

Bianca Camargo Martins  
(Organizadora)

# O Essencial da Arquitetura e Urbanismo 3



**Atena**  
Editora

Ano 2019

Bianca Camargo Martins

(Organizadora)

# O Essencial da Arquitetura e Urbanismo 3

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

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  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
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  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E78 O essencial da arquitetura e urbanismo 3 [recurso eletrônico] /  
Organizadora Bianca Camargo Martins. – Ponta Grossa (SP):  
Atena Editora, 2019. – (O Essencial da Arquitetura e Urbanismo;  
v. 3)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-2654  
DOI 10.22533/at.ed.654191704

1. Arquitetura. 2. Planejamento urbano. 3. Urbanismo. I. Martins,  
Bianca Camargo. II. Série.

CDD 720

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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

Nos dias de hoje, é muito discutido o papel social da Arquitetura e do Urbanismo. Por muitos anos, o papel social foi interpretado apenas como a arquitetura específica para as camadas populacionais de menor renda, sem acesso ao mercado formal de moradias – e de arquitetura. Porém, com a crise urbana em que vivemos atualmente, onde grandes parcelas da população não tem acesso às “benesses” do espaço urbano, essa discussão voltou à tona.

Muito mais do que levar a arquitetura para os mais necessitados, devemos reinventar nossa prática profissional para sermos os agentes transformadores da sociedade atual e enfrentarmos os desafios, sociais, políticos e econômicos que estamos vivenciando diariamente em nossas cidades.

Esta edição de “O Essencial de Arquitetura e Urbanismo 2” apresenta experiências das mais diversas áreas da arquitetura e urbanismo, como: arquitetura, ensino, conforto ambiental, paisagismo, preservação do patrimônio cultural, planejamento urbano e tecnologia. Assim, busca trazer ao leitor novos conceitos e novas reflexões para a prática da arquitetura e do urbanismo.

Neste contexto, é abordada desde as metodologias pedagógicas ativas a serem utilizadas no ambiente escolar até a compatibilização de projetos com o uso da Metodologia BIM (Building Information Modeling). A acessibilidade é abordada a partir de diversas perspectivas: desde um edifício isolado até a acessibilidade de uma cidade, evidenciando a importância da discussão nos dias de hoje. Cabe destacar também os estudos de análise de edificações culturais e de cenografia de exposições e performances. A relação da cidade com o seu patrimônio cultural é tratada em diversos capítulos, desde a gestão patrimonial até a utilização de cemitérios como espaços de memória – uma iniciativa prática que demonstra que a arquitetura, assim como a cultura, está em todos os lugares. Dou ênfase também à importância dada ao patrimônio imaterial, tema de extrema relevância e que é, muitas vezes, desvalorizado pelo poder público.

A discussão sobre a dinâmica dos espaços urbanos é extensa e deveras frutífera. Nesta edição, os capítulos focam na importância da arborização urbana para o bem estar da população, na participação popular nas discussões sobre a cidade, na problemática da existência de vazios urbanos em áreas urbanas consolidadas, nas estratégias de *city marketing*, na cidade global e demais temas que comprovam a multiplicidade de questões e formas de análise que envolvem a discussão sobre a vida urbana.

Por fim, são apresentados estudos sobre novas tecnologias e materiais voltados ao desenvolvimento sustentável, especialmente no tocante à gestão de resíduos da construção civil e à mitigação de riscos e desastres.

Convido você a aperfeiçoar seus conhecimentos e refletir com os temas aqui abordados. Boa leitura!

**Bianca Camargo Martins**

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PRESERVAÇÃO E RUÍNA UMA BREVE LEITURA DOS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO URBANA A PARTIR DO SKYLINE DA CIDADE DE SALVADOR	
Ana Licks Almeida Ariadne Moraes Silva Márcia Maria Couto Mello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
ESTUDO METODOLÓGICO DE REABILITAÇÃO URBANA: A DEFINIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA CIDADE DE JOINVILLE-SC	
Maria Luiza Daniel Bonett Raquel Weiss	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>39</b>
QUARTA NATUREZA : UMA NOVA PAUTA NO PROJETO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
Simone Back Prochnow Silvio Belmonte de Abreu Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>54</b>
ANÁLISE COMPARATIVA SEGUNDO AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE ENTRE A OCUPAÇÃO DAS CHÁCARAS SANTA LUZIA E A PROPOSTA PARA HABITAÇÃO SOCIAL DO GOVERNO DE BRASÍLIA	
Julia Cristina Bueno Miranda Liza Maria Souza de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>73</b>
CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS ABERTOS: O ESTADO DA ARTE DO <i>UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX - UTCI</i> NO BRASIL	
Thiago José Vieira Silva Simone Queiroz da Silveira Hirashima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>83</b>
PERCEPÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA CIDADE DE CALÇADO- PE, ATRAVÉS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS DE 1988 AOS DIAS ATUAIS	
Raí Vinícius Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>95</b>
PARQUE MACAMBIRA-ANICUNS: A CIDADE NO URBANO?	
Wilton de Araujo Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917047</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>101</b>
VAZIOS URBANOS NA CIDADE: A PRAÇA LEVI COELHO DA ROCHA	
Renata Bacelar Teixeira Sidney Diniz Silva Renata Silva Cirino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>117</b>
ESPAÇOS LIVRES NO TÉRREO DE UM CORREDOR URBANO	
Adilson Costa Macedo Jessica Lorellay Cuscan Guidoti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>137</b>
OCUPANDO O CAMPUS: INTERDISCIPLINARIDADE E PRÁTICAS EDUCATIVAS NO ESPAÇO DA CIDADE	
Renata Bacelar Teixeira Ednei Soares Talita Queiroga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>153</b>
INSURGÊNCIAS URBANAS E FEMININAS COMO PRÁTICAS CORRELATAS PARA RESISTÊNCIA TERRITORIAL	
Carolina Guida Cardoso do Carmo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>168</b>
PARTICIPAÇÃO E ESPAÇO PÚBLICO: O PROCESSO DE DIÁLOGO SOBRE O “BERLINER MITTE” EM BERLIM	
César Henriques Matos e Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>184</b>
REGULAMENTAÇÃO DAS ZEIS EM FORTALEZA: ASSESSORIA TÉCNICA E MOBILIZAÇÃO POPULAR	
Gabriela de Azevedo Marques Marcela Monteiro dos Santos Thais Oliveira Ponte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>200</b>
ANÁLISE DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ/SP APÓS A EXTINÇÃO DO BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO (BNH)	
Janayna Priscilla Vieira Guimarães Pedro Renan Debiazi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170414</b>	

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>208</b>
ACESSIBILIDADE PARA IDOSOS EM ÁREA LIVRE PÚBLICA DE LAZER	
Herena Marina Schüler	
Jessie Tuani Caetano Cardoso	
Isabela Fernandes Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>221</b>
A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS DA ACESSIBILIDADE NOS PLANOS URBANOS E DE MOBILIDADE	
Juan Pedro Moreno Delgado	
Jamile de Brito Lima	
Liniker de Jesus Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>234</b>
INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE: ANÁLISE DE TRÊS ESPAÇOS LIVRES DE CIRCULAÇÃO EM SANTA MARIA – RS	
Zamara Ritter Balestrin,	
Alice Rodrigues Lautert	
Luis Guilherme Aita Pippi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>252</b>
GERENCIAMENTO DE PROJETOS COMO INSTRUMENTO NA CONSTRUÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA	
Samira Alves dos Santos	
Emmanuel Paiva de Andrade	
Carina Zamberlan Flores	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>268</b>
A “CIDADE GLOBAL” E A PRODUÇÃO IMOBILIÁRIA: ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO MERCADO IMOBILIÁRIO RESIDENCIAL NO QUADRANTE SUDOESTE DE SÃO PAULO DE 2008 A 2017	
Isabela Baracat de Almeida	
Roberto Righi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>281</b>
A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA DE CITY MARKETING	
Tarciso Binoti Simas	
Sônia Le Cocq d’Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>297</b>
A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES: O POTENCIAL DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO GERENCIAMENTO DAS CIDADES CONTEMPORÂNEAS	
Roberta Betania Ferreira Squaiella	
Roberto Righi	
Maria Victoria Marchelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170421</b>	

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>312</b>
NOVOS CONCEITOS X ANTIGOS PROBLEMAS: AS CIDADES INTELIGENTES E A INFORMALIDADE URBANA	
Giselle Carvalho Leal Rafael Soares Simão Adriana Marques Rossetto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>327</b>
PODERES PÚBLICOS MUNICIPAIS E AEROPORTOS NO ÂMBITO DO PLANEJAMENTO URBANO BRASILEIRO: UM PANORAMA PARCIAL, DE 2006 A 2017	
Paulo Sergio Ramos Pinto Marcos Thadeu Queiroz Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>350</b>
URBANISMO RURAL, UMA UTOPIA NÃO REALIZADA	
Giselle Fernandes de Pinho Evandro Ziggiatti Monteiro Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>366</b>
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COM METODOLOGIA BIM EM PERSPECTIVA: ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO EM UM EDIFÍCIO REAL	
Eveline Nunes Possignolo Costa Geraldo Donizetti de Paula	
<b>DOI 10.22533/at.ed.65419170425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>374</b>
COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL (2D) E A FERRAMENTA BIM	
Figueiredo, L. L. H., Mariano, L. N. Neto, L. S. C. Resende, L. G. S.	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042126</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>382</b>
ANÁLISE DAS EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONFORME NBR 7229 E NBR 13969	
Mario Tachini Abrahão Bernardo Rohden Renan Guimarães Pires Spernau	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042127</b>	

<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>391</b>
DESENVOLVIMENTO DE PLANILHA ELETRÔNICA PARA CÁLCULO DE ISOLAMENTO ACÚSTICO POR VIA AÉREA CONSIDERANDO A ENERGIA LATERAL	
Rafaela Benan Zara Paulo Fernando Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042128</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>405</b>
VALORES DE REFERÊNCIA PARA AS CLASSES DE RUÍDO PREVISTAS NA NORMA NBR 15575	
Brito, A. C. Sales, E. M. Aquilino, M. M. Akutsu, M.	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042129</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>411</b>
OCORRÊNCIA DE BOLORES EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAREDES DE CONCRETO	
Thiago Martin Afonso Adriana Camargo de Brito Maria Akutsu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042130</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>426</b>
DESEMPENHO HIGROTÉRMICO DE PAREDES DE FACHADA POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL – ESTUDOS DE CASO	
Alexandre Cordeiro dos Santos Luciana Alves de Oliveira Osmar Hamilton Becere Júlio Cesar Sabatini de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042131</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>437</b>
ADIÇÃO DE EVA E VERMICULITA EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO: ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO	
Francisco Ygor Moreira Menezes Sara Jamille Marques de Souza Felipe Fernandes Gonçalves Dielho Mariano Dantas de Moura Cicero Joelson Vieira Silva Robson Arruda dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042132</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>448</b>
ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A IMPLANTAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN GREEN CONSTRUCTION EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES DE PEQUENO PORTE	
Dayana Silva Moreira Gontijo Jhonvaldo de Carvalho Santana Andreia Alves do Prado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042133</b>	

<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>462</b>
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO LEAN CONSTRUCTION EM CANTEIROS DE OBRAS RODOVIÁRIAS: ESTUDO DE CAMPO EM TRECHO DA BR 158	
Taíme da Cruz Oroski José Ilo Pereira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042134</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>469</b>
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE PERDAS E DANOS (D <sub>A</sub> LA) NO BAIRRO VILA AMÉRICA NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ	
Tazio Guilherme Leme Cavalheiro Viadana Fernando Rocha Nogueira Alex Kenya Abiko	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042135</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>479</b>
APLICAÇÃO DE CONCRETO PERMEÁVEL PARA A MITIGAÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES	
Loyane Luma Sousa Xavier Rafaela Cristina Amaral Abrahão Bernardo Rohden Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042136</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>494</b>
ANÁLISE DA VIABILIDADE NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA DE FRANCA/SP NA CONFECÇÃO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO	
Fabiana Andresa da Silva Victor José dos Santos Baldan Javier Mazariegos Pablos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042137</b>	
<b>CAPÍTULO 38</b> .....	<b>508</b>
ANÁLISE DOS ÍNDICES FÍSICOS DA CINZA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E DA AREIA NATURAL	
Luana Cechin Marcio Leandro Consul de Oliveira Mariane Arruda Martins Olaf Graupmann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.6541917042138</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>516</b>

## OCORRÊNCIA DE BOLORES EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÕES CONSTRUÍDAS COM PAREDES DE CONCRETO

**Thiago Martin Afonso**

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
São Paulo - SP

**Adriana Camargo de Brito**

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
São Paulo - SP

**Maria Akutsu**

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
São Paulo - SP

interior surface of the envelope walls. This paper purpose is to analyze this problem, studying a real housing development with mould problems, under the light of a proposed model in the literature, for prediction of mould growth in interior surfaces. Secondly, this paper aims to determine possible parameters that determine the occurrence of the mould in this dwellings.

**Keywords:** Mould. Fungus. Formation. Buildings. Concrete walls.

**RESUMO:** Atualmente no Brasil, vem se destacando o uso do sistema construtivo com paredes maciças de concreto, especialmente em empreendimentos de habitação social. Porém, têm-se observado recorrentes problemas relacionados ao desenvolvimento de bolores no interior destas habitações. Neste sentido, o presente trabalho busca analisar este fenômeno, com a aplicação de um modelo de previsão de ocorrência em um destes empreendimentos, busca-se identificar situações que influenciam a ocorrência de bolores nestas edificações.

**ABSTRACT:** In recent Brazilian construction scenario, the use of a construction system with solid concrete walls has been growing, especially in social housing programs. But some problems has been detected in this kind of buildings, particularly the mould fungus formation on the

### 1 | INTRODUÇÃO

No atual cenário brasileiro de construção habitacional vem se destacando o emprego do sistema construtivo em paredes de concreto, especialmente em empreendimentos de habitação de interesse social. De acordo com reportagem de Santos (2016), no segundo semestre de 2015, 52% das unidades em construção através do Programa Minha Casa Minha Vida utilizavam este sistema construtivo. Contudo, este aumento em sua utilização acabou por evidenciar patologias possivelmente associadas a este sistema. Dentre elas, a ocorrência de bolores no interior das habitações.

Diante de tal cenário, faz-se urgente uma análise global da proliferação de bolores nestes edificações, buscando-se esclarecer quais são as condições necessárias para o

desenvolvimento dos bolores e como estas condições são atingidas no interior destas edificações.

Cabe ressaltar que a ocorrência de bolores em edificações não representa apenas um problema estético pois, além do prejuízo financeiro de reparação, pode também ocasionar danos à saúde dos habitantes. Edificações com problemas de umidade e proliferação de bolores estão diretamente associados à problemas como: asma, infecções respiratórias, rinites alérgicas, tosse, sibilância e dispneia. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009)

O objetivo deste trabalho é identificar situações que influenciam a proliferações dos bolores em edificações, auxiliando usuários e construtores a evitá-los.

## 2 | BOLORES EM EDIFICAÇÕES

Os bolores são microrganismos pertencentes ao reino dos fungos. Segundo Burge (2009), os fungos, entre outros detalhes, se diferenciam das plantas principalmente por não sintetizarem a clorofila e, portanto, não produzem seu próprio alimento. Desta forma, os fungos alimentam-se dos nutrientes presentes no ambiente onde vivem.

Os bolores são fungos com estrutura filamentosa, formados por estruturas tubulares alongadas chamadas hifas. Ao se desenvolverem, formam uma rede emaranhada de hifas chamada micélio. A reprodução dos fungos pode ocorrer de forma sexuada ou assexuada. Em ambas as formas, após o crescimento dos micélios, os fungos liberam esporos que se dispersam no ambiente, principalmente através do ar, a fim de formar novas colônias. Os esporos de fungos são considerados ubíquos no ar ambiente. O ciclo de vida típico dos bolores está ilustrado na Figura 1.

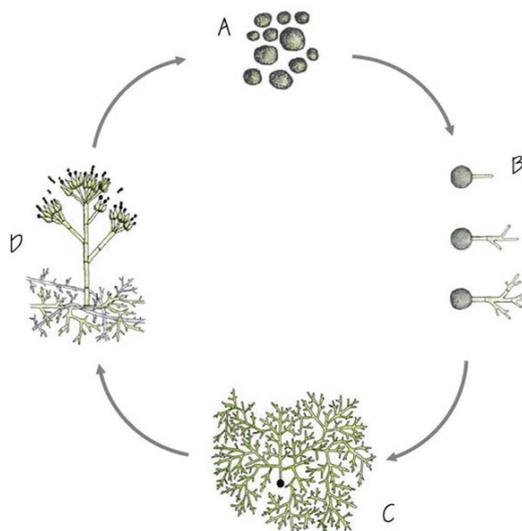


Figura 1 – Ciclo de vida dos fungos: A –esporos no ambiente; B - germinação dos esporos com desenvolvimento das hifas; C- Crescimento das hifas, formando os micélios; D – Desenvolvimento dos conídios, que produzem os esporos.

Fonte: Alexander (1977)

## 2.1 Condições para o desenvolvimento de bolores

Existem quatro principais fatores para o desenvolvimento dos bolores (SEDLBAUER, 2001), relacionados: à umidade, à temperatura, ao substrato e ao tempo em que todas as condições favoráveis ocorrem simultaneamente:

- **Umidade:** É o principal fator. Os bolores absorvem umidade dos materiais ou do ambiente, para o seu desenvolvimento. Os dados disponíveis na literatura normalmente referem-se à umidade relativa do ar em um ambiente em equilíbrio. Diferentes espécies possuem diferentes necessidades. Para as espécies comuns em edificações o limite mínimo gira em torno de 70%. Já a umidade relativa ótima fica na faixa de 90% a 96%.
- **Temperatura:** A temperatura regula o metabolismo dos fungos e, portanto, é um grande influenciador do seu desenvolvimento. A maioria das espécies se desenvolve entre 0°C e 50°C, porém a temperatura ótima fica entre 30°C e 36°C.
- **Substrato:** a composição do substrato, e conseqüente quantidade de nutrientes disponível, é de primordial importância para permitir o crescimento dos bolores. Quanto maior a quantidade de nutrientes disponíveis no substrato, mais rápido se dará o crescimento dos fungos.
- **Tempo:** O período e a frequência em que todas as condições favoráveis ao desenvolvimento dos bolores ocorrem simultaneamente é também fator determinante para a sua proliferação. As condições devem ser mantidas por determinado período até que ocorra a germinação dos esporos e o crescimento dos micélios.

Além destes quatro principais parâmetros existem outros fatores que podem influenciar o desenvolvimento dos bolores, de forma secundária. O Quadro 1 resume as condições necessárias para a ocorrência de bolores.

Fator	Parâmetro	Unidade	Mínimo	Máximo	Observações
Temperatura	Temperatura superficial do componente	°C	-8	60	Depende da espécie e do estágio de vida do fungo
Umidade	Umidade relativa na superfície do componente	%	70 <sup>1</sup>	100	
Substrato	Nutrientes e sais	-	-	-	Nutrientes também podem provir de sujeiras e contaminação
Tempo	horas por dia	h/d	1	-	Dependendo da temperatura e umidade
Ambiente	Valor de pH da superfície	-	2	11	Pode ser influenciado pelo fungo
Atmosfera	Taxa de oxigênio	%	0,25		Sempre ocorre

Quadro 1 – Resumo das condições para desenvolvimento dos bolores

Fonte: Sedlbauer (2001)

Conforme nota-se no Quadro 1, com exceção da umidade, todas as demais condições são facilmente atendidas nas edificações. Têm-se assim que a umidade é o fator chave para o desenvolvimento dos bolores. Ressalta-se que não é mandatória a ocorrência de condensação superficial para o desenvolvimento dos bolores.

## 2.2 Modelos de previsão

Existem diversos modelos propostos para prever a ocorrência de bolores em edificações (VERECKEN, 2012). Neste trabalho foi utilizado o modelo “Bio-higrotérmico”, proposto por Sedlbauer (2001), que quantifica a umidade necessária no interior dos esporos para que a germinação ocorra. Para calcular o balanço de umidade no interior dos esporos, o autor assumiu que estes ficam distribuídos sobre as paredes, formando uma “camada biológica”, conforme Figura 2.

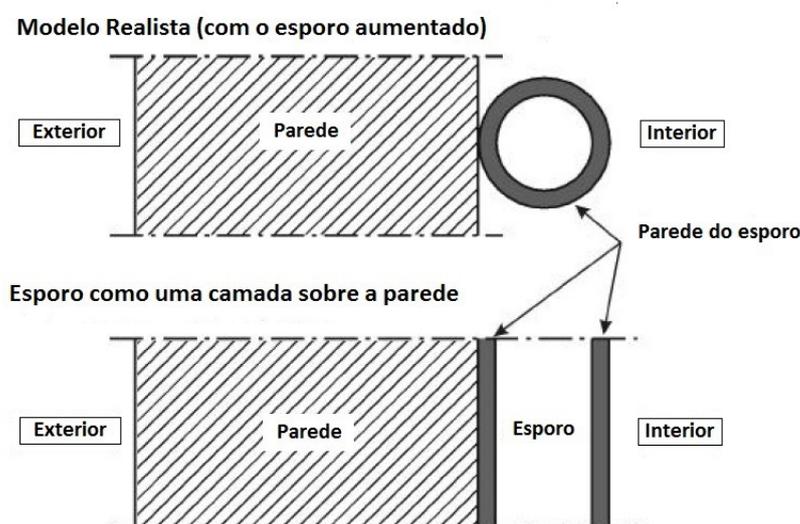


Figura 2 - Representação esquemática do esporo considerado pelo modelo  
Fonte: Sedlbauer (2001)

Sedlbauer (2001) considerou que os esporos dos fungos absorvem umidade do ambiente através de difusão, em razão das condições do microclima sobre a superfície das paredes, ou seja, da temperatura superficial e da umidade relativa superficial.

A temperatura superficial da parede dependerá, principalmente, das condições climáticas locais e das propriedades térmicas das paredes, além de fatores como: ventilação dos ambientes, incidência solar e cores da fachada. A umidade relativa superficial é a umidade relativa do ar no interior dos poros do material, em posição adjacente à superfície da parede. É obtida por meio do teor de umidade do material (em posição superficial) e de sua função de armazenamento de umidade.

Baseado nestas condições superficiais, o teor de umidade no interior do esporo dos fungos é calculado através de duas propriedades: a função de armazenamento de umidade do esporo e a resistência à difusão do septo do esporo (Figuras 3 e 4).

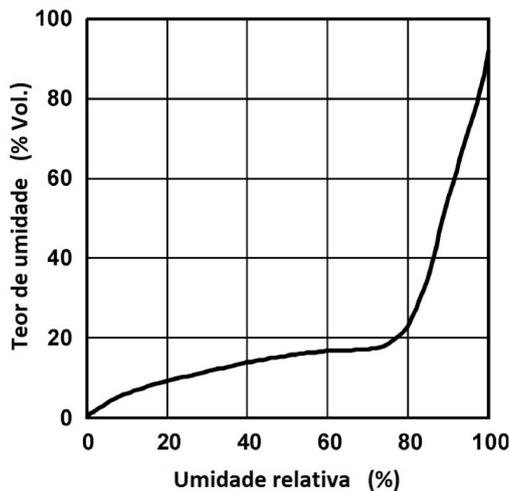


Figura 3 - Função de armazenamento de umidade do esporo, em função da umidade relativa superficial

Fonte: Sedlbauer (2001)

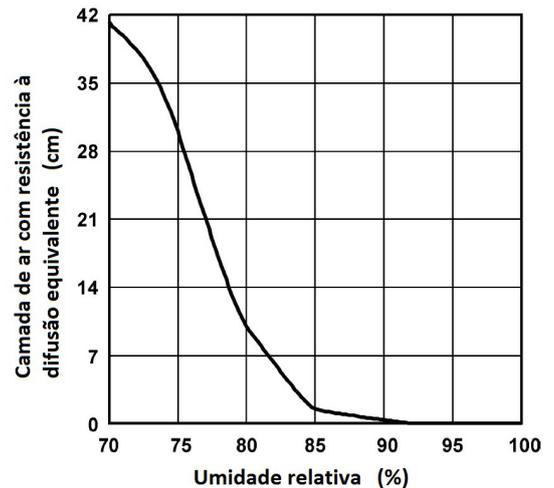


Figura 4 - Resistência à difusão do septo do esporo ( $\mu$ ), em função da umidade relativa superficial

Fonte: Sedlbauer (2001)

A aplicação do modelo é efetuada comparando-se o teor de umidade calculado no interior do esporo ao teor de umidade crítico. Sempre que o teor de umidade no interior do esporo, em determinado intervalo, for superior ao teor de umidade crítico, considera-se que os fungos estão se desenvolvendo.

O teor de umidade crítico corresponde ao teor de umidade de um esporo, quando ocorre sua germinação. É obtido através de Isopletas para a germinação dos esporos da seguinte maneira: de acordo com a temperatura, a umidade relativa mínima para a germinação é lida na curva “LIM”; Com este valor, e utilizando a função de armazenamento de umidade do esporo (Figura 3), o teor de umidade crítico é obtido. As isopletas são divididas de acordo com o substrato (Figura 5), entre:

CLASSE I – Substratos bioutilizáveis que possuem boa quantidade de matéria orgânica.

CLASSE II – Substratos com estrutura porosa, porém com menor quantidade de componentes orgânicos.

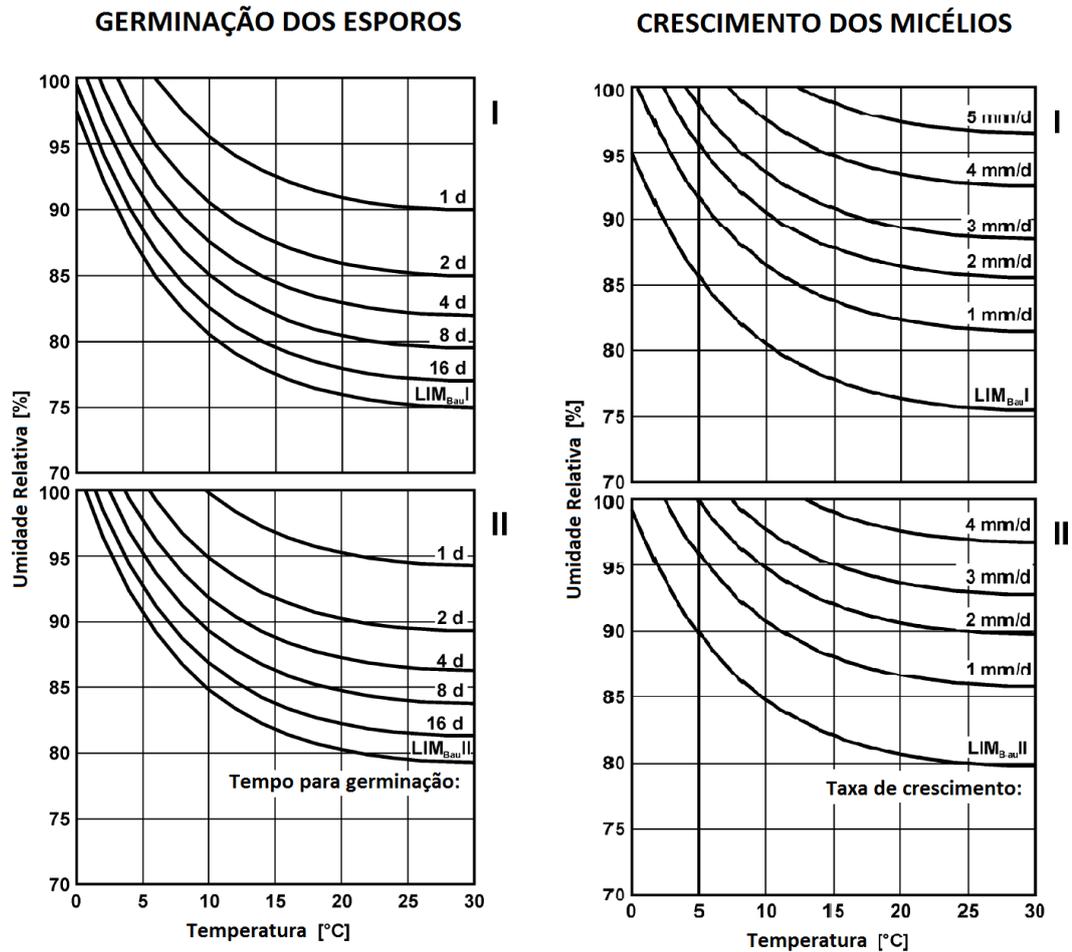


Figura 5 - Isopletas: à esquerda, tempo necessário (em dias) para a germinação dos esporos; à direita, taxa de crescimento dos micélios (em mm/dia). Ambas sobre substrato classe I (acima) e classe II (abaixo).

Fonte: Sedlbauer (2001)

### 3 | MÉTODOS

Foi visitado um empreendimento construído com paredes de concreto (Figura 6), localizado em cidade próxima a Campinas – SP, no qual se notou a presença de bolores em paredes de algumas unidades. Buscou-se identificar parâmetros que possam causar tal situação, como a orientação da fachada, a taxa de ventilação do recinto e a taxa de ocupação da unidade.



Figura 6: Vista geral do empreendimento

Fonte: Autor



Figura 7 - Fotos de unidades visitadas

Fonte: Autores

As dimensões das janelas e a razão entre abertura/área do piso podem ser encontradas no Quadro 2:

Cômodo	Tipo	Tamanho (m)	Abertura útil	Abertura útil/Área piso
Sala	Correr	1,55 x 1,15	0,89 m <sup>2</sup>	7,65%
Cozinha	Correr	0,95 x 1,15	0,55 m <sup>2</sup>	7,66 %
Banheiro	Maxim-ar	0,46 x 0,35	0,08 m <sup>2</sup>	2,34 %

Dormitório 1	Correr	1,30 x 1,15	0,75 m <sup>2</sup>	7,45 %
Dormitório 2	Correr	1,30 x 1,15	0,75 m <sup>2</sup>	8,17%

Quadro 2: Tamanho das janelas e relação com áreas de piso.

Fonte: Autor

Foram realizadas simulações computacionais de um apartamento visitado (Figura 8), para obtenção das condições higrotérmicas sobre as superfícies das paredes (temperatura e umidade relativa superficiais). Foi utilizado o software WUFI-Plus®, desenvolvido pelo Fraunhofer Institute for Building Physics, que se baseia no modelo matemático de trocas de calor e transporte de umidade proposto por Künzle (1995), sendo capaz de indicar tanto o comportamento higrotérmico de componentes construtivos, quanto o de ambientes. Ressalta-se que esse software foi validado de acordo com a norma ASHRAE Standard 140 (2007) (ANTRETTER et al, 2011), conforme também preconiza a NBR 15.575 (ABNT, 2013), referente a simulações de desempenho térmico de habitações.

Para prever a ocorrência de bolores nas edificações foi utilizado o software WUFI-BIO®, baseado no modelo Bio-higrotérmico desenvolvido por Sedlbauer (2001), descrito no item 2.2. Os resultados são apresentados em um “Índice de crescimento dos micélios”, acumulado ao longo de um ano (Quadro 3). Os resultados apresentados neste trabalho referem-se à parede externa do dormitório 2.

Foram considerados os dados climáticos da cidade de Campinas/SP, obtidos da base de dados do software EnergyPlus (USDOE, 2017), criados a partir de relatórios do INMET e atualizados em 2016. A figura 9 apresenta os perfis de umidade relativa e temperatura do ar para a cidade considerada (Campinas/SP).

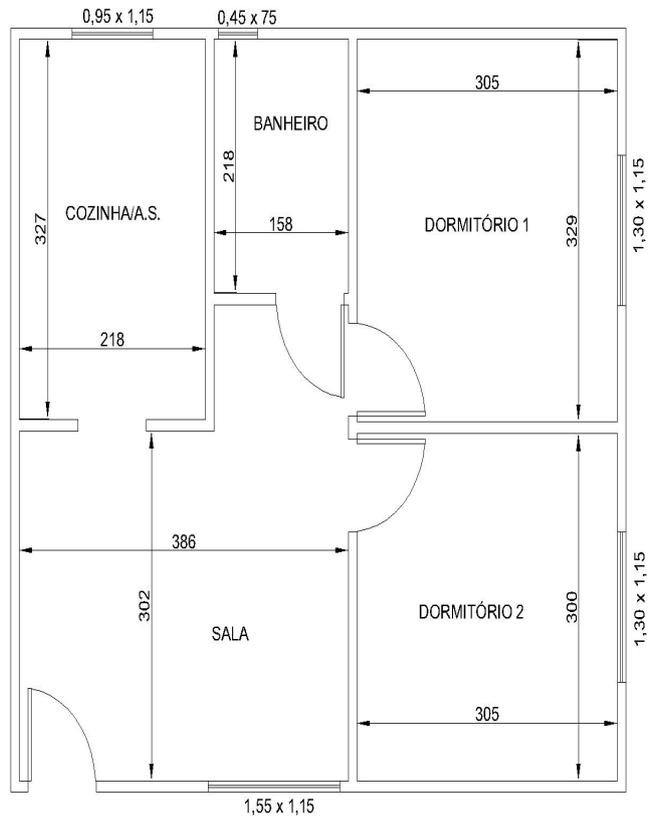


Figura 8 - Planta das unidades analisadas (sem escala)

Fonte: Projeto de autor desconhecido, desenho efetuado pelos autores

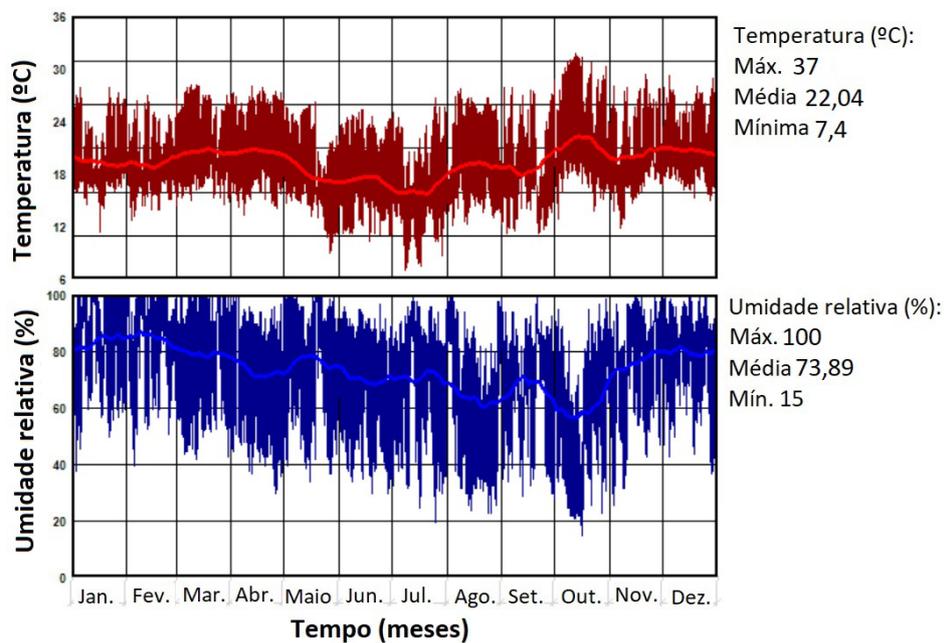


Figura 9 - Perfil de temperatura e umidade relativa do ar, ao longo do ano, para a cidade de Campinas/SP.

Fonte: USDOE (2017)

Foram analisadas as seguintes situações:

- Orientação: 4 orientações geográficas da fachada (norte, sul, leste e oeste), com 3 ocupantes e 3 renovações do volume de ar do ambiente por hora

(Ren/h), paredes de concreto;

- Ventilação: fachada voltada para a direção sul (com potencial de ter condições mais propensas ao crescimento de bolor), com 3 ocupantes, variando a taxa de ventilação de 0,5 Ren/h a 5 Ren/h; e “ventilação sazonal” com taxa de ventilação de 0,5 Ren/h durante os meses de inverno e 3 Ren/h no restante do ano, paredes de concreto;
- Ocupação: fachada voltada para a direção sul, variando de 2 a 4 ocupantes, e taxas de ventilação de 1 Ren/h e 5 Ren/h, paredes de concreto;
- Sistema construtivo: fachada voltada para a direção sul, 4 ocupantes, taxa de ventilação de 3 Ren/h, parede de concreto e parede com tijolos cerâmicos maciços.

A liberação de umidade considerada no dormitório foi de 45g/h/ocupante das 22h às 8h. Foram simulados apartamentos térreos, em contato com o solo, com temperaturas indicadas na Figura 10.

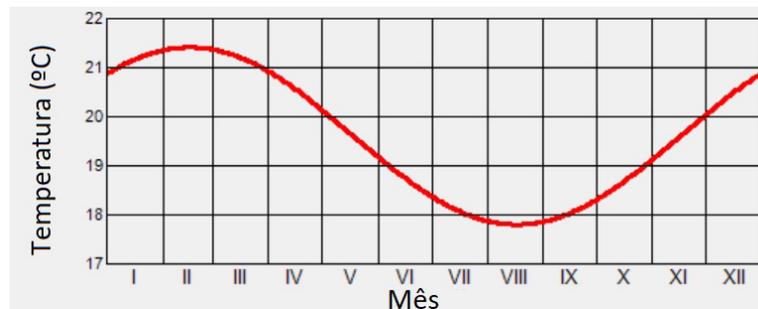


Figura 10 - Curva da temperatura do solo ao longo do ano.

Fonte: USDOE (2017)

As paredes de concreto têm 10 cm de concreto comum, seção maciça, revestidas com textura acrílica em ambas as faces, com espessura de 2,5 mm, com coeficiente global de transmissão térmica  $U = 4,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . capacidade térmica  $203 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$  e resistência à difusão equivalente a camada de ar com espessura  $S_d = 18,43 \text{ m}$ . As paredes de tijolos cerâmicos maciços têm 23 cm, sendo 19cm do tijolo (assentado na maior dimensão), revestidas em ambas as faces por 2 cm de argamassa, com coeficiente global de transmissão térmica  $U = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  e capacidade térmica  $384 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{K}$  e resistência à difusão equivalente a camada de ar com espessura  $S_d = 3,80 \text{ m}$ .

Índice	Descrição
0	Sem crescimento
1	Algum crescimento visível sob microscópio
2	Crescimento moderado visível sob microscópio, cobertura superior a 10%
3	Algum crescimento visível a olho nu
4	Cobertura visível acima de 10%

5	Cobertura maior que 50%
6	Cobertura 100%

Quadro 3 - Escala do Índice de crescimento dos micélios

Fonte: SEDLBAUER, KRUS, SEIDLER (2010)

## 4 | RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

São apresentados a seguir os resultados para cada situação analisada, acompanhados da respectiva análise.

### 4.1 Orientação

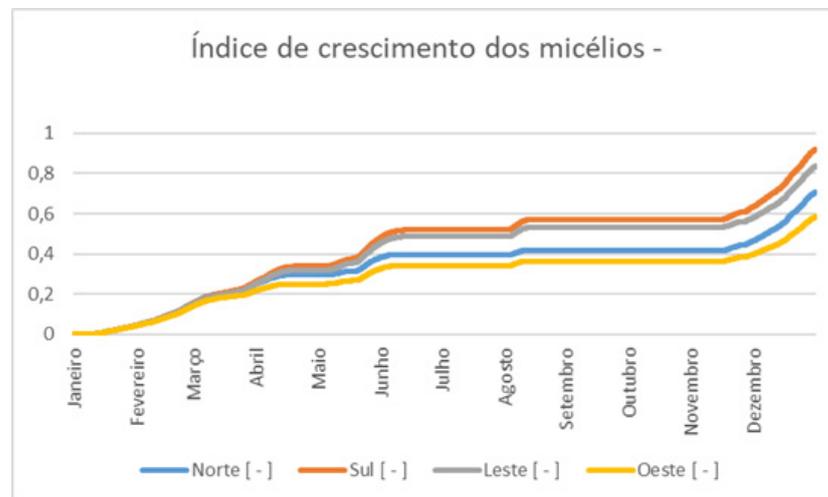


Figura 11 - Índice de crescimento dos micélios de acordo com a orientação

Fonte: Autores

Conforme Figura 11, a orientação sul mostrou-se com maior potencial para a proliferação dos bolores, seguida pela orientação leste. Isto é esperado, pois estas orientações proporcionam menor incidência de radiação solar sobre as paredes, o que resulta em temperaturas superficiais menores e consequente umidade relativa superficial mais alta.

## 4.2 Ventilação

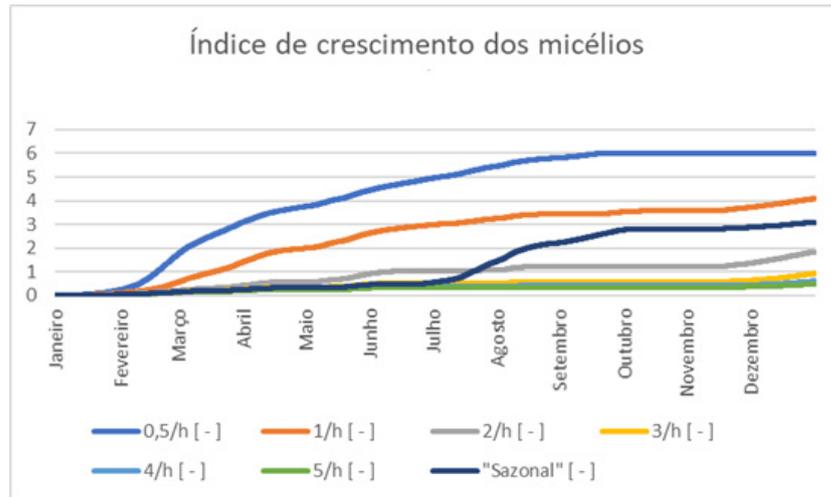


Figura 12 - Índice de crescimento dos micélios de acordo com a taxa de ventilação

Fonte: Autores

Nota-se, na Figura 12, que a taxa de ventilação pode ser determinante para a ocorrência dos bolores. Por exemplo, para taxas de 0,5 Ren/h e 1 Ren/h, resulta-se um alto índice de crescimento dos micélios: 6 e 4, respectivamente. Já para 5 Ren/hora o índice esperado é inferior a 0,5. Isso ocorre devido à ventilação ser responsável pela renovação do ar interno, retirando o excesso de umidade liberada no interior da edificação.

## 4.3 Ocupação

Foram simuladas situações com taxas de ventilação de 1 Ren/h (Figura 13) e 5 Ren/h (Figura 14), alterando-se a quantidade de ocupantes.

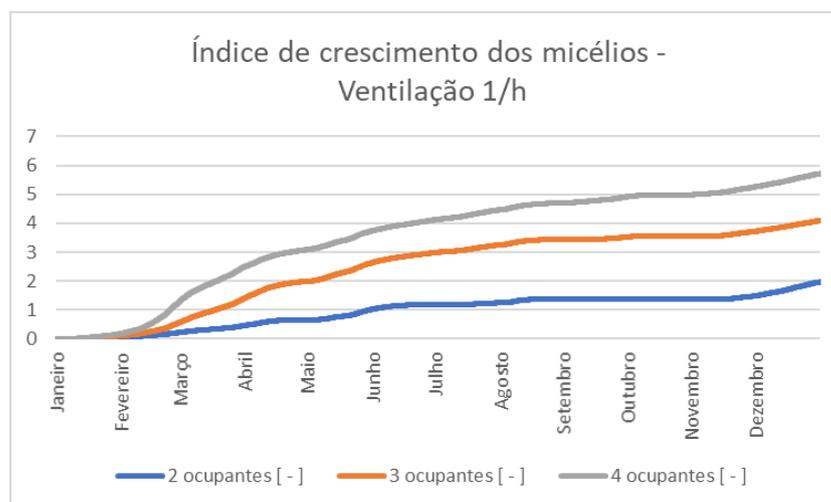


Figura 13 - Índice de crescimento dos micélios de acordo com a ocupação, para ventilação 1 Ren/h

Fonte: Autores

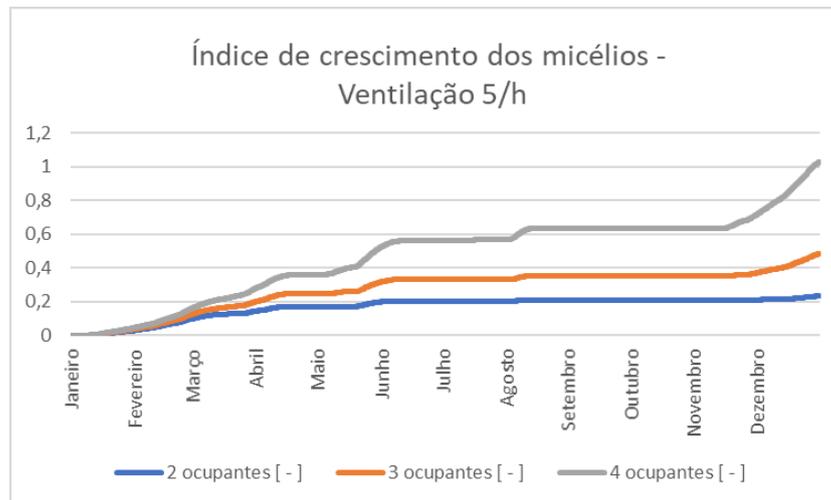


Figura 14 - Índice de crescimento dos micélios de acordo com a ocupação, para ventilação 5 Ren/h

Fonte: Autores

Nota-se que a taxa de ocupação dos ambientes repercute em diferenças significativas nos resultados. Por exemplo, para a taxa de ventilação 1 Ren/h, os índices resultantes variam entre 2, 4 e 5,7, respectivamente para 2, 3 e 4 ocupantes. Isto ocorre devido à quantidade de vapor d'água liberada no ambiente estar intimamente relacionada com a quantidade de ocupantes. No caso dos dormitórios isto é agravado, pois há uma longa permanência das pessoas nestes cômodos, especialmente no período noturno, mesmo período em que as temperaturas superficiais das paredes são menores.

#### 4.4 Sistemas

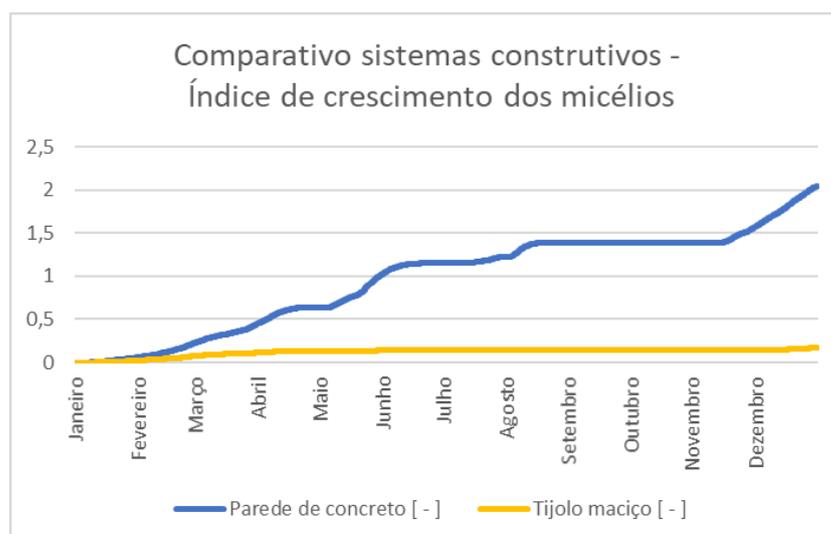


Figura 15 - Comparativo do índice de crescimento dos micélios para os dois sistemas analisados

Fonte: Autores

De acordo com os resultados obtidos (Figura 15), fica evidente que o sistema construtivo com paredes de concreto apresenta maior potencial para a ocorrência de bolores, sob as condições analisadas. Isso ocorre, pois, as propriedades higrotérmicas das paredes de concreto, como menor capacidade térmica, maior transmitância térmica (resultando em menores temperaturas superficiais, em dias frios) e maior resistência à difusão do vapor d'água, proporcionam maiores umidades relativas superficiais, favorecendo a ocorrência de bolores.

## 5 | CONCLUSÕES

A ocorrência de bolores em edificações se dá através de uma causalidade complexa, influenciada por diversos fatores, havendo dificuldades em se apontar uma única causa para a proliferação de bolores nas edificações.

Os resultados obtidos nas simulações foram condizentes com as situações reais, encontradas no empreendimento estudado. Durante as visitas foram observadas unidades sem nenhum problema de desenvolvimento de bolores, assim como, unidades em situação crítica, com paredes totalmente cobertas pelos fungos.

As paredes com orientação Sul apresentaram maior potencial de ocorrência de bolores, porém os problemas não se limitam a estas. A taxa de ocupação dos ambientes é determinante pois reflete diretamente na quantidade de vapor d'água liberado nos espaços internos. Já a taxa de ventilação é decisiva pois ela é responsável pela renovação do ar interior, retirando seu excesso de umidade.

Por fim, para as condições analisadas, o sistema construtivo com paredes de concreto apresentou maior potencial para desenvolvimento de bolores, em comparação às paredes de tijolos cerâmicos maciços. De forma geral, os empreendimentos habitacionais de interesse social possuem espaços pequenos e mal ventilados, associados a altas taxas de ocupação e conseqüente alta liberação de umidade no ar. Esta situação, aliada às propriedades higrotérmicas das paredes de concreto maciço, com 10cm de espessura, ou seja, baixa resistência térmica e alta resistência à difusão de vapor d'água, culminaram em altos índices de umidade relativa superficial, condições propícias para o desenvolvimento dos bolores.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ANTRETTTER, Florian et al. **Validation Of A Hygrothermal Whole Building Simulation Software**. In: 12th Conference Of International Building Performance Simulation Association, Sydney. Proceedings of Building Simulation, 2011. p. 1694 - 1701.

KÜNZEL, H. M. **Simultaneous heat and moisture transport in building components: one- and two-dimensional calculation using simple parameters**. Stuttgart: Fraunhofer Institute of Building Physics, 1995, 64p.

SANTOS, Altair. **Paredes de concreto já dominam Minha Casa Minha Vida**. 2016. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/paredes-de-concreto-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SEDLBAUER, K. **Prediction of Mould Fungus Formation on the Surface of and Inside Building Components**. Holzkirchen: Fraunhofer Institute for Building Physics, 2001.

SEDLBAUER, Klaus; KRUS, Martin; SEIDLER, Michael. **Comparative Evaluation of the Predictions of Two Established Mold Growth Models**. Ashrae Transactions, v. 116, part. 2, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY - USDOE. **Energy Plus Simulation Software**, 2017.

VERECKEN, Evy; ROELS, Staf. **Review of mould prediction models and their influence on mould risk evaluation**. Elsevier. Leuven, p. 296-310. maio 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311003830?via=ihub>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO guidelines for indoor air quality : dampness and mould**. Copenhagen: Who Regional Office For Europe, 2009. 228 p. Disponível em: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43325/E92645.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2017.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Bianca Camargo Martins** - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Especialista em Arquitetura e Design de Interiores pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e Mestranda em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde desenvolve uma pesquisa sobre a viabilidade da implantação de habitação de interesse social na área central do Município de Ponta Grossa – PR. Há mais de cinco anos atua na área de planejamento urbano. É membra fundadora da Associação de Preservação do Patrimônio Cultural e Natural (APPAC). Atualmente é docente da Unicesumar, onde é responsável pelas disciplinas de urbanismo, desenho urbano e ateliê de projeto.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-265-4

