

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ISABELA FERREIRA DE OLIVEIRA

**PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSAS
INORGÂNICAS – ESTUDO DE CASO**

Jataí
2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico/Tecnológico - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Jataí, 06 / 04 /2022.

Local

Data

ISABELA FERREIRA DE OLIVEIRA

**PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSAS
INORGÂNICAS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Jerônimo Otoni de Carvalho Neto

Jataí
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Oliveira, Isabela Ferreira de.

Patologias encontradas em revestimentos de argamassas inorgânicas: estudo de caso [manuscrito] / Isabela Ferreira de Oliveira. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

97f. ; il.

Orientador: Profº. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto.

Bibliografias.

1. Manifestações patológicas. 2. Revestimentos em argamassas. 3. Propriedades das argamassas. I. Carvalho Neto, Jerônimo Otoni de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.

Bibliotecária - Rosy Cristina O. Barbosa - CRB 1/2380 – C. Jataí. Cód. F024/2022-1.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

ISABELA FERREIRA DE OLIVEIRA

PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA INORGÂNICA - ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 04 de fevereiro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Presidente da banca / Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Junior
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng. Civil Cantimiro Melo Martins
Membro Externo
Construtop Construtora

Jataí – GO
2022

Documento assinado eletronicamente por:

- Cantimiro Melo Martins, CANTIMIRO MELO MARTINS - 214205 - ENGENHEIRO CIVIL - CONSTRUTOP CONSTRUTORA (08966379000109), em 04/03/2022 10:28:07.
- Isabela Ferreira de Oliveira, ISABELA FERREIRA DE OLIVEIRA - ESTUDANTE - IFG - CÂMPUS JATAÍ (10870883000306), em 03/03/2022 18:30:15.
- Ronan de Oliveira Lopes Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/02/2022 21:04:38.
- Jeronimo Otoni de Carvalho Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/02/2022 14:19:52.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 240992

Código de Autenticação: e1a146f490



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua Maria Vieira Cunha, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3605-0837 (ramal: 837)

ISABELA FERREIRA DE OLIVEIRA

**PATOLOGIAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSAS
INORGÂNICAS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Monografia defendida e aprovada, em 04 de fevereiro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Presidente da banca/ Orientador (a)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Ronan de Oliveira Lopes Júnior
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng.. Cantimiro Melo Martins
Membro Externo
Construtop

Jataí
2022

RESUMO

As edificações possuem um período chamado vida-útil onde, efetuando os reparos necessários, ela é segura e confortável. Entretanto, fatores como: má-qualidade de materiais, falhas de execução e exposição a intempéries, favorecem o aparecimento de manifestações patológicas. O estudo acerca das manifestações patológicas evolui do desejo de identificar os fatores que favorecem o aparecimento de anomalias nas edificações, de modo a reduzir a incidência além de aprimorar metodologias de diagnóstico e reparo. Os revestimentos de argamassas possuem grande representatividade na incidência de manifestações patológicas nas edificações. Neste sentido, no presente trabalho buscar-se-á o estudo acerca das manifestações patológicas em revestimentos de argamassas inorgânicas, apresentando um estudo de caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Jataí.

Palavras-chave: manifestações patológicas, revestimentos em argamassas, propriedades das argamassas.

ABSTRACT

Buildings have a period denoted lifespan where, making the necessary repairs, it is safe and comfortable. However, factors such as: poor quality of materials, execution failures and exposure to bad weather favor the appearance of pathological manifestations. The study of pathological manifestations evolves from the desire to identify the factors that favor the appearance of anomalies in buildings, in order to reduce the incidence in addition to improving diagnostic and repair methodologies. Mortar coatings are highly representative in the incidence of pathological manifestations in buildings. In this sense, the present work will seek to study the pathological manifestations in inorganic mortar coatings, presenting a case study at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás, Campus Jataí.

Keywords: pathological manifestations, mortar coatings, mortar properties

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Camadas mais utilizadas de revestimentos argamassados	30
Figura 2.2 – Gráfico com as principais patologias no Brasil	36
Figura 2.3– Lei de Sitter	39
Figura 2.4 – Fissura mapeada causada por retração de secagem da argamassa	42
Figura 2.5 – Padrão de fissuras horizontais no revestimento	43
Figura 2.6 – Eflorescência tipo I	45
Figura 2.7 – Eflorescência tipo II	46
Figura 2.8 – Eflorescência tipo III.....	46
Figura 2.9 – Vesícula em revestimento de argamassa.....	47
Figura 2.10 – Umidade ascendente provocando manchas escuras e degradação da pintura na parede.....	49
Figura 2.11 – Umidade ascendente provocando manchas escuras e degradação da pintura na parede.....	49
Figura 2.12 – Descolamento com empolamento presente na parede	50
Figura 2.13 – Descolamento em placas duras	51
Figura 2.14 – Exemplo da baixa resistência superficial ao risco.....	52
Figura 4.1 – Apresentação do Câmpus Jataí.....	55
Figura 4.2 – Representação esquemática no Instituto	56
Figura 4.3 – Reparo por problema hidráulico.....	57
Figura 4.4 – Manifestação patológica em parede externa	60
Figura 4.5 – Manifestação patológica em parede interna.....	60
Figura 4.6 – Manifestação patológica com origem não relacionada ao revestimento.....	61
Figura 4.7 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos de parede.	63
Figura 4.8 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos de externos de parede.	64
Figura 4.9 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos internos de parede.	66
Figura 4.10 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos de parede.	68
Figura 4.11 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos externos de parede.....	69
Figura 4.12 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos de parede.	71
Figura 4.13 – Mancha de umidade por respingo	72
Figura 4.14 – Representação da gota de chuva atingindo o chão e respingando na parede	73
Figura 4.15 – Mancha de umidade em parede externa	73
Figura 4.16 – Mancha de umidade por infiltração	74
Figura 4.17 – Mancha de umidade na parede do miniauditório	75
Figura 4.18 – Mancha de umidade na parede do miniauditório	75
Figura 4.19 – Descolamento com empolamento.	76
Figura 4.20 – Fissuras mapeadas em parede externa.....	77
Figura 4.21 – Fissuras mapeadas e manchas de umidade.....	78
Figura 4.22 – Fissura horizontal em na parte superior de esquadria.	79

Figura 4.23 – Fissura horizontal acima do rodapé.....	79
Figura 4.24 – Fissura na parte inferior de esquadria com mancha de umidade.	80
Figura 5.1 – Degradação do rodapé.....	81
Figura 5.2 – Mancha de umidade causada da degradação das juntas de dilatação.....	82
Figura 8.1 – Planta baixa do pavimento térreo parte 1.....	94
Figura 8.2 – Planta baixa do pavimento térreo parte 2.....	95
Figura 8.3 – Planta baixa dos laboratórios parte 1	96
Figura 8.4 – Planta baixa dos laboratórios parte 2	97
Figura 8.5 – Planta baixa do pavimento superior parte 1	98
Figura 8.6 – Planta baixa do pavimento superior parte 2	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Principais manifestações patológicas em revestimento de argamassa	59
Tabela 4.2 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos de parede.....	62
Tabela 4.3 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos externos de parede.	64
Tabela 4.4 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos internos de parede.....	65
Tabela 4.5 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos de parede.....	67
Tabela 4.6 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos externos de parede.	69
Tabela 4.7 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos internos de parede.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

IFG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

NBR – Norma Brasileira

NM – Norma Mercosul

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	17
1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 ARGAMASSAS	19
2.2 MATERIAIS CONSTITUTIVOS DAS ARGAMASSAS	19
2.2.1 Aglomerantes	19
2.2.1.1 Gesso	21
2.2.1.2 Cal	22
2.2.1.3 Cimento Portland	23
2.2.2 Agregados	27
2.2.3 Água de amassamento	27
2.2.4 Adições e aditivos	28
2.3 REVESTIMENTOS	29
2.3.1 Revestimentos argamassados	29
2.3.2 Revestimentos não argamassados	31
2.4 PRINCIPAIS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTOS	31
2.4.1 Trabalhabilidade	32
2.4.2 Retenção de água	32
2.4.3 Retração	33
2.4.4 Aderência	33
2.4.5 Resistência mecânica	34
2.4.6 Capacidade de absorver deformações	34
2.5 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES	35
2.5.1 Origem e causas das manifestações patológicas	35
2.5.1.1 Etapa de projeto	36

2.5.1.2 Etapa de execução ou construção	37
2.5.1.3 Etapa de uso ou manutenção	38
2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA	39
2.6.1 Fissuras	40
2.6.1.1 Fissuras mapeadas	41
2.6.1.2 Fissuras horizontais	43
2.6.1.3 Outros tipos de fissuras.....	43
2.6.2 Eflorescência	44
2.6.3 Vesículas.....	47
2.6.4 Mofo, bolor e manchas de umidade.....	47
2.6.5 Descolamentos.....	49
2.6.5.1 Descolamento com empolamento.....	50
2.6.5.2 Descolamento em placas	51
2.6.5.3 Descolamento com pulverulência.....	52
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	53
3.1 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS	53
3.1.1 Vistoria ao local.....	53
3.2 DIAGNÓSTICO.....	54
CAPÍTULO 4 LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS.....	55
4.1 APRESENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	55
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	56
4.3 COLETA DE DADOS	57
4.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NA INSPEÇÃO DE CAMPO.....	58
4.5 ORGANIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESULTADOS	61
4.6 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	61
4.6.1 Distribuição geral das manifestações patológicas – Método de Incidência	62
4.6.1.1 Nos planos de fachada	63
4.6.1.2 Nos planos internos	65
4.6.2 Distribuição geral das manifestações patológicas – Método de Intensidade.....	66
4.6.2.1 Nos planos de fachada	68
4.6.2.2 Nos planos de internos.....	70

4.7 ANÁLISE QUANTO A DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS	71
4.7.1 Manchas de umidade por respingos.....	71
4.7.2 Manchas de umidade por infiltração	74
4.7.3 Descolamento	76
4.7.4 Fissuras	77
CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
5.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO A SITUAÇÃO CONSTRUTIVA DO INSTITUTO	81
5.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO A METODOLOGIA ADOTADA	82
5.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO A ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	83
CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES	84
CAPÍTULO 7 REFERÊNCIAS	85
CAPÍTULO 8 ANEXOS	94
8.1 ANEXO 1	94
8.2 ANEXO 2	95
8.3 ANEXO 3	96
8.4 ANEXO 4	97
8.5 ANEXO 5	98
8.6 ANEXO 6	99

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo expõe o contexto no qual esta pesquisa se apresenta, o motivo que levou sua realização, apontando seus objetivos geral e específicos

1.1 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA

O homem busca nas edificações um lugar onde possa desenvolver suas atividades essenciais, sejam elas comerciais, industriais ou residenciais, utilizam-nas como abrigo às intempéries e condições externas de temperatura. E para que a edificação seja satisfatória atendendo às necessidades daqueles que irão utilizá-la, é necessário que ela ofereça conforto, segurança, higiene, habitabilidade e seja durável. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 15575 (ABNT, 2013), trata do desempenho de edificações habitacionais e apresenta as características indispensáveis para o consumidor em relação à habitabilidade da edificação.

Os impactos econômicos gerados pelo reparo de uma edificação podem ser bastante onerosos, de acordo com Sitter (1984). O custo com a recuperação de uma estrutura pode variar em progressão geométrica, dependendo da etapa que a correção for realizada. Ademais, a construção civil é um setor de bastante informalidade, principalmente em construções de pequeno porte em que o proprietário contrata o executor diretamente. Nessa situação, é comum o proprietário comprar materiais por conta própria sem nenhum respaldo técnico e a falta de um profissional adequadamente capacitado para gerir e executar a obra pode, posteriormente, causar falhas na edificação (LEAL, 2002).

Thomaz (1989) acrescenta que as conjunturas socioeconômicas de países, como o Brasil, fizeram com que as edificações fossem construídas em velocidades cada vez maiores, dedicando pouca atenção ao controle de materiais e serviços. Além disso, o crescente número de obras provocou a incorporação de muitos trabalhadores com pouca qualificação no mercado de trabalho da construção civil, causando um decréscimo na qualidade média da mão de obra (TERRA, 2001).

Os revestimentos são camadas sobre paredes, pisos e teto e têm por finalidade proteger o substrato. Ao revestir uma parede de tijolos com uma camada de argamassa ela se torna mais resistente mecanicamente e capacitada a receber novos revestimentos.

Os revestimentos argamassados são predominantemente utilizados no Brasil. Estudos realizados pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2018), apontam que, nos últimos anos, houve um crescimento de consumo de cimento e concreto, impulsionados por obras de infraestrutura e habitação. Dessa forma, torna-se relevante o estudo acerca de manifestações patológicas em argamassas, tendo em vista que para a edificação cumprir bem o seu papel de proteger o substrato contra umidade, aumentar a resistência mecânica e isolamento termoacústico da alvenaria, ela deve obedecer a critérios de desempenho.

Para que o profissional realize os reparos necessários, bem como medidas preventivas, é necessário que ele tenha conhecimento técnico acerca do assunto. Sendo assim, o presente trabalho pretende fazer o estudo das manifestações patológicas em revestimentos de argamassa inorgânicas, em particular as manifestações patológicas encontradas no Instituto Federal de Goiás, Câmpus Jataí (GO).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal é levantar as ocorrências de manifestações patológicas em revestimentos de argamassas inorgânicas encontradas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, unidade Flamboyant, no município de Jataí (GO).

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar uma abordagem geral sobre as patologias em revestimentos de argamassas inorgânica.
- b) Apresentar as principais patologias encontradas em revestimentos argamassados inorgânicos.
- c) Identificar e catalogar as manifestações encontradas no IFG;
- d) Fazer uma análise sobre as principais incidências dos problemas patológicos no IFG;

CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão contextualizados e definidos conceitos para compreensão do trabalho de pesquisa.

2.1 ARGAMASSAS

As argamassas são materiais amplamente empregados na construção civil, os principais usos estão no assentamento de alvenarias e nas etapas de revestimentos. Os primeiros usos das argamassas na construção civil são da pré-história, há cerca de 11.000 anos, o registro mais antigo é de um piso polido de 180m² feito com pedras e argamassa de cal e areia situado no sul da Galileia, próximo de Yftah'el, em Israel (CARASEK, 2007).

A NBR 13281 (2005) define argamassa como uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassas industrializadas).

Fiorito (1994) explica que, em obra, as argamassas são compostas principalmente por areia natural, cimento Portland e cal hidratada.

2.2 MATERIAIS CONSTITUTIVOS DAS ARGAMASSAS

2.2.1 Aglomerantes

Os aglomerantes são definidos como produtos empregados com finalidade de fixar ou aglomerar outros materiais entre si. Geralmente esses materiais são em forma de pó, também chamados de pulverulentos, que quando misturados em água formam uma pasta capaz de endurecer por secagem ou devido a reações químicas (HAGEMANN, 2011).

A mistura de um aglomerante com materiais específicos é chamada por alguns termos, os mais conhecidos são:

- Pasta = mistura de aglomerante + água
- Argamassa = mistura de aglomerante + agregado miúdo + água
- Concreto = aglomerante + agregado miúdo + agregado graúdo + água

Petrucci (1975) refere que os aglomerantes podem ser classificados quanto a sua composição e quanto a seu mecanismo de endurecimento.

De acordo com o mecanismo de endurecimento, os aglomerantes podem ser classificados como:

- Aglomerantes quimicamente inertes: o endurecimento ocorre devido à secagem do material, como a argila.
- Aglomerantes quimicamente ativos: o seu endurecimento se dá por meio de reações químicas, como é o caso da cal e do cimento Portland.

Os aglomerantes quimicamente ativos são divididos em dois subgrupos de classificação.

- Aglomerantes aéreos: onde eles conservam suas propriedades e processam seu endurecimento apenas na presença de ar. O gesso e a cal são exemplos de aglomerantes aéreos.
- Aglomerantes hidráulicos: onde os aglomerantes conservam suas propriedades em presença de água e ar, mas seu endurecimento ocorre sob influência exclusiva da água. Exemplo: cimento Portland.

De acordo com a composição, Hagemann (2011) classifica os aglomerantes como:

- Aglomerantes simples: formado por um único produto com poucas adições de outros componentes (geralmente não ultrapassam 5% em peso do material) com objetivo de melhorar algumas características do produto final. Um exemplo deste tipo de material é o cimento Portland comum.
- Aglomerantes com adição: são compostos por aglomerantes simples com adições em quantidades superiores, com objetivo de conferir propriedades especiais ao aglomerante, como por exemplo: menor retração, menor permeabilidade, menor calor de hidratação, entre outras.
- Aglomerantes compostos: são formados pela mistura de subprodutos industriais ou produtos de baixo custo com aglomerante simples, produzindo um aglomerante com custo relativamente baixo e com propriedades específicas. Como por exemplo o cimento Portland pozolânico.

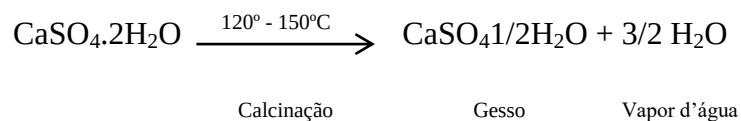
Hagemann (2011) destaca que além da classificação quanto à composição e o mecanismo de endurecimento, os aglomerantes podem ser classificados segundo ao tempo que levam para começar a processar o endurecimento da pasta onde são empregados. A fase inicial de solidificação é chamada de pega. Ainda segundo a autora, o início de pega é definido como o momento que a pasta começa a endurecer e o fim de pega o momento que a pasta se solidifica completamente.

No trabalho, optou-se por dissertar apenas sobre os aglomerantes mais empregados na construção civil constituídos por: gesso, cal e cimento Portland.

2.2.1.1 Gesso

O gesso é um aglomerante cuja obtenção é feita a partir da eliminação parcial ou total da água de cristalização contida em uma rocha natural chamada gipsita, que ocorre em camadas estratificadas da natureza (HAGEMANN, 2011). A obtenção do material ocorre por meio de três etapas: a extração da rocha, diminuição do tamanho da rocha, queima do material.

A queima do material, ou calcinação, consiste em expor o material a temperaturas que variam de 100 a 300°C, normalmente feito em fornos rotativos, resultando no gesso com desprendimento de vapor d'água. O processo de queima pode ser resumido na seguinte equação:



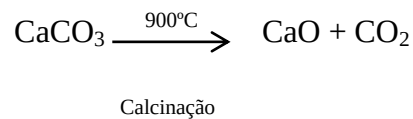
O gesso ao ser misturado com a água torna-se plástico e enrijece rapidamente, retornando a sua composição original (OLIVEIRA, 2008). Essa mistura faz-se com a produção de uma fina malha de cristais de sulfato hidratado, interpenetrada responsável pela coesão do conjunto. Esse fenômeno conhecido como pega é acompanhado da elevação de temperatura.

De acordo com Petrucci (1975), a quantidade de água para o amassamento do gesso é de 50 a 70%. Por conta das características do gesso, o amassamento é feito com excesso de água para evitar uma pega muito rápida, deixando-a, assim, manuseável por maior tempo.

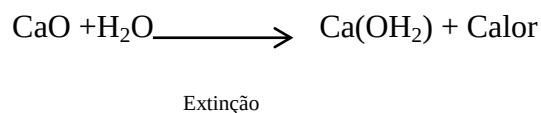
No Brasil, o gesso é pouco utilizado como aglomerante, tendo seu uso principal como acabamento de interiores para obtenção de superfícies lisas (CUNHA, 2015).

2.2.1.2 Cal

Segundo Borges (2002) a cal é obtida a partir da calcinação da rocha calcária, constituída por óxidos anidros de cálcio e, algumas vezes, magnésio. Com a extração da rocha calcária, é feito a queima da calcita (CaCO_3) com temperaturas que variam de 900 a 1200° C. O produto obtido da calcinação é também chamado de cal virgem ou viva (GUIMARÃES, 2002). A obtenção da cal virgem é dada pela equação a seguir:



O produto resultante é majoritariamente formado por óxido de cálcio (CaO). Entretanto, para que a cal seja utilizada como aglomerante é necessário que ela seja transformada em hidróxido de cálcio, conseguido por meio de adição de água (BORGES, 2002). A adição da água, quando realizada em obra, é chamada de extinção, tendo como produto a cal extinta e quando realizada em usinas tem o nome de cal hidratada. O processo é dado pela equação a seguir:



As vantagens da cal hidratada estão na simplicidade e segurança de manuseio, transporte e armazenamento e as desvantagens estão na capacidade de sustentação da areia, o menor rendimento e argamassas menos trabalháveis (OLIVEIRA, 2008).

A NBR 7175 (2003) classifica as cales hidratadas em três tipos.

- a) Cal hidratada especial tipo I (CH – I)

- b) Cal hidratada comum tipo II (CH – II)
- c) Cal hidratada com carbonatos tipo III (CH – III)

Hagemann afirma que na construção civil, as cales mais utilizadas são as do tipo CH – I e CH – II por conta de sua capacidade de maior retenção de água e de areia, deixando seu uso economicamente mais atrativo. De acordo com a autora o emprego da cal está majoritariamente em argamassas de assentamento e revestimento, misturas asfálticas, pinturas, entre outros.

2.2.1.3 Cimento Portland

O cimento é um dos produtos mais utilizados ao redor do mundo, basicamente o cimento é um pó fino que enrijece em contato com a água. Esse aglomerante hidráulico é produzido a partir da mistura de rocha calcária e argila (HAGEMANN, 2011). A calcinação dessa mistura dá origem ao clínquer.

Oliveira (2008) destaca que o cimento é constituído fundamentalmente (95 a 96%) por:

- Cal (CaO)
- Sílica (SiO₂)
- Alumínia (Al₂O₃)
- Óxido de Ferro (Fe₂O₃)
- Magnésia (MgO) – em proporção máxima de 5%
- Impurezas

Gobbo (2003) descreve que clínquer é originário a partir da mistura dessas matérias-primas, que são inseridas em um forno e exposto à temperatura de fusão (cerca de 1450°C). Ao sair do forno e ser resfriado até a temperatura de 70°C, é moído e transformado em pó

Durante a moagem algumas matérias-primas são inseridas à mistura, produzindo assim diversos tipos de cimento que são encontrados no mercado. As adições geralmente são o gesso, as escórias de alto forno, os materiais pozzolânicos e os fillers carbonáticos (BERTOTTI, 2017).

O gesso é adicionado para controlar o tempo de pega do clínquer quando em contato com água, de outra forma o cimento endureceria instantaneamente em contato com água. A adição do gesso é feita em todos os tipos de cimento em proporção de 5% de gesso para 95% de clínquer (MEHTA e MONTEIRO, 2014)

A escória de alto forno é um produto gerado na fabricação de ferro gusa. Sua formação ocorre por meio da combinação química das impurezas do minério de ferro dentro dos altos fornos, juntamente com a adição de fundentes (calcário e dolomita) e as cinzas de carvão mineral (ZEGHICHI, 2006). O resultado desse processo é um material granulado que quando moído adquire propriedades cimentantes e que quando misturados ao cimento contribui na redução do calor de hidratação, da exsudação e da segregação em concretos.

As pozolanas são materiais que quando misturados a outro aglomerante e na presença de água possuem propriedades cimentantes. Hagemann (2011) destaca que o emprego de pozolanas melhora a trabalhabilidade e resistência do concreto e, entre outros aspectos, aumenta a durabilidade e diminui a vulnerabilidade aos meios agressivos (como ambientes marítimos e expostos a sulfatos).

Os cimentos podem ser divididos quanto à composição e classe de resistência. Os tipos de cimento Portland (CP) produzidos no Brasil são:

- a) CP I ou Cimento Portland Comum - recebe esse nome porque não possui nenhum tipo de aditivo, apenas o gesso, que age como retardador do tempo de pega. A NBR 16697 (ABNT, 2018) trata desse tipo de cimento e estabelece as classes de resistência: 25 MPa, 32 MPa e 40 MPa. Quando este tipo de cimento recebe uma pequena quantidade de material pozolânico (entre 1 a 5%) é chamado de CP I-S. O custo de produção desse tipo de cimento é elevado, por isso seu uso não é tão comum (HAGEMANN, 2011).
- b) CP II ou como Cimento Portland Composto - esse tipo de cimento tem adição de matérias de baixo custo na sua mistura que conferem propriedades especiais a ele, como menor calor de hidratação. A NBR que trata do CP – II é a NBR 11578 (ABNT, 1991) e estabelece três classes de resistência: 25 MPa, 32 MPa e 40 MPa. O CP-II é apresentado em três opções:

- CP II – E: com adição de 6 a 34% de escória de alto-forno, conferindo menor calor de hidratação. Recomendados para estruturas que exigem desprendimento de calor moderadamente lento e que possam ser atacadas por sulfatos
 - CP II – Z: com adição de 6 a 14% de material pozolânico, conferindo menor permeabilidade à pasta onde são aplicados. São recomendados para obras marítimas e com presença de água, pré-moldados, concreto protendido.
 - CP II – F: com adição de 6 a 10% de material carbonático, também chamado de fíler. São recomendados para obras de concreto armado, argamassa de assentamento e revestimento, pisos e pavimentos, todos em meio não-agressivos.
- c) CP III – é chamado também de cimento Portland de Alto-Forno, tem em sua composição de 35 a 70% de escória de alto-forno. Esse tipo de cimento apresenta maior impermeabilidade e durabilidade, além de baixo calor de hidratação. É recomendado para obras de grande porte e onde haverá grande consumo é frequentemente comercializado à granel. A NBR 16697 (ABNT, 2018) trata deste tipo de cimento e estabelece três classes de resistência: 25 MPa, 32 MPa e 40 MPa.
- d) CP IV ou Cimento Portland Pozolânico - tem em sua composição de 15 a 50 % de material pozolânico que confere alta permeabilidade e durabilidade às misturas em que são empregados. É recomendado para obras expostas à ação de água corrente e ambientes agressivos, como água do mar e de esgotos. A NBR 5736 (ABNT, 1986) trata deste tipo de cimento, as classes de resistência são: 25 MPa e 32 MPa.
- e) CP V (CP V – ARI) ou Cimento Portland de Alta Resistência Inicial - atingem resistências elevadas em um curto intervalo de tempo. Ao final dos 28 dias de cura, também atingem resistência maior que os cimentos convencionais. Esse tipo de cimento não possui nenhuma adição especial, a capacidade de desenvolver altas resistências é em função do seu processo de fabricação. A norma que trata deste tipo de cimento e estabelece resistência mínima para ensaios é a NBR 16697 (ABNT, 2018)
- f) Cimento RS ou Cimento Portland Resistente a Sulfatos – a ABCP estabelece que quaisquer dos cimentos apresentados podem ser resistentes a sulfatos contando que enquadre em requisitos como teor do componente químico C_3A do clínquer inferior a

8% e teor de adições carbonáticas de no máximo 5%. O uso desse tipo de cimento é indicado para redes de esgotos, ambientes industriais e água do mar, ou seja, ambientes onde os materiais sulfatados estão presentes. A NBR 16697 trata desse tipo de cimento.

- g) Cimento BC ou cimento Portland com baixo calor de hidratação – tem propriedade retardar o desprendimento de calor em peças de grande massa de concreto, evitando aparecimento de fissuras de origem térmica, ocorridas devido ao calor gerado durante a hidratação do cimento. As especificações em relação a este tipo de cimento podem ser vistas na NBR 16697 (ABNT, 2018).
- h) CPB, Cimento Branco ou Cimento Portland Branco – tem como característica a coloração branca em função das matérias-primas com baixo teor de manganês e ferro e utilização do caulim no lugar da argila. Existem dois tipos de cimento branco o estrutural e o não estrutural. O estrutural é utilizado para fins arquitetônicos, embora de acordo com a ABCP ele não é muito comum nos dias de hoje, em função da tecnologia que as tintas alcançaram. O não estrutural é indicado para rejunte de cerâmicas e aplicações não estruturais. O cimento branco pode ser associado a pigmentos, resultando em argamassas coloridas. A NBR 16697 (ABNT, 2018) trata desse tipo de cimento.

O Cimento Aluminoso, cujo componente principal é o aluminato de cálcio, é obtido pelo cozimento do calcário com a bauxita ou alumina, apresentam um teor de alumínio da faixa de 40 a 80 %. Esse tipo de cimento alcança alta resistência em pouco tempo, possui capacidade de resistir a ambientes ácidos, além de sulfatos da água do mar e do solo. O custo deste cimento é relativamente elevado e seu uso se justifica apenas quando utilizados em algumas aplicações restritas

A escolha do tipo de cimento depende do uso e das características desejadas (SOUZA et al, 1996). O cimento é um aglomerante hidráulico que reage quando exposto à umidade, dessa forma, deve ser estocado em lugar seco, coberto e fechado, protegido da chuva, afastado do piso e das paredes externas e úmidas, longe de qualquer contato com água ou umidade (HAGEMANN, 2011).

2.2.2 Agregados

Os agregados são materiais fragmentados, incoesivos, geralmente inertes, com propriedades e dimensões são adequados para obras de engenharia (BAUER, 2008). Eles contribuem para o aumento da resistência mecânica e na redução de custo na obra.

A NBR 7211 (ABNT, 2009) classifica os agregados quanto a sua dimensão em grãos e miúdos.

- Agregado miúdo: materiais cujos grãos passam pela peneira de 4,75 mm e ficam retidos na peneira de 150 µm. Como, por exemplo a areia, o filler e o pó de pedra.
- Agregado grão: materiais cujos grãos passam pela peneira de 75mm e ficam retidos na peneira de 4,75 mm. Como por exemplo a brita e cascalho.

A NBR 2395 (ABNT NM ISO, 1997) define as peneiras de ensaio, especificando a de malha que deve ser utilizada para expressar a composição granulométrica. Alves (1987) refere que as características dos agregados são determinantes para as propriedades do concreto e das argamassas. Dessa forma, aspectos como a resistência dos grãos, a forma, incidências de impurezas e substâncias nocivas devem ser levados em consideração.

Segundo Carasek (2007), areais muito grossas não produzem argamassas com boa capacidade de aderir ao substrato. Da mesma forma, as argamassas feitas com areais com altos teores de finos (partículas com dimensões inferiores a 0,075 mm) têm sua aderência prejudicada. Para a obtenção de bons resultados de aderência, a areia deve possuir uma distribuição granulométrica contínua.

2.2.3 Água de amassamento

A água tem papel fundamental na obtenção de uma boa argamassa, é um item indispensável, que possibilita que ela seja trabalhável, além de (quando misturado com aglomerantes) proporcionar o endurecimento e a resistência da mistura (CARASEK, 2007).

A NBR 15900 (ABNT, 2009) estabelece que a água qualidade da água deva ser analisada para que ela possa ser utilizada na mistura. Para saber se a água que não veio da rede pública de água potável pode ser utilizada na mistura, recomenda-se preparar o concreto com a água

suspeita e outro traço com a água pura. A diferença de resistência aos 28 dias da amostra suspeita não pode ser 10% menor que da amostra de água pura (HELENE, 1999).

As principais consequências da utilização inadequada de água são:

- Alteração do tempo de pega
- Queda de resistência
- Aparecimento de manchas
- Ocorrência de eflorescência

A Norma Mercosul NBR NM 137 (1997) estabelece os parâmetros da água a ser empregada na produção de argamassa. A quantidade de água de amassamento deve obedecer ao traço estabelecido. Água em excesso reduz a resistência mecânica da argamassa (AGOSTINHO, 2008).

2.2.4 Adições e aditivos

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 2013) os aditivos são produtos que adicionados às argamassas modificam suas propriedades físicas, oferecendo vantagens que não poderiam ser obtidas naturalmente. Essas substâncias alteram propriedades da mistura no estado fresco e endurecido.

Os principais objetivos do uso de aditivos nas argamassas estão no fato de melhorar características diminuir pontos fracos. Romano (2003) destaca que as principais melhorias estão em: otimizar a resistência, aderência, acabamento e trabalhabilidade, além de poder reduzir custos com consumo de cimento, acelerar ou retardar o tempo de pega, reduzir a retração, aumentar a plasticidade e durabilidade da argamassa.

Os aditivos mais utilizados nas argamassas são:

- Incorporadores de ar
- Hidrofugantes
- Plastificantes ou redutores de água

- Superplastificantes
- Modificadores de pega

Os aditivos incorporadores de ar são os mais utilizados na fabricação de argamassas (CARASEK, 2007), propiciando maior trabalhabilidade e menor consumo de água, reduzindo problemas de fissuração além de permitir maior rendimento na aplicação.

A NBR 13529 (2013) define as adições como materiais inorgânicos naturais ou industriais finamente divididos, que são adicionados às argamassas para modificar as suas propriedades. As adições podem ser colocadas antes ou durante a mistura e os materiais geralmente são pó calcário, saibro, materiais pozolânicos, entre outros (SILVEIRA, 1996).

Carvalho Jr (2005) destaca que as adições geralmente possuem poder aglutinante na mistura. O uso de adições propicia características como a redução da porosidade da argamassa, resultando em menor permeabilidade de fluídos (TRINDADE, 2011).

2.3 REVESTIMENTOS

De acordo com a NBR 13529:2013 revestimentos são denominados como recobrimento de superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa aptas a receber acabamento decorativo ou ser o acabamento final.

Os revestimentos podem ser internos e externos e tem como função fundamental proteger a edificação possuindo papel hidrófugo, termoisolante e isolante acústico, além de dar acabamento estético (RECENA, 2008). A execução adequada dos revestimentos deve ser feito de modo que atenda às exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013). Os revestimentos podem ser divididos em revestimentos argamassados e não argamassados.

2.3.1 Revestimentos argamassados

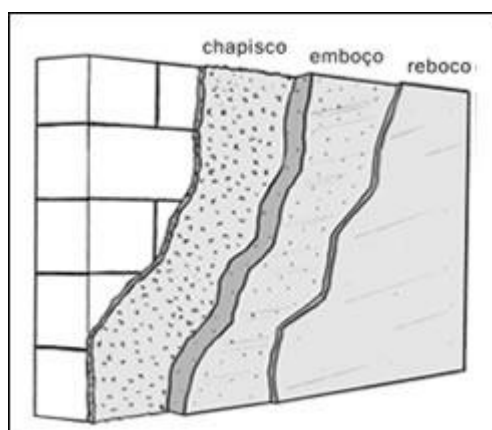
Os revestimentos argamassados são aqueles executados de forma tradicional de aplicação de argamassa inorgânica. São aplicados sobre paredes, muros, tetos ou estruturas com objetivo de regularizar e uniformizar as superfícies (RECENA, 2008). Com a utilização de revestimentos argamassados é possível corrigir irregularidades de prumo e alinhamento da alvenaria. Quando aplicada em áreas externas, servem como barreiras impermeabilizantes quanto à infiltração de água e intempéries (ZULIAN, 2002).

Para Costa (2013), a facilidade de acabamento e trabalhabilidade são as principais características dos revestimentos argamassados, pois permitem acabamentos estéticos, como frisos e molduras, que deixam a edificação mais atrativa à venda.

Os revestimentos argamassados podem ser constituídos por várias camadas superpostas, onde cada camada possui características e funções específicas. As camadas comumente utilizadas são: chapisco, emboço e reboco (Figura 2.1).

- **Chapisco:** Camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento (NBR 13529:2013).
- **Emboço:** Geralmente é a camada mais espessa do sistema de revestimento, tem como função cobrir e regularizar a superfície do substrato ou chapisco, de forma a receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (CANDIA, 1997).
- **Reboco:** Camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento fina (ABNT NBR 13529, 2013).

Figura 2.1 – Camadas mais utilizadas de revestimentos argamassados



Fonte: BERTOTTI (2019)

2.3.2 Revestimentos não argamassados

Carasek (2007) destaca que os revestimentos não argamassados são revestimentos constituídos por outros elementos além da própria argamassa. São assentados sobre o emboço, podem ser naturais ou artificiais. Alguns exemplos de revestimentos não argamassados são:

- Revestimento de cerâmica;
- Revestimento de madeira;
- Revestimento de plástico;
- Revestimento de cortiça;
- Revestimento de papel;
- Revestimento vinílico;
- Revestimento de borracha;
- Revestimento de pastilha;
- Revestimento de pedras naturais;
- Revestimento de mármore;
- Revestimento de granito polido;

2.4 PRINCIPAIS PROPRIEDADES DAS ARGAMASSAS DE REVESTIMENTOS

Para que a argamassa cumpra suas funções adequadamente é necessário que ela possua algumas propriedades essenciais, tanto no estado fresco, como no estado endurecido (CINCOTTO et al, 1995), tais como:

- Trabalhabilidade, especialmente consistência, plasticidade e adesão inicial;
- Retenção de água;
- Retração;
- Aderência;
- Resistência mecânica;

- Capacidade de absorver deformações;

Para que a análise da argamassa seja avaliada de maneira completa, é necessário considerar a interação com o material com a qual ela estará em contato, pois a argamassa se comporta de maneira diferente dependendo do tipo de material em que é aplicada, como, por exemplo, blocos cerâmicos ou de concreto.

2.4.1 Trabalhabilidade

Mehta e Monteiro (2014) descreve trabalhabilidade como uma propriedade da argamassa no estado fresco que determina a facilidade com que as argamassas podem ser misturadas, transportadas e acabadas. Em obra, a trabalhabilidade da argamassa deve ser ajustada à sua forma de aplicação.

Para Selmo (1989), em uma aplicação feita de forma manual, a argamassa apresenta boa trabalhabilidade quando é facilmente penetrada pela colher de pedreiro, sem ser fluída; mantém-se coesa, sem aderir à colher do pedreiro, quando transportada e lançada contra a base; e permanece suficientemente úmida para ser espalhada, sarrafeada e receber o tratamento superficial.

Em caso de aplicação mecânica, onde a massa é bombeada através do mangote, as argamassas devem apresentar uma consistência mais fluída, além de uma alta plasticidade, que permita o bombeamento.

A trabalhabilidade da argamassa é influenciada pelas características dos seus agregados, aditivos e uso da cal. A argamassa não possuir boa trabalhabilidade causa prejuízo ao desempenho do revestimento, uma vez que várias propriedades do estado endurecido são influenciadas pela trabalhabilidade da argamassa no estado fresco (MEHTA E MONTEIRO, 2014).

2.4.2 Retenção de água

De acordo com Cincotto (1988), retenção de água é a capacidade de a argamassa manter sua trabalhabilidade em seu estado fresco quando sujeita a solicitações que provocam perda de água. O tempo disponível para o pedreiro aplicar, regularizar e desempenar a camada de revestimento, também depende da retenção de água. O aumento da capacidade de retenção de água pode ser conseguido com o emprego de aditivos, ou da incorporação de cal à mistura.

Ainda segundo Cincotto (1988), além de influenciar as propriedades no estado fresco da argamassa, a retenção de água também influencia suas propriedades no estado endurecido. Tem influência sobre as condições de contato da argamassa com a base. Estas condições agem sobre a retração por secagem e sobre a resistência mecânica e de aderência do revestimento.

2.4.3 Retração

A retração está relacionada ao processo de variação do volume da argamassa e tem papel fundamental no desempenho do revestimento quanto a estanqueidade e durabilidade (CINCOTTO et al., 1995). Os tipos de retração que podem ocorrer na argamassa são:

- Retração plástica – é causada pela perda de água do concreto por meio de exsudação ainda no estado plástico.
- Retração por secagem ou hidráulica - perda de água para o ambiente por meio da evaporação ou substrato onde a argamassa está aplicada.
- Retração química - acontece quando se inicia a hidratação do concreto, causada pela diferença de volume entre o cimento, a água e as outras substâncias que resultam dessa hidratação.

2.4.4 Aderência

A aderência é uma propriedade no estado endurecido fundamental para que o revestimento de argamassa atenda suas funções. A aderência é resultado da penetração da argamassa nos poros da superfície da base. No Brasil, a NBR 13749 (2013) fixa as condições exigíveis de aderência de acordo com critérios de desempenho.

Para Carvalho Jr (2005) a aderência é importante tanto na argamassa fresca como na endurecida. Podendo dizer que a aderência deriva de três propriedades do conjunto argamassa-substrato, sendo eles: resistência de aderência à tração, resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão de aderência.

Cincotto e Bolorino (1997) destacam que a aderência permite que o revestimento de argamassa absorva tensões de normais e tangenciais na superfície do substrato, quanto melhor for o contato entre a argamassa e o substrato, consequentemente, maior será a aderência obtida.

2.4.5 Resistência mecânica

Para Tristão (1995) a resistência mecânica das argamassas tem sua importância devido à capacidade da argamassa de suportar esforços de tração, compressão e cisalhamento. A argamassa deve resistir à movimentação do substrato, evitando assim, movimentações causadas por recalque, dilatação ou contrações devido a temperatura (CINCOTTO et al, 1995).

A baixa resistência superficial da argamassa dos revestimentos pode ocasionar problemas que prejudicam as camadas de fixação de acabamento, como a pintura (CARASEK, 2007). Dentre os fatores que podem influenciar a resistência mecânica da argamassa, Carvalho Jr (2005) destaca: a natureza dos agregados, natureza dos aglomerantes, proporção aglomerante/agregado, técnica de execução.

Ribeiro (2011) ressalta que apesar das argamassas geralmente serem dimensionadas para esforços baixos de compressão, elas podem resistir a esforços consideráveis, contando que possua traço, relação água/cimento e trabalhabilidade adequados

2.4.6 Capacidade de absorver deformações

Os revestimentos de argamassas devem apresentar capacidade de absorver pequenas deformações, de forma que deformem sem que ocorra ruptura ou microfissuras. As fissuras podem aparecer de forma prejudicial à argamassa comprometendo a aderência, a estanqueidade, o acabamento superficial e a durabilidade do revestimento (CINCOTTO; SILVA, 1995).

De forma geral, esforços de desgaste superficial ou movimentação higroscópica são exemplos de solicitações em que os revestimentos são exigidos (SELMO 1989). A baixa resistência mecânica pode implicar na má fixação de revestimentos como pintura e peças cerâmicas.

A NBR 15630 (ABNT, 2018) determina que os principais fatores que determinam a capacidade de deformação da argamassa são: módulo de deformação da argamassa, espessura das camadas, juntas de trabalho do revestimento e técnica de execução.

2.5 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

A palavra patologia é derivada da língua grega e pode ser traduzido como estudo (lógos) das doenças (páthos) (NAZÁRIO E ZANCAN, 2011). Na construção civil, patologias são denominadas como o estudo dos danos ocorrentes nas edificações. O termo patologia em edificações tem sido mais abordado nos últimos anos (CÁNOVAS,1988), entretanto, desde 1700 a.C., já existia a preocupação com o desempenho das edificações com o Código de Hamurabi, mesmo que na época em que Hamurabi criou o código as profissões de empreiteiro, engenheiros e arquitetos não existiam com esses nomes.

Segundo Lichtenstein (1985) em todas as épocas, seja em maior ou menor grau, as edificações não têm apresentado um desempenho satisfatório e o surgimento de patologias pode acontecer em qualquer etapa do processo de construção. Capello et al (2021) aponta que as principais razões contribuintes para o aparecimento de patologias são: má qualidade de projetos, materiais, edificação sendo utilizada de forma diferente da qual foi projetada, mau uso das edificações, falta de reformas. Em geral, o aparecimento de patologias está atribuído a uma série de fatores e não apenas a uma falha isolada.

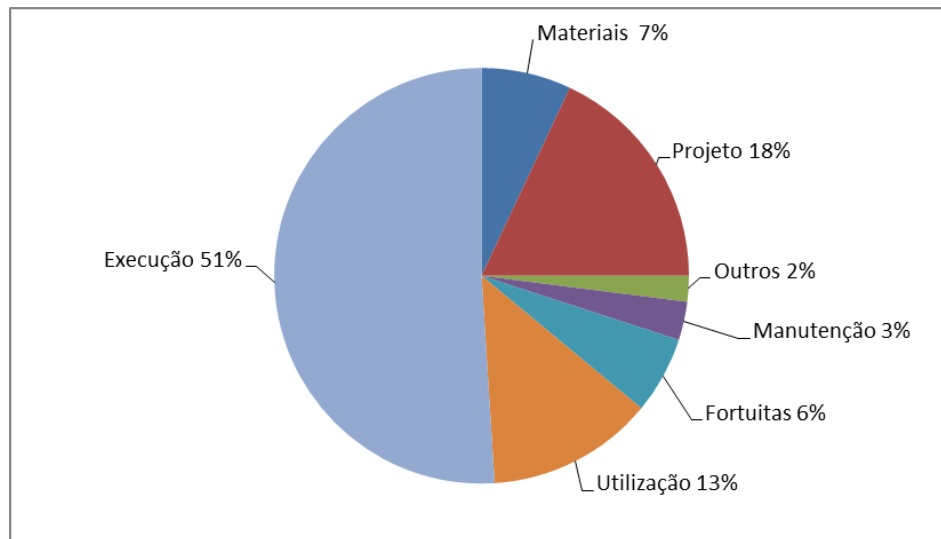
Para Antoniazzi (2008), as manifestações patológicas são anomalias que fazem frente a exigência dos usuários operando abaixo dos limites mínimos de desempenho estabelecidos por norma. Os defeitos mais comuns que ocorrem nos revestimentos argamassados das edificações são: fissuras, descolamentos, eflorescência, vesículas e mofo como explica Verçoza (1991).

2.5.1 Origem e causas das manifestações patológicas

A origem dos problemas patológicos é comumente confundida com as potenciais causas do mesmo. As origens das manifestações patológicas aparecem na etapa em que ocorreu o erro e, consequentemente, problemas patológicos (AZEVEDO, 2011). E as causas estão ligadas com o fator ou fatores que provocaram de forma direta ou indireta os problemas patológicos.

O processo construtivo é composto por etapas de planejamento, projeto, aquisição de materiais, execução, utilização, ocupação da estrutura, reparos. Em pesquisa realizada por Silva e Jonov (2015) (Figura 2.2) pode-se observar a origem de manifestações patológicas.

Figura 2.2 – Gráfico com as principais patologias no Brasil



Fonte: Silva e Jonov (2011)

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), as obras devem possuir uma vida útil de no mínimo 50 anos, entretanto muitas vezes elas começam a demonstrar problemas muito antes deste prazo devido a fatores apresentados no gráfico.

De acordo com Sachs (2005), dependendo da situação, recuperar a edificação com determinada patologia é mais difícil do que construir uma nova, pois uma edificação em uso pode dificultar os reparos. Saber onde surgiu a patologia é importante para saber quais medidas de reparo seguir.

2.5.1.1 Etapa de projeto

A etapa de projeto é de extrema importância para que as outras etapas tenham um desempenho satisfatório. O projetista deve analisar e avaliar a estrutura a todas as condições que a edificação está sujeita, elaborando o projeto de forma clara, especificando todos os dados necessários.

Souza e Ripper (1998) citam que os erros decorrentes de projetos são responsáveis pelos maiores transtornos e também por deixar o custo da obra mais oneroso. A estrutura de um projeto é composta por cálculos, metodologias, especificação de materiais e trabalhos

complementares. E os principais erros provêm principalmente da falta de compatibilidade entre os projetos (estrutural e arquitetônico), falta de detalhamento e informações claras, má qualidade dos materiais, elementos construtivos de impossível realização, erros de dimensionamento (FIORITTI, 2016). Ainda é dever do projetista especificar ao proprietário as hipóteses que porventura aconteçam como, por exemplo, previsão de gastos com futuras manutenções.

A NBR 14037 (2011) que trata do manual de Uso, inspeção e manutenção diz que o profissional contratado pelo proprietário deve fornecer um manual com todas as informações, dados de projeto, dos materiais, produtos e da execução da obra. Esse manual deve especificar todos os requisitos básicos que o proprietário deve ter com a edificação conforme estabelecido NBR 5674:2012.

Segundo Fioriti (2016), a etapa de projeto é feita de escolhas, tomadas de decisões que possuem alta influência na qualidade final da obra, afetando os custos, velocidade de execução e qualidade da edificação. Dessa forma, deve ser feita com bastante cautela diminuindo a probabilidade de ocorrer falhas.

2.5.1.2 Etapa de execução ou construção

A execução de uma obra deve seguir todas as especificações previstas em projeto, dessa forma almeja-se que a etapa de projeto tenha sido concluída com sucesso. É contraindicado que as etapas de projeto e execução sejam realizadas simultaneamente, geralmente, com o objetivo de diminuir prazos e gastos.

Leal (2002) coloca que os principais problemas relacionados a execução da obra são:

- Qualidade da mão de obra – a baixa qualificação dos profissionais contribui para falhas onde, por vezes a leitura de projeto não é feita da forma correta, fazendo com que algumas especificações não sejam devidamente seguidas.
- Presença de um profissional adequadamente capacitado – muitas vezes o engenheiro responsável não acompanha toda a execução da obra, seja por outras responsabilidades no processo construtivo ou por negligência, não gerenciando todas as etapas de execução.

- Falta de treinamento da equipe – a falta de treinamento e desmotivação da equipe, aliado a pressão para a diminuição de prazos, influenciam na execução da obra causando serviços mal executados ou inacabados.

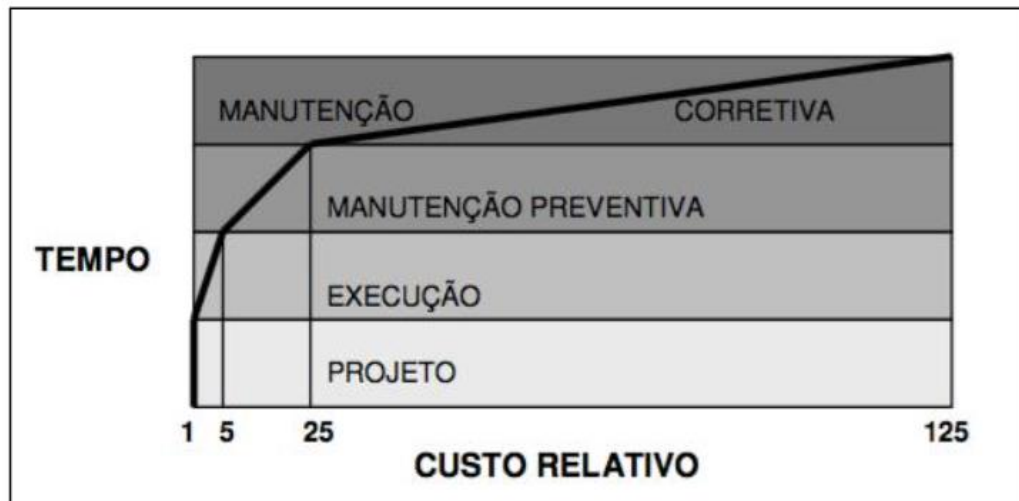
Helene (1992) afirma que os custos gerados por medidas na etapa de construção são cinco vezes superiores se estivessem sido tomados ainda na etapa de projeto. As falhas mais comuns na etapa de execução são pisos desnivelados, alvenaria fora de prumo, má amarração das peças de concreto armado, redução da qualidade dos materiais devido ao mal armazenamento na obra, impermeabilização mal executada, entre outros.

2.5.1.3 Etapa de uso ou manutenção

O surgimento de patologias se dá por uma combinação de erros. Uma parcela desses erros pode ocorrer na etapa de uso da edificação (CBIC, 2013). Para que a edificação mantenha a integridade e característica mais próximas ao original, o usuário deve estar ciente das especificações de sua edificação, além do manual de uso e operação.

Como demonstrado na lei de Sitter (Figura 2.3), os custos de manutenção preventiva são mais baixos que a manutenção corretiva, tornando-a mais vantajosa. Dessa forma é necessário conscientizar os usuários da importância da manutenção preventiva das edificações, no intervalo correto.

Figura 2.3– Lei de Sitter



Fonte: SITTER (1984) apud IANTAS (2010)

Toda obra possui um período de vida útil atribuído a ela, por utilização inadequada ela pode apresentar um quadro de desempenho bem abaixo do esperado, causando insegurança ao proprietário com os potenciais riscos atribuídos.

2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Apesar da indústria da construção civil ser caracterizada pela lentidão de implementar inovações, atualmente ela tem se caracterizado por uma evolução nos métodos construtivos, além da utilização de novos tipos de materiais e produtos (CROCE, 2003). Nos últimos anos esse setor passou por uma fase de crescimento onde ocorreu o aumento de construções, impulsionando o mercado a ser mais competitivo, fazendo com que o empreendedor opte por construir com o máximo de economia visando maior lucro na venda.

Nessa busca por menos gastos e maior rendimento pode ser que sejam utilizadas técnicas e materiais que diminuam a qualidade da edificação, Terra (2001) cita que a falta do controle sobre a forma como foi construído aumenta a possibilidade de ocorrência de defeitos.

Leal (2002) destaca que nem sempre os revestimentos de argamassa são encarados com a devida atenção pelo engenheiro, mesmo que o erro possa acontecer em qualquer etapa de construção, do projetista ao aplicador, um tenta passar a responsabilidade para o outro.

No Brasil, os revestimentos de argamassas são amplamente utilizados, entretanto, a ocorrência de patologias é muito comum. Kiss (2003) salienta que empreendimentos que nem cumpriram o prazo de garantia estão apresentando manifestações patológicas em argamassas de revestimento.

Uma manifestação patológica é resultado da degradação da edificação. Todas as falhas e problemas são alerta de que a construção não está funcionando como planejado (SILVA, 2011).

O revestimento de argamassa é um sistema composto, principalmente, pelas camadas superpostas: chapisco, emboço e reboco. A deterioração prematura da argamassa de revestimento é decorrente dos ataques físicos, mecânicos e biológicos. De acordo com Carasek (2007) na prática esses fenômenos se sobrepõem, fazendo necessário o estudo da interação entre eles.

Neste trabalho não serão abordadas manifestações patológicas em revestimentos de argamassas inorgânicas ocasionadas por recalque, por efeitos de sobrecarga, pela deformação da estrutura de concreto armado, por movimentações térmicas dos elementos estruturais.

2.6.1 Fissuras

A fissura é um dos tipos mais comuns de patologias nas edificações, frequentemente notada pelo usuário, elas podem começar a surgir de forma pacífica na execução do projeto arquitetônico. Thomas (1989) ressalta a fissura como a patologia mais significativa, pois ela pode servir de aviso para problemas sérios à estrutura.

Bauer (1997) define que, nos revestimentos argamassados, a fissura está ligada a fatores relacionados à execução do revestimento, às solicitações higrotérmicas e, principalmente, à retração hidráulica da argamassa.

A formação de fissuras está relacionada com fatores externos e internos. Bauer (1994) cita que as principais causas para a fissuração são o teor de finos, consumo de cimento, e quantidade de água de amassamento. Outros aspectos que podem ou não contribuir na

fissuração são: a resistência de aderência à base, a espessura das camadas, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação das camadas, a perda de água por amassamento por sucção da base ou pela ação de agentes atmosféricos.

As fissuras podem ser classificadas quanto a sua abertura, embora não exista um consenso sobre a amplitude das aberturas. A NBR 15575 (ABNT, 2013), que trata do desempenho das edificações, define fissuras como aberturas que possuem espaçamento inferiores ou iguais a 0,6 mm, e as trincas – expressão coloquial - apresentam aberturas superiores a 0,6 mm. Já a NBR 9575, define fissura quando a abertura é inferior a 0,5 mm e trinca entre 0,5 e 1 cm.

2.6.1.1 Fissuras mapeadas

As fissuras mapeadas podem ser formadas pela retração das argamassas por excesso de finos no traço. Sua forma típica é de mapa ou rede e geralmente são superficiais distribuindo por toda a superfície do revestimento (CINCOTTO et al., 1995).

Segundo Veiga (2003), os revestimentos argamassados sofrem variações dimensionais do momento em que são aplicados até a estabilização, que acontece por volta de 28 dias. Entretanto, na aplicação em dias muito quentes ou com vento excessivo, por exemplo, acaba resultando em perda da água destinada a pasta de cimento, principalmente em revestimentos de fachadas, podendo causar fissuras do tipo mapeadas. A Figura 2.4 representa fissuras mapeadas causadas por retração de secagem da argamassa.

Dessa forma, Josiel (1975), Thomaz (1989), Bauer (1994), Bauer (2019), colocam os seguintes aspectos como as causas mais comuns de fissuração relacionadas á retração das argamassas:

- Quantidade de cimento adicionado à mistura - quanto maior o consumo de cimento, maior é a retração. Neste caso, as argamassas apresentam maior limite de resistência, as tensões se acumulam e a ruptura ocorre com o aparecimento de fissuras macroscópicas.
- Granulometria do agregado – quanto maior a finura dos agregados, maior será o volume de pasta de cimento necessária para recobri-los, conseqüentemente maior retração. Além disso, deve possuir teor de finos adequado. O excesso de finos acarreta maior consumo de água de amassamento, gerando maior retração por secagem.

- Natureza do agregado - quanto maior o poder de absorção do agregado maior será a perda de água da pasta, consequentemente, maior retração de secagem.
- Quantidade de água de amassamento – o excesso de água de amassamento é uma situação bastante comum quanto à argamassa apresenta um teor de finos elevado, o que resulta em maior número de vazios quando endurecida, favorecendo o aparecimento de fissuras.
- Condições de cura – a retração pode ser aumentada caso ocorra evaporação da água antes do tempo de pega do aglomerante. Em regiões muito quentes, com umidade relativa do ar baixa, ensolarada e com ventos os cuidados devem ser redobrados.

A abertura das fissuras é proporcional à espessura da camada de revestimento. Portanto, o revestimento deve ser o menos espesso possível e quando for necessário aumentar a espessura o revestimento deverá ser aplicado em camadas (BAUER, 2019).

Conforme John (1995) a incorporação de aditivos substitutos da cal também pode acarretar o aparecimento de fissuras mapeadas, uma vez que, para compensar a retirada da cal, há um aumento no teor de cimento na mistura, o que intensifica a retração por secagem.

O desempenho do revestimento excessivo ou antes do tempo adequado pode acarretar o aparecimento de fissuras. O ato do desempenho no tempo correto e com a força suficiente é ideal para que seja possível comprimir a pasta e aproximar os grãos, reduzindo possíveis fissuras na argamassa (SILVA e ABRANTES, 2007)

Figura 2.4 – Fissura mapeada causada por retração de secagem da argamassa



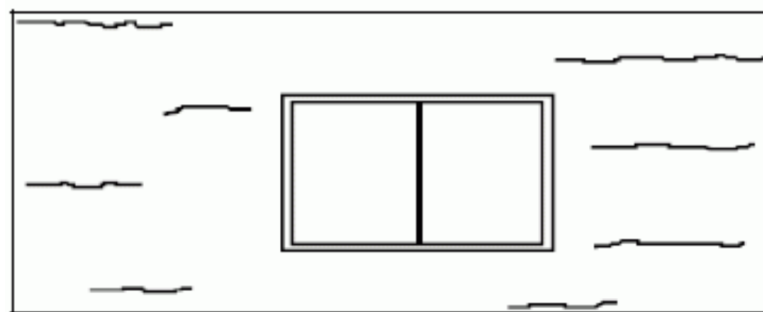
Fonte: CORSINI (2010)

2.6.1.2 Fissuras horizontais

As fissuras predominantemente horizontais são causadas pela hidratação retardada da cal, através de grãos mal hidratados na hora de aplicação da argamassa. Thomaz (1989) explica que cales mal hidratadas possuem alto teor de óxidos livres de cal e magnésio, esses óxidos sempre estarão ávidos por água. Dessa forma, se ocorrer confecção da argamassa com cales mal hidratadas, ao ocorrer umidificação durante sua vida útil, esses óxidos irão hidratar-se, ocorrendo assim expansão da argamassa.

Com a expansão acontecendo no sentido vertical, as fissuras ocorrerão horizontalmente, podendo haver ainda descolamento em placas da argamassa separando em uma ou mais camadas dos revestimentos argamassados. As fissuras horizontais ocorrem principalmente nas proximidades do topo da parede, acompanhando as juntas de assentamento da alvenaria onde são menores os esforços de compressão do peso próprio (Thomaz, 1989). A Figura 2.5 demonstra o padrão de fissuras horizontais no revestimento.

Figura 2.5 – Padrão de fissuras horizontais no revestimento



Fonte: MAGALHÃES (2004)

2.6.1.3 Outros tipos de fissuras

A argamassa no estado endurecido está sujeita a movimentações higroscópicas, onde a água ou umidade desloca-se para o meio dos materiais, através de difusão ou capilaridade, causando a variação de volume dos materiais. As fissuras podem surgir pela movimentação

higroscópica entre as camadas de reboco, chapisco e emboço, quando a resistência das mesmas não é suficiente para resistir às tensões de cisalhamento geradas entre as camadas. Nestes mesmos moldes ainda pode ocorrer a desagregação do revestimento (CINCOTTO et al., 1995)

Esses tipos de fissuras são mais intensos onde ocorre maior incidência de água. Peitoris e detalhes arquitetônicos, quando projetados corretamente, podem ajudar a evitar problemas de infiltração de água nos materiais.

As fissuras em revestimentos argamassados podem ser geradas por inúmeras outras causas, porém apesar da patologia também se manifestar no revestimento, tem sua origem relacionada a outros elementos da edificação.

2.6.2 Eflorescência

Eflorescências são depósitos salinos, principalmente alcalinos e terrosos, na superfície de alvenaria ou revestimentos (BAUER, 1994), geralmente essa manifestação patológica apresenta apenas um efeito estético desagradável, entretanto em casos extremos pode causar o descolamento de revestimentos.

Para Souza (1997) as eflorescências são caracterizadas pela alteração de cor da superfície do revestimento variando entre esverdeado, amarelado, esbranquiçado, acinzentado e preto, além da existência de manchas de umidade.

Barros et al (1997) refere que a ocorrência desse fenômeno está relacionada com a propriedades de absorção permeabilidade da argamassa. A argamassa pode apresentar vazios e canais, decorrentes da presença de água destinada a dar trabalhabilidade à argamassa. Nesses vazios podem ocorrer fluxo de água, introduzindo substâncias agressivas presentes no substrato, na rede capilar ou transportar sais solúveis presentes no próprio material.

Existem três fatores que são determinantes para a formação de eflorescências. São eles: o teor de sais solúveis presentes nos elementos constituintes dos materiais, a presença de água e a pressão hidrostática. Esses três fatores devem agir concomitantemente para o aparecimento dessa patologia. Uemoto (1988) delibera que se um desses fatores for eliminado o aparecimento de patologias não ocorrerá.

O autor classifica as patologias de acordo com seu aspecto de manifestação em: Eflorescência Tipo I, Eflorescência Tipo II e Eflorescência Tipo III.

Segundo a classificação do autor a eflorescência Tipo I é a mais comum, é caracterizada pelo depósito de sal branco, pulverulento e bastante solúvel em água, apresentando em forma de vel (Figura 2.6). Elas aparecem em superfícies de alvenaria aparentes ou em superfícies revestidas de argamassa, juntas de assentamento, regiões próximas a caixilhos mal vedados, ladrilhos hidráulicos e nas juntas de ladrilhos cerâmicos e azulejos. Geralmente a Eflorescência Tipo I afeta apenas a aparência do material, entretanto pode haver destacamento da pintura se o acúmulo se der entre a pintura e seu substrato.

As Eflorescências Tipo II ocorrem com menos frequência, são caracterizados pelo depósito de coloração branca com aspecto escorrido, muito aderente e pouco solúvel em água (BARROS et al., 1997). O sal formado basicamente é o carbonato de cálcio, originado da reação do hidróxido de cálcio produzido na hidratação do cimento, que na presença de chuva ou umidade dissolve-se e deposita-se na superfície das fachadas (Figura 2.7).

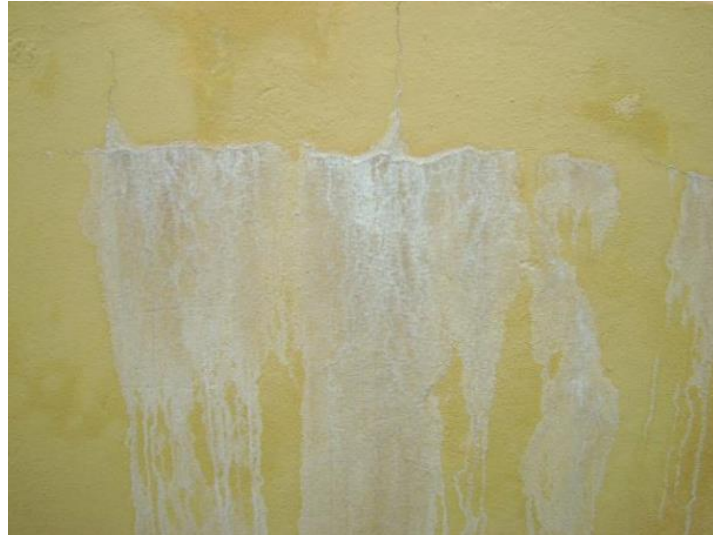
Eflorescência tipo III não é muito comum, e se caracteriza pela presença de um depósito de sal branco entre as juntas da alvenaria fissuradas pela expansão da argamassa de assentamento (UEMOTO, 1988), e pode incidir tanto em fachadas expostas à ação de chuva como as não expostas. O sulfato de cálcio, provindo da alvenaria ou da reação entre os sulfatos de sódio e de potássio com a cal, é responsável por esse fenômeno (Figura 2.8).

Figura 2.6 – Eflorescência tipo I



Fonte: BERTOTI (2010)

Figura 2.7 – Eflorescência tipo II



Fonte: BERTOTI (2010)

Figura 2.8 – Eflorescência tipo III



Fonte: BERTOTI (2010)

2.6.3 Vesículas

As vesículas são manifestações patológicas caracterizadas pelo descolamento do revestimento de argamassa e destacamento da pintura, decorrente das expansões localizadas, ocasionadas principalmente pela presença de óxido de cálcio nas cales mal hidratadas (Figura 2.9). A presença de matéria orgânica nos agregados e torrões de argila dispersos na argamassa pode favorecer a desagregação do revestimento.

Cincotto (1988) relaciona a cor das partes internas da vesícula com a anomalia ou tipo de impureza presente nos agregados. Sendo que a coloração branca indica hidratação retardada da cal, coloração vermelha acastanhada indica concreções ferruginosas na areia e a coloração preta indica presença de pirita e matéria orgânica na areia.

O aparecimento desse tipo de manifestação patológica reforça a importância de realizar corretamente cada etapa do processo de construção, visto que a origem das vesículas pode estar tanto na especificação dos materiais, na produção da argamassa e na execução em obra (CINCOTTO, SILVA e CARASEK, 1995).

Figura 2.9 – Vesícula em revestimento de argamassa



Fonte: BERTOTI (2010)

2.6.4 Mofo, bolor e manchas de umidade

A NBR 15575 (ABNT, 2013) trata a água como o principal agente de degradação de diversos materiais. Na construção civil a umidade apresenta um dos fatores mais difíceis de serem corrigidos (PEREZ, 1988), pois os problemas decorrentes dela nem sempre têm origem por uma causa isolada e sim por um conjunto de causas.

Levantamento realizado pelo IPT, em 2014 constatou que 58% dos problemas patológicos de edifícios de um a quatro anos são relativos à umidade (Oliveira et al., 2005). A origem da umidade pode ser classificada em quatro tipos:

- a) Umidade proveniente do solo – decorrente da absorção da água existente no solo, pelas fundações, das paredes e pavimentos migrando para fachadas e pisos.
- b) Umidade de infiltração - decorrente da ação da água da chuva, ocorrendo infiltração por fissuras, caixilhos, juntas, entre outros elementos construtivos.
- c) Umidade de condensação – umidade oriunda da condensação superficial ou no interior dos vapores de água.
- d) Umidade accidental – umidade oriunda de vazamentos em instalações hidráulicas, ou coleta de água, falhas localizadas. Basicamente são decorrentes de vazamentos no sistema de distribuição e/ou coleta de água da edificação.

A água ao permear as paredes propicia o surgimento de manchas que alteram a coloração da pintura e do revestimento da parede desvalorizando a construção, pois ela deteriora os materiais constituintes (SCHÖNARDIE, 2009 apud BERTOTTI, 2017) (Figura 2.10). Áreas com existência constante de umidade, principalmente aquelas privadas de luz solar favorecem o aparecimento de mofo ou bolor (CINCOTTO, 1988).

O excesso de umidade, além de prejuízos para a edificação (Figura 2.11), traz transtornos para os moradores podendo causar doenças respiratórias e alergias devido ao aparecimento de bolores e mofos (ALENCAR, MACHADO, 2019).

O mofo ou bolor é um conjunto de filamentos de células que se desenvolvem por meio de esporos. É uma alteração observável macroscopicamente através de manchas pretas nas superfícies úmidas das paredes e tetos. Shirakawa et al. (1995), explica que a umidade existente no meio pode causar a umidade do material, entretanto apenas a umidade absorvida pode resultar em aparecimento e fungos.

Figura 2.10 – Umidade ascendente provocando manchas escuras e degradação da pintura na parede



Fonte: BONAFÉ (2021)

Figura 2.11 – Umidade ascendente provocando manchas escuras e degradação da pintura na parede



Fonte: BONAFÉ (2021)

2.6.5 Descolamentos

Em revestimentos argamassados, os descolamentos se caracterizam pela separação de uma ou mais camadas, onde sua amplitude pode variar de áreas limitadas até as áreas grandes chegando a envolver toda a alvenaria. Os descolamentos estão diretamente ligados à falta de aderência do revestimento à base (BAUER, 1997).

Bauer (1997) destaca que essa manifestação patológica é um defeito que acontece ao longo do tempo, iniciando com falhas ou ruptura na interface das camadas que constituem o revestimento. Leal (2002) refere que as principais causas dos descolamentos podem acontecer isoladamente ou simultaneamente.

2.6.5.1 Descolamento com empolamento

O descolamento com empolamento ocorre de modo que o reboco se destaca do emboço por conta da hidratação dos óxidos na argamassa, formando bolhas que aumentam gradativamente (BAUER,1994).

De acordo Cincotto (1988) as prováveis causas dessa patologia são a infiltração de umidade e a cal parcialmente hidratada. A cal mal hidratada ao ser aplicada se extingue, causando aumento de volume e expansão do revestimento. A presença de sulfatos na água reagindo com alumiato tricálcico do cimento também pode ser provável causa do descolamento por ser uma reação que provoca grande expansão do revestimento (Figura 2.12).

Figura 2.12 – Descolamento com empolamento presente na parede



Fonte: BONAFÉ. (2021)

2.6.5.2 Descolamento em placas

O descolamento em placas ocorre quando placas do revestimento se desprendem da base, causando a queda de porções do revestimento (Figura 2.13), uma característica desse fenômeno é o som cavo que o revestimento reproduz ao ser percutido (BAUER, 1997).

Cincotto (1988) descreve que as principais causas do descolamento em placas são:

- Superfície do substrato muito lisa;
- Argamassa muito rica em cimento;
- Camada muito espessa;
- Chapisco preparado com areia muito fina ou ausência do chapisco;
- Molhagem insuficiente do substrato, comprometendo a hidratação do cimento;

Figura 2.13 – Descolamento em placas duras



Fonte: PINHEIRO (2019)

2.6.5.3 Descolamento com pulverulência

De acordo com Bauer (1997) o descolamento com pulverulência é caracterizado pela desagregação e esfarelamento da camada de revestimento ao ser pressionado manualmente juntamente com a baixa resistência ao risco (Figura 2.14).

Segundo o autor as principais causas do descolamento por pulverulência são:

- Traço excessivamente rico em cal ou traço pobre em aglomerantes;
- Substituição da cal por materiais sem propriedades aglomerantes;
- Falta de molhagem do substrato;
- Ausência de carbonatação da cal, geralmente causado pela aplicação de pintura sobre o revestimento em período inferior a 30 dias;

Figura 2.14 – Exemplo da baixa resistência superficial ao risco



Fonte: SEGAT (2019)

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

A pesquisa é um procedimento racional e sistemático desenvolvido a partir de conhecimentos disponíveis e utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos (GIL, 2002). A pesquisa é desenvolvida ao longo de várias etapas que vão desde a abordagem do problema até a apresentação de resultados.

Campante e Sabbatini (2001) destacam que a metodologia para diagnóstico de manifestações patológicas em argamassa de revestimentos deve ocorrer de forma hierárquica começando pela observação do defeito ou manifestação patológica, constatando sua causa imediata, em seguida passando a analisar sua natureza, causa secundária, chegando à origem do problema, a causa primária.

Duarte (2001) destaca que aspectos importantes algumas vezes podem passar despercebidos como a idade do prédio, a forma e local onde estão localizados, investigação quando surgiram os defeitos, se algum aspecto externo contribuiu para causar os danos e averiguar o projeto observando se ocorreram modificações em relação ao projeto original

O presente trabalho pretende fazer estudo de caso no Instituto Federal de Goiás, Câmpus Jataí (GO). Com base nos objetivos do trabalho a metodologia basear-se-á em duas etapas:

- 1ª Etapa - Levantamento de subsídios.
- 2ª Etapa - Diagnóstico.

3.1 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

A etapa de levantamento de subsídios consiste em levantar informações suficientes para completo entendimento acerca dos problemas patológicos que serão analisados. Essa etapa compreende a vistoria ao local.

3.1.1 Vistoria ao local

A vistoria ao local baseada nos passos de Lichtenstein (1985), onde o autor propõe alguns passos que quando cumpridos possibilitam a chegar a uma conclusão objetiva:

- Determinação da existência e da gravidade da manifestação patológica;

- Definição da extensão e amplitude do problema;
- Registro dos resultados;

O Instituto é dividido em blocos e para a realização do estudo será feito um roteiro pré-estabelecidos de ordem de investigação da construção.

3.2 DIAGNÓSTICO

Para que o diagnostico seja de fácil compreensão buscar-se-á nesta etapa a criação de modelos de formas de apresentação dos registros. Dessa forma, prevê a apresentação por meio de gráficos e quadros esquemáticos. Nesses modelos serão mostrados:

- O número de manifestações patológicas encontradas;
- Quais foram as manifestações de maior incidência;
- Prováveis causas e fases de acontecimento;

CAPÍTULO 4 LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS

4.1 APRESENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

A construção objeto de estudo do presente trabalho está localizada no município de Jataí (GO). Trata-se de uma obra edificada às expensas do Poder Público Federal. A Figura 4.1 mostra uma visão geral do Instituto.

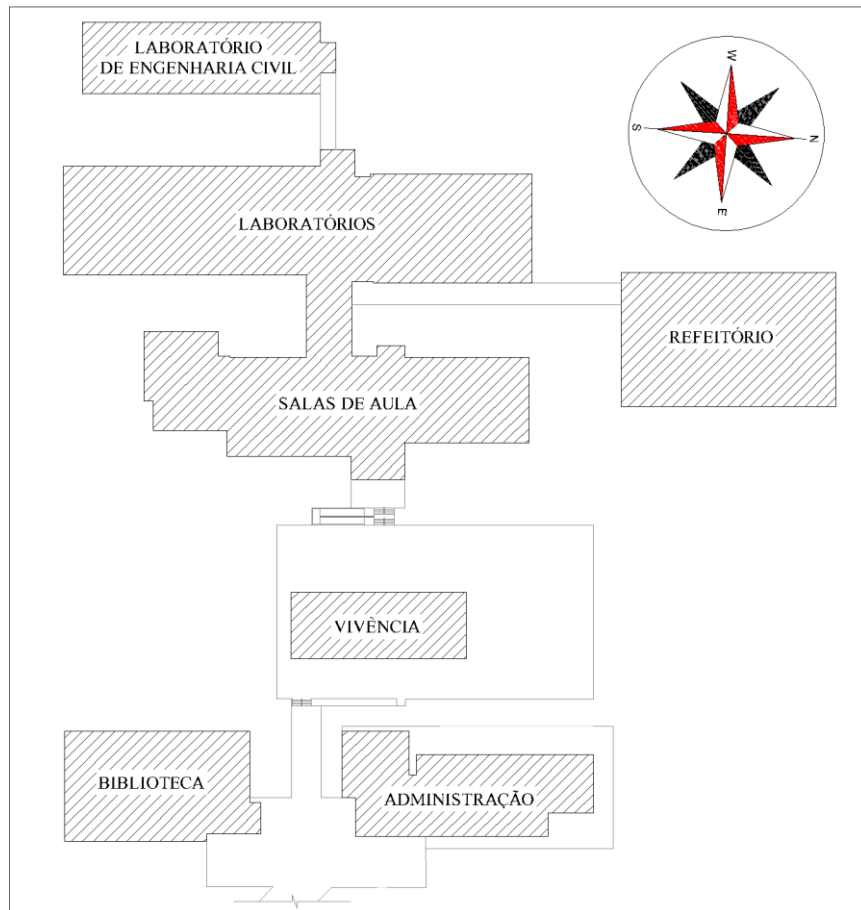
Figura 4.1 – Apresentação do Câmpus Jataí



Fonte: INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS (2019)

O Instituto terminado e ocupado há cerca de 8 anos é composto por blocos em que são exercidas diferentes atividades. Os blocos em questão são: administração, biblioteca, salas de aula e laboratório, vivência, refeitório e Laboratório de Engenharia Civil (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Representação esquemática no Instituto



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

No presente trabalho optou-se por analisar apenas as manifestações patológicas encontradas em revestimentos de argamassa do bloco 400, composto pelas salas de aula e o bloco 500, laboratórios.

A área onde a construção foi implantada possui topografia razoavelmente desnivelada, dessa forma a circulação entre blocos é feita por meio de rampas e escadas que acompanham o desnível natural do terreno.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Os blocos de salas de aula e laboratórios são edificados em dois pavimentos. A circulação entre eles é feita por meio de rampas pavimentadas em concreto. O revestimento dos pisos dos pavimentos superiores e inferiores das salas de aula e laboratórios são feitos de granitina.

Externamente, a construção é circundada por calçada de concreto. A cobertura dos blocos foi executada com telhas de fibrocimento e platibanda composta por telhas metálicas trapezoidais.

Por conta de a edificação ter em torno de 8 anos de ocupação no levantamento de dados constatou-se que algumas paredes possuíam algum tipo de reparo, sejam cortes na parede para consertos de problemas hidráulicos ou serviços de repintura (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Reparo por problema hidráulico



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

4.3 COLETA DE DADOS

O procedimento adotado para a sistematização e catalogação das manifestações patológicas em revestimentos argamassados no Instituto foi a utilização de imagens, onde foi feito o registro de cada plano de parede que possuíam patologias, juntamente com a localização em planta de cada imagem e descrição das anomalias encontradas. Foram também obtidos elementos considerados importantes para o trabalho, como projetos de arquitetura, localização e informações sobre o edifício com pessoas que utilizavam a instituição há mais tempo.

Planos de parede onde o acesso não era possível foram excluídas do estudo como, por exemplo, paredes bloqueadas por escaninhos ou armários fixos, além da área dos barriletes,

por conta da dificuldade de acesso. Entretanto, por serem amostras reduzidas de dados para análise e mostrarem-se pouco representativas para emanar conclusões, não influenciaram de forma relevante os resultados obtidos.

Ao todo foram analisados 449 planos de parede onde cada tipo de manifestação patológica foi registrada. Para a análise dos dados foram utilizados dois métodos: Método de Incidência e Método da Intensidade, descritos por Magalhães (2004) e utilizados por Segat (2005) em “Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: Estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul”.

No Método da Incidência cada manifestação foi contabilizada apenas uma vez em cada plano de parede, independentemente do número de vezes e lugares que se manifesta. Dessa forma, foi possível determinar o resultado do percentual de planos de paredes atingidos pelos tipos de manifestações patológicas.

No Método de Intensidade cada dano foi contabilizado de forma isolada, considerando a quantidade de danos que ocorreram em cada plano de parede (ARANHA,1994). Resultando em dados que possam apontar o grau de comprometimento da estrutura em relação a cada tipo de manifestação patológica.

4.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS NA INSPEÇÃO DE CAMPO

Na pesquisa de campo feita no Instituto Federal de Goiás pode ser observada a presença de várias manifestações patológicas em revestimentos argamassados. As manifestações de maior incidência foram relacionadas com problemas relativos à umidade. Assim como mostra NBR 15575 (ABNT, 2013) trazida no tópico 2.6.4, que coloca a água como o principal agente de degradação de diversos materiais (Figura 4.4).

As origens dos problemas encontrados estão principalmente na falta de elementos construtivos (Figura 4.4), falta de manutenção adequada aos elementos que tiveram o término da vida útil e na ausência ou falha de projeto da impermeabilização das vigas baldrame (Figura 4.5). A Figura 4.6 apresenta uma manifestação patológica com origem não relacionada ao revestimento.

A seguir é apresentada uma tabela com as principais manifestações patológicas e as possíveis origens.

Tabela 4.1 – Principais manifestações patológicas em revestimento de argamassa

Principais manifestações encontradas	Sintomatologia	Possíveis causas
Descolamento com empolamento	• destacamento do reboco com formação de bolhas	– infiltração de umidade e ocorrência de cal parcialmente hidratada na argamassa
Descolamento com pulverulência	• desagregação e esfarelamento da argamassa	– elevado teor de materiais pulverulentos na argamassa – substituição da cal por materiais sem propriedades aglomerantes – falta de molhagem do substrato – utilização da argamassa após o tempo de pega – estocagem indevida da argamassa
Fissuras horizontais/lineares	• fissuras lineares localizadas entre elementos estruturais • fissuras horizontais localizadas acima do rodapé • Fissuras horizontais na parte inferior e superior em janelas e na parte superior de portas. • fissuras encontro entre parede e viga	– falha em elementos construtivos como vergas e contravergas. – falha de amarração da parede com a viga
Fissuras mapeadas/disseminadas	• aberturas disseminadas nas paredes com direções variadas	– retração da argamassa – uso de aditivos como substitutos da cal – argamassa com alto teor de finos
Manchas de umidade de infiltrações	• manchas de umidade em paredes comum a paredes externas e banheiros	– umidade de paredes externas as quais sofreram umidade por respingos – infiltração por meio de trincas na janela, falha no processo construtivo.
Manchas de umidade por respingos	• mancha de umidade e mofo nas partes baixas das paredes externas	– falha de revestimento impermeabilizante junto à base da parede – beirais de pequena extensão sobre o plano da fachada
Manchas de umidade proveniente do solo	• manchas na área inferior da parede absorvendo água pela fundação	– falha ou ausência de impermeabilização.

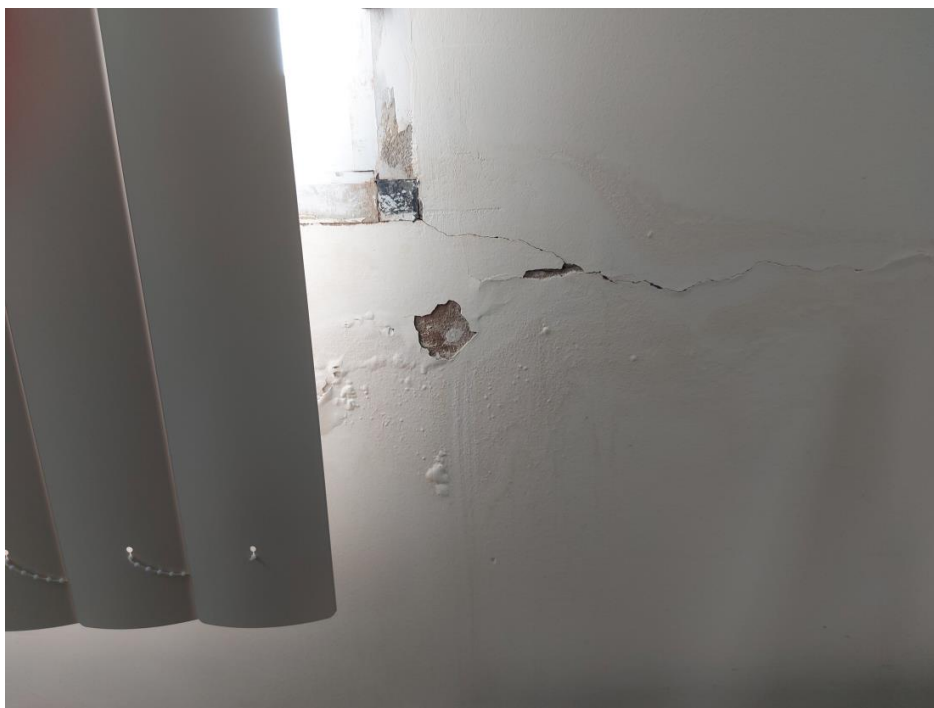
Fonte: SEGAT (2005), CINCOTTO (1988), THOMAZ (1989), LEAL (2002)

Figura 4.4 – Manifestação patológica em parede externa



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Figura 4.5 – Manifestação patológica em parede interna



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Figura 4.6 – Manifestação patológica com origem não relacionada ao revestimento



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

4.5 ORGANIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

A organização e quantificação dos problemas encontrados foram feitas com base nas imagens registradas dos planos onde foram encontradas anomalias. Com imagens em mãos cada foto era analisada e em uma planilha cada uma das anomalias encontradas era marcada e também as anotações referentes ao problema.

Com a análise feita, foi possível abstrair diversos dados como, quais foram as patologias de maior incidência, o local onde elas predominantemente ocorriam, além de dados gerais, como a incidência e intensidade de manifestações patológicas em planos de fachadas e de paredes internas.

4.6 DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Nos 449 planos de parede analisados no Instituto, foram registradas patologias em 80 planos de parede, ou seja, 17,82% dos planos possuíam algum tipo de problema relacionados à revestimentos argamassados. A seguir será mostrado como foi a distribuição das manifestações patológicas no Instituto pelo Método de Incidência e pelo Método de Intensidade.

4.6.1 Distribuição geral das manifestações patológicas – Método de Incidência

Pelo Método de Incidência, onde cada patologia é contada apenas uma vez em cada plano de parede independentemente do número de vezes que ocorrem, foi possível registrar a incidência de 144 manifestações patológicas (Figura 4.7). A Tabela 4.3 apresenta a distribuição geral das manifestações levantadas por esse método.

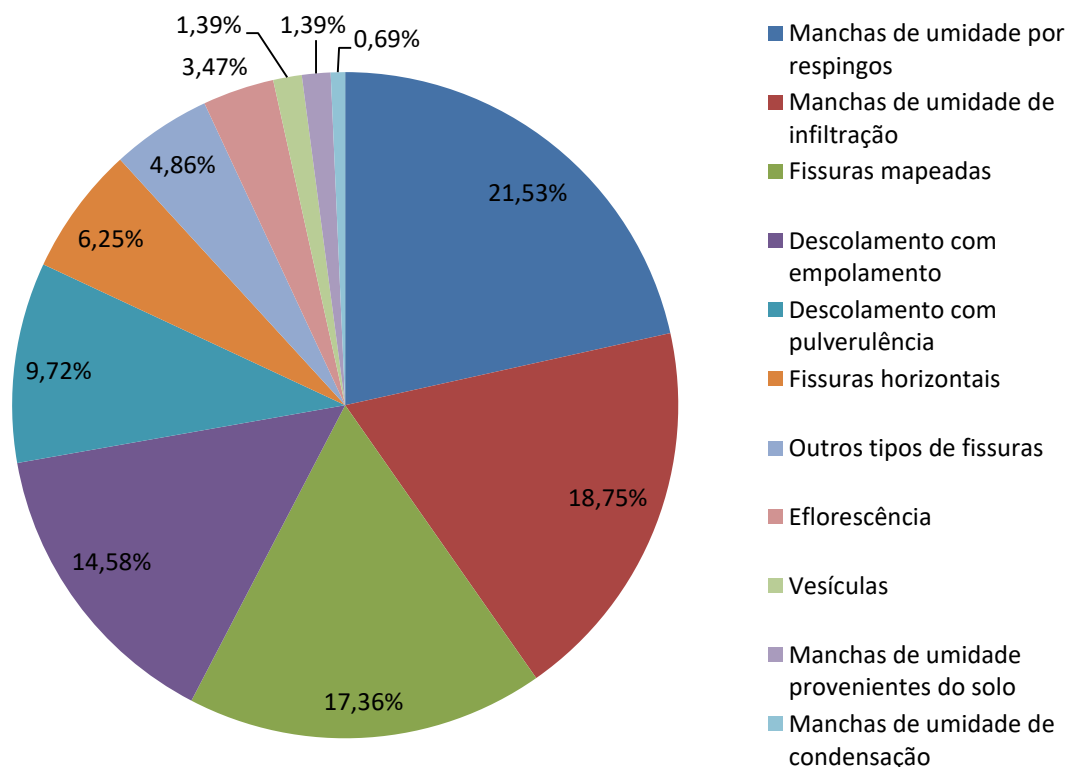
Tabela 4.2 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos de parede

Manifestação patológica	Número de incidência da manifestação	(%)
Manchas de umidade por respingos	31	21,53
Manchas de umidade de infiltração	27	18,75
Fissuras mapeadas	25	17,36
Descolamento com empolamento	21	14,58
Descolamento com pulverulência	14	9,72
Fissuras horizontais	9	6,25
Outros tipos de fissuras	7	4,86
Eflorescência	5	3,47
Vesículas	2	1,39
Manchas de umidade provenientes do solo	2	1,39
Manchas de umidade de condensação	1	0,69
TOTAL	144	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Foi evidenciado que a patologia de maior incidência em parede de revestimento argamassado corresponde à manchas de umidade por respingos com 21,53% do total de registros. Manchas de umidade de infiltração foram a segunda patologia com maior número de incidência com 18,75%. As fissuras mapeadas correspondem a 17,36% das incidências. Descolamento com empolamento representa um percentual de 14,58% e descolamento com pulverulência apresenta percentual de 9,72%.

Figura 4.7 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Com base nos dados gerais, constata-se que mais de 40% de incidência das manifestações patológicas diz respeito a manchas de umidade.

4.6.1.1 Nos planos de fachada

Dos 449 planos de parede analisados, 383 eram planos internos e 66 planos externos. Analisando o número de incidência pelos planos externos as manchas de umidade por respingos correspondem a 37,80% do total e foi registrada em 46,97% dos planos de parede. Ao todo foram encontrados 31 pontos de manchas de umidade por respingos, todos em planos externos de paredes. Assim como as fissuras mapeadas registradas em 25 pontos, que representam 30,49% do número de incidência em planos de fachada representando 100,00% do total de fissuras mapeadas encontradas no Instituto (Figura 4.8).

Descolamento com empolamento foi encontrado em 10 pontos, número que equivale a 12,20% total de incidência nos planos externos. Fissuras horizontais com causas não relacionadas ao revestimento não apareceram nos planos de fachada. Por outro lado, de 27

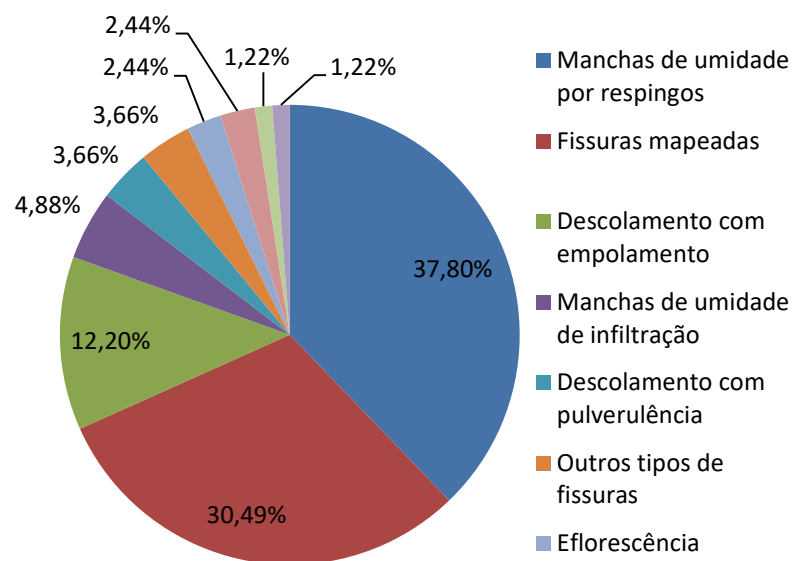
registros de manchas de umidade de infiltração apenas 4 pontos foram encontrados em planos externos (4,88%).

Tabela 4.3 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos externos de parede.

Manifestação patológica	Número de incidência da manifestação	(%)
Manchas de umidade por respingos	31	37,80
Fissuras mapeadas	25	30,49
Descolamento com empolamento	10	12,20
Manchas de umidade de infiltração	4	4,88
Descolamento com pulverulência	3	3,66
Outros tipos de fissuras	3	3,66
Eflorescência	2	2,44
Manchas de umidade provenientes do solo	2	2,44
Vesículas	1	1,22
Manchas de umidade de condensação	1	1,22
TOTAL	82	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Figura 4.8 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos externos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Durante a análise de resultados pode-se perceber que em uma mesma parede que possuía mancha de umidade por respingos no plano externo, possuía mancha por umidade por infiltração no plano interno.

4.6.1.2 Nos planos internos

Os planos internos foram responsáveis por 43,05% do total de incidência de manifestações patológicas. Manchas de umidade por infiltração foram responsáveis por 37,10% do número total de incidência, seguidas por descolamento com empolamento e descolamento com pulverulência, cada com 17,74% (Figura 4.9). Confrontando a distribuição de manifestações patológicas nos planos de fachada.

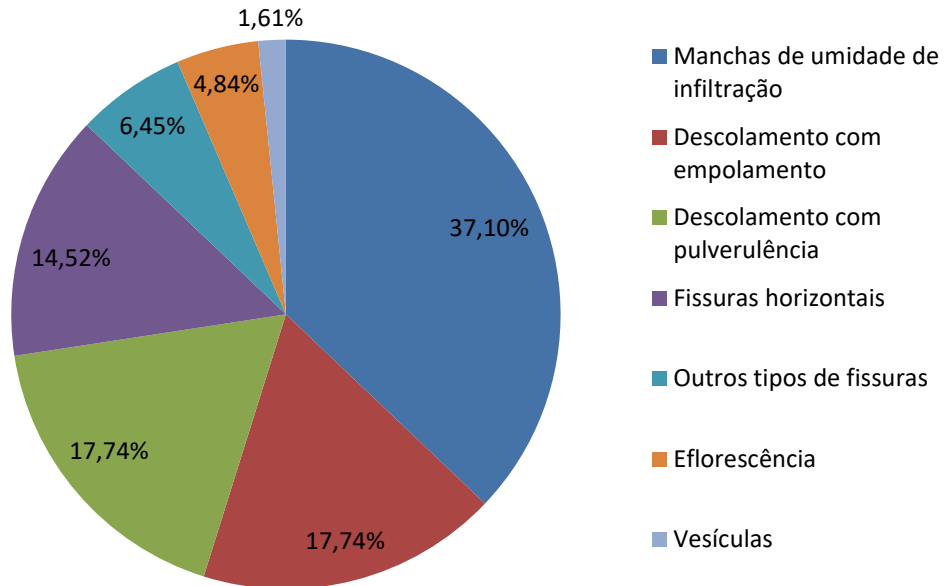
Além das fissuras mapeadas e manchas de umidade por respingos, não foram encontradas em planos internos: manchas provenientes do solo, manchas de umidade por respingos e manchas de umidade de condensação.

Tabela 4.4 – Tabela com número de incidências das manifestações patológicas nos planos internos de parede.

Manifestação patológica	Número de incidência da manifestação	(%)
Manchas de umidade de infiltração	23	37,10
Descolamento com empolamento	11	17,74
Descolamento com pulverulência	11	17,74
Fissuras horizontais	9	14,52
Outros tipos de fissuras	4	6,45
Eflorescência	3	4,84
Vesículas	1	1,61
TOTAL	62	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Figura 4.9 – Gráfico com porcentagem de incidências de manifestações patológicas nos planos internos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

4.6.2 Distribuição geral das manifestações patológicas – Método de Intensidade

Na análise da distribuição geral das manifestações patológicas pelo método de intensidade, onde cada anomalia nos revestimentos argamassados é contabilizada cada vez que ocorre em cada plano de parede, foram registradas 190 ocorrências de patologias.

A manifestação patológica de maior ocorrência por este método foi o descolamento com empolamento, responsável por 27,89% do número total, diferentemente do Método de incidência em que houve predominância de manchas de umidade por respingos. As fissuras mapeadas representaram 17,89% do número de ocorrência com 34 registros, seguida por manchas de umidade por respingos com 33 registros compreendendo 17,37% do total (Figura 4.10).

Manchas de umidade por infiltração ocorreram 27 vezes, mesmo valor do número de incidência dessa manifestação, ou seja, este problema não ocorreu mais de uma vez em um

único plano de parede. Descolamento com pulverulência tiveram percentual de 8,95% com 17 ocorrências.

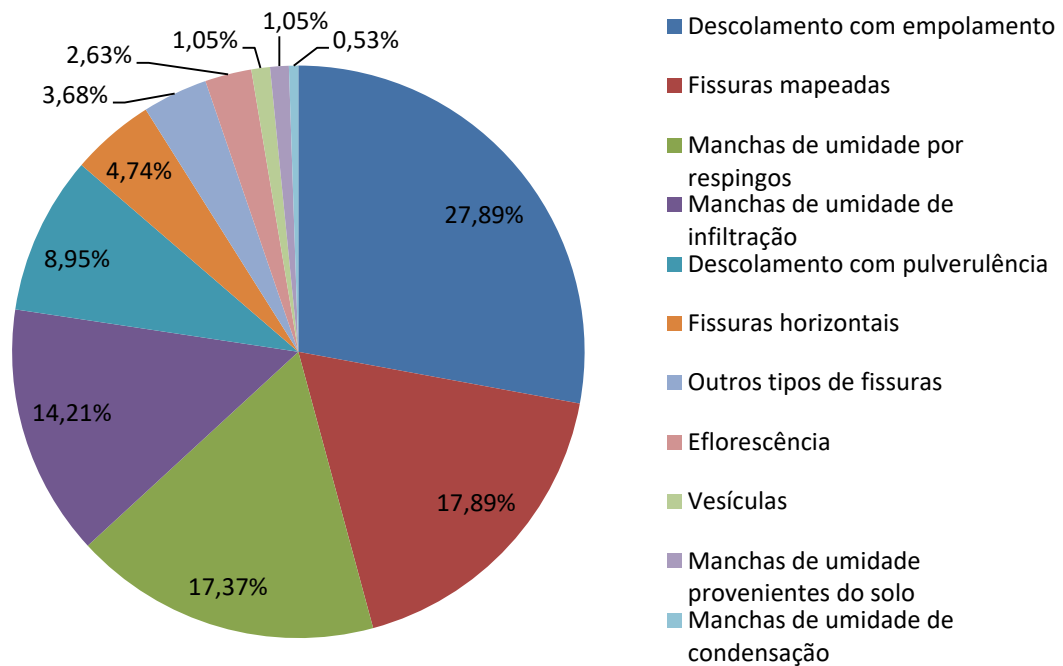
Quanto ao índice médio de patologias encontradas foi apurado um índice médio geral de 0,42 patologias por plano de parede.

Tabela 4.5 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos de parede.

Manifestação Patológica	Quantidade de ocorrência da manifestação	(%)
Descolamento com empolamento	53	27,89
Fissuras mapeadas	34	17,89
Manchas de umidade por respingos	33	17,37
Manchas de umidade de infiltração	27	14,21
Descolamento com pulverulência	17	8,95
Fissuras horizontais	9	4,74
Outros tipos de fissuras	7	3,68
Eflorescência	5	2,63
Vesículas	2	1,05
Manchas de umidade provenientes do solo	2	1,05
Manchas de umidade de condensação	1	0,53
TOTAL	190	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Figura 4.10 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

4.6.2.1 Nos planos de fachada

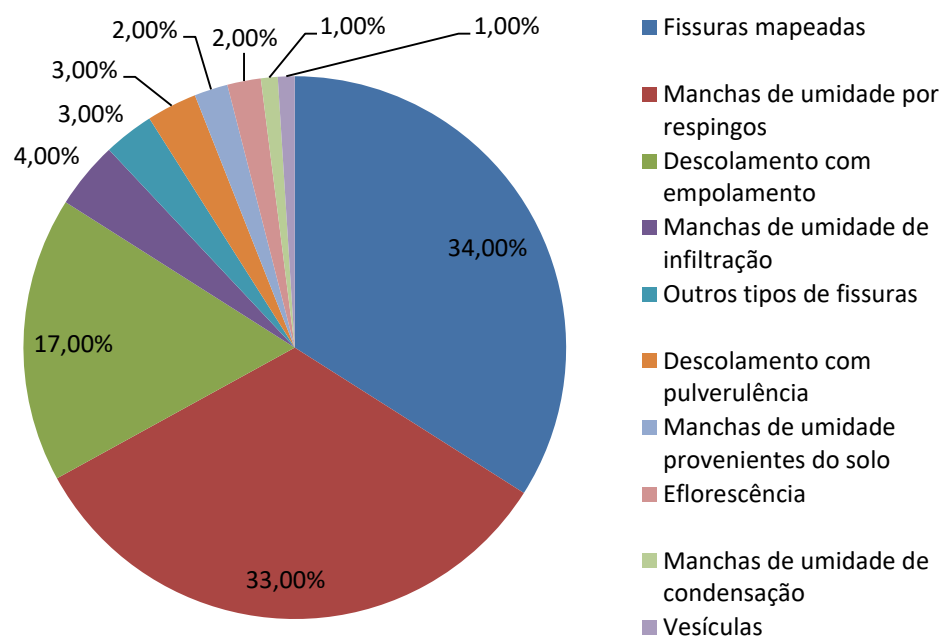
Os planos de fachada foram responsáveis por 52,63% da ocorrência de manifestações patológicas com 100 anomalias registradas. O índice médio de patologias por plano de parede externo foi de 1,52, evidenciando que os planos de fachada foram mais danificados e a manifestação de maior ocorrência foram as fissuras mapeadas com 34% do número total. Seguida pelas manchas de umidade por respingos com 33% e 33 ocorrências (Figura 4.11).

Tabela 4.6 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos externos de parede.

Manifestação Patológica	Quantidade de ocorrência da manifestação	(%)
Fissuras mapeadas	34	34,00
Manchas de umidade por respingos	33	33,00
Descolamento com empolamento	17	17,00
Manchas de umidade de infiltração	4	4,00
Outros tipos de fissuras	3	3,00
Descolamento com pulverulência	3	3,00
Manchas de umidade provenientes do solo	2	2,00
Eflorescência	2	2,00
Manchas de umidade de condensação	1	1,00
Vesículas	1	1,00
TOTAL	100	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Figura 4.11 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos externos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Descolamento com empolamento foi a terceira patologia com maior número ocorrência representando 17% do total, e por conta dessa patologia ter maior intensidade em números gerais, evidencia que a maior ocorrência dessa patologia foi em planos internos.

4.6.2.2 Nos planos de internos

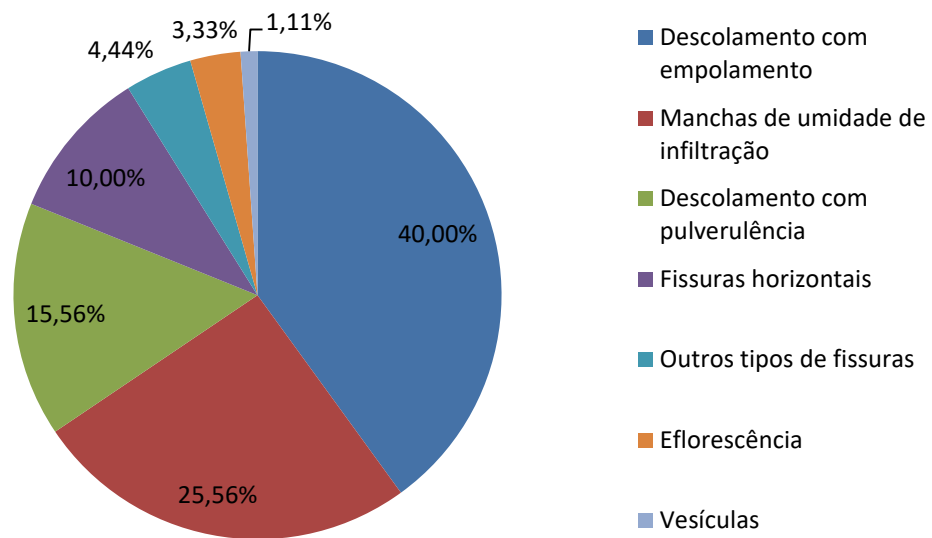
Nos 383 planos de fachada internos do Instituto foram encontradas 90 ocorrências de manifestações patológicas. A manifestação de maior predominância foi descolamento com empolamento, averiguados em 36 pontos e sendo responsável por 40% do total de ocorrência de patologias em planos internos (Figura 4.12).

Tabela 4.7 – Tabela com quantidade de ocorrências das manifestações patológicas nos planos internos de parede.

Manifestação Patológica	Quantidade de ocorrência da manifestação	(%)
Descolamento com empolamento	36	40,00
Manchas de umidade de infiltração	23	25,56
Descolamento com pulverulência	14	15,56
Fissuras horizontais	9	10,00
Outros tipos de fissuras	4	4,44
Eflorescência	3	3,33
Vesículas	1	1,11
TOTAL	90	100,00

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Figura 4.12 – Gráfico com porcentagem de ocorrências de manifestações patológicas nos planos de parede.



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2021)

Manchas de umidade por infiltração compreenderam 25,56%, encontradas em 23 pontos. Os planos internos foram responsáveis por 87,00% do total geral deste tipo de manifestação patológica no Instituto.

4.7 ANÁLISE QUANTO À DISTRIBUIÇÃO GERAL DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS

Neste tópico será feita a análise individual das principais manifestações patológicas encontradas no Instituto. A abordagem compreenderá aspectos a respeito da origem e quanto à forma de distribuição, intensidade e incidência do problema patológico.

4.7.1 Manchas de umidade por respingos

No levantamento de campo no Instituto foi constatado que, de modo geral, a ocorrência de manchas de umidade por respingos possuía a mesma sintomatologia. Incidem ao longo de

paredes externas em área contínua e em região próxima a base dos planos de parede nos pavimentos inferiores.

Dos 449 planos analisados, mancha de umidade por respingo foi a patologia de maior número de incidência, aparecendo em 31 planos número que representa 21,53% do total de incidências (Figura 4.13). Planos de parede com orientação sul e leste foram os mais afetados, a face leste recebe o sol da manhã com raios solares menos intensos e calor ameno e a face sul é a que incide menor quantidade de raios solares (GRATT, 2018). De acordo com Cincotto (1988) a existencia constante de umidade, especialmente em áreas que não ficam expostas ao sol, favorece o aparecimento de mofo ou bolor na superfície.

Figura 4.13 – Mancha de umidade por respingo

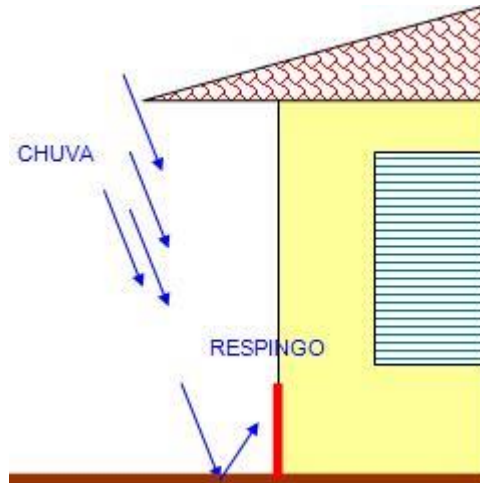


Fonte: CARVALHO NETO (2021)

A pequena extensão de dos beirais existentes, permite que a água escorrida do telhado, ao atingir o solo, respingue nas paredes da construção (Figura 4.14), as paredes, por sua vez não apresentam tratamento superficial adequado no trecho atingido, assim esse trecho vai causando manchas de umidade que vão se acentuando com o tempo (SEGAT, 2005) O respingo de chuva é bastante nocivo à pintura e torna-se bastante abrasivo ao chocar-se na parede atuando como uma lixa fazendo com que além de remover a pintura e atacar o

revestimento deixa a parede sem proteção contra a infiltração da água da chuva podendo causar danos na parte interna (EBANATAW, 2010) (Figura 4.15).

Figura 4.14 – Representação da gota de chuva atingindo o chão e respingando na parede



Fonte: EBANATAW (2010)

Figura 4.15 – Mancha de umidade em parede externa



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

4.7.2 Manchas de umidade por infiltração

As manchas de umidade por infiltração foram responsáveis por 14,21% do número de incidência de manifestações patológicas no Instituto ocorrendo em 27 planos de parede dos 144 planos que foram encontradas manifestações patológicas. A forma de atuação mais comum desta patologia foi em paredes onde a face externa também ocorreram manchas de umidade.

Planos com face externa a parede de banheiros (Figura 4.16) foram locais onde a patologia incidiu, apresentando empolamento da pintura, descascamentos e mofo. Evidenciando como possível origem o uso do banheiro onde a água infiltra migra para a fachada através da absorção e capilaridade dos materiais (PERES apud SEGAT).

Figura 4.16 – Mancha de umidade por infiltração



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Foram registradas infiltrações por meio de trincas próximas a janelas, tendo como possíveis causas falhas em elementos construtivos como vergas e contra-vergas, causando manchas e bolhas na tinta.

Durante a análise foi constatado que os miniauditórios do câmpus foram áreas onde a infiltração causou danos intensos, pois além de grandes manchas de umidade nas paredes com

possíveis causas relacionadas ao dreno do ar-condicionado as pessoas que o utilizam relatam dificuldades de permanecer no miniauditório por muito tempo por conta do desconforto na respiração, principalmente quando o miniauditório fica fechado por um longo período de tempo (Figura 4.17 e Figura 4.18). Alucci et al. (1988) salienta que a presença de mofo pode ocasionar problemas respiratórios prejudicando a saúde dos usuários.

Figura 4.17 – Mancha de umidade na parede do miniauditório



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Figura 4.18 – Mancha de umidade na parede do miniauditório



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

4.7.3 Descolamento

Dos 449 planos de parede analisados foram registradas 70 ocorrências de descolamentos pelo método de intensidade. Em que 53 desses registros foram de descolamento com empolamento e 17 dos registros foram descolamento com pulverulência.

Em planos externos, descolamentos apresentaram distribuição semelhante a manchas de umidade por respingos, manifestando-se na parte inferior de planos de parede com fachadas sul e leste. Os descolamentos nos planos internos ocorreram em maioria na parte interna de paredes de fachada, manifestando na segmentação de camadas de argamassa de revestimento, com amplitude de pequenos focos.

Os descolamentos com empolamento, responsáveis por 27,89% das 190 ocorrências de manifestações patológicas aconteceram de forma que a superfície do reboco e desprende-se do emboço, gerando bolhas. O fator provável da formação desse efeito é a infiltração da umidade e ocorrência de cal parcialmente hidratada (CINCOTTO, 1988), conforme trazido no tópico 2.6.5. A Figura 4.19 apresenta um exemplo de descolamento com empolamento no revestimento de argamassa

Figura 4.19 – Descolamento com empolamento.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Dos 17 registros de descolamento com pulverulência 82,35% foram em planos internos de parede, manifestando-se na parte inferior das paredes de forma que a superfície, já com perda

da pintura, apresenta baixa resistência superficial ao risco, desagregação e esfarelamento da argamassa.

Os descolamentos verificados possuíam como possíveis origens falhas tanto de execução e desgaste da proteção superficial dos revestimentos. Alguns planos apresentavam indícios de serem lixados por materiais abrasivos, em outros planos apresentavam perca da proteção superficial por conta do choque com as cadeiras de estudo.

4.7.4 Fissuras

As fissuras foram responsáveis por 26,32% da ocorrência de manifestações patológicas no Instituto, aparecendo em 9,13% dos 449 planos de parede. Dos 50 casos totais de fissuras 37 foram em planos de fachadas indicando que o problema ocorreu com mais frequência em áreas externas.

O tipo de fissura com maior número de ocorrência foram as fissuras mapeadas onde todas as 34 ocorrências dessa patologia foram em planos externos. A forma mais comum de manifestação desta patologia foi na parte inferior de paredes de fachada onde já havia o deslocamento da pintura. A figura 4.20 apresenta um registro de fissura mapeada.

Figura 4.20 – Fissuras mapeadas em parede externa



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Em diversas áreas onde ocorreram fissuras mapeadas era possível registrar manchas de umidade. Pela distribuição das fissuras mapeadas pôde perceber que os planos com maiores danos foram aqueles mais expostos a intempéries (Figura 4.21).

Figura 4.21 – Fissuras mapeadas e manchas de umidade



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Outro tipo de fissura registrado foram as fissuras horizontais. Responsáveis por 10,00% da ocorrência de manifestações patológicas em planos internos, as fissuras possuíam forma linear e eram encontradas geralmente perto de elementos construtivos como vigas e pilares, ocorreram na parte superior de portas e na parte inferior de janelas, bem como acima do rodapé foi possível encontrar esse tipo de patologia (Figura 4.22 e Figura 4.23).

Figura 4.22 – Fissura horizontal em na parte superior de esquadria.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Figura 4.23 – Fissura horizontal acima do rodapé.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

As fissuras horizontais no revestimento podem ser causadas pela expansão da argamassa de assentamento devido à hidratação retardada da cal (THOMAS 1989, apud SEGAT, 2005). Em termos gerais parte das fissuras horizontais não apresentam sua origem relacionada aos revestimentos argamassados tendo suas prováveis causas a falta e/ou falha de elementos

construtivos como vergas e contravergas bem como falha na amarração da parede com a viga. Outras fissuras que representaram 3,67% do total de ocorrência de manifestações tiveram como possível origem recalques de fundações e/ou deformações em vigas baldrames.

As prováveis causas das fissuras disseminadas foram a exposição contínua do revestimento a água da chuva, onde a infiltração na argamassa ocorre por capilaridade que provoca sucção de água para dentro dos poros do material. Quando os poros estão preenchidos ocorre aumento do volume do material e eles contraem-se quando há perda de água por evaporação. Essa expansão e contração tem como consequência o aparecimento de fissuras (BERTOTTI, 2017)

Por vezes as fissuras serviram como entrada para infiltração, principalmente na parte inferior de janelas, conforme mostra a Figura 4.24.

Figura 4.24 – Fissura na parte inferior de esquadria com mancha de umidade.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

CAPÍTULO 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na apresentação de resultados e análises feitas no Capítulo 4, é possível tecer algumas considerações finais.

5.1 CONSIDERAÇÕES QUANTO A SITUAÇÃO CONSTRUTIVA DO INSTITUTO

Em relação à situação construtiva foi averiguado que o Instituto mantém sua caracterização original e poucos planos de parede tiveram algum tipo de modificação. As modificações encontradas foram a respeito de reparos principalmente relacionados a problemas hidráulicos.

Observou-se que poucos reparos preventivos foram feitos mesmo que a construção esteja em uso há cerca de 8 anos. Foi possível observar a ausência de repintura, bastante desgastada em alguns locais. Detalhes construtivos como as juntas de dilatação dos blocos (Figura 5.2) também desgastados serviram de local para infiltração para o bloco inferior, atacando elementos como vigas, pilares e, também, o forro de gesso.

Os rodapés que além da melhorarem o acabamento e de proteger as paredes contra possíveis impactos, possuem também função de proteger o revestimento contra a umidade estavam bastante degradados em alguns pontos (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Degradação do rodapé.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

Figura 5.2 – Mancha de umidade causada da degradação das juntas de dilatação.



Fonte: CARVALHO NETO (2021)

5.2 CONSIDERAÇÕES QUANTO A METODOLOGIA ADOTADA

Em 17,82% dos planos de parede possuíam algum tipo de problema relacionado a revestimentos argamassados. Empregando o Método de Incidência e o Método de Intensidade para o registro de patologias foi possível analisar a distribuição e possível origem das manifestações patológicas em revestimentos argamassados sobre diferentes óticas.

Método de Incidência foi possível analisar qual tipo de manifestação ocorria em maior número de planos de parede. Podendo analisar se foi um problema local ou distribuído ao longo do Instituto.

O Método de Intensidade proporcionou dados que demonstraram a gravidade da manifestação em um plano de parede, pois por meio deste método foi capaz observar que um mesmo plano de parede possuía vários focos de uma mesma manifestação demonstrando a degradação deste revestimento.

Dentro do Método de Intensidade e o Método de Incidência ocorreu a subdivisão dos resultados. Podendo ser feita a análise pelos dados gerais e pelos planos internos e externos de paredes, por essa análise averiguou-se que certas patologias ocorreram apenas em planos

externos e outras tiveram maior incidência em planos internos. Proporcionando indícios para a constatação sobre as possíveis causas dos problemas.

5.3 CONSIDERAÇÕES QUANTO A ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Durante a análise das manifestações patológicas averiguou-se deficiências no processo construtivo, onde as prováveis origens estavam desde a desatenção e/ou despreparo de profissionais aos detalhes construtivos e especificações técnicas. Observou-se a negligência de manutenção preventiva e conservação da construção. De modo geral, constataram-se falhas de utilização, falhas de materiais e falhas de execução, ou seja, problemas relacionados a diversas etapas do processo construtivo.

CAPÍTULO 6 CONCLUSÕES

Na construção civil, todos os elementos são suscetíveis a degradações, essas degradações alteram as características dos materiais condicionando-os a uma menor durabilidade e qualidade, conduzindo ao aparecimento de diversas manifestações patológicas. Passando a operar com desempenho de qualidade inferior ao que é esperado para uma edificação.

Por meio deste trabalho foi possível adquirir conhecimento a respeito dos materiais constituintes nas argamassas bem como suas propriedades. Além disso, pode-se compreender a origem e causa das principais manifestações patológicas em revestimentos argamassados e como elas poderiam ser reduzidas ou evitadas.

Neste contexto, foi feito um estudo de caso no Instituto Federal de Goiás levantando a incidência e quantidade de manifestações patológicas em planos de parede com revestimento em argamassa. Os resultados obtidos possibilitaram desenvolver tabelas comparativas para análise das manifestações patológicas no Instituto apontando de onde provêm as falhas que geraram tais problemas.

A execução deste trabalho objetivou acrescer conhecimento teórico aos profissionais da construção civil no intuito de conscientizar sobre o quão importante é a construção possuir qualidade do projeto ao uso da edificação, uma vez que o produto final atinge diretamente pessoas.

Objetivando a melhoria na transferência de conhecimento do meio acadêmico e as práticas empregadas pelos profissionais, o presente trabalho apresenta sugestões para novos trabalhos como a realização de estudos voltados para o tratamento e manutenção dos planos de parede do Instituto que ocorreram de manifestações patológicas. Este estudo abre espaço também para a continuação do levantamento de manifestações patológicas em outros elementos construtivos.

CAPÍTULO 7 REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, C. S. A. **Estudo da evolução do desempenho no tempo de argamassas de cal aérea**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

ALENCAR, E. A. B.; MACHADO, K. M. M. **Levantamento de patologia causadas por umidade nas edificações na cidade de Manaus**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Norte – UNINORTE Laureate International Universities, Manaus, AM, 2019.

ALVES, J. D. **Materiais de construção**. 6. ed. Goiânia: Editora da UFGO. 1987.

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Patologia das construções: Metodologia para diagnóstico e estudo de caso em marquises**. 2008. 87 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado na região amazônica**. 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

AZEVEDO, M. T. **Patologias das estruturas de Concreto**. In: ISAIA, G. C. (Ed). **Concreto – Ciência e Tecnologia**. v. 2; São Paulo, 2011.

BARROS, M.M.B.; TANIGUI, E.K.; RUIZ, L.B.; SABBATINI, F.H. **Tecnologia construtiva racionalizada para produção de revestimentos verticais**. Notas de aula: patologias em revestimentos verticais. São Paulo, SP, 1997.

BAUER, L.A.FALCÃO. **Materiais de Construção**. Livros Técnicos e Científicos Editora – 2 vol. – 5ª ed. – São Paulo, 1994.

BAUER. L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. Vol. II 6 ed. Livros Técnicos e Científicos: Rio de Janeiro, 2019.

BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimento de argamassa inorgânica**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997. Salvador, 1997.

BERTOTTI, G. **Levantamento das manifestações patológicas observadas em revestimentos argamassados**, 2017. 87 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, RS

BONAFÉ, G. **Impermeabilização, drenagem e instalações de proteção evitam umidade ascendente.** Disponível em: <
<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/impermeabilizacao-drenagem-e-instalacoes-de-protecao-evitam-umidade-ascendente/15623>>. Acesso em: 20 dez. 2021

BORGES, P. H. R. **Caracterização Microestrutural do Cimento Branco**. Dissertação, Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG, 2002.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Durabilidade dos revestimentos cerâmicos de fachada e sua influência na qualidade e segurança das edificações**. In Seminário Internacional NUTAU 2000 Tecnologia & Desenvolvimento, São Paulo, 2000. Anais. São Paulo.

CANDIA, M. C. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998, 198p.

CÁNOVAS, M.F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988.

CAPELLO, A. et al. **Patologia das fundações**. 2010. 115f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/54137409/PATOLOGIA-DE-FUNDACOES-TCC>>. Acesso em: 20 jun. 2021

CARASEK, H. **Patologia das argamassas de revestimento**. In: Isaia, G. C. (org.) **Materiais de Construção e Princípios de Ciência em Engenharia De Materiais**. São Paulo. IBRACON, 2007, v. 1, p, 1-11.

CARVALHO JR., A. N., **Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico**. 2005. 331p. Tese

(Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.

COSTA, P. L. d'A. **Patologias em revestimentos cerâmicos de fachada em edifícios relacionados ao processo executivo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

CINCOTTO, M.A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações** In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Ed. Pini. 1988.

CINCOTTO, M. A., BOLORINO, H. **A influência do tipo de cimento nas argamassas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. Anais... Salvador: CETA / ANTAC, 1997. p15-25.

CINCOTTO, M. A; SILVA; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: propriedades, características e métodos de ensaios**, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, 1995, 118p.

CROCE, S. **New Technologies and new pathologies: the european experience**. In: Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção, 7 ., 2003, Mérida. Anais... Mérida: ALCONPAT, v.2, 2003. P. 104-114.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura?**. São Paulo: Técne.160, p., jul de 2010. Disponível em: <<http://tecne.pini.com.br/engenharia.civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em set. 2021.

CUNHA, T. A. **Viabilidade da Projeção de Gesso na Construção Civil: Estudo de Caso Edifício Douro Tambaú Residence Club**. 2015 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2015.

DUARTE, R.B. **Patologia das edificações**: turma 2001. Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

EBANATAW. **Manchas pelo Respingo de Chuva**. 13 nov 2010. Disponível em: <<https://www.ebanataw.com.br/infiltracoes/caso19.htm>>. Acesso em: 06 dez 2021.

FIORITI, Cesar Fabiano. **Estudo de patologia em estruturas de concreto armado**. 2016. 292 f. Tese (Livre Docência) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2016.

FIORITO, A.J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 1994.

GRATT, Alexandre. **A orientação solar é importante no projeto de arquitetura?**. 2018. Disponível em: <https://www.alexandregratt.com.br/site/arquitetura/o-sol-no-projeto-arquitetonico/> Disponibilizado em: 25 jul 2018. Acesso em: 20 dez 2021.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOBBO, Luciano de Andrade. **Os compostos do clínquer Portland: sua caracterização por difração de raios-X e quantificação por refinamento de Rietveld**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Unidade da USP, São Paulo, SP, 2003

GUIMARÃES, J. E. P. **A cal. Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil** 2ª ed. São Paulo: Pini, 2002. 341p.

HAGEMANN, S.E. **Apostila de Materiais de Construção Básicos**. Universidade Aberta do Brasil, Instituto Federal Sul-rio-grandense, 2011.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. – São Paulo: PINI, 1992, 213 p.

HELENE, Paulo R. L. **Vida útil das estruturas de concreto**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF HIGH-PERFORMANCE CONCRETE AND PERFORMANCE AND QUALITY OF CONCRETE STRUCTURES, Gramado, RS, 1999.

IENTAS, L. **Estudo de Caso: Análise de Patologias Estruturais em Edificações de Gestão Pública**. 2010. 57 f. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34354/IENTAS%2C%20LAUREN%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 dez 2021.

JOHN, V. **Reboco**. Técnica – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 3, n. 16, p. 5, 1995.

JOSIEL, A. **Fissuras y gretas em morteros y hormigones: sus causas y remédios.** Barcelona: Ed. Barcelona, 1975.

KISS, P. **Cuidado, fissuras!** Técnica – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n76, p. 4, jul. 2003.

LEAL, U. **Revestimento mínimo.** Técnica – Revista de Tecnologia e Negócios da Construção, São Paulo, ano 11, n.58, p. 14-16, jan. 2002.

LICHTENSTEIN, N.B. **Procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1985.

MAGALHÃES, E. P. **Fissura em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul.** Requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia na modalidade Profissionalizante – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEHTA, P. K e MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 4 ed. IBRACON: São Paulo, 2014.

NAZÁRIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, SC, 2016.

_____. **NBR NM-ISO 2395:** Peneiras para ensaio com telas de tecido metálico. ABNT, agosto 1997.

_____. **NBR 5674:** Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, agosto 2012.

_____. **NBR 5736:** Cimento Portland Pozolânico. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, setembro 1986.

_____. **NBR 7175:** Cal hidratada para argamassas - Requisitos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, maio 2003.

_____. **NBR 7211:** Agregados para concreto – Especificação – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, abril 2009.

_____. **NBR 11578:** Cimento Portland Composto – Especificação – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, outubro 1991.

_____. **NBR 13281:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, setembro 2005.

_____. **NBR 13529:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, outubro 2013.

_____. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, outubro 2013.

_____. **NBR 14037:** Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, agosto 2011.

_____. **NBR 15575:** Desempenho de edificações habitacionais – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, julho 2013.

_____. **NBR 15630:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15900:** Água para amassamento do concreto. Parte 1: Requisitos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, novembro 2009.

_____. **NBR 16697:** Cimento Portland – Requisitos – Rio de Janeiro, RJ: ABNT, julho 2018.

_____. **NM 137:** Argamassa e concreto – Água para amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento portland - ABNT, abril 1997

OLIVEIRA, H.M. **Aglomerantes**. In: BAUER, L.F.A (Org). *Materiais de Construção I*. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. p. 11– 34.

OLIVEIRA, L.A.; MOREIRA, T.M.; FILHO, C.V.T. **Estanqueidade de fachadas à água de chuva**. *Revista de Tecnologia das Construções – Técnica*. n106, janeiro de 2005. Editora Pini. São Paulo.

PEREZ, A.R. **Umidade nas edificações: recomendações para prevenção da penetração de água pelas fachadas** In: *Tecnologia de Edificações*. São Paulo: Ed. Pini. 1988. p.571-578.

PINHEIRO, I. **Os tipos e as patologias vistas nas argamassas**. Postado em: 17 de julho de 2019. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/os-tipos-de-argamassas-e-suas-principais-patologias/>>. Acesso em: 03 dez 2021.

RECENA, F. **Conhecendo Argamassa**. Editora Edipucrs, V. 1. 2008.

RIBEIRO, C. **Materiais de construção civil**. 3º Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

ROMANO, Roberto Cesar de Oliveira. **Incorporação de Ar em Materiais Cimentício Aplicados em Construção Civil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2003.

SACHS, A. **Tratamento intensivo**. São Paulo: Técnica. 220, p. 40-44, julho de 2015.

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

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios**. Dissertação de Mestrado – EPUSP, São Paulo, SP, 1989.

SHIRAKAWA, M.A.; MONTEIRO, A.B.B.; SELMO, S.M.S.; CINCOTTO, M.A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente**. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*. 1995, Goiânia. p402-410.

SILVA, J.M.; ABRANTES, V. **Patologia em paredes de alvenaria: causas e soluções**. In: Seminário sobre Paredes de Alvenaria – Inovação e possibilidades atuais. Universidade do Minho. Lisboa. 2007.

SILVA, P. A.; JONOV, P. M. C. **Patologia nas Edificações**. Curso de Aperfeiçoamento e Gestão na Construção Civil Pública. - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVEIRA, A. A. **Utilização de Cinza de casca de Arroz com vistas a durabilidade de concretos: estudo do ataque por sulfatos**. 1996. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SITTER, W. R. **Costs for service life optimization. The Law of fives**. In: International CEB-RILEM workshop on durability of concrete structures. Proceedings. Copenhagen: CEBRILEM, 1984, p. 18-20.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 257 p.

TERRA, R.C. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. Editora Pini. São Paulo, 1989.

TRINDADE, G. H. **Durabilidade do Concreto Com Cinza de Casca de Arroz Natural Sem Moagem: mitigação da reação álcali-sílica e penetração de cloretos**. 198 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TRISTÃO, F.A. **Influência da Composição Granulométrica da Areia nas Propriedades das Argamassas de Revestimento**. 1995. 197 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

UEMOTO, K.L. **Patologia: danos causados por eflorescência.** In: Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI, 1988. P. 561-564.

VEIGA, M. R. **Comportamento de argamassa de revestimento de paredes.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS – V, 2003, São Paulo. Anais. São Paulo: EPUSP-PCC/ANTAC, P.63-93.

VERÇOZA, E.J. **Patologia das Edificações.** Porto alegre: Sagra, 1991.

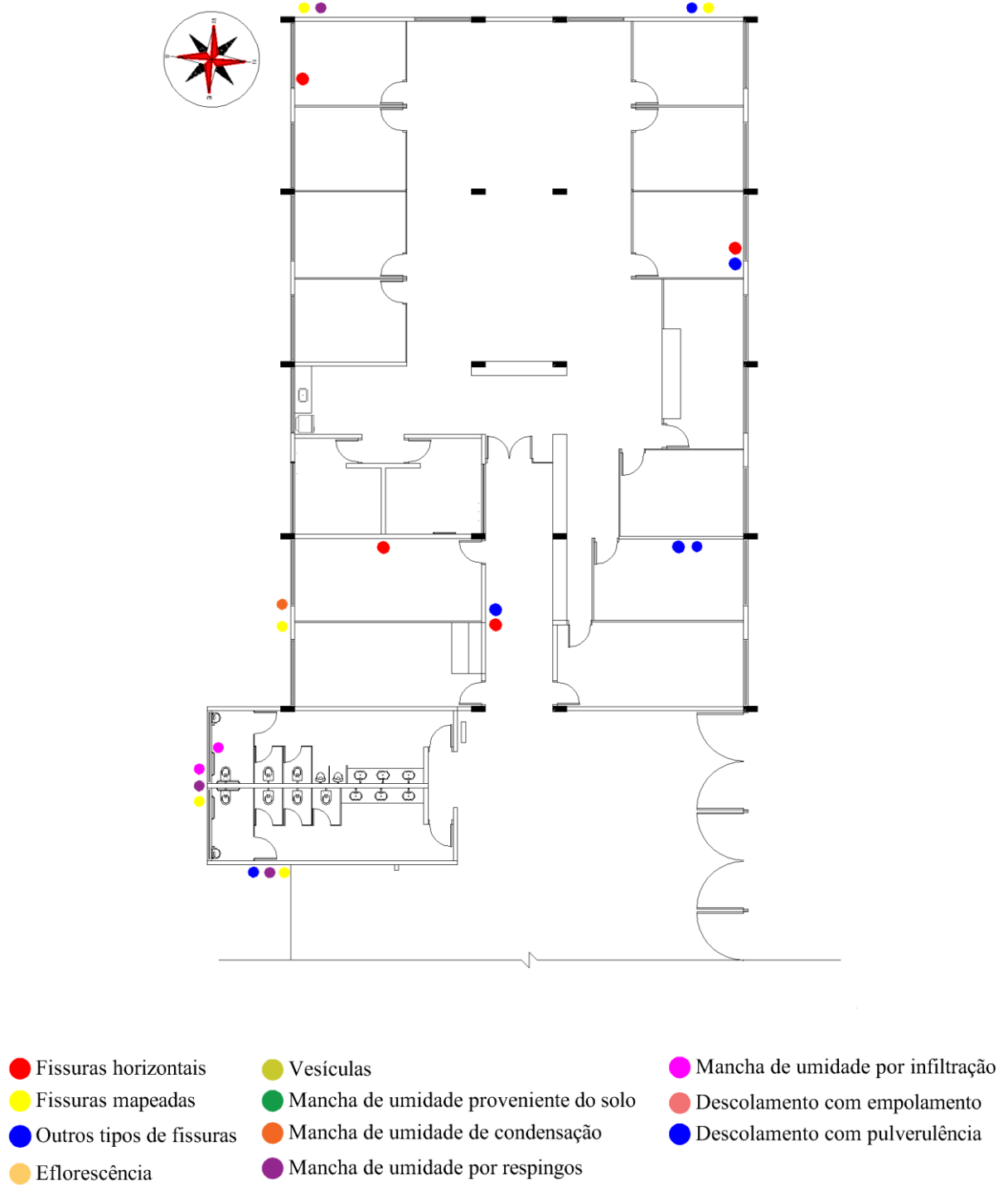
ZEGHICHI, L. **The effect of replacement of naturals agregates by slag products on the strength of concrete.** Asian Journal of Civil Engineering, v. 7, p. 27-35, 2006.

ZULIAN, Carlan Seiler. **Notas de aulas da disciplina construção civil.** 2002, Universidade

CAPÍTULO 8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1

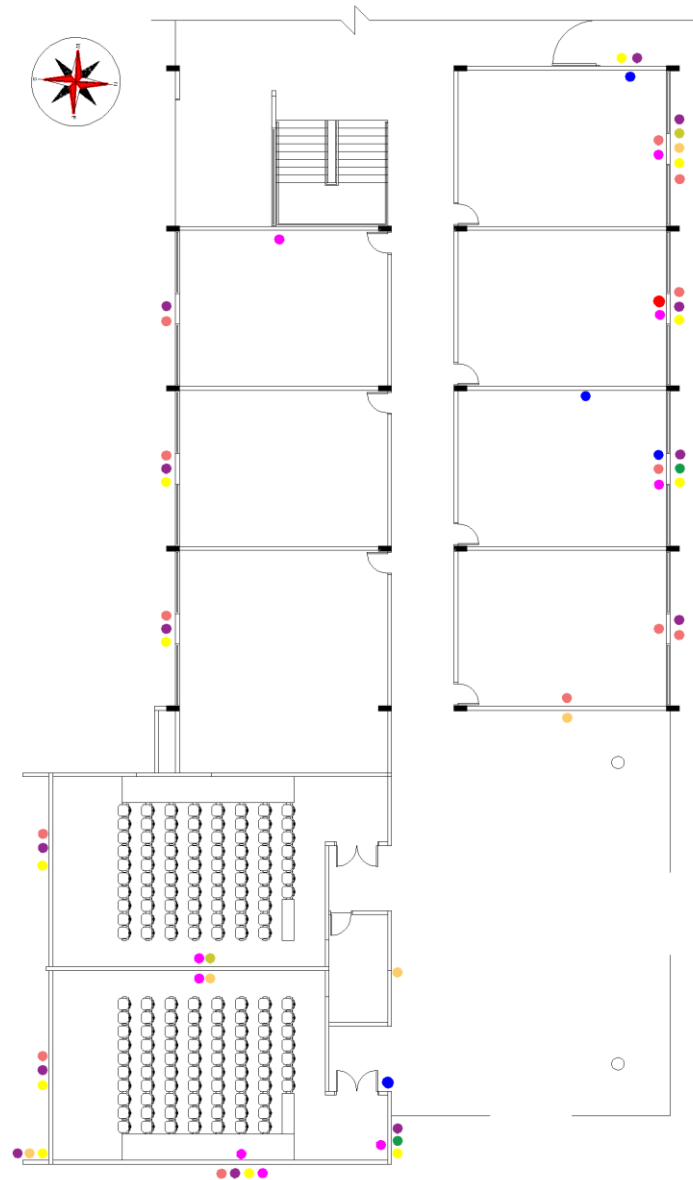
Figura 8.1 – Planta baixa do pavimento térreo parte 1



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

8.2 ANEXO 2

Figura 8.2 – Planta baixa do pavimento térreo parte 2

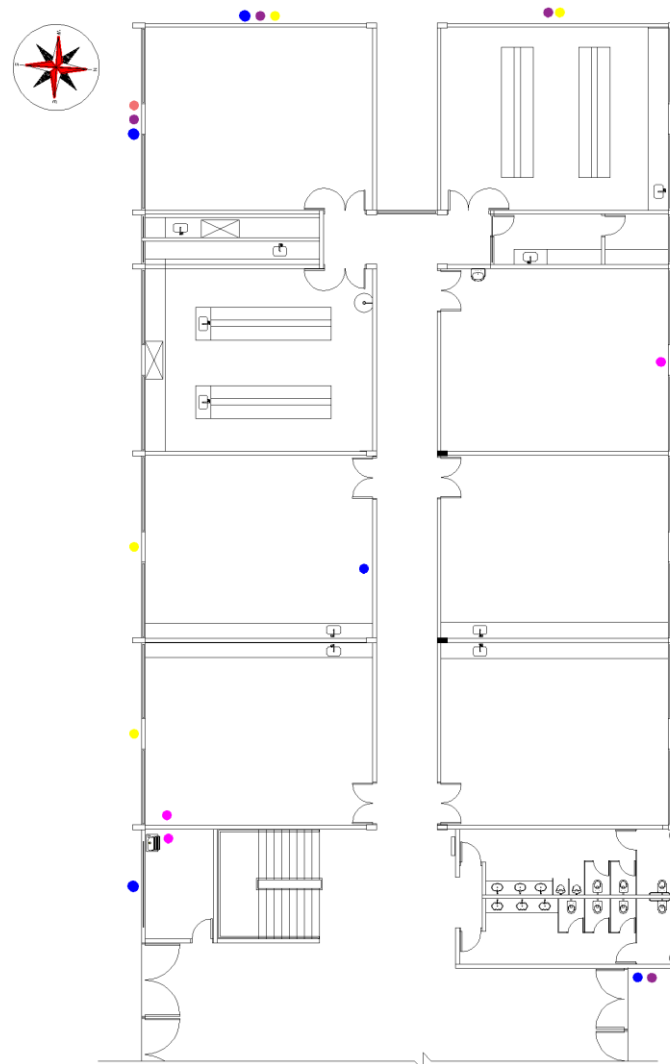


- | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|
| ● Fissuras horizontais | ● Vesículas | ● Mancha de umidade por infiltração |
| ● Fissuras mapeadas | ● Mancha de umidade proveniente do solo | ● Descolamento com empolamento |
| ● Outros tipos de fissuras | ● Mancha de umidade de condensação | ● Descolamento com pulverulência |
| ● Eflorescência | ● Mancha de umidade por respingos | |

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

8.3 ANEXO 3

Figura 8.3 – Planta baixa dos laboratórios parte 1

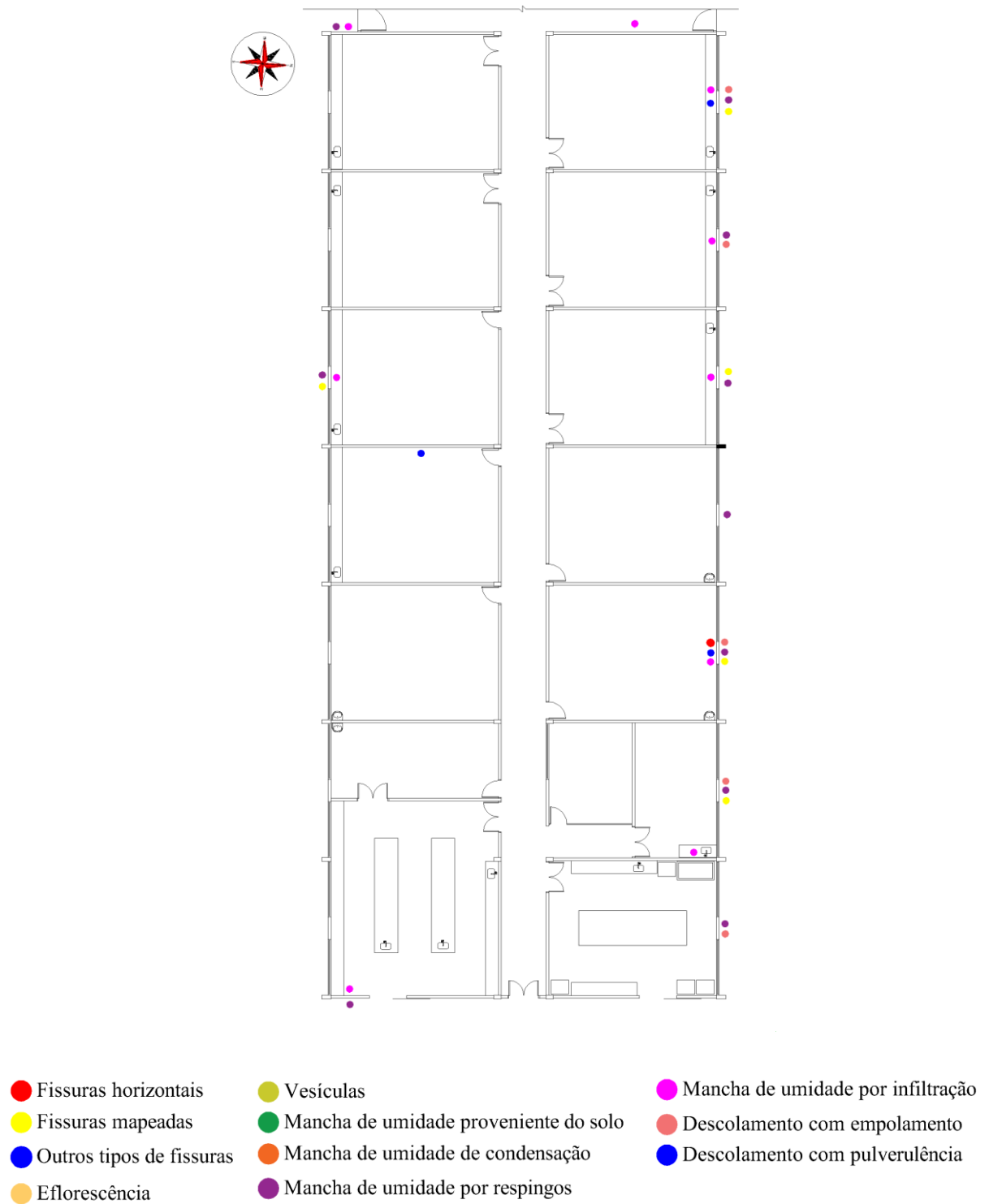


- | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|
| ● Fissuras horizontais | ● Vesículas | ● Mancha de umidade por infiltração |
| ● Fissuras mapeadas | ● Mancha de umidade proveniente do solo | ● Descolamento com empolamento |
| ● Outros tipos de fissuras | ● Mancha de umidade de condensação | ● Descolamento com pulverulência |
| ● Eflorescência | ● Mancha de umidade por respingos | |

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

8.4 ANEXO 4

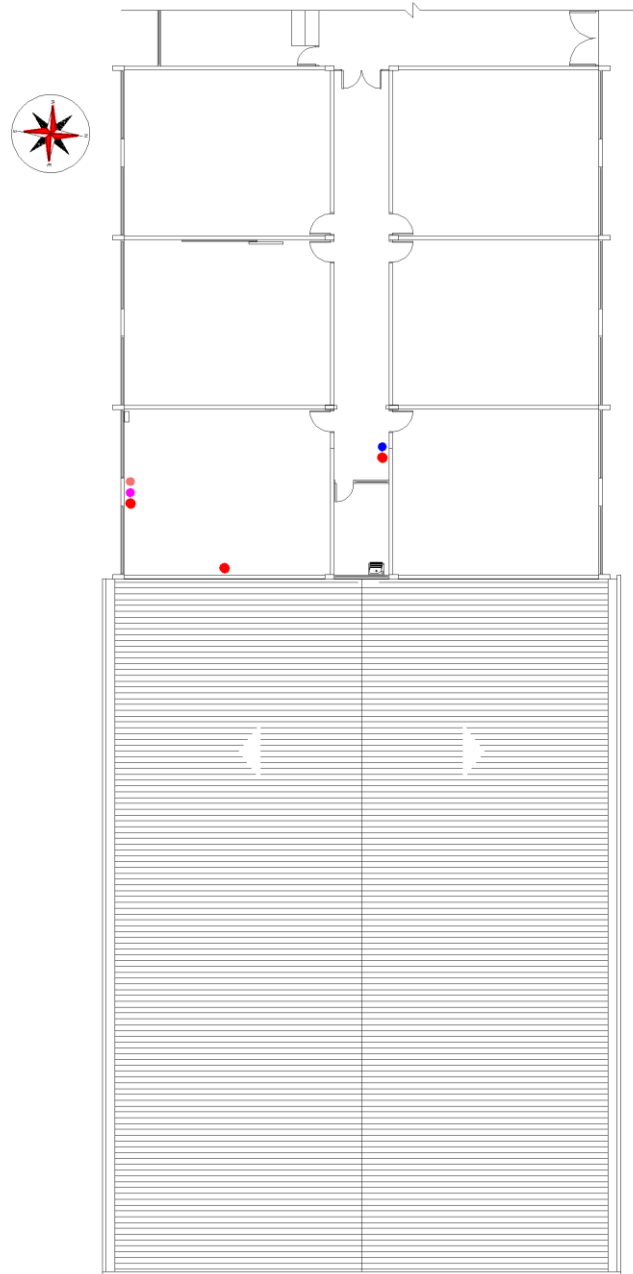
Figura 8.4 – Planta baixa dos laboratórios parte 2



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)

8.6 ANEXO 6

Figura 8.6 – Planta baixa do pavimento superior parte 2



- | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------------|
| ● Fissuras horizontais | ● Vesículas | ● Mancha de umidade por infiltração |
| ● Fissuras mapeadas | ● Mancha de umidade proveniente do solo | ● Descolamento com empolamento |
| ● Outros tipos de fissuras | ● Mancha de umidade de condensação | ● Descolamento com pulverulência |
| ● Eflorescência | ● Mancha de umidade por respingos | |

Fonte: AUTORIA PRÓPRIA (2022)