

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

MICHELE SEFERINO TONOLLI

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO: ESTUDO DE CASO NO MUSEU NACIONAL DE  
IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO DE JOINVILLE - SC

Joinville

2019

MICHELE SEFERINO TONOLLI

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO: ESTUDO DE CASO NO MUSEU NACIONAL DE  
IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO DE JOINVILLE – SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura, da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Dr. Luciano Senff

Joinville

2019

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE  
REVESTIMENTO: ESTUDO DE CASO NO MUSEU NACIONAL DE  
IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO DE JOINVILLE - SC

MICHELE SEFERINO TONOLLI

Esta Monografia foi julgada e aprovada como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Civil de Infraestrutura, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 25 de junho de 2019.

Banca Examinadora:

---

Dr. Luciano Senff  
Presidente/Orientador

---

Eng. Gilberto Luiz  
Membro

---

Dra. Helena Ravache Samy Pereira  
Membro

---

Dra. Andréa Holz Pfutzenreuter  
Membro

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me fortalecer nas horas em que eu mais precisava.

Ao Museu Nacional de Imigração e Colonização por me receber, fornecer material e esclarecer as dúvidas sobre o Museu. Sou eternamente grata pela paciência e pela troca de experiência cultural que tive nesse ambiente.

Ao professor Doutor Luciano Senff pela orientação, dedicação e confiança.

A Secretaria de Turismo de Joinville que forneceu dados sobre a edificação.

A professora Doutora Vanessa Aparecida Alves de Lima por me ajudar com as revisões e pelo incentivo dado durante o trajeto do trabalho.

A professora Doutora Helena Paula Nierwinski por retirar dúvidas sobre o comportamento das fundações.

A professora Doutora Sueli Fischer Beckert por me fornecer materiais de medição e explicar sobre erros de medições.

A empresa ELMO Engenharia e Infraestrutura pela compreensão e sabedoria transmitida durante meu estágio.

Ao Cristiano, por tudo.

## RESUMO

O patrimônio histórico é essencial para estreitar as relações na comunidade e reforça a identidade pessoal de cada indivíduo. Segundo a Carta Internacional do Turismo Cultural, o turismo cultural é uma parte essencial de muitas economias nacionais e regionais e pode ser um importante fator no desenvolvimento. Dentro do contexto de preservação do patrimônio histórico, para este trabalho, foi escolhido como objeto de estudo o Museu Nacional de Imigração e Colonização da cidade de Joinville-SC. A edificação foi construída entre 1867-1870 e foi tombada em 1939. Este trabalho, pretende estudar e analisar as manifestações patológicas na argamassa de revestimento desse museu. No estudo de caso, realizou-se o levantamento de dados técnicos sobre a edificação em sites institucionais e com os funcionários do museu. Realizou-se também, em visita ao local da edificação, o registro de imagens das manifestações patológicas na argamassa de revestimento aplicada nesse edifício. Totalizando, no museu foram encontrados 70 pontos de avarias. Os problemas principais encontrados na edificação são decorrentes da umidade e as fissuras. Ao todo, 90% da argamassa de revestimento da edificação sofre com essas duas manifestações patológicas. Concluiu-se que, se não for tomado uma medida reparativa nas avarias encontradas na argamassa de revestimento, o museu perderá seu valor turístico com o passar dos anos.

**Palavras-chave:** Patrimônio histórico. Manifestações patológicas. Argamassa de revestimento. Turismo cultural.

## **ABSTRACT**

Historical heritage is essential to strengthen relationships in the community and reinforce the personal identity of each individual. According to the International Charter of Cultural Tourism, cultural tourism is an essential part of many national and regional economies and can be an important factor in development. Within the context of preservation of the historical patrimony, for this work, the National Museum of Immigration and Colonization of the city of Joinville-SC was chosen as object of study. The building was built between 1867-1870 and was listed in 1939. This work intends to study and analyze the pathological manifestations in the lining mortar of this museum. In the case study, it was carried out the survey of technical data on the construction in institutional sites and with the employees of the museum. The registration of images of the pathological manifestations in the coating mortar applied in this building was also carried out during a visit to the building site. In total, in the museum were found 70 points of malfunctions. The main problems encountered in building are due to moisture and cracks. In all, 90% of the mortar covering the building suffers from these two pathological manifestations. It was concluded that, if a reparative measure is not taken in the faults found in the coating mortar, the museum will lose its tourist value over the years.

**Key words:** Historical heritage. Pathological manifestations. Coating mortar. Cultural tourism.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Casarão do Museu Nacional de Imigração e Colonização.....	18
Figura 2 - Foto panorâmica da construção do Casarão .....	19
Figura 3 - Vista da fundação em pedra de um dos pilares da varanda do térreo .....	20
Figura 4 - Gráfico da distribuição granulométrica da fração inerte do agregado miúdo .....	23
Figura 5 - Manchas de umidade ascendente no MNIC em 2014: (a) na fachada Norte; (b) na fachada Sul. ....	24
Figura 6 - Manchas de umidade devido a vazamentos encontrados no MNIC em 2014: (a) na fachada oeste; (b) no feminino no térreo. ....	25
Figura 7 - Fissuras encontradas no Hall 2 do museu em 2014 .....	26
Figura 8 - Diferentes tipos de revestimento de parede: (a) emboço + reboco + pintura (sistema mais antigo); (b) camada única + pintura.....	28
Figura 9 - Processos de deterioração dos revestimentos de argamassa .....	29
Figura 10 - Uma das fachadas dos pátios do Palácio Universitário da UFRJ, com sinais claros de umidade de precipitação .....	31
Figura 11 - Uma das fachadas externas do Palácio Universitário da UFRJ, com sinais claros de umidade ascendente.....	32
Figura 12 - Distribuição da umidade em uma parede sujeita à elevação capilar .....	32
Figura 13 - Formação de bolor devido às deficiências do peitoril da janela. ....	33
Figura 14 - Eflorescência: cristalização dos sais solúveis na superfície da argamassa .....	34
Figura 15 - Vesícula em revestimento de argamassa com interior esbranquiçado. (a) região empolada da pintura; (b) após remover a camada de pintura, pode ser visto um ponto esbranquiçado .....	35
Figura 16 - Trincas de cisalhamento nas alvenarias, provocadas por movimentação térmica da estrutura .....	37
Figura 17 - Trincas provocadas por higroscopia: (a) expansão do tijolo causa fissuramento vertical da alvenaria; (b) trinca horizontal por efeito da umidade do solo .....	38
Figura 18 - Fissuras devido ao recalque diferencial pelo bulbo de tensões .....	39

Figura 19 - Fissuras ocasionadas por recalque diferencial provocado pelo rebaixamento de lençol freático.....	40
Figura 20 - Vista interna de uma parede com aberturas significativas decorrentes de recalques.....	40
Figura 21 - Finas fissuras verticais nos peitoris da janela provocadas por recalques diferenciais .....	41
Figura 22 - Exemplo de alteração de uso em uma edificação e seu efeito .....	42
Figura 23 - Aspecto típico do descolamento da argamassa de cal com empolamento ao ocorrer hidratação do óxido de magnésio .....	43
Figura 24 - Descolamento com pulverulência .....	44
Figura 25 - Planta baixa do primeiro pavimento do casarão .....	47
Figura 26 - Planta baixa do segundo pavimento do casarão .....	48
Figura 27 - Planta baixa do terceiro pavimento do casarão .....	48
Figura 28 - Equipamentos de medição utilizados.....	49
Figura 29 - Locais mais afetado pela umidade no primeiro pavimento .....	51
Figura 30 - Fachada Sul: (a) manifestação patológica na fachada; (b) medição da altura da mancha de umidade no ponto A1 .....	52
Figura 31 - Áreas afetadas na fachada leste pela umidade .....	52
Figura 32 - Fachada Leste: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) medição da mancha causada por umidade ascendente no ponto A10; (c) mancha por umidade descendente no ponto D1 .....	53
Figura 33 - Bolor evidente no ponto B1 .....	53
Figura 34 - Regiões afetadas por manifestações patológicas decorrentes da umidade na fachada Norte.....	54
Figura 35 - Fachada Norte: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) manchas no ponto A12; (c) Altura da mancha no ponto A12.....	54
Figura 36 - Regiões com defeitos decorrentes da umidade na fachada principal do museu .....	55
Figura 37 - Fachada Frontal: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) degradação devido a umidade descendente no ponto D7; (c) medição da umidade ascendente no ponto A19 .....	56
Figura 38 - Manifestação de bolor: (a) no ponto B2; (b) no ponto B3.....	56

Figura 39 - Umidade no interior da edificação: (a) presença de bolor no ponto B4; (b) mancha de umidade no ponto D8; (c) mancha de umidade no ponto A24; (d) medição do descolamento entre piso e parede .....	57
Figura 40 - Vesícula e descolamentos no 1º pavimento.....	58
Figura 41 - Parede fachada sul: (a) manifestação de vesícula; (b) descolamento com empolamento.....	59
Figura 42 - Descolamentos com pulverulência: (a) no ponto P1; (b) no ponto P3 ....	59
Figura 43 - Localização das fissuras no primeiro pavimento.....	60
Figura 44 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F1; (b) no ponto F2 .....	61
Figura 45 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F3; (b) no ponto F4 .....	62
Figura 46 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F5; (b) no ponto F6 .....	63
Figura 47 - Localização dos problemas devido a umidade no 2º pavimento.....	64
Figura 48 - Manchas de umidade descendente no 2º pavimento: (a) ponto D10; (b) ponto D11.....	64
Figura 49 - Manifestação de bolor no 2º pavimento .....	65
Figura 50 - Localização das fissuras no 2º pavimento .....	65
Figura 51 - Manifestações patológicas do 3º pavimento .....	66
Figura 52 - Vesícula no 3º pavimento.....	67
Figura 53 - Ponto B6: bolor encontrado no terceiro pavimento .....	67
Figura 54 - Ponto E1: eflorescência encontrada no terceiro pavimento. ....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros de ensaios obtidos para a amostra de argamassa de revestimento em 2018.....	21
Quadro 2 - Determinação da composição granulométrica da fração inerte do agregado miúdo (areia natural silicosa fina).....	22
Quadro 3 - Proporcionamento encontrado nas amostras analisadas para reconstituição da dosagem .....	23
Quadro 4 - Espessuras das fissuras do 1º pavimento.....	61
Quadro 5 - Total de manifestações patológicas encontradas no MNIC .....	68

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

ICOMOS – Conselho Internacional de Monumentos e Sítios

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

MNIC – Museu Nacional de Imigração e Colonização

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SECUT – Secretaria de Cultura e Turismo

SPHAN – Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 <b>Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
1.1.2 <b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	15
<b>2 PATRIMÔNIO CULTURAL</b> .....	<b>16</b>
<b>3 MUSEU NACIONAL DE IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO</b> .....	<b>18</b>
3.1 INFORMAÇÕES DO CASARÃO .....	19
3.1.1 <b>Solo e fundação do MNIC</b> .....	<b>20</b>
3.1.2 <b>Argamassa encontrada no museu nacional de imigração e colonização</b>	<b>21</b>
3.1.3 <b>Manifestações patológicas encontradas no MNIC EM 2014</b> .....	<b>24</b>
<b>4 ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO</b> .....	<b>27</b>
<b>5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO</b>	<b>29</b>
5.1 UMIDADE .....	30
5.1.1 <b>Umidade descendente</b> .....	<b>30</b>
5.1.2 <b>Umidade ascendente ou por elevação</b> .....	<b>31</b>
5.1.3 <b>Bolor</b> .....	<b>33</b>
5.1.4 <b>Eflorescência</b> .....	<b>34</b>
5.1.5 <b>Mecanismos de degradação pela umidade</b> .....	<b>34</b>
5.2 <b>VESÍCULAS</b> .....	<b>35</b>
5.3 <b>FISSURAS</b> .....	<b>36</b>
5.3.1 <b>Classificação de acordo com a espessura</b> .....	<b>36</b>
5.3.2 <b>Classificação de acordo com a atividade</b> .....	<b>36</b>
5.3.3 <b>Fissura causada por movimentação térmica</b> .....	<b>37</b>
5.3.4 <b>Fissura causada por movimentação higroscópica</b> .....	<b>37</b>
5.3.5 <b>Fissura causada por recalque de fundações</b> .....	<b>38</b>
5.3.6 <b>Reparos de manifestações patológicas causadas pelas fissuras</b> .....	<b>42</b>
5.4 <b>DESCOLAMENTOS</b> .....	<b>43</b>
5.4.1 <b>Descolamento com empolamento</b> .....	<b>43</b>
5.4.2 <b>Descolamento com pulverulência</b> .....	<b>44</b>
<b>6 METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>

6.1	LEVANTAMENTO DE DADOS TÉCNICOS SOBRE A EDIFICAÇÃO DO MUSEU NACIONAL DE IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO .....	45
<b>6.1.1</b>	<b>Levantamento de informações preliminares.....</b>	<b>46</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Procedimentos necessários .....</b>	<b>46</b>
6.2	REGISTRO DE IMAGENS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	46
<b>6.2.1</b>	<b>Equipamentos de Medição.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>50</b>
7.1	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PRIMEIRO PAVIMENTO.....	50
<b>7.1.1</b>	<b>Problemas devido a umidade .....</b>	<b>51</b>
<b>7.1.2</b>	<b>Descolamentos .....</b>	<b>58</b>
<b>7.1.3</b>	<b>Fissuras .....</b>	<b>60</b>
7.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO SEGUNDO PAVIMENTO .....	63
<b>7.2.1</b>	<b>Problemas devido a umidade .....</b>	<b>63</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Fissuras .....</b>	<b>65</b>
7.3	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO TERCEIRO PAVIMENTO.....	66
7.4	TOTAL DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ECONTRADAS .....	68
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lino (2010), para a cidade cumprir ao menos parte de sua função social, é essencial que haja integração entre os habitantes, estreitando as relações na comunidade. A importância do patrimônio histórico é relevante nesse contexto, pois o mesmo traz garantia de qualidade de vida e desenvolvimento para as cidades guardando as memórias da origem da população, reforçando a identidade pessoal de cada indivíduo.

Segundo a Carta Internacional do Turismo Cultural, feita pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), o patrimônio natural e cultural e as culturas vivas são atrações turísticas em diversas regiões. Esse turismo é uma parte essencial de muitas economias nacionais e regionais e pode ser um importante fator no desenvolvimento. Além disso, pode capturar as características econômicas do patrimônio e dedicá-las à conservação, gerando fundos, educando à comunidade e influenciando a política (ARAÚJO, 2007).

Considerando o valor econômico e o reforço da identidade pessoal de cada indivíduo da sociedade, a preservação das edificações históricas se tornam de grande importância. A Constituição Federal brasileira de 1988, no Art. 216, dispõe que “O poder público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários, registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação.” (BRASIL, 1988).

O tombamento, de acordo com Ghirardello e Spisso (2008, p. 15), “É um conjunto de ações, realizadas pelo poder público e alicerçado por legislação específica, que visa preservar os bens de valor histórico, cultural, arquitetônico, ambiental e afetivo, impedindo a sua destruição e/ou descaracterização.”.

Segundo Motta (2004), “[...] no Brasil, os proprietários de edificações tombadas ou a serem tombadas como patrimônio histórico, as desprezam, não as valorizam e, geralmente, as abandonam até sua total degradação.” (p. 01). Um aspecto da degradação de patrimônios históricos está relacionado às manifestações patológicas.

As manifestações patológicas que afetam a durabilidade das edificações normalmente estão relacionadas a aspectos como propriedades físicas e químicas do

material, agressividade ambiental, modelos de deterioração e envelhecimento da edificação e sua vida útil (BARBOSA; POLISSENI; TAVARES, 2010) em relação ao que, as argamassas de revestimento se destacam numa análise sensorial.

As argamassas e rebocos antigos à base de cal desempenham importantes funções nas edificações de alvenarias tradicionais e contribuem para a aparência, como também para a conservação edifício, pois impedem a deterioração do esqueleto, ao absorverem a agressão dos agentes atmosféricos e possibilitarem a manutenção periódica (KANAN, 2008).

Segundo Just e Franco (2001), em argamassas de revestimento, as manifestações patológicas podem causar desconforto ao usuário, pois a camada de revestimento permanece exposta e nisso garante o aspecto do conforto funcional e estético ao usuário.

Nesse contexto, a importância da conservação das edificações históricas levou este trabalho a ter como objetivo estudar as manifestações patológicas em argamassas de revestimento aplicadas no Museu Nacional de Imigração e Colonização (MNIC), que fica localizado na cidade de Joinville-SC.

Embora o MINIC se encontre fechado para reformas desde 26 de fevereiro de 2018, as atividades de restauro não estão sendo executadas por falta de recurso. Esse recurso, estimado em R\$ 1,3 milhões de reais, deveria ser captado via Lei Rouanet. Sem sucesso no levantamento desse valor, a Secretaria de Cultura de Joinville inscreveu o projeto de revitalização no sistema de convênios do Governo Federal. Enquanto não aprovado, o Museu seguirá fechado para visitas (MORRIESEN, 2019).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Estudar e analisar de manifestações patológicas em argamassas de revestimento aplicadas no Museu Nacional de Imigração e Colonização.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar informações técnicas relacionadas a argamassa de revestimento do Museu Nacional de Imigração e Colonização;
- Identificar e mapear as manifestações patológicas na argamassa de revestimento original do Museu;
- Analisar as condições das manifestações patológicas encontradas;
- Sugerir reparos que preservem as características originais do Museu.

### 1.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho se estruturou em duas atividades principais: o levantamento de dados técnicos sobre a argamassa de revestimento do MNIC e o registro de imagens das manifestações patológicas, por isso, o mesmo se caracterizou como um estudo de caso. O estudo de caso tem como objetivo organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência a partir de coleta e registro de dados de um caso particular ou de vários casos (Chizzotti, 1995).

Realizou-se no museu uma investigação de campo para identificar, mapear e analisar as manifestações patológicas, propondo por fim, sugestões de reparos que mantenham as características do museu.

## 2 PATRIMÔNIO CULTURAL

De acordo com Constituição Federal brasileira de 1988, Art. 216, as edificações históricas, assim como os demais bens de natureza material e imaterial que sejam referência à identidade, ação e memória de grupos formadores da sociedade brasileira, são considerados *patrimônio cultural brasileiro* (BRASIL, 1988). A designação de patrimônio cultural não é conhecida como a de patrimônio histórico, em função do que o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional IPHAN (2018) lembra que, foi a Constituição Federal brasileira de 1988 que “[...] ampliou o conceito de patrimônio estabelecido pelo Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, substituindo a nomenclatura Patrimônio Histórico e Artístico, por Patrimônio Cultural Brasileiro.”.

O patrimônio natural e cultural, as diversidades e as culturas vivas são importantes atrações turísticas (ARAÚJO,2007) e por esse fato promovem o turismo cultural. Esse turismo pode ser definido como uma “[...] visitação por pessoas de fora da comunidade receptora motivada no todo ou em parte por interesse em aspectos históricos, artísticos, científicos ou de estilo de vida e de herança oferecidos por uma comunidade, região, grupo ou instituição.” (SILBERBERG, 1995 apud KÖHLER; DURAND, 2007, p.188).

De acordo com Araújo (2007), o turismo traz vantagens às comunidades residentes e promovem meios e motivação para cuidarem e manterem o seu patrimônio e as suas práticas culturais. Para incentivar a motivação da sociedade, as atividades de gestão da conservação e do turismo devem proporcionar benefícios econômicos, sociais e culturais equitativos para toda a comunidade residente ou local, a todos os níveis, através da educação e da criação de oportunidades de emprego.

No Brasil, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2019), em 2017, o setor voltado à cultura, gerou 67.000 empregos formais, sendo que, desses, somente na área de patrimônio e artes que englobam serviços culturais, museologia, produção cultural e patrimônio histórico, foram gerados 14.200 empregos formais.

De acordo com o Ministério do Turismo (BRASIL, 2015), para os municípios brasileiros, a cultura se tornou uma força, de modo a torna-los mais competitivos. No último levantamento, o Brasil evoluiu no índice geral motivado, entre outros fatores,

pela valorização do patrimônio cultural. No país, atraídos pela cultura, avalia-se que por ano 2,87 milhões de brasileiros e 663 mil estrangeiros se movimentam no território nacional.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2018), no estado de Santa Catarina a cultura europeia é um grande atrativo para os turistas adultos que visitam a região. Nesse estado, explorar o turismo cultural é uma ótima oportunidade de negócio, sendo as principais atrações o patrimônio histórico europeu, o nativo e programas culturais tradicionais como os festivais.

Na cidade de Joinville, no mês de janeiro de 2015 o Museu Nacional da Imigração e Colonização recebeu turistas de todas as regiões do Brasil, além de visitantes dos Estados Unidos, Alemanha, Suíça, Japão, Chile, Itália, Israel e Inglaterra (PREFEITURA DE JOINVILLE, 2015).

### 3 MUSEU NACIONAL DE IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO

Joinville é uma cidade localizada no norte do estado de Santa Catarina – Brasil. Sua colonização, de acordo com os registros dos próprios colonizadores, foi desenvolvida por europeus em 1851 (SCHLINDWEIN, 2011). Os registros apontam que a cidade tem 167 anos e que algumas de suas edificações podem ter acompanhado parte de sua história. Uma dessas edificações é o Museu Nacional de Imigração e Colonização – MNIC.

O MNIC fica localizado na Rua Rio Branco, nº 229, centro de Joinville. Atualmente possui um casarão (Figura 1) e mais três edificações, sendo: o Galpão de Tecnologia Patrimonial onde ficam os engenhos que comunicam os saberes e fazeres do imigrante, o Galpão de Transportes onde ficam as carroças e os carros fúnebres e a casa Enxaimel definida como a casa do colono (MACHADO; CORRÊA, 2014).

Figura 1 - Casarão do Museu Nacional de Imigração e Colonização



Fonte: MNIC (2018).

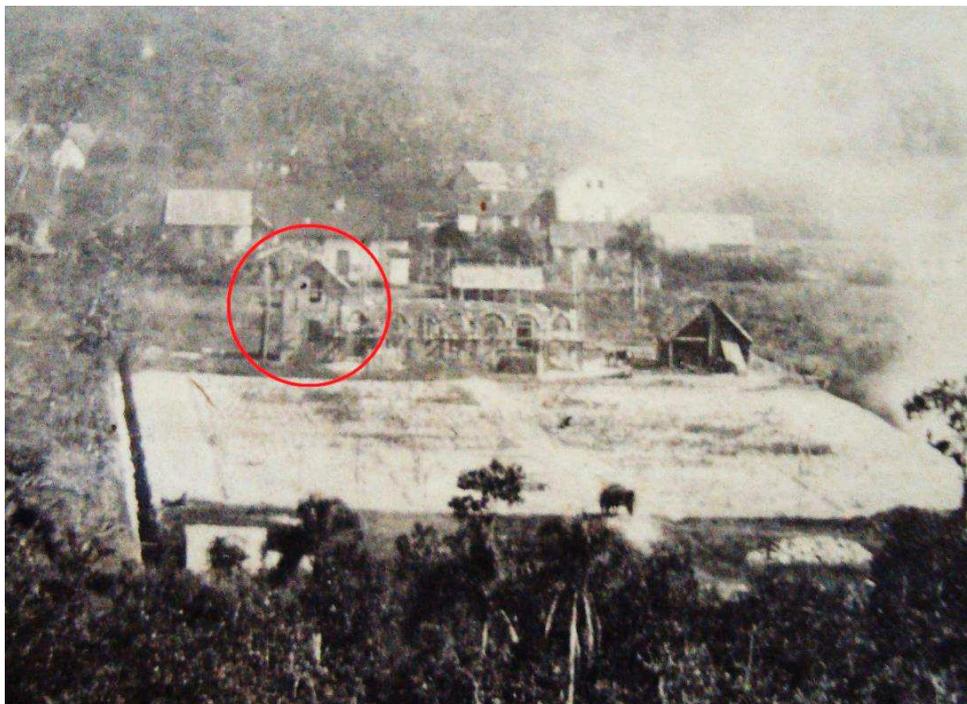
### 3.1 INFORMAÇÕES DO CASARÃO

O casarão possui três pavimentos e foi tombado em 1939 pelo Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), hoje IPHAN. A edificação foi construída entre 1867-1870 para funcionar como sede administrativa da Colônia Dona Francisca, e tratava-se da residência do superintendente Frederico Brüestlein (MACHADO; CORRÊA, 2014).

A casa também conhecida como *Maison de Joinville* é composta por uma edificação antiga e uma edícula de arquitetura simples e sem ornamentação. O casarão apresenta diversos estilos arquitetônicos: o uso de pórticos colunados, arcos, simetria e ritmo, da arquitetura alemã: o telhado alto com sótão e a telha germânica. As paredes da edificação são autoportantes e foram construídas com tijolos maciços assentados com argamassa de areia e cal (IPHAN, 2016).

Em uma digitalização (Figura 2) com recorte/aproximação de uma foto panorâmica em meio físico, disponibilizada pelo MNIC, é possível visualizar que o anexo sul do casarão foi edificado antes do corpo principal (SELL, 2018).

Figura 2 - Foto panorâmica da construção do Casarão



Fonte: Adaptado de MNIC (2018).

Ao início da construção do MNIC por alguns registros de cartas, é possível identificar a situação do solo em que a fundação foi apoiada.

### 3.1.1 Solo e fundação do MNIC

De acordo com Ficker (2013), em uma carta de 24 de setembro de 1866 ao *Monsieur Edouard Bocher, administrateur des biens et affaires de la Maison d'Orleans — Paris*, o engenheiro superintendente Frederico Brüestlein teve dificuldades técnicas para implantar uma construção de alvenaria já que o solo era saturado, mole e que apresentava baixa capacidade de suporte.

Para a fundação o engenheiro inicialmente propôs usar vigas e longarinas justapostas e assentadas sobre uma base de pranchas de madeira de lei de 80 cm de largura, formando assim uma estrutura econômica e bastante firme para suportar uma construção tipo sobrado. Brüestlein opta por uma fundação de alvenaria que, apesar de ser mais cara, era melhor do que ver a casa em ruínas antes mesmo de ser terminada. A fundação então, foi feita com pedras rejuntadas com argamassa de areia, água e cal (FICKER, 2013). Na Figura 3 é apresentada uma foto da fundação que foi retirada em 2014 pela empresa Adobe Engenharia, num estudo feito para IPHAN que foi terminado em 2016. Nessa imagem, é possível confirmar que a fundação do museu é realmente de pedra comprovando as características registradas por Ficker (2013).

Figura 3 - Vista da fundação em pedra de um dos pilares da varanda do térreo



Fonte: IPHAN (2016, p. 8).

Frederico Brüestlein, em carta, ainda comenta que, para atingir o fundo de areia, a base sólida acima da qual cogitou construir a casa, a escavação variou entre 1,75 m e 3 m de profundidade. Logo depois das escavações, os pedreiros levantaram a alvenaria dos alicerces, as paredes laterais da escavação precisavam ser forradas com pranchas de madeira, pois de acordo com os registros o solo era líquido e penetrou entre as fendas das pranchas (FICKER, 2013).

### 3.1.2 Argamassa encontrada no museu nacional de imigração e colonização

Em visita à Secretaria Municipal de Cultura e Turismo (SECUT, 2018) de Joinville, foi possível acessar um relatório de ensaio referente a argamassa de revestimento do MNIC. O relatório foi produzido pela empresa Bianco tecnologia do concreto, e tem como título *Relatório de ensaio nº 0520/2018: análise de argamassa endurecida*. A análise foi realizada entre os dias 15 e 29 de junho de 2018 com o objetivo de conseguir a reconstituição da dosagem da argamassa de um dos alpendres da sacada da fachada norte da edificação.

A amostra retirada é constituída de dois testemunhos fragmentados de argamassa endurecida de revestimento de emboço e possuem massas de 77,8g e 101,1g. Na análise feita pela empresa, os parâmetros de ensaios obtidos para os testemunhos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros de ensaios obtidos para a amostra de argamassa de revestimento em 2018

PARÂMETROS DE ENSAIO	AMOSTRA DE ARGAMASSA ENDURECIDA
	AMOSTRA ENSAIADA
• Massa unitária/ argamassa endurecida no estado saturado (método da balança hidrostática)	2152kg/m <sup>3</sup>
• Massa unitária no estado seco (estufa a 110°C até massa constante)	1978kg/m <sup>3</sup>
• Índice de absorção d'água máximo	8,88%
• Índice de vazios (porosidade)	17,41%
• Perda de Massa ao forno 110°C até 550°C	2,20%
• Perda de Massa ao forno → 550°C à 1000°C mantidos por 3h	8,73%

PARÂMETROS DE ENSAIO	AMOSTRA DE ARGAMASSA ENDURECIDA
	AMOSTRA ENSAIADA
• Perda de Massa Total ao forno Mufla	10,93%
• Solúveis em Ácido Clorídrico (HCl)	23,79%
• Teor de Areia Silicosa	1343g/m <sup>3</sup>
• Módulo de finura da areia natural encontrada na composição da argamassa	1,77 (areia fina)
• Teor mais provável de CAL RECARBONATADA (DOLOMÍTICA → CaO/MgO=77,2%/22,8%), presente na amostra)	419kg/m <sup>3</sup>
• Teor mais provável de CAL EM ÓXIDOS	234kg/m <sup>3</sup>
• Cimento Portland (anidro / base clínquer + gesso + adições voláteis)	Não encontrado

Fonte: SECUT (2018, p. 2).

Depois do processo de dissolução da amostra foi realizada a determinação da composição granulométrica (Quadro 2) da fração inerte do agregado miúdo (areia natural silicosa fina).

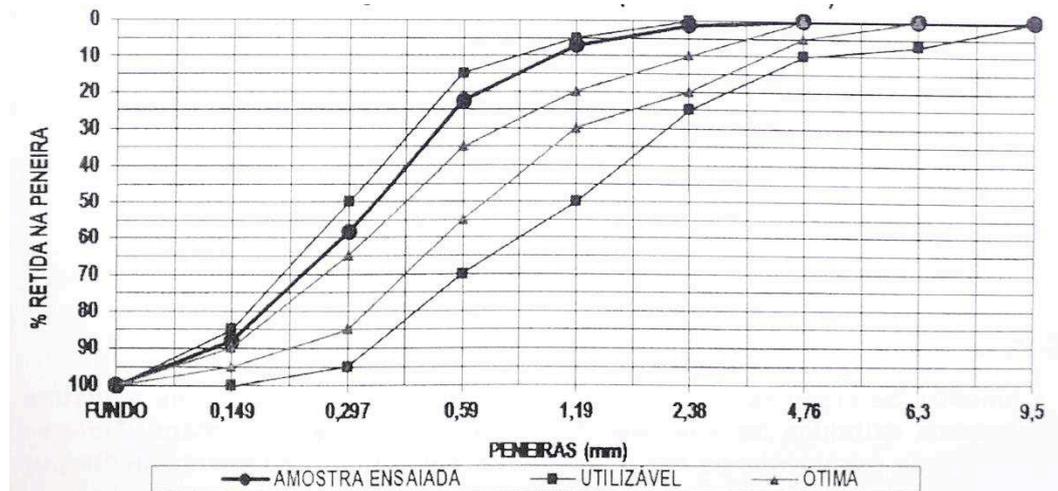
Quadro 2 - Determinação da composição granulométrica da fração inerte do agregado miúdo (areia natural silicosa fina)

PENEIRAS		MATERIAL RETIDO		% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
# N <sup>o</sup>	mm	%RETIDA	%ACUMULADA	
¼	6,3	-	-	-
4	4,8	-	-	100
8	2,4	1	1	99
16	1,2	6	7	93
30	0,6	16	23	77
50	0,3	36	58	42
100	0,15	30	88	12
FUNDO		12	100	-

Fonte: SECUT (2018, p. 3).

O módulo de finura para o agregado é de 1,77, o diâmetro máximo da partícula é igual a 2,4mm e a areia encontrada se enquadra na faixa granulométrica de areia fina da NBR 7211. Com a composição granulométrica foi possível que o laboratório realizasse o gráfico (Figura 4) da distribuição granulométrica desse material.

Figura 4 - Gráfico da distribuição granulométrica da fração inerte do agregado miúdo



Fonte: SECUT (2018, p. 3).

Depois da análise do material foi possível fazer a reconstituição da dosagem das amostras de argamassa. Uma observação é que a amostra analisada não contém cimento Portland e trata-se de uma argamassa puramente de cal (mineralogia composta fundamentalmente por carbonatos) e areia natural fina. O proporcionamento encontrado nas amostras analisadas se encontra no Quadro 3.

Quadro 3 - Proporcionamento encontrado nas amostras analisadas para reconstituição da dosagem

Proporções da Dosagem (Materiais que Foram Empregados)	Kg/m <sup>3</sup> (Traço em massa) (Materiais Secos)	Traço em Volume (para areia seca)	Traço em Volume (para areia com 4% de umidade)
• Cal Dolomítica (77%Ca/23%Mg) Virgem (Base Óxidos)	234		
OU			
• Cal Dolomítica (77%Ca/23%Mg) Hidratada (Base de Hidróxidos) →Densidade aparente estado granel (pó)= 0,620g/cm <sup>3</sup>	315 (1,00)	1,00	1,00
• Areia Natural Quartzosa Fina → Módulo de Finura = 1,77 → Densidade aparente estado solto seca = 1,50g/cm <sup>3</sup> → Densidade aparente estado solto úmida = 1,18g/cm <sup>3</sup>	1343 (4,263)	1,762	2,240
• Água de Amassamento (*)	346 (1,10)	0,68	0,68
<b>OBS.: (*) Excluída a água necessária para formar a pasta de cal hidratada.</b>			

Fonte: SECUT (2018, p. 4).

Na amostra a relação aglomerante (cal hidratada) / areia seca encontrada foi de 1:4,263 para traço em massa e 1:2,24 para traço em volume com areia na umidade natural média de 4%.

“A relação água/cal na forma hidratada (1,10), foi calculada com base nos índices de absorção e porosidade da argamassa + água retida pela pasta de cal hidratada, em função do teor de cal recarbonatada encontrado.” (SECUT, 2018, p. 5).

O relatório apresenta que, caso a argamassa tenha que ser reproduzida para eventuais reparos ou remendos, aconselha-se empregar pequenas quantidades de cimento Portland para que se atinja em pouco prazo as condições de resistência atual. Os reparos ou remendos podem ser necessários caso se encontrem manifestações patológicas na argamassa de revestimento.

### 3.1.3 Manifestações patológicas encontradas no MNIC EM 2014

Em estudo feito pela empresa ADOBE Engenharia para o IPHAN foi realizada uma análise do estado de conservação do Museu. A coleta dos dados para o levantamento cadastral foi feita entre os dias 10 e 13 de setembro de 2014, e o relatório foi entregue para o IPHAN em 2016. Dentro da análise encontram-se levantamentos de manifestações patológicas na edificação, inclusive em 5 pontos nas argamassas de revestimento. A Figura 5 apresenta manchas de umidade ascendente tanto na parede da fachada lateral norte da edificação quanto na fachada lateral sul (IPHAN, 2016).

Figura 5 - Manchas de umidade ascendente no MNIC em 2014: (a) na fachada Norte; (b) na fachada Sul.



Fonte: IPHAN (2016, p. 19).

Na Figura 6 estão apresentadas as manchas devido a vazamentos através da calha que faz o escoamento vertical da água, esses vazamentos afetam a fachada frontal (oeste) e o banheiro feminino no térreo.

Figura 6 - Manchas de umidade devido a vazamentos encontrados no MNIC em 2014: (a) na fachada oeste; (b) no feminino no térreo.



Fonte: IPHAN (2016, p. 20).

Na análise de estado de conservação foram encontradas também fissuras. As fissuras existentes (Figura 7), com delineamento diagonal tem abertura de ordem inferior a 5 mm, seccionando completamente a parede. A configuração da referida manifestação aparenta ser compatível com um possível recalque diferencial da fundação sobre a qual assenta-se o referido painel, a partir do ponto próximo a porta, o que pode ter sido ocasionado por deficiências executivas ou por solapamento do solo em decorrência de eventuais deficiências de desempenho da rede hidrossanitária. Na análise não foi possível confirmar tais hipóteses pois seria necessário a exumação e avaliação da fundação, o que não foi autorizado pelos gestores do MNIC.

Figura 7 - Fissuras encontradas no Hall 2 do museu em 2014



Fonte: IPHAN (2016, p. 23).

O estudo foi realizado com o intuito de levantar as condições em que se encontrava o Museu em 2014 para começar os processos de reparos na edificação.

## 4 ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

De acordo com a NBR 13529:2013, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 2013), argamassa de revestimento é constituída de uma “Mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s), aglomerante (s) inorgânico (s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento.” (p. 5).

As adições, segundo a NBR 13529:2013, são “Materiais inorgânicos naturais ou industriais adicionados às argamassas para modificar as suas propriedades.” (ABNT, 2013) e, acerca dos aditivos, a NBR cita que é um “[...] produto adicionado à argamassa em pequena quantidade, com a finalidade de melhorar uma ou mais propriedades, no seu estado fresco ou endurecido.” (p. 8)”.

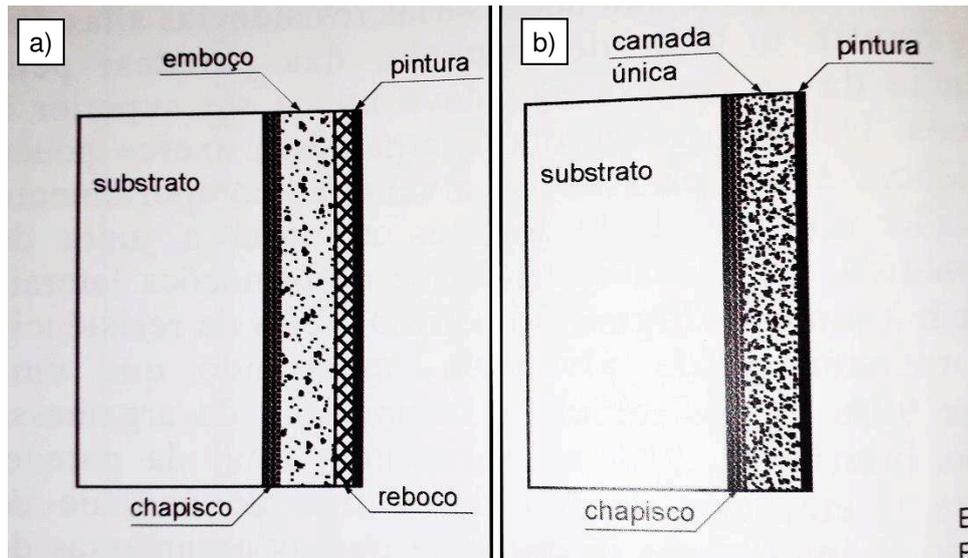
No passado, nas argamassas de cal, para os aditivos segundo Kanan (2008), foram utilizados compostos orgânicos como, por exemplo, proteínas (caseína do leite, clara de ovo), óleos animais (peixe), vegetais (linhaça) e gorduras (sebo). Era comum adicionar também fibras vegetais (palha) e de animais (crina, estrume), que contribuem nas propriedades das argamassas, influenciando em sua trabalhabilidade e consistência, no controle das retrações, na absorção e difusão da umidade e, por fim, na durabilidade e resistência final das argamassas às intempéries.

Carasek (2010) expõe que as argamassas de revestimento são utilizadas para revestir paredes, muros e tetos, os quais normalmente recebem acabamentos como pintura, revestimentos cerâmicos e laminados. Nesses casos, as argamassas podem possuir várias camadas (Figura 8) com características e funções específicas, dentre elas estão o chapisco, o emboço, o reboco e a camada única. Segundo a referida autora, estas camadas são definidas como (CARASEK, 2010):

- Chapisco: camada de preparo de base com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento;
- Emboço: camada de revestimento que serve para proteger e regularizar a base, proporcionando uma superfície que permita receber outra camada, de revestimento decorativo (exemplo a cerâmica) ou reboco;
- Reboco: utilizado para cobrimento do emboço, permite uma superfície que receba um revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final;

- Camada única: revestimento constituído de um único tipo de argamassa aplicado à base e sobre a qual é aplicada uma camada decorativa como a pintura.

Figura 8 - Diferentes tipos de revestimento de parede: (a) emboço + reboco + pintura (sistema mais antigo); (b) camada única + pintura



Fonte: Carasek (2010, p. 900).

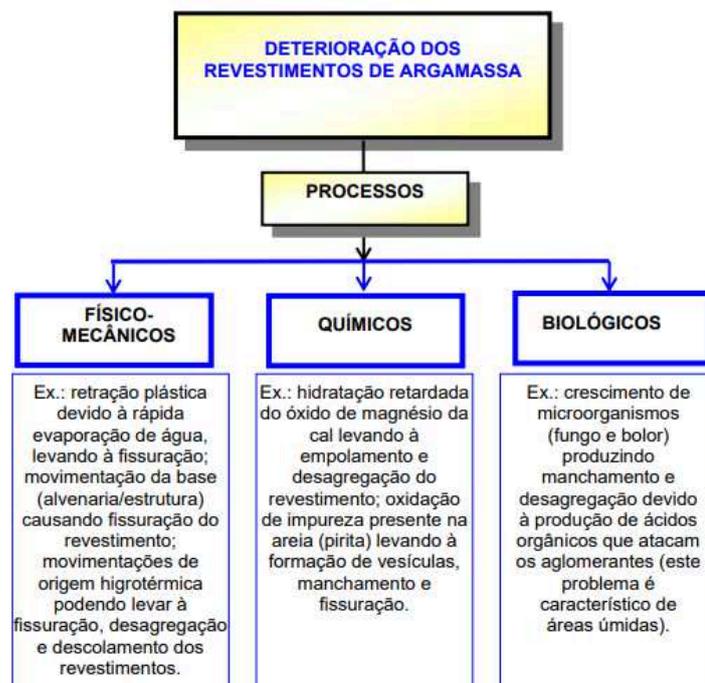
Para Segat (2005), as argamassas de revestimento estão expostas a várias ações de origens naturais ou esforços da própria construção que podem causar danos patológicos a uma edificação.

## 5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

As patologias são problemas encontrados em edificações que comprometem sua durabilidade e podem diminuir a vida útil, ou seja, o tempo em que a edificação pode permanecer funcional com o mínimo de manutenção (BARBOSA et al., 2010).

Segundo Carasek (2010), “A deterioração prematura dos revestimentos de argamassa é decorrente de diferentes formas de ataque, as quais podem ser classificadas em físicas, mecânicas, químicas e biológicas.” (p. 930). A Figura 9 apresenta a classificação de deterioração dos revestimentos de argamassa.

Figura 9 - Processos de deterioração dos revestimentos de argamassa



Fonte: Carasek (2010, p. 931)

De acordo com Ferreira (2010), as principais manifestações patológicas de desempenho inadequado de revestimento de argamassa são: eflorescência, bolor, vesículas, descolamento com empolamento, descolamento em placas, descolamento com pulverulência e fissuras.

Bertolini (2010) também defende que uma das causas mais importantes de manifestações patológicas nas edificações é a umidade. De acordo com o autor, a

umidade pode ter numerosas origens, como a umidade de construção, a umidade descendente e a umidade por elevação (ascendente).

Acerca de reparos das manifestações patológicas acima citadas, Kanan (2008) defende que a intervenção pontual ou parcial deve ser sempre a primeira opção para reparos e a remoção e a substituição total do material devem ser evitadas. Na maioria dos casos, os revestimentos antigos apresentam manifestações somente superficiais e é possível limpar o local, conservar, consolidar, reparar lacunas e fissuras antes de realizar intervenções radicais e irreversíveis.

Quando a degradação do material for muito elevada, os reparos e as substituições, parciais ou totais, de argamassas, rebocos e acabamentos à base de cal são necessários. A compatibilidade deve ocorrer entre os materiais do substrato e aqueles em contato com ele, porém é dispensável que os materiais usados na substituição sejam idênticos aos antigos, porque a compatibilidade significa conciliar propriedades físico-químicas e estéticas sem obrigatoriamente usar materiais idênticos (KANAN, 2008).

Na sequência, são apresentadas as manifestações patológicas e as possíveis ações que podem ser tomadas para se realizar o reparo das mesmas.

## 5.1 UMIDADE

De acordo com Bertolini (2010), na presença de umidade os materiais da parede podem se degradar, seja por interações do tipo químico envolvendo a água e os sais contidos na parede ou por ação degradante do tipo físico gerada por tensões que se produzem pelo fenômeno da cristalização no interior dos poros. Muitas vezes as ações dos tipos químico e físico se desenvolvem juntas. Para causar essas ações, se tem vários tipos de origens, sendo algumas delas a umidade descendente e a umidade por elevação (ascendente); o bolor e a eflorescência.

### 5.1.1 Umidade descendente

Ocorre devido ao contato direto com a água pluvial normalmente ocasionado por erros de projeto em que a água dos beirais e da cobertura chega nas paredes causando manchas, como apresentado na Figura 10. As manchas ocorrem por

apresentar um teor de umidade elevado na superfície ou próximo a superfície (BERTOLINI, 2010).

Figura 10 - Uma das fachadas dos pátios do Palácio Universitário da UFRJ, com sinais claros de umidade de precipitação



Fonte: Ferreira e Garcia (2016, p. 27).

Em tubos pluviais é usual que ocorra o entupimento que, se não resolvido, pode provocar vazamentos de água. O vazamento, embora seja um defeito menos frequente, quando acontece pode trazer consequências graves, principalmente se a tubulação se encontra embutida na parede. Nesse caso a mancha de umidade fica abaixo do local do vazamento devido ao escoamento dentro do elemento estrutural (SOUZA, 2008).

Para realizar os reparos das avarias causadas pela umidade descendente a ação inicial é identificar os pontos onde ocorrem vazamentos para a edificação e posteriormente reparar esses vazamentos. Caso a manifestação patológica seja proveniente de vazamentos de tubulações internas na parede é necessário cortar os pontos atingidos para realizar o conserto desse encanamento (PAZ et al., 2016).

Segundo Souza (2008), se a água descende de vazamentos em calhas que tem como função coletar água da chuva é necessário realizar uma solda no local e por segurança acrescentar uma cinta que envolve a parte que continha o vazamento.

### **5.1.2 Umidade ascendente ou por elevação**

A umidade por elevação se manifesta sob forma de manchas nas paredes (Figura 11) e é uma causa de umidade enganosa, porque é muito difícil de removê-la. Em edifícios antigos esse tipo de umidade é frequente, pois no passado não se tinha

o costume de proteger as fundações enterradas da água contida no solo (BERTOLINI, 2010).

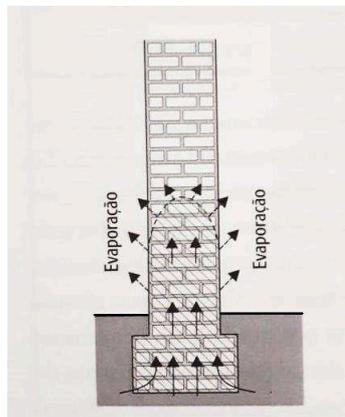
Figura 11 - Uma das fachadas externas do Palácio Universitário da UFRJ, com sinais claros de umidade ascendente



Fonte: Ferreira e Garcia (2016, p. 27).

Quando as manifestações patológicas são causadas pela umidade ascendente, é difícil eliminar a progressão da água pelas paredes (Figura 12). Nestes casos recomenda-se usar tratamentos de desumidificação. Para reabilitação de edifícios se propõem utilizar o método do “corte do muro”. A técnica basicamente faz com que o nível da elevação seja baixo cerca de 10cm a 20cm do piso, para isso, se faz um corte longitudinal na alvenaria, coloca-se uma barreira contínua impermeável e se preenche o corte materiais expansivos. Apesar da técnica ser eficaz no bloqueio da elevação da água há uma preocupação em gerar danos ao elemento estrutural (BERTOLINI, 2010).

Figura 12 - Distribuição da umidade em uma parede sujeita à elevação capilar

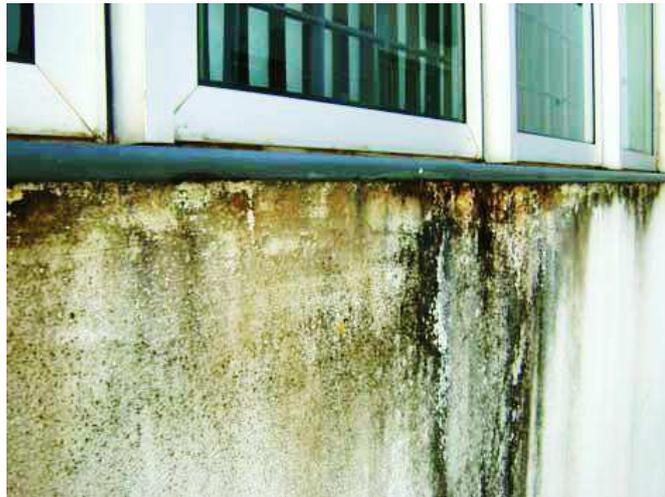


Fonte: Bertolini (2010, p. 204).

### 5.1.3 Bolor

O bolor é caracterizado por manchas esverdeadas ou escuras (Figura 13) e o revestimento pode estar em estado de desagregação. O bolor aparece quando se tem umidade constante e/ou uma área não exposta ao sol (CINCOTTO et al., 1995 APUD FERREIRA, 2010).

Figura 13 - Formação de bolor devido às deficiências do peitoril da janela.



Fonte: Ferreira (2010, p. 151).

De acordo com Souza (2008), o bolor é considerado um grande problema nas edificações. Essa manifestação patológica provoca alteração nas superfícies e o seu crescimento está diretamente ligado à existência de umidade (alto teor no ambiente o qual está ou no ar). É comum o emboloramento em paredes umedecidas por infiltração de água ou vazamento de tubulações.

Se esta manifestação for causada por vazamentos ou infiltrações, esses devem ser resolvidos em primeiro lugar para só depois tratar o problema do bolor. Para o bolor proveniente desse caso a recomendação é lavar o local do revestimento e posteriormente trata-lo com produtos desinfetantes para impedir a proliferação de fungos. Se o bolor não for causado por vazamentos a solução é mais simples, é preciso retirar apenas a camada da pintura e aplicar produto impermeabilizante (PAZ et al., 2016).

#### 5.1.4 Eflorescência

Eflorescências são manchas esbranquiçadas (Figura 14) de sais precipitados nas camadas superficiais dos revestimentos que, além de prejudicar o aspecto estético, contribuem para a desagregação do revestimento. A eflorescência ocorre quando três fatores ocorrem concomitantemente, sendo: a presença de sais solúveis, presença de água e pressão hidrostática para propiciar a migração da solução pela rede de capilares onde em condições de evaporação moderada os sais se cristalizem sobre a superfície. Caso esse fenômeno ocorra na região de interface argamassa-substrato, o descolamento da camada de revestimento pode vir a ocorrer (CARASEK, 2010).

Figura 14 - Eflorescência: cristalização dos sais solúveis na superfície da argamassa



Fonte: Ferreira (2010, p. 147).

Para realizar a eliminação da eflorescência é necessário remover a infiltração da umidade; realizar a secagem do revestimento; e escovar a superfície da parede para retirar os sais superficiais contidos nela (MILITO, 2009).

#### 5.1.5 Mecanismos de degradação pela umidade

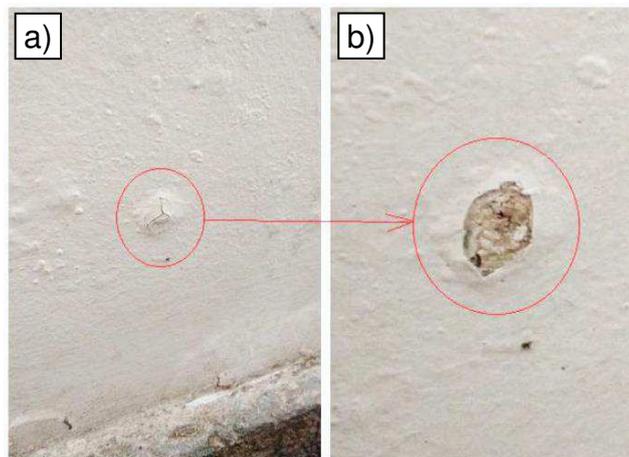
A umidade pode causar a degradação dos materiais da parede, algumas das consequências desse fenômeno de acordo com Bertonili (2010), são: a fissuração ou desagregação da argamassa e a corrosão de elementos metálicos na estrutura quando a umidade atua em elementos estruturais (lajes, vigas e pilares). O autor

comenta que quando essas manifestações patológicas provenientes da umidade estão ativas a segurança estrutural da edificação pode estar comprometida ou em situações, por questão de saúde, não habitáveis.

## 5.2 VESÍCULAS

Elas são caracterizadas por empolamento da pintura ou bolhas contendo umidade no interior. O empolamento da pintura, em suas partes internas podem ocorrer na cor branca (Figura 15) quando se tem hidratação retardada do óxido de cálcio da cal, na cor preta quando é causado por presença de pirita ou de matéria orgânica na areia e na cor vermelho acastanhado quando há presença de concreções ferruginosas na areia. Para as bolhas contendo umidade no interior as causas podem ser devido a aplicação prematura de tinta impermeável ou a infiltração de umidade (CINCOTTO; SILVA; CARASEK, 1995 APUD FERREIRA, 2010).

Figura 15 - Vesícula em revestimento de argamassa com interior esbranquiçado. (a) região empolada da pintura; (b) após remover a camada de pintura, pode ser visto um ponto esbranquiçado



Fonte: Ferreira e Garcia (2016, p. 17).

Caso o descolamento seja causado pela umidade, o reparo pode ser feito com a renovação da camada da pintura após o problema de infiltração ser resolvido. Para os casos onde o descolamento seja causado por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, pela presença de pirita, ou de matéria orgânica é necessário fazer a renovação da camada de reboco (MILITO, 2009).

### 5.3 FISSURAS

De acordo com Zanzarini (2016), as fissuras são as causas mais frequentes de falha de desempenho em alvenarias e podem causar interferências nas características estruturais da edificação. Em alvenarias a fissura surge como forma de aliviar tensões solicitantes que são maiores que a capacidade de resistência do material. As fissuras podem ser classificadas, dentre vários fatores, de acordo com sua espessura e atividade.

Oliveira (2012) define que os tipos de fissuras podem ocorrer por diferentes causas, sendo algumas delas: por movimentação térmica, por movimentação higroscópica e por recalque de fundações.

#### 5.3.1 Classificação de acordo com a espessura

De acordo com a NBR 6118:2004, para não ocorrer corrosão nas armaduras passivas da estrutura a abertura máxima característica das fissuras não pode ultrapassar valores da ordem de 0,2mm a 0,4mm (ABNT, 2004). Na norma NBR 15575-2:2013 para os sistemas estruturais denomina-se trinca como uma expressão coloquial qualitativa para fissuras com abertura maior ou igual a 0,6mm (ABNT, 2013).

#### 5.3.2 Classificação de acordo com a atividade

De acordo com a norma NBR 15575-2:2013, as fissuras podem ser classificadas de acordo com a sua atividade como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante) (ABNT, 2013). As fissuras ativas e passivas são definidas também como:

a) *Fissuras ativas*: são aquelas que tem a espessura variando durante um determinado período de tempo. A variação pode ocorrer ao longo do tempo com alternância de fechamento e abertura da fissura (ocasionado por exemplo pela variação da temperatura), ou também pode apresentar abertura sempre crescente decorrentes por exemplo de recalques diferenciais de fundações não estabilizadas (DUARTE, 1998).

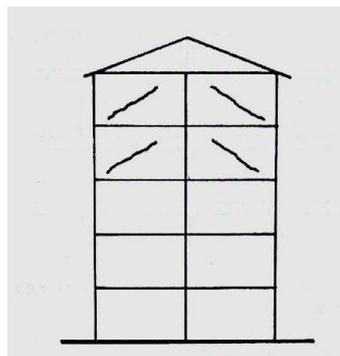
b) *Fissuras passivas*: são “[...] causadas por solicitações externas que não apresentam variações, seja de intensidade seja de sentido, ao longo do tempo tais como a atuação de carregamentos excessivos, sedimentos de escorregamento ou fundações já estabilizadas.” (DUARTE, 1998, p. 36).

### 5.3.3 Fissura causada por movimentação térmica

Zanzarini (2016) cita que diversos elementos de uma construção são expostos a variações diárias de temperatura. Durante o dia esses elementos se aquecem e durante a noite podem se resfriar, provocando contração e dilatação de forma periódica. Essa movimentação de contração e dilatação é dependente das propriedades físicas dos materiais.

Segundo Thomaz (1989), “[...] com maior probabilidade de ocorrência, a movimentação térmica da estrutura pode causar destacamentos entre as alvenarias e o retículo estrutural, e mesmo a incidência de trincas de cisalhamento nas extremidades das alvenarias. ” (p. 26). A Figura 16 apresenta as trincas de cisalhamento nas alvenarias.

Figura 16 - Trincas de cisalhamento nas alvenarias, provocadas por movimentação térmica da estrutura



Fonte: Thomaz (1989, p. 27).

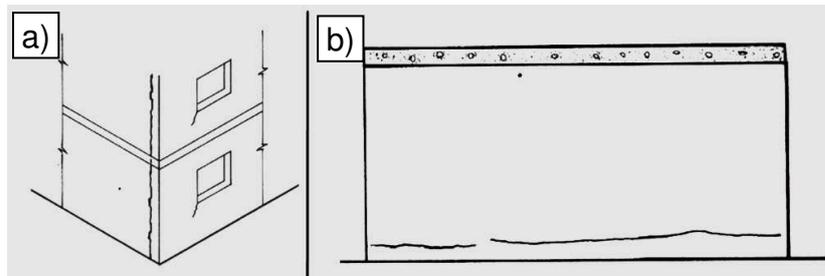
### 5.3.4 Fissura causada por movimentação higroscópica

Thomaz (1989) explica que modificações higroscópicas ocasionam mudanças dimensionais nos materiais porosos que fazem parte dos elementos da edificação. Quanto maior o teor de umidade maior a expansão do material, por outro lado, quando

ocorre a diminuição desse teor o material sofre uma contração. Se na edificação existe vínculos que impeçam as movimentações da estrutura, fissuras podem acontecer nos elementos e componentes do sistema construtivo dando origem a manifestações patológicas.

Em tijolos cerâmicos que contenham elevada resistência à compressão as trincas são provocadas pela expansão do tijolo (Figura 17a). Na base de paredes podem ocorrer trincas horizontais (Figura 17b) devido à má execução da impermeabilização dos alicerces, essas trincas normalmente são acompanhadas por eflorescências (THOMAZ, 1989).

Figura 17 - Trincas provocadas por higroscopia: (a) expansão do tijolo causa fissuramento vertical da alvenaria; (b) trinca horizontal por efeito da umidade do solo



Fonte: Thomaz (1989, p. 38-42).

### 5.3.5 Fissura causada por recalque de fundações

As edificações históricas construídas em alvenaria tinham paredes espessas em tijolos maciços assentados com argamassas de baixo módulo de deformação. Em resultado disso, as juntas de argamassa absorviam e dissimulavam as micro fissuras. Sobre as juntas construtivas, antigamente o uso era limitado ou inexistente, uma vez que o peso próprio dos materiais usados na construção restringia sua movimentação. Levando, então estas considerações, as fissuras mais frequentes nas edificações históricas são provenientes de recalques de fundações (DUARTE, 1998).

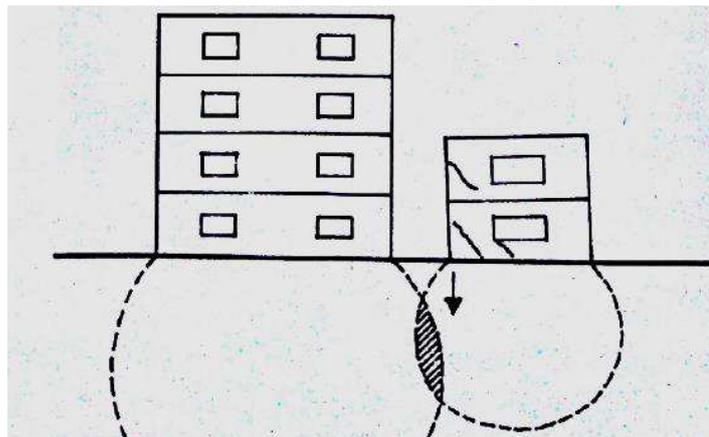
Recalques de fundações estão diretamente ligados ao solo em que a edificação se encontra. Segundo Thomaz (1989), os solos normalmente são compostos por partículas sólidas e entre elas se tem a existência de água, ar e não raras vezes material orgânico. Em geral, sob efeitos de carregamento externo todos os solos se deformam. Caso ocorra uma deformação diferencial ao longo do alinhamento das

fundações de uma edificação, tensões de alta intensidade serão introduzidas nos componentes da mesma, podendo surgir o aparecimento de trincas.

Normalmente, as fissuras oriundas de recalque diferencial são inclinadas e apresentam maiores aberturas que normalmente vão de encontro ao ponto onde ocorreu o maior recalque. Em recalques que são acentuados uma característica a ser considerada é a variação da abertura da fissura (THOMAZ, 1989).

De acordo com Thomaz (1989), para edifícios uniformemente carregados são diversos fatores que podem ocasionar fissuras por recalques diferenciais, sendo dois deles: recalques provenientes de construções vizinhas maiores que influenciam no bulbo de tensões (Figura 18) e recalques diferencial decorrente do rebaixamento do lençol freático.

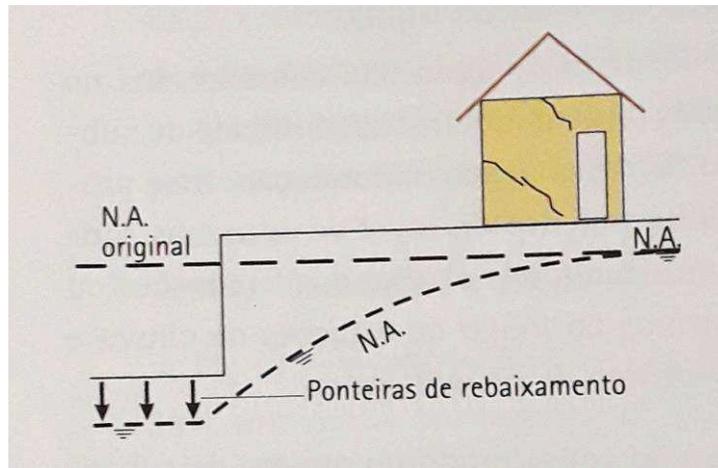
Figura 18 - Fissuras devido ao recalque diferencial pelo bulbo de tensões



Fonte: Thomaz (1989, p. 96).

Quando o nível de água é rebaixado, ocorre variação no peso efetivo do solo decorrentes dos níveis iniciais e finais da água, crescendo da condição de submerso para saturado. Essa variação resulta em deformações devido ao aumento de tensão efetiva na massa de solo, fazendo com que fundações apoiadas na área afetada apresentem manifestações patológicas como fissuras (Figura 19) decorrentes do aparecimento de recalques na sua superfície em que se encontra a edificação (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015).

Figura 19 - Fissuras ocasionadas por recalque diferencial provocado pelo rebaixamento de lençol freático



Fonte: Milititsky et al. (2015, p. 194).

Regularmente, as espessuras das fissuras provocadas por recalques são diretamente proporcionais a sua intensidade (Figura 20), entretanto a estrutura do edifício e todas as demais condições de contorno também tem influência na expansão do problema (THOMAZ, 1989).

Figura 20 - Vista interna de uma parede com aberturas significativas decorrentes de recalques



Fonte: Thomaz (1989, p. 101).

Segundo Duarte (1998), paredes que contém aberturas transmitem ao solo diferentes tensões de compressão. As aberturas possuem localidades onde a rigidez

das paredes é modificada aumentando a sensibilidade provenientes de recalques diferenciais. Os recalques provocam flexão negativas nos peitoris e as fissuras nestes casos são predominantemente verticais como mostrado na Figura 21.

Figura 21 - Finas fissuras verticais nos peitoris da janela provocadas por recalques diferenciais

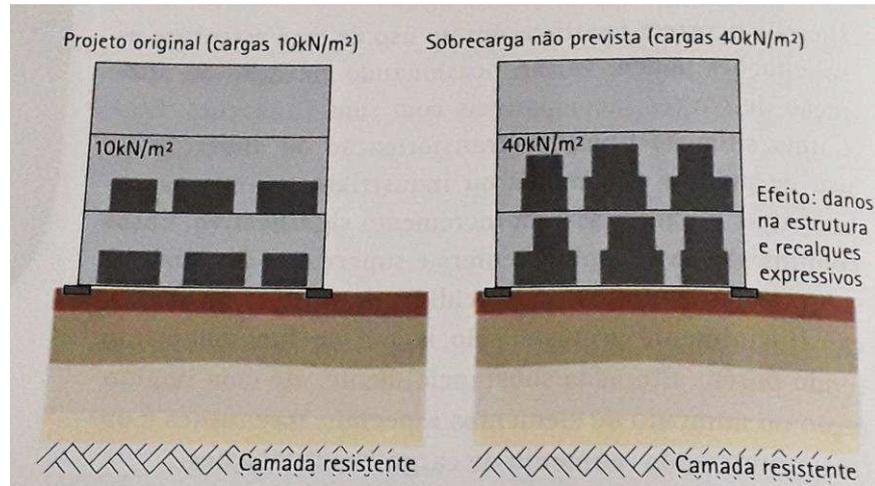


Fonte: Duarte (1998, p. 26).

Milititsky et al. (2015) elabora um pouco mais sobre manifestações patológicas na estrutura decorrente de problemas com a fundação. O autor comenta sobre o que as mudanças no uso da edificação e as vibrações no entorno da edificação podem causar a mesma.

A alteração no uso de uma edificação pode ocasionar variações nas solicitações que não estavam previstas para a fundação suportar no projeto original. Uma situação comum é a estocagem de materiais sobre pisos internos que não foram previstos inicialmente (Figura 22) que afetam e sobrecarregam as fundações, por isso, é importante a verificação das condições da fundação considerando as cargas da própria edificação e também cargas provenientes do seu entorno antes de permitir a modificação de uso do ambiente (MILITITSKY et al. 2015).

Figura 22 - Exemplo de alteração de uso em uma edificação e seu efeito



Fonte: Milititsky et al. (2015, p. 164).

As cargas provenientes do entorno da edificação podem vir a ser proporcionadas por vibrações de equipamentos de compactação de solo. A compactação do solo provenientes de máquinas vibratórias ou de equipamentos de grande porte podem gerar, pela propagação das vibrações no solo, efeitos significativos em edificações próximas. Esse tipo de atividade realiza-se após um estudo de impacto nas edificações vizinhas para evitar a ocorrência de danos significativos, que dependendo da carga pode ocasionar danos arquitetônicos e estruturais (MILITITSKY et al. 2015).

Duarte (1998) explica que além da vibração causada por máquinas vibratórias ou equipamentos de grande porte existe a vibração ocasionada pelo tráfego de veículos e, por esse motivo, se tem uma tendência em limitar o tráfego em áreas próximas as edificações de valor histórico.

### 5.3.6 Reparos de manifestações patológicas causadas pelas fissuras

Os reparos de trincas deverão ser projetados sempre pensando nas causas de origem da fissura, o intuito é sempre as suprimir ou minimiza-las. Se a fissura for causada pela movimentação higrotérmica da parede, se sugere a utilização de tela metálica ou a colocação de uma bandagem que proporcione a dessolidarização entre o revestimento e a parede que contenha a fissura. Caso a fissura seja causada por recalques de fundação, a recuperação da trinca só será efetuada quando houver

estabilidade na fundação e é necessária uma equipe de especialistas para avaliar qual a melhor solução para resolver esse problema, pois o mesmo está diretamente ligado ao componente estrutural da edificação (THOMAZ, 1989).

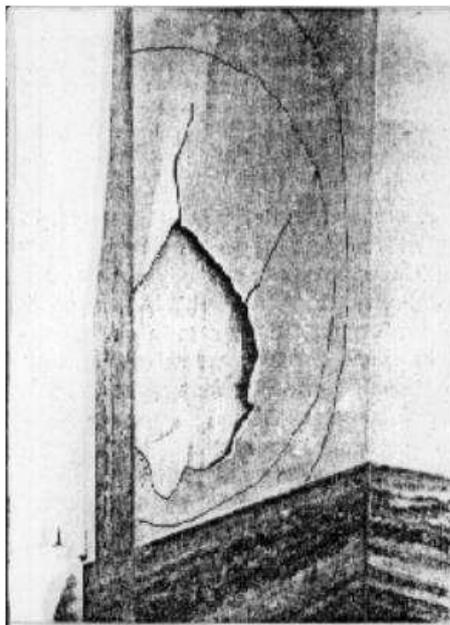
#### 5.4 DESCOLAMENTOS

De acordo com Ferreira (2010), os descolamentos podem ocorrer separando uma ou mais camadas dos revestimentos argamassados e apresentam variações de áreas restritas até dimensões que abrangem a totalidade de uma alvenaria. Esses descolamentos podem ocorrer com empolamento em placas ou com pulverulência.

##### 5.4.1 Descolamento com empolamento

O descolamento, quando causado pela umidade a superfície do reboco se desloca do emboço, formando bolhas, cujos diâmetros aumentam progressivamente. Se o reboco apresenta som cavo sob percussão a causa mais provável é a hidratação retardada do óxido de magnésio da cal (Figura 23) (CINCOTTO et al., 1995 APUD FERREIRA, 2010).

Figura 23 - Aspecto típico do descolamento da argamassa de cal com empolamento ao ocorrer hidratação do óxido de magnésio



Fonte: Milito (2009, p. 230).

Caso o descolamento seja causado pela umidade, o reparo pode ser feito com a renovação da camada da pintura após o problema de infiltração ser resolvido. Para os casos onde o descolamento seja causado por hidratação retardada do óxido de magnésio da cal é necessário fazer a renovação da camada de reboco (MILITO, 2009).

#### 5.4.2 Descolamento com pulverulência

Milito (2009) expõe que quando causado pelo excesso de finos no agregado ou por traço excessivamente rico em cal a película de tinta se descola arrastando o reboco (Figura 24) que se desagrega com facilidade.

Figura 24 - Descolamento com pulverulência



Fonte: Ferreira (2010, p. 115).

Se a argamassa de reboco tiver sido aplicada em camada muito espessa ou ocorre ausência de carbonatação da cal, o reboco apresenta som cavo sob percussão. O autor comenta que para esse tipo de manifestação patológica é necessário realizar a renovação da camada de reboco.

## 6 METODOLOGIA

O trabalho tem como objetivo fazer o estudo e análise de manifestações patológicas em argamassas de revestimento aplicada no Museu Nacional de Imigração e de Colonização e é caracterizado por ser um estudo de caso.

Um estudo de caso, de acordo com Chizzotti (1995, p. 102) “[.] é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência [...]”.

Para se atingir o objetivo proposto foram realizadas duas atividades principais: o levantamento de dados técnicos sobre a edificação do Museu Nacional de Imigração e Colonização e o registro de imagens com as medições retiradas dos defeitos para a realização da análise das condições atuais das manifestações patológicas na argamassa de revestimento.

### 6.1 LEVANTAMENTO DE DADOS TÉCNICOS SOBRE A EDIFICAÇÃO DO MUSEU NACIONAL DE IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO

O levantamento de dados foi realizado através de livros históricos, sites institucionais, visitas ao Museu Nacional de Imigração e Colonização, visita a empresa Adobe Engenharia que está atualmente trabalhando em projetos de reformas para o museu e por fim visita a Secretaria de Turismo de Joinville.

A ideia com o levantamento de dados é reunir o máximo de informações do museu que possa ajudar no diagnóstico das manifestações patológicas. A procura foi voltada para estudos, ensaios, interferências na edificação, solo onde se encontra a edificação e dados de origem da construção do Museu. Por ser um patrimônio tombado essas informações nem sempre são fáceis de se conseguir e por isso houve obstáculos ao buscar o conhecimento sobre a edificação, sendo eles: a dificuldade para levantar as informações preliminares do museu e o processo necessário para ter o museu como objeto de estudo.

### **6.1.1 Levantamento de informações preliminares**

No começo das atividades para a construção do trabalho, o site do museu e da prefeitura de Joinville não estavam em funcionamento, ou seja, duas fontes confiáveis não estavam disponíveis. Contatou-se as pessoas responsáveis pelo setor e embora eles informassem que logo o site estaria funcionando, ainda hoje, não se tem acesso. Foi então, buscado estas informações preliminares em outros sites ou em contado direto com os funcionários do Museu.

### **6.1.2 Procedimentos necessários**

Para acessar o museu e tê-lo como objeto de estudo foram necessários alguns procedimentos burocráticos. Realizou-se uma solicitação de pesquisa externa aos responsáveis pela edificação relatando como o trabalho iria ser realizado. Após a solicitação, esperou-se o consentimento para prosseguir com a pesquisa. O consentimento pode demorar para ser liberado dependendo do tipo de pesquisa a ser elaborada, para este trabalho, a liberação ocorreu 15 dias após o pedido ter sido realizado.

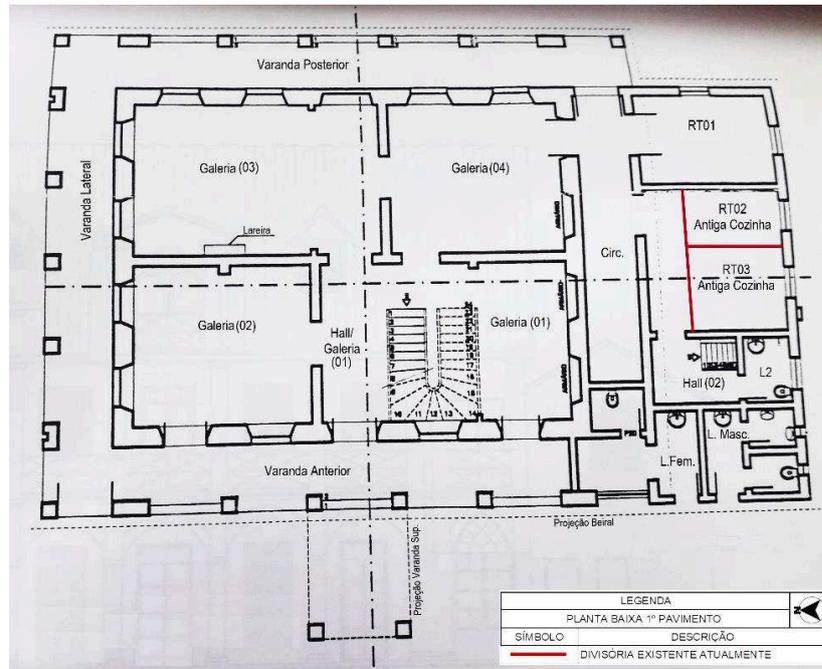
Após o deferimento da solicitação, foi necessário o agendamento de visitas ao museu, dentre datas possíveis foram realizadas no total 3 inspeções da edificação. A primeira visita ocorreu no dia 05 de dezembro de 2018 onde obteve-se dados/imagens preliminares de possíveis áreas com manifestações patológicas, a segunda visita foi no dia 19 de março de 2019 onde houve registros de imagens focados nos problemas da argamassa de revestimento da edificação e na terceira visita, que ocorreu no dia 27 de maio de 2019, retirou-se fotos com maior qualidade dos detalhes das manifestações patológicas que nos encontros anteriores não tinham sido levantados.

## **6.2 REGISTRO DE IMAGENS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Em visita ao Museu Nacional de Imigração e Colonização obteve-se um mapeamento por levantamento visual objetivo das manifestações patológicas nas argamassas de revestimento contidas no casarão. O casarão possui 3 pavimentos, sendo que no primeiro pavimento (Figura 25), foram realizados registros fotográficos

de todos os ambientes que continham algum tipo de defeito a ser analisado. Não foram abordados neste trabalho os ambientes como as galerias 03 e 04 pois as mesmas, não apresentaram defeitos visíveis.

Figura 25 - Planta baixa do primeiro pavimento do casarão



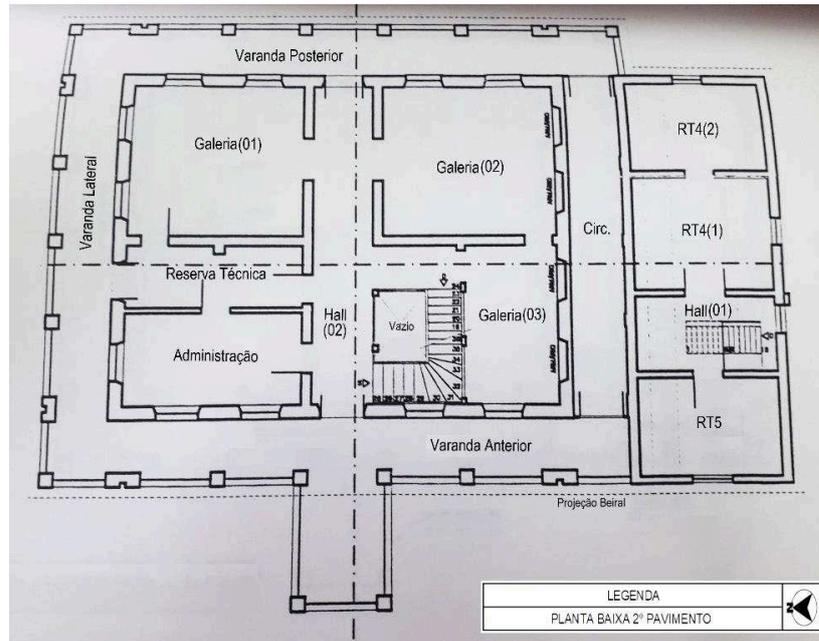
Fonte: Adaptado SECUT (2019).

No segundo pavimento (Figura 26), foram obtidos registros fotográficos dos ambientes que apresentavam alguma manifestação patológica, sendo eles: as reservas técnicas 04(1), 04(2) e 05, a galeria 03 e a varanda anterior.

No terceiro pavimento denominado sótão (Figura 27), observou-se locais onde a argamassa de revestimento já continha interferências de reparos com argamassa cimento. Esses locais, não entraram na análise deste trabalho pois o mesmo tem como objetivo preservar as características originais do Museu.

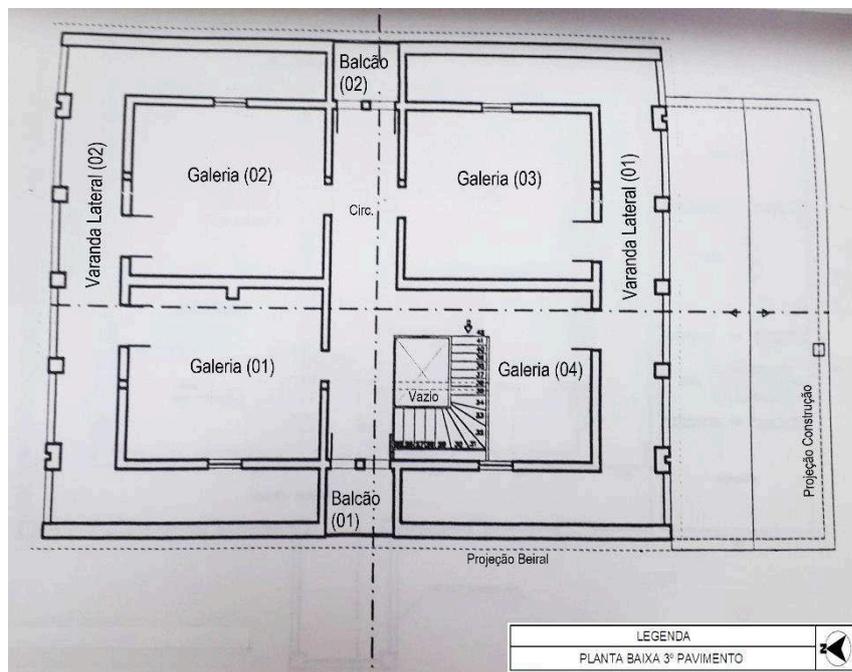
Os registros fotográficos foram levantados de todos os ambientes que continham manifestações patológicas visíveis. Nos ambientes da varanda lateral 02, galeria 01 e nos balcões 01 e 02, os registros fotográficos foram dispensados pois os ambientes ou não continham problemas visíveis ou o ambiente apresentava alguma interferência mais recente na argamassa de revestimento original.

Figura 26 - Planta baixa do segundo pavimento do casarão



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

Figura 27 - Planta baixa do terceiro pavimento do casarão



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

Para realizar uma análise nas manifestações patológicas encontradas no museu foram utilizados alguns equipamentos de medição que auxiliaram a fazer uma classificação nos defeitos encontrados.

### 6.2.1 Equipamentos de Medição

Os equipamentos de medição (Figura 28) que foram utilizados para auxiliar na análise das manifestações patológicas foram: uma trena para medição linear da altura das avarias decorrentes da umidade ascendente, um escalímetro para medir a distância entre o piso e a parede onde houve separação entre os elementos, um paquímetro digital para medir a abertura das fissuras e uma placa de referência das dimensões dos elementos fotografados.

Figura 28 - Equipamentos de medição utilizados



Fonte: da autora (2019).

Com o levantamento de fotos do casarão, foi possível realizar uma análise dos problemas por pavimento que podem interferir na vida útil do Museu Nacional de Imigração e de Colonização.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados técnicos a respeito da edificação estão apresentados no capítulo 3. Os estudos citados nesse capítulo ajudaram a fazer a análise das manifestações patológicas, principalmente o estudo feito pela Adobe Engenharia para o IPHAN, que possibilitou em alguns pontos, uma comparação entre os problemas existentes no ano de 2014 e os problemas encontrado atualmente.

A respeito das manifestações patológicas atuais do Museu Nacional de Imigração e Colonização foi realizada uma análise qualitativa dos problemas de acordo com a sua área de abrangência na estrutura, as quais, estavam acometendo em maior grau a edificação em relação à sua área total de influência.

O capítulo foi estruturado com as análises dos problemas encontrados na edificação por pavimento. Inicialmente é exibido os resultados do primeiro pavimento, depois os problemas do segundo pavimento e por último as manifestações patológicas encontradas no terceiro pavimento. Após essas análises é feita uma recomendação de reparos a serem aplicadas no museu para as situações mais recorrentes.

### 7.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PRIMEIRO PAVIMENTO

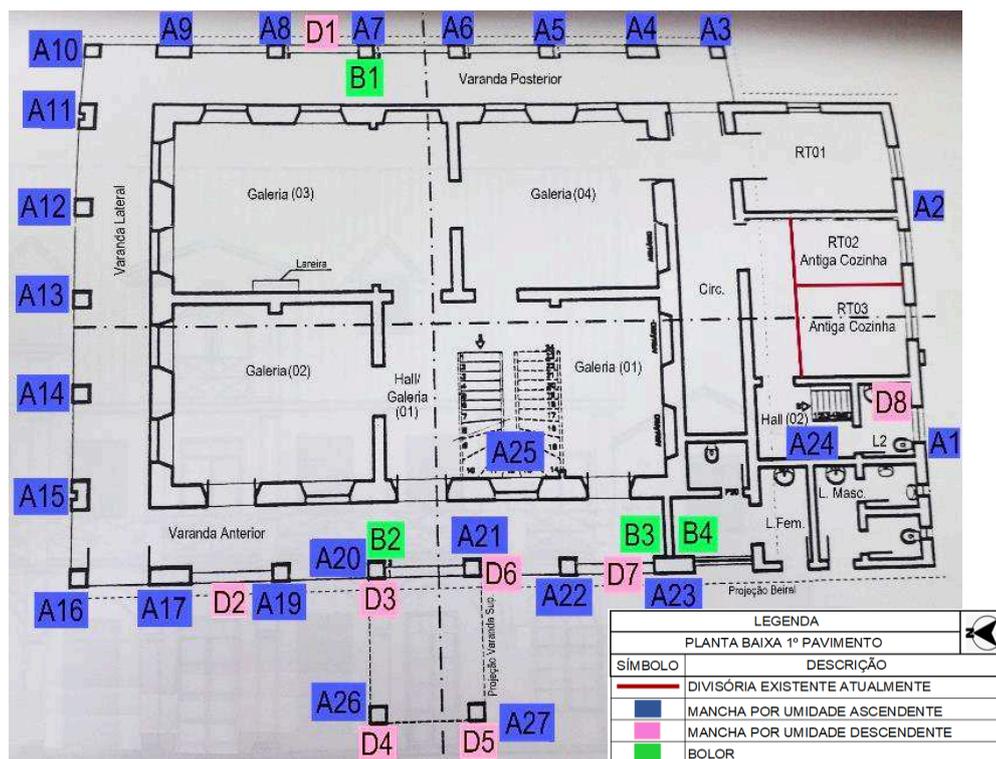
O primeiro pavimento da edificação possui contato direto com o solo e faz a ligação da estrutura da casa com a fundação citada por Ficker (2013). Vale lembrar ao leitor que, no capítulo 3 o referido autor destaca que o solo onde realizou-se a implantação do museu tem pouca capacidade de resistência e que a fundação foi feita com pedras rejuntadas com argamassa de areia, água e cal.

No primeiro andar foram encontrados defeitos na argamassa de revestimento provenientes da umidade, das vesículas, descolamentos e das fissuras.

### 7.1.1 Problemas devido a umidade

Grande parte do primeiro pavimento apresenta defeitos provenientes da umidade. A Figura 29 mostra que os locais mais afetados são os pilares, as paredes externas das varandas e a parede da fachada sul.

Figura 29 - Locais mais afetado pela umidade no primeiro pavimento



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

A parede da fachada sul, é afetada pela umidade ascendente proveniente do contato entre a parede e o solo (Figura 30a). A mancha de umidade no ponto A1 (Figura 30b) tem 2,20m de altura medida a partir do nível do terreno e chega no meio da janela que faz divisa com o lavabo interno da edificação (ambiente L2). Em relação a situação de 2014 (Figura 5b), parece que houve uma progressão da manifestação patológica em relação a altura e sua área de abrangência, o que é normal considerando que o local não sofreu nenhuma ação de reparo até o momento.

Figura 30 - Fachada Sul: (a) manifestação patológica na fachada; (b) medição da altura da mancha de umidade no ponto A1



Fonte: da autora (2019).

Na fachada leste, os problemas mais significativos provêm da umidade ascendente e descendente. As áreas afetadas por essas umidades nessa fachada são apresentadas na Figura 31.

Figura 31 - Áreas afetadas na fachada leste pela umidade



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

A manifestação patológica decorrente da umidade ascendente existe em todos os pilares da fachada (Figura 32a) e no ponto A10, atinge cerca de 1,60m de altura medida a partir do nível do terreno (Figura 32b).

Referente a umidade descendente observou-se uma mancha localizada no ponto D1 (Figura 32c). Essa mancha, ocorre devido a água empoçada na varanda do pavimento superior que é resultante de um vazamento na calha responsável pela coleta da água pluvial que cai sobre a cobertura da edificação.

Figura 32 - Fachada Leste: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) medição da mancha causada por umidade ascendente no ponto A10; (c) mancha por umidade descendente no ponto D1



Fonte: da autora (2019).

Decorrente do mesmo problema da calha que prejudica o ponto D1, na varanda posterior, foi examinado B1 que apresenta a manifestação de bolor (Figura 33). O bolor, que tem como característica manchas esverdeadas, indica que a umidade está quase sempre presente neste ponto e, se não solucionado, pode causar a degradação da parede.

Figura 33 - Bolor evidente no ponto B1



Fonte: da autora (2019).

Na fachada Norte, as regiões afetadas por manifestações patológicas decorrentes da umidade são apresentadas na Figura 34. No estudo feito em 2014 (Figura 5a do capítulo 3), os pilares nessa fachada já demonstravam manchas de umidade ascendente.

Figura 34 - Regiões afetadas por manifestações patológicas decorrentes da umidade na fachada Norte



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

A umidade ascendente, atualmente, ainda está presente em todos os pilares da fachada (Figura 35a) e, o ponto A12 (Figura 35b), se destacou por apresentar manchas de umidade de 1,90m de altura medida a partir do nível do terreno (Figura 35c).

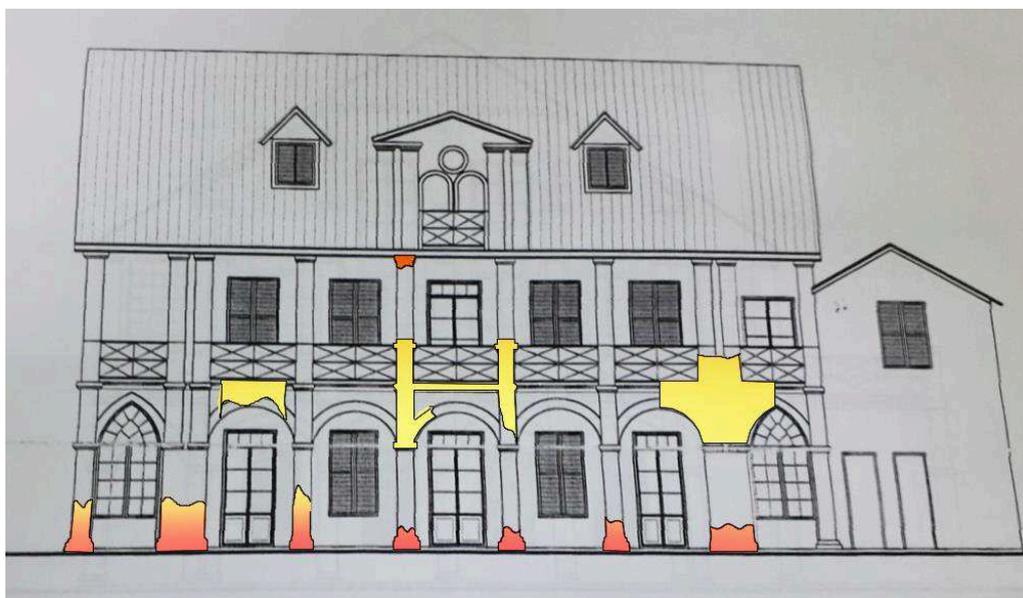
Figura 35 - Fachada Norte: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) manchas no ponto A12; (c) Altura da mancha no ponto A12



Fonte: Do autor (2019).

A fachada principal do museu (oeste), apresenta várias regiões com defeitos visíveis decorrentes da umidade conforme mostrado na Figura 36.

Figura 36 - Regiões com defeitos decorrentes da umidade na fachada principal do museu



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

Em algumas dessas regiões se encontram manifestações patológicas avançadas, como por exemplo, o ponto D7, que expõe manchas e degradação da alvenaria devido a umidade descendente (Figura 37b). Essa umidade é causada pelo vazamento da tubulação que escoar a água da chuva. O vazamento, parece já existir no estudo de 2014 (Figura 6 do capítulo 3) e passados 5 anos sem interferência, ocasionou o agravamento de problemas nesta região.

Além da umidade descendente, a fachada principal demonstra manchas devido a umidade ascendente em todos os seus pilares. O ponto A19 exhibe uma mancha da ordem de 1,60m de altura medida do nível do terreno (Figura 37c).

Figura 37 - Fachada Frontal: (a) manifestações patológicas na fachada; (b) degradação devido a umidade descendente no ponto D7; (c) medição da umidade ascendente no ponto A19



Fonte: da autora (2019).

Não obstante, alguns pilares da fachada, na face virada para a varanda anterior, a umidade ascendente se encontra com a umidade descendente e ocorre a propagação do bolor. Esse caso acontece nos pilares do ponto B2 apresentado na Figura 3a 8e no ponto B3 apresentado na Figura 38b.

Figura 38 - Manifestação de bolor: (a) no ponto B2; (b) no ponto B3



Fonte: da autora (2019).

Na parte interna da edificação, problemas provenientes da umidade se apresentam em maior grau nos pontos B4, D8 e A24. O ponto B4 fica localizado no banheiro feminino e sua parede faz divisa com os pontos B3 e D7 da varanda anterior. A manifestação patológica neste ambiente é proveniente também do

mesmo vazamento da tubulação que foi estudada em 2014. Pela Figura 39a é possível ver a evolução do bolor presente no local.

O ponto D8 está na área do lavabo 02 e apresenta mancha de umidade descendente (Figura 39b). A importância do estudo nesta localidade é devido a umidade ascendente presente no ponto A1. Como os dois pontos dividem a mesma parede, ocorre uma preocupação a respeito dos dois tipos de umidade se juntarem, levando assim, a ocorrência de um problema de maior grau.

No hall 02, que se encontra perto do lavabo 02 parece haver uma mancha decorrente da umidade ascendente no ponto A24 (Figura 39c). Embora a parede desse ponto, em alguns locais, apresente descolamento do piso (cerca de 1cm, medido com o escalímetro como mostrado da Figura 39d), a água parece estar se movendo por capilaridade dos pontos em que há contato entre parede, piso e solo.

Figura 39 - Umidade no interior da edificação: (a) presença de bolor no ponto B4; (b) mancha de umidade no ponto D8; (c) mancha de umidade no ponto A24; (d) medição do descolamento entre piso e parede



Fonte: da autora (2019).

A umidade, como mostrado, pode causar vários problemas e em estado mais avançado, pode provocar na estrutura deterioração das argamassas de revestimento por processos químicos ou físicos, como ocorrem nas vesículas e nos descolamentos.

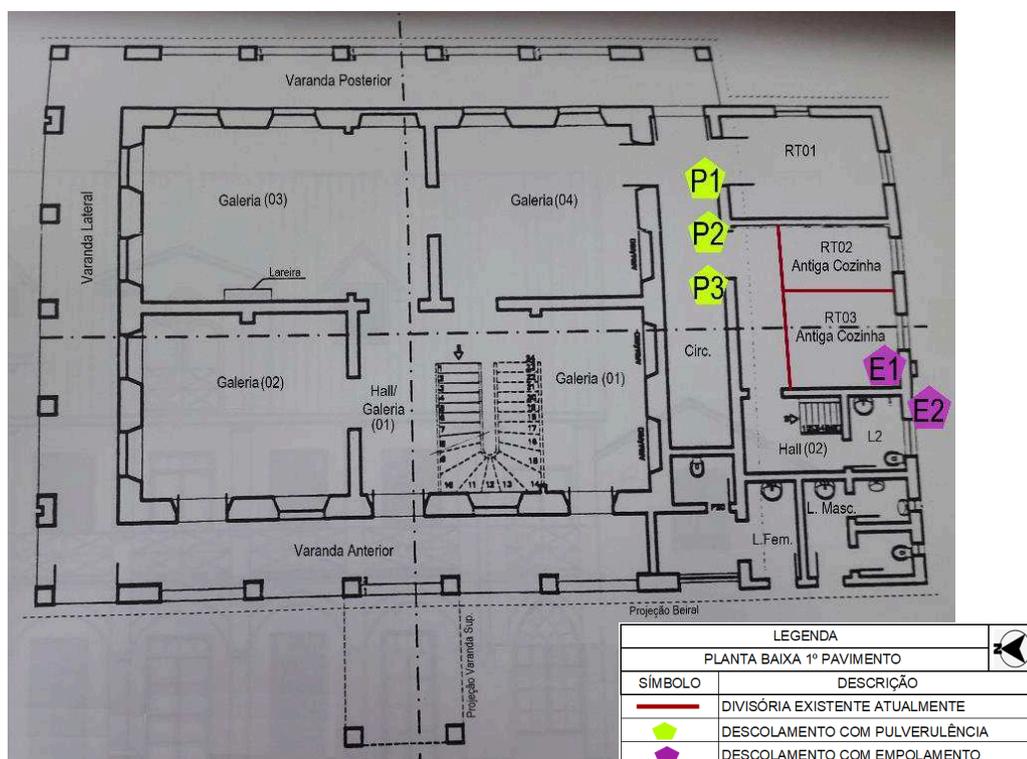
### 7.1.2 Descolamentos

Decorrentes de descolamentos, no primeiro pavimento, conforme mostra a Figura 40, temos 5 ocorrências de manifestações patológicas.

Os descolamentos com empolamento nesse pavimento se manifestam na parede da fachada Sul. A descolamento, no ponto E2 ( Figura 41a), se encontra na parte externa dessa fachada e está mais ou menos 70cm de altura em relação ao solo. Seu desenvolvimento é decorrente da evolução do problema devido a umidade ascendente. Essa evolução é discutida, pois no estudo de 2014, a avaria não estava em evidência na fachada.

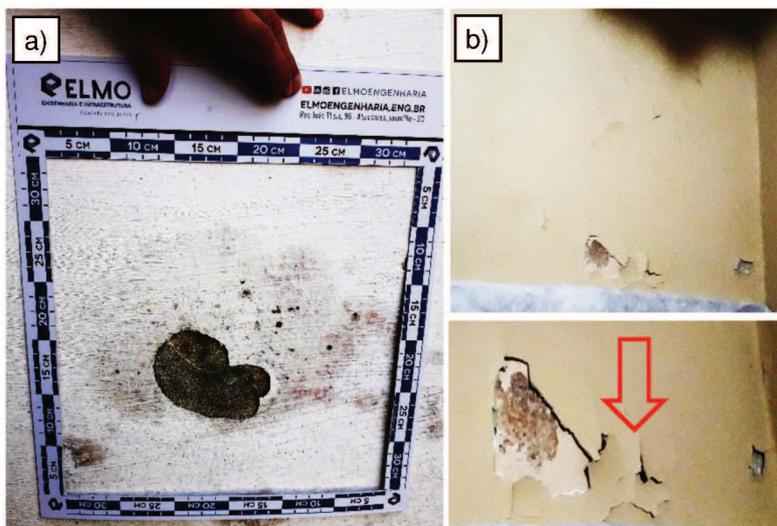
Proveniente da mesma umidade ascendente, que como visto anteriormente, pode chegar até 2m de altura temos o descolamento no ponto E1 (Figura 41b). Esse descolamento indica a capilaridade da água de pontos externos para pontos internos da edificação.

Figura 40 - Vesícula e descolamentos no 1º pavimento



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

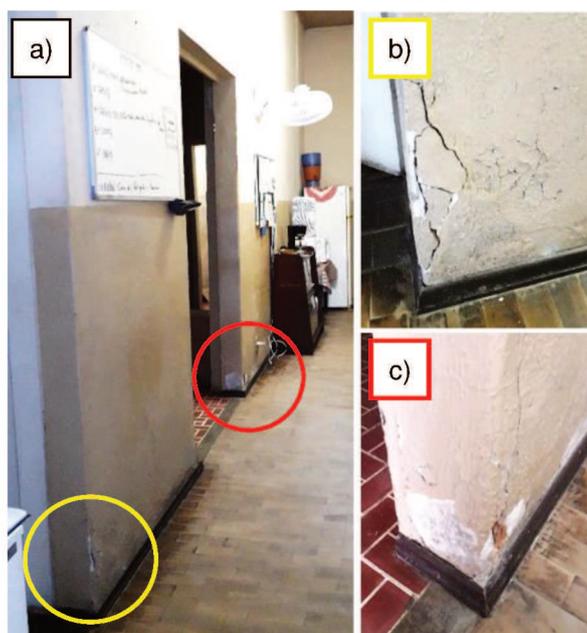
Figura 41 - Parede fachada sul: (a) manifestação de vesícula; (b) descolamento com empolamento



Fonte: da autora (2019).

A respeito de descolamentos, no primeiro pavimento, temos também a manifestação do descolamento com pulverulência. Os pontos P1 (Figura 42b) e P3 (Figura 42c), apresentam esse descolamento e estão localizados na área da circulação. Em análise tátil, a parede nesses locais se desagrega com facilidade e isso é uma característica comum de descolamentos pulverulentos.

Figura 42 - Descolamentos com pulverulência: (a) no ponto P1; (b) no ponto P3



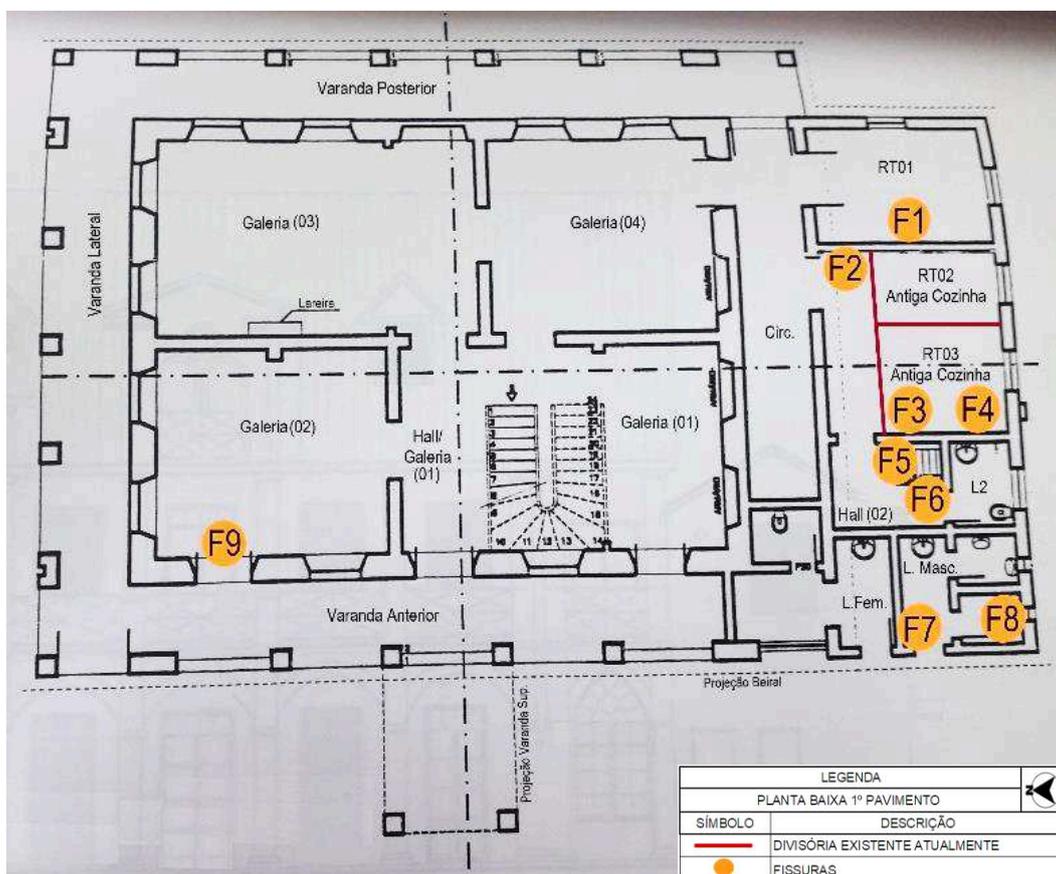
Fonte: da autora (2019).

A área da circulação que apresenta os descolamentos pulverulentos, concede acesso as reservas técnicas aonde se encontram a maior parte das fissuras no primeiro pavimento.

### 7.1.3 Fissuras

No primeiro pavimento, é onde se encontra a maior quantidade de fissuras na edificação, sendo 9 no total. A Figura 43 aponta a localização dessas fissuras. O quadro 4 apresenta as dimensões das aberturas das fissuras encontradas.

Figura 43 - Localização das fissuras no primeiro pavimento



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

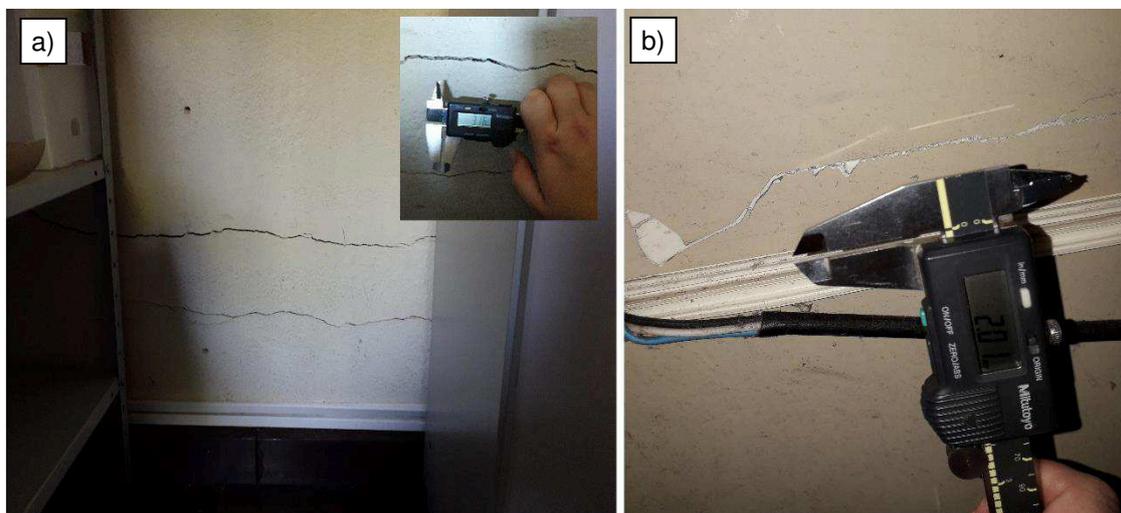
Quadro 4 - Espessuras das fissuras do 1º pavimento

PONTO	ESPESSURA (mm)
F1	3,00
F2	2,00
F3	6,00
F4	3,00
F5	14,00
F6	8,00
F7	*
F8	< 0,2
F9	*
Obs: * Não foi possível medir a espessura da Fissura	

Fonte: da autora (2019).

Uma das paredes da Reserva Técnica 01 (RT01) apresenta fissuras com até 3,00mm de espessura no ponto F1 (Figura 44a). A rachadura é horizontal e pode ser proveniente da expansão do tijolo no local causado pela má execução da impermeabilização dos alicerces. Na outra face da parede do ponto F1, temos o ponto F2 (Figura 44b), que tem 2,00mm de espessura e parece provir do mesmo problema que causa a rachadura em F1.

Figura 44 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F1; (b) no ponto F2



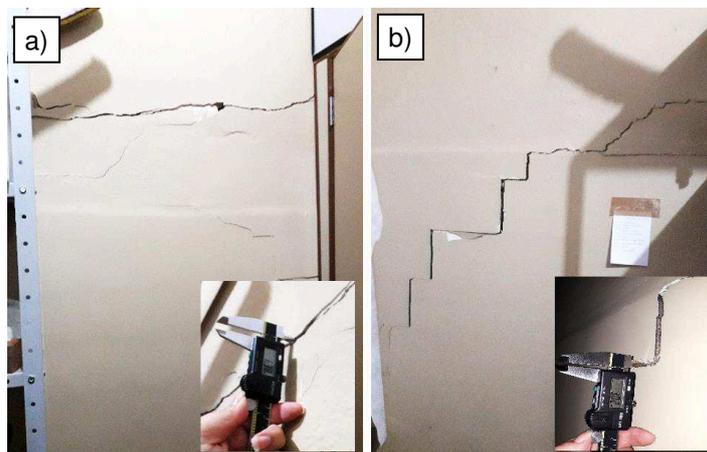
Fonte: da autora (2019).

O próximo ambiente após a Reserva Técnica 01 é a Reserva Técnica 02 (RT02) e acredita-se que a rachadura em F2 seja horizontal contínua entre a parede desses dois ambientes. Não foi possível confirmar essa teoria por análise

visual, pois essa parede em RT02 continha materiais na sua frente, que limitavam a visualização do problema.

Na Reserva Técnica 03 (RT03), antiga cozinha na edificação, as fissuras se instalaram de duas formas diferentes. No ponto F3 (Figura 45a) foi encontrada uma abertura de 6,00mm e no ponto F4 (Figura 45b) temos uma abertura de 3,02mm. Embora essas fissuras apresentem geometrias diferentes, ambas parecem ser decorrentes de recalques de fundações. Esse recalque pode ser proveniente da mudança de ocupação do local, do rebaixamento do lençol freático, da degradação por envelhecimento ou pelo desenvolvimento da cidade ao redor do museu.

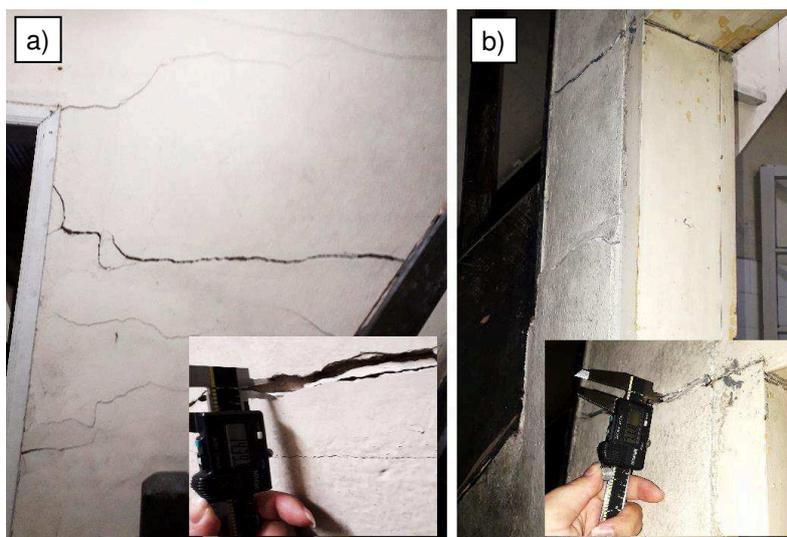
Figura 45 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F3; (b) no ponto F4



Fonte: da autora (2019).

O ponto F5 se localiza no hall 02 e a parede com a abertura faz divisa com RT02. Essa abertura (Figura 46a) é a mais crítica na edificação por ter 14,00mm de espessura. O problema, que em comparação com os estudos de 2014, parece estar ativo e pode ter sido causado tanto pelo recalque diferencial da fundação quanto pela mudança de uso e ocupação do local. No ponto F6 (Figura 46b) observou-se uma abertura de 8,00mm que parece provir de recalque da fundação da mesma área de abrangência de F5.

Figura 46 - Fissuras no 1º pavimento: (a) no ponto F5; (b) no ponto F6



Fonte: da autora (2019).

## 7.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO SEGUNDO PAVIMENTO

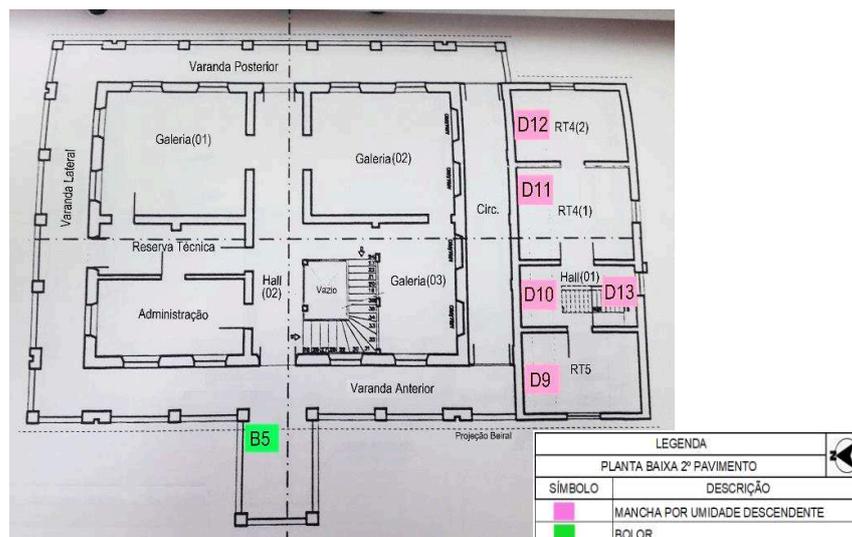
O segundo pavimento apresenta manifestações patológicas na argamassa de revestimento decorrentes da umidade e das fissuras. Descolamento e vesículas não foram levantados na análise visual.

### 7.2.1 Problemas devido a umidade

Os problemas devido a umidade no segundo pavimento são causados predominantemente por umidade descendente. A figura 47 mostra a localização dos pontos afetados por esta umidade.

As manchas de umidade descendente estão mais visíveis nos pontos D10 (Figura 48a) e D11 (Figura 48b). A umidade nesses pontos é originada pela água da chuva que cai na cobertura do casarão e que, por algum vazamento, escoar através das paredes afetando esses pontos.

Figura 47 - Localização dos problemas devido a umidade no 2º pavimento



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

Figura 48 - Manchas de umidade descendente no 2º pavimento: (a) ponto D10;  
(b) ponto D11



Fonte: da autora (2019).

Outro local afetado pela água pluvial é o ponto B5. Esse ponto (Figura 49) manifesta bolor em sua superfície decorrente do vazamento da mesma calha que afeta o ponto B2 no primeiro pavimento.

Figura 49 - Manifestação de bolor no 2º pavimento

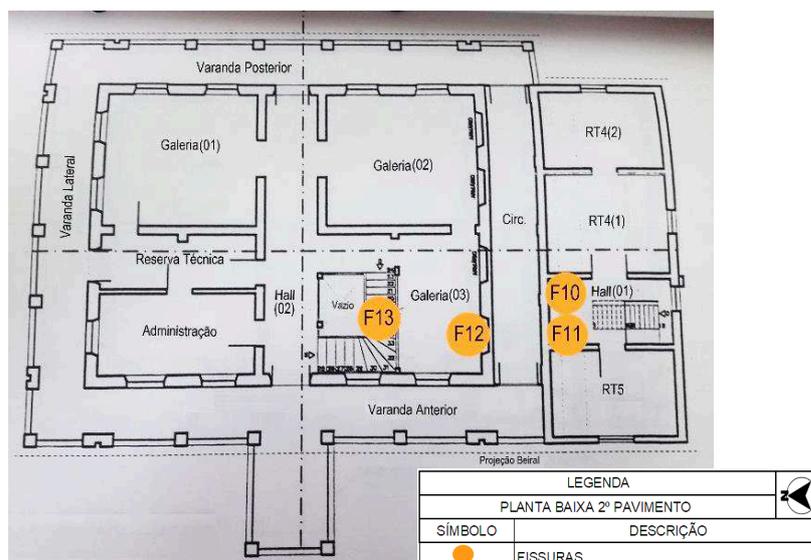


Fonte: da autora (2019).

## 7.2.2 Fissuras

As fissuras no segundo pavimento ficaram abaixo de 0,6mm e estão localizadas nos pontos indicados pela Figura 50.

Figura 50 - Localização das fissuras no 2º pavimento

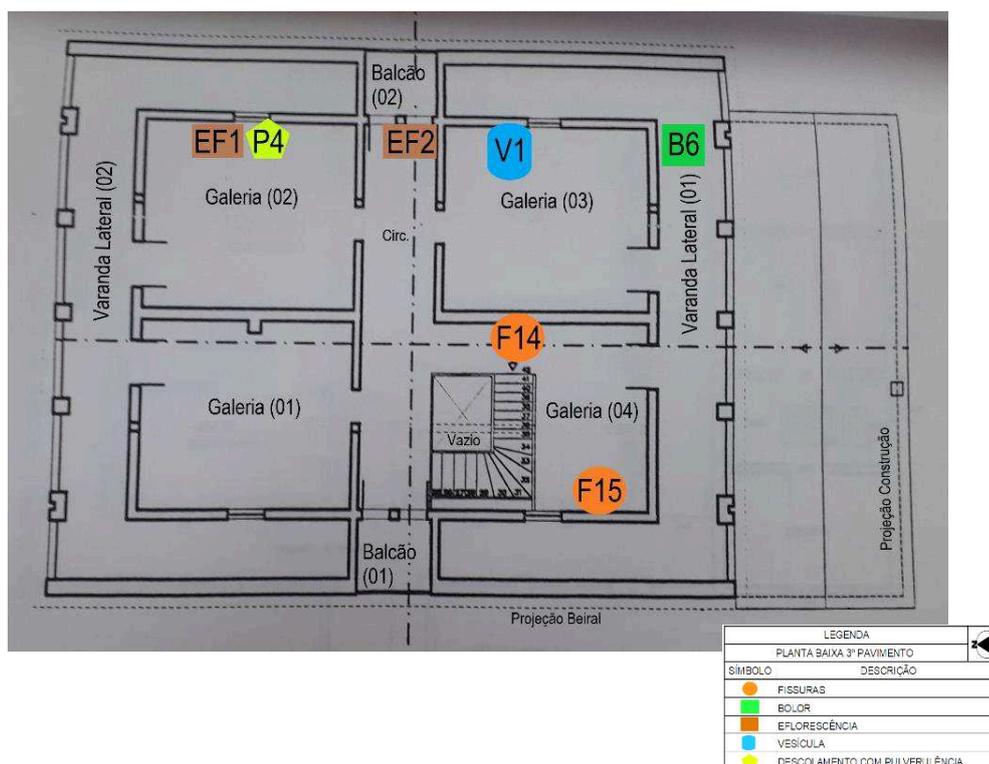


Fonte: Adaptado SECUT (2019).

### 7.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO TERCEIRO PAVIMENTO

O terceiro pavimento apresentou o menor número de manifestações patológicas no edifício. No total, nesse pavimento, se tem 7 manifestações patológicas que estão entre: eflorescências, vesícula, bolor, fissuras e descolamento com pulverulência conforme é mostrado na Figura 51.

Figura 51 - Manifestações patológicas do 3º pavimento



Fonte: Adaptado SECUT (2019).

A vesícula no ponto V1 (Figura 52) encontrada na galeria 03 é caracterizada pelo empolamento da pintura e sua parte interna tem uma coloração branca que é característica decorrente da hidratação retardada do óxido de cálcio da cal.

Figura 52 - Vesícula no 3º pavimento



Fonte: da autora (2019).

O bolor no ponto B6 (Figura 51) está localizado na varanda lateral 01, esse problema, é causado pelo vazamento da água pluvial que vem da cobertura e escoam entre o forro atingindo a argamassa de revestimento.

Figura 53 - Ponto B6: bolor encontrado no terceiro pavimento



Fonte: da autora (2019).

Na galeria 03, foi encontrado em uma de suas paredes, uma mancha esbranquiçada característica da eflorescência. Essa eflorescência, que está no ponto EF1 (Figura 52), além de prejudicar o aspecto estético do ambiente contribui para a desagregação da argamassa de revestimento nesse local.

Figura 54 - Ponto E1: eflorescência encontrada no terceiro pavimento.



Fonte: da autora (2019).

A edificação apresenta várias manifestações patológicas na argamassa de revestimento e, por isso, foi feito um levantamento do total dessas manifestações.

#### 7.4 TOTAL DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS

O total de manifestações patológicas nas argamassas de revestimento no MNIC foi levantado para analisar a situação da edificação e assim propor sugestões de reparos para os casos mais recorrentes. O Quadro 5 mostra que 90% dos problemas encontrados no patrimônio são decorrentes de problemas com a umidade e as fissuras.

Quadro 5 - Total de manifestações patológicas encontradas no MNIC

<b>MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</b>	<b>1º Pav. (un.)</b>	<b>2º Pav. (un.)</b>	<b>3º Pav. (un.)</b>	<b>Total (un.)</b>	<b>Porcentagem em relação a edificação(%)</b>
Provenientes da umidade	41	6	1	48	68,57
Fissuras	9	4	2	15	21,43
Descolamentos	5	0	1	6	7,14
Vesículas	0	0	1	1	2,86
	<b>TOTAL</b>			<b>70</b>	<b>100,00</b>

Fonte: da autora (2019).

Dos 90% dos casos mais recorrentes na edificação, 68,57% são acometidos por problemas devido a umidade. Para a umidade descendente contida no MNIC, a sugestão é resolver os defeitos de vazamentos de tubulações e das calhas. Nos locais onde a tubulação é embutida na parede é necessário o corte do revestimento e para isso deve-se contratar uma equipe especializada em restauro de patrimônio cultural para projetar a melhor estratégia para se manter as características originais da edificação. No caso que necessitar da substituição da argamassa se indica produzi-la somente com areia, água e cal ou materiais que sejam compatíveis com a argamassa original do museu.

Uma outra equipe, especializada em fundações e comportamento dos solos é sugerida tanto para resolver o problema das fundações quanto a umidade ascendente. Essa equipe também pode trabalhar na análise das 21,43% das fissuras que possivelmente são provenientes de recalques diferenciais provocados pela sobrecarga da edificação, ou pelo rebaixamento do lençol freático, ou pela degradação por envelhecimento da edificação, ou pelo desenvolvimento da cidade ao redor do museu ou pelo conjunto de todos os fatores citados.

## 8 CONCLUSÕES

Este trabalho tratou de patologias, em particular as manifestações patológicas em argamassas de revestimento no Museu Nacional de Imigração e Colonização de Joinville – SC. Com o levantamento de dados técnicos sobre a edificação e o registro de imagens atingiu-se o objetivo de estudar e analisar as manifestações patológicas na argamassa de revestimento original da edificação.

Ao levantar informações técnicas relacionadas a argamassa de revestimento do MNIC, percebeu-se que em Joinville, se tem uma dificuldade com a preservação de edificações históricas. Isso foi comprovado desde o início das atividades deste trabalho ao se procurar informações preliminares da edificação até na burocracia para se fazer a análise da argamassa do patrimônio. Acredita-se que não sejam necessários tantos obstáculos pois, o patrimônio cultural é um benefício para a sociedade.

A identificação e o mapeamento das manifestações patológicas na argamassa de revestimento do museu possibilitaram a análise das condições em que os problemas se encontravam. Em relação a 2014, verificou-se que o quadro de deterioração está atingindo com maior intensidade a edificação, principalmente nos pontos que sofrem com a umidade ou algum tipo de fissura.

Considerando o agravamento desses dois problemas, conclui-se que, se não for tomado uma medida reparativa nas avarias encontradas na argamassa de revestimento, o museu continuará fechado e o valor turístico do mesmo se perderá com o passar dos anos.

Para se realizar um diagnóstico mais preciso a respeito das manifestações patológicas encontradas na argamassa de revestimento do museu, aponta-as seguintes possibilidades de continuação da pesquisa:

- Coleta de amostras e análise da argamassa de revestimento em laboratório para verificação do seu estado de conservação.
- Impactos do desenvolvimento urbano sobre a edificação, especialmente na fundação do museu.

Essas continuações auxiliariam num diagnóstico que ajudariam as equipes responsáveis pela reparação do patrimônio cultural a manter e preservar as características originais do museu.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. B. **Carta Internacional do Turismo Cultural**. México: ICOMOS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 225 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 32 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 13 p.

BARBOSA, M. T. G.; POLISSENI, A. E.; TAVARES, F. M. Patologias de Edifícios Históricos Tombados. In: I ENCONTRO NACIONAL DE ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Enanparq, 2010. Disponível em: <<https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq/simposios/173/173-737-1-SP.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2018.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: patologia, reabilitação, prevenção. Tradução por Leda Maria Marques Dias Beck. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BRASIL. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 19 maio 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Turismo. **Eventos culturais atraem viajantes para destinos de todo o país**. Brasília/DF: MTUR, 2015. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/ultimas-noticias/5077-eventos-culturais-atraem-viajantes-para-destinos-de-todo-o-pais.html>>. Acesso em: 20 maio 2019.

DUARTE, R. B. Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. **Boletim Técnico da Fundação de Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre, n 25, 1998. 45 p.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. p. 893 - 944.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1995. 164 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Mapeamento da Industria Criativa**. Rio de Janeiro, 2019. 24 p. Disponível

em: <<https://www.firjan.com.br/EconomiaCriativa/pages/default.aspx>>. Acesso em: 19 maio 2019.

FERREIRA, B. B. D. **Tipificação de patologias em revestimentos argamassados**. 2010. 210 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FERREIRA, D. M.; GARCIA, G. C. Patologia de revestimentos históricos de argamassa: O caso da ação da água na Igreja de São Francisco da Prainha, Rio de Janeiro. 2016. 80 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

FICKER, C. **Colonos de Joinville na Guerra do Paraguai**. Blumenau: Nova Letra, 2013.

GHIRARDELLO, N.; SPISSO, B. **Patrimônio histórico: como e por que preservar**. Bauru: Canal 6, 2008. Color. Disponível em: <[http://www.creasp.org.br/arquivos/publicacoes/patrimonio\\_historico.pdf](http://www.creasp.org.br/arquivos/publicacoes/patrimonio_historico.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Patrimônio cultural**. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Restauração do Museu Nacional de Imigração e Colonização Joinville/ Santa Catarina**. Joinville: Adobe, 2016. 40 p.

JUST, A.; FRANCO, L. S. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. São Paulo: EPUSP, 2001. 25 p. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT\\_00285.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00285.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2018.

KANAN, M. I. **Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal**. Brasília, DF: Iphan / Programa Monumenta, 2008. 172 p.

KÖHLER, A. F.; DURAND, J. C. G. Turismo cultural: conceituação, fontes de crescimento e tendências. **Revista Turismo Visão e Ação**, Itajaí, v. 9, n. 2, p.185-198, maio/ago. 2007.

LINO, F. N. C. **A preservação do patrimônio cultural urbano: fundamentos, agentes e práticas urbanísticas**. 2010. 196 p. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MACHADO, E. C.; CORRÊA, A. R. O Museu Nacional de Imigração e Colonização de Joinville: etnização e exclusão - o caso da erva-mate. **Revista Santa Catarina em História**, Florianópolis, v. 1, n. 8, p.57-70, 2014.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologias das fundações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 256 p.

MILITO, J. A. **Técnicas de construção Civil**. 2009. 286 p. Apostila – Faculdade de Ciências Tecnológicas, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, 2009.

MORRIESEN, Cláudia. **Fechado há um ano, museu da Imigração de Joinville sofre para obter recursos para revitalização**. 2019. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/fechado-ha-um-ano-museu-da-imigracao-de-joinville-sofre-para-obter-recursos-para>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

MOTTA, E. V. **Caracterização de argamassas de edificações históricas de Santa Catarina**. 2004. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MUSEU NACIONAL DE IMIGRAÇÃO E COLONIZAÇÃO. **Fotos do casarão contidas no acervo** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por mnic@joinville.sc.gov.br em 17 dez. 2018.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96 p. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

PAZ, L. A. F. et al. Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas – TO. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 174-180, jan./abr. 2016.

PREFEITURA DE JOINVILLE. **Turistas movimentam economia de Joinville na temporada**. 2015. Disponível em: <<https://wwwold.joinville.sc.gov.br/noticia/9186-Turistas+movimentam+economia+de+Joinville+na+temporada.html>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SCHLINDWEIN, I. L. **Julie Engell-Günther: um novo olhar sobre a Colônia Dona Francisca**. 2011. 146 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Patrimônio Cultural e Sociedade, Universidade da Região de Joinville. Joinville, 2011.

SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA DE TURISMO. **Relatório de ensaio nº 0520/2018: análise de argamassa endurecida**. Joinville: Bianco tecnologia do concreto, 2018. 5 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto arquitetônico do Museu Nacional de Imigração e Colonização**. Joinville, 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Turismo cultural é a oportunidade para fortalecer o turismo Catarinense**. 2018. Disponível em: <<https://blog.sebrae-sc.com.br/turismo-cultural-e-oportunidade-para-fortalecer-o-turismo-catarinense/>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

SEGAT, G. T. **Manifestações Patológicas Observadas em Revestimentos de Argamassa:** Estudo de Caso em Conjunto Habitacional Popular na Cidade de Caxias do Sul (RS). 2005. 166 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SELL, C. **Solicitação para pesquisa no Museu Nacional de Imigração e Colonização** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <mnica@joinville.sc.gov.br> em 17 dez. 2018.

SOUZA, M. F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2008. 64 p. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: PINI, 1989.

ZANZARINI, J. C. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural:** Estudo de caso. 2016. 83p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.