

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Isadora Lemes de Oliveira

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL ANTIGA NA CIDADE DE
CACHOEIRA DO SUL/RS**

Porto Alegre
Setembro/2023

ISADORA LEMES DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL ANTIGA NA CIDADE DE
CACHOEIRA DO SUL/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil

Orientador: Lucas Alexandre Reginato

Porto Alegre
Setembro/2023

CIP - Catalogação na Publicação

de Oliveira, Isadora Lemes
Mapeamento de manifestações patológicas em
edificação industrial antiga na cidade de Cachoeira do
Sul-RS / Isadora Lemes de Oliveira. -- 2023.
108 f.
Orientador: Lucas Alexandre Reginato.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre,
BR-RS, 2023.

1. Patologia das construções. 2. Edificação
histórica. 3. Patrimônio industrial. 4. Mapeamento de
manifestações patológicas. I. Reginato, Lucas
Alexandre, orient. II. Título.

ISADORA LEMES DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL ANTIGA NA CIDADE DE
CACHOEIRA DO SUL/RS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 6 de setembro de 2023

Prof. Lucas Alexandre Reginato
Doutor pela UFRGS
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Lucas Alexandre Reginato (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

Prof.^a Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carolina Dal Agnol Dalazen (UFRGS)
Msc. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos funcionários da Companhia Roesch, Jair e Gelson, que viabilizaram este estudo. À historiadora Mirian Ritzel, à arquiteta Elisabeth Thomsen, à arquiteta Luciane Boeno e à equipe do Arquivo Histórico de Cachoeira do Sul, pelas valiosas informações. Agradeço ao Lucas, meu orientador, pelas contribuições e confiança.

Agradeço ao meu pai, Jair, que se aventurou comigo na visita ao local. À minha mãe, Solange, por todo o apoio nessa jornada. Ao meu namorado, Bruno, pelo incentivo e por me dar força nos dias difíceis. Aos meus amigos do Programa de Educação Tutorial, obrigada por terem tornado a trajetória do curso mais leve e mais rica.

A todos os amigos que a UFRGS me trouxe, em especial Tainá, Luísa, Daphne e Camila, que vivenciaram comigo os inúmeros trabalhos, obrigada pela parceria, vocês foram fundamentais para essa conquista. Agradeço aos meus amigos Nazu e Eduarda, pela escuta diária e pela compreensão nesses últimos meses.

Por fim, expresso minha gratidão a todos os professores que me inspiraram ao longo da minha trajetória acadêmica e contribuíram para a minha formação como engenheira civil.

RESUMO

O complexo industrial do antigo Engenho Roesch configura um marco do desenvolvimento econômico e cultural de Cachoeira do Sul. As edificações, ainda existentes, contam a história de uma época que atribuiu ao município o título de “Capital Nacional do Arroz”. Entretanto, desde o encerramento das atividades, em 1989, a ausência de uso e manutenção as mantém vulneráveis aos agentes ambientais de degradação. Neste trabalho, buscou-se aplicar os conceitos de Patologia das Construções para realizar o mapeamento dos danos presentes na edificação principal do conjunto, com intuito de compreender as origens da deterioração das estruturas de concreto armado, alvenarias e revestimentos e propor soluções de intervenção. O estudo de caso exigiu uma revisão bibliográfica englobando o campo de conservação e preservação de bens industriais, os métodos construtivos utilizados e os problemas mais recorrentes no local. Foi também realizada uma inspeção visual acompanhada de registros fotográficos dos ambientes internos e das fachadas, que contribuíram para a elaboração de fichas de identificação dos danos. Para complementar a caracterização da edificação em análise, efetuou-se uma pesquisa acerca do histórico de suas funcionalidades e da progressão da sua deterioração. Conclui-se que as áreas internas se apresentam expostas à elevada umidade, responsável pelo agravamento de grande parte das manifestações patológicas identificadas, como formação de organismos vegetais, manchas no revestimento e corrosão das armaduras. Assim, foram sugeridos procedimentos de intervenção para reabilitação da edificação, que visam reestabelecer a estanqueidade e corrigir os danos observados, de maneira a prolongar a sua vida útil e possibilitar sua reocupação, preservando-se seu valor histórico e arquitetônico.

Palavras-chave: Patologia das construções. Mapeamento de manifestações patológicas. Edificação histórica. Patrimônio industrial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do trabalho	15
Figura 2 - Níveis de desempenho em função do tempo e manutenções.	18
Figura 3 - Ascensão da umidade na alvenaria.	22
Figura 4 – Fases da resolução de manifestações patológicas	33
Figura 5 – Localização da edificação na cidade de Cachoeira do Sul-RS	34
Figura 6 – Foto aérea da edificação do antigo engenho	35
Figura 7 – Fachada sul da edificação.....	36
Figura 8 – Sala do locomóvel em 1999 (a) e 2023 (b)	36
Figura 9 – Salão principal em 1999 (a) e 2023 (b)	37
Figura 10 – Salas administrativas em 1999 (a) e 2023 (b)	37
Figura 11 – Salas técnicas em ano anterior à 1989 (a) e em 2023 (b)	37
Figura 12 – Fachada Leste em ano anterior à 1961 (a) e em 2022 (b).....	38
Figura 13 – Vista superior da edificação com divisão em seis zonas.....	39
Figura 14 – Mapa com as manifestações patológicas do segundo pavimento	40
Figura 15 – Mapa com as manifestações patológicas da fachada sul	40
Figura 16 - Ficha de identificação de manifestações patológicas	42
Figura 17 - Manchas no revestimento da fachada sul.....	43
Figura 18 - Manchas no revestimento da marquise sul	44
Figura 19 - Manchas pretas circulares no revestimento da laje	44
Figura 20 - Manchas pretas e esverdeadas na parte inferior de laje.	45
Figura 21 - Concentração de danos nas proximidades de aberturas na laje.....	45
Figura 22 - Manchas de umidade na base da alvenaria	46
Figura 23 - Vista inferior de vigas com indícios de corrosão	47
Figura 24 - Armadura exposta com indícios de corrosão	47
Figura 25 - Estruturas de concreto armado deterioradas	48
Figura 26 - Fissuração e deslocamento na base de viga	49
Figura 27 - Armadura corroída sem cobrimento	49
Figura 28 – Armadura de marquise em laje diretamente engastada, sem continuidade	50
Figura 29 – Indícios de corrosão na viga de ancoragem da marquise sul.....	50
Figura 30 – Fachada leste antes (a) e após (b) retirada de marquise	51
Figura 31 - Presença de vegetação e deterioração completa do telhado nos antigos dormitórios.	51
Figura 32 - Ambiente úmido com presença de limo.....	52
Figura 33 - Fissuras mapeadas em revestimento.	53
Figura 34 - Fissuras inclinadas em revestimento de pilar.....	53
Figura 35 – Manchas escuras e biodeterioração	54
Figura 36 - Fissuras no alinhamento das armaduras positivas com pigmentação verde e marrom	55
Figura 37 - Trica inclinada em alvenaria.....	55
Figura 38 – Trinca no topo da chaminé.....	56

Figura 39 - Desprendimento do revestimento impulsionado pela umidade por capilaridade	56
Figura 40 - Descascamento da camada superficial de pintura na fachada leste.....	57
Figura 41 – Características da cobertura da edificação	58
Figura 42 - Esquadria padrão da edificação	59
Figura 43 – Escoramento do telhado e armazenamento de treliças para substituição	59
Figura 44 - Esquadria padrão da edificação	60
Figura 45 – Esquema de aplicação do produto na alvenaria.....	61
Figura 46 – Esquema de aplicação do produto na fissura.....	65
Figura 47 – Métodos de medição de progressão de fissuras.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP).....	18
Quadro 2 – Classes de agressividade ambiental (CAA).....	25
Quadro 3 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto	26
Quadro 4 – Classificação das anomalias conforme abertura	28

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASTM – American Society for Testing and Materials

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ISO - International Organization for Standardization

NBR - Norma Brasileira

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	14
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	14
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	14
2.2.1 Objetivo principal	14
2.2.2 Objetivos secundários	14
2.3 PREMISSA	14
2.4 DELIMITAÇÕES	15
2.5 LIMITAÇÕES	15
2.6 DELINEAMENTO	15
3 CONSERVAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS	17
3.1 VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES	17
3.2 INTERVENÇÕES NAS EDIFICAÇÕES	19
3.3 PATRIMÔNIO INDUSTRIAL	19
4 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES	21
4.1 ORIGENS DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES	21
4.2 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO	23
4.2.1 Manchas	23
4.2.2 Corrosão das armaduras	24
4.2.3 Biodeterioração	27
4.2.4 Fissuras	27
4.2.5 Degradação do revestimento	30
4.2.6 Degradação da pintura	31
4.3 INVESTIGAÇÃO E MAPEAMENTO DE DANOS	31
5 ESTUDO NA EDIFICAÇÃO DO ANTIGO ENGENHO ROESCH	34
5.1 CARACTERIZAÇÃO E LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO	34
5.2 INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO	38
5.2.1 Mapa de danos	39
5.2.2 Fichas de identificação	41
5.2.3 Análise dos danos	42
5.2.3.1 Manchas	43
5.2.3.2 Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto	46
5.2.3.3 Biodeterioração	51
5.2.3.4 Fissuras	52
5.2.3.5 Degradação do revestimento	56
5.2.3.6 Degradação da pintura	57
5.3 RECOMENDAÇÕES DE PROCEDIMENTOS E INTERVENÇÕES	58
5.3.1 Problemas de estanqueidade	58
5.3.2 Manchas	62

5.3.3 Corrosão das armaduras.....	63
5.3.4 Fissuras	64
5.3.5 Deterioração dos revestimentos	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	70
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A – Mapas de danos na edificação do antigo Engenho Roesch	75
APÊNDICE B – Fichas de identificação de danos na edificação do antigo Engenho Roesch	82

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1930, a principal atividade industrial na zona urbana de Cachoeira do Sul-RS se ligava às lavouras de arroz, maior produto cachoeirense. (SELBACH, 2018). Nesse cenário, triunfavam na cidade os engenhos de beneficiamento do grão. Dentre estes, destaca-se o Engenho Roesch, operante de 1921 a 1989. Devido à localização central na cidade, a principal edificação responsável por abrigar o antigo engenho apresenta grande potencial para a reuso. Porém, atualmente, encontra-se em estado precário de conservação e sem proteção de leis de inventário ou tombamento.

De acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012 p.4):

É inviável, sob o ponto de vista econômico, e inaceitável, sob o ponto de vista ambiental, considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido.

Dessa maneira, justifica-se a relevância da conservação para o contexto de busca pela sustentabilidade e eficiência no ramo da construção civil, bem como para a preservação da história do desenvolvimento social, cultural e econômico de um determinado local.

Para viabilizar a preservação das edificações históricas, é imprescindível conhecer a ciência das manifestações patológicas e os seus métodos resolutivos. Helene (1988) descreveu a Patologia como o nicho da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis. Neste campo, percebe-se ainda um grande espaço para aprimoramento de metodologias e soluções técnicas. Nas edificações históricas, soma-se aos desafios já existentes a busca da preservação da arquitetura do local por meio do princípio de menor interferência possível. Portanto, a Patologia de Construções Históricas é uma área com elevado potencial de crescimento, no que tange tanto ao desenvolvimento de pesquisas acadêmicas como à aplicação das metodologias no mercado.

Em vista disso, a partir de referenciais teóricos em Patologia e reconhecendo-se a importância da preservação do patrimônio histórico de Cachoeira do Sul, tem-se por intuito realizar um estudo de caso para identificar e compreender os danos da edificação industrial do antigo Engenho Roesch e, assim, buscar soluções para a recuperação do local.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Este trabalho tem como questão de pesquisa: quais são as intervenções possíveis para recuperação da edificação histórica em deterioração do antigo Engenho Roesch, a partir do mapeamento e identificação das manifestações patológicas?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a identificação de possíveis soluções para a recuperação dos danos existentes na estrutura e nos revestimentos da edificação do antigo engenho Roesch na cidade de Cachoeira do Sul-RS.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) Levantar dados sobre a construção e a ocupação da edificação;
- b) Avaliar qualitativamente o estado de conservação dos ambientes internos e das fachadas;
- c) Elaborar fichas de identificação dos danos;
- d) Realizar um mapeamento das manifestações patológicas;
- e) Identificar os mecanismos desencadeadores das manifestações patológicas no local.

2.3 PREMISSA

Este trabalho tem por premissas a importância do mapeamento dos danos para análise conjunta da degradação das edificações, bem como a relevância cultural e histórica da recuperação da edificação do antigo Engenho Roesch para a cidade de Cachoeira do Sul-RS.

2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de danos em estruturas de concreto armado, alvenarias e revestimentos argamassados de uma edificação industrial na cidade de Cachoeira do Sul-RS.

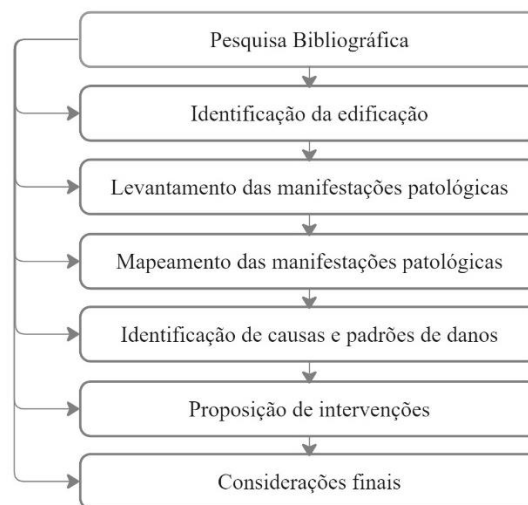
2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho é limitado pela realização apenas de inspeção visual na edificação. Assim, não foram realizados ensaios para análise mais detalhada dos danos.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi desenvolvido a partir das etapas apresentadas na figura 1 e descritas a seguir.

Figura 1 – Etapas de desenvolvimento do trabalho



(Fonte: Elaborado pela autora, 2023)

A **pesquisa bibliográfica** teve por objetivo a conceituação de questões fundamentais no que tange à conservação de edificações, bem como à compreensão de manifestações patológicas visando identificação e análise de danos.

Em seguida, buscou-se **identificar a edificação** alvo dos estudos, considerando-se fatores como relevância, acesso e grau de deterioração. Nesta etapa, também foram analisados os métodos e materiais construtivos utilizados.

O próximo passo consistiu no **levantamento das manifestações patológicas** por meio de uma inspeção visual na fachada e nos ambientes internos. Após, realizou-se o **mapeamento dos danos** utilizando-se representações gráficas em plantas e cortes.

Com base no mapeamento e em registros fotográficos, desenvolveu-se uma análise objetivando a **identificação de causas e padrões dos danos** na edificação. Com isso, foi possível **propor intervenções** a serem executadas para solucioná-los, baseadas nos referenciais e aplicações previamente estudados. Por fim, foram descritas observações e **considerações finais** acerca do trabalho.

3 CONSERVAÇÃO DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2018) definiu o conceito de conservação como o “conjunto de ações direta ou indiretamente empregadas sobre o Bem cultural, com o objetivo de controlar, minimizar ou paralisar um processo de deterioração”. Neste capítulo, serão abordados tópicos relevantes para a elaboração de intervenções objetivando a recuperação e a possibilidade de reocupação das edificações.

3.1 VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Por muitos anos, ao avaliar o desempenho das estruturas, principalmente de concreto armado, utilizou-se apenas a resistência à compressão como parâmetro-chave de caracterização. Com o tempo e o aumento da variabilidade de técnicas empregadas, começou-se a conferir maior ênfase na avaliação das edificações pré-existentes e a observar mais atentamente o surgimento de danos nos sistemas.

Devido a isso, passou-se a considerar a durabilidade das estruturas e dos materiais construtivos como parâmetro importante para determinação da qualidade das edificações. (POSSAN, 2010). De acordo com a ISO 13823 (2008), pode-se entender a durabilidade como a capacidade de uma estrutura ou de seus componentes de satisfazer, com dada manutenção planejada, os requisitos de desempenho de projeto, por um período específico de tempo sob influência das ações ambientais ou como resultado do processo de envelhecimento natural.

O conceito de durabilidade está fortemente atrelado à vida útil das edificações. Conforme a norma americana ASTM E632 (1996), este termo representa o período de tempo após a instalação de um material, componente ou sistema, em que as suas propriedades ficam acima de valores mínimos aceitáveis. Assim, o fim da vida útil de uma edificação corresponde ao momento em que esta não mais atende às exigências do usuário representadas pelos limites determinados em projeto.

A NBR 15515 (2013) determina a vida útil de projeto esperada para os sistemas construtivos, considerando desempenhos de mínimo a superior. Após o fim deste período, torna-se necessária a readequação ou substituição dos componentes.

Quadro 1 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP)

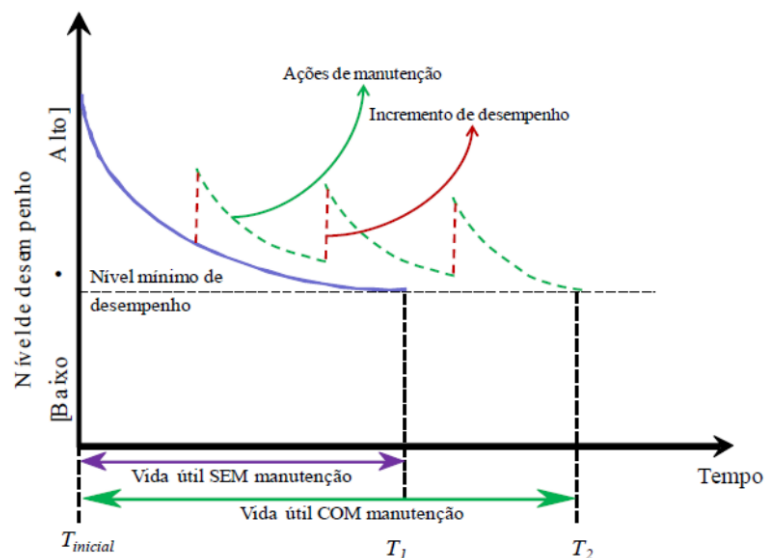
Sistema	VUP (anos)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

(Fonte: NBR 15515, 2013)

Esta determinação normativa considera a realização de manutenção nos sistemas construtivos. Com isso, Possan (2010) destaca a importância do manual do usuário, no qual devem estar descritas as atividades e a frequência das ações de manutenção necessárias para a garantia da vida útil de projeto da edificação. Além disso, recomenda-se a realização de manutenções antes que a estrutura apresente desempenho inferior ao mínimo, pois à medida que a deterioração da edificação aumenta, também se oneram os custos para sua recuperação. (CINCOTTO, 2015)

Figura 2 - Níveis de desempenho em função do tempo e manutenções.



(Fonte: Cincotto, 2015)

Os níveis de desempenho de uma edificação podem ser prejudicados por inúmeros agentes. Cincotto (2015) afirma que dificilmente pode-se apontar uma única causa. De modo geral, os

problemas nos elementos construtivos são resultado das combinações e interações entre diferentes fatores que promovem a sua degradação. Verçoza (1991) agrupou esses agentes em cinco nichos principais: materiais, projeto, condições de uso, manutenção e condições de exposição.

3.2 INTERVENÇÕES NAS EDIFICAÇÕES

Segundo o Programa Monumenta (2005), a conservação de uma edificação tem por objetivo prolongar sua vida útil, a partir de uma intervenção ou de um conjunto destas. Os procedimentos a serem realizados podem ser classificados de acordo com o seu grau de interferência nos componentes construtivos.

O primeiro nível de intervenção consiste na manutenção, que visa conservar as edificações em funcionamento satisfatório por meio de ações preventivas. O segundo conceito, de reparo, é o conjunto de correções que resolvem não-conformidades de pequena escala da edificação. Além disso, define-se a restauração como a execução de ações mais especializadas, que requerem análises profundas sobre o estado original da edificação.

Por fim, a revitalização é o processo de intervenção que faz com que a edificação seja capaz de atender novas demandas de ocupação com o objetivo de recuperar as estruturas importantes para a cultura e história urbanas. (IPHAN, 2005).

3.3 PATRIMÔNIO INDUSTRIAL

De acordo com Feilden (1982), apenas uma pequena parte dos objetos e estruturas criados no passado sobrevive aos estragos do tempo; aquilo que fica sobrando forma o nosso patrimônio. Os elementos construtivos são passíveis de deterioração, devido a fatores climáticos, biológicos ou antropológicos. Entretanto, com a devida manutenção, as edificações antigas podem ser agentes históricos de preservação da cultura e do desenvolvimento social de um determinado local. Nesse sentido, ainda segundo Feilden (1982), um edifício histórico nos permite conhecer sobre as pessoas e a cultura que o construíram.

Para o Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (2010), o patrimônio industrial forma uma ligação do presente ao passado e é responsável pela preservação das transformações científicas e da evolução econômica, social, cultural e técnica desenvolvida ao longo do

tempo. Assim, a importância da sua conservação e reocupação reside no valor destas construções para a memória das cidades e das gerações futuras.

Sobre o valor de uso e o patrimônio industrial, Kempter (2011) infere que o resgate ou a permanência de seu uso original são, na maioria dos casos, improváveis, pois o estado de abandono deste nicho de edificações decorre de um processo técnico e econômico irreversível. Nesse sentido, defende que as reocupações, ao mesmo tempo que promovam a reabilitação dos patrimônios para novos usos e os insiram uma dinâmica contemporânea, também devem reafirmar sua identidade por meio de medidas como a reprodução de fachadas e demais componentes, além de buscarem a manutenção dos valores estéticos e culturais das edificações.

4 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

Ao tratar-se de conservação, é essencial conhecer os fatores que levam as edificações à degradação e à ruína, bem como compreender os mecanismos que causam os danos. Lersch (2003, p. 19) pontua que “a atuação sobre o efeito de um mecanismo de degradação não elimina o problema” e defende que “sem o conhecimento das causas da ruína, não há condições para serem determinados critérios de intervenção”. Desta maneira, a autora destaca a relevância do diagnóstico para a elaboração de projetos de restauração e execução de ações corretivas, pois sem esta preocupação, sujeita-se a provocar danos ainda mais profundos nas edificações, principalmente ao abordar patrimônios históricos e culturais.

Nesse sentido, cita-se o conceito de “Patologia das Estruturas”, descrito por Souza e Ripper (1998) como o campo das Engenharias das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrências de falhas e do sistema de degradação das estruturas. Rostam (1991) destaca que o grande valor destes estudos está, primeiramente, no conhecimento da evolução do problema, pois quanto antes ocorre sua detecção, menor o custo de reparos. Em segundo lugar, cita a importância da divulgação dos casos mais incidentes de manifestações patológicas, visando a contribuição para a sua prevenção através da melhoria do controle de qualidade nas edificações.

Neste capítulo, serão abordados conceitos relevantes dentro da Patologia das Construções, que servirão de base para a compreensão do estado de conservação da edificação em estudo.

4.1 ORIGENS DA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES

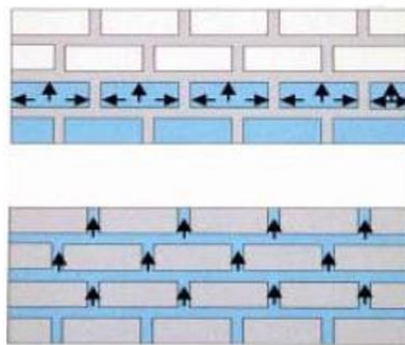
A umidade configura um dos problemas mais complexos de tratar nas edificações, devido à implicação de rápida degradação nos materiais construtivos e custos onerosos para recuperação dos sistemas (PEREZ, 1985). Ademais, Verçoza (1991) afirma que, além de causa, a umidade também pode ser definida como um meio essencial para o desenvolvimento das manifestações patológicas. Ainda, determina as cinco possíveis origens deste problema nas construções. São elas:

- Capilaridade;
- Chuvas;

- Condensação;
- Vazamentos;
- Execução da obra.

Nesse sentido, quanto à **umidade por capilaridade**, Sabino (2019) pontuou que os canais capilares existentes nos materiais construtivos, como blocos cerâmicos, concreto e argamassa, ao entrarem em contato com o solo úmido, atuam como ponto de passagem de água para o interior da edificação. A água que parte do solo ou de uma laje úmida sem impermeabilização ascende pela parede, atingindo em média 0,80m de altura por meio da capilaridade. Nesta altura, percebe-se nos elementos construtivos uma linha que separa uma zona inferior mais escura, onde há umidade, de uma zona superior mais clara (CABAÇA, 2001).

Figura 3 - Ascensão da umidade na alvenaria.



(Fonte: Cabaça, 2001)

Quando as fachadas e coberturas não são estanques, as construções se tornam suscetíveis à entrada de **água pela chuva** e consequente formação de manifestações patológicas. Nesse contexto, é importante reconhecer as principais causas que interferem diretamente no padrão de infiltração e percolação das águas. Destacam-se a intensidade da chuva, a velocidade e direção do vento e as características arquitetônicas da edificação. Ainda, a norma de desempenho NBR 15575-5 (ABNT, 2013) afirma que os elementos de cobertura devem, também, ser capazes de evitar a formação de umidade. Dentre as suas funções, citam-se a contribuição para preservação da saúde dos usuários e a própria proteção do corpo da construção. Por isso, a cobertura possui forte influência na durabilidade dos demais elementos que compõem um edifício.

Para Verçoza (1991), o fenômeno da **condensação** ocorre com a combinação da alta concentração de vapores de água e superfícies com temperaturas inferiores ao ponto de

orvalho. Esta propriedade tende a implicar manifestações patológicas principalmente em elementos mais expostos ao ambiente e neles atingir menores profundidades. O município de Cachoeira do Sul apresenta umidade relativa do ar média de aproximadamente 76%, segundo o Atlas climático do EMPRABA (2012), característica que favorece a condensação. Em locais que já apresentam água empoçada e significativa evaporação, a condensação contribui para a ampliação da umidade nas superfícies dos demais elementos construtivos do ambiente e conseqüente piora na deterioração da edificação como um todo.

Os **vazamentos** em tubulações também representam causas importantes para problemas de umidade nos demais componentes construtivos. Estes casos costumam ter difícil identificação, pois as instalações ficam embutidas em paredes ou forros, impossibilitando a visualização imediata do ponto de origem da umidade. Devido a esta mesma questão, sua resolução inclui a execução de aberturas para troca das tubulações danificadas e, em construções antigas, requer atenção para a compatibilidade entre o sistema hidráulico original e os materiais de reparo.

Por fim, Verçoza (1991) cita a umidade implicada pela **execução da edificação**, trazida intrínseca aos materiais de construção. Essa problemática possui duração aproximada de seis meses após o fim do processo construtivo, portanto, pode contribuir para a formação de manifestações patológicas nos estados iniciais das edificações.

4.2 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA EDIFICAÇÃO EM ESTUDO

Em visita técnica à edificação do antigo engenho, foram levantadas as manifestações patológicas mais frequentes na estrutura de concreto armado, nas alvenarias e na argamassa de revestimento. Nesta seção, é realizada uma revisão de literatura com o objetivo de conceituá-las.

4.2.1 Manchas

A formação de manchas nos elementos construtivos ocorre por meio do carregamento de poluentes e micro-organismos mediante à ação da água e dos ventos. De acordo com Theissing (1984), as partículas depositadas nas fachadas podem se originar tanto por fatores externos como internos. Dentre os fatores externos, destaca-se o carregamento de impurezas em suspensão na atmosfera pela chuva. Por outro lado, os fatores internos correspondem principalmente à deposição devido a reações das partículas da própria argamassa de

revestimento com elementos externos. Em ambas as situações, a condição de maior influência para o surgimento de manchas é a presença de água no ambiente.

Manchas de coloração verde ou preta correspondem a presença de musgos, mofo, biodeterioração e sujidades, crostas brancas evidenciam eflorescências e pontos em marrom identificam ocorrência de corrosão. Para Yazigi (2009), mofo consiste em uma alteração na superfície das paredes resultante da proliferação de micro-organismos do grupo dos fungos. Seu desenvolvimento exige um teor de umidade elevado no material ou ambiente. Por isso, Alucci, Flauzino e Milano (1985) pontuam a importância da manutenção da ventilação, iluminação e insolação das edificações, além da garantia de estanqueidade.

A eflorescência corresponde a bancos salinos que se depositam na superfície da estrutura, formando manchas brancas. Esta manifestação patológica ocorre quando há a migração de sais, como sulfatos de sódio, de potássio, de magnésio e hidróxido de cálcio, do revestimento até a superfície devido à ação da água (UEMOTO, 1988). Cita-se, ainda, a formação de musgos, pequenas plantas cujo desenvolvimento é também favorecido pela umidade e pode danificar elementos construtivos devido ao crescimento de rizoides.

Tanto em fachadas como nos ambientes internos, os locais de ocorrência das manchas geralmente denunciam as origens da umidade. Quando aparecem na base das alvenarias, pressupõe-se umidade por capilaridade. Nas proximidades de coberturas e aberturas, indicam infiltração da água da chuva por problemas de estanqueidade em telhados e esquadrias. Em pontos isolados da edificação, levantam a suspeita de vazamentos nas instalações. Além disso, nas fachadas, as manchas denunciam os padrões de percolação da água em função dos detalhes arquitetônicos.

4.2.2 Corrosão das armaduras

O concreto armado aproveita as propriedades de ambos os seus materiais constituintes. Do concreto advém a durabilidade, a trabalhabilidade, o baixo custo e a boa resistência à compressão, ao fogo e à água. Do aço, tem-se a ductilidade e excelente resistência à tração. Assim, esta composição possibilita a construção de elementos com variadas formas, relativa rapidez e facilidade, para diferentes tipos de obra (BASTOS, 2014). Entretanto, dependendo das características da estrutura e das condições locais, o aço possui uma suscetibilidade importante à corrosão, processo definido por Helene (1988) como uma interação destrutiva de

um material com o meio ambiente, que pode decorrer de uma ação física, química, eletroquímica ou de uma combinação destas.

Concretos de baixa porosidade cumprem a função de barreira entre o aço e o ambiente, impedindo a entrada de agentes agressivos à armadura. Com o objetivo de assegurar esta propriedade, a NBR 6118 (ABNT, 2023) determina um valor mínimo quanto à relação água/cimento e à classe de resistência de acordo com o nível de agressividade ambiental. Assim, evidencia-se a influência do controle destes fatores na durabilidade das estruturas de concreto armado.

Quadro 2 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

(Fonte: NBR 6118, 2023)

O concreto apresenta pH alcalino, que protege o aço por meio da manutenção de uma camada passivadora no seu entorno. A utilização de concretos permeáveis torna a estrutura mais suscetível à entrada de dióxido de carbono e possibilita a sua reação com o hidróxido de cálcio presente no concreto, reduzindo, desta maneira, a alcalinidade da estrutura. (SMOLCZYK, 1969). Este processo, denominado carbonatação, ocorre das camadas mais externas para as internas e viabiliza a corrosão ao atingir a zona da armadura.

Com o objetivo de aumentar a proteção das armaduras, a NBR 6118 (ABNT, 2023) também estabelece uma espessura mínima de concreto para cobertura. Considerando-se ambientes industriais, com classificação de agressividade forte, a norma recomenda cobertura mínimo de 30 milímetros para vigas e pilares e 25 milímetros para lajes, descontando-se o valor de tolerância.

Quadro 3 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV ^c
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídos por um $\Delta c = 5\text{mm}$, respeitando um cobrimento nominal $\geq 15\text{mm}$.

c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45\text{mm}$

(Fonte: NBR 6118, 2023)

Helene (2004) descreveu como insuficientes as recomendações das principais normas de projeto e execução de estruturas de concreto vigentes na década de 1980. A relação entre os problemas de corrosão e as características de porosidade e baixa resistência ganhou notoriedade nacional e internacional apenas a partir da década de 1990. Nesse sentido, construções em concreto armado anteriores a este período tendem a apresentar corrosão de forma mais acentuada. Desde a criação da primeira norma brasileira de projetos de estruturas de concreto armado NB-1 (ABNT, 1940) até a atualização mais recente da NBR 6118 (ABNT, 2023), os parâmetros de resistência à compressão e espessura de cobrimento mais que dobraram, com o objetivo de proteger os componentes da agressividade dos ambientes.

Segundo Souza e Ripper (1998), o produto corrosivo pode atingir até dez vezes o tamanho da armadura original. Devido à expansão, outros mecanismos de degradação da estrutura podem se desenvolver, por exemplo, o aparecimento de fissuras e deslocamentos do concreto. Dados do trabalho de Dal Molin (1988) indicam o fenômeno da corrosão como desencadeador de 40% das fissuras graves em concreto armado. Portanto, os processos corrosivos configuram ameaças importantes para o desempenho e segurança das estruturas.

4.2.3 Biodeterioração

Conforme Brito (2004), a biodeterioração decorre da interação entre micro-organismos vivos, como algas, musgos, líquens, fungos, plantas e animais de pequeno porte com os elementos construtivos. Falhas na cobertura podem gerar ambientes favoráveis ao crescimento de vegetação dentro das edificações, principalmente devido à umidade. Estes organismos podem se desenvolver de modo a invadir os poros das estruturas e revestimentos, prejudicando assim o desempenho dos materiais e contribuindo para a formação de demais manifestações patológicas, como fissuras e manchas.

Dentre os agentes biológicos de danos, destacam-se, ainda, o grupo dos fungos, atuante principalmente nos revestimentos de fachada. Além disso, as edificações não ocupadas estão sujeitas à infestação de ratos e pombas, bem como ataques de insetos aos materiais construtivos. Segundo Gonçalves (2011), os dejetos de pássaros, principalmente pombas, são ácidos, portanto, ao infiltrarem na estrutura podem desencadear corrosão das armaduras.

4.2.4 Fissuras

Conforme Thomaz (1989), as fissuras são provocadas por tensões devido a sobrecargas ou movimentação dos materiais construtivos. Essas manifestações patológicas se apresentam de variadas configurações e podem ocorrer em materiais como o concreto, os revestimentos argamassados e alvenarias. Ainda, o autor pontua que as fissuras requerem atenção especial, pois podem alertar um possível estado de risco para a estrutura ou comprometer o desempenho da edificação e o conforto dos usuários.

Dal Molin (1988) classifica as fissuras em concreto quanto ao seu período de formação, considerando o estado fresco e o estado endurecido. Das fissuras que se formam durante o concreto fresco, destaca como possíveis causas:

- Assentamento plástico: assentamento diferencial da armadura ou dos agregados na pasta;
- Dessecação superficial: causada pela retração da superfície devido à rápida evaporação da água;
- Movimento das formas.

As fissuras que surgem após o endurecimento do concreto podem ter origem em:

- Retração por secagem: causada pela contração volumétrica decorrente da saída da água do concreto;
- Movimentação térmica: causada pela contração das estruturas devido à variação de temperatura;
- Corrosão das armaduras;
- Reações expansivas com sulfatos ou álcali-agregados: responsáveis pela geração de tensões na estrutura;
- Sobrecargas;
- Falhas de detalhamento construtivo;
- Recalques diferenciais de fundação.

Conforme Bauer (1997), nos revestimentos argamassados, excetuando-se as fissuras originadas nas bases de concreto ou alvenaria, as causas mais comuns de fissuração estão ligadas a três fatores: execução do revestimento, solicitações higrotérmicas e retração hidráulica da argamassa. Algumas características do material podem contribuir para o aparecimento dessa manifestação patológica, tais como elevado teor de finos, alto consumo de cimento e quantidade excessiva de água na mistura. Quanto à execução, destacam-se como ações nocivas a cura ineficiente, a aplicação de camadas com grandes espessuras e a falta de preparação adequada do substrato.

Para Dal Molin (1988), a fissuração compromete a durabilidade das estruturas devido à facilitação da entrada de agentes agressivos. Quanto maior a fissura, maior a exposição ao ambiente. Nesse sentido, Oliveira (2012) classifica esta manifestação patológica quanto à abertura, conforme quadro 4. A partir da formação de trincas, sugere-se a rápida recuperação, de forma a evitar problemas mais graves de desempenho.

Quadro 4 – Classificação das anomalias conforme abertura

ANOMALIAS	ABERTURAS (MM)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5
Fenda	De 5 a 10
Brecha	Acima de 10

(Fonte: Oliveira, 2012)

A seguir, destacam-se alguns padrões frequentes de fissuração e suas causas mais usuais.

- Fissuras mapeadas: Têm forma variada e distribuem-se por toda a superfície do revestimento. Decorrem da redução de volume da argamassa, consequência de movimentações higroscópicas ou retração (CINCOTTO, 1988). Dentre os fatores extrínsecos envolvidos, citam-se os ciclos de umedecimento e secagem associados às movimentações térmicas, que provocam microfissuras na argamassa. Estas, por sua vez, acentuam-se devido à infiltração da água, delineando o padrão de mapa no revestimento. (THOMAZ, 1989).
- Fissuras horizontais: Causadas pela expansão da argamassa de assentamento devido à hidratação retardada do hidróxido de cal ou ao ataque de sulfatos. (CINCOTTO, 1988).
- Fissuras lineares no encontro entre alvenaria e concreto: Formadas devido à diferença de comportamento térmico entre os dois materiais. Evidenciam ausência de procedimentos adequados na interface, como preenchimento com material flexível ou instalação de malhas de aço resistentes às tensões.
- Fissuras inclinadas nos bordos de esquadrias: Geradas pelas tensões das aberturas. Evidenciam a ausência de elementos resistentes no entorno, como vergas.
- Fissuras inclinadas cruzando a alvenaria: Decorrem de recalques diferenciais em fundações e comumente evoluem para grandes aberturas.
- Fissuras inclinadas em vigas próximas a apoios: Indicam ocorrência de tensões de cisalhamento.
- Fissuras verticais em vigas próximas ao centro do vão: Indicam ocorrência de solicitações excessivas de flexão.
- Fissuras no contorno de armaduras: Podem indicar ocorrência de assentamento plástico do concreto no estado fluido ou corrosão das armaduras.

Além disso, as fissuras podem ser classificadas conforme sua atividade. Esta definição é importante para a determinação do sistema de recuperação mais adequado, pois pode-se relacionar a dinâmica de movimentação da fissura com o sistema que apresenta capacidade de deformação mais compatível, de caráter rígido ou flexível. Duarte (1998) determina essa classificação:

- Fissuras ativas: apresentam variações de abertura ao longo do tempo;

- Fissuras estabilizadas ou inativas: não apresentam variações de abertura ao longo do tempo.

Considerando a edificação a ser analisada, é importante conceituar dentro deste tópico os processos de fissuração de alvenaria mais recorrentes em chaminés industriais. Durante seu funcionamento, as chaminés entram em contato com a combustão e exaustão de gases a altas temperaturas. Conforme Patinõ *et al.* (2017), esta exposição a elevados gradientes térmicos gera tensões capazes de culminar em fendas de diversas magnitudes, que usualmente apresentam configuração vertical ou em zigue-zague. Com menor frequência, o aparecimento de fendas na estrutura também pode remeter a outros problemas, como recalques nas fundações, inclinação do fuste ou perda parcial de material constituinte.

4.2.5 Degradação do revestimento

Os revestimentos antigos se constituem majoritariamente por argamassa de cal e areia, por vezes com adições minerais e aditivos orgânicos. O uso da cal como ligante confere propriedades como maior porosidade, permeabilidade à água e ao vapor e menor módulo de elasticidade em relação às argamassas cimentícias. (VEIGA, 2012).

Para Addleson (1992), a aderência das argamassas ao substrato resulta de uma combinação entre ações mecânicas e a aderência específica dos materiais. Com o objetivo de potencializá-la, o substrato deve apresentar características que favoreçam as ligações, seja de forma natural por meio da porosidade, de forma mecânica por meio de rugosidades na superfície ou pelo uso de materiais complementares de ligação, como telas metálicas.

Em caso de perda de aderência da argamassa, surgem os destacamentos no revestimento. Este processo pode ser dividido em três fases: descolamento, deformação e desprendimento. A primeira pode ser identificada ao observar-se um som cavo quando se realiza um impacto na argamassa. Na etapa de deformação, pode haver formação de abaulamentos ou esmagamentos. Por fim, ocorre o desprendimento, em que a argamassa perde totalmente sua ligação com o substrato. (VEIGA, 1998). Como possíveis causas destas manifestações, pode-se citar a preparação ineficiente da base, erros de dosagem da argamassa, espessura excessiva do reboco e umidade prolongada da parede.

A perda de aderência pode ocorrer, também, entre a argamassa colante e o revestimento cerâmico. No sistema de revestimento cerâmico, Barboza (2016) declara que, devido à

presença de água, as placas têm tendência à expansão, enquanto a argamassa tem propensão a contrair-se. Essa incompatibilidade de reação frente aos agentes ambientais contribui para a possibilidade de deslocamentos. Desta maneira, para mitigar o problema, sugere-se o uso de cerâmicas com menor índice de expansão por umidade (EPU).

Em revestimentos argamassados mais antigos, também é comum a perda de coesão entre os componentes da argamassa, devido principalmente aos altos teores de finos. Este processo pode ser definido como a desagregação das suas partículas, implicando um aspecto de esfarelamento.

4.2.6 Degradação da pintura

Além da função estética, a pintura tem por objetivo proteger a superfície dos agentes de degradação externos. Conforme Verçoza (1991), quando aplicadas sobre os substratos, as tintas se tornam películas sólidas ou elásticas e após este processo, devem se tornar insolúveis e não suscetíveis aos processos de decomposição, seja mediante contato com outra tinta, seja por ataques químicos do ambiente.

Dentre os danos mais comuns nesse sistema, destaca-se a desconexão entre a camada de tinta e o substrato, que pode originar bolhas, estufamentos e descascamentos (UEMOTO, 1988). As possíveis causas englobam o preparo inadequado do substrato, a aplicação anterior à cura da argamassa e uso de tinta de baixa resistência à álcalis. (PERES, 2001). Em repinturas, deve-se atentar também à compatibilidade entre a camada antiga e a nova, além da limpeza prévia à aplicação.

Nas fachadas, principalmente em função da exposição prolongada à radiação solar, podem se desenvolver variações na tonalidade das tintas. O manchamento tende a ocorrer devido à fotodegradação, que forma pontos com coloração mais clara nos locais de insolação elevada. Segundo Verçoza (1991), o uso de tintas com pigmentos mais resistentes contribui para a redução desta manifestação patológica.

4.3 INVESTIGAÇÃO E MAPEAMENTO DE DANOS

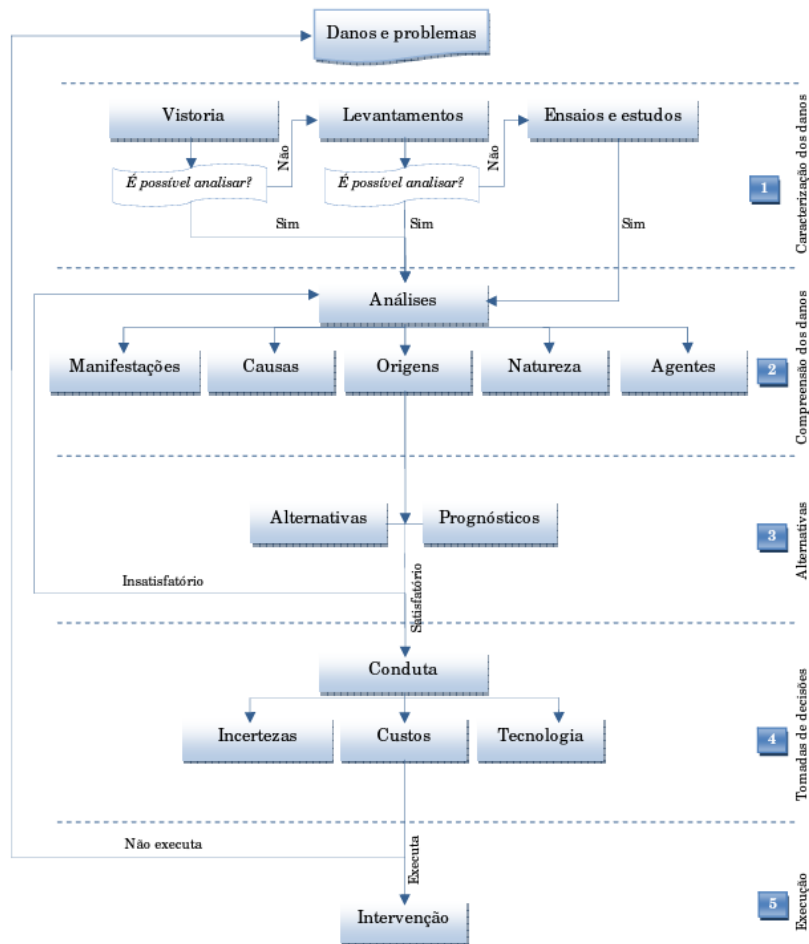
De acordo com Barros (1997), a investigação acerca do estado de conservação de uma edificação deve conter três macroetapas: levantamento das informações, análise dos danos e definição da conduta. Na primeira, deve ser contemplada uma vistoria técnica no local.

Conforme a NBR 16747, a inspeção predial consiste no “processo de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de forma sistêmica e predominantemente sensorial”. (ABNT, 2020, p. 3). Além disso, a NBR 15575 (ABNT, 2013) destaca que esta ferramenta também fornece subsídios para orientar o plano e programas de manutenção. A primeira etapa contempla, ainda, o levantamento de informações históricas sobre a edificação e, caso se julgue necessário, ensaios laboratoriais complementares.

Na segunda etapa, busca-se compreender as causas e meios que levaram aos problemas existentes. Barros (1997) define o processo de análise como a formulação de hipóteses efetivas que visam esclarecer as origens, causas, natureza, mecanismos e agentes de ocorrências que estejam promovendo a perda no desempenho de um material ou componente construtivo. Portanto, é a fase mais importante, em que as informações até então recolhidas são reunidas e avaliadas em conjunto.

A etapa final consiste na elaboração de propostas para resolução dos danos na edificação, com base em fundamentações teóricas e considerando-se o grau de incerteza das soluções, a relação custo-benefício e a disponibilidade de tecnologia para sua execução. Para Tinoco (2009), a resolução das manifestações patológicas inclui, ainda, uma fase de avaliação de alternativas e, finalmente, a execução.

Figura 4 – Fases da resolução de manifestações patológicas



(Fonte: Tinoco, 2009)

Durante o processo de investigação, recomenda-se o uso de ferramentas para registro e visualização das manifestações patológicas, tais como o mapa de danos e as fichas de identificação. De acordo com Tinoco (2009), o **mapa de danos** corresponde à representação gráfica de todas as manifestações patológicas encontradas durante as inspeções e é desenvolvido a partir de levantamentos dos danos existentes em uma edificação. É uma etapa relevante para a proposição de soluções e deve orientar a busca por conhecer e compreender as deteriorações ocorridas.

Paralelamente à elaboração do mapa, recomenda-se o uso de **fichas de identificação** de danos, que contribuem para a organização e o detalhamento dos dados. Estas devem ser preenchidas com a descrição das manifestações patológicas, dos componentes afetados, das prováveis origens dos danos e sugestões de soluções individualizadas.

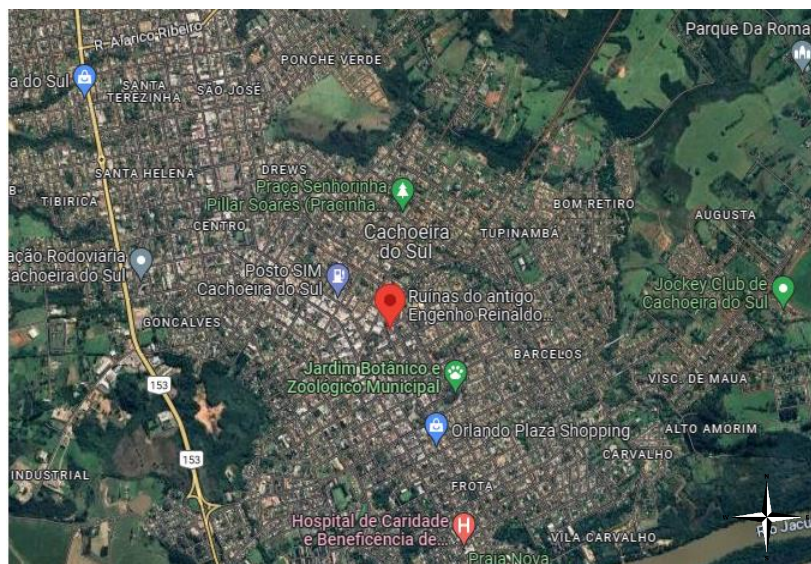
5 ESTUDO NA EDIFICAÇÃO DO ANTIGO ENGENHO ROESCH

5.1 CARACTERIZAÇÃO E LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA EDIFICAÇÃO

Cachoeira do Sul foi por muitos anos denominada a “Capital Nacional do Arroz”, título que remonta à forte atividade agrícola e industrial impulsionada pelo cultivo do grão no município. Nesse contexto econômico, surgiram os engenhos de beneficiamento, dentre os quais se destaca o Engenho Roesch, cuja operação teve início em 1921.

Em 1928, foi concluída a construção da edificação que se tornaria a principal responsável por abrigar as atividades do engenho, nas proximidades da antiga linha férrea. A cidade de Cachoeira do Sul se desenvolveu em torno da ferrovia, conseqüentemente, mesmo após sua desativação em 1973, o ponto antes estratégico continuou pertencendo à zona central. Essa característica locacional configura um grande potencial de reuso ao complexo industrial responsável por abrigar o antigo engenho. Porém, atualmente, a edificação mais influente do conjunto se encontra em estado precário de conservação e sem proteção por leis de inventário ou tombamento.

Figura 5 – Localização da edificação na cidade de Cachoeira do Sul-RS



(Fonte: Google Maps, 2022)

O potencial de restauro da construção já inspirou diversos projetos urbanísticos e configurações detalhadas já foram propostas por acadêmicos de cursos de Arquitetura e

Urbanismo, principalmente visando a utilização do local como um centro cultural, comercial e gastronômico. Dentre estes, citam-se os trabalhos “Cidade nos trilhos”, de Luciane Boeno (1999) e “Locomotiva cultural”, de Matheus Rosa (2019).

A arquitetura da edificação corresponde ao estilo Art Déco, tendência internacional do final da década de 1920, com forte presença de retas e figuras geométricas. A estrutura foi executada em concreto armado, material muito utilizado nas obras deste estilo, e a vedação foi composta por tijolos cerâmicos maciços. A edificação ocupa uma área construída aproximada de 7,2 mil metros quadrados, possui 4 pavimentos e conta com uma chaminé de 49m de altura e 2,6m de diâmetro, que pode ser visualizada de diversos pontos da cidade.

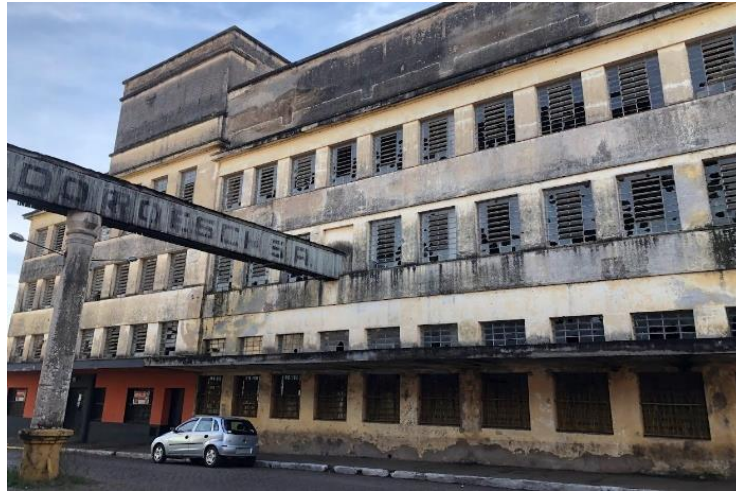
Figura 6 – Foto aérea da edificação do antigo engenho



(Fonte: Renato Thomsen)

A fachada sul conta com uma plataforma de transporte de grãos, que a conecta com as edificações à frente, anteriormente utilizadas para armazenamento. O pilar de sustentação da plataforma divide a Rua Marechal Deodoro, que possui fluxo significativo de veículos, majoritariamente aos finais de semana devido à presença de bares e casas noturnas no entorno. Apenas um dos ambientes da edificação, localizado no pavimento térreo, está em uso. Nele, funciona uma distribuidora de bebidas, e pode ser facilmente identificado pelo restauro da fachada e áreas internas.

Figura 7 – Fachada sul da edificação



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Em função do uso industrial, a maior parte da edificação é composta por ambientes amplos, com pé direito duplo ou triplo. Uma das salas ainda abriga o locomóvel histórico utilizado no processo de beneficiamento do arroz. Além disso, conforme registros do ano de 1999, outros maquinários foram mantidos por um tempo na edificação após o encerramento das atividades do engenho. A seguir, realiza-se um comparativo fotográfico histórico de alguns ambientes da edificação.

Figura 8 – Sala do locomóvel em 1999 (a) e 2023 (b)



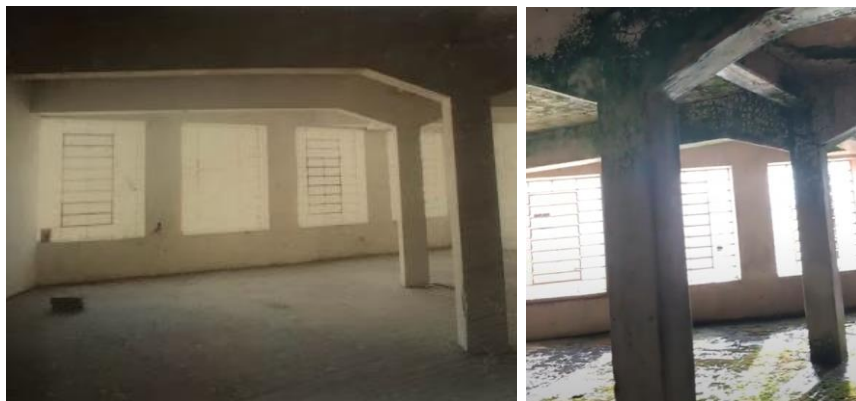
(Fonte: Luciane Boeno, 1999; Foto da autora, 2023)

Figura 9 – Salão principal em 1999 (a) e 2023 (b)



(Fonte: Luciane Boeno, 1999; Foto da autora, 2023)

Figura 10 – Salas administrativas em 1999 (a) e 2023 (b)



(Fonte: Luciane Boeno, 1999; Foto da autora, 2023)

Figura 11 – Salas técnicas em ano anterior à 1989 (a) e em 2023 (b)



(Fonte: Arquivo Robispierre Giuliani; Foto da autora, 2023)

Em 1961, a edificação sofreu um grande incêndio e precisou de uma reconstrução para continuar a abrigar das atividades industriais. A figura 12 evidencia a arquitetura anterior ao sinistro. Por meio da análise dos registros fotográficos, percebe-se que na reforma houve a elevação da platibanda, a retirada das esquadrias nas laterais e a construção de uma cobertura acima de parte da edificação.

Figura 12 – Fachada Leste em ano anterior à 1961 (a) e em 2022 (b)



(Fonte: Arquivo Rodrigo Carvalho; Google Maps, 2022)

Em 1989, o Engenho Roesch encerrou suas atividades e, desde então, a edificação principal ficou praticamente sem uso e manutenção. Além de poucas fotos e matérias de jornal, as informações documentadas sobre a edificação são escassas. Não foram encontrados registros de projetos ou documentos da construção.

5.2 INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO

Nesta seção, serão apresentados os resultados do estudo do estado de conservação e das manifestações patológicas da edificação do antigo Engenho Roesch.

Para facilitar a localização dos ambientes, foi realizada uma divisão em seis zonas, conforme figura 13. Em azul, tem-se os antigos alojamentos dos funcionários do engenho. Em laranja, localiza-se a sala dos maquinários e um pavilhão de armazenamento. Em amarelo, está identificado o salão principal; em vermelho, encontra-se o salão de fundos e as salas administrativas. A região em verde delimita a área de silos. Por fim, em lilás, constam as antigas salas técnicas e, no pavimento térreo, a atual distribuidora de bebidas.

Figura 13 – Vista superior da edificação com divisão em seis zonas



(Fonte: Adaptado do Google Earth, 2023)

5.2.1 Mapa de danos

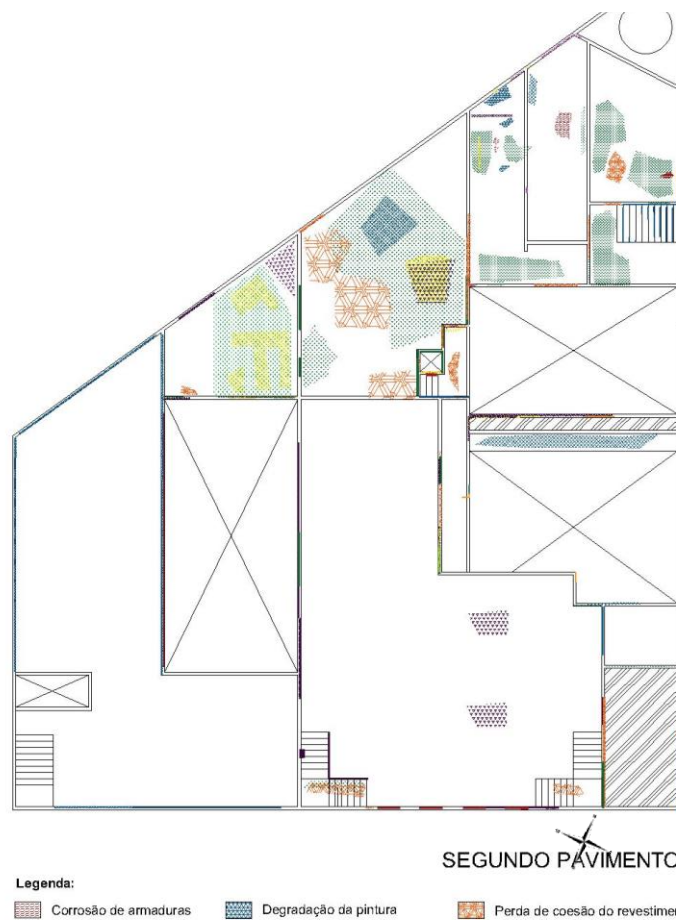
O mapa de danos foi desenvolvido com o objetivo de compreender as manifestações patológicas presentes na edificação, bem como verificar qualitativamente o estado de conservação de cada ambiente. As plantas e vistas foram elaboradas a partir de inspeção visual e registros fotográficos. Apesar de se ter buscado a melhor retratação possível da edificação, o enfoque do levantamento consistiu em possibilitar a visualização dos danos presentes para identificar os pontos mais críticos e as suas origens de maneira integrada.

Em alguns locais, representados por hachura conforme legenda, não foi possível realizar a inspeção, seja por estarem locados ou pela falta de segurança no acesso. Porém, analisando-se a edificação em conjunto e identificando-se os padrões de ocorrência das manifestações patológicas, foi possível inferir sobre o seu estado de conservação com base na comparação entre os ambientes das proximidades e com características semelhantes.

Para representação em planta, julgou-se como mais adequado o sentido de visualização das manifestações patológicas “de baixo para cima”, uma vez que a maior parte das observações foi realizada a partir deste ponto de vista. Assim, na planta baixa do térreo, por exemplo, encontram-se os danos existentes nas paredes e no teto do pavimento.

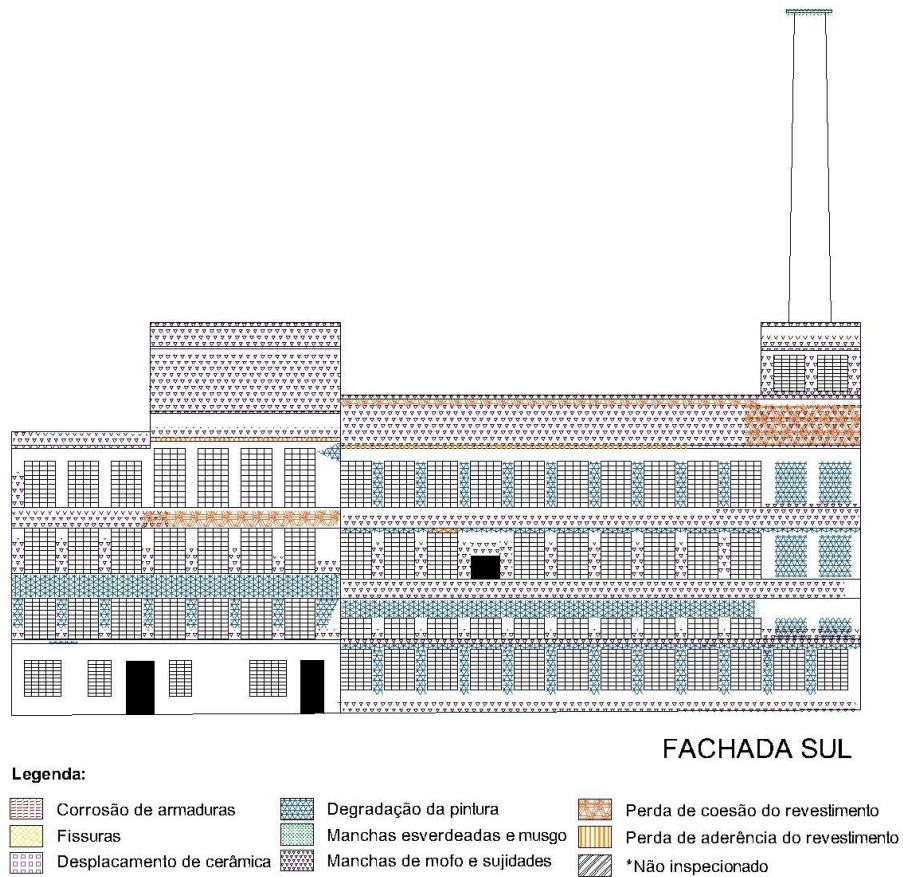
Grande parte dos ambientes da edificação possui pé direito duplo, principalmente contemplando o térreo e o segundo pavimento. Excetuam-se apenas a parte das antigas salas técnicas que está alugada, a parte inferior do silo e o hall próximo à sala do locomóvel, onde há uma esteira para grãos. As lajes de teto destes locais estão representadas na planta do térreo, enquanto as demais constam apenas na planta do segundo pavimento. Além disso, o quarto e último pavimento da edificação não apresenta laje de cobertura, apenas o madeiramento, revestimento e forro do telhado. Assim, não foram retratadas as manifestações patológicas destes componentes, visto que o presente trabalho se fundamentou na análise das estruturas de concreto armado, revestimentos argamassados e alvenaria. Para complementar o mapeamento, elaborou-se, também, o levantamento de danos nas fachadas sul e leste, que estão conectadas com as vias.

Figura 14 – Mapa com as manifestações patológicas do segundo pavimento



(Fonte: Elaborado pela autora, 2023)

Figura 15 – Mapa com as manifestações patológicas da fachada sul



(Fonte: Elaborado pela autora, 2023)

5.2.2 Fichas de identificação

Para auxílio no mapeamento dos danos e detalhamento das manifestações patológicas, foram elaboradas fichas de identificação, com a descrição dos componentes afetados, locais e pavimentos conforme inspeção, bem como a análise das possíveis causas e sugestões de intervenção para recuperação dos ambientes, com base em referenciais teóricos. A seguir, encontra-se um exemplo das fichas elaboradas.

Figura 16 - Ficha de identificação de manifestações patológicas.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 1/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Formação de musgo e eflorescência.
	Componente afetado: Revestimento de laje e parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Espalhamento das manchas devido ao carregamento pela umidade de percolação e infiltração nos elementos; • Pigmentação verde proveniente da vegetação da cobertura; • Deposição de sais devido à interação química da água com o revestimento argamassado.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza com jateamento de água e produtos químicos, principalmente soluções básicas; • Avaliação e substituição de possíveis pontos de pulverulência na argamassa de revestimento; • Aplicação de nova camada de pintura. 	

(Fonte: Elaborado pela autora, 2023)

É importante pontuar que informações mais elaboradas sobre as possíveis causas e procedimentos de intervenção podem ser encontradas, respectivamente, nas seções 5.2.3 e 5.3. Nas fichas, foram sugeridas intervenções individualizadas, que requerem a solução dos problemas de umidade para evitar reincidências.

5.2.3 Análise dos danos

De modo geral, os sistemas construtivos da edificação foram muito comprometidos, seja em razão do envelhecimento natural traduzido pelo fim da sua vida útil, seja pela aceleração dos danos devido à falta de manutenção e exposição aos agentes ambientais. Nesta seção, serão descritas e detalhadas as principais ocorrências de manifestações patológicas na edificação, com investigação sobre suas possíveis causas e padrões de desenvolvimento.

5.2.3.1 Manchas

Nas fachadas da edificação, uma grande parcela do revestimento argamassado foi acometida por manchas decorrentes da umidade descendente, conferindo-o um aspecto escurecido, principalmente nas proximidades de esquadrias, marquises e da cobertura. Observou-se um acúmulo de sujidades e presença de fungos principalmente nas discontinuidades da fachada. Os delineamentos funcionam como barreiras para o escoamento da água da chuva, por isso, notam-se faixas horizontais com variações significativas quanto à intensidade das manchas.

A maior ocorrência de manchas foi percebida na fachada sul (figura 17). Atribui-se este fato à menor incidência de raios solares recebida nesta orientação, o que a torna suscetível aos problemas de umidade. Nas marquises, observaram-se manchas abrangentes, novamente com maior notoriedade na fachada sul. Possivelmente, a presença de esquadrias acima da estrutura tenha contribuído para o aumento da percolação no local.

Figura 17 - Manchas no revestimento da fachada sul



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Na marquise leste, identificou-se uma pingadeira, responsável por reduzir a percolação de água pelas bordas, com isso evitando maiores danos por manchamento. Acredita-se que a marquise sul seguiu o mesmo padrão de construção, porém nela foram executados reparos com argamassa e no processo também foi preenchida a pingadeira, o que pode ainda favorecer a formação de novas patologias.

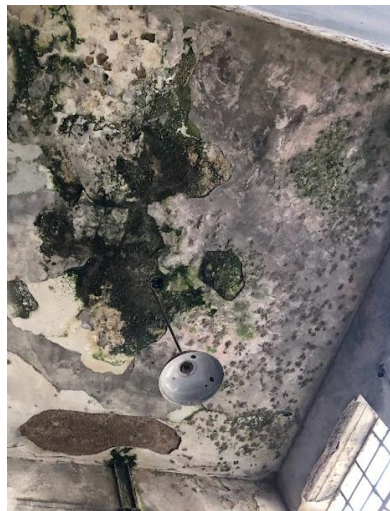
Figura 18 - Manchas no revestimento da marquise sul



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Nos ambientes internos, foram identificadas pequenas manchas pretas próximas entre si nas superfícies dos elementos construtivos, manifestações nítidas de colonização de fungos nos revestimentos.

Figura 19 - Manchas pretas circulares no revestimento da laje



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Ainda nas salas administrativas da edificação, foi constatada predominância de manchas esverdeadas espalhadas em bases de lajes e vigas, evidenciando formações de musgos nas estruturas. Observou-se que a deterioração dos ambientes aumentou progressivamente quanto mais próximo se encontrava o pavimento do topo da edificação. Sob perspectiva horizontal, os locais mais afetados pelo manchamento foram a região das áreas administrativas e dos alojamentos, devido ao estado de completa destruição em que se encontravam os telhados.

Além dos musgos, a pigmentação verde advém da vegetação presente no último pavimento, que foi carregada aos demais ambientes pela água de percolação, assim como pelo desenvolvimento das raízes. Outro local com quantidade significativa de manchas formadas pela passagem da água é a base das escadas do salão principal. Nelas, também foi encontrada forte coloração verde e presença de sujidades.

Figura 20 - Manchas pretas e esverdeadas na parte inferior de laje.



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Além da infiltração pelos poros e fissuras dos elementos estruturais, foram identificados elementos-chave que favorecem a passagem da água por todos os ambientes da edificação: as aberturas entre pavimentos e instalações utilizadas para as atividades industriais. Na figura 21, observa-se uma concentração de manchas causada pelo acúmulo de umidade nas proximidades dos elementos embutidos nas lajes. Em menor número, também foram constatadas manchas marrons devido ao escoamento do produto corrosivo e danos nas proximidades de infiltrações provenientes de vazamentos de tubulações hidrossanitárias.

Figura 21 - Concentração de danos nas proximidades de aberturas na laje



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Tanto nas fachadas como no interior da edificação, foram identificadas manchas de umidade junto à base das paredes em toda a extensão do primeiro pavimento. Atribuiu-se como causa destas manifestações o processo de ascensão da umidade por capilaridade, que atinge a parcela inferior da alvenaria até a altura de aproximadamente 0,80m.

Figura 22 - Manchas de umidade na base da alvenaria



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Manchas de umidade ascensional foram encontradas, também, nos pavimentos superiores. Apesar da inspeção ter sido realizada em uma semana sem chuvas, notou-se a presença de água empoeçada em algumas salas da edificação. Nesses locais, observou-se que a água proveniente do piso adentrava nas paredes, ascendendo por capilaridade na sua base. Estes casos foram identificados principalmente na área dos alojamentos e no silo com pé direito triplo. Neste último ambiente, percebeu-se a presença de água nas alvenarias na faixa imediatamente acima das lajes de divisa.

5.2.3.2 Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto

Em 1928, ano de inauguração da edificação, o concreto armado ainda era pouco difundido no Brasil e a resistência mecânica obtida era baixa em comparação aos padrões atuais. Para vencer grandes vãos, as estruturas da época apresentavam maior número de elementos e seções mais robustas, características observadas na edificação em análise.

Porém, sabe-se atualmente que a resistência mecânica do concreto possui relação direta com a sua permeabilidade e, conseqüentemente, sua durabilidade. Nesse sentido, foram observados diversos problemas de corrosão nas estruturas. Em muitos pontos, o produto corrosivo levou à expansão da armadura, gerando tensões no concreto que também desencadearam deslocamentos. As principais ocorrências foram em quinas de pilares e bases de vigas, por se

tratarem de regiões mais suscetíveis às tensões. Nos locais de armadura exposta, verificaram-se quantidades elevadas de óxido de ferro envolvendo as barras, o que indica que as seções sofreram reduções consideráveis na sua área.

O local de maior incidência de corrosão na estrutura foi a sala da locomotiva à vapor. Um dos fatores que podem ter contribuído para este cenário é a liberação de dióxido de carbono na queima do combustível utilizado para funcionamento da máquina. Neste ambiente, foram percebidos diversos danos importantes nas estruturas. Destacam-se as perdas de seção nas armaduras positivas de vigas mediante reação corrosiva, bem como no concreto dos pilares, devido ao deslocamento. Estes processos comprometem, respectivamente, as resistências à tração e à compressão dos materiais.

Figura 23 - Vista inferior de vigas com indícios de corrosão



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Figura 24 - Armadura exposta com indícios de corrosão



(Fonte: Foto da autora, 2023)

No ambiente do silo, de pavimento triplo, também foi identificada corrosão. Em um dos pilares, verificou-se a flambagem da armadura vertical, possivelmente em decorrência da reação corrosiva nos estribos. Devido às tensões geradas, o elemento perdeu boa parte da sua seção. Entre as delimitações de pavimentos, percebeu-se uma variação na seção dos pilares, formando quinas. Por serem sensíveis à formação de tensões, estes pontos foram fortemente afetados pela corrosão, o que pode acarretar problemas de ancoragem entre os elementos. Em razão da expansão corrosiva, houve também deslocamentos nesta região, como se observa na figura 25.

Notou-se que, neste ambiente da edificação, não foi executado nenhum tipo de revestimento ou acabamento, portanto as estruturas se encontram diretamente em contato com o ambiente. Este fator pode ter colaborado para o aparecimento das manifestações patológicas, principalmente a carbonatação do concreto seguida de corrosão das armaduras.

Figura 25 - Estruturas de concreto armado deterioradas



(Fonte: Foto da autora, 2023)

De maneira generalizada na edificação, observou-se um padrão de corrosão das armaduras positivas nas vigas em maior contato com a umidade proveniente da cobertura. Evidencia-se na figura 26 que a fissuração da estrutura ocorreu exatamente no alinhamento das barras e se expandiu conforme progressão da reação corrosiva, ocasionando o deslocamento do cobrimento e exposição da armadura. Este padrão patológico foi identificado principalmente nas áreas administrativas e de alojamentos, onde se constatou maior gravidade de problemas com estanqueidade.

Figura 26 - Fissuração e deslocamento na base de viga



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Outro fator desencadeador da corrosão identificado foi a falta de cobrimento das armaduras, principalmente em lajes. Na edificação analisada, notaram-se diversos pontos em que a camada de proteção entre a armadura e a superfície da estrutura era inferior à metade da indicação normativa atual. Em alguns pontos, foi identificado cobrimento nulo, com exposição total das barras às condições ambientais.

Figura 27 - Armadura corroída sem cobrimento



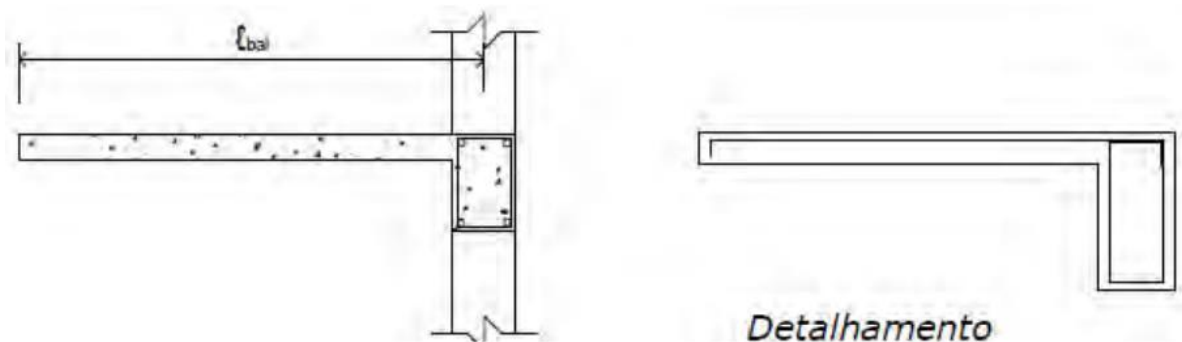
(Fonte: Foto da autora, 2023)

Além dos problemas desencadeados por materiais e execução, destaca-se a inexistência de manutenção significativa na edificação desde 1989, ano em que o engenheiro encerrou suas atividades. Como consequência, as áreas internas tiveram sua estanqueidade fortemente comprometida, principalmente devido à deterioração da cobertura, mas também pela infiltração da água pelas esquadrias e escassez de impermeabilização. O ambiente constantemente úmido contribuiu fortemente para os processos corrosivos.

Evidenciadas na seção anterior, as fortes manchas na interface das marquises com a fachada indicam a percolação da água no local, que pode estar desencadeando reações de corrosão significativas nas proximidades da ancoragem da armadura negativa, responsável por resistir

às tensões de flexão na estrutura em balanço. Segundo Gonçalves (2011), as marquises podem ser apoiadas em vigas de bordo ou diretamente engastadas. Neste último caso, o engaste pode ser executado na laje interna ou na viga da fachada. Em inspeção no ambiente interno da edificação, observou-se que não há continuidade das lajes das marquises, portanto infere-se que as estruturas estejam engastadas nas vigas da fachada, conforme detalhamento da figura 28.

Figura 28 – Armadura de marquise em laje diretamente engastada, sem continuidade



(Fonte: Gonçalves, 2011)

Na viga de ancoragem da marquise sul, pôde-se observar indícios de entrada de água e corrosão pelo ambiente interno. Portanto, constata-se que a armadura que ancora a laje em balanço encontra-se amplamente suscetível à deterioração.

Figura 29 – Indícios de corrosão na viga de ancoragem da marquise sul



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Na fachada leste, havia uma marquise sobrepondo o acesso ao salão principal. O elemento foi retirado, possivelmente em decorrência da constatação de risco estrutural.

Figura 30 – Fachada leste antes (a) e após (b) retirada de marquise



(Fonte: Google Maps, 2016; Google Maps 2022)

Além disso, apesar de ter sido realizada a reconstrução da edificação após situação de incêndio, não pode ser descartada a possível influência do sinistro na deterioração das estruturas. A alta variação de temperatura pode ter contribuído para a carbonatação do concreto, bem como para o desenvolvimento das fissuras e lascamentos existentes.

5.2.3.3 Biodeterioração

Nos antigos dormitórios, houve destruição completa do telhado pela ação do vento e das chuvas. Com isso, houve o crescimento de vegetação de baixo e médio porte na superfície exposta sem impermeabilização. O mesmo foi identificado nas salas acima do salão de fundos da edificação. A expansão das raízes desses vegetais acarretou em diversas manifestações patológicas nos pavimentos inferiores, principalmente a fissuração das estruturas. Destaca-se, ainda, a presença de vegetação de pequeno porte na coroa da chaminé da edificação.

Figura 31 - Presença de vegetação e deterioração completa do telhado nos antigos dormitórios.



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Nas salas inferiores, formaram-se ambientes muito úmidos, com água empoçada na laje e proliferação de musgo. Além disso, os locais possuem condições ideais para reprodução de mosquitos, oferecendo risco de doenças à população do entorno.

Figura 32 - Ambiente úmido com presença de limo



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Nos telhados e ambientes altos com menor umidade no ar, constatou-se também a infestação por pombas, cujos dejetos formam pilhas em cima das lajes, aumentando o índice de insalubridade da edificação e podendo contribuir para a corrosão nas estruturas devido à sua acidez.

5.2.3.4 Fissuras

O padrão de fissuração mapeada foi o mais recorrente tanto nas partes externas como internas da edificação. Foi observado em maior grau na fachada leste e no pilar de sustentação da esteira que conecta a edificação analisada aos antigos depósitos do complexo. Este fenômeno decorre da retração da argamassa, impulsionada pelos ciclos de umidade nos revestimentos. Internamente, foi identificado em revestimentos de alvenaria, sempre próximo a focos de entrada de água.

Na base das marquises, foram identificadas fissuras perpendiculares ao engaste, provavelmente também causadas pela retração por secagem.

Figura 33 - Fissuras mapeadas em revestimento.



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Na área dos vestiários, notou-se a presença de fissuras inclinadas nos revestimentos dos pilares em contato com o ambiente externo. Atribui-se como causas prováveis a umidade, devido à proximidade com esquadrias deterioradas e, principalmente, a variação térmica na argamassa. Na figura 34, observa-se a forte incidência solar, que pode ter contribuído para o processo de fissuração.

Figura 34 - Fissuras inclinadas em revestimento de pilar.



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Além disso, foram identificadas fissuras na interface entre lajes e alvenarias. O concreto armado e os tijolos cerâmicos apresentam diferentes módulos de elasticidade, portanto reagem

diferentemente à variação térmica. Como solução, nas construções antigas, inseria-se uma camada de blocos inclinados entre os dois materiais, denominada encunhamento. Quando esta camada não é executada, as regiões de encontro tendem a fissurar, como se observou nas salas administrativas da edificação.

Nas lajes, foram encontradas muitas fissuras majoradas pela biodeterioração. Na área de alojamentos, a água que adentra nos ambientes infiltra nas estruturas e contribui para o aumento das fissuras mediante percolação e passagem de organismos vegetais. A figura 35 evidencia o desenvolvimento de trincas perpendiculares ao maior comprimento da laje, envoltas por demais microfissuras no revestimento. Além disso, percebe-se uma flecha excessiva na laje, por isso o elemento deve ser escorado e investigado mais detalhadamente.

Figura 35 – Manchas escuras e biodeterioração



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Em vários locais, observou-se o padrão de fissuração conforme alinhamentos da malha de armaduras positivas. Infere-se que essas fissuras possam ter sido inicialmente causadas pelo assentamento plástico, isto é, pela acomodação da armadura na pasta durante o lançamento do concreto, gerando espaços vazios entre a malha e o cobrimento. Outra possibilidade é a corrosão das armaduras. Ainda, pode haver estes dois efeitos combinados. A partir dos espaços, formou-se um caminho de percolação da água, que carregou consigo sujidades, micro-organismos e organismos vegetais.

Na base de vigas, junto a fissuras no alinhamento das armaduras positivas, também foram encontradas manchas marrons. Nestes casos, a fissuração foi nitidamente causada pela expansão corrosiva do aço e consequente geração de tensões no concreto.

Figura 36 - Fissuras no alinhamento das armaduras positivas com pigmentação verde e marrom



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Ademais, foram identificadas fissuras e trincas inclinadas em paredes, localizadas no salão de fundos e no vestiário, ambas no pavimento térreo. Esse tipo de manifestação patológica indica a provável existência de recalque diferencial de fundação, que confere esforços de cisalhamento às estruturas.

Figura 37 - Trica inclinada em alvenaria



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Em 2018, parte da Rua Comendador Fontoura, em frente à fachada leste da edificação, foi interditada devido à constatação de uma fissura de aproximadamente 4 metros no topo da chaminé. Algumas inspeções foram realizadas e optou-se pela liberação da passagem no local. Devido ao padrão de zigue-zague da abertura, assumem-se como causas mais prováveis as tensões causadas por variação térmica. Em inspeção visual pouco detalhada, não foram

identificadas inclinações ou demais indícios de problemas estruturais mais graves, porém destaca-se a importância de realizar monitoramento periódico.

Figura 38 – Trinca no topo da chaminé



(Fonte: Assessoria de imprensa de Cachoeira do Sul, 2018)

5.2.3.5 Degradação do revestimento

Em pontos de umidade crítica, foi identificado o desprendimento do revestimento argamassado, principalmente em locais próximos ao piso, em quinas e abas de fachada. As principais origens da umidade observadas foram por capilaridade e percolação. Nos vestiários, foi observado descolamento do revestimento cerâmico, majoritariamente nas paredes externas e proximidades com esquadrias. Esse sistema, além de já ter atingido o fim da sua vida útil, encontra-se exposto à elevada umidade, fatores que justificam o seu baixo desempenho. Em alguns pontos, também foi identificada pulverulência da argamassa, indicando perda de coesão entre os seus componentes.

Figura 39 - Desprendimento do revestimento impulsionado pela umidade por capilaridade



(Fonte: Foto da autora, 2023)

5.2.3.6 Degradação da pintura

Em todas as áreas da edificação, foram percebidos descascamentos de pintura. Nas fachadas, há indícios de tinta nas cores amarelo, vermelho, branco e azul, o que evidencia pequenas manutenções. Pressupõe-se que a cor amarela é a original das fachadas da edificação, por ser a primeira camada encontrada. As demais tintas consistem em repinturas e, mesmo tendo sido aplicadas mais recentemente, representam os pontos com maior frequência de deslocamentos. Assim, percebeu-se a baixa durabilidade das camadas superficiais mais recentes.

Além da falta da manutenção prevista, alguns fatores que podem ter contribuído para prejudicar a aderência são a falta de limpeza adequada do substrato, a baixa qualidade das tintas, a umidade da base no momento da aplicação e a falta de compatibilidade entre as tintas. Este último fator pode ocorrer pois as tintas à base de cal, mais antigas, permitem a passagem da água, enquanto as mais recentes são menos permeáveis, podendo, desta forma, gerar acúmulo de umidade entre as camadas. Nas áreas internas, grande parcela dos descascamentos de pintura está associada a manchas de umidade. A maior ocorrência foi em lajes, alvenarias e escadas expostas à percolação de água. Além disso, foi constatada perda de pigmentação na pintura original das fachadas da edificação, cuja vida útil já se findou. É importante destacar, também, conforme a NBR 15515, que a pintura requer manutenções mais frequentes do que os sistemas argamassados.

Figura 40 - Descascamento da camada superficial de pintura na fachada leste



(Fonte: Foto da autora, 2023)

5.3 RECOMENDAÇÕES DE PROCEDIMENTOS E INTERVENÇÕES

Destaca-se que, em restaurações de edificações visando novos usos, é importante atentar para as cargas, permanentes e acidentais, que passarão a atuar no local. Assim, preconiza-se a reavaliação da capacidade resistente da estrutura e da necessidade de reforços. Além disso, ao realizar as intervenções, é indispensável um olhar profissional sobre a segurança do trabalho, em razão das situações de risco que a edificação propicia – principalmente quedas de altura, devido às aberturas nas lajes, e quedas de material, pela deterioração dos elementos construtivos.

Conforme comparativo histórico apresentado na seção de caracterização da edificação, muitos dos danos identificados estão presentes há anos no local. Entretanto, durante a investigação, foi constatado seu agravamento expressivo ao longo do tempo. Com o objetivo de evitar o colapso e viabilizar a preservação desta edificação de importância histórica, busca-se apresentar neste capítulo recomendações de próximos passos e possíveis soluções para os problemas mais recorrentes.

5.3.1 Problemas de estanqueidade

Durante a inspeção visual, concluiu-se que o fator de maior contribuição para deterioração da edificação foi a umidade. O último pavimento não apresenta lajes de cobertura, apenas madeiramento, telhas metálicas e forro. Conforme registros da arquiteta Elisabeth Thomsen, em 2012 já havia sido constatada corrosão dos materiais constituintes e desprendimento da forração. Na vistoria realizada em 2023, observou-se deterioração ainda mais acentuada, que prejudicou a estanqueidade de todos os pavimentos. Portanto, para assegurar a eficácia dos reparos e evitar reincidência das manifestações patológicas, é imprescindível que se priorize a recuperação da cobertura.

Figura 41 – Características da cobertura da edificação



(Fonte: Elisabeth Thomsen, 2012)

A zona dos alojamentos e do salão de fundos foram as mais prejudicadas pela umidade proveniente da chuva. Para a recuperar a estanqueidade nesses locais, o processo envolve a retirada do material residual e instalação de uma cobertura completamente nova. Na maioria dos ambientes, a uma primeira análise, as treliças se encontram em estado regular de conservação. Porém, o forro apresenta deterioração e muitas telhas precisarão ser substituídas. Na zona de silo, observou-se que logo abaixo das aberturas nas telhas formaram-se manchas escuras de bolor na laje, devido à umidade.

Figura 42 - Esquadria padrão da edificação



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Na zona que inclui a distribuidora de bebidas, o telhado encontra-se apoiado em escoras de madeira, devido ao desgaste das treliças de sustentação. No local, foram identificadas treliças armazenadas para substituição, porém, por estarem em contato com o piso, também já começaram a apresentar manchas escuras e sinais de umidade. Assim, para evitar desperdício do material, recomenda-se a substituição imediata da estrutura do telhado.

Figura 43 – Escoramento do telhado e armazenamento de treliças para substituição



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Na recuperação das coberturas, também é importante verificar a impermeabilidade das telhas, conforme procedimento descrito na NBR 5642, bem como a eficiência do sistema de drenagem pluvial. Além disso, com o objetivo de evitar a infiltração da água pelas platibandas, recomenda-se a instalação de capeamentos com pingadeiras nestas estruturas (VERÇOSA, 1987).

Nas marquises, observaram-se muitos problemas de umidade, causados pela falta de impermeabilização no local. Para evitar acentuação dos danos consequentes, recomenda-se a limpeza da parte superior e aplicação de um sistema impermeabilizante. Porém, deve-se primeiramente realizar uma análise estrutural para verificar se a aplicação e a proteção mecânica do sistema não implicarão sobrecargas excessivas na laje em balanço. Nesse sentido, sugerem-se alternativas mais leves ao sistema tradicional de manta asfáltica, como argamassas poliméricas e membranas de poliuretano. Este último material apresenta custo mais elevado, porém dispensa a proteção mecânica.

As esquadrias também são agentes facilitadores da entrada de água nas edificações. No antigo engenho, o tipo de janela mais utilizado é composto apenas por uma estrutura de aço e pequenos vidros nela encaixados. Sua configuração torna a edificação suscetível à ação tanto da chuva e dos ventos como de vândalos. Por isso, grande parte está severamente deteriorada. Para manter a estética arquitetônica da edificação, recomenda-se apenas o tratamento da estrutura de aço e a substituição dos vidros atuais por vidros mais resistentes.

Outro ponto comum de infiltração corresponde à interface entre esquadria e estrutura, em que se observaram descascamentos de pintura e do revestimento argamassado. Para solução, recomenda-se a aplicação de selantes de poliuretano nos bordos, precedida pela limpeza do local.

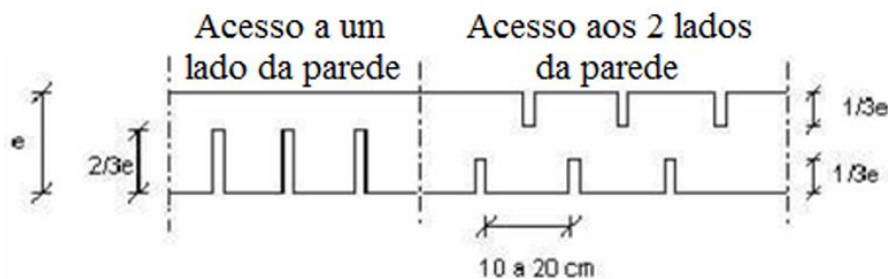
Figura 44 - Esquadria padrão da edificação



(Fonte: Foto da autora, 2023)

Ademais, em edificações históricas, é comum a entrada de umidade via ascensão pela alvenaria, devido à inexistência de impermeabilização nas fundações. Este fenômeno foi muito observado nos ambientes térreos da edificação. Uma alternativa para evitar a umidade por capilaridade é a injeção de produtos impermeabilizantes na base da alvenaria, que funciona por meio do fechamento de poros e capilares, formando uma camada impermeável. O método de aplicação consiste na execução de pequenos furos a uma altura de aproximadamente 15cm e profundidade de $2/3$ da espessura da parede considerando acesso apenas a um lado e $1/3$ considerando acesso pelos dois lados, além do espaçamento de 10 a 20cm. Após, posicionam-se tubos nos orifícios e injeta-se o produto por gravidade ou por pressão, garantindo-se a formação de uma barreira contínua. (TEIXEIRA, 2007). Quanto aos produtos, podem ser aplicados dois tipos: os “tapa-poros”, que têm como princípio o tamponamento, e os hidrofugantes, que repelem a água.

Figura 45 – Esquema de aplicação do produto na alvenaria



(Fonte: Teixeira, 2007)

Além disso, é possível realizar uma barreira física. Freitas, Torres e Guimarães (2008) citam três métodos: O primeiro consiste na substituição de parte da alvenaria por um material impermeável, pouco utilizado pois envolve vibrações e possível instabilidade. Também pode ser executado o método de Massari, em que se realizam perfurações cilíndricas sucessivas, a serem preenchidas com argamassa impermeável em duas etapas, de forma intercalada. Ainda, pode-se impedir a ascensão capilar ao inserir uma lâmina impermeável entre fiadas da base da alvenaria.

Em geral, as barreiras físicas são menos utilizadas devido à interferência nas fachadas, porém, como a vedação da edificação em questão é de tijolos maciços, a injeção de produtos químicos pode não ser efetiva. Desta maneira, o método mais eficiente e de menor interferência consiste na inserção de lâmina impermeável. Quando a umidade for pouco significativa, pode-se, ainda, evitar a passagem da água apenas para o revestimento, por meio

da retirada do reboco da base da alvenaria e aplicação de uma argamassa polimérica impermeabilizante.

5.3.2 Manchas

Para realizar a limpeza das manchas, serão destacados os três métodos mais utilizados. O mais simples é a escovação, que consiste em um método limpeza abrasiva e pode ser manual ou mecanizado. Resende (2004) recomenda o seu uso como auxiliar aos demais métodos. A lavagem com água sob pressão possibilita a remoção de partículas mais fortemente aderidas às discontinuidades dos revestimentos. Para maior eficácia, o autor sugere considerar uma vazão de 15 a 30L/min, bico tipo leque com abertura entre 15 e 50° e angulação do jato próxima de 90°. Ainda, pode-se executar a limpeza química, que abrange o uso de produtos como detergentes, ácidos, bases e solventes orgânicos. Estes auxiliam na dissolução de componentes e facilitam sua remoção. Contudo, nas estruturas de concreto armado, suscetíveis à reações com ácidos, deve-se ponderar a utilização deste tipo de químico.

Para retirada das eflorescências e do revestimento deteriorado, sugere-se a lavagem com água sob pressão com o auxílio de escovação. Para limpeza do bolor e manchas de sujeira, o ideal é o uso de produtos químicos, neste primeiro caso, principalmente o hipoclorito de sódio. Independentemente do método adotado, Resende (2004) recomenda a execução prévia de um teste para verificar sua eficiência e avaliar possível ocorrência de danos expressivos no revestimento.

As técnicas de limpeza consistem em métodos eficazes, porém paliativos. Para evitar danos a longo prazo, o ideal é atentar para as propriedades dos materiais de revestimento, além da escolha de seladores, massas acrílicas e tintas de melhor qualidade. A seguir, propõem-se técnicas que visam reduzir a propensão dos revestimentos à formação de manchas, principalmente nas fachadas.

Uma das técnicas é a hidrofugação. Segundo Fioretti (2010), o princípio de funcionamento dos materiais hidrofugantes se baseia na modificação da tensão superficial do revestimento, por meio da alteração do ângulo de contato entre a parede do capilar e a superfície da água. Estes materiais podem ser aplicados de duas maneiras, adicionando-se na mistura da argamassa ou após a execução do revestimento, por pintura, spray ou creme na superfície, formando uma película (MARANHÃO, 2009). Este último método é o mais utilizado, devido

ao menor custo. É, também, o mais adequado para serviços de manutenção e reparos. Contudo, os hidrofugantes não impedem completamente o aparecimento de manchas, devido à adesão de sujidades, como os poluentes atmosféricos. Além disso, para aplicação correta, deve-se atentar para a compatibilidade entre o hidrofugante e o substrato existente.

Outra alternativa muito pesquisada atualmente é a fotocatalise, técnica que configura propriedades autolimpantes e despoluentes às superfícies em contato com a luz solar. Maranhão (2009) descreve o processo como a transformação de um material em super-hidrofílico, de modo que na presença de chuva se forme uma lâmina de água, que elimina partículas aderidas na superfície. O principal material utilizado neste processo é o dióxido de titânio. A fotocatalise é mais efetiva quando o componente é englobado na mistura da argamassa, porém sua aplicação também pode ser realizada via aspersões na superfície. Assim, este produto pode, ainda, ser utilizado para a obtenção de uma limpeza mais eficiente.

5.3.3 Corrosão das armaduras

Segundo Grochoski e Helene (2008), o processo corretivo da corrosão depende do nível de oxidação em que a estrutura se encontra. O autor afirma que a corrosão não ocorre em toda barra e que existem zonas de maiores e menores intensidades, respectivamente denominadas regiões catódicas e anódicas. No ânodo ocorre a reação de oxidação e no cátodo a reação de redução. Assim, é importante identificar essas zonas para realizar a recuperação de maneira efetiva.

Previamente à recuperação estrutural, é essencial que a estrutura seja escorada. O passo seguinte consiste no escareamento do concreto com o objetivo de acessar todas as zonas corroídas. Faz-se necessária a retirada de todo o produto da corrosão seguida de limpeza da superfície para retirada de partículas, sem uso de água. Neste momento, deve-se determinar a seção do aço restante e realizar uma estimativa dos danos. Caso a perda de seção da barra seja de até 10% do tamanho original, prossegue-se com a pintura da armadura utilizando resina epóxi, com o objetivo de protegê-la de futuros processos corrosivos. O passo seguinte consiste no apicoamento da superfície do concreto para garantir a aderência com o material de preenchimento, que pode ser um novo concreto ou uma argamassa estrutural.

Se a perda da seção for maior do que 10%, recomenda-se a substituição das partes danificadas da barra, com atenção à amarração e aos trespasses. Em casos abrangentes, pode-se optar pelo

reforço estrutural, que pode ser executado por meio do aumento da seção resistente, pela colagem de uma chapa de aço na base em caso de vigas, pela utilização de malhas com fibras de carbono, entre outras soluções.

Nas marquises, requer-se uma inspeção detalhada, com abertura de janelas para avaliação da deterioração da armadura. Deve-se verificar, principalmente, se há fissuras por sobrecarga na parte superior da estrutura, próximo ao engaste, e se as armaduras tiveram redução considerável na seção. Ainda, é importante avaliar o estado de conservação das vigas de ancoragem das lajes em balanço. Caso se determine risco de desabamento, a estrutura deve ser escorada até sua recuperação. É importante salientar que o escoramento deve ser realizado de “dentro para fora”. Ao colocar uma escora apenas na ponta da estrutura, cria-se um momento positivo elevado, para o qual ela não foi projetada. Portanto, o ideal é priorizar as escoras mais próximas ao engaste, que atuam de maneira a reduzir o momento negativo da estrutura sem grandes implicações nas demais solicitações.

5.3.4 Fissuras

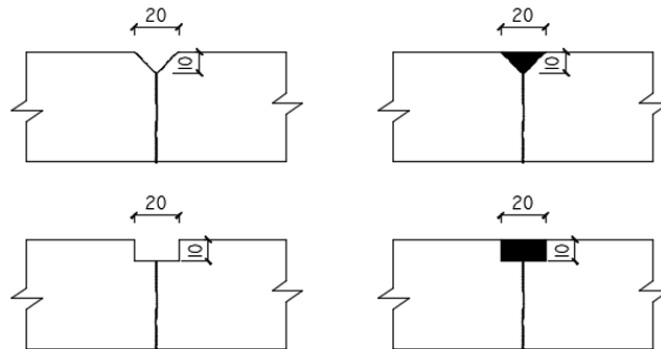
Para Dal Molin (1988), dependendo do grau de significância dos danos, as medidas de correção de fissuras podem envolver reparos localizados, recuperação generalizada ou reforços estruturais. Para definir o procedimento, é fundamental entender se a fissura em questão é ativa ou passiva, isto é, se ela ainda está se movimentando ou se já se encontra estabilizada.

Na correção de fissuras passivas, tem-se por objetivo devolver ao componente a sua integridade original. Isto pode ser realizado por meio da aplicação de materiais rígidos, como as resinas epóxi. O primeiro passo do procedimento de aplicação consiste na abertura em formato “V” com profundidade de aproximadamente 5mm no entorno da fissura e colagem de um adesivo estrutural para fazer a interface com a resina. Após, deve-se injetar a resina utilizando-se bicos de perfuração, em alumínio ou PVC, e atentando-se para o preenchimento completo da fissura. Se as fissuras passivas foram muito pequenas, também pode-se realizar uma “maquiagem” por meio de um revestimento, que deve possuir boa aderência e espessura considerável para cobrir as imperfeições.

Por outro lado, em fissuras ativas, devem ser utilizados materiais de reparo capazes de acomodar as tensões na estrutura. Dal Molin (1988) destaca dois métodos principais. No

primeiro, sugere considerar a fissura como uma junta de dilatação e aplicar material flexível, como selantes. Previamente ao processo de aplicação, deve-se preparar a superfície com material não aderente, como a fita crepe. Em fissuras pequenas, recomenda-se o alargamento da abertura para melhor absorção das tensões no local. Por outro lado, em fissuras mais expressivas, podem ser realizadas aberturas maiores ou posicionadas espumas limitadoras de profundidade abaixo do selante para preenchimento do vão.

Figura 46 – Esquema de aplicação do produto na fissura



(Fonte: Thomaz, 1989)

O segundo método consiste na aplicação de pinturas flexíveis, que podem ou não ser reforçadas com uma tela fina de nylon. Para tal, deve-se realizar a limpeza do substrato, imprimir a superfície, em caso de uso de telas, fixá-las sobre as fissuras com a própria tinta diluída, aplicar a tinta conforme orientações do fornecedor e finalizar com o acabamento usual, como textura e tinta acrílica ou PVA, a depender do local.

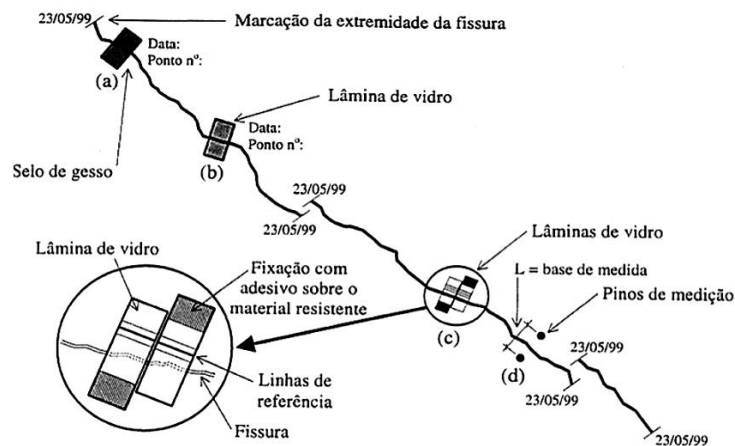
Para definir o comportamento da fissura, sugere-se o monitoramento da sua evolução. Klein e Silva Filho (2009) indicam primeiramente a realização do mapeamento, no qual deve ser registrada a posição, extensão e abertura, esta última a ser medida em alguns pontos significativos ao longo da extensão. Estas leituras devem ser repetidas regularmente, atentando-se para possíveis variações. A partir desse processo, almeja-se identificar os movimentos e tensões que possivelmente geraram a fissura.

As técnicas mais utilizadas para medição são as lâminas de gesso, lâminas de vidro e pinos. A primeira é a mais simples e permite avaliar se há movimentação do local devido ao rápido rompimento do gesso. A técnica das lâminas de vidro é a mais recomendada, pois possibilita a avaliação da evolução da abertura com a menor intervenção. É executada pelo

posicionamento de duas lâminas justapostas, uma fixada na base de cada lado da fissura. São marcadas linhas de referência, que permitem medir o deslocamento entre elas.

Por fim, também pode-se utilizar o método de pinos. O ideal, conforme Campagnolo e Silva Filho (2003), é que seja fixado um pino a aproximadamente 50mm de um lado da fissura e dois pinos do outro, formando um triângulo. Da mesma maneira, realiza-se a marcação e acompanha-se a evolução da distância entre eles. Klein e Silva Filho (2009) salientam que, caso necessário, deve-se realizar a abertura de janelas de inspeção, com o objetivo de avaliar se as fissuras atingem somente os elementos de revestimento ou se afetam os elementos de base.

Figura 47 – Métodos de medição de progressão de fissuras



(Fonte: Silva Filho e Helene, 2011)

Em casos em que as fissuras estão associadas a uma gama de outras manifestações patológicas no revestimento argamassado, a alternativa mais econômica e eficiente é a substituição do revestimento. Além disso, em fissuras causadas por problemas estruturais ou de fundação, recomenda-se a realização de uma análise da estabilidade dos elementos para evitar reincidências e danos mais graves à edificação.

5.3.5 Deterioração dos revestimentos

Em revestimentos argamassados com indícios de perda de aderência e coesão, torna-se necessária a substituição dos componentes. Para esta intervenção, Veiga e Faria (2018) destacam os principais critérios a serem considerados, uma vez que a edificação em análise possui valor histórico. A saber:

- Compatibilidade e eficácia;
- Durabilidade do reboco e do sistema de vedação/acabamento;
- Reversibilidade da intervenção.

Nesse sentido, ao preencher lacunas de revestimentos em construções antigas, deve-se atentar para não desencadear novos mecanismos de degradação nos elementos. Para tal, é importante realizar a caracterização do revestimento original por meio da investigação dos seus componentes e propriedades. Assim, obtém-se as informações necessárias para garantir a compatibilidade de desempenho químico, físico e mecânico entre os materiais novos e antigos.

Além disso, é importante atentar-se à degradação tanto natural como acelerada dos elementos construtivos, que remete a variadas origens. Portanto, deve-se optar, na medida do possível, por elementos mais resistentes às condições ambientais. Deve-se, ainda, considerar a possibilidade de remoção futura dos elementos em trabalhos de manutenção, a ser realizada objetivando não gerar danos nos elementos originais. Além disso, previamente à intervenção, é importante atentar para a preparação do substrato, para o umedecimento da base – com o objetivo de reduzir a absorção de água da argamassa - e para a aderência entre a base e o novo revestimento. Após a cura do revestimento argamassado, prossegue-se para a pintura.

Para a recuperação dos sistemas de pintura, primeiramente deve-se realizar a raspagem da parcela que apresenta descascamentos, seguida pela limpeza do substrato e aplicação de um fundo selador. Após, deve-se realizar a aplicação de uma massa - acrílica para fachadas devido à maior exposição e PVA para ambientes internos. Por fim, recomenda-se a aplicação de no mínimo duas demãos de tinta acrílica para acabamento. Em locais que demandam recuperação do sistema apenas com a repintura, deve-se dispor atenção especial para a limpeza e preparação da superfície, pois a presença de partículas de poeira e sujidades prejudicam a aderência da nova camada. Além disso, de maneira similar ao revestimento, nas repinturas é importante conhecer as propriedades da tinta original para garantir a compatibilidade, uma vez que as tintas à base de cal são mais porosas. Ainda, Uemoto (2002) recomenda que a aplicação da pintura seja realizada sob condições ambientais apropriadas, com temperatura entre 10°C e 40°C, umidade relativa do ar abaixo de 90% e ausência de chuva e ventos fortes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, reitera-se a importância da conservação da edificação do antigo Engenho Roesch para a manutenção do patrimônio histórico-cultural de Cachoeira do Sul e para a memória dos cachoeirenses. Entende-se que, devido às transformações econômicas e sociais, a retomada do uso original não é viável. Contudo, existem variadas possibilidades de restauro visando reocupação para atividades de cunho cultural, comercial e gastronômico, preservando-se as características arquitetônicas da edificação.

Diante das análises realizadas, foi possível concluir que a umidade se apresenta como um fator preponderante nas manifestações patológicas observadas. A ausência de lajes de cobertura, o desgaste das estruturas de sustentação do telhado e a falta de impermeabilização nas fundações contribuíram para a entrada de água em diferentes partes da edificação, resultando em deterioração dos componentes devido à formação de manchas, corrosão e fissuras. Para solucionar os problemas de estanqueidade, deve-se priorizar a recuperação da cobertura e das esquadrias de fachada, substituindo os materiais danificados. Além disso, a aplicação de técnicas como hidrofugação e fotocatalise pode ajudar a reduzir a formação de manchas nos revestimentos.

A intervenção nos problemas de corrosão de armaduras exige uma abordagem cuidadosa, incluindo o escoramento da estrutura, o escareamento do concreto, a análise da perda de seção das barras e a aplicação de técnicas de reforço estrutural, quando necessário. Destacam-se as marquises das fachadas sul e leste como elementos que requerem investigação mais aprofundada desta manifestação patológica. A análise de fissuras, seja ativas ou passivas, demandam métodos específicos de correção, como a aplicação de materiais flexíveis ou rígidos, de acordo com a natureza da abertura. O monitoramento da sua evolução também é fundamental para determinar o melhor instrumento de reparo.

Na recuperação dos revestimentos, é essencial considerar a compatibilidade dos materiais, a durabilidade dos sistemas e a reversibilidade das intervenções. Ao substituir revestimentos argamassados, principalmente em edificações antigas, deve-se assegurar que a intervenção não cause danos adicionais à estrutura. Assim, o conhecimento das propriedades dos materiais originais é essencial para garantir uma recuperação efetiva.

Em síntese, a restauração de edificações históricas requer uma abordagem criteriosa. As soluções propostas, baseadas em princípios de compatibilidade, eficácia e durabilidade, visam preservar o valor histórico da edificação enquanto mitigam os problemas de degradação. A combinação de técnicas tradicionais e inovadoras pode resultar em uma intervenção bem-sucedida que prolongue a vida útil da edificação e preserve sua integridade arquitetônica ao longo do tempo.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente trabalho abordou de maneira qualitativa e visual o estado de conservação da edificação do antigo Engenho Roesch. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de estudos específicos e mais detalhados com enfoque em um dos tipos de manifestação patológica observados. Dentre as inúmeras possibilidades, recomenda-se o desenvolvimento de estudos e ensaios com os seguintes fins:

- a) Reconstituição de traço dos revestimentos;
- b) Estimativa da resistência mecânica das estruturas de concreto armado;
- c) Estimativa da seção das armaduras;
- d) Avaliação das profundidades de carbonatação;
- e) Acompanhamento do comportamento das fissuras;
- f) Testes de soluções para limpezas das fachadas;
- g) Elaboração de projeto de reforço estrutural para determinado ambiente considerando uso comercial;
- h) Avaliação do risco estrutural nas marquises.

Além disso, podem ser realizadas análises quantitativas do estado de conservação por meio da atribuição de índices de deterioração aos danos, bem como pela utilização do método de mensuração de danos (MMD) em revestimentos de fachada.

REFERÊNCIAS

- ADDLESON, L. **Building failures, a guide to diagnosis, remedy and prevention**. 3rd Edition - Oxford. Butterworth&Heinemann, 1992.
- ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. **Tecnologia de Edificações**, São Paulo, 1988.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E-632-82: Standard Practice for Developing Accelerated Tests to Aid Prediction of the Service Life of Building Components and Materials**. WestConshohocken, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.
- _____. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013
- _____. **NBR 15575-5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas - Referências - Elaboração**. Rio de Janeiro, 2013
- _____. **NBR 16747: Inspeção Predial: Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimento**. Rio de Janeiro, 2020.
- _____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2023.
- BARBOZA, N. **O pato a ser pago**. **REVISTA TÉCNICA**. São Paulo, 2016.
- BARROS, M. M. B. **Patologias em Revestimentos Verticais**. EPUSP. São Paulo, 1997.
- BASTOS, P. S. S. **Estruturas de Concreto Armado – UNESP**. São Paulo, 2014.
- BAUER, R. J. F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorganica. In: II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**, 1997, Salvador.
- BOENO, L. Projeto urbanístico: **Cidade nos Trilhos**. TCC – UFSC. Florianópolis, 1999
- BRITO, J. **Diagnóstico, patologia e reabilitação de revestimentos de paredes**. Lisboa, 2004.
- CABAÇA, S. **Humidade Ascendente em Paredes de Edifícios Antigos. Processos de Reabilitação e Prevenção**”. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2001.
- CAMPAGNOLO, J. L.; SILVA FILHO, L. C. P. **Levantamento e Monitoramento da Fissuração em Elementos Estruturais**. Caderno LEME/03. Porto Alegre, 2003.
- CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. São Paulo, 1988.

DAL MOLIN, D. C. C. **Fissuras em Estruturas de Concreto Armado: Análise das Manifestações Típicas e Levantamento de Casos Ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado). UFRGS. Porto Alegre, 1988.

DUARTE, R. B. **Boletim Técnico: Fissuras em Alvenarias: Causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação**. Porto Alegre, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Atlas climático da região sul do Brasil**. Brasília, 2012.

FEILDEN, B. M. **Conservation of historic buildings: technical studies in the arts, archaeology and architecture**. England: Butterworth, 1982.

FIORETTI, B. G. **Avaliação do desempenho de hidrofugantes para revestimentos pétreos quanto à absorção de água e alteração de cor**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – UFRGS. Porto Alegre, 2010.

FREITAS, V. P.; TORRES, M. I. M.; GUIMARÃES, A. S. **Humidade Ascensional**. Porto, 2008.

GONÇALVES, A. L. **Erros de Projeto – Estruturas de concreto**. Revista “Engenharia”. Edição Nº 575 no Instituto de Engenharia de São Paulo. São Paulo, 2006.

GONÇALVES, M.O. **Marquises de concreto armado da cidade de Viçosa-MG: manifestações patológicas, inspeção e avaliação de grau de deterioração**. Viçosa, 2011.

GROCHOSKI, M.; HELENE, P. **Sistemas de reparo para estruturas de concreto com corrosão de armaduras**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2008.

HELENE, P. R. L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, 1988.

HELENE, P. R. L. **A Nova NB 1/2003 (NBR 6118) e a Vida Útil das estruturas de Concreto**. Porto Alegre, 2004.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Manual – Elaboração de Projetos para intervenções em Bens culturais móveis e integrados**. 2018. _____. **Cadernos Técnicos Nº 1: Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. Programa Monumenta – 2005.

INSTITUTO DA HABITAÇÃO E REABILITAÇÃO URBANA. **Património Arquitectónico — Kits - património, nº 3**. Lisboa, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823: General principles on the design of structures for durability**. 2008.

KEMPTER, E. D. **O lugar do patrimônio industrial**. Tese de doutorado - Departamento de História do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

KLEIN, D. L.; SILVA FILHO, L. C. P. **Introdução à Patologia das Estruturas de Concreto**. Porto Alegre, 2009.

LERSCH, I. M. Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003

MARANHÃO, F. L. Método para redução de manchas nas vedações verticais Externas de Edifícios. Tese (Doutorado) – EPUSP. São Paulo, 2009.

NUEVA, M. M. A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação. Escola Politécnica UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, A. M. Fissuras e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. UFMG. Belo Horizonte, 2012.

PATIÑO, G. L. Chimeneas industriales para una generación de constructores valencianos. Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construction Burgos, Espanha, 2007.

PERES, R. M. Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – UFRGS. Porto Alegre, 2001.

PEREZ, A R. Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água da chuva pelas fachadas. São Paulo, 1985.

POSSAN, E. Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

RESENDE, M. M. Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos. São Paulo, 2004.

ROSTAM, S. Durability of concrete structures - The CEB - FIP approach. Rio de Janeiro, 1991.

SABINO, R. Patologias causadas por infiltração em edificações. São Paulo, 2019.

SALES, J. C.; SILVA, I. S. Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. IX Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras. Cinpar, 2013

SELBACH, J. F. Expansão econômica em Cachoeira do Sul (RS), décadas de 1930-1940. História Unisinos, São Leopoldo, 2018.

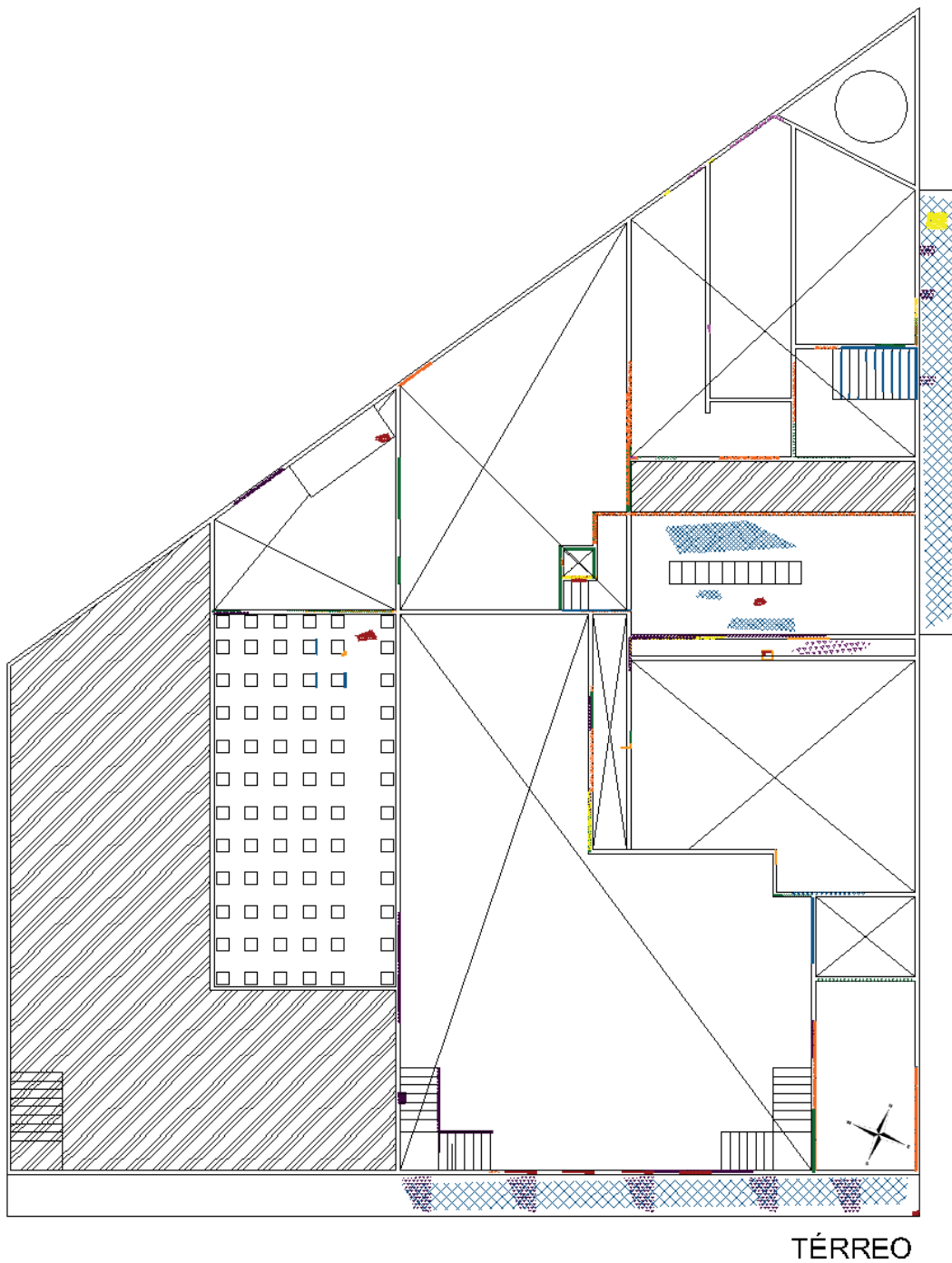
SILVA FILHO, L. C. P.; HELENE, P. Análise de Estruturas de Concreto com Problemas de Resistência e Fissuração. IBRACON. Porto Alegre, 2011.

SMOLCZYK, H. G. Discussion of principal paper on carbonation of concrete by Hamada. Tokyo, 1968.










SOUZA. V. C. M; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, 1998.

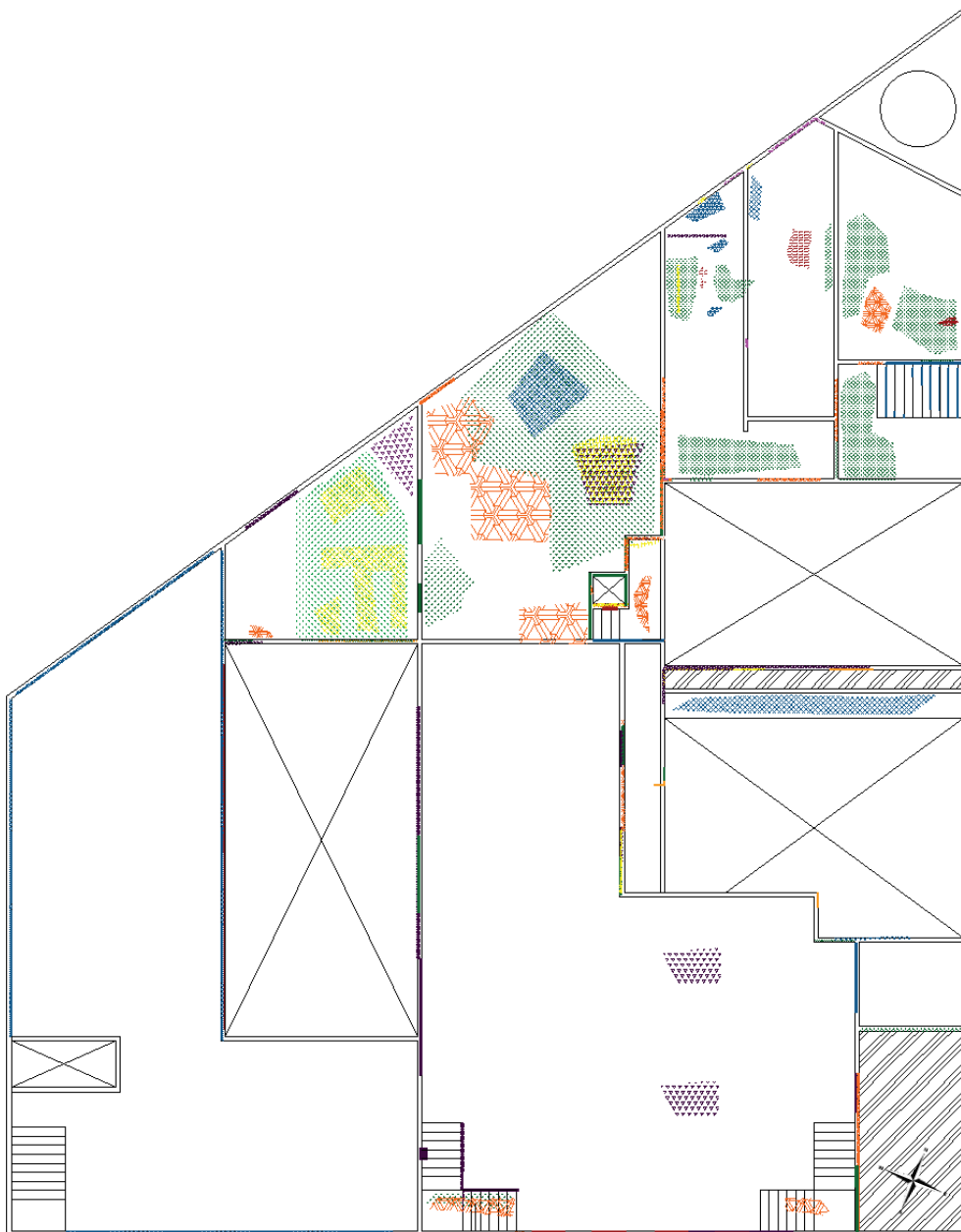
- TEIXEIRA, A. S. M. S. G. **Caracterização Experimental do Funcionamento de Sistemas de Ventilação da Base das Paredes para Tratamento da Humidade Ascensional**. Porto, Portugal, 2007.
- THEISSING, E. M. **Survey of 62-SCF committee**. *Materiaux et Constructions*. 1984.
- THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. São Paulo, 1989.
- TINOCO, J. E. L. **Telhados tradicionais – patologias, reparos e manutenção**. Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Olinda, 2007.
- TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos: Recomendações básicas**. Olinda, 2009.
- UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescência**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 1988.
- UEMOTO, K. L. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. São Paulo, 2002.
- VEIGA, M. R. **Comportamento de argamassas de revestimento de paredes. Tese de doutorado - L.N.E.C**. Lisboa, 1998.
- VEIGA, M. R. **Argamassas de conservação como elementos multifuncionais e dinâmicos**. Aveiro, Portugal, 2012.
- VEIGA, M. R.; FARIA, P. **O papel das argamassas na durabilidade das alvenarias antigas. Conferência Internacional sobre Reabilitação de Estruturas Antigas de Alvenaria**. Lisboa, 2018.
- VERÇOSA, E. J. **Materiais de construção I**. Porto Alegre, 1987.
- VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, 1991.
- YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. São Paulo, 2009.

APÊNDICE A – Mapas de danos na edificação do antigo Engenho Roesch












Legenda:

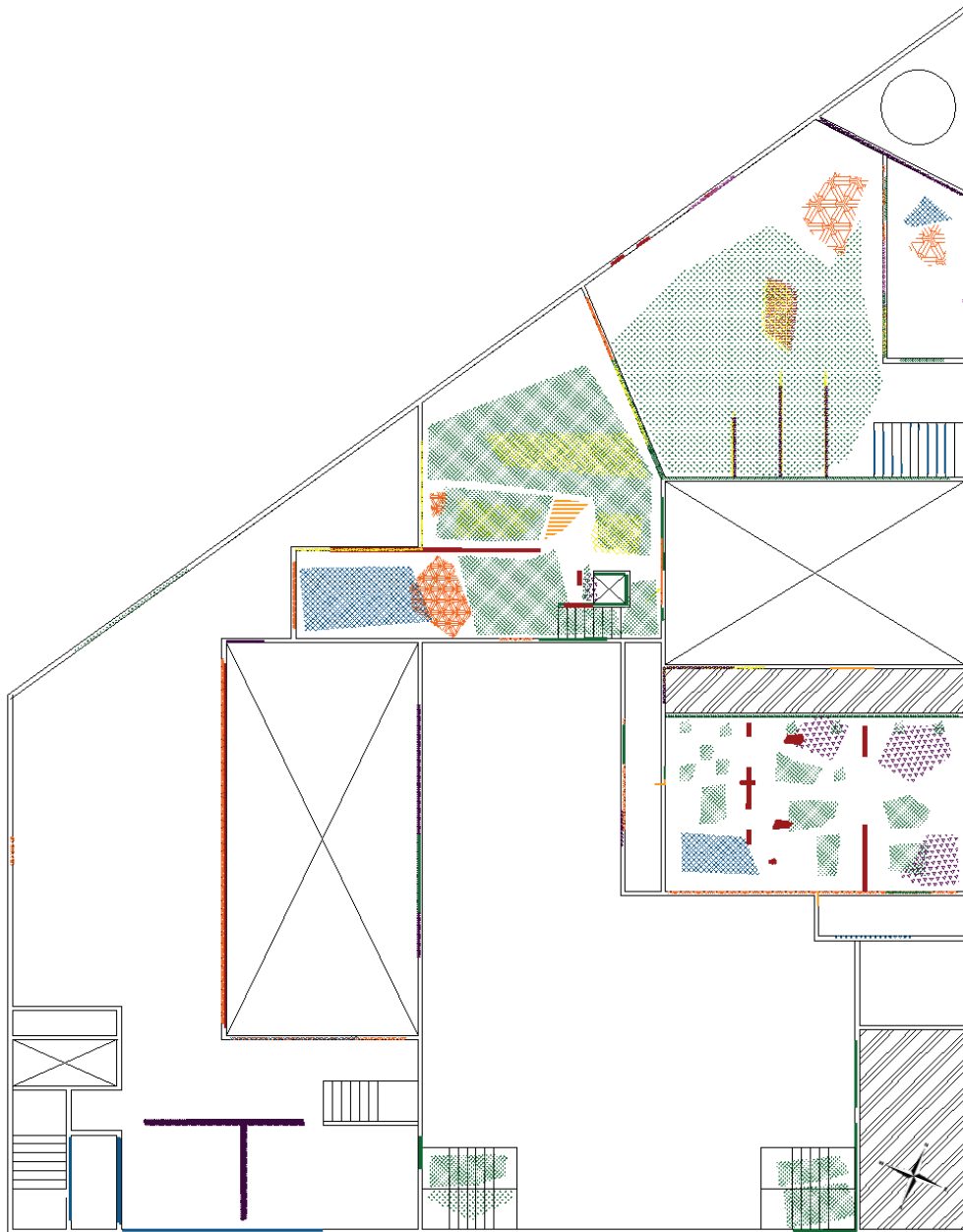
	Corrosão de armaduras		Degradação da pintura		Perda de coesão do revestimento
	Fissuras		Manchas esverdeadas e musgo		Perda de aderência do revestimento
	Deslocamento de cerâmica		Manchas de mofo e sujidades		*Não inspecionado



SEGUNDO PAVIMENTO










Legenda:

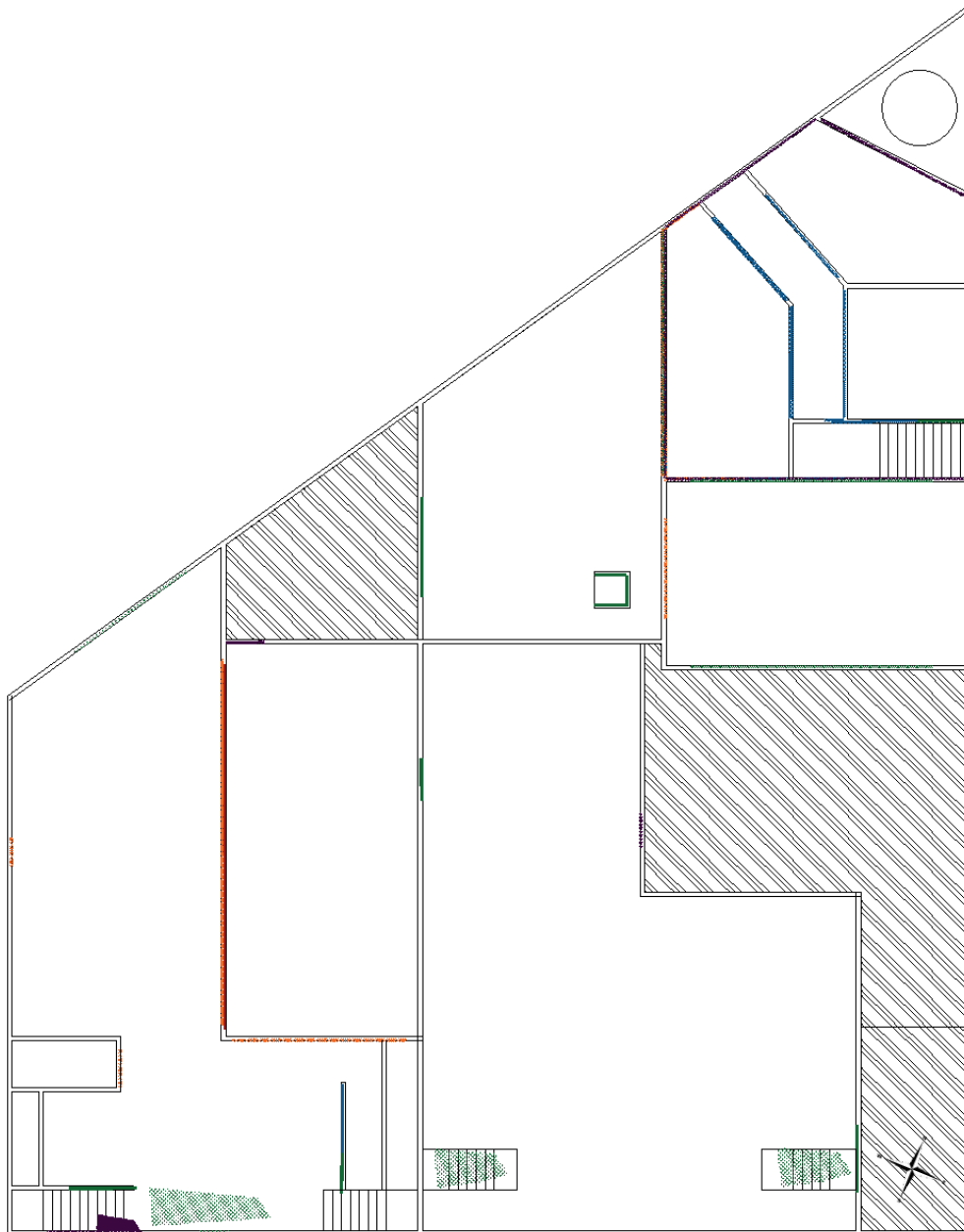
 Corrosão de armaduras	 Degradação da pintura	 Perda de coesão do revestimento
 Fissuras	 Manchas esverdeadas e musgo	 Perda de aderência do revestimento
 Desplacamento de cerâmica	 Manchas de mofo e sujidades	 *Não inspecionado



TERCEIRO PAVIMENTO










Legenda:

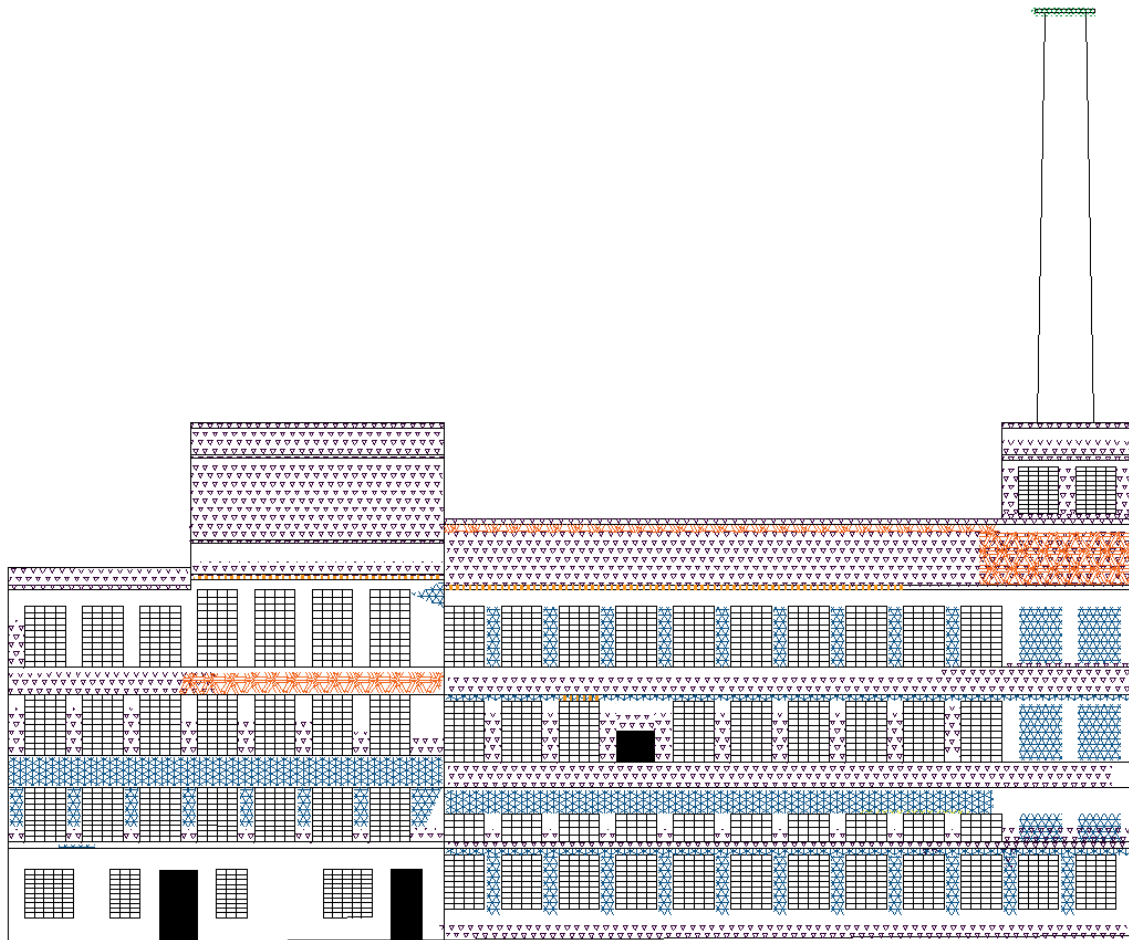
 Corrosão de armaduras	 Degradação da pintura	 Perda de coesão do revestimento
 Fissuras	 Manchas esverdeadas e musgo	 Perda de aderência do revestimento
 Deslocamento de cerâmica	 Manchas de mofo e sujidades	 *Não inspecionado



QUARTO PAVIMENTO










Legenda:

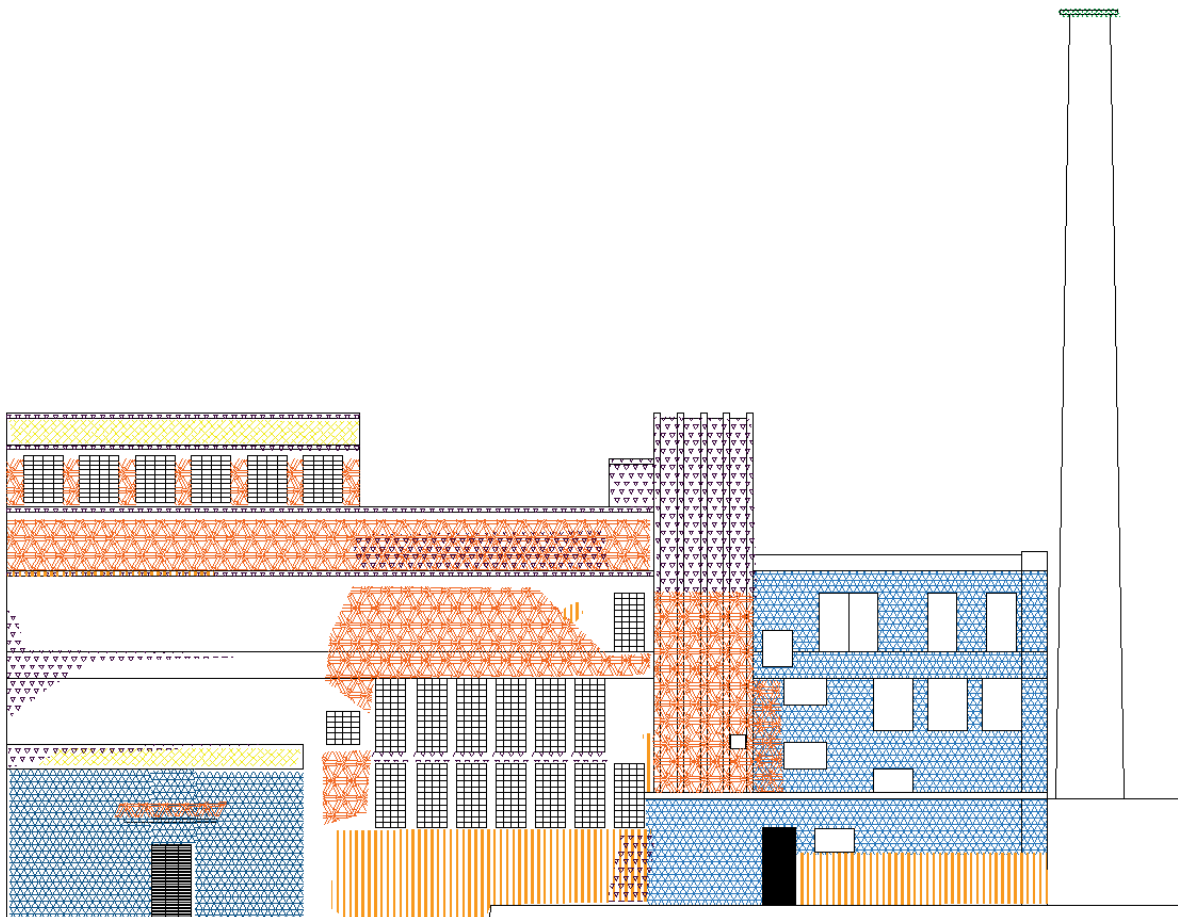
 Corrosão de armaduras	 Degradação da pintura	 Perda de coesão do revestimento
 Fissuras	 Manchas esverdeadas e musgo	 Perda de aderência do revestimento
 Deslocamento de cerâmica	 Manchas de mofo e sujidades	 *Não inspecionado



FACHADA SUL










Legenda:

	Corrosão de armaduras		Degradação da pintura		Perda de coesão do revestimento
	Fissuras		Manchas esverdeadas e musgo		Perda de aderência do revestimento
	Deslocamento de cerâmica		Manchas de mofo e sujidades		*Não inspecionado























FACHADA LESTE











Legenda:

	Corrosão de armaduras		Degradação da pintura		Perda de coesão do revestimento
	Fissuras		Manchas esverdeadas e musgo		Perda de aderência do revestimento
	Deslocamento de cerâmica		Manchas de mofo e sujidades		*Não inspecionado











**APÊNDICE B – Fichas de identificação de danos na edificação do antigo
Engenho Roesch**











FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 1/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Formação de musgo e eflorescência.
	Componente afetado: Revestimento de laje e parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Espalhamento das manchas devido ao carregamento pela umidade de percolação e infiltração nos elementos; • Pigmentação verde proveniente da vegetação da cobertura; • Deposição de sais devido à interação química da água com o revestimento argamassado.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza com jateamento de água e produtos químicos, principalmente soluções básicas; • Avaliação e substituição de possíveis pontos de pulverulência na argamassa de revestimento; • Aplicação de nova camada de pintura. 	
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 2/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Deslocamento de placas cerâmicas.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Fim da vida útil do sistema. • Exposição prolongada à umidade e variação de temperatura, causando dilatação das placas, gerando tensões e consequente desprendimento das peças em relação à argamassa. • Na primeira imagem, o revestimento cerâmico está inserido em uma parede de contorno, exposta aos fatores ambientais externos, como variações de temperatura, o que pode ter contribuído ainda mais para a sua deterioração. Além disso, o dano está localizado abaixo de uma esquadria deteriorada, facilitadora da entrada de água no local. • Na segunda imagem, observa-se que o revestimento já foi em parte substituído e voltou a desprender-se na parte central da parede, indicando uma provável fonte de umidade.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição de todo o sistema, com instalação de novo revestimento esteticamente similar, considerando juntas de dilatação. 	

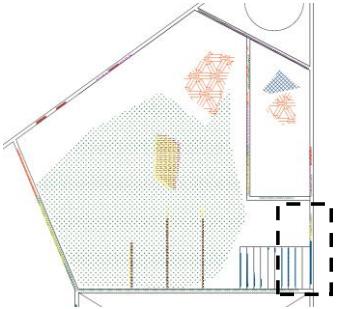









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 3/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Corrosão de armaduras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Laje (Parte inferior).
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Cobrimento insuficiente da armadura; • Favorecimento do deslocamento pelo acúmulo de tensões nas proximidades das instalações elétricas.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escareamento do concreto e abertura de janelas de inspeção para verificação dos locais atingidos; • Retirada do produto da corrosão e preenchimento com argamassa estrutural. 	

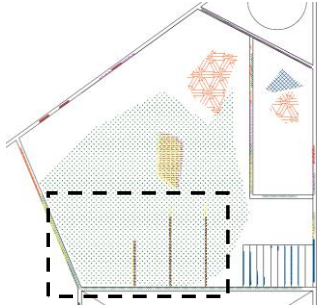









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 4/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Descascamento da pintura e fissuração do revestimento.
	Componente afetado: Revestimentos de laje e pilares.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de umidade pela esquadria e percolação pela laje e pilar.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Retirada da camada de tinta danificada, aguardo pela secagem do substrato e aplicação de nova pintura; • Nos locais com deterioração do revestimento argamassado, realizar também sua retirada e substituição, atentando para a compatibilidade entre o material novo e o antigo. 	

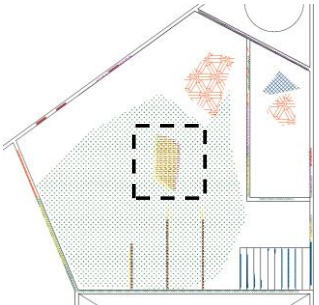









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 5/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Descolamento de cerâmica, pulverulência do revestimento e manchas de umidade.
	Componente afetado: Alvenaria e revestimento de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Corrosão da tubulação hidráulica de aço, causando expansão e consequentes danos nos elementos construtivos do entorno.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição das instalações hidrossanitárias da edificação, troca dos materiais em aço por PVC. • Preenchimento do revestimento com argamassa de reboco e colagem de novo revestimento cerâmico no local. 	

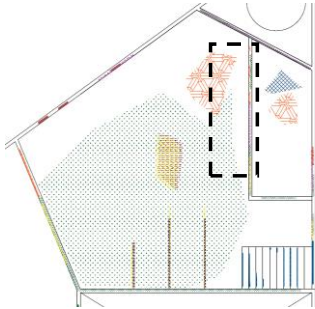









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 6/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas, fissuração, corrosão, pulverulência do revestimento e infestação por musgo e mofo.
	Componente afetado: Laje (parte inferior), revestimentos de laje e viga.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água pela laje trazendo consigo pigmento verde da vegetação da cobertura e marrom da corrosão das armaduras. Fissura expandida pela proliferação de organismos vegetais; • Manchas pretas circulares nas bordas indicam presença de mofo.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escareamento do concreto e abertura de janelas de inspeção para verificação das armaduras atingidas pela corrosão; Retirada do produto da corrosão e preenchimento com argamassa estrutural; • Substituição do revestimento argamassado e pintura. 	

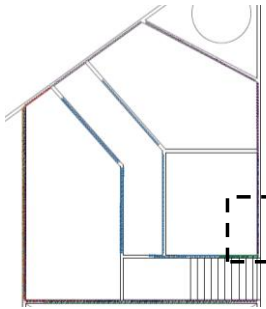









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 7/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissura, deslocamento cerâmico, pulverulência e manchamento.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Infiltração da água pelas lajes e esquadrias; • Envelhecimento natural dos sistemas de acabamento; • Pobreza do traço no revestimento argamassado; • Expansão da cerâmica por umidade; • Provável recalque diferencial de fundação gerando fissura inclinada.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição do revestimento cerâmico, atentando-se para a execução de juntas de movimentação ou aumento da largura das juntas de assentamento • Substituição do revestimento argamassado e aplicação de nova pintura. • É importante, também, monitorar a fissura inclinada, com o objetivo de verificar se está ativa ou passiva para tratamento e avaliar necessidade de intervenção na fundação. 	

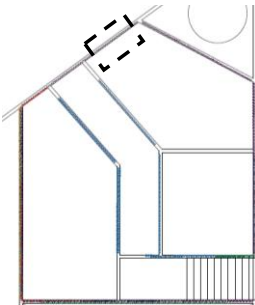









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 8/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissuras mapeadas, descascamento de pintura e presença de musgo.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Perda de desempenho dos revestimentos devido ao envelhecimento natural; • Retração por secagem da argamassa devido à umidade e perda de aderência entre as camadas da pintura; • Umidade propícia para formação de bolor.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química no revestimento; • Retirada de toda a pintura do local e do revestimento argamassado nos pontos mais afetados. 	

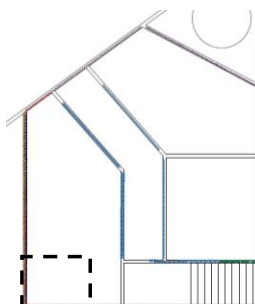









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 9/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas, fissuras, biodeterioração e flecha excessiva.
	Componente afetado: Revestimento de lajes, vigas, pilares e paredes.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água da chuva pelos poros da laje, contribuindo para a abertura das fissuras e formação de musgos e mofo; • Possível deterioração das armaduras, pois a laje aparenta ter flecha excessiva e não foi identificada sobrecarga no pavimento superior.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escoramento da laje e abertura de janelas de inspeção na estrutura para avaliação das armaduras; • Verificação se as fissuras estão apenas no revestimento ou se se estendem às lajes. No último caso, verificação da movimentação da abertura para definição do tratamento; • Limpeza química no revestimento; • Substituição do revestimento argamassado e da pintura. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 10/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Trinca passante na laje com presença de musgo e manchas escuras.
	Componente afetado: Laje e revestimento.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Segundo pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água da chuva pelos poros da laje, contribuindo para a abertura das fissuras e formação de musgo e mofo; • Possível deterioração das armaduras devido às manchas marrons que indicam corrosão.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escoramento da laje e abertura de janelas de inspeção na estrutura para avaliação dos danos nas armaduras (provável necessidade de substituição); • Verificação da movimentação da fissura para definição do tratamento; • Limpeza química e com jateamento para retirada das manchas e organismos vegetais; • Substituição do revestimento argamassado, da pintura e do revestimento de piso no pavimento superior. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 11/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissuras mapeadas, musgo, descascamento da pintura, pulverulência do revestimento e descolamento de cerâmica.
	Componente afetado: Revestimento de laje e parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Elevado índice de umidade; • Retração da argamassa por secagem; • Envelhecimento do sistema de revestimento cerâmico; • Expansão por umidade de cerâmica.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Abertura de janelas de inspeção na laje para avaliação da deterioração das armaduras; • Substituição do revestimento argamassado, pintura e revestimento cerâmico, neste último optando por peças similares às originais e com baixa EPU. 	

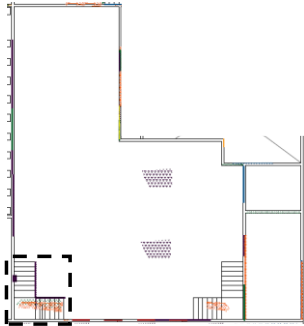









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 12/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Biodeterioração, descascamento da pintura, fissuras mapeadas e musgo.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Quarto pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Telhado completamente deteriorado devido à ação dos ventos, gerando alta suscetibilidade do ambiente às ações climáticas, como chuvas, ventos e irradiação solar.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Retirada da vegetação; • Limpeza química e por jateamento; • Substituição completa da pintura. 	

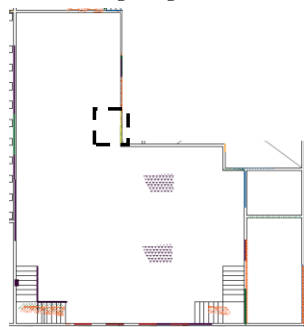









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 13/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Perda de aderência e coesão do revestimento, manchas escuras, mofo e eflorescência.
	Componente afetado: Revestimento de vigas (Platibanda).
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Quarto pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de umidade no material residual dos telhados; • Ausência de capeamento das vigas da platibanda;
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química do revestimento acima do contorno do telhado; • Substituição do revestimento nos pontos com perda de aderência e coesão; • Aplicação de pintura acrílica para proteção da estrutura; • Instalação de capeamento com pingadeira no topo da platibanda. 	

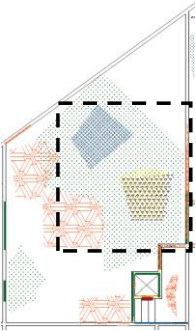









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 14/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Presença de vegetação e descascamento da pintura
	Componente afetado: Revestimento de parede e de piso.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Quarto pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Deterioração do telhado, causando exposição do local à umidade e à luz solar.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Retirada da vegetação; • Verificação de possíveis danos na laje; • Substituição do piso de madeira; • Substituição da pintura. 	

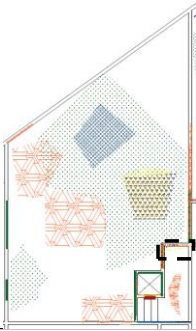









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 15/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas, descascamento da pintura e pulverulência do revestimento.
	Componente afetado: Revestimentos de parede.
	Local: Alojamentos.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água da chuva; • Corrosão, conforme padrão de fissuração no alinhamento das armaduras positivas da viga; • Presença de musgo devido à umidade.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química das manchas; • Substituição do revestimento afetado; • Retirada da tinta residual e aplicação de nova pintura. 	

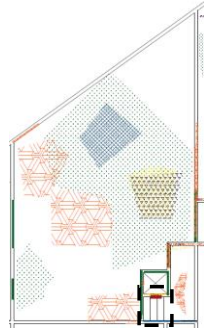









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 16/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Trincas, deslocamento e empolamento do revestimento.
	Componente afetado: Vigas de ancoragem da marquise sul e revestimento.
	Local: Salão principal.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água da chuva pelas esquadrias deterioradas, favorecendo a corrosão das armaduras e trincas no concreto, com tendência ao deslocamento. Na parte externa, há uma marquise abaixo da esquadria superior, que está atuando como local de empocamento de água; • Perda de coesão do revestimento mediante umidade constante.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escareamento do concreto, avaliação da perda de seção da armadura, limpeza do produto corrosivo e preenchimento com argamassa estrutural. Caso se perceba perda maior do que 10% da seção do aço (provável), substituição das barras ou execução de reforço. A intervenção é importante pois nas vigas está ancorada uma marquise onde há tráfego de pessoas. • Impermeabilização e garantia de caimento da marquise, atentando para a verificação da resistência à sobrecarga; • Substituição do revestimento pulverulento. 	

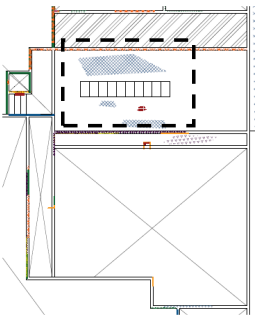









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 17/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas de musgos e descascamento e abrasão da pintura.
	Componente afetado: Escada
	Local: Salão principal.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água da chuva proveniente das aberturas no telhado, que prejudica a aderência da tinta ao substrato, carrega sujidades e favorece a formação de microorganismos.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química do revestimento, raspagem da pintura, aguardo pela secagem da base, aplicação de fundo selador, massa corrida e duas demãos de tinta no local. 	

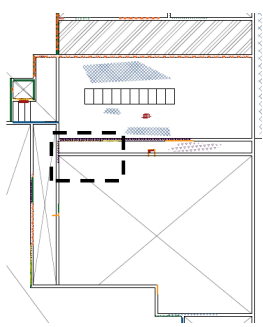

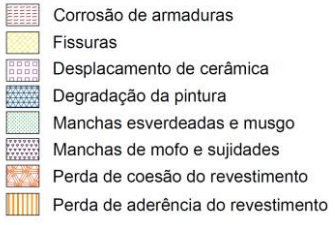
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 18/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas de musgos, mofo e fissuras mapeadas.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Salão principal.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade infiltrada para o pavimento pelas aberturas existentes nas lajes. As manchas estão localizadas no caminho de percolação da água, que carrega consigo sujidades e microorganismos. • As fissuras também foram identificadas apenas nos locais de percolação da água, por isso pode-se inferir que a causa principal remete às movimentações higroscópicas.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química e com jateamento no revestimento. Aplicação de fundo preparador seguido de pintura flexível. Execução de acabamento com massa corrida e pintura acrílica. 	

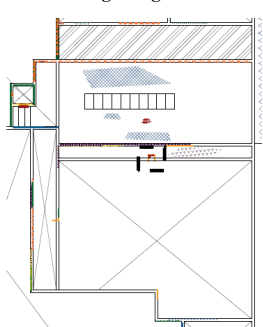

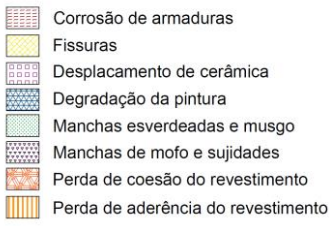
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 19/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas de musgos, mofo, fissuras e perda de coesão do revestimento argamassado.
	Componente afetado: Revestimento de lajes, vigas e paredes.
	Local: Salão de fundos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Elevada percolação de água devido à deterioração do telhado no último pavimento e empoçamento no pavimento imediatamente superior. • Infiltração e desenvolvimento de organismos vegetais pelos poros das lajes.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Verificação dos danos na armadura e avaliação da provável necessidade de reforços; • Limpeza química para retirada dos microorganismos; • Substituição do revestimento argamassado e acabamentos. 	

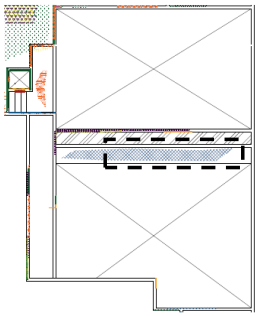









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 20/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Trinca, manchas de corrosão e mofo.
	Componente afetado: Laje, viga e revestimento de parede.
	Local: Salão de fundos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação de água e corrosão das armaduras.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Verificação dos danos na armadura e avaliação da necessidade de reforços; • Preenchimento da trinca após resolução do problema de corrosão; • Limpeza com jateamento; • Repintura. 	

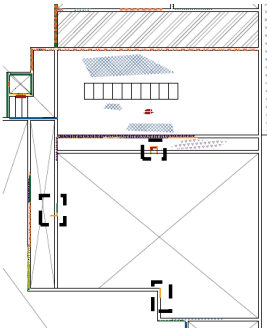









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 21/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrossão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Corrossão das armaduras, deslocamento do concreto, nicho de concretagem e fissuras mapeadas.
	Componente afetado: Escada.
	Local: Salão de fundos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Corrossão das armaduras impulsionada pela umidade e carbonatação do concreto; • Retração superficial do concreto, causando as fissuras mapeadas; • Vibração insuficiente do concreto no momento da concretagem, formando "nichos" que facilitam a entrada de agentes agressivos.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Reforço estrutural da escada, por exemplo, com chapa colada na base; • Preenchimento do nicho de concretagem com argamassa estrutural; • Tratamento das fissuras mapeadas com pintura elástica e fissuras passivas com resina epóxi. 	

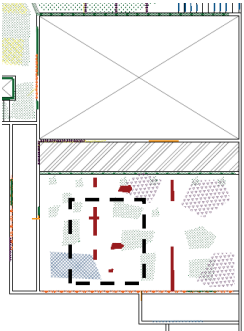









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 22/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrossão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Perda de coesão do revestimento argamassado, descascamento e abrasão na pintura, fissuras, aparente inclinação na laje.
	Componente afetado: Laje, viga e revestimentos.
	Local: Hall - Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade constante e local pouco arejado. • Interrupção da laje para esteira de madeira;
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição total do revestimento argamassado e da pintura; • Avaliação do estado de conservação da armadura da laje, principalmente a negativa. 	

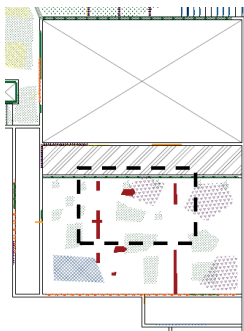









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 23/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Trinca e manchas.
	Componente afetado: Alvenaria e revestimentos.
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplô).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Recalque diferencial de fundação; • Sujidades devido aos produtos da queima; • Desgaste da pintura.
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Verificação da movimentação da trinca para avaliar necessidade de interferência na fundação e realizar tratamento adequado da abertura; • Limpeza química para retirada das manchas; • Repintura.

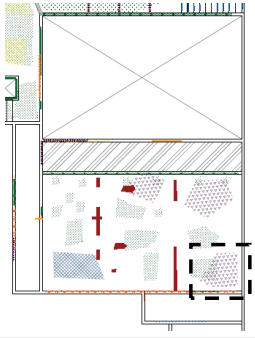







FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 24/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Pilar.
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplô).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Carbonatação do concreto devido à alta concentração de dióxido de carbono. • Maior suscetibilidade das quinas às tensões;
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escareamento do concreto, retirada do produto corrosivo, substituição das parcelas corroídas das barras, preenchimento com argamassa estrutural (importante realizar intervenção apenas mediante escoramento das vigas e lajes). Avaliação para execução de reforço, por exemplo, com aumento de seção).

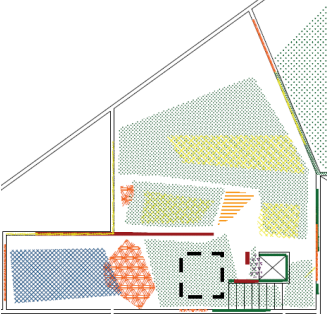









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 25/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	Manifestações Patológicas: Formação de bolhas e descascamento da pintura.
	Componente afetado: Revestimento de laje (Parte inferior).
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Perda de aderência da tinta decorrente do envelhecimento natural e impulsionada pela elevada umidade.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Retirada da camada de pintura, aguardo pela secagem do revestimento, limpeza química e aplicação de nova pintura incluindo fundo preparador e massa corrida. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 26/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	Manifestações Patológicas: Descolamento de revestimento argamassado, lascamento do concreto e formação de eflorescência, bolor e musgos.
	Componente afetado: Pilares e revestimento.
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade ascendente; • Transporte dos sais do concreto para a superfície pela água; • Corrosão das armaduras.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química para retirada de microorganismos e sujidades; • Retirada do produto da corrosão que envolve as armaduras; • Substituição das barras corroidas, pintura com tinta anticorrosiva e recuperação das seções originais dos pilares; • Avaliação da necessidade de reforço; • Substituição do revestimento argamassado. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 27/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Lajes e vigas (parte inferior).
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Infiltração da água, facilitada pelas aberturas na laje; • Alta concentração de dióxido de carbono no local; • Cobrimento insuficiente das armaduras.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Verificação do nível de danos nas armaduras por meio de abertura de janelas de inspeção (mediante escoramento); • Retirada do produto da corrosão e preenchimento das estruturas com argamassa; • Execução de reforço estrutural nas estruturas, principalmente nas vigas. 	

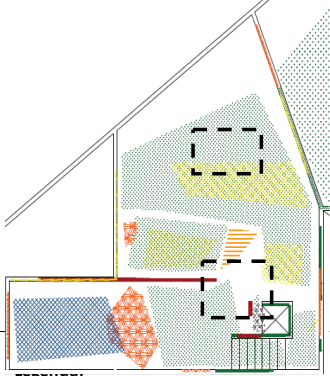








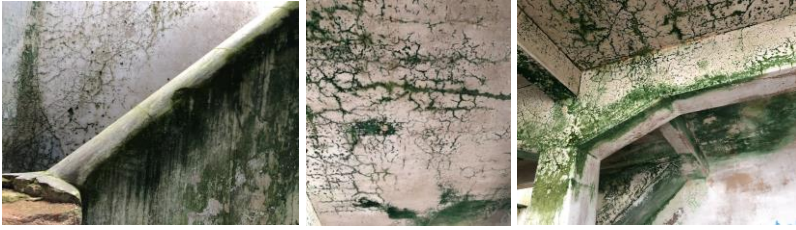
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 28/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Formação de mofo e musgo, descascamento da pintura, pulverulência do revestimento argamassado.
	Componente afetado: Lajes, vigas (parte inferior) e revestimentos.
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Infiltração da água, facilitada pelas aberturas na laje.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química para retirada de microorganismos e sujidades; • Substituição da pintura e, em pontos mais críticos, do revestimento argamassado. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 29/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	Manifestações Patológicas: Formação de mofo e musgo.
	Componente afetado: Lajes (Parte inferior).
	Local: Sala da locomotiva.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento (pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade ideal para desenvolvimento de microorganismos.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química para retirada de microorganismos e sujidades; • Substituição da pintura e, em pontos mais críticos, do revestimento argamassado. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 30/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	Manifestações Patológicas: Manchas e formação de musgo.
	Componente afetado: Lajes (Parte inferior) e vigas.
	Local: Salas administrativas.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Água empoçada com formação de musgo no pavimento superior; • Percolação da água pela laje.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química; • Substituição da pintura. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 31/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Corrosão das armaduras, fissuras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Vigas.
	Local: Salas administrativas.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Aceleração da carbonatação do concreto pela umidade excessiva.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escoramento da viga, escareamento do concreto, retirada do produto corrosivo, avaliação da perda de seção nas armaduras e da necessidade de substituição ou reforço. Após, aplicação de pintura anti-corrosiva nas barras e preenchimento da viga com argamassa estrutural (mediante escoramento); • Substituição do revestimento e pintura para proteção da estrutura. 	


FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 32/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissura.
	Componente afetado: Vigas e alvenaria.
	Local: Salas administrativas.
	Pavimento: Terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Variação térmica, causando dilatações diferenciadas entre alvenaria e concreto; • Encunhamento insuficiente ou ausente.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Abertura de janela de inspeção na extensão da abertura, avaliação da presença de encunhamento. Caso necessário, executar encunhamento com tijolos maciços inclinados, conforme método utilizado em edificações antigas; • Execução de acabamento com repintura. 	

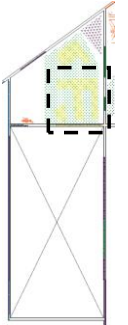
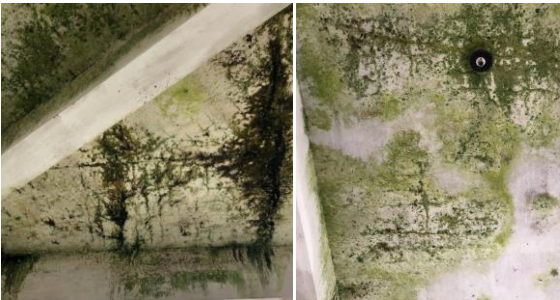








FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 33/52	
<p>Registro gráfico:</p>  <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	<p>Registro fotográfico:</p>  <p>Manifestações Patológicas: Fissuras mapeadas, manchas e musgo.</p> <p>Componente afetado: Escada e revestimentos de parede, laje e viga.</p> <p>Local: Salas administrativas.</p> <p>Pavimento: Terceiro pavimento.</p> <p>Possíveis causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retração da argamassa devido aos movimentos higroscópicos do ciclo de "molha e seca". • Musgo e pigmentação verde decorrentes da proliferação da organismos vegetais no pavimento superior e carregamento pela percolação da água através dos poros das lajes e abertura da escada. <p>Sugestão de intervenção:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química dos revestimentos para remoção do musgo e da pigmentação; • Aplicação de tinta flexível com tela metálica. Substituição do revestimento nos locais mais atingidos, como a parede da escada, e repintura.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 34/52	
<p>Registro gráfico:</p>  <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none">  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento 	<p>Registro fotográfico:</p>  <p>Manifestações Patológicas: Formação de musgo e manchas.</p> <p>Componente afetado: Laje e alvenaria.</p> <p>Local: Salas administrativas.</p> <p>Pavimento: Terceiro pavimento.</p> <p>Possíveis causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ascensão da umidade nas paredes por capilaridade; • Musgo e pigmentação verde decorrentes da proliferação da organismos vegetais no pavimento superior e carregamento pela percolação da água através dos poros das lajes e aberturas da escada e poço do elevador. <p>Sugestão de intervenção:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química para remoção do musgo; • Substituição do revestimento argamassado e repintura.



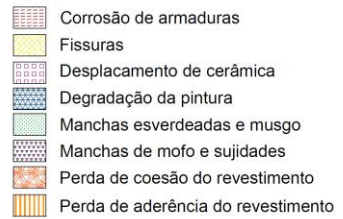
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 35/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Desplacamento do revestimento argamassado e formação de musgo.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Salão de fundos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Ascensão da umidade nas paredes por capilaridade;
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição do revestimento argamassado; • Limpeza química; • Execução de barreira impermeabilizante na alvenaria, conforme item 5.3.1. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 36/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Descascamento e abrasão da pintura e formação de musgo.
	Componente afetado: Revestimento de laje, viga e parede.
	Local: Salão de fundos.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Perda de desempenho do sistema de pintura devido ao envelhecimento; • Umidade por percolação e retenção desta umidade devido à presença de musgos.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição do revestimento argamassado, limpeza química e repintura. 	

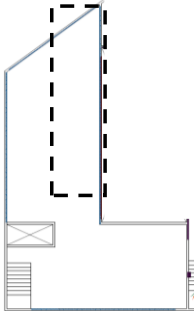









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 37/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Desprendimento de revestimento argamassado e manchas.
	Componente afetado: Revestimento de parede.
	Local: Área de silo.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de tubulação hidráulica corroída. • Carregamento da ferrugem pela água e deposição no revestimento.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição das instalações hidrossanitárias da edificação, troca da tubulação de aço por PVC; • Preenchimento da alvenaria; • Substituição do revestimento argamassado nos locais danificados, limpeza química e repintura. 	

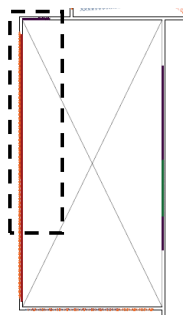

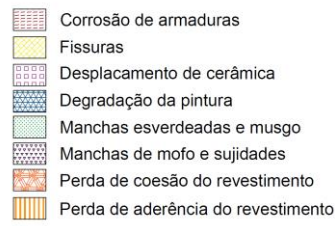
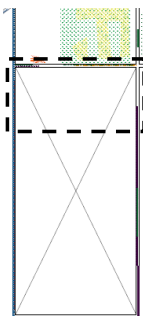

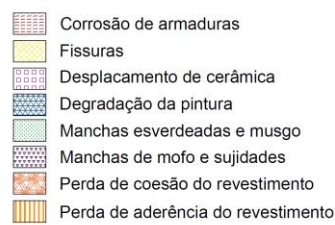
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 38/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Bolor, fissuras e manchas de umidade.
	Componente afetado: Revestimento de laje.
	Local: Área de silo.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Percolação da água pelos poros da laje; • O padrão de fissuração acompanha a malha da armadura positiva. Ele pode ser consequência do assentamento da armadura ainda no estado fresco do concreto, que pode ter deixado alguns vazios, ou decorrer da corrosão das armaduras. Ainda, pode ser um causado pelo conjunto destes dois fatores; • Infiltração da água e dos organismos vegetais pelas fissuras.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação dos danos nas armaduras. Se constatada corrosão significativa (maior que 10% da seção), execução de reforço estrutural da laje. • Limpeza química e substituição total do revestimento. 	

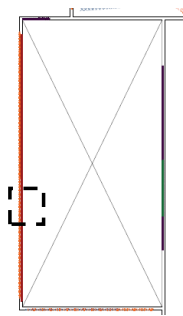









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 39/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Mofo.
	Componente afetado: Revestimentos de laje e parede.
	Local: Área de silo.
	Pavimento: Térreo e segundo pavimento (pé direito duplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade do local. Observa-se que, onde há incidência de sol, a proliferação dos microorganismos é menor.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química do revestimento. 	

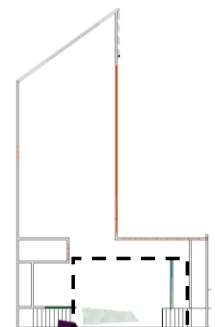








FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 40/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Laje.
	Local: Área de silo.
	Pavimento: Térreo.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Cobrimento insuficiente das armaduras. Comparativamente, os danos encontrados neste local foram mais pontuais, como nos locais em que a armadura ficou muito próxima da forma durante a concretagem, culminando na insuficiência do cobrimento.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Retirada do produto da corrosão e preenchimento com argamassa estrutural. 	

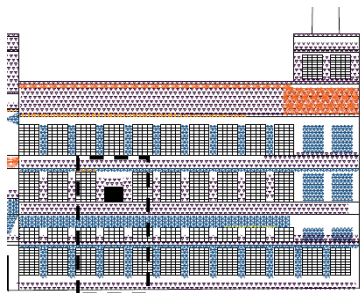









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 41/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Mofo.
	Componente afetado: Revestimento de vigas.
	Local: Salas técnicas.
	Pavimento: Segundo pavimento.
	Possíveis causas: Umidade. O encontro de vigas com as lajes é um local propenso ao desenvolvimento de mofo, pois costuma receber menor radiação solar.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza química e mecânica no revestimento. 	

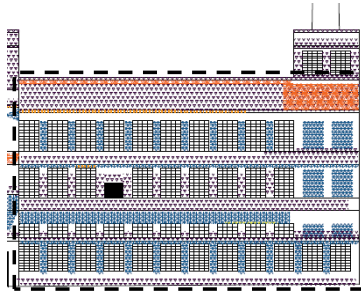








FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 42/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Alteração de cor na pintura.
	Componente afetado: Revestimentos de parede.
	Local: Salas técnicas.
	Pavimento: Segundo pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Fim da vida útil do sistema. A norma de desempenho NBR 15575 determina que a vida útil de projeto para sistemas de pintura com desempenho superior deve ser de pelo menos cinco anos. Pelas condições do local, infere-se que a edificação esteja sem manutenção efetiva há muito mais tempo, provavelmente desde 1989.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Preparação do substrato e reaplicação da pintura. 	

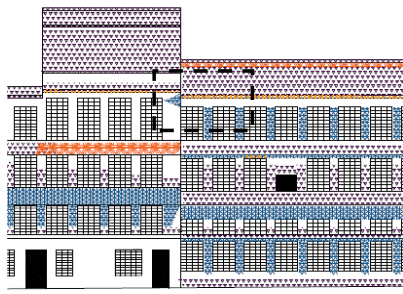









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 43/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Corrosão das armaduras e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Pilares e vigas.
	Local: Área do silo.
	Pavimento: Segundo ao quarto pavimento (Pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Falta de revestimento no local, contribuindo para a aceleração do processo de carbonatação do concreto; • As quinas são zonas mais suscetíveis às tensões, portanto as configurações de projeto contribuíram para a acentuação dos danos.
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Escareamento do concreto nas quinas (mediante escoramento das vigas), limpeza da ferrugem e aplicação de tinta anticorrosiva; • Aumento da seção dos pilares com o objetivo de reforçar a estrutura e eliminar quinas; • Preenchimento das aberturas em alvenaria; • Aplicação de produto hidrofugante nas estruturas e alvenaria.
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 44/52	
Registro gráfico: 	Registro fotográfico: 
Legenda: 	Manifestações Patológicas: Manchas de umidade, manchas escuras e esbranquiçadas.
	Componente afetado: Alvenaria
	Local: Área do silo.
	Pavimento: Segundo ao quarto pavimento (Pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • As áreas molhadas na base e no topo das alvenarias do fundo decorrem, respectivamente, da umidade ascensional e descendente devido ao acúmulo de água no piso dos pavimentos. Ao lado observa-se foto do outro lado da parede de fundos, com o mesmo padrão de manchamento. • Na quina esquerda, levanta-se a possibilidade de vazamento na tubulação devido à umidade do local. • Na parede da direita, infere-se que há maior infiltração da água pela cobertura, devido ao padrão de manchas. As manchas esbranquiçadas decorrem do escorrimento da tinta. As manchas esverdeadas e pretas provavelmente têm origem no outro lado da parede, pois também foram identificadas manchas e muita umidade no ambiente adjunto.
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza com jateamento; • Aplicação de produto hidrofugante nas estruturas e alvenaria (que pode não ser suficiente sem a devida correção da fonte de umidade, devido à infiltração da água pelos poros dos elementos estruturais).

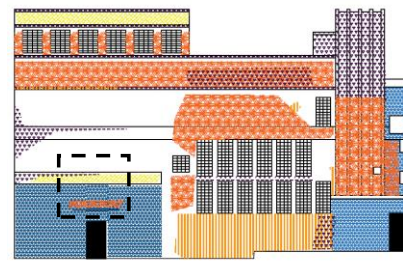








FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 45/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Flambagem de armadura vertical de pilar e deslocamento do concreto.
	Componente afetado: Alvenaria
	Local: Área do silo.
	Pavimento: Segundo ao quarto pavimento (Pé direito triplo).
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Estribos danificados ou insuficientes causando a flambagem da armadura do pilar; • Geração de tensões no concreto devido à flambagem.
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição da barra flambada e dos estribos (mediante escoramento das vigas) e aumento da quantidade de estribos, reduzindo a distância entre eles; aplicação de tinta anticorrosiva e preenchimento com novo concreto ou argamassa estrutural. É importante apicoar a superfície do concreto antigo para aumentar a aderência com o concreto novo/argamassa.

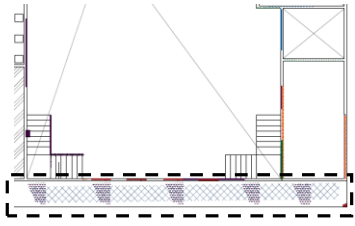









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 46/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas e presença de musgo.
	Componente afetado: Revestimentos de parede e laje.
	Local: Salas técnicas.
	Pavimento: Quarto pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Umidade do local devido a problemas de estanqueidade das esquadrias e cobertura.
	Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Repintura.

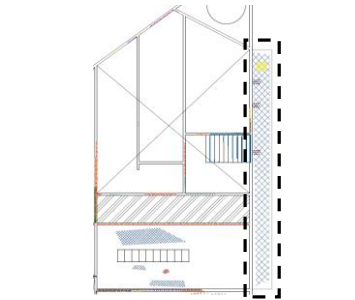









FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 47/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrossão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissuras mapeadas, descascamento da pintura, pulverulência do revestimento argamassado e manchas.
	Componente afetado: Revestimento de pilar.
	Local: Fachada sul.
	Pavimento: Térreo ao terceiro pavimento.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Envelhecimento do revestimento, principalmente levando em consideração sua exposição à chuva, ventos e amplitude térmica.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição do revestimento e repintura. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 48/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrossão de armaduras  Fissuras  Desplacamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas escuras e mofo.
	Componente afetado: Revestimento de fachada.
	Local: Fachada sul.
	Pavimento: -
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Exposição à chuva, ventos e amplitude térmica; • Deposição de poluentes atmosféricos e formação de microorganismos principalmente nas descontinuidades, que limitam a percolação da água e retém umidade.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza por jateamento e limpeza química do revestimento, com solução de dióxido de titânio; • Instalação de capeamento com pingadeiras nas platibandas; • Substituição do sistema de pintura, buscando manter a cor original; • Realizar manutenções periódicas conforme NBR 5674. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 49/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Alteração na cor da pintura e deslocamentos do revestimento argamassado.
	Componente afetado: Revestimento de fachada.
	Local: Fachada sul.
	Pavimento: -
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Limitação da vida útil dos sistemas; • Exposição à chuva, ventos e amplitude térmica.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Substituição do revestimento argamassado nos pontos com perda de aderência; • Repintura da fachada, buscando utilizar a mesma cor e composição da tinta original, atentando-se para a compatibilidade entre as camadas antiga e nova. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 50/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Fissuras mapeadas, descascamento da pintura e perda de coesão do revestimento.
	Componente afetado: Revestimento de fachada.
	Local: Fachada leste.
	Pavimento: -
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> • Limitação da vida útil dos sistemas; • Retração da argamassa devido a variações higroscópicas; • Incompatibilidade entre tinta antiga e nova em relação à porosidade.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> • Remoção da camada de tinta não aderente; • Aplicação de pintura elástica para tratamento das fissuras mapeadas, seguida de massa acrílica e repintura com a cor original; • Substituição do revestimento argamassado deteriorado após caracterização do original e busca pela compatibilidade entre os traços. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 51/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas escuras, degradação da pintura e corrosão das armaduras.
	Componente afetado: Marquise.
	Local: Fachada sul.
	Pavimento: Térreo.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> Exposição à chuva, ventos e amplitude térmica; Presença de esquadria deteriorada imediatamente acima da marquise; Retenção de água na superfície e infiltração nos poros da estrutura devido à falta de sistemas de impermeabilização e captação pluvial; Limitação da vida útil da pintura; Ausência de pingadeira na maior parte do comprimento.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> Escoramento da marquise "de dentro para fora"; Abertura de janelas de inspeção na parte superior da marquise próxima à fachada e na viga de ancoragem para avaliação do nível de deterioração da armadura negativa. Substituição das barras com corrosão já constatada na viga por inspeção visual no ambiente interno e preenchimento com argamassa estrutural; Execução de reforço estrutural com tirantes, fibras de carbono, entre outras soluções; Dimensionamento e instalação de sistema de drenagem; Impermeabilização da marquise, por exemplo, com membrana de poliuretano, que dispensa proteção mecânica (mediante avaliação da sobrecarga); Execução de pingadeira; Limpeza química do revestimento e repintura buscando a cor e a composição originais da tinta. 	

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 52/52	
Registro gráfico:	Registro fotográfico:
	
Legenda:  Corrosão de armaduras  Fissuras  Deslocamento de cerâmica  Degradação da pintura  Manchas esverdeadas e musgo  Manchas de mofo e sujidades  Perda de coesão do revestimento  Perda de aderência do revestimento	Manifestações Patológicas: Manchas escuras, degradação da pintura e fissuras perpendiculares.
	Componente afetado: Marquise.
	Local: Fachada leste.
	Pavimento: Térreo.
	Possíveis causas: <ul style="list-style-type: none"> Exposição à chuva, ventos e amplitude térmica; Retenção de água na superfície e infiltração nos poros da estrutura devido à falta de sistemas de impermeabilização e captação pluvial; Fissuras características de retração por variação térmica; Limitação da vida útil da pintura.
Sugestão de intervenção: <ul style="list-style-type: none"> Abertura de janelas de inspeção na parte superior da marquise, próxima à fachada e na viga de ancoragem para avaliação do nível de deterioração da armadura negativa (mediante escoramento). Dimensionamento e instalação de sistema de drenagem; Impermeabilização da marquise, por exemplo, com membrana de poliuretano, que dispensa proteção mecânica (mediante avaliação da sobrecarga); Preenchimento das fissuras perpendiculares com selante, após limpeza e abertura de "berço". Limpeza química do revestimento e repintura buscando a cor e a composição originais da tinta. 	