) proposta por Simatupang *et al.*, (1978) *apud* Lima (2009):

$$\text{Quantidade de água} = R_{a/a} \times A + (0,30 - TU) \times M \quad (1)$$

Em que:

$R_{a/a}$  = Relação a:a (água:aglomerante);

A = Massa de aglomerante (gramas);

TU = Teor de umidade da partícula (%);

M = Massa das partículas (gramas).

Os traços utilizados para os compósitos de gesso-madeira estão apresentados na Tabela 4.

Madeira				Identificação
Tipo	Tratamento	Condição	Teor	
Compensado	AF 48h	Saturado	0,0750	GM COMP SAT 1,0
			0,0563	GM COMP SAT 0,75
			0,0375	GM COMP SAT 0,50
		Não-saturado	0,0750	GM COMP NSAT 1,0
			0,0563	GM COMP NSAT 0,75
			0,0375	GM COMP NSAT 0,50
Eucalipto	AF 48h	Saturado	0,0750	GM EUC SAT 1,0
			0,0563	GM EUC SAT 0,75
			0,0375	GM EUC SAT 0,50
		Não-saturado	0,0750	GM EUC NSAT 1,0
			0,0563	GM EUC NSAT 0,75
			0,0375	GM EUC NSAT 0,50
Pinus	AF 48h	Saturado	0,0750	GM PIN SAT 1,0
			0,0563	GM PIN SAT 0,75
			0,0375	GM PIN SAT 0,50
		Não-saturado	0,0750	GM PIN NSAT 1,0
			0,0563	GM PIN NSAT 0,75
			0,0375	GM PIN NSAT 0,50
-	-	-	-	GESSO REF

Tabela 4: Dosagem de materiais

Fonte: Os autores (2018).

### 2.2.3 Mistura

Foi realizada de acordo com a norma NBR 12128 (ABNT, 2017a). Adicionou-se primeiramente a água, realizou-se o polvilhamento da massa gesso (durante 1 min), foi mantida em repouso durante 2 min. Na sequência, a argamassadeira foi ligada e permaneceu em movimento durante 1 min. A mistura foi homogeneizada manualmente por 30s para então serem realizados os ensaios no estado fresco. Foi realizado, também, o estudo de dosagem englobando a moldagem de corpos de prova prismáticos (4 x 4 x 16 cm) e a verificação de suas propriedades no estado endurecido. Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas, e mantidos em câmara seca até a realização dos ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão, aos 28 dias.

## 2.3 Ensaios

### 2.3.1 Estado fresco

Foram realizados os ensaios de determinação de tempo de pega NBR 12128 (ABNT, 2017a); e determinação de densidade fresca NBR 13278 (ABNT, 2005a).

### 2.3.2 Estado endurecido

Foram realizados os ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão – NBR 13279 (ABNT, 2005b), e de densidade endurecida - NBR 13280 (ABNT, 2005c).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Estado Fresco

Na Tabela 5, é possível observar os resultados obtidos nos ensaios realizados no estado fresco.

Identificação	Densidade fresca (g/cm <sup>3</sup> )	Tempo de pega (h:min)	
		Início	Fim
GM COMP SAT 1,0	1,52	00:12	00:19
GM COMP SAT 0,75	1,50	00:06	00:17
GM COMP SAT 0,50	1,48	00:17	00:33
GM COMP NSAT 1,0	1,51	00:13	00:17
GM COMP NSAT 0,75	1,53	00:16	00:21
GM COMP NSAT 0,50	1,50	00:23	00:30
GM EUC SAT 1,0	1,49	00:27	00:36
GM EUC SAT 0,75	1,52	00:22	00:33

GM EUC SAT 0,50	1,53	00:15	00:29
GM EUC NSAT 1,0	1,50	00:15	00:19
GM EUC NSAT 0,75	1,52	00:25	00:30
GM EUC NSAT 0,50	1,53	00:20	00:27
GM PIN SAT 1,0	1,46	00:19	00:26
GM PIN SAT 0,75	1,49	00:13	00:23
GM PIN SAT 0,50	1,51	00:20	00:34
GM PIN NSAT 1,0	1,53	00:14	00:22
GM PIN NSAT 0,75	1,50	00:24	00:32
GM PIN NSAT 0,50	1,52	00:21	00:35
GESSO REF	1,67	00:18	00:52

Tabela 5: Resultados no estado fresco

Fonte: Os autores (2018).

A dosagem de referência (0% de madeira) apresentou o maior valor de densidade de massa fresca, indicando que a presença da madeira é capaz de tornar o material menos denso e, conseqüentemente, com maior leveza. Nos resultados de tempo de pega, verifica-se que os valores obtidos estão de acordo com a NBR 13207 (ABNT, 2017b).

Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à densidade fresca, ao início e ao fim de pega, respectivamente.

Com relação à análise da densidade de massa fresca (Figura 4), é possível verificar que apenas o eucalipto apresentou uma tendência clara e inversamente proporcional com relação à variação do teor de madeira no compósito. Esta tendência pode estar correlacionada com o fato de que as partículas de Eucalipto apresentaram, também, menor massa unitária e maior quantidade de partículas finas quando comparado aos outros tipos de madeira.

Para a madeira de compensado, na condição saturada a densidade de massa fresca apresentou um aumento diretamente proporcional à variação do teor de madeira, enquanto que na condição não saturada foi obtida uma densidade máxima para o teor de 0,75.

Na madeira de pinus, para a condição saturada a tendência apresentada é semelhante à madeira de Eucalipto, enquanto que para a condição não saturada foi obtida uma densidade mínima para o teor de 0,75.

Os pontos máximo e mínimo para o teor de 0,75 podem ter sido obtidos pelas diferentes absorções de água durante o procedimento de saturação, por se tratarem de diferentes tipos de madeira (compensado e pinus, respectivamente).

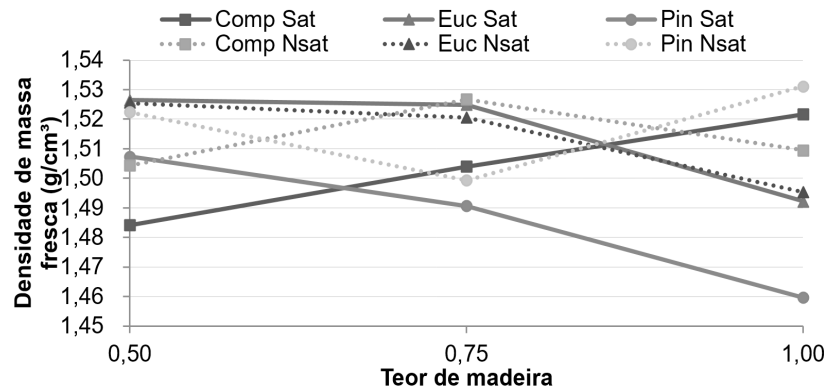


Figura 4: Comparativo da densidade de massa fresca para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 5 é realizada a análise do tempo de início de pega para as diferentes dosagens. É possível observar que, exceto para os teores de 1,0 para as madeiras de eucalipto e pinus, todas as dosagens apresentaram menor início de pega para a condição saturada. Acredita-se que a saturação da madeira seja capaz de liberar seus extrativos e acelerar o início do tempo de pega do compósito. Em compósitos de cimento-madeira, os extrativos presentes na madeira são capazes de inibir a pega com o cimento, neste estudo, ao utilizar o gesso como aglomerante, verificou-se que os extrativos são capazes de acelerar a pega.

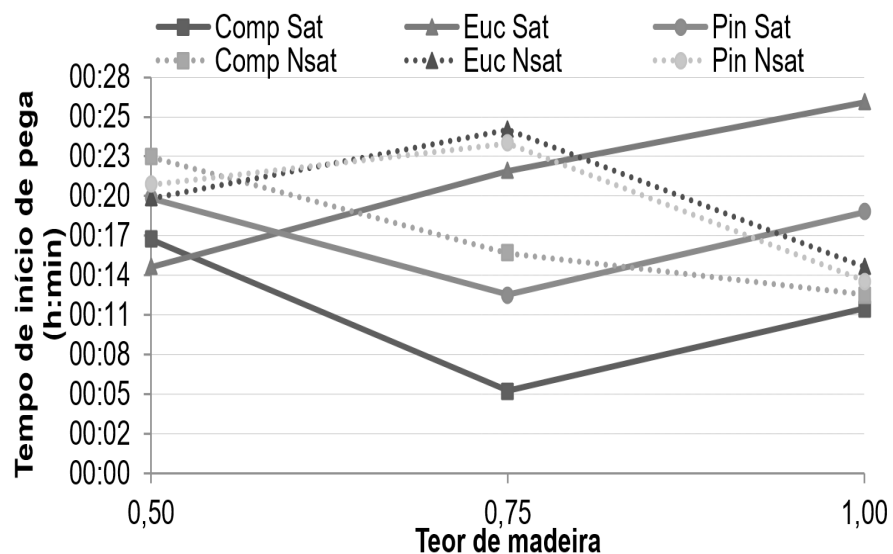


Figura 5: Comparativo do início de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 6 é realizada a análise do tempo de fim de pega para as diferentes dosagens. É possível observar que, exceto para os teores de 0,75 para as madeiras de compensado e pinus, todas as dosagens apresentaram maior fim de pega para a condição saturada. Acredita-se que apesar da presença da madeira, o tempo de fim de pega do gesso (o gesso utilizado é de pega lenta - 60 min) não foi influenciado. Os maiores tempos de fim de pega foram obtidos para a madeira de eucalipto na condição

saturada, o que pode propiciar uma melhor trabalhabilidade para o compósito durante sua moldagem. De modo geral, verifica-se que dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores tempos de fim de pega com relação aos maiores teores (1,0).

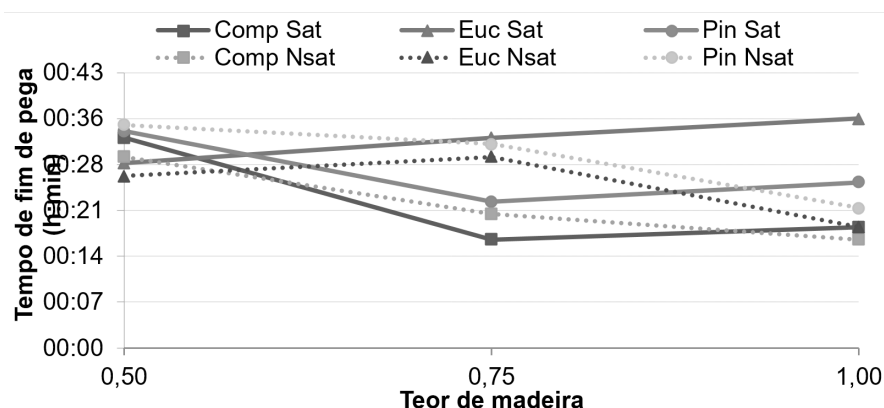


Figura 6: Comparativo do fim de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

### 3.2 Estado Endurecido

Na Tabela 6, é possível observar os resultados obtidos nos ensaios realizados no estado endurecido.

Identificação	Idade (28 dias)		
	Resistência à tração (MPa)	Resistência à compressão (MPa)	Densidade endurecida (g/cm <sup>3</sup> )
GM COMP SAT 1,0	2,94	7,24	1,06
GM COMP SAT 0,75	3,85	9,80	1,14
GM COMP SAT 0,50	3,29	9,32	1,12
GM COMP NSAT 1,0	3,83	9,04	1,13
GM COMP NSAT 0,75	3,79	8,37	1,13
GM COMP NSAT 0,50	3,42	8,60	1,12
GM EUC SAT 1,0	3,85	7,64	1,08
GM EUC SAT 0,75	3,38	8,15	1,08
GM EUC SAT 0,50	3,94	10,04	1,15
GM EUC NSAT 1,0	4,26	8,25	1,15
GM EUC NSAT 0,75	3,61	8,78	1,15
GM EUC NSAT 0,50	3,48	8,91	1,13
GM PIN SAT 1,0	2,57	6,41	1,05
GM PIN SAT 0,75	3,72	8,44	1,11
GM PIN SAT 0,50	2,92	8,32	1,10
GM PIN NSAT 1,0	3,36	7,54	1,11
GM PIN NSAT 0,75	4,33	7,75	1,15
GM PIN NSAT 0,50	3,71	9,50	1,15
GESSO REF	3,99	9,68	1,24

Tabela 6: Resultados no estado endurecido

Fonte: Os autores (2018).



Nas Figuras 7, 8 e 9 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à resistência à tração na flexão, à compressão, e à densidade endurecida, respectivamente.

Na Figura 7 são apresentados os resultados de resistência à tração na flexão, aos 28 dias. É possível observar que, exceto para o teor de 1,0 para a madeira de compensado, todas as dosagens apresentaram maior resistência à tração na flexão para a condição não saturada. Acredita-se que a saturação da madeira contribuiu para que exista uma maior quantidade de água no compósito propiciando a redução da resistência. Lima (2009) *apud* Hachimi e Campbell (1989) explica que, em compósitos de cimento-madeira, a retirada da água das partículas da madeira causa a retração das partículas, reduzindo a ligação da pasta de cimento com as partículas de madeira. Acredita-se que o mesmo pode ocorrer para os compósitos de gesso-madeira, onde foram obtidas as menores resistências para as dosagens com a madeira saturada.

De modo geral, verifica-se, também, que dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores resistências com relação aos maiores teores (1,0). A natureza das madeiras pode ser capaz de influenciar na quantidade de água absorvida, para as madeiras de compensado e pinus, o teor de 0,75 de madeira apresentou maior resistência, enquanto que para a madeira de Eucalipto o teor de 0,75 de madeira apresentou menor resistência.

A variação dos resultados apresentados na Figura 7 pode, inclusive, ter sido causada pela orientação/distribuição da madeira nos corpos de prova.

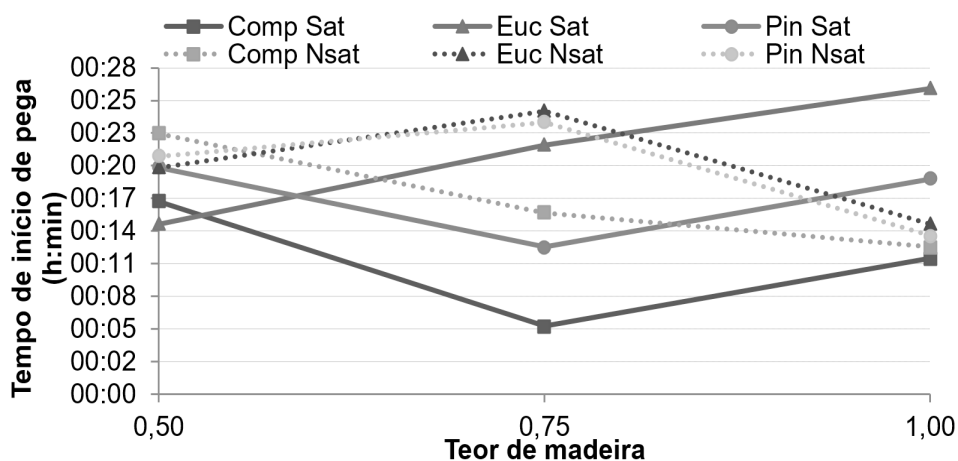


Figura 7: Comparativo da resistência à tração na flexão para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Os resultados de resistência à compressão, aos 28 dias, são apresentados na Figura 8. É importante destacar que, de modo geral, dosagens com menores teores de madeira (0,50) apresentam maiores resistências com relação aos maiores teores (1,0). Os compósitos de gesso-madeira, de forma geral, apresentaram resistências à compressão inferiores ao resultado obtido para a pasta de gesso de referência,

evidenciando que as partículas de madeira podem atuar de maneira similar às fibras, proporcionando melhores resultados para as resistências à tração na flexão do que para as resistências à compressão.

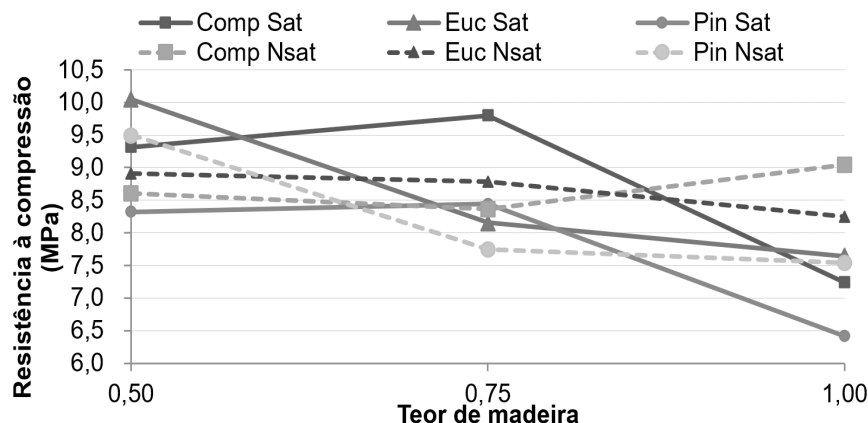


Figura 8: Comparativo da resistência à compressão para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 9, as densidades endurecidas, aos 28 dias, dos compósitos dosados são apresentadas. Para o teor de madeira de 1,0, os menores valores foram obtidos para as madeiras na condição saturada, já que a água absorvida pelas partículas de madeira, presente no compósito, evapora e aumenta a quantidade de vazios, diminuindo a densidade endurecida. Tendência que ocorre para os teores de 0,50 e 0,75, também.

O resultado para a pasta de gesso de referência foi o maior resultado obtido, o que corrobora com o resultado obtido na densidade de massa fresca.

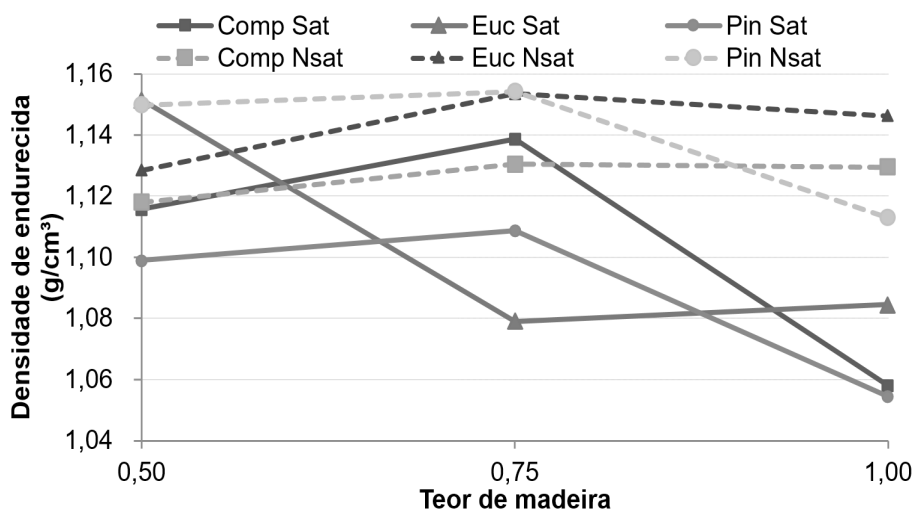


Figura 9: Comparativo da densidade endurecida para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

## 4 | CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos após a realização dos ensaios no estado fresco e endurecido foi possível constatar que:

- Ocorreu um menor tempo de início e maior tempo de fim de pega para madeiras na condição saturada;
- As dosagens apresentaram maior resistência à tração na flexão e à compressão para a condição não saturada;
- Os compósitos dosados com os menores teores de madeira (0,50) apresentaram maiores resistências mecânicas quando comparados com os maiores teores (1,0);
- Os resultados indicam que a inclusão do resíduo de madeira pode ter aumentado a resistência à tração na flexão nos corpos de prova.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, PPGECC/UFPR, pela infraestrutura de laboratórios fornecida à realização dos ensaios, assim como à Fundação Araucária e à CAPES pelo apoio financeiro através de bolsas de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 7190**: Projetos de estrutura de madeira – especificação. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 12128**: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 2017a.

\_\_\_\_\_. **NBR 13207**: Gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 2017b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005c.

BISSONNETTE, B.; CLOUTIER, A.; TITTELEIN, P. Design of a low-density wood-cement particleboard for interior wall finish. **Cement e Concrete Composites**. Journal ELSEVIER, 2011.

- CARVALHO, M. A.; CALIL JÚNIOR, C.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TUBINO, R.; CARVALHO, M. T. Microstructure and mechanical properties of gypsum composites reinforced with recycled cellulose pulp. **Materials Research**, v.11, n. 4, p391-397, 2008.
- CHERKI, A.; REMY, B.; KHABBAZI, A.; Experimental thermal properties characterization of insulating cork–gypsum composite. **Construction and Building Materials**. v. 54, p. 202–209, 2014.
- GIAMA, E. Assessment tools for the environmental evaluation of concrete, plaster and brick elements production. Department of Mechanical Engineer. Aristotle University. Greece. **Journal of Cleaner Production**. ELSEVIER, 2015.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS DO ESTADO DE SP (IPT). **Madeira para uso sustentável na construção civil**. Disponível em: <<http://www.ipt.br/publicacoes/3.htm>>. Acesso em: 10/11/2015.
- JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. **Gesso de construção civil**. In:\_\_\_\_\_.IBRACON, Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Nº1, G.C. Isaia, 2007.
- KLOCK, U; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDES, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira** 3º ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- LATORRACA, J. V. F. – **Eucalyptus spp. na produção de painéis de cimento-madeira**. 208f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- LIMA, A. J. M. de. **Utilização de resíduo de Pinus spp e materiais cimentícios alternativos na produção de blocos para alvenaria estrutural**. 281f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- MATOSKI, A. **Utilização de pó de madeira com granulometria controlada na produção de painéis de cimento-madeira**. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- MOSLEMI A. A.; GARCIA, J.F.; HOFSTRAND, A.D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cement water systems. **Wood and Fiber science**, v. 15, n.2, p. 164-176, 1983.
- SANTOS, L. A. C. **Painéis de madeira-cimento: composição, processo de produção, características e aplicações**. Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Gurupi. Universidade Federal do Tocantins, 2011.
- SAVASTANO JUNIOR, H.; NOLASCO, A.M.; OLIVEIRA, L. **Disponibilidade de resíduos de alguns tipos de fibra vegetal, no Brasil, para uso em componentes de construção**. Cali, 1997.
- SCHMITZ, I. B. T. A.; TAVARES, Y. V. P. **Estudo do desempenho da pasta de gesso com adição de seu resíduo como revestimento interno de parede**. Curitiba, 2009.

## INFLUÊNCIA DE ADITIVOS ACELERADORES DE PEGA NAS PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO DE COMPÓSITOS DE CIMENTO E RESÍDUOS DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO

### **Tháisa Mariana Santiago Rocha**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil  
Curitiba – PR

### **Leonardo Fagundes Rosembach Miranda**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil  
Curitiba – PR

### **Carlos Frederico Alice Parchen**

Universidade Federal do Paraná – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil  
Curitiba – PR

### **Paolo Pires de Lima**

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba – PR

### **Lara Biancato Ruhnke**

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba – PR

**RESUMO:** A indústria da construção civil é capaz de alterar significativamente o meio, gerando resíduos provenientes de suas atividades. A utilização da madeira como estrutura temporária propicia o aumento do volume de resíduo gerado. Os compósitos de madeira são uma alternativa para o reaproveitamento destes resíduos, porém, a

compatibilidade entre o cimento e a madeira pode influenciar a formação do compósito. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é verificar a influência dos aditivos aceleradores de pega, em compósitos de cimento-madeira, no estado fresco. Os resíduos foram coletados em canteiros de obras, moídos, tratados, e secos. As partículas foram caracterizadas através da granulometria e massa unitária, e foram utilizadas na condição saturada e não saturada. Foi utilizado o cimento CPV-ARI RS, a relação cimento:madeira foi fixada em 1:0,075, e a relação água:cimento foi fixada em 0,50. Foram utilizados dois aditivos aceleradores de pega, um à base de nitrato de cálcio e outro de silicato de sódio. Foram realizados ensaios de tempo de pega, consistência e densidade de massa fresca. O Aditivo I proporcionou maior índice de consistência, porém apresentou exsudação. E o Aditivo II apresentou menor tempo de início de pega, e melhor compatibilidade com os diferentes tipos de madeiras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compósito de madeira, resíduo de madeira, cimento Portland, aditivo acelerador de pega, reciclagem.

**ABSTRACT:** The construction industry is able to significantly change the environment, generating waste from its activities. The use of wood as a temporary structure provides increased volume of generated waste. The wood composites are an

alternative for the recycling of these wastes, however, the compatibility between cement and wood can influence the formation of the composite. In this sense, the objective of this study is to investigate the influence of setting time accelerators additives in fresh properties of cement-wood composites. The wastes were collected at construction sites, treated and dried. The particles were characterized by grain size distribution and unit weight, and were used in the saturated and unsaturated conditions. CPV-ARI RS cement was used, the cement:wood ratio was fixed at 1:0,075, and water:cement ratio was 0,50. Two setting time accelerators additives were used, one based on calcium nitrate and other sodium silicate. Tests of setting time, consistency and fresh density were performed. Additive I provided greater consistency index, but showed exudation. And Additive II showed lower initial setting time and better compatibility with different types of woods.

**KEYWORDS:** Wood composite, wood waste, Portland Cement, additive handle accelerator, recycling.

## 1 | INTRODUÇÃO

A construção civil consome um grande volume de matéria prima que requer muita energia para sua transformação. Desta maneira, o reuso de materiais contribui com grande importância no caráter sustentável das construções, reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente (GIAMA, 2015). A produção de materiais à base do compósito de cimento-madeira tem, portanto, este caráter sustentável na medida em que reutiliza a madeira, reduzindo a quantidade de resíduos e ainda gerando um valor agregado ao resíduo de madeira (SANTOS, 2011). Segundo Klock *et al.* (2005), a madeira é um material natural que possui um ciclo na natureza, ou seja, pode ser degradada e reduzida aos elementos que a originaram. Desta forma, a madeira é um material renovável e sustentável.

Lima (2009) cita que o uso de resíduos advindos das indústrias de processamento de madeira ou de resíduos de madeiras advindos das etapas de construção e demolição de obras deve receber maior destaque. Visto que, ao solucionar este problema, é possível contribuir para a preservação dos recursos naturais bem como reduzir a emissão de dióxido de carbono.

Conforme constatado por Angulo (2005), a reciclagem dos resíduos de madeira é viabilizada através de técnicas de segregação que permitem a separação dos resíduos por natureza, reduzindo a possibilidade de sua contaminação.

Um compósito pode ser entendido como a união, por algum processo de mistura, de dois materiais distintos, e que tem características diferentes dos materiais que o formam (FONSECA, 2005). O compósito de cimento-madeira já é conhecido de longa data na produção de placas de isolamento externo, na produção de telhas e forros, possuindo bom desempenho térmico e acústico. Além disso, garante boa resistência ao fogo e a agentes biológicos. Com isto, placas de cimento-madeira garantem boa

qualidade não só nas vedações externas, como também nas vedações internas (SANTOS, 2011).

Ainda segundo Santos (2011), quanto maior a quantidade de madeira no compósito, menor será a densidade do produto que terá maior leveza e garantirá maior proteção térmica e acústica. Além disso, pelo baixo custo, são ideais para países em desenvolvimento (ARDANUY *et al.*, 2011). Podem ainda ser furados e serrados, podendo ser facilmente aplicados nos mais diversos usos (SANTOS, 2011). Segundo Ferraz *et al.* (2012), os compósitos de cimento-madeira passam a ser cada vez mais utilizados devido o baixo custo, facilidade de produção e abundância de madeira, que além de ser encontrada facilmente como resíduo de outras atividades, é renovável.

A principal dificuldade encontrada na produção de materiais de cimento-madeira é a incompatibilidade destes dois materiais (SANTOS, 2011). A madeira possui extrativos e polissacarídeos que interferem e inibem a hidratação do cimento Portland e a produção de C-S-H (silicato de cálcio hidratado). O grau de inibição depende em grande proporção da espécie da madeira utilizada. Tendo isto em vista, os aditivos aceleradores de pega são utilizados para reduzir esse efeito inibitório, melhorando a compatibilidade da madeira com o cimento (BISSONNETTE; CLOUTIER; TITTELEIN, 2011).

Segundo Latorraca (1996) *apud* Santos (2011), os pré-tratamentos com água quente, água fria e substâncias químicas reduzem o efeito inibidor que a madeira produz nos compósitos de cimento-madeira, tornando possível a compatibilidade e produção com diversas fibras vegetais. Lima (2009) realizou diversos pré-tratamentos, com água fria, água quente, solução de NaOH e solução de  $\text{Ca(OH)}_2$ , e concluiu que os tratamentos com água fria e água quente apresentaram os melhores resultados, proporcionando melhor qualidade mecânica do compósito.

Assim sendo, o uso de pré-tratamentos e aditivos aceleradores de pega melhoram a compatibilidade do cimento com a madeira e melhoram a qualidade dos compósitos (FERRAZ *et al.*, 2012). No entanto, isto pode aumentar os custos agregados e as fases de produção.

Os aditivos aceleradores de pega têm a função de atuar na hidratação do cimento, reduzindo o tempo em que ela ocorre, ou seja, aumentando a velocidade de endurecimento e ganho de resistência (MATOSKI, 2005).

Portanto, o objetivo deste artigo é verificar a influência dos aditivos aceleradores de pega durante o estado fresco, em compósitos de cimento e madeira reciclada, dosados com as partículas de madeira na condição saturada e não saturada.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Materiais

O tipo de cimento utilizado foi o CPV-ARI RS. A água utilizada foi fornecida pela rede pública de distribuição. Foram utilizados dois tipos de aditivos aceleradores de pega. Os aditivos foram adquiridos no comércio na região de Curitiba, e as características de cada um podem ser observadas na Tabela 1.

Identificação	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Estado físico	Cor	Composição química	Dosagem (%)
Aditivo I	1,42	Líquido	Amarelo	Nitrato de cálcio	0,2 a 1,0
Aditivo II	1,27	Líquido	Incolor	Silicato de sódio	3,0 a 15,0

Tabela 1: Características dos aditivos aceleradores de pega

Fonte: Os fabricantes (2018).

A dosagem dos aditivos foi realizada com relação à massa do cimento.

#### 2.1.1 Partículas de madeira

Foram obtidos três tipos diferentes de madeira, sendo: compensado, eucalipto e pinus. Todas provenientes de resíduos da construção civil. A madeira de eucalipto foi obtida na cidade de Rio Negrinho – SC. As madeiras de compensado e pinus são provenientes de obras na cidade de Curitiba – PR.

Os resíduos de madeira foram coletados, separados, e moídos em um moinho de martelos portátil. Os resíduos de eucalipto foram descascados antes da moagem para evitar que o material fibroso provocasse o entupimento do moinho. Após a moagem (Figura 1), as partículas de madeira foram ensacadas e armazenadas em local protegido de intempéries.



Figura 1: Procedimento de moagem de resíduos

Fonte: Os autores (2018).

As partículas de cada tipo de madeira foram caracterizadas através dos ensaios de determinação da massa unitária - NBR NM 45 (ABNT, 2006), determinação da



composição granulométrica - NBR NM 248 (ABNT, 2003), e teor de umidade – NBR 7190 (ABNT, 1997).

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores de massa unitária e teor de umidade, respectivamente. Na Figura 2 são apresentadas as composições granulométricas para cada tipo de madeira.

Madeira	Massa unitária (kg/m <sup>3</sup> )
Compensado	173,83
Eucalipto	137,25
Pinus	207,72

Tabela 2: Resultados da massa unitária

Fonte: Os autores (2018).

Madeira	Teor de umidade (%)
Compensado	12,56%
Eucalipto	13,81%
Pinus	12,30%

Tabela 3: Resultados do teor de umidade

Fonte: Os autores (2018).

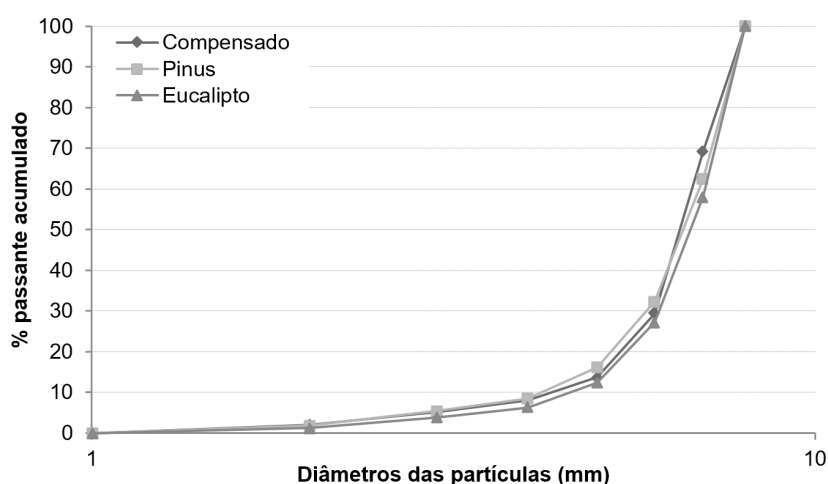


Figura 2: Distribuição granulométrica

Fonte: Os autores (2018).

## 2.2 Dosagens

### 2.2.1 Pré-tratamento das partículas de madeira

Foi adotado o pré-tratamento com água à temperatura ambiente, onde as partículas permaneceram submersas por um período de 48 horas e a proporção utilizada para madeira:água foi de 1:10.

### 2.2.2 Traço

O traço foi definido numa relação de 1:0,075 (cimento:madeira) em massa, o

mesmo valor proposto por Matoski (2005). Foi fixada uma relação água:cimento de 0,50, e o consumo de aglomerante foi, também, fixado em 350g/dm<sup>3</sup>. Os aditivos foram utilizados nos teores da Tabela 4.

Identificação	Teores utilizados			
	0,0%	0,4%	0,7%	1,0%
Aditivo I	0,0%	0,4%	0,7%	1,0%
Aditivo II	0,0%	5,0%	10,0%	15,0%

Tabela 4 – Teores dos aditivos aceleradores de pega

Fonte: Os autores (2018).

As partículas de madeira foram utilizadas em duas condições:

- Saturado – Onde as partículas foram secas em estufa à 80°C e foram submersas (Figura 3) em água (proporção de madeira:água foi de 1:10) por 20 minutos antes da dosagem. A água foi escoada e o seu excesso retirado, para que então as partículas fossem adicionadas à mistura;



Figura 3: Procedimento de saturação da madeira

Fonte: Os autores (2018).

- Não Saturado – As partículas foram secas em estufa à 80°C e acrescentadas na mistura. Para esta condição, foi considerado um ajuste na quantidade de água para evitar que a água da mistura fosse absorvida pela madeira. Para isto, foi utilizada a equação (Equação 1) proposta por Simatupang *et al.* (1978) *apud* Lima (2009):

$$\text{Quantidade de água} = R_{a/a} \times A + (0,30 - TU) \times M \quad (1)$$

Em que:

$R_{a/a}$  = Relação a:a (água:aglomerante);

A = Massa de aglomerante (gramas);

TU = Teor de umidade da partícula (%);

M = Massa das partículas (gramas).

Os traços utilizados para os compósitos de cimento-madeira estão apresentados na Tabela 5.

Madeira			Aditivo		Identificação
Tipo	Trat.	Condição	Tipo	Teor	
Compensado	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM COMP NSAT REF
			AD I	0,4%	CM COMP NSAT 0,4
				0,7%	CM COMP NSAT 0,7
				1,0%	CM COMP NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM COMP NSAT 5,0
				10,0%	CM COMP NSAT 10,0
		15,0%		CM COMP NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM COMP SAT REF
			AD I	0,4%	CM COMP SAT 0,4
				0,7%	CM COMP SAT 0,7
				1,0%	CM COMP SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM COMP SAT 5,0
10,0%	CM COMP SAT 10,0				
15,0%	CM COMP SAT 15,0				
Eucalipto	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM EUC NSAT REF
			AD I	0,4%	CM EUC NSAT 0,4
				0,7%	CM EUC NSAT 0,7
				1,0%	CM EUC NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM EUC NSAT 5,0
				10,0%	CM EUC NSAT 10,0
		15,0%		CM EUC NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM EUC SAT REF
			AD I	0,4%	CM EUC SAT 0,4
				0,7%	CM EUC SAT 0,7
				1,0%	CM EUC SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM EUC SAT 5,0
10,0%	CM EUC SAT 10,0				
15,0%	CM EUC SAT 15,0				
Pinus	AF 48h	Não-saturado	Referência	0,0%	CM PIN NSAT REF
			AD I	0,4%	CM PIN NSAT 0,4
				0,7%	CM PIN NSAT 0,7
				1,0%	CM PIN NSAT 1,0
			AD II	5,0%	CM PIN NSAT 5,0
				10,0%	CM PIN NSAT 10,0
		15,0%		CM PIN NSAT 15,0	
		Saturado	Referência	0,0%	CM PIN SAT REF
			AD I	0,4%	CM PIN SAT 0,4
				0,7%	CM PIN SAT 0,7
				1,0%	CM PIN SAT 1,0
			AD II	5,0%	CM PIN SAT 5,0
10,0%	CM PIN SAT 10,0				
15,0%	CM PIN SAT 15,0				

Tabela 5 – Dosagem de materiais

Fonte: Os autores (2018).

### 2.2.3 Mistura

Foi realizada de acordo com a norma NBR 13276 (ABNT, 2005) com algumas adaptações. Adicionou-se primeiramente a água e o aditivo (quando usado), e em seguida o cimento. O compósito foi misturado em argamassadeira em velocidade baixa por 30s, em seguida adicionou-se a madeira gradativamente durante 30s, sem parar a mistura. Aumentou-se a velocidade para alta por mais 30s. A mistura foi homogeneizada manualmente por 30s para então serem realizados os ensaios no estado fresco. Foi realizado, também, o estudo de dosagem englobando a moldagem de corpos de prova prismáticos e a verificação de suas propriedades no estado endurecido.

## 2.3 Ensaios

### 2.3.1 estado fresco

Foram realizados os ensaios de determinação de tempo de pega NBR NM 65 (ABNT, 2003); determinação do índice de consistência NBR 13276 (ABNT, 2005); e determinação de densidade fresca NBR 13278 (ABNT, 2005).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Estado Fresco

Na Tabela 6, é possível observar os resultados obtidos nos ensaios realizados no estado fresco.

Identificação	Densidade fresca (g/cm <sup>3</sup> )	Consistência (mm)	Tempo de pega (h:min)	
			Início	Fim
CM COMP NSAT REF	1,64	308,3	04:48	08:18
CM COMP NSAT 0,4	1,63	335,0	04:32	06:58
CM COMP NSAT 0,7	1,64	346,7	04:00	07:08
CM COMP NSAT 1,0	1,67	343,3	03:07	06:37
CM COMP NSAT 5,0	1,65	320,0	01:54	07:03
CM COMP NSAT 10,0	1,60	291,7	01:19	07:54
CM COMP NSAT 15,0	1,60	251,7	00:35	07:27
CM COMP SAT REF	1,66	403,3	07:37	08:05
CM COMP SAT 0,4	1,58	373,3	04:45	08:33

CM COMP SAT 0,7	1,58	365,0	03:50	08:28
CM COMP SAT 1,0	1,62	400,0	06:29	07:31
CM COMP SAT 5,0	1,62	346,7	01:48	07:27
CM COMP SAT 10,0	1,64	336,7	01:24	09:43
CM COMP SAT 15,0	1,63	311,7	01:32	08:11
CM EUC NSAT REF	1,68	340,0	04:42	08:29
CM EUC NSAT 0,4	1,65	326,7	03:52	07:28
CM EUC NSAT 0,7	1,70	340,0	02:29	06:54
CM EUC NSAT 1,0	1,69	311,7	01:42	06:22
CM EUC NSAT 5,0	1,65	296,7	01:42	07:06
CM EUC NSAT 10,0	1,65	281,7	01:12	06:29
CM EUC NSAT 15,0	1,62	280,0	00:49	06:57
CM EUC SAT REF	1,67	398,3	03:34	07:04
CM EUC SAT 0,4	1,63	368,3	04:31	08:46
CM EUC SAT 0,7	1,61	395,0	04:14	08:09
CM EUC SAT 1,0	1,61	386,7	04:19	05:49
CM EUC SAT 5,0	1,63	356,7	01:53	06:43
CM EUC SAT 10,0	1,63	330,0	01:42	08:00
CM EUC SAT 15,0	1,60	348,3	01:50	07:41
CM PIN NSAT REF	1,64	350,0	04:32	09:16
CM PIN NSAT 0,4	1,66	381,7	04:15	07:26
CM PIN NSAT 0,7	1,65	390,0	03:58	08:17
CM PIN NSAT 1,0	1,71	361,7	02:05	06:47
CM PIN NSAT 5,0	1,66	343,3	02:13	06:56
CM PIN NSAT 10,0	1,69	338,3	01:30	06:37
CM PIN NSAT 15,0	1,66	316,7	01:17	06:45
CM PIN SAT REF	1,66	385,0	04:16	08:06

CM PIN SAT 0,4	1,62	383,3	04:06	08:21
CM PIN SAT 0,7	1,64	401,7	04:01	08:26
CM PIN SAT 1,0	1,63	398,3	07:14	08:44
CM PIN SAT 5,0	1,60	371,7	03:10	09:25
CM PIN SAT 10,0	1,59	340,0	02:03	10:24
CM PIN SAT 15,0	1,58	353,3	01:19	07:28

Tabela 6 – Resultados no estado fresco

Fonte: Os autores (2018).

Nas Figuras 4, 5, 7 e 8 são apresentados os comparativos entre as diferentes dosagens com relação à densidade fresca, à consistência, ao início e ao fim de pega, respectivamente.

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos para a densidade de massa fresca. Para os compósitos com a madeira na condição saturada, a maior densidade de massa fresca foi obtida para os compósitos de referência. De modo geral, para a condição não saturada, os compósitos com o aditivo I apresentaram maior densidade de massa fresca.

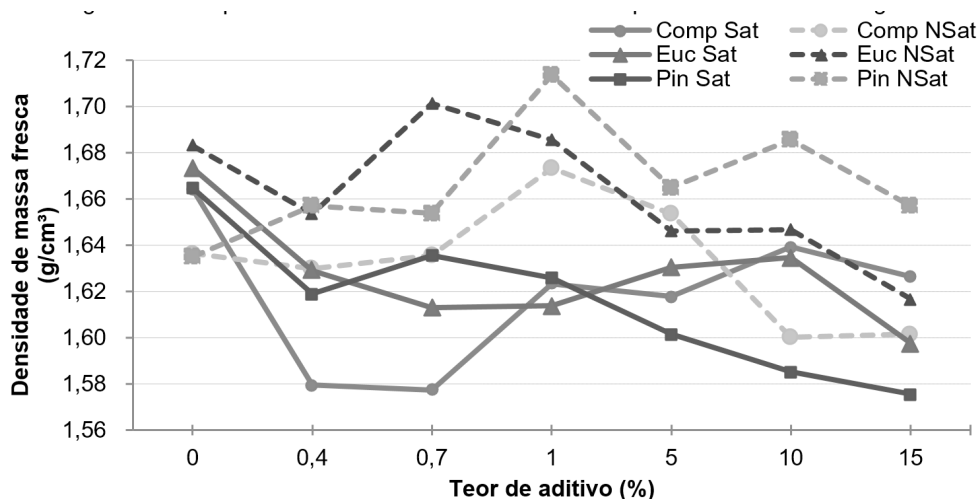


Figura 4 – Comparativo da densidade de massa fresca para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 5 são apresentados os resultados do índice de consistência. Percebe-se, com clareza, a influência do aditivo I, à base de nitrato de cálcio, no aumento do índice de consistência, em todos os compósitos, quando comparado com as dosagens realizadas com o aditivo II. Apesar de promover maior plasticidade aos compósitos, o aditivo I provocou exsudação, propiciando um péssimo aspecto visual (Figura 6). É importante destacar, também, que com o aditivo II reduziu o índice de consistência

dos compósitos, visto que os compósitos de referência apresentaram resultados superiores.

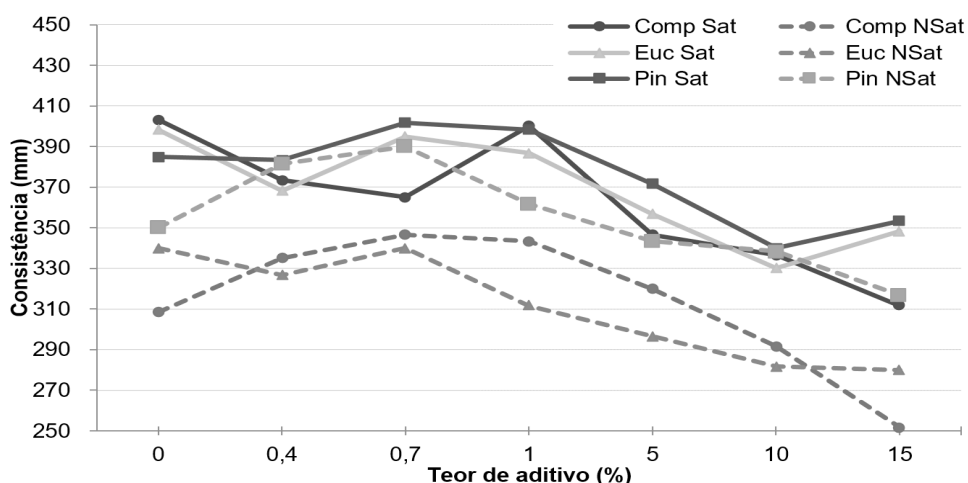


Figura 5 – Comparativo de consistência para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).



Figura 6 – Exsudação dos compósitos dosados com o aditivo I (compensado, eucalipto e pinus)

Fonte: Os autores (2018).

Na Figura 7 são apresentados os resultados de tempo de início de pega. Pode-se verificar que, para os diferentes tipos de madeira, as partículas em condição saturada obtiveram maior tempo para início de pega. Acredita-se que a saturação das partículas foi capaz de propiciar uma maior ação dos extrativos e açúcares, presentes nas madeiras, que contribuem para a inibição da pega do compósito.

É possível observar, também, que para todos os tipos de madeira e para ambas as condições das partículas (saturado ou não saturado), o aditivo II apresentou melhores resultados, proporcionando menores valores para o tempo de início de pega. Verificase que, em geral, quanto maior o teor do aditivo II, menor é o tempo de início de pega.

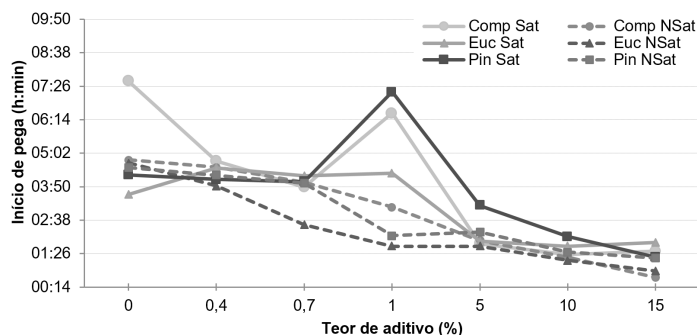


Figura 7 – Comparativo do início de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

Para os tempos de fim de pega (Figura 8), verifica-se que para os compósitos de referência, a condição não saturada apresentou tempo de fim de pega superior à condição saturada. E que, de modo geral, os aditivos não apresentaram eficácia para nenhum compósito na condição saturada, visto que os tempos de fim de pega, na maioria das dosagens, foram superiores aos resultados obtidos com os compósitos de referência. Acredita-se que os aditivos podem reagir com os compostos das partículas de madeira saturadas prolongando o tempo de pega. Enquanto que, na condição não saturada, os aditivos apresentaram bons resultados. Para os três tipos de madeira, na condição não saturada, o menor tempo de pega foi obtido para o aditivo I no teor de 1,00%.

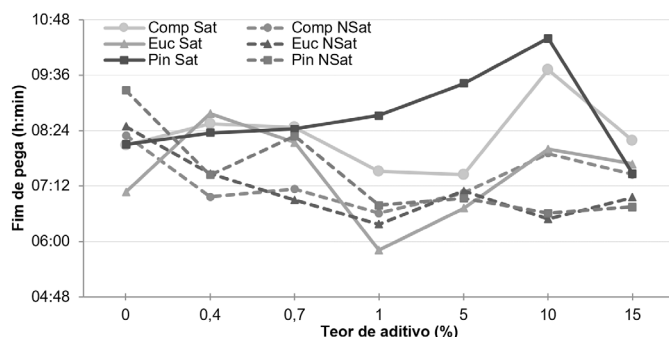


Figura 8 – Comparativo do fim de pega para as diferentes dosagens

Fonte: Os autores (2018).

## 4 | CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos e as discussões abordadas, pode-se concluir que:

- Com relação ao índice de consistência, o aditivo I apresentou valores maiores propiciando uma melhor trabalhabilidade, porém, ocorreu intensa exsudação inviabilizando seu uso tanto pela estética quanto pela heterogeneidade causada na cura do compósito;
- Com relação ao tempo de início de pega, o aditivo II apresentou melhor compatibilidade com todos os tipos de madeira, viabilizando sua utilização;
- Com relação ao tempo de fim de pega, os aditivos apresentaram eficácia



para os compósitos dosados com a madeira na condição não saturada;

- Apesar dos benefícios propiciados pelo uso do Aditivo I, como um maior índice de consistência e menor tempo de fim de pega, o aspecto deixado no compósito, inviabiliza seu uso. Considerando que o tempo de início de pega é o parâmetro de maior relevância quando comparado ao tempo de fim de pega, indica-se o uso do Aditivo II no teor de 10%. Visto que este teor apresentou, em média, 27% de redução no início de tempo de pega quando comparado os teores de 5% e 10%, enquanto que entre os teores de 10% e 15% a diferença apresentada é de, em média, 20%.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, PPGECC/UFPR, pela infraestrutura de laboratórios fornecida à realização dos ensaios, assim como à Fundação Araucária e à CAPES pelo apoio financeiro através de bolsas de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ARDANUY, M.; CLARAMUNT, J.; GARCÍA-HORTAL, J. A.; TOLÊDO FILHO, R. D. The hornification of vegetable fibers to improve the durability of cement mortar composites. **Cement e Concrete Composites**. Journal ELSEVIER, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45: Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 65: Cimento Portland – Determinação do tempo de pega**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 7190: Projetos de estrutura de madeira – especificação**. Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 2005.

BISSONNETTE, B.; CLOUTIER, A.; TITTELEIN, P. Design of a low-density wood-cement particleboard for interior wall finish. **Cement e Concrete Composites**. Journal ELSEVIER, 2011.

FERRAZ, J. M.; MENEZZI, C. H. S. D.; SOUZA, M. R.; OKINO, E. Y. A.; MARTINS, S. A. Compatibility of Pretreated Coir Fibres (*Cocus nucifera* L.) with Portland Cement to Produce Mineral Composites. **International Journal of Polymer Science**, 2012.

FONSECA, F. de O. **Contribuição para o desenvolvimento de compósito cimento-madeira com materiais da região amazônica.** Programa de pós-graduação em Engenharia Civil. Belém-PA, 2005.

GIAMA, E. **Department of Mechanical Engineer.** Aristotle University. Greece. Journal ELSEVIER, 2015.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDES, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira** 3° ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

LIMA, A. J. M. de. **Utilização de resíduo de Pinus spp e materiais cimentícios alternativos na produção de blocos para alvenaria estrutural.** 281f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MATOSKI, A. **Utilização de pó de madeira com granulometria controlada na produção de painéis de cimento-madeira.** 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SANTOS, L. A. C. **Painéis de madeira-cimento: composição, processo de produção, características e aplicações.** Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário de Gurupi. Universidade Federal do Tocantins, 2011.

## ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONAIS DAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

**Felipe Teixeira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)

Curitiba – Paraná

**Alfredo Iarozinski Neto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)

Curitiba – Paraná

**RESUMO:** A eficiência do funcionamento de uma empresa está diretamente atrelada à maneira como ela se organiza. Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo apresentar uma análise da evolução das principais características organizacionais de empresas da construção civil, localizadas na região de Curitiba, no Estado do Paraná, entre o ano de 2010, momento de grande crescimento econômico, e o ano de 2016, momento de retração da economia nacional. O método para a realização deste estudo foi o *Survey*, permitindo a obtenção de dados primários de forma sistematizada. Foram realizadas quatro coletas de dados pelo grupo de pesquisa “Núcleo de Inovação de Gestão da Construção” (NIGEC), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, nos anos de 2010, 2012, 2014 e 2016. Os dados das quatro amostras foram analisados e comparados por intermédio de estatísticas descritiva e multivariada. De modo

geral, é possível observar que a variável que mais sofreu alteração no período estudado foi em relação ao quadro de funcionários, que sofreu uma grande redução. Outra característica que sofreu grande alteração foi em relação ao alinhamento dos empreendimentos com a estratégia adotada pela empresa, que passou a ser mais importante para as empresas no momento de resseção econômica. As variáveis que tiveram as menores alterações foram em relação ao nível de centralização da empresa e o nível de investimento em tecnologias e equipamentos realizado pela empresa. Este estudo faz parte de uma dissertação de mestrado que contribui para observar quais características organizacionais são mais suscetíveis às variações econômicas e quais características são intrínsecas do setor da construção civil, não sofrendo interferências do momento econômico do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Características organizacionais, Empresas de construção civil, Evolução.

**ABSTRACT:** The efficiency of running a company is directly tied to the way it organizes itself. In this sense, this research aims to present an analysis of the evolution of the main organizational characteristics of civil construction companies, located in the region of Curitiba, in the state of Paraná, between 2010,

a time of great economic growth, and the year of 2016, moment of retraction of the national economy. The method for conducting this study was the Survey, allowing the obtaining of primary data systematically. Four data collections were carried out by the research group “Nucleus of Innovation of Construction Management” (NIGEC), of the Federal Technological University of Paraná, in the years 2010, 2014 and 2016. The data of the four samples were analyzed and compared using descriptive and multivariate statistics. In general, it is possible to observe that the variable that suffered the most change in the period studied was in relation to the number of employees, which suffered a considerable reduction. Another feature that changed greatly was the alignment of the projects with the strategy adopted by the company, which became more important for companies at the time of economic restraint. The variables that had the lowest changes were in relation to the level of centralization of the company and the level of investment in technologies and equipment made by the company. This study is part of a Master’s Degree that contributes to observing which organizational characteristics are most susceptible to economic variations and which characteristics are intrinsic to the construction sector, not suffering from the economic moment of the sector.

**KEYWORDS:** Organizational characteristics, Constructions companies, Evolution.

## 1 | INTRODUÇÃO

A importância do setor da construção civil no mundo é notória, sobretudo pela sua influência sobre a economia. Este setor é um dos maiores empregadores industriais em vários países, responsável por 7% dos postos. Esta cadeia de produção representa cerca de 9% do PIB mundial (HORTA e CAMANHO, 2014).

No Brasil, segundo Souza et al. (2004) o setor da construção civil é responsável pela geração de 3,92 milhões de empregos, sendo o maior empregador da indústria nacional. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2015), no ano de 2014, a participação do setor da construção civil foi de 6,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

Apesar da sua importância para o desenvolvimento econômico e social no país, o setor da construção civil possui baixo investimento em pesquisas. (MARTINS; BARROS, 2003). As empresas da construção civil possuem características organizacionais variadas. Desta forma, a compreensão do seu funcionamento, assim como de todo o setor da construção é necessária para identificar deficiência e orientar possíveis melhorias e oportunidades. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar a evolução das características organizacionais das empresas da construção civil.

Para efeito deste trabalho, a investigação foi delimitada às características organizacionais de empresas da construção civil, localizadas em Curitiba e região metropolitana, no Estado do Paraná, através de coletas de dados realizadas nos anos de 2010, 2012, 2014 e 2016.

## 2 | ESTUDOS ORGANIZACIONAIS REFERENTES AO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Durante os anos 1990 e início dos anos 2000 houve um aumento das pesquisas relacionadas às características das organizações. O trabalho de Handa e Adas (1996) buscou examinar a eficácia organizacional de empresas de construção do Canadá. Segundo os autores, as variáveis mais significativas para prever o nível de eficiência organizacional são o nível de integração entre os processos e a flexibilidade na realização das tarefas.

Uma recente pesquisa realizada por Oyewobi *et al.* (2016) examinou a relação entre ambiente, características organizacionais, estratégias competitivas e desempenho, através de um estudo quantitativo em 72 grandes empresas de construção da África do Sul. Os resultados revelam que as características organizacionais têm uma influência direta no desempenho organizacional.

Em relação a pesquisas nacionais, Alencar (2015) apresentou uma análise das principais características organizacionais das empresas do setor da construção civil que atuam em Curitiba e região. Foram coletados dados de 125 empresas no período entre novembro de 2013 e julho de 2014. Verificou-se que o conservadorismo mostra-se presente na estrutura das empresas, com altos níveis de centralização e hierarquização.

A análise da literatura disponível relacionada ao tema de estudo, apresentada acima, permite observar a relação existente entre as variáveis organizacionais e o desempenho das empresas de construção civil.

## 3 | ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Esta pesquisa teve como base metodológica o *Survey* aliado à análise descritiva.

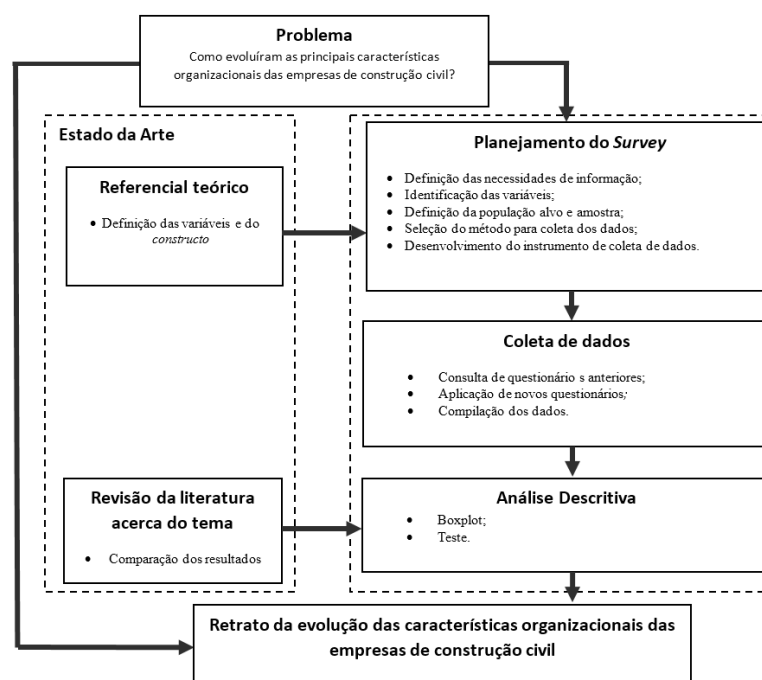


Figura 1 – Etapas de pesquisa

Fonte: Autores (2017)

Para definir os dados que serão coletados acerca do tema pesquisa, foram analisadas as obras associadas às características organizacionais dos seguintes autores: Woodward (1965), Vasconcelos e Hemsley (2002), Mintzberg (2003), Hall (2004) Bowditch e Buono (2012), que são amplamente citados como referências fundamentais.

No Quadro 1 são apresentadas as variáveis consideradas nesta pesquisa. As variáveis independentes são aquelas onde o “valor” das variáveis é resultado de uma escolha feita por aqueles que possuem poder dentro das empresas. As variáveis dependentes são aquelas que são resultado de uma configuração organizacional anteriormente definida. Os fatores e as variáveis utilizadas neste estudo são, segundo os autores citados acima, as que mais exercem influência na característica organizacional das empresas.

Grupo	Fator	Variável
<b>Variáveis independentes</b>	Estrutura	- Nível de centralização da estrutura organizacional - Nível de hierarquização
	Formação de pessoal	- Média de horas de treinamento/ano - Nível de formação dos funcionários
<b>Variável dependente</b>	Flexibilidade	- Protagonismo em relação a seguir as tendências de mercado ou antecipar-se às mudanças - Tempo de resposta da empresa às demandas de mercado

Quadro 1 – Variáveis relacionadas às características da organização

Fonte: Autores (2017)

A definição da população alvo desta pesquisa foi formada por empresas com atividades vinculadas à construção civil, localizadas em Curitiba e região metropolitana, ou seja, constroem edifícios, obras de infraestrutura, prestam serviços especializados para a construção civil, fabricantes de estruturas de concreto armado e de artefatos de cimento para uso na construção.

A mensuração quantitativa destas características foi realizada através da adoção de uma escala de diferencial semântico. A escala adotada é composta por sete graus, postos entre duas frases descritivas ou adjetivos, com os termos mais negativos dispostos à esquerda e os mais positivos à direita. O respondente deve escolher o grau que mais retrata sua opinião no intervalo apresentado.

Em função da forma de mensuração, o emprego de escalas acrescenta um caráter subjetivo às análises (SAMARTINI, 2006). Portanto, os resultados finais obtidos devem ser analisados como tendências e não como valores absolutos.

Os dados utilizados no presente estudo foram coletados através do grupo de pesquisa “Núcleo de Inovação de Gestão da Construção” (NIGEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As coletas foram realizadas através de questionários respondidos por alunos de cursos de pós-graduação da Universidade Tecnológica

Federal do Paraná (UTFPR), que integram o quadro funcional de empresas de construção civil. Foram realizadas coletas em 2010, 2012, 2014 e 2016. A opção em utilizar estas quatro bases de dados foi por caracterizarem momentos distintos da economia brasileira e, por consequência, do mercado da construção civil.

Para caracterizar o momento econômico nos anos em que as amostras foram coletadas foram utilizados quatro indicadores econômicos, o produto interno bruto (PIB), a taxa de crescimento da construção civil, a taxa de desemprego no país e a receita de vendas de materiais de construção apresentados no Quadro 2.

Ano da coleta	2010	2012	2014	2016
PIB	7,5%	1,9%	0,1%	-3,6%
Tx. Cres. Construção	13,1%	3,2%	-2,1%	-4,4%
Receita de vendas	12,2%	11%	9,2%	-6,7%
Tx. Desemprego	6,7%	7,3%	6,8%	11,3%

Quadro 2 – Indicadores econômicos

Fonte: Autores (2017)

O ano de 2010 foi marcado pela retomada do crescimento econômico, após uma momentânea interrupção por conta da crise internacional em 2009. O ano de 2012, o setor da construção civil teve crescimento na casa de 3%, uma redução de 7 pontos percentuais em relação a 2010, conforme Quadro 2, início da retração econômica do país. A partir de 2014 a indústria brasileira presenciou uma forte retração da demanda, a taxa de crescimento da construção civil atingiu valores negativos, retraindo 2,1% em relação ao ano anterior, conforme dados do Quadro 2. A recessão econômica continuou no ano de 2016, com uma retração de 3,6% no PIB e de 4,4% na taxa de crescimento da construção civil.

A amostra do ano de 2010 é composta por 80 empresas, a de 2012 é composta por 90 empresas, a de 2014 é composta por 87 empresas e a de 2016 é composta por 60 empresas, totalizando 317 empresas contatadas.

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Análise das variáveis independentes

#### 4.1.1 Análise das variáveis relacionadas à estrutura

O nível de centralização da estrutura organizacional é apresentado no gráfico (a) da Figura 3. A análise desta figura permite verificar que, em todos os momentos das coletas, as empresas da construção possuem um elevado nível de centralização. É possível observar que os valores das medianas permanecem o mesmo, há apenas uma diferença na dispersão dos dados, principalmente em 2012 e 2014. Outra variável relacionada ao fator estrutura é em relação ao nível de hierarquização da empresa,

apresentado no gráfico (b) da Figura 4. É possível observar que as medianas relacionadas aos dados de 2014 e 2016 possuem valores maiores na escala, 5 e 6 respectivamente, demonstrando o aumento no nível de hierarquização nos anos de queda do crescimento das empresas.

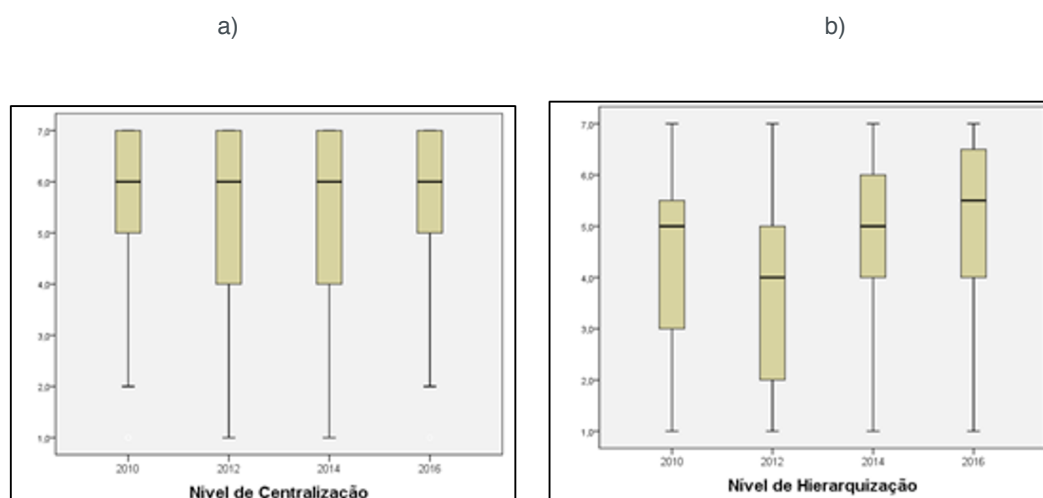


Figura 3 – Gráfico boxplot das variáveis de estrutura

Fonte: Autores (2017)

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar se todas as amostras possuem funções de distribuição iguais ou se ao menos duas possuem distribuições diferentes, conforme Quadro 3.

Hipótese Nula	Teste	Significância	Decisão
A distribuição do Nível de centralização é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,826	Aceitar a hipótese nula
A distribuição do Nível de hierarquização é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula

O nível de significância é 0,05

Quadro 3 – Teste de Kruskal-Wallis – Fator estrutura

Fonte: Autores (2017)

A aceitação da hipótese nula em relação à variável nível de centralização, utilizando 95% de probabilidade, permite afirmar que não existem diferenças significativas entre as quatro amostras, visto que a significância para esta variável atingiu o valor de 0,826, ou seja, está variável não se alterou entre 2010 e 2016. Em relação ao nível de hierarquização, a hipótese nula foi rejeitada, o que significa que existem diferenças entre as amostras coletadas entre 2010 e 2016.

#### 4.1.2 Análise das variáveis relacionadas à formação de pessoal

As variáveis que compõem o fator formação de pessoal são a quantidade de horas de treinamento e o nível de formação dos funcionários. É possível observar



através do gráfico (a) na Figura 4, que as empresas reduziram o investimento em qualificação em 2014, ápice da crise econômica, com valores concentrados entre 1 e 4 na escala, voltando a aumentar os investimentos em 2016. A outra variável analisada é nível de formação dos funcionários, retratada no gráfico (b) da Figura 4, onde a escala varia entre 1 (sem formação) e 7 (a maioria com nível superior). Em todas as amostras, os valores variam entre 4 e 6, apontando um alto nível de formação dos funcionários.

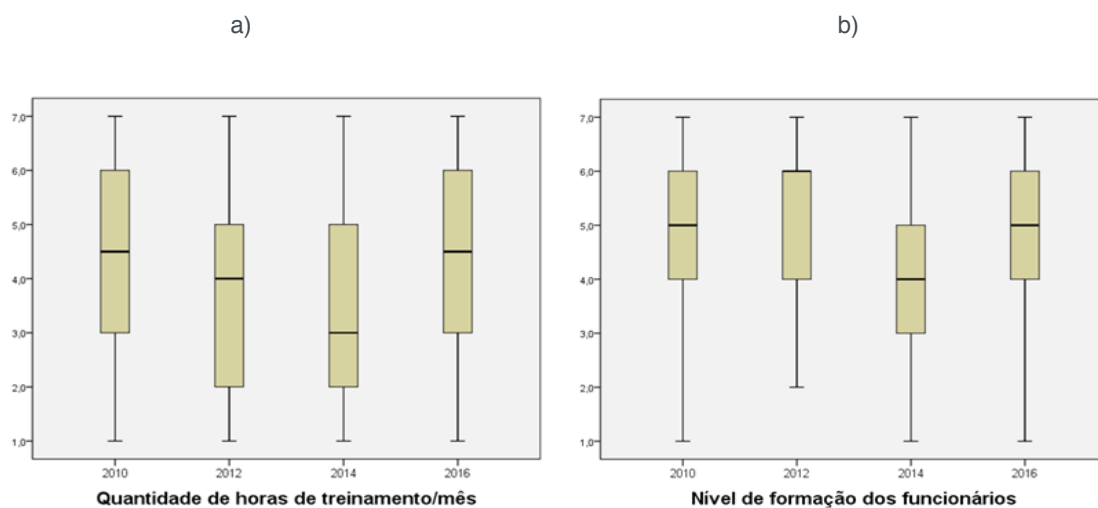


Figura 4 – Gráfico boxplot das variáveis de formação de pessoal

Fonte: Autores (2017)

Para o fator formação de pessoal, o teste de Kruskal-Wallis, apresentado no Quadro 4, rejeita a hipótese nula para as duas variáveis estudadas.

Hipótese Nula	Teste	Significância	Decisão
A distribuição da Quantidade de horas de treinamento é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,006	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição do Nível de formação dos funcionários é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula

O nível de significância é 0,05

Quadro 4 – Teste de Kruskal-Wallis – Fator formação de pessoal

Fonte: Autores (2017)

As duas variáveis apresentaram valores de significância menores que o estipulado (0,05), o que permite afirmar que as distribuições das amostras são diferentes, ou seja, ambas variáveis foram impactadas pelas alterações econômicas do período estudado.

## 4.2 Análise das variáveis dependentes

### 4.2.1 Análise das variáveis relacionadas à flexibilidade

As variáveis que compõem o fator flexibilidade são o protagonismo em relação

ao mercado e o tempo de resposta às demandas do mercado. Através da análise da Figura 6, gráfico (a) e (b), é possível observar a grande incidência de respostas entre os valores 4 e 5 da escala, indicando que, em todas as coletas, as empresas seguem as tendências do mercado e estão preocupadas em anteciparem-se às mudanças do mercado.

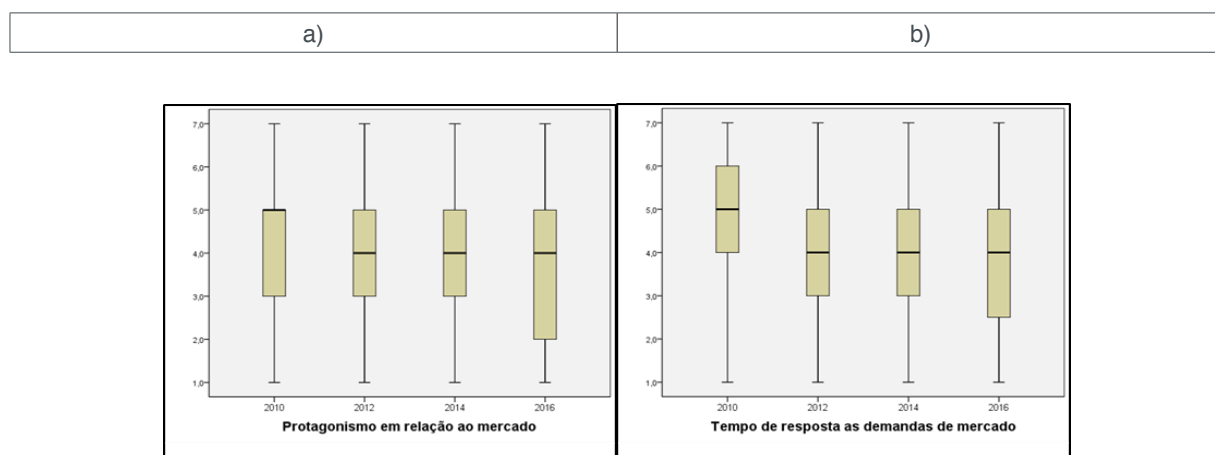


Figura 6 – Gráfico boxplot das variáveis de flexibilidade

Fonte: Autores (2017)

A aceitação da hipótese nula no teste de Kruskal-Wallis para as duas variáveis, Quadro 6, permite concluir que não existem diferenças significativas tanto no protagonismo em relação a seguir as tendências de mercado ( $p=0,503 > 0,05$ ) quanto no tempo de resposta às demandas do mercado ( $p=0,104 > 0,05$ ).

Hipótese Nula	Teste	Significância	Decisão
A distribuição do Protagonismo em relação ao mercado é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,503	Aceitar a hipótese nula
A distribuição do Tempo de resposta as demandas do mercado é a mesma entre as quatro coletas	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independentes	0,104	Aceitar a hipótese nula
O nível de significância é 0,05			

Quadro 6 – Teste de Kruskal-Wallis – Fator flexibilidade

Fonte: Autores (2017)

## 5 | CONCLUSÕES

O trabalho busca contribuir para que as organizações possam adequar suas características organizacionais e realizar um planejamento estratégico observando a evolução destas variáveis em relação às alterações do cenário econômico. Em relação às variáveis independentes, é possível concluir que as empresas pesquisadas se apresentam centralizadas, independente do momento econômico, isso aponta que a centralização é uma característica das empresas de construção. A análise das variáveis dependentes permite concluir que as empresas não alteram suas características em

relação à flexibilidade e à relação de seus funcionários e durante variações econômicas, apontando essas características, assim como a centralização, como peculiar das empresas da construção civil. Diante das evidências constatadas neste estudo, conclui-se de forma geral que as empresas do setor da construção civil da região de Curitiba, Estado do Paraná, possuem estruturas predominantemente centralizadas, porém com grande capacidade de flexibilidade e busca por aperfeiçoamento de seus funcionários.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Angela Rosi Docena de et al. **Análise das características organizacionais das empresas de construção civil**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BOWDITCH, James L.; BUONO, Anthony F. **Elementos do comportamento organizacional**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

DIKMEN, Irem; BIRGONUL, M. Talat; OZCENK, Ismail. Marketing orientation in construction firms: evidence from Turkish contractors. **Building and environment**, v. 40, n. 2, p. 257-265, 2005.

HALL, Richard H. **Organizações. Estruturas, processos e resultados**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

HANDA, Vir; ADAS, Adnan. Predicting the level of organizational effectiveness: a methodology for the construction firm. **Construction Management & Economics**, v. 14, n. 4, p. 341-352, 1996.

HORTA, I.M.; CAMANHO, A. S. **Competitive positioning and performance assessment in the construction industry**. Expert Systems with Applications Volume 41, Issue 4, Part 1, Pages 974–983, March 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volume e Valores Correntes - outubro / dezembro 2014. Brasília: 2015. 40 p.

MARTINS, MARCELO G.; E BARROS, MERCIA M. S. B. A formação de parcerias como alternativa para impulsionar a inovação na produção de edifícios. III simpósio brasileiro de gestão e economia da construção. São Carlos, Setembro, 2003.

MINTZBERG, Henry. **The strategy process: concepts, contexts, cases**. Pearson Education, 2003.

OYEWABI, Luqman Oyekunle; WINDAPO, Abimbola Olukemi; ROTIMI, James OB. Environment, competitive strategy, and organizational characteristics: A path analytic model of construction organizations' performance in South Africa. **Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne des Sciences de l'Administration**, v. 33, n. 3, p. 213-226, 2016.

SAMARTINI, André Luiz Silva. **Modelos com variáveis latentes aplicados à mensuração de importância de atributos**. 2006. Tese de Doutorado.

Souza UEL, Paliari JC, Agopyan V, Andrade AC. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. 2004; 4(4): 33-46.

VASCONCELLOS, Eduardo; HEMSLEY, James R. **Estrutura das organizações**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições, 2002.

WOODWARD, J. Industrial Organization : Theory and Practice . London: Oxford University Press, 1965.

### **ORIGEM DO ARTIGO**

O presente artigo é originado de uma pesquisa de mestrado desenvolvida no programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## GESTÃO DE RISCOS E RISCOS DE GESTÃO EM PROJETOS INDUSTRIAIS: ESTUDOS DE CASO

### **Tássia Farssura Lima da Silva**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
- USP  
São Paulo - SP

### **Silvio Burratino Melhado**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
- USP  
São Paulo - SP

**RESUMO:** Em gestão de projetos, riscos e incertezas podem afetar as informações necessárias aos processos decisórios. Desde o início de um projeto, há necessidade de se obterem informações relevantes e indispensáveis para o seu desenvolvimento. Porém, nem todas essas informações são disponibilizadas e muitas delas não possuem o grau de confiabilidade necessário. O risco em projetos é causado por: informações não confiáveis ou inexistentes; adoção de tecnologias novas, imaturas ou não comprovadas; complexidade do projeto; e por fatores imprevisíveis. Os projetos industriais, particularmente, que têm o objetivo de entregar grandes bens de capital, tendem a envolver riscos devidos às complexas tecnologias industriais que influenciam a concepção e detalhamento do projeto, podendo comprometer os objetivos de tempo, custo, escopo e qualidade. A gestão de riscos é prática inerente a qualquer projeto industrial e adotada em todo o mundo; ela

requer avaliação dos potenciais riscos e uma estratégia de mitigação com intuito de eliminar ou minimizar possíveis impactos negativos. Considerando este cenário, o objetivo deste artigo é identificar, por meio de estudo de casos, riscos em projetos industriais e propor recomendações de forma a serem alcançados melhores resultados quanto a qualidade, prazo e resultado financeiro em projetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Riscos. Projetos Industriais. Gestão de Projetos.

**ABSTRACT:** In project management, risks and uncertainties can affect the necessary information during decision-making. Since the project inception it is necessary to obtain relevant and necessary information for its development. However, not all the information required is provided and often much of it is not reliable enough. The project risk is caused by: unreliable or missing information; adoption of new technologies, whether immature or unproven; project complexity; and unpredictable factors. Industrial projects, particularly, as they are intended to deliver large capital goods, tend to involve risk due to complex industrial technologies that influence the conceptual and detailed design, which may compromise time, cost, scope and quality goals. Risk management is a practice inherent in any industrial project and worldwide adopted. It requires the assessment

of potential risks and strategies to their mitigation in order to eliminate or minimize their negative impacts. Considering this scenario, the purpose of this article is to identify, through case studies, risks in industrial projects and make recommendations in order to be achieved the best results in terms of quality, time and financial results in projects. **KEYWORDS:** Risk Management. Industrial Projects. Project Management

## 1 | INTRODUÇÃO

A gestão de riscos vem ganhando espaço e atenção no âmbito da gestão de projetos e isto se deve, entre outros fatores, às análises da gestão dos projetos como um todo e de seus resultados finais. O sucesso de um projeto, quando considerados prazo, custo e qualidade depende em grande escala de como o projeto trata os riscos apresentados (Silva; Melhado, 2014).

De acordo com Thuyet, Ogunlana e Dey (2007), riscos na construção civil frequentemente causam excessos de prazo e custo. Muitos projetos têm atrasado ou excedido seus orçamentos, devido ao fato de os gerentes de projeto não conseguirem gerenciar os riscos de maneira eficaz. Esses problemas parecem acontecer com mais frequência hoje devido à natureza da economia. Os projetos atuais estão consideravelmente mais expostos a riscos e incertezas por causa de fatores como complexidade no planejamento e no projeto, presença de várias partes interessadas (investidores, consultores, fornecedores, etc.), disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos, fundos, etc.), ambiente climático, preocupações sociais, bem como fatores legais, econômicos e políticos. A diferenciação entre riscos e incertezas está no fato de que os primeiros podem ter sua probabilidade de ocorrência conhecida, enquanto as incertezas não.

Por meio de estudos de caso de projetos industriais, o trabalho descreve o processo de projeto e analisa as práticas de gestão nesse segmento, com ênfase nas atividades de gestão de riscos e suas consequências.

Os métodos de pesquisa adotados foram: revisão da literatura sobre gestão de empreendimentos, gestão de projetos, gestão de riscos e outros conteúdos que fundamentam o trabalho, além da realização do estudo de caso. Um dos critérios para selecionar a empresa estudada foi obter informação prévia sobre a organização; como, por exemplo, se a empresa teria disponibilidade para fornecer as informações solicitadas pela pesquisa, bem como o acesso aos profissionais envolvidos para proceder às entrevistas. Uma vez selecionada a empresa do estudo de caso, as informações necessárias foram obtidas com o coordenador do projeto, engenheiros e líderes das disciplinas envolvidas, incluindo entrevistas técnicas e análise de documentos como contratos, projetos e atas de reunião. Um questionário semiestruturado foi desenvolvido como base para as entrevistas.

Com base nos resultados dos estudos de caso, assim como na literatura de gestão de riscos, o objetivo deste trabalho é propor recomendações para gestão dos

riscos em projetos industriais.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Definição de Risco

Os projetos industriais tendem a apresentar inúmeros e variados riscos, devido, por exemplo, à complexidade e às diferentes tecnologias que são aplicadas ao seu desenvolvimento. De acordo com Rabechini Junior e Carvalho (2013), nas dimensões de tecnologia e inovação parecem estar os aspectos mais relevantes da incerteza, havendo, portanto, uma relação direta entre essas variáveis. Dessa forma, acredita-se que quanto maior o grau de inovação e tecnologia, maiores as incertezas envolvidas.

Em gestão de projetos, o conceito de incerteza pode estar relacionado à qualidade de informações necessárias quando de um processo decisório. Logo no início de um projeto, há a necessidade de se obterem informações relevantes e indispensáveis para o seu desenvolvimento. Porém, nem todas essas informações são disponibilizadas e, quando o são, muitas não possuem o grau de confiabilidade necessário. Diante deste contexto, a decisão de assumir riscos considerando as informações existentes é crítica para o projeto. Segundo Navarro (2007), quando não há informações suficientes para a tomada de decisões ou planejamento do projeto, as premissas preenchem esses vazios. Porém, é possível que essas premissas não sejam verdadeiras, e caso isso ocorra, muito provavelmente levarão a fracassos.

Na gestão de projetos, os eventos de risco muitas vezes são classificados como ameaças e oportunidades. Como afirma Schuyler (2001), a gestão de riscos em projetos possui o objetivo de reduzir a probabilidade e os impactos das ameaças, além de aumentar a probabilidade e os impactos das oportunidades.

### 2.2 Tipologia dos Riscos de Projetos

O Relatório Final sobre Riscos Universais em Projetos, RISKSIG – PMI (HALL; HULLET, 2002), define três grandes grupos de riscos. São eles: os riscos de gestão, externos e tecnológicos, que podem ser descritos da seguinte forma:

#### Riscos de Gestão

Um conjunto de riscos que caracterizam a organização responsável pelo projeto, ou estão sob o seu controle. Estes incluem gestão de projetos, gestão de sistemas e aspectos de risco de gestão organizacional. Neles estão envolvidos a condição da organização, seus recursos e cultura pessoal, tendências organizacionais, situação financeira e comunicação ou estilo da gestão. Neste grupo, para a identificação de potenciais riscos podem ser realizados, entre outros, os seguintes questionamentos: a empresa possui canais de comunicação eficazes? A organização pode tomar

decisões? Existe compromisso com a elaboração de planos de projeto realistas? A empresa está comprometida a ter recursos para gerir os riscos? Existe compromisso com as melhores práticas em seus processos?

## Riscos Externos

Um conjunto de riscos que se encontra fora do controle da organização que detém o projeto. Áreas de risco externo incluem as ações de terceiros (por exemplo, clientes, stakeholders, fornecedores, concorrentes, etc.), de forças climáticas, demografia, mercado de materiais e crescimento econômico. Também são potenciais riscos as condições meteorológicas, sísmicas, mercado financeiro, questões políticas, entre outros. Uma maneira de identificar potenciais riscos externos seria por meio da análise de projetos semelhantes, pois desvios quanto aos resultados planejados podem ocorrer caso não exista experiência pertinente no tipo de projeto em questão.

## Riscos Tecnológicos

Um conjunto de riscos inerentes à tecnologia e processos utilizados em um projeto. Riscos tecnológicos são os riscos que abrangem os recursos e tecnologias de apoio, e processos de desenvolvimento de ambientes operacionais. Informações quanto às condições e requisitos impostos pelo projeto, assim como a capacidade de selecionar tecnologia apropriada, o conhecimento da complexidade do projeto e se as várias restrições (custo, prazo e desempenho) estabelecidas são consistentes com a aplicação e escolha da tecnologia utilizada, devem ser considerados quando da identificação dos potenciais riscos tecnológicos em um projeto.

Como resultado da pesquisa realizada por Thuyet, Ogunlana e Dey (2007), foram identificados os dez maiores riscos que afetam os projetos de óleo e gás. São eles:

1. Sistema de governo burocrático e procedimento extenso para aprovação de projeto;
2. Má qualidade do projeto;
3. Incompetência da equipe do projeto;
4. Concorrência inadequada;
5. Processo de aprovação interna demorado;
6. Estrutura de projeto inadequada;
7. Estudo de viabilidade do projeto inadequado;
8. Ineficiência e baixa performance das construtoras;
9. Planejamento e orçamento do projeto incorretos;
10. Mudanças no projeto.



Esses riscos relativos à área de óleo e gás são os mesmos identificados em muitos outros projetos industriais, pois, independentemente da área de negócio, ou seja, a especificidade dos projetos industriais, grande parte dos riscos que podem afetar o desempenho do projeto são os mesmos.

É possível afirmar que os riscos identificados estão associados a praticamente todas as etapas do processo de projeto; por exemplo, a definição da estrutura de projeto pode afetar a disponibilidade de recursos e influenciar o planejamento das atividades a serem desenvolvidas. Além disso, a má qualidade de projeto pode induzir riscos que se manifestarão durante a fase de execução. Dessa forma, a identificação e análise dos riscos devem ser consideradas de forma integrada, pois diferentes riscos podem ser identificados nas diferentes etapas, e esses riscos podem se combinar de forma crítica e tal combinação levar a consequências ainda mais graves.

### 2.3 Processos de Gestão de Riscos

Gestão de riscos é a arte e a ciência de planejar, avaliando (identificando e analisando), controlando e monitorando ações que conduzam a eventos futuros, para assegurar resultados favoráveis. Assim, um bom processo de gestão de riscos é naturalmente pró-ativo e é fundamentalmente diferente da gestão de crises (ou resolução de problemas), que é reativa. Um evento futuro possui uma probabilidade de ocorrer, porém quando essa probabilidade é de 0% ou 100% não podem ser considerados como risco.

Uma vez que se sabe que há 100% de certeza de que um evento futuro acontecerá, então se tem um problema ou uma crise, não um risco (ROVAI, 2005).

De acordo com PMI (2009), a gestão de riscos tem o objetivo de identificar e priorizar os riscos antes de sua ocorrência e fornece informações orientadas para ação dos gestores de projeto. Essa orientação requer considerações de eventos que podem ou não ocorrer e são, portanto, descritos em termos de probabilidade de ocorrência, além de outras dimensões, tais como seus impactos em objetivos.

O PMBOK (2013) define a gestão de riscos como parte dos processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto. Os objetivos da gestão de riscos são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto. Abaixo o resumo dos processos de gestão dos riscos do projeto:

- Planejar a gestão dos riscos;
- Identificar os riscos;
- Realizar a análise qualitativa dos riscos;
- Realizar a análise quantitativa dos riscos;
- Planejar as respostas aos riscos;
- Controlar os riscos.

Gestão de riscos em projetos não é uma atividade opcional: é essencial para o sucesso da gestão de projetos. Deve ser aplicada em todos os projetos e, conseqüentemente, incluída nos planos de projeto e documentos operacionais. Dessa forma, torna-se parte integral de todos os aspectos da gestão de projetos, em todas as fases e em todos os grupos de processo (PMI, 2009).

### 3 | ESTUDOS DE CASO

#### 3.1 3. Empresa A

A projetista é uma empresa brasileira de projetos, gerenciamento, engenharia e fornecimento de pacotes EPC/EPCM, fundada em 1987. Possui matriz na cidade de São Paulo e filiais em: Vitória (ES), Belo Horizonte (MG), Salvador (BA), São Luís (MA), Belém (PA) e Neuquén, na Argentina. Além destas unidades, conta ainda com grupos-tarefa alocados no Brasil e no exterior.

Com cerca de 2.300 profissionais (83% atuam na área técnica e 17% na administrativa), a projetista possui clientes de diferentes segmentos, como Mineração, Metalurgia, Siderurgia, Fertilizantes, Óleo e Gás, Petroquímica, Infraestrutura, Energia, Projetos Portuários, Gerenciamento de Implantação e Construções.

A empresa realiza serviços de consultoria e estudos (estudos de mercado / viabilidade técnico-econômica, impactos ambientais, HAZOP, análise de riscos de projetos); projeto conceitual, básico e detalhado multidisciplinar; Suprimentos; Comissionamento /Assistência à Partida e Pré-Operação; Gerenciamento de Implantação e Construções.

A gestão de projetos na Empresa A está vinculada a seu corpo gerencial, formado por coordenadores de projeto e departamento de planejamento. Tanto os coordenadores quanto os planejadores respondem diretamente às diretorias dos segmentos industriais e de gerenciamento.

#### 3.2 Empresa B

A empresa de Engenharia Consultiva foi fundada em 1990. Possui matriz em São Paulo e filiais no Rio de Janeiro/RJ e Esteio/RS, oferecendo serviços de Projetos Básicos e Detalhado, Engenharia de Suprimentos, Gerenciamento de Empreendimentos, Serviços em EPC´M, Estudos Ambientais, Avaliações e Diagnósticos.

Com cerca de 800 colaboradores, a empresa atua nos segmentos industriais de Óleo, Gás e Petroquímica (Refinarias, Plantas Petroquímicas, Dutos e Terminais), incluindo Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Saneamento de Água e Esgoto, Estudos Ambientais e Recursos Hídricos) e Infraestrutura (Transportes Multimodais, Infraestrutura Urbana e Energia).

A empresa possui uma ampla gama de disciplinas desenvolvidas por profissionais

como: analista de sistemas, coordenadores, gerentes, civil, elétrica, equipamentos, instrumentação, tubulação, processo químico, materiais, planejamento, qualidade e HSE, entre outras.

### 3.3 Caracterização dos Estudos de Caso

O Caso 1 refere-se a uma Usina Siderúrgica que terá capacidade anual de produção de 2.500.000 toneladas de placa. O empreendimento tem investimento estimado em R\$ 5.800.000 e geração de 16.000 empregos. Além da usina para produzir placas e aços laminados, o empreendimento compreende a construção de um acesso ferroviário, para receber o minério de ferro, e a construção de um terminal fluvial no rio Tocantins, para receber o carvão mineral e fazer seu escoamento da produção até o Terminal Portuário de Vila do Conde, em Barcarena (PA). Para elaboração dos projetos acima foram vendidas 5.000 horas técnicas de engenharia e 1.000 horas técnicas de coordenação e planejamento, sendo prazo contratual de cinco meses, regime de contratação por preço global no valor total de R\$ 754.594,86.

Quanto ao Caso 2, trata-se da implantação de uma Unidade de Recuperação de Hidrogênio e Construção Civil do Sistema de Enriquecimento de Oxigênio – UHR. Para os serviços a preço global de projeto de detalhamento os honorários consistem em R\$ 3.682.712,80, compreendendo 28 mil horas técnicas de engenharia no prazo de 14 meses. Com relação ao Caso 3, trata-se da elaboração de Projeto Básico e Executivo para estudos e/ou ampliações de edifícios, áreas de produção, envase, embalagem e utilidades existentes no site, a partir de projeto conceitual. A fábrica incluirá um total de três unidades de produção para produtos cosméticos, fragrâncias e produtos de higiene pessoal. Para a prestação dos serviços, o valor do projeto é de R\$ 3.598.182,78, com prazo de 5 meses e 27 mil horas técnicas de engenharia.

### 3.4 Gestão de Riscos nos Casos Estudados

Após entrevistas, análises de documentos dos projetos e coleta de dados baseada em um protocolo de estudo de casos múltiplos, foi realizada uma síntese das principais observações realizadas quanto à gestão de riscos.

#### 3.4.1 Estudo de Caso 1

Dado por finalizado o processo de iniciação, durante a reunião de kick-off meeting (KOM), dúvidas e questionamentos foram discutidos para se obter uma compreensão comum entre as partes (cliente e projetista) em relação ao escopo. O coordenador do projeto realizou a tarefa de detalhar o escopo para a equipe, direcionando a cada envolvido os serviços a serem realizados. Particularmente, foi verificado que, naquele momento, não havia recursos humanos disponíveis na empresa para a realização do projeto de drenagem. Considerando o prazo curto e como ação de mitigação de críticas

ao projeto básico realizadas pelo cliente, o coordenador tomou a decisão de contratar uma consultoria técnica externa para a elaboração desse projeto de drenagem.

Conforme relato do gerente do projeto, ao final do processo de execução do projeto de drenagem, o consultor externo disponibilizou os documentos de projeto à projetista na data limite de sua entrega ao cliente. Para atender ao prazo contratual, o coordenador do projeto decidiu não realizar as verificações de interferências com as outras disciplinas. O projeto foi entregue ao cliente sem nem mesmo ter sido realizada uma análise crítica; ou seja, o processo de monitoramento e controle não foi realizado adequadamente, pois não houve controle do escopo e da qualidade do projeto.

Após a ocorrência de graves problemas durante a execução (trincas e escorregamento dos platôs terraplenados), o cliente, juntamente com a gerenciadora procedeu a uma verificação do projeto detalhado entregue. Nessa verificação, foram encontrados equívocos nos desenhos de drenagem (aqueles que foram realizados com consultoria técnica contratada e que não sofreram nenhum tipo de verificação antes da entrega) gerando inúmeros prejuízos, além de novas análises e correções do projeto.

Com base nas entrevistas realizadas e verificação das documentações do caso, é possível afirmar que, quanto à tipologia dos riscos o Caso 1 pertence aos grupos de riscos de gestão e riscos externos. A empresa não possui procedimentos e processos para elaborar a gestão de riscos e não foi elaborada nenhuma análise de risco quanto à aquisição de serviços externos. Esta análise deveria ser realizada com uso do planejamento da gestão de riscos e, após esse processo, os riscos referentes à contratação de terceiros para realização de parte do escopo do projeto deveriam ser identificados. Riscos relacionados a prazo e qualidade seriam exemplos de riscos a serem analisados, monitorados e controlados a fim de garantir os objetivos do cliente quanto ao trabalho realizado.

### *3.4.2 Estudo de Caso 2*

A projetista foi contratada para desenvolver projeto básico e detalhado, ou seja, a sua execução ocorreu em duas fases e houve a participação das disciplinas: arquitetura, estrutura de concreto, infraestrutura, estrutura metálica, mecânica, HVAC, processo químico, tubulação, sistema de combate a incêndio, sistemas de engenharia e engenharia econômica.

Foi o primeiro projeto desenvolvido na empresa com modelagem da informação da construção; a projetista não possuía know-how de modelagem ou do software adotado, e esse foi um dos principais geradores das inúmeras dificuldades ao longo do projeto.

Algumas deficiências no processo de projeto com uso da modelagem da informação da construção impactaram a elaboração das atividades e, conseqüentemente, sua qualidade:

- Inexperiência no desenvolvimento de modelos tridimensionais;
- Deficiência no esclarecimento de escopo do nível de detalhamento do projeto a partir das reuniões iniciais (KOM);
- Nível de detalhamento e requisitos para o modelo.

A projetista não realizou análise de riscos quanto à falta de conhecimento e experiência na elaboração de projeto utilizando a modelagem. O Caso 2 pertence ao grupo de riscos de gestão e riscos tecnológicos; embora a utilização do sistema tenha sido exigência do cliente, o coordenador do projeto, com apoio da equipe, deveria ter identificado os riscos dessa exigência contratual, de modo a serem analisados, monitorados e controlados durante toda o projeto. Retrabalhos, diminuição da produtividade da equipe pela falta de conhecimento no uso do software, “2D” foram motivo de atrasos que poderiam ter sido evitados com a identificação dos riscos que contribuíram para esses resultados negativos.

### 3.4.3 Estudo de Caso 3

Segundo relato da construtora, durante a fase de construção foram enfrentadas dificuldades relacionadas ao projeto como, por exemplo:

- A interligação enterrada (underground) site – subestação, de 400m de comprimento, foi dificultada, pois havia um canteiro de obras de outra construtora causando interferência no seu caminhamento. Estava prevista a desmobilização do canteiro vizinho antes do início dessa atividade, porém a desmobilização atrasou, afetando a execução dessa interligação;
- Questões climáticas motivaram aditivos de prazo, pois a grande quantidade de dias chuvosos interferiu no cronograma de execução;
- A construtora teve alguns prejuízos financeiros decorrentes de alterações de prazo devidas a atraso de entrega e falhas de projeto. Segundo o entrevistado, “a execução do piso industrial ocorreu concomitantemente com a montagem eletromecânica e a execução das obras de underground (ex.: drenagens) também ocorreu simultaneamente com a montagem eletromecânica”; Com a obra em andamento, o quanto antes os projetos fossem entregues menos ociosidade e prejuízos a construtora teria. E o que se pôde perceber é que não houve uma efetiva análise crítica do projeto pela projetista, acarretando em falhas. Pelo contrato, a construtora repassaria esses prejuízos à projetista.

O Caso 3 pertence aos grupos de riscos de gestão e riscos externos, pois a construtora, que também atuou como gerenciadora, não realizou análise de risco quanto às atividades que dependiam de fatores externos como, por exemplo, o atraso da desmobilização do canteiro vizinho que afetou a execução do caminhamento da interligação enterrada. Caso esse risco tivesse sido identificado, avaliado, monitorado e controlado, muito provavelmente não ocorreria atraso ou ele seria minimizado. Outro exemplo da falta de gestão de riscos foi a questão climática, pois uma análise dos

índices pluviométricos da região poderia ser suficiente para a identificação, avaliação, monitoramento e controle desse risco, minimizando os impactos no prazo. E ainda, não foi realizada a gestão de riscos pela projetista no que diz respeito à elaboração do projeto com a obra em andamento. Havia a necessidade de se projetar o mais rápido possível, pois a construtora aguardava informações e qualquer atraso ou ociosidade da equipe da construtora poderia ser repassada à projetista, provocando prejuízos. A identificação, avaliação, monitoramento e controle desse risco poderiam evitar problemas de qualidade no projeto e atender aos prazos do cliente.

O Quadro 1 resume os principais pontos observados nos três casos estudados.

	Caso 1	Caso 2	Caso3
<b>Tipologia dos Riscos</b>	Riscos de Gestão Riscos Externos	Riscos de Gestão Riscos Tecnológicos	Riscos de Gestão Riscos Externos
<b>Ocorrências</b>	Não foi elaborada nenhuma análise de risco quanto à aquisição de serviços externos.	Não foi realizada análise de risco quanto à falta de conhecimento e primeira experiência na elaboração de projeto utilizando o sistema BIM.	Não houve análise de risco quanto atividades que dependiam de fatores externos, como por exemplo, o atraso da desmobilização do canteiro vizinho que afetou a execução do caminhamento da interligação enterrada.  Também não foi realizada a gestão de riscos pela projetista, por exemplo, no que diz respeito à elaboração do projeto com a obra em andamento,  Outro exemplo da falta de gestão de riscos foi em relação à questão climática.
<b>Processos de Gestão de Riscos</b>	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos

Quadro 1 – Síntese dos Estudos de Caso

Fonte: Autor

### 3.5 Recomendações para a Gestão de Riscos

Ao longo da elaboração de um projeto, muitas situações de risco podem ser identificadas e uma efetiva análise e gestão de riscos podem garantir resultados favoráveis, além de evitar impactos negativos e prejuízos. As empresas estudadas poderiam ter apresentado uma melhor qualidade dos projetos e melhor resultado financeiro se tivessem aplicado a gestão de riscos em seus projetos, particularmente, quanto aos riscos de gestão.

Abaixo, são apresentadas 20 recomendações preliminares que podem ajudar a mitigar riscos de gestão em projetos industriais, com base nos casos estudados e nas diretrizes apresentadas em SILVA; MELHADO (2014):

#### Quanto às informações de entrada

1. Avaliar as informações de entrada quanto à suficiência para atender às

necessidades do projeto, em todas suas etapas.

2. Avaliar a frequência de ocorrências que afetaram os resultados em projetos anteriores similares (especialmente aqueles do mesmo cliente).
3. Registrar em banco de dados os riscos identificados para o projeto de maneira a atender aos requisitos da gestão do conhecimento Quanto à gestão e os gestores do projeto.
4. Estabelecer quadro de competências e habilidades requeridas para a equipe gestora, bem como eventual demanda de consultoria especializada em gestão.
5. Capacitar e treinar continuamente os gestores, para evolução das competências alocadas à gestão de riscos
6. Analisar criticamente e atualizar constantemente o quadro de riscos do projeto e as medidas de controle ou mitigação a eles associadas.
7. Criar e manter sistema de controle de documentação, confiável e capaz de rastrear a circulação dos documentos de projeto

### **Quanto à interferência de outros agentes do projeto**

8. Completar e manter atualizada a matriz de responsabilidades do projeto
9. Avaliar possíveis incertezas relacionadas aos objetivos declarados e não-declarados do Cliente.
10. Analisar os riscos relacionados a inadequações do projeto às exigências de Órgãos de Aprovação e Reguladores.
11. Analisar os riscos oriundos de conflitos de interesse com outros agentes relevantes do projeto como, por exemplo, a Construtora.
12. Analisar os riscos ligados aos impactos do projeto sobre demais partes interessadas e a Sociedade.

### **Quanto ao detalhamento dos projetos**

13. Analisar os escopos de projetos e necessidades de consultoria
14. Definir Nível de Desenvolvimento (ND) requerido em cada etapa para a modelagem da informação da construção (MANZIONE, 2013).
15. Analisar os riscos ligados aos serviços de projeto e consultoria contratados de terceiros.
16. Não considerar estudos preliminares e projetos básicos não aprovados como documentos confiáveis para tomada de decisão.

## Quanto à interação projeto-execução

17. Analisar in loco os riscos das condições reais de execução do projeto.
18. Analisar os riscos de falta de integração entre os agentes de projeto e de execução Quanto à influência de fatores externos.
19. Analisar os riscos vinculados aos fatores climáticos.
20. Analisar os riscos de perturbações no quadro sócio-político-econômico, durante o período do projeto.

### 3.6 Conclusão

Para que os projetos industriais possam apresentar melhor desempenho quanto a qualidade, prazo e resultados financeiros é necessário que a organização tenha entendimento dos potenciais riscos de seus projetos, avaliando-os de forma a antecipar possíveis impactos negativos e escolher métodos apropriados para sua gestão.

Os riscos de gestão estão presentes nos três estudos de caso, podendo levar à conclusão de que as empresas de engenharia do setor industrial não têm o entendimento da importância da gestão destes riscos em seus projetos. As organizações necessitam entender como uma análise e avaliação eficaz podem ser utilizadas de modo a antecipar potenciais riscos quando implementados novos sistemas e processos de gestão e, assim, garantir melhores resultados aos seus projetos.

Este trabalho faz parte da pesquisa de Doutorado da primeira autora, em andamento.

## REFERÊNCIAS

HALL, D.; HULLET, D. **Universal Risk Project**, PMI, 2002.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**, Tese, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NAVARRO, S.S. **Planejamento de empreendimentos imobiliários: gestão de risco orientada a gestão de prazo com ênfase na identificação de alertas antecipados**, Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **Practice standard for project risk management**, Newtown Square, 2009.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **PMBOK: Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**, 5ª edição, 2013.

RABECHINI Junior, R.; CARVALHO, M.M. **Relacionamento entre gerenciamento de risco e sucesso de projetos**, Produção, v.23, n.3, 2013.



ROVAI, R.L. **Modelo estruturado para gestão de riscos em projetos: estudo de múltiplos casos**, Tese de doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SCHUYLER, J. **Risk and decision analysis in projects**, Project Management Institute, 2001.

SILVA, T.F.L.; MELHADO, S.B. **Gestão de projetos industriais**. Editora PINI. São Paulo, 2014.

THUYET, N.V.; OGUNLANA, S.O.; DEY, P.K. **Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam**, International Journal of Energy Sector Management, Bingley, vol. 1, n. 2, p.175-194, 2007.

YIN, R.K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**, Bookman, 2001.

## INTEGRAÇÃO DO BIM NO CURRÍCULO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES

### Josyanne Pinto Giesta

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN  
Natal – RN

### Gilda Lucia Bakker Batista de Menezes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN  
Natal – RN

### Alfredo Costa Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN  
Natal – RN

**RESUMO:** O segmento da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), em busca de melhores resultados em termos de qualidade, custo e tempo de execução, têm implementado o *Building Information Modeling* (BIM). Este processo de transição para o BIM tem ocorrido em larga escala em diversos países, inclusive com ações de obrigatoriedade de seu uso nos projetos públicos. No Brasil estas iniciativas já estão ocorrendo, com destaque para as regiões Sul e Sudeste. O Rio Grande do Norte tem apresentado casos ainda isolados desta implementação, no entanto, já se percebe a importância da academia neste processo, através da formação dos profissionais AEC. Este artigo tem como objetivo analisar as interfaces entre a matriz curricular do curso técnico de

nível médio em Edificações e o BIM, de forma a propor modificações na mesma. Utilizou-se a metodologia proposta por Checcucci e Amorim, onde foram empregadas 4 categorias para análise de cada componente da matriz. A pesquisa se deu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Como resultado da pesquisa foi possível estabelecer diretrizes para o processo de introdução do BIM no curso de Edificações: (a) inserção dos conteúdos importantes do BIM desde o segundo semestre e em praticamente todas as disciplinas do núcleo tecnológico; (b) estratégia de colaboração intracursos; (c) desenvolvimento de nível de competência Intermediário; (d) alcance de segundo estágio de adoção de BIM; (e) processo gradual, acompanhando a qualificação dos docentes. Assim, o trabalho vem contribuir para introdução do BIM nos cursos da área AEC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edificações, Matriz curricular, BIM, *Building Information Modeling*.

**ABSTRACT:** The Architecture, Engineering and Construction (AEC) segment, in search of better results in terms of quality, cost and execution time, has been implementing Building Information Modeling (BIM). This process of transition to BIM has been happening on a large scale in several countries, including actions requiring it to be used in public projects. In Brazil these

initiatives are already taking place, with emphasis on the South and Southeast regions. Rio Grande do Norte has been presenting cases still isolated of this implementation, however, it is already perceived the importance of the academy in this process, through the training of AEC professionals. This article aims to analyze the interfaces between the curricular matrix of the technical course of secondary level in “Buildings” and the BIM, in order to propose modifications in the course. It was used the methodology proposed by Checcucci and Amorim, where 4 categories were used to analyze each component of the matrix. The research was done at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte. As a result of the research, it was possible to establish guidelines for the BIM implementation process in the “Buildings” course: (a) insertion of the important contents of BIM since the second semester and in practically all subjects of the technological core; (b) intracourses collaboration strategy; (c) development of Intermediate competence level; (d) second stage of adoption of BIM reach; (e) gradual process, accompanying the qualification of the teachers. This way, the paper wants to contribute to the introduction of BIM in the courses of the AEC area.

**KEYWORDS:** BIM, Building Information Modeling, Buildings course, Curriculum.

## 1 | INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção) tem permitido o surgimento de novos perfis de profissionais no mercado de trabalho da área da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), entre os quais se tem o Modelador em BIM, o Analista em BIM e o Gerente em BIM. Cada um destes profissionais requer formação em BIM específica, com o desenvolvimento de habilidades particulares, o que os relacionam a um nível de ensino distinto - Introdutório, Intermediário e Avançado (BARISON; TOLEDO, 2011).

As instituições de ensino da área AEC necessitam inserir o BIM na matriz curricular de seus cursos, como forma de preparar os futuros profissionais para as novas exigências do mercado de trabalho. Entre as estratégias de introdução do BIM temos: Colaboração intracursos, Colaboração interdisciplinar e Colaboração à distância (BARISON; TOLEDO, 2010).

Nesse sentido, esforços têm sido realizados por parte das universidades, nos cursos de graduação em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, com pesquisas mostrando um acentuado número de iniciativas no cenário nacional, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste. Entretanto, no panorama dos cursos técnicos de nível médio em Edificações ainda se identifica uma grande lacuna.

Para a inserção do BIM se faz necessário conhecimento da matriz curricular, definição do profissional que se pretende formar, indicando assim o nível de ensino necessário, além da estratégia de introdução do BIM a ser adotada. Este trabalho apresenta uma proposta de integração do BIM no currículo do curso de Edificações, com base na metodologia desenvolvida por Checcucci e Amorim (2013), através da

identificação das interfaces existentes entre os componentes da matriz curricular e o BIM. Além de caracterizar a proposta quanto ao nível de competência BIM esperado, ao tipo de colaboração possível e ao estágio de adoção de BIM alcançado.

A pesquisa foi desenvolvida junto ao curso subsequente de Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), e foi norteada pela hipótese de que o BIM não pode ser entendido apenas como o ensino de softwares, devendo estar relacionado aos aspectos conceituais, além de ser importante sua abordagem em múltiplas disciplinas, de forma integrada, possibilitando assim a simulação de situações práticas.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

A inserção do BIM nos cursos AEC trata-se de uma iniciativa complexa, que exige reformulação do próprio currículo. A partir da análise das características da matriz curricular proposta é possível identificar o nível de competência BIM aplicado no curso e o perfil do profissional formado; o tipo de colaboração existente; e ainda o estágio de adoção de BIM alcançado.

### Níveis de competências BIM

Segundo Barison e Toledo (2011) são três os níveis de competências: introdutório, intermediário e avançado. Cada um destes níveis terá suas estratégias de ensino/aprendizagem de BIM de modo a desenvolver as competências do Modelador BIM, Analista BIM e Gerente BIM respectivamente. O Quadro 1 apresenta de forma resumida aspectos que diferenciam estes níveis.

Introdutório	Intermediário	Avançado
Modelador/Facilitador BIM	Analista BIM	Gerente BIM
Área < 600m <sup>2</sup>	Edifício	Área 5.000 m <sup>2</sup>
Modelagem, extração de quantidades	Detecção de interferências, planejamento de etapas da obra, análise de custos	BIM em equipe com alunos de outros cursos

Quadro 1 – Níveis de competências BIM

Fonte: Adaptado de BARISON e TOLEDO (2011)

### Estratégias de introdução do BIM – Tipos de colaboração

Com relação aos tipos de colaboração utilizados nas experiências acadêmicas BIM, Barison e Toledo (2010) identificam três, sendo elas: colaboração intracursos, colaboração interdisciplinar e colaboração à distância. Na colaboração intracursos estão experiências em que o BIM é introduzido em apenas um curso. Na colaboração interdisciplinar temos exemplos de escolas que integram disciplinas de dois ou três

cursos distintos, enquanto na colaboração à distância tem-se a simulação de uma verdadeira colaboração com alunos de duas ou mais escolas distantes.

## Estágios de adoção de BIM

Ruschel, Andrade e Moraes (2013) apresentam três estágios de adoção de BIM propostos por Succar (2009): primeiro estágio, segundo estágio e terceiro estágio. No Quadro 2 é possível identificar de forma sucinta cada um destes estágios.

Primeiro	Segundo	Terceiro
Modelagem paramétrica	Modelos com 4ª e 5ª dimensão	Mesmo modelo (integrado e compartilhado)
Única disciplina de projeto	Até duas disciplinas	Múltiplas disciplinas
Uma fase específica do processo	Uma ou duas fases do processo de projeto	Todo o processo do empreendimento

Quadro 2 – Estágios de adoção de BIM

Fonte: Adaptado de RUSCHEL, ANDRADE e MORAIS (2013)

## Método para identificação das interfaces entre BIM e matriz curricular

Checucci e Amorim (2013) apresentam um método para identificação das interfaces entre BIM e matriz curricular de cursos de Engenharia Civil, no qual existem quatro categorias para analisar as componentes da matriz curricular.

- (1) Relação entre o componente curricular e o paradigma BIM: não se visualiza nenhuma interface com o paradigma; pode existir alguma interface, a depender do foco; existe interface clara com o BIM.
- (2) Conteúdos (conceitos ou usos) que podem ser trabalhados na disciplina: colaboração; interoperabilidade; coordenação; modelagem geométrica tridimensional; parametrização; orientação a objetos; ciclo de vida da edificação; semântica do modelo; visualização; e simulação.
- (3) Etapas do ciclo de vida da construção que podem ser discutidas: estudo de viabilidade; projeto; planejamento da construção; construção; uso e manutenção; e demolição ou requalificação.
- (4). Disciplinas do projeto da edificação que podem ser trabalhadas: arquitetura; elétrica; hidráulica; estrutura; ar condicionado; outras disciplinas.

Para as análises de cada componente, frente às ementas, Checucci e Amorim (2013) propõe uma representação que permite o registro de todas as categorias (Figura 1).

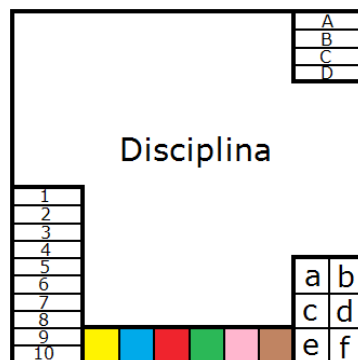


Figura 1 – Representação das categorias  
 Fonte: Adaptado de CHECCUCCI e AMORIM (2013)

As quatro categorias estão representadas no canto superior direito, onde os retângulos com as letras A, B, C e D (maiúsculas), indicam as categorias (A) relação entre o componente e o paradigma BIM; (B) conteúdos BIM que podem ser trabalhados nele; (C) etapas do ciclo de vida da edificação que podem ser discutidas; (D) disciplinas do projeto que podem ser trabalhadas.

As dez áreas indicadas no canto inferior esquerdo, numeradas de 1 a 10, correspondem aos conteúdos avaliados: 1 - Colaboração; 2 - Interoperabilidade; 3 - Coordenação; 4 - Modelagem computacional tridimensional; 5 - Parametrização; 6 - Orientação a objeto; 7 - Ciclo de vida da edificação; 8 - Semântica do modelo; 9 - Visualização; 10 - Simulação.

Na parte inferior central se tem seis espaços com cores distintas, que correspondem às etapas do ciclo de vida da edificação: amarelo – Estudo de viabilidade; azul – projeto; vermelho – Planejamento da construção; verde – Construção; rosa – Uso e manutenção; marrom – Demolição ou requalificação.

Finalmente, no canto inferior direito as áreas indicadas pelas letras minúsculas a, b, c, d, e, f, representam as disciplinas de projeto: a - Arquitetônico; b - Elétrico; c - Hidráulico; d - Estrutural; e - Ar condicionado; f - Outros.

### 3 | METODOLOGIA

A metodologia adotada para consecução deste artigo contemplou as seguintes etapas:

- (a) Etapa I – revisão da literatura: reunião de conhecimentos disponíveis em artigos publicados em periódicos e em eventos nacionais e internacionais, relacionados às estratégias e experiências de ensino do BIM. Esta etapa permitiu construir o referencial teórico, bem como estabelecer parâmetros para a análise dos resultados;
- (b) Etapa II – descrição do caso estudado: detalhamento da matriz curricular do curso subsequente de Edificações do IFRN, utilizada para exemplificar uma proposta de inserção do paradigma BIM em curso técnico de Edificações.

Os aspectos descritos se referem à organização curricular e as disciplinas integrantes; e

- (c) Etapa III – análise dos resultados: a matriz curricular foi analisada utilizando-se a metodologia apresentada por Checcucci e Amorim (2013), sendo apresentada uma proposta de modificação da matriz curricular para inserção de conteúdo BIM. Bem como esta proposta foi caracterizada quanto ao nível de competência BIM esperado, ao tipo de colaboração possível e ao estágio de adoção de BIM alcançado.

## 4 | ESTUDO DE CASO

### Núcleo de Pesquisa em BIM (NP-BIM)

As discussões sobre BIM no IFRN tiveram início em 2011 e atualmente as pesquisas sobre a temática se desenvolvem nos grupos de pesquisa Qualidade e Produtividade no Setor da Construção Civil e GIP (Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos), do CNPq. O NP-BIM possui laboratório próprio instalado no Campus Natal Central, onde se desenvolvem projetos de pesquisa e extensão. O núcleo é composto atualmente por oito docentes de diferentes áreas, entre as quais podemos citar: projetos, instalações, construção e informática.

Desde 2011 até 2016 a inserção do BIM no IFRN tem se dado a partir dos projetos de pesquisa e extensão. Foram mais de vinte projetos de pesquisa e um projeto de extensão, que juntos capacitaram mais de 110 estudantes. O NP-BIM durante este período tem também firmado parcerias com outras instituições de ensino AEC, desenvolvendo o interesse na temática, bem como promovendo e participando de seminários, mesa redonda e palestras que divulgam e difundem o BIM.

Este mecanismo de ensino do paradigma BIM tem um alcance pequeno, quando comparado com a inserção de conteúdos BIM na grade curricular dos cursos AEC existentes no IFRN, no entanto, se tem mostrado uma excelente alternativa, enquanto não se faz possível a adequação curricular.

### Curso Técnico Subsequente de Edificações

O IFRN possui cursos voltados para área AEC, entre os quais pode-se citar o curso técnico subsequente de Edificações, com duração de quatro semestres. Segundo o Projeto Pedagógico de 2011 este curso está organizado em três núcleos: a) Núcleo Fundamental (disciplinas de revisão do ensino médio); b) Núcleo Articulador (disciplinas de base científica e tecnológica comuns aos eixos tecnológicos e disciplinas técnicas de articulação e integração); e c) Núcleo Tecnológico (disciplinas técnicas do curso, não contempladas no Núcleo Articulador).

O Quadro 3 apresenta as disciplinas do Núcleo Tecnológico, que correspondem

a 71% do total de disciplinas do curso, distribuídas nos seus respectivos semestres.

Semestres	Disciplinas (Nº de aulas semanal/semestre)
1º	Desenho Técnico (4) - Materiais de Construção (6)
2º	Desenho Arquitetônico (4) - Construção Civil 1 (6) - Mecânica dos Solos (4) - Instalações Elétricas (4)
3º	Desenho Assistido por Computador (4) - Construção Civil 2 (4) - Instalações Hidrossanitárias (6) - Instalações de Segurança (4)
4º	Elementos de Projeto Arquitetônico (4) – Topografia (6) – Estabilidade (4) – Orçamento (4) - Manutenção Predial (2)

Quadro 3 – Matriz curricular (Núcleo Tecnológico) do curso de Edificações

Fonte: Adaptado do PROJETO PEDAGÓGICO - IFRN 2011

## 5 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

A análise preliminar das disciplinas integrantes de cada um dos núcleos identificou que o núcleo tecnológico, é o que apresenta as características essenciais para o processo de inserção de conteúdos BIM em suas disciplinas.

Para o estudo das quatro categorias, se definiu três níveis de cores (do mais fraco ao mais forte), que apontam desde a não existência de interface até a interface clara com o paradigma BIM (adaptado de CHECCUCCI e AMORIM, 2013).

A Figura 2 exemplifica a análise efetuada nas disciplinas de Construção Civil 1, Instalações Elétricas e Elementos de Projetos Arquitetônicos.



Figura 2 – Análise das disciplinas

Fonte: GIESTA (2017)

A ementa da disciplina Construção Civil 1 apresenta Estudos e serviços preliminares de construção; Fundações (conceitos e classificação); Superestrutura (execução de estruturas de concreto armado); Vedações verticais (execução de alvenaria e elementos constituintes) e Execução de coberturas. A análise indica uma existência de interface clara com o paradigma BIM, a forte possibilidade de discussão



de todos os dez conteúdos, bem como o estudo das três etapas do ciclo de vida da edificação (Estudo de viabilidade, Planejamento da Construção e Construção).

A ementa de Instalações Elétricas mostra que a disciplina visa transmitir conhecimentos em Instalações Elétricas de Baixa Tensão (normas, componentes, dimensionamentos e projetos). A análise indica uma existência de interface clara com o paradigma BIM, a forte possibilidade de discussão de todos os dez conteúdos, bem como o estudo da etapa do ciclo de vida da edificação denominada Projeto, correspondendo à categoria Projeto elétrico.

A ementa de Elementos de Projetos Arquitetônicos indica se tratar de disciplina de caráter instrumental, que pratica abordagens conceituais e metodológicas do projeto arquitetônico. A análise indica uma existência de interface clara com o paradigma BIM, a forte possibilidade de discussão de todos os dez conteúdos, bem como o estudo da etapa do ciclo de vida da edificação denominada Projeto, correspondendo à categoria Projeto arquitetônico.

A partir das análises efetuadas nas quinze disciplinas do núcleo tecnológico, foi identificado que doze delas possuem relação com o paradigma BIM. E a proposta de inserção do BIM no curso subsequente de Edificações contempla conteúdos BIM desde o segundo semestre (Quadro 4).

Núcleo Tecnológico	Semestre			
	1º	2º	3º	4º
Total de Disciplinas	2	4	4	5
Disciplinas que possuem relação com BIM	-	3	4	5

Quadro 4 – Disciplinas por semestre e suas relações com BIM

Fonte: GUESTA (2017)

Ainda das análises é possível constatar que: a) Todas as etapas do ciclo de vida da edificação são trabalhadas, exceto o ciclo de demolição ou requalificação; b) Todos os conteúdos importantes do BIM podem ser inseridos em alguma disciplina existente; e c) Com relação às disciplinas de projeto, com exceção de projeto de Ar condicionado, elas já são aplicadas, sendo que em diferentes componentes.

Através deste estudo percebe-se que os conceitos trabalhados nas diferentes disciplinas permitirão o desenvolvimento de atividades como detecção de interferências, extração de quantitativos, análise de custos e planejamento das etapas da obra, propiciando aos alunos um nível de ensino em BIM intermediário, representando a formação de analistas BIM. O tempo de duração do curso de dois anos, relativamente curto, dificulta em muito a possibilidade de um nível de competência avançado, que formaria gerentes BIM. Além do que para tal faz-se necessário uma colaboração interdisciplinar, com alunos de dois ou três cursos.

É importante ressaltar que a colaboração se dará apenas entre os alunos do

curso de edificações, caracterizando assim uma colaboração intracursos.

O estudo indica ainda o alcance do segundo estágio de adoção de BIM, visto que os modelos serão de 4ª e 5ª dimensão, com tempo associado ao planejamento da obra e modelo de previsão de custos respectivamente; além de serem trabalhadas mais de uma disciplina.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma análise das interfaces entre a matriz curricular do curso técnico de nível médio em Edificações na forma subsequente e o BIM, a partir da matriz curricular do IFRN. A análise identificou a oportunidade de inserção de todos os conteúdos importantes do BIM em praticamente todas as disciplinas do núcleo tecnológico da matriz curricular, sendo permitido desde o segundo semestre do curso.

Essa possibilidade do BIM ser incluído ao longo de todo o curso, através da exploração das aplicações BIM dentro das disciplinas já existentes favorece a colaboração em um empreendimento real, entre as disciplinas e com os estudantes do curso de Edificações, caracterizando assim um modelo de Colaboração intracursos.

Conteúdos BIM em 80% das disciplinas do núcleo tecnológico propicia desenvolver com os alunos um nível de competência intermediário, garantindo uma formação de analista BIM.

Estas perspectivas do BIM sendo trabalhado em mais de uma disciplina de projeto e com modelos com 4ª e 5ª dimensão viabiliza alcançar o segundo estágio de adoção de BIM.

No entanto, esta grande abrangência apresenta uma limitação, a necessidade de docentes com domínio na temática BIM. Como solução vislumbra-se a inserção do BIM no IFRN através de processo gradual, que acompanhe a qualificação dos docentes, sendo recomendável inicialmente um estudo voltado à identificação da percepção dos docentes, do quadro do IFRN, quanto ao significado do BIM, suas dificuldades e obstáculos para inserção do BIM em suas disciplinas.

## 7 | ORIGEM

O presente capítulo tem como origem o artigo apresentado no 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção – SBTIC 2017, sendo resultado das pesquisas que estão sendo desenvolvidas no grupo de pesquisa Grupo de Estudos e Pesquisa em Integração de Projetos (GIP) – IFRN/CNPq, realizadas no Núcleo de Pesquisa em BIM (NP-BIM).

## REFERÊNCIAS

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Tendências atuais para o ensino de BIM. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., Salvador, 2011. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2011.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Estratégias de ensino BIM: uma visão geral das abordagens atuais**. 2010. Disponível em: <[http://www.uel.br/pessoal/barison/Artigos\\_Tese/p288p.pdf](http://www.uel.br/pessoal/barison/Artigos_Tese/p288p.pdf)>. Acesso em: 16 mai. 2017.

CHECCUCCI, Erica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão de. Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de Engenharia Civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., Campinas, 2013. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). **Projeto Pedagógico do Curso Técnico de Nível Médio em Edificações**. Natal: IFRN, 2011.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.

## ANÁLISE DE JURISPRUDÊNCIAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL<sup>1</sup>

### **Marcelo Fabiano Costella**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ e Faculdade Meridional - IMED  
Chapecó – SC e Passo Fundo - RS

### **Cláudio Alcides Jacoski**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### **Nicael William Martini**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### **Vilmar Roque Pereira**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

### **Monike de Medeiros Costella**

Universidade Comunitária da Região de Chapecó  
– UNOCHAPECÓ  
Chapecó – SC

**RESUMO:** Tendo em vista a necessidade de analisar quais as principais demandas judiciais que recaem sobre os profissionais envolvidos na construção de obras, o presente artigo consiste na análise de jurisprudência nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O método de pesquisa deu-se através de

uma busca online, de forma que se garimpou jurisprudências nas páginas dos tribunais da justiça estadual, o que corresponde à segunda instância do processo civil. Essa busca foi realizada no site do Tribunal de Justiça de cada estado com a palavra-chave construção civil e para o período de pesquisa delimitado em 2013. Em seguida, os resultados foram delimitados conforme o foco da pesquisa e as jurisprudências selecionadas foram analisadas conforme as seguintes categorias: Para cada categoria foram apresentados os resultados e os principais aspectos, além de um exemplo-chave de jurisprudência e a discussão do aspecto legal junto às formas de evitar esse processo. Dentre os resultados, a partir de 1355 jurisprudências iniciais, foram analisadas 544 jurisprudências. A principal categoria se refere às questões tributárias em ambos os estados, tendo 21% no estado do RS e 34% no estado de SC, especialmente em relação ao recolhimento incorreto do imposto ISS, devido à realização incorreta do cálculo do imposto. A pesquisa teve como contribuição detalhar as causas que geraram as jurisprudências e conscientizar os profissionais dos erros ocorridos para que não aconteçam novas jurisprudências pela mesma causa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Jurisprudência,

<sup>1</sup>- Parte desse artigo foi publicado em COSTELLA, M. F.; JACOSKI, C. A. ; MARTINI, N. W. ; PEREIRA, V. R. . Análise de jurisprudências relacionadas à construção civil. In: 9o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2015, São Carlos/SP. **Anais...** São Carlos/SP: Marketing Aumentado. p. 358-365.

**ABSTRACT:** In view of the need to analyze which are the main legal claims that fall upon the professionals involved in construction, this article consists of an analysis of the jurisprudence in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. The research method was an online search, through which the jurisprudence was mined in the pages of the state courts of justice, which corresponds to the second instance of civil procedure. This search was carried out on the sites of the Court of Justice of each state with the keyword “construção civil” (construction). The research period was limited to 2013. Subsequently, the results were delimited according to the focus of the study and the selected cases were analyzed according to the following categories: development and creation of projects, recruitment and drafting of contracts, performance of work, taxation, dispossession and housing insurance. For each category, the results and the main aspects were presented, in addition to a key example of the case and the discussion of the legal aspects together with the ways to prevent this trial. Among the results, from the initial 1355 initial cases, 544 were analyzed. The main category refers to tax issues in both states, 21% in the state of Rio Grande do Sul and 34% in the state of SC, especially in relation to the incorrect withholding of the ISS tax because of an incorrect calculation of the tax. This study contributed by fleshing out the causes that generated the cases and by raising awareness among professionals of the errors made so that new cases need not happen for the same cause.

**KEYWORDS:** Court, Legislation applied to construction, Building performance.

## 1 | INTRODUÇÃO

Inúmeras são as variáveis que devem ser levadas em consideração no momento de estabelecer as responsabilidades e de fixar o quantum indenizatório. Por isso, quando falhas na construção ocasionam responsabilidade civil, são abordadas detalhadamente as possibilidades, através de entendimentos doutrinários e jurisprudenciais sobre o assunto, constituindo assim um instrumento útil para os profissionais que estão envolvidos com esses empreendimentos.

Portanto, realizar as distinções entre os vários tipos de responsabilidades, analisar as formas de contratação e suas variações contratuais e delimitar as responsabilidades de cada um dos agentes que participam da construção civil, construtor, incorporador e projetista, tem como intuito evitar problemas futuros para todas as partes interessadas.

Assim, esse artigo objetiva a realização de um levantamento e classificação das jurisprudências relacionadas à construção, tendo como ponto de corte as jurisprudências de 2013 no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

## 2 | RESPONSABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

### 2.1 Responsabilidade do construtor

No artigo 6º §VI do Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 2000) está previsto que o consumidor tem direito de prevenção e reparação de danos patrimoniais e morais, individuais, coletivos e difusos.

O artigo 421 do CC (BRASIL, 2002) determina que a liberdade do contratante seja exercida em razão e nos limites da função social do contratado, inserindo assim os princípios éticos e morais da sociedade presente na constituição federal de 1988. Os art. 422 e 113 do CC (BRASIL, 2002) ressaltam o avanço ético e moral dos conceitos legais e expressões abstratas como: boa-fé, bons costumes, impondo seu cumprimento.

Segundo Mello (2010, p. 25):

“A obrigação dos compradores é realizar o pagamento de suas prestações na forma estabelecida, e em contrapartida a obrigação dos incorporadores ou construtores é executar a obra atendendo às normas técnicas, às previsões do memorial descritivo de acabamento e as demais condições contratadas, devendo pautar a sua conduta pelos princípios da boa-fé. Mesmo nos demais casos que tratam apenas da construção, o construtor responde pela garantia, seja legal (referente à solidez da obra e segurança dos moradores), seja a garantia contratual, se houver, sendo aplicáveis, também nesses casos, as regras da boa-fé. Assim, os princípios da oticidade e socialidade devem acompanhar a responsabilidade do construtor antes, durante e depois da conclusão da obra”.

Conforme cita Meirelles (1979, p. 252):

“A responsabilidade pela perfeição da obra é o primeiro dever legal de todo profissional ou firma de engenharia, arquitetura ou agronomia, sendo de se presumir em qualquer contrato de construção, particular ou pública, mesmo que não conste de nenhuma cláusula de ajuste. Isso porque, a construção civil é, modernamente, mais que um empreendimento leigo”.

De acordo com Nascimento (1991), responderão pela imperfeição da obra o autor do projeto como também a construtora ou empreiteira que o lhe executou, até que seja apurada a real culpa da imperfeição. A responsabilidade profissional surge com o descumprimento das normas técnicas de modo recomendável ou, simplesmente, da falta de cuidados usuais na elaboração e execução do projeto.

#### *2.1.1 Responsabilidade pela segurança e solidez da obra*

O art. 618 do CC (BRASIL, 2002) prevê que a segurança e solidez da obra serão de responsabilidade do empreiteiro por um período de cinco anos. Sendo essa cláusula aplicável a qualquer modalidade de construções, seja ela empreitada ou administrativa.

Segundo o artigo 618 CC: “Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante

o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo.” (BRASIL, 2002).

Conforme Del Mar (2008), a responsabilidade pela solidez e segurança da obra deve ser analisada em consonância com a responsabilidade profissional dos engenheiros, arquitetos e construtores. Nessa mesma linha, Rodrigues (2002) corrobora que a responsabilidade pela segurança e perfeição da obra é exclusivamente do construtor, mas pode ser transferida ao responsável do projeto a parte que cabe a ele a culpa.

### *2.1.2 Responsabilidade dos engenheiros e arquitetos*

Segundo Gonçalves (2003), nas construções atuais se observa a atuação de inúmeros profissionais especializados nas mais diversas áreas da construção civil, porém não existe subordinação entre eles, pois possuem o mesmo grau de formação científica e a mesma responsabilidade técnica pelo serviço prestado.

De acordo com Del Mar (2008), “A ART é instrumento básico para a fiscalização do exercício da profissão, permitindo identificar se a obra ou o serviço estão sendo realizados por profissional habilitado. Além disso, é a garantia técnica e contratual ao profissional e ao cliente na prestação de serviços ou obras de Engenharia, ou Agronomia”.

Em caso de ampliação ou seguimento de obra que já está em andamento, segundo a lei nº 5.194, artigo 20, fica de responsável técnico o profissional da entidade registrada que aceitar esse encargo, sendo ele também responsável por partes já executadas ou concluídas por outros profissionais.

Conforme Mello (2010), a elaboração de um laudo técnico sobre as obras executadas, é recomendável para documentar aquilo que já foi feito e como foi feito, a fim de prevenir responsabilidades.

## **3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa foi realizada através de uma busca online, de forma que se garimpou jurisprudências nas páginas dos tribunais da justiça estadual, ou seja, casos de 1ª e 2ª instância nos estados de SC e RS.

O poder judiciário brasileiro obedece a uma ordem hierárquica de instâncias em três graus, isso significa que um mesmo caso pode ser julgado por três graus do Poder Judiciário até que se tome uma decisão final. A primeira instância é aquela que primeiro analisa e julga um caso apresentado ao Judiciário, geralmente representada pelos Juízes. Quando um Juiz toma uma decisão a respeito de uma ação, diz-se que existiu uma sentença de 1ª instância. Se uma das partes interessadas do processo não concordar com a decisão pronunciada pelo Juiz, pode-se apelar para que o caso seja analisado em 2ª instância, isto é, permitir que a decisão seja reavaliada.

A segunda instância é representada pelos Tribunais de Justiça, para que sejam examinadas as decisões tomadas na primeira instância, sendo que os desembargadores dos Tribunais tem o poder para modificá-las ou mantê-las. Porém, se uma das partes ainda não concordar com a decisão, poderá recorrer para 3ª instância, que é caracterizada pelo Superior Tribunal da Justiça, sendo que essas jurisprudências não foram levadas em consideração e não serão analisadas no presente trabalho.

As jurisprudências foram retiradas dos sites do Poder Judiciário de Santa Catarina (<http://www.tj.sc.gov.br/>) e Poder judiciário do Rio Grande do Sul (<http://www.tjrs.jus.br/site>), para os quais, na aba de jurisprudência, em busca avançada foi delimitada a palavra-chave como “construção civil” e o período de pesquisa para 2013, sendo assim encontradas as jurisprudências.

Ao realizar o levantamento dos dados, foram lidas e avaliadas todas as jurisprudências para efetuar a filtragem. As jurisprudências realmente relacionadas com o setor de construção foram classificadas de acordo com Martini (2011): elaboração e criação de projetos, contratação e elaboração dos contratos, desempenho da obra, tributaria, desapropriação e seguros habitacionais.

## 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Levantamento de dados

No período selecionado, foram encontradas 1355 jurisprudências, sendo 645 do estado SC e 710 do RS. Após leitura das jurisprudências, foram excluídas jurisprudências repetidas, embargos referentes a casamento, divórcio ou retomada de posse, e aquelas que não faziam respeito à construção civil, apesar da palavra-chave. Por fim, foram selecionadas 289 jurisprudências em SC e 225 no RS.

A figura 1 apresenta um comparativo a partir da divisão das jurisprudências nas categorias propostas no estudo. O principal destaque são as discussões referentes a tributos, seguidos das solicitações ligadas ao seguro habitacional e questões relacionadas ao projeto da edificação.

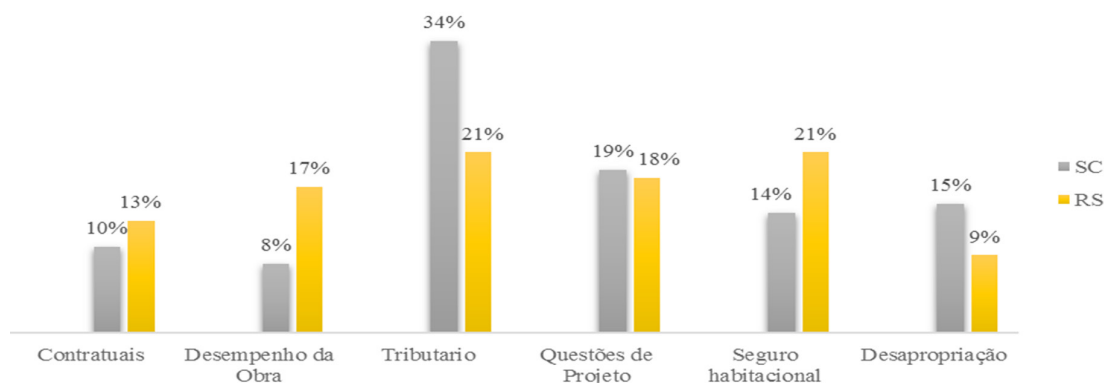


Figura 1 – Comparativos de dados entre estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul

Fonte: Elaboração dos autores



## 4.2 Jurisprudências tributárias

É possível ressaltar em ambos os estados, que jurisprudências referentes a questões tributárias estão em primeiro lugar, sendo 34% no estado de SC e 21% no RS. Entre os impostos que mais geraram as jurisprudências foram o ISS, ICMS e questões referente às taxas cartorárias de averbação.

O principal aspecto em ambos os estados, para grande quantia de jurisprudência relacionada à questão tributária, é o recolhimento errado, tentativa de exonerar-se do pagamento do imposto ou repassar a terceiros. Sendo assim, inúmeras empresas na área da construção civil recebem apelações de revisão de base de cálculo, a partir de demanda do município e estado.

O imposto ISS, que é a principal causa de jurisprudência, apresenta problemas com relação à maneira de empregar os materiais na sua base de cálculo, pois a lei determina que a dedução da base de cálculo do ISS seja o preço de serviço, sem incluir os materiais adquiridos pelas empreiteiras nas obras de construção civil. Porém os municípios, aos quais compete o recolhimento do imposto, continuam cobrando como valor total do imposto o serviço prestado mais o material utilizado, alegando que cabe a União conceder a isenção do tributo municipal. O Supremo Tribunal Federal (STF) chegou a realizar a isenção heterônoma, porém atualmente definiu-se pela exclusão dos materiais da base de cálculos do ISS.

Ao proporcionar esse duplo entendimento, a lei faz com que haja elevado número de discussões, o que aumenta o número de jurisprudências relacionadas à restituição e recolhimento do imposto. Entretanto, as jurisprudências pesquisadas nesse levantamento foram julgadas sem esse parecer conclusivo do STF sobre a exclusão dos materiais, por isso a discussão, conforme segue:

APELAÇÃO CÍVEL EM MANDADO DE SEGURANÇA. RETORNO DOS AUTOS DO SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA COM DECISÃO PARA QUE ESTA CORTE MANIFESTE-SE SOBRE PEDIDO ESPECÍFICO. ISS. EXCLUSÃO DE SUA BASE DE CÁLCULO DOS VALORES REFERENTES AOS MATERIAIS EMPREGADOS NA REALIZAÇÃO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. PEDIDO DE RECONHECIMENTO DO DIREITO À COMPENSAÇÃO DE CRÉDITO TRIBUTÁRIO EM SEDE DE AÇÃO MANDAMENTAL. POSSIBILIDADE. PRECEDENTES. RECURSO PROVIDO.

Apelação civil em mandado de segurança coletivo, tributário. Imposto sobre Serviço (ISS). Sindicato da indústria da construção de Blumenau – SINDUSCON que propugnou pela concessão da ordem para que as autoridades coatoras se abstivessem de incluir na base de cálculo do ISS o montante relativo aos materiais de construção adquiridos de terceiros e utilizados nas obras. Pleito cumulativo de compensação dos créditos tributários indevidamente recolhidos. Sentença que denegou a ordem. Decisão deste tribunal de justiça que confirmou a sentença. Decisão em agravo em recurso especial N.113.482/SC, do colendo superior tribunal de justiça que deu provimento ao recurso especial interposto pelo sindicato impetrante para admitir a possibilidade de exclusão da base de cálculo do ISS dos valores dos materiais de construção adquiridos de terceiros. Retorno dos autos a esta corte estadual para o julgamento do capítulo do pedido remanescente. Possibilidade de declaração do direito a compensação das contribuições tributárias em sede de mandado de segurança. (Brasil, Poder judiciário do estado de Santa

### 4.3 Elaboração e criação de projetos

As questões referentes à elaboração e criação de projetos atingiram números elevados de jurisprudências, sendo 19% no estado de SC e 18% no estado do RS. O principal problema relacionado a projetos foi a falta de cumprimento das leis municipais, tais como o Plano Diretor e o Código de Obras. Isso fica evidente na jurisprudência que segue:

[...] O Município de Florianópolis ajuizou “ação ordinária de demolição”... “O citado laudo de vistoria confirmou que o subsolo, o térreo e o pavimento imediatamente superior, foram todos executados diferentes do projeto licenciado”... “As garagens do térreo foram suprimidas, para utilização comercial. A sobreloja, anteriormente aprovada, deu lugar ao segundo pavimento, ocupando mais de 80% (oitenta por cento) do pavimento térreo. Foi ainda construído acréscimo sobre o afastamento para a Rua Olinda Maria Rodrigues, ocupando os níveis de subsolo e térreo” [...]. Ao final, a respeitável comissão concluiu que ‘não há como regularizar a construção na forma que se encontra. O terceiro pavimento e o acréscimo sobre o afastamento devem ser demolidos por contrariarem a legislação vigente’ “(fl. 3)”. (BRASIL. Poder judiciário do estado de Santa Catarina. Apelação do Civil n.2011.023147-2, Relator: BRAGA, Stanley da Silva. Publicado 31-10-2013).

Nesse caso, a punição recaiu sobre o proprietário do empreendimento, não havendo punição cabível ao profissional.

### 4.4 Jurisprudências de contratação e elaboração de contratos

Em ambos os estados a quantidade de jurisprudência geradas foram de 13% no estado de Rio Grande do Sul e 10% no estado de Santa Catarina. As questões referentes a atraso na entrega e descumprimento de contrato (compra e venda) foram as principais causas que geraram essas jurisprudências.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, observou-se que a maior parte das jurisprudências estava relacionada ao não cumprimento do prazo de entrega da edificação descrito em contrato. Também se ressalta que, em contratos de promessa de compra e venda, é de caráter das construtoras estipular o prazo de entrega posterior ao necessário, como margem de folga, demonstrando uma ação típica por atraso de entrega na compra de imóveis, apesar da tentativa das defesas em justificar o atraso, o que na maioria dos casos, não costuma convencer os magistrados, conforme segue:

[...] 1. Os contratos imobiliários de construtora se submetem à disciplina jurídica do Código de Defesa do Consumidor. [...] 2. Excesso de chuvas e escassez de mão de obra não consubstancia força maior para excluir a responsabilidade por atraso na entrega de obra, porquanto são riscos inerentes à construção civil, descabendo transferi-los ao consumidor adquirente (Brasil, Poder judiciário do estado de Santa Catarina. Apelação Civil n. 2012.057290-0, Relator: Des. Des. ROCHA, Monteiro. Publicado 31-10-2013).

Os atrasos geram prejuízos para os consumidores que, com amparo no Código

de Defesa do Consumidor, podem ingressar em juízo e buscar a reparação dos danos, através de ações de indenização materiais e morais. Nos casos mais graves, o juiz fixa multas diárias às construtoras, até a data da entrega, forçando a aceleração da conclusão da obra.

#### 4.5 Desempenho de obra

As jurisprudências referentes ao desempenho das obras corresponderam a 8% em SC e 17% no RS. A principal causa de jurisprudências no desempenho de obras está relacionada à deterioração de revestimento (30% em SC e 26% no RS) e presença de umidade (27% em SC e 33% no RS). Outros fatores como fissuras, desabamentos e deformidades na pintura também foram observados, porém com menores incidências.

Dentre as jurisprudências analisadas destacaram-se as de caráter culposo, onde os réus responderam diante do Código Civil e Código de Defesa do Consumidor. As punições geradas são de ordem material, pagamento de indenização, multas, embargo de obras, demolição, suspensões de carteira profissional (CREA), tal como segue:

APELAÇÃO CÍVEL. DIREITO PRIVADO NÃO ESPECIFICADO. CONSTRUÇÃO DE IMÓVEL. AÇÃO REPARATÓRIA DE DANOS MATERIAIS E MORAIS. VÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DO IMÓVEL. FALHA NO PROJETO, EXECUÇÃO E CONSTRUÇÃO DO IMÓVEL. CONTRATO DE EMPREITADA. PROVA PERICIAL.

A PROVA PERICIAL, O CONTRATO E OS DEMAIS ELEMENTOS DE PROVA PRODUZIDOS APONTAM COM EXATIDÃO A RESPONSABILIDADE CIVIL DA CONSTRUTORA QUANTO AOS VÍCIOS DO PROJETO, DA EXECUÇÃO E DA CONSTRUÇÃO DO IMÓVEL, QUE RESULTARAM EM DANOS ESTRUTURAIS, DESDE INFILTRAÇÕES DE ÁGUA NAS JANELAS E PAREDE LATERAL, MICROFISSURAS NO REBOCO, AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO E PINTURA INADEQUADA NO BANHEIRO, PROVOCANDO ATÉ MESMO A PROLIFERAÇÃO DE MOFO.[...] (APELAÇÃO CÍVEL Nº 70059664946, PODER JUDICIÁRIO DO ESTADO DE Rio Grande do Sul, Relator: MARCHIONATTI, Carlos Cini, Julgado em 28-05-2013)

O desempenho da obra não cabe somente a uma boa execução e cumprimento das normas técnicas em obra, mas também a manutenção, a qual poderá assegurar o atingimento da vida útil de projeto.

#### 4.6 Desapropriação

As ações geradas pelas desapropriações nos estados de SC e RS atingiram, respectivamente, um total de 15% e 9%, tendo como principais causas as referentes a desapropriações de hidrelétricas e reformas rodoviárias.

Outro ponto de destaque é que, quando a ação de desapropriação aponta a invasão de espaço destinado a passeio público ou área de proteção permanente (APP), possui qualificação considerada como de ação pessoal (pessoa física). Essa decorrência dá ao proprietário situação de ilegalidade, na qual não há indenização, pois implica que a área está tecnicamente irregular.

## 4.7 Seguro Habitacional

As jurisprudências referentes ao seguro habitacional correspondem no estado de SC a 14% e 21% no RS. As questões referentes ao seguro habitacional possuem jurisprudências geradas, em sua maioria, no ano 2009. Isso porque anteriormente a Justiça tinha dúvidas sobre a quem caberia a ação de julgar (Estadual ou Federal), então devido uma lei n 11.672/2008 decretada em 11 de março de 2009 coube à Justiça Estadual e não à Justiça Federal julgar a ação. Em virtude dessa lei, as ações encaminhadas ao Tribunal Federal foram recusadas, sendo elas encaminhadas para serem julgadas pela Justiça Estadual.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise das jurisprudências nos estados de SC e RS, tornou-se possível sondar as causas que geraram ações contra profissionais e empresas da área da construção civil. Por meio da fundamentação em casos já julgados, é possível conscientizar e informar os interessados e envolvidos para que não cometam os mesmos erros, evitando despesas com assessoria jurídica e indenizações.

Através dessa pesquisa, foram constatados que as questões tributárias são as principais causas de jurisprudências, e as maiores dúvidas estão com relação ao ISS. Os esclarecimentos com relação aos critérios empregados na base de cálculo deste imposto devem ser verificados com o respectivo município de instalação da obra.

Por outro lado, a pesquisa buscava levantar as responsabilidades dos responsáveis técnicos das obras envolvidas nas jurisprudências, o que, felizmente, ficou aquém do esperado. Praticamente, não houve responsabilização dos responsáveis técnicos, com exceção de aspectos ligados à elaboração de projetos. Isso ocorreu porque as demais jurisprudências recaíram sobre a empresa e seus prepostos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Código civil Brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

BRASIL. **Código defesa do Consumidor**. Brasília: Senado Federal, 2000.

DEL MAR, Carlos Pinto. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil**. São Paulo: Pini, 2008.

GONÇALVES, Carlos Roberto. **Responsabilidade civil**. 8º Ed. São Paulo: Saraiva 2003.

MARTINI, Martireli. **Análise de Jurisprudência Relacionada a Construção Civil**. 2011. 72f. Monografia apresentada na Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Civil, Chapecó, 2011.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito de construir**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1979.

MELLO, Guilherme Queiroz de. **Responsabilidade e Garantia na Construção Civil**, 2010. 69 f. Monografia apresentada na universidade do vale do Itajaí – UNIVALI para obtenção do grau de bacharel em Direito, Itajaí, 2010.

NASCIMENTO, Tupinambá M.C.do. **Responsabilidade Civil no código do consumidor**. Rio de Janeiro: Aide, 1991.

RODRIGUES, Silvio. **Direito Civil dos Contratos e das Declarações Unilaterais de Vontade**. São Paulo: Saraiva, 2002,. v.3.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação lato sensu; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-41-3

