



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ISRAEL RODRIGUES FERREIRA

**ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO
CERÂMICO DE FACHADAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE: ANÁLISE,
TRATAMENTO DE DADOS E DIAGNÓSTICO**

FORTALEZA

2019

ISRAEL RODRIGUES FERREIRA

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO
CERÂMICO DE FACHADAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE: ANÁLISE,
TRATAMENTO DE DADOS E DIAGNÓSTICO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F441e Ferreira, Israel Rodrigues.
Estudo de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachadas na cidade de Fortaleza-CE : análise, tratamento de dados e diagnóstico / Israel Rodrigues Ferreira. – 2019.
107 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho.

1. Manifestações patológicas. 2. Fachada. 3. Revestimento cerâmico. I. Título.

CDD 620

ISRAEL RODRIGUES FERREIRA

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO
CERÂMICO DE FACHADAS NA CIDADE DE FORTALEZA-CE: ANÁLISE,
TRATAMENTO DE DADOS E DIAGNÓSTICO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 09/12/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Marinho de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. José Ademar Gondim Vasconcelos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Antônio Moacyr Ribeiro Tupinambá
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

As pessoas mais especiais da minha vida: minha
mãe Suzy, meu pai Aldenor e minhas irmãs
Vitória e Carolina.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter dado discernimento e paciência em todos os momentos difíceis da vida acadêmica.

Ao meu orientador Ricardo Marinho de Carvalho por todo auxílio e conhecimento transmitido na realização deste trabalho, sempre com disponibilidade e senso crítico.

Agradeço a minha família, meu pai Aldenor, minhas irmãs Vitória e Carolina e em especial minha mãe Suzy, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos que necessitei de auxílio para seguir na graduação.

Agradeço a todos os colegas e amigos, desde colégio, curso técnico e graduação. Faço um agradecimento especial aos amigos da Engenharia Civil, por toda ajuda e conhecimento no qual me repassaram ao longo desses anos. Vocês são minha inspiração.

Faço um agradecimento especial a Prefeitura do Campus Pici e ao Engenheiro Civil Antônio Moacyr Ribeiro Tupinambá pela a confiança ao longo dos anos que passei atuando na prefeitura, foi o período de maior aprendizado profissional e pessoal na minha vida. Muito obrigado.

Agradeço a empresa WE Engenharia e ao Engenheiro Civil Walmir Esmeraldo Alves Neto, pela disponibilidade e confiança depositada na realização deste estudo. Serei eternamente grato.

Por fim, agradeço a todos que ajudaram direto ou indiretamente em todos os desafios vivenciados na universidade no período de graduação.

RESUMO

Apesar da evolução tecnológica e do avanço das técnicas de execução de revestimento na construção civil, a ocorrência de manifestações patológicas em fachadas de revestimento cerâmico ainda são bastante comuns e ocorrem constantemente. Seu acontecimento, está relacionado a diversos fatores, que vão desde falha de projeto, erros na execução, uso de materiais inadequados, falta de manutenção preventiva, além do não cumprimento das especificações técnicas exigidas para cada material. O conhecimento do sistema de revestimento cerâmico é de fundamental importância para uma correta execução da fachada, fator esse, que tem contribuição relevante na minimização de manifestações patológicas futuras. Nesse contexto, ter domínio das técnicas de execução das camadas do revestimento cerâmico, seus componentes e suas propriedades, além de suas funções, têm contribuição significativa na redução das ocorrências de manifestações patológicas, como também, na diminuição de manutenções corretivas pós-obra. A metodologia utilizada no estudo consiste na análise, tratamento de dados e diagnóstico de manifestações patológicas identificadas em três edifícios na cidade de Fortaleza. A mesma, utiliza ferramentas que possibilitam levantar subsídios para identificar, mapear e diagnosticar as manifestações patológicas de revestimento cerâmico em fachadas, além de possibilitar entendimento suficiente e completo desses danos e dos seus mecanismos de degradação originadores. A metodologia realizará a identificação e quantificação das manifestações patológicas em sete regiões específicas da fachada (próximo ao nível do solo, em caso de contato com o mesmo; sobre paredes contínuas; em torno de aberturas, como: janelas, portas e elementos vazados; no topo do edifício, como platibanda, rufo e beiral; cantos e extremidades e em juntas). Portanto, esse trabalho tem finalidade, a partir do estudo realizado nos três edifícios, apresentar um melhor entendimento das principais manifestações patológicas de fachadas e seus mecanismos de degradação, sendo isso possível, em consequência do uso de uma metodologia sistêmica que apresenta etapas bem definidas para o diagnóstico dos danos ocorridos. Por fim, o estudo visa realizar uma contribuição para a comunidade técnica, com dados e ferramentas que possibilitem uma melhor compressão e entendimento das manifestações patológicas em fachadas, colaborando na execução e manutenção de obras futuras.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Fachada. Revestimento cerâmico.

ABSTRACT

Despite the technological evolution and the advancement of the techniques of coating construction in civil construction, the occurrence of pathological manifestations in ceramic cladding facades are still quite common and occur constantly. Its occurrence is related to several factors, ranging from design failure, errors in execution, use of inappropriate materials, lack of preventive maintenance, as well as non-compliance with the technical specifications required for each material. Knowledge of the ceramic coating system is of fundamental importance for the correct execution of the façade, a factor that has a relevant contribution in minimizing future pathological manifestations. In this context, having mastery of the techniques of execution of the ceramic coating layers, their components and their properties, in addition to their functions, have a significant contribution in reducing the occurrence of pathological manifestations, as well as in the reduction of corrective maintenance after work. The methodology used in the study consists in the analysis, data processing and diagnosis of pathological manifestations identified in three buildings in the city of Fortaleza. It uses tools that make it possible to raise subsidies to identify, map and diagnose the pathological manifestations of ceramic cladding in facades, as well as allowing a sufficient and complete understanding of these damages and their origin degradation mechanisms. The methodology will identify and quantify the pathological manifestations in seven specific regions of the façade (near ground level, in case of contact with it; on continuous walls; around openings such as: windows, doors and hollow elements; top of the building, such as platband, ruff and eave; corners and ends and joints). Therefore, this study aims, from the study carried out in the three buildings, to present a better understanding of the main pathological manifestations of façades and their degradation mechanisms, which is possible, as a consequence of the use of a systemic methodology that presents well-defined steps for the diagnosis of damage occurred. Finally, the study aims to make a contribution to the technical community, with data and tools that allow a better compression and understanding of pathological manifestations in facades, collaborating in the execution and maintenance of future works.

Keywords: pathological manifestations. facade. ceramic coating.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do revestimento cerâmico.	19
Figura 2 - Sistema de revestimento de pintura.	19
Figura 3 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido à baixa porosidade do substrato.....	22
Figura 4 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido ao excesso de microporos no substrato.	23
Figura 5 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido a existência de microporos no substrato.	23
Figura 6 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido aos capilares sem força de sucção.	23
Figura 7 - Chapisco convencional.	24
Figura 8 - Chapisco desempenado.....	25
Figura 9 - Chapisco rolado.	25
Figura 10 - Detalhamento dos tipos de juntas presentes na edificação.	31
Figura 11 - Descolamento de placa cerâmica.	42
Figura 12 - Deslocamento de placa cerâmica.	43
Figura 13 - Detalhe da junta de movimentação.....	44
Figura 14 - Deterioração da junta de movimentação.....	45
Figura 15 - Eflorêscencia no revestimento cerâmico	46
Figura 16 - Bolor ou mofo no revestimento cerâmico.....	47
Figura 17 - Fissura em placa cerâmica.	50
Figura 18 - Mecanismos das principais manifestações patológicas em pintura: relação entre fatores envolvidos na degradação de um filme.	51
Figura 19 - Foto com vista geral e vista parcial.	59
Figura 20 - Fluxograma da metodologia utilizada no estudo.	60
Figura 21 - Representação esquemática das sete regiões de análise tipo de uma fachada.	62
Figura 22 - Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro e mapa da zona bioclimática 8 onde se localiza Fortaleza.....	65
Figura 23 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício I.	67
Figura 24 - Fachada edifício I.....	68
Figura 25 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício II.	69
Figura 26 - Fachada edifício II.	70

Figura 27 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício III.....	71
Figura 28 - Fachada edifício II.	72
Figura 29 - Edifício I.	73
Figura 30 - Fachada leste.....	73
Figura 31 - Fachada oeste.....	73
Figura 32 - Fachada sul.	73
Figura 33 - Fachada norte.....	73
Figura 34 - Descolamento cerâmico na interface placa cerâmica e argamassa colante.	76
Figura 35 - Deterioração da junta de movimentação.....	77
Figura 36 - Fachada leste.....	79
Figura 37 - Edifício II.....	79
Figura 38 - Fachada edifício II.	79
Figura 39 - Edifício I.	79
Figura 40 - Fachada leste.....	79
Figura 41 - Fachada oeste.....	83
Figura 42 - Fachada sul.	84
Figura 43 - Fachada norte.....	85
Figura 44 - Descolamento cerâmico na interface placa cerâmica e argamassa colante.	85
Figura 45 - Deterioração da junta de movimentação.....	85
Figura 46 - Fachada leste.....	85
Figura 47 - Edifício II.....	85
Figura 48 - Fachada edifício II.	88
Figura 49 - Edifício I.	88
Figura 50 - Fachada leste.....	89
Figura 51 - Fachada oeste.....	89
Figura 52 - Fachada sul.	91

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Componentes das fachadas de revestimento cerâmico e pintura.	20
Quadro 2 - Requisitos da argamassa colante.	29
Quadro 3 - Ficha modelo de quantificação de manifestação patológica por fachada para cada edifício estudado.	62
Quadro 4 - Classificação das causas mais prováveis das manifestações patológicas de revestimento cerâmico de fachadas nos edifícios estudados.	100
Tabela 1 - Grupos de absorção de água das placas cerâmicas.	36
Tabela 2 - Classificação de resistência a brasão da placa cerâmica.	37
Tabela 3 - Índice de danos do edifício I.	78
Tabela 4 - Índice de danos do edifício II.	84
Tabela 5 - Índice de danos do edifício III.	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Insolação total registrada em Fortaleza.....	65
Gráfico 2 - Umidade relativa registrada em Fortaleza.	65
Gráfico 3 - Edifício I.	74
Gráfico 4 - Fachada leste.	74
Gráfico 5 - Fachada oeste.	74
Gráfico 6 - Fachada norte.	75
Gráfico 7 - Fachada sul.....	75
Gráfico 8 - Edifício II.	80
Gráfico 9 - Fachada leste.	80
Gráfico 10 - Fachada oeste.	80
Gráfico 11 - Fachada norte.	81
Gráfico 12 - Fachada sul.....	81
Gráfico 13 - Edifício III.....	86
Gráfico 14 - Fachada leste.....	86
Gráfico 15 - Fachada oeste.....	86
Gráfico 16 - Fachada norte.....	87
Gráfico 17 - Fachada sul.....	87
Gráfico 18 - Índice global e individual de cada fachada dos três edifícios estudados.	93
Gráfico 19 - Região de paredes contínuas.....	95
Gráfico 20 - Região de aberturas.....	95
Gráfico 21 - Região de transição entre pavimentos.....	96
Gráfico 22 - Cantos e extremidades.....	97
Gráfico 23 - Juntas.....	97
Gráfico 24 - Nível do solo.....	98
Gráfico 25 - Topo.....	99

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Generalidades	14
1.2 Justificativas	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Caracterização do sistema de revestimento cerâmico de fachada	17
2.1.1 Definição	17
2.1.2 Elementos de fachada associados ao sistema de revestimento cerâmico e pintura	20
2.1.2.1 Base	22
2.1.2.2 Chapisco	24
2.1.2.3 Emboço.....	26
2.1.2.4 Reboco.....	26
2.1.2.5 Camada de fixação	28
2.1.2.6 Juntas	30
2.1.2.7 Rejunte.....	31
2.1.2.8 Fundo Preparador de Paredes	33
2.1.2.9 Selador Bicomponente	34
2.1.2.10 Massa Acrílica.....	34
2.1.2.11 Placa Cerâmica.....	35
2.1.2.12 Pintura	37
2.1.3 Tipos de Manifestações Patológicas.....	40
2.1.3.1 Manifestações patológicas em revestimentos de pintura	40
2.1.3.1.1 Descolamento	40
2.1.3.1.2 Desplacamento.....	42
2.1.3.1.3 Manifestações patológicas nas juntas	43

2.1.3.1.4 Eflorêscencia em revestimento cerâmico	46
2.1.3.1.5 Bolor ou Mofo	47
2.1.3.1.6 Gretamento	47
2.1.3.1.7 Trincas e fissuras	48
2.1.3.2 Manifestações patológicas em revestimentos de pintura	52
2.1.3.2.1 Saponificação.....	52
2.1.3.2.2 Empolamento.....	53
2.1.3.2.3 Eflorescência em pintura	54
2.1.3.2.4 Enrugamento.....	55
2.1.3.2.5 Espumação/Crateras	55
2.1.3.2.6 Destacamento.....	56
2.1.3.2.7 Fissuras em pintura.....	57
METODOLOGIA.....	58
3.1 Introdução.....	58
3.2 Coleta de Dados.....	61
3.3 Tratamento de dados.....	63
3.4 Diagnóstico.....	64
3.5 Caracterização das amostras.....	64
3.5.1 Condições climáticas da região em estudo	64
3.5.2 Coleta de dados.....	66
3.5.2.1 Edifício I – dados de identificação	66
3.5.2.2 Edifício II – dados de identificação.....	68
3.5.2.3 Edifício III – dados de identificação	70
3.5.3 Apresentação e análise dos resultados.....	72
3.5.3.1 Edifício I.....	72
3.5.3.1.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas	72
3.5.3.1.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas	74
3.5.3.2 Edifício II	78

3.5.3.2.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas	78
3.5.3.2.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas	80
3.5.3.3 Edifício III	85
3.5.3.3.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas	85
3.5.3.3.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas	86
3.5.4 Resultado global dos edifícios analisados	91
3.5.4.1 Incidência de manifestações patológicas sobre as sete regiões pré-definidas.....	91
3.5.4.2 Análise geral dos danos verificados nos edifícios.....	93
3.5.4.3 Incidência de manifestações patológicas em cada uma das sete regiões pré-definidas	94
3.5.4.4 Matriz de correlação global entre as manifestações patológicas e as causas prováveis	100
3.5.4.5 Conclusão	103
REFERÊNCIAS	104

INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

O sistema de revestimento em fachadas na cidade de Fortaleza tem notoriamente se modernizado com o emprego e investimento em novas técnicas no ramo da construção civil. Segundo afirma Bauer (2004), esse avanço vem emergindo ao lado de inovações tecnológicas, as quais representam materiais e técnicas com processos executivos mais específicos que requerem atenção maior às normas. Todavia, o uso de revestimento cerâmico em fachadas de edifícios na capital cearense ainda é maioria, seja por tradição, economia ou estética.

É de conhecimento, que a importância de um revestimento de qualidade em uma fachada são várias, desde a valorização do imóvel, maior atrativo para compra, além de sensação de conforto e segurança para os moradores. Aliado a isso, os revestimentos externos de fachadas das edificações também funcionam como uma camada inicial de proteção contra agentes ambientais. Nesse contexto, os materiais empregados precisam ter boa qualidade e suas características e funções respeitadas, visando melhor desempenho e durabilidade. No entanto, mesmo com alta importância o aparecimento de manifestações patológicas em fachadas de edifícios em Fortaleza ainda é relativamente comum.

As manifestações patológicas aparecem ao longo da vida útil da edificação por diversos fatores, prejudicando sua durabilidade e desempenho. Para que se estude as manifestações patológicas, é importante conhecer todas as origens que conduzem para o seu aparecimento, sejam elas, congênicas, construtivas, adquiridas ou acidentais. As manifestações congênicas, são originadas na fase de projeto em consequência da não observância e cumprimento das normas técnicas ou de omissões e erros dos projetistas, resultando em falhas na concepção do projeto de revestimento. As manifestações construtivas, origina-se de erros na fase de execução, fato que se deve, entre alguns fatores, a falta de especialização da mão de obra, uso de produtos de baixa qualidade ou de forma errônea, além de falta de planejamento da execução. As manifestações patológicas adquiridas, resulta-se de fatores provenientes do meio que se insere o revestimento, como a ação do meio ambiente ou devido ao uso humano. Por fim, os danos podem ocorrer em consequência de fatores acidentais, como incêndio ou chuvas de intensidade elevada, fenômenos esses, que podem provocar manifestações patológicas em cadeia no revestimento cerâmico ou pintura.

1.2 Justificativas

A ocorrência de manifestações patológicas de revestimento cerâmico em fachadas de Fortaleza, seja por falha de projeto, construtiva, adquiridas ou acidentais, tem sido diretamente responsável por onerar os custos de manutenção preventiva e corretiva em obras pós-concluídas. Segundo Teixeira e Cardoso (2011) essas manifestações patológicas em fachadas representam 50% das ocorrências em edificações. Bauer (2004) afirma que com a popularização do revestimento cerâmico, o que se tem observado é um alto índice de manifestações patológicas, que podem ser causadas por deficiências de projeto, desconhecimento das características dos materiais empregados, emprego de materiais inadequados e erros de execução.

Os custos de reparo em fachadas atingem valores muito superiores ao valor inicial de execução, fato que ocorre, porque existe uma alta despesa de mão de obra, além da necessidade de equipamentos que oneram a execução do serviço. Dessa forma, o estudo e mapeamento da área da fachada, além do conhecimento dos mecanismos de deterioração causadores das manifestações patológicas, podem minimizar ou evitar seu surgimento e, conseqüentemente, diminuir os custos de manutenção pós-obra.

Portanto, é inegável a importância e necessidade de um maior conhecimento do meio técnico referente a identificação das manifestações patológicas, seus mecanismos de degradação originadores, além dos métodos de diagnóstico mais eficientes. Dessa forma, o estudo se propõe em aplicar ferramentas que contribua para a verificação desses danos, identificação das causas prováveis, além de um diagnóstico eficaz para os sistemas de revestimento cerâmico de fachada danificados. Por fim, com essas ferramentas disponíveis, o estudo tem propósito de servir como base no auxílio de execução de obras e manutenções futuras, contribuindo para a realização de serviços com melhor qualidade, desempenho e durabilidade.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O presente estudo, tem como objetivo geral identificar as regiões de maiores incidência de manifestações patológicas no revestimento cerâmico de fachada e estabelecer uma correlação entre as manifestações patológicas diagnosticadas e seus mecanismos de degradação originadores.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) realizar a identificação e quantificação das manifestações patológicas em cada pano de fachada e na totalidade do edifício, correlacionando-as com sete regiões específicas de acordo com a técnica de Gaspar e Brito (2005);
- b) calcular o índice de danos relacionado a cada fachada e a totalidade do edifício estudado;
- c) realizar análises quantitativas das manifestações patológicas por pano de fachada, por edifício e na totalidade das amostras analisadas;
- d) realizar uma matriz de correlação entre os mecanismos de degradação originadores e as manifestações patológicas incidentes no sistema de revestimento de fachada de acordo com a adaptação de Silvestre e Brito (2008).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização do sistema de revestimento cerâmico de fachada

2.1.1 Definição

A NBR 13755 (ABNT, 2017) define revestimento externo como sendo o conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura-suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassa e revestimento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos, desgaste mecânico oriundo da ação conjunta do vento e partículas sólidas, bem como dar acabamento estético.

A NBR 13816-1 (ABNT, 1997) define revestimento cerâmico como sendo o conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento e pelo rejunte.

Medeiros e Sabbatini (1999) define revestimento de fachada como sendo um conjunto monolítico de camadas, inclusive emboço de substrato, e no caso de pintura o reboco, aderidas a base suporte da fachada do edifício, seja alvenaria ou outro tipo de estrutura, cuja a capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassas ou material adesivo, e para o caso da pintura, emassadas com massa PVA, acrílica, epóxi, dentre outras.

Sabbatini (1990) afirma que independentemente do tipo de tecnologia aplicada na sua construção, os revestimentos de fachada devem cumprir algumas funções, além de requisitos de desempenho, com segue:

- a) proteger a edificação: os revestimentos de fachada têm a função de proteger a vedação e a estrutura contra a ação direta de agentes agressivos, evitando a degradação precoce. Dessa forma, o revestimento correto tem como papel fundamental aumentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção do edifício;
- b) auxiliar nas funções de vedação: os revestimentos de fachada devem auxiliar as vedações a cumprirem as suas obrigações de proporcionar a edificação estanqueidade ao ar e a água, como também, desempenho termoacústico e de proteção contra a ação do fogo;
- c) proporcionar acabamento: os revestimentos definem as características estéticas do edifício, definindo muitas vezes, o seu valor econômico;

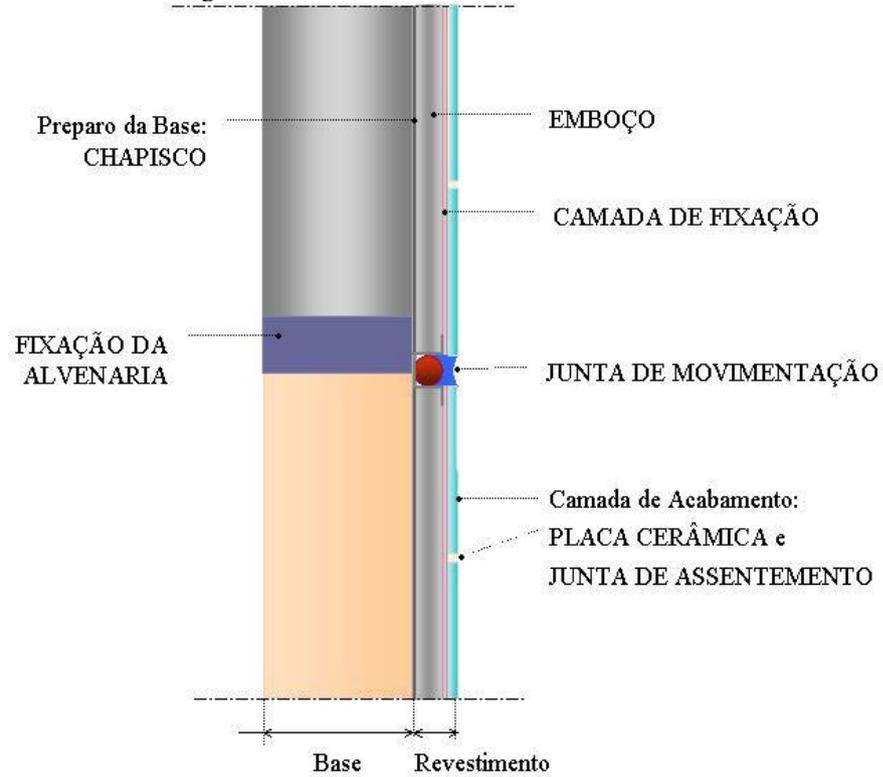
d) integrar-se à base: Os revestimentos tem função de acomodar pequenos movimentos diferenciais entre a alvenaria e a estrutura, e dessa forma, permanecer ao longo de sua vida útil em perfeita interação com a base.

Segundo Luz (2004) o sistema de revestimento cerâmico de fachada pode ser considerado um dos mais diversos da edificação. Deve-se isso, a sua execução ser constituída por distintas camadas de materiais com propriedades e funções diferentes. Além da placa, o sistema de revestimento cerâmico é constituído por argamassa colante de assentamento, argamassa de rejunte, emboço, chapisco, base (constituída por alvenaria e/ou estrutura) e as juntas (assentamento, movimentação, dessolidarização e estrutural).

Existem dois tipos de técnica de execução de revestimento cerâmico: aderido e não-aderido. No aderido, há aderência entre as diversas camadas que compõem o sistema de revestimento, sendo empregada comumente argamassas adesivas industrializadas. No sistema não-aderido, as placas cerâmicas são fixadas por meio de dispositivos, formando outras camadas. Segundo Medeiros e Sabbatini (1999) os revestimentos cerâmicos tradicionais trabalham totalmente aderidos sobre bases e substratos, que conferem função de suporte, sendo esses revestimentos chamados de aderidos. Quando o revestimento possui camadas com função de isolamento térmico, acústico e/ou de impermeabilização que impossibilitam a aderência entre as diferentes camadas superpostas, e os revestimentos são fixados por meio de dispositivos especiais, esses são chamados de não-aderidos. Todavia, a técnica tradicionalmente utilizada em grande parte da execução de revestimento de fachada no Brasil e também na cidade de Fortaleza é a de revestimento aderido, sejam residenciais, comerciais ou industriais.

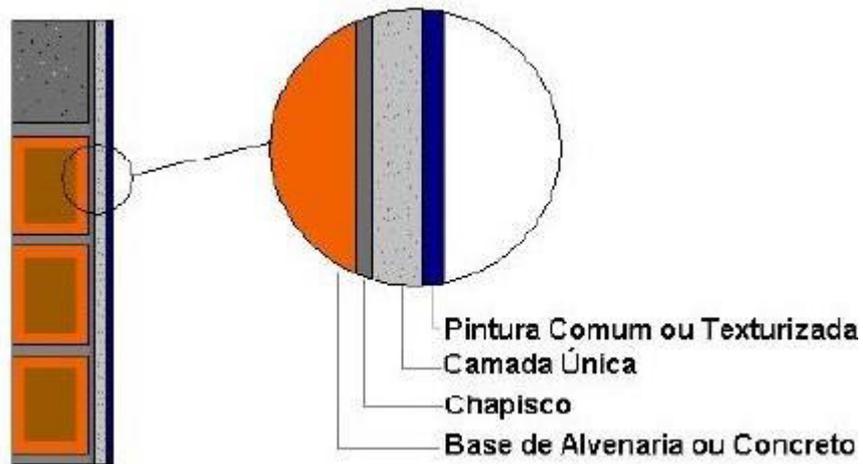
Para a correta compreensão da execução de revestimento cerâmico em fachada, é de fundamental importância ter conhecimento das diferentes camadas e de suas técnicas de execução, caracterizando a função e as propriedades de cada material que compõem o revestimento. Esse conhecimento técnico colabora para a correta execução do revestimento cerâmico e contribui na minimização ou eliminação de manifestações patológicas futuras.

Figura 1 - Camadas do revestimento cerâmico.



Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

Figura 2 - Sistema de revestimento de pintura.



Fonte: Britez (2007).

2.1.2 Elementos de fachada associados ao sistema de revestimento cerâmico e pintura

O quadro 1 apresenta um resumo da composição e das principais funções associadas aos elementos do sistema de revestimentos cerâmico e pintura, segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), NBR 11702 (ABNT, 2010), Medeiros e Sabbatini (1999), Silva e Uemoto (2005) e Ribeiro e Barros (2010).

Quadro 1 - Componentes das fachadas de revestimento cerâmico e pintura.

Elementos de Fachada	Composição	Função
Base	Constituída pela estrutura de concreto e pelo vedo. Normalmente sua execução é feita de blocos cerâmicos ou blocos de concreto.	Camada responsável por receber o chapisco e posteriormente a argamassa de emboço ou reboco. Sua função varia de acordo com sua utilização na edificação, estrutural ou de vedação, ou os dois.
Chapisco	Argamassa de cimento, agregado miúdo e água, que pode ou não conter aditivos, aplicada de forma contínua ou descontínua.	Melhorar a aderência do revestimento e uniformizar a superfície quanto a absorção.
Emboço	Argamassa de cimento, agregado miúdo e água, que pode ou não conter aditivos, com propriedades de aderência.	Regularizar a base para proporcionar uma superfície adequada para a aplicação da argamassa colante e posteriormente da placa cerâmica.
Reboco	Argamassa de cimento, agregado miúdo e água, que pode ou não conter aditivos, com propriedades de aderência.	Proporcionar uma superfície que permita receber textura acrílica ou emassamento e, posteriormente, um acabamento decorativo com pintura.
Camada de Fixação	Argamassa de base cimentícia industrializada ou não, com ou sem aditivos, e argamassas e adesivos epóxicos.	Função de aderência das placas cerâmicas ao seu substrato (emboço), além de resistir as tensões de tração e cisalhamento que ocorrem na interface emboço/placa cerâmica.

Elementos de Fachada	Composição	Função
Juntas	Material flexível que consiga absorver as tensões geradas no sistema. Exemplo: poliuretano, silicone, dentre outros.	Minimizar a propagação de esforços nos elementos que compõem o sistema (estrutura, vedo, revestimento) originados dos diversos fatores (temperatura, característica do material, entre outros).
Rejunte	Argamassa à base de cimento e areia e/ou outros agregados finos, com adição de um ou mais aditivos químicos.	Suportar esforços e solicitações originadas da movimentação da placa cerâmica e da base.
Fundo Preparador de paredes	Resina a base de dispersão aquosa.	Aglutinar partículas e tornar superfícies como reboco fraco, caiação e gesso, aptas a receberem acabamentos.
Selador Bicomponente	Resina a base de dispersão aquosa.	Utilizado para uniformizar e selar as superfícies internas como alvenaria, reboco, concreto e gesso.
Massa Acrílica	sua formulação tem base de dispersão de copolímeros acrílicos, contendo pigmentos e aditivos.	É recomendado para uniformizar, nivelar e corrigir imperfeições de superfícies internas e externas de argamassas de cimento, cal/cimento (rebocos) e concreto.
Placa Cerâmica	Material composto por argila e outras matérias primas inorgânicas.	Geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes.
Pintura	Sistema composto de pintura com tinta de resina PVA ou acrílica, ou textura.	Função estética, além de conferir propriedades como estanqueidade, isolamento e limpabilidade, dentre outros.

Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017), NBR 11702 (ABNT,2010), Medeiros e Sabbatini (1999), Ribeiro e Barros (2010) e Silva e Uemoto (2005).

2.1.2.1 Base

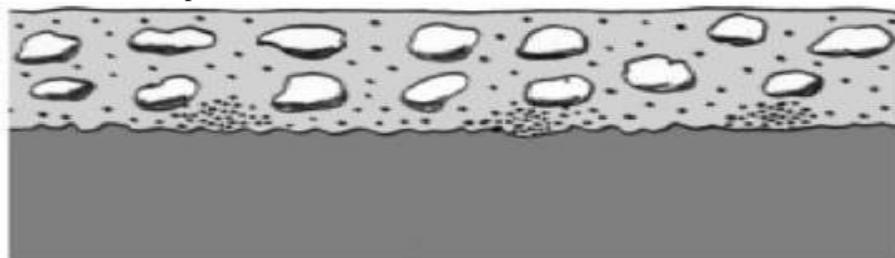
Antunes (2010) afirma que em relação a especificação do sistema de revestimento a ser empregado, é de fundamental importância ter o conhecimento do tipo de base utilizada, bem como sua interação com a estrutura, no sentido de utilizar o revestimento mais adequado em cada caso. Nesse contexto, o sistema de revestimento deve ser compatível com a natureza do substrato, para que confira durante e após a execução, as propriedades esperadas, principalmente a aderência.

Segundo Ribeiro e Barros (2010), a base, substrato do sistema de revestimentos de fachada, é normalmente constituída pela estrutura de concreto e a vedação, usualmente executada com bloco cerâmico ou bloco de concreto.

Embora não faça parte do sistema de revestimento, a base possui características técnicas importantes que interferem no desempenho do revestimento, seja ele de placa cerâmica ou pintura. Por isso, deve-se verificar seu potencial de movimentação e fissuração.

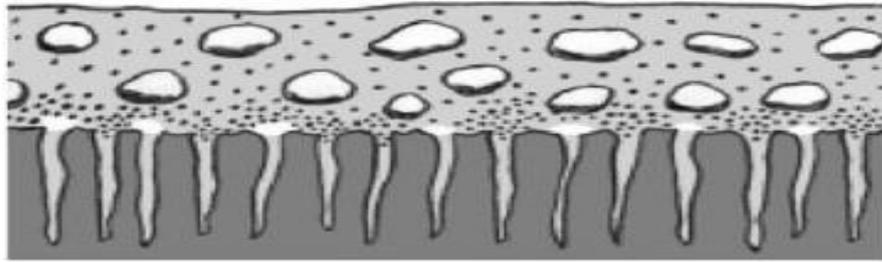
Além disso, suas características superficiais como porosidade e sua própria composição mineralógica são importantes para que se tenha aderência satisfatória para receber a camada de revestimento. O diâmetro, a natureza e a distribuição dos tamanhos dos poros determinam a rugosidade superficial e a capacidade de absorção da base, podendo ampliar ou não a extensão de aderência e a ancoragem do revestimento.

Figura 3 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido à baixa porosidade do substrato.



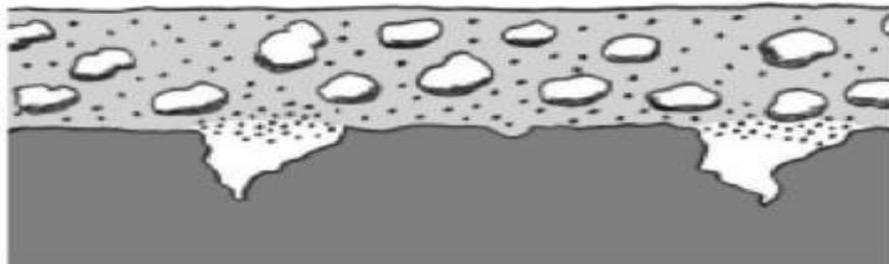
Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Figura 4 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido ao excesso de microporos no substrato.



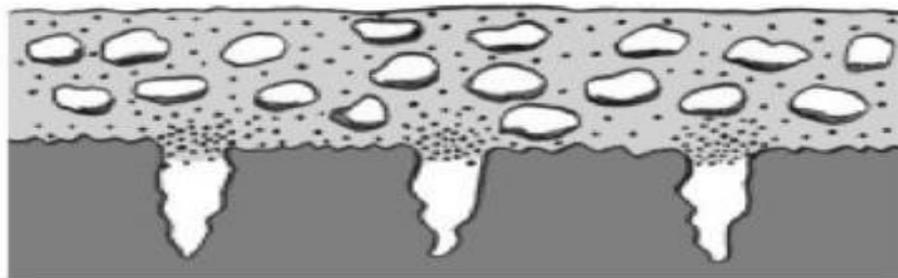
Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Figura 5 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido a existência de microporos no substrato.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Figura 6 - Aderência inadequada entre o revestimento e o substrato devido aos capilares sem força de sucção.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Vale ressaltar, que a extensão de aderência é comprometida no caso da existência de partículas soltas ou de grãos de areia, poeira, fungos, concentração de sais na superfície (eflorescências), camadas superficiais de desmoldante ou graxa que representem barreiras para ancoragem do revestimento à base.

2.1.2.2 Chapisco

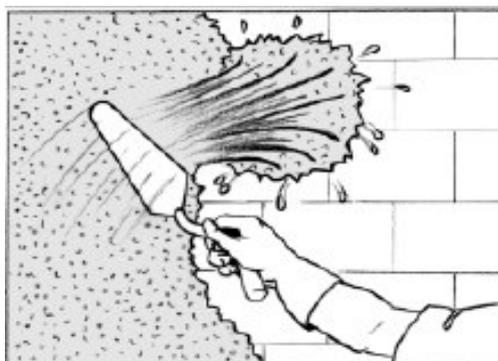
A NBR 13529 (ABNT, 2013) define chapisco como a camada de preparo da base aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto a absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Segundo Ribeiro e Barros (2010) além da execução tradicional da base e uma posterior limpeza, em fachadas de edifícios é usualmente aplicado o chapisco, que na maioria dos casos confere o aumento da resistência de aderência do revestimento à base, e melhora substancialmente a estaqueidade do sistema de revestimento. Assim, recomenda-se que o chapisco seja executado em fachadas de edifícios que receberão revestimentos aderidos.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) diz que a argamassa de chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta cimentícia na base a ser revestida, melhorando a aderência na interface revestimento-base. Aditivos que melhorem a aderência podem ser adicionados na execução do chapisco, caso necessário. A norma também define que o chapisco deve ser aplicado por lançamento, com o cuidado de não cobrir completamente a base, e em regiões muito secas e quentes, deve ser protegido da ação direta do sol por processos que mantenham sua superfície úmida por no mínimo 12 horas após a aplicação.

O método convencional de execução do chapisco consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base, utilizando-se uma colher de pedreiro. A textura final deve ser a de uma película rugosa, aderente e resistente. Esta argamassa fluida é produzida com cimento e areia grossa em proporções que variam de 1:3 a 1:5 (em volume) em função das características do agregado utilizado e da superfície a ser chapiscada.

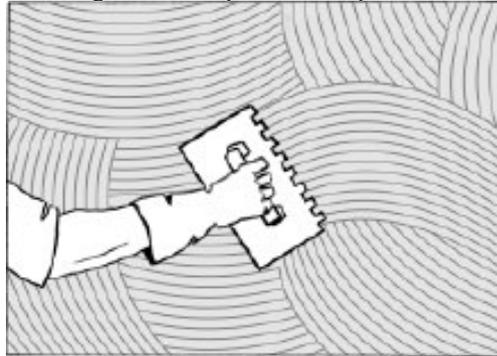
Figura 7 - Chapisco convencional.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Há ainda a execução do chapisco do tipo desempenado, normalmente aplicado sobre a estrutura de concreto. Esse tipo de chapisco é feito com uma argamassa industrializada para esse fim, sendo necessário acrescentar somente água. É aplicado com desempenadeira denteada.

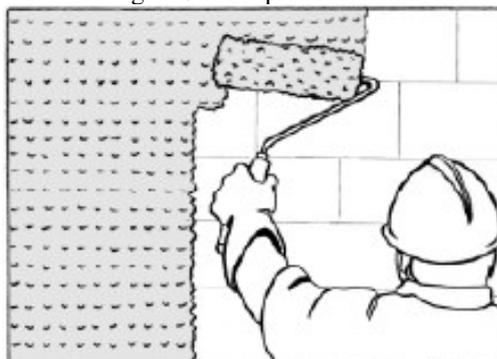
Figura 8 - Chapisco desempenado.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

Por fim, existe um último método de execução do chapisco, conhecido como chapisco rolado. É usualmente feito com uma argamassa fluida obtida através da mistura de cimento e areia com adição de água e polímero, usualmente de base PVAC. Pode ser aplicado tanto na estrutura como na alvenaria, usando-se rolo para textura acrílica. A parte líquida deve ser misturada aos sólidos até obter consistência de “sopa”. Deve-se atentar para a homogeneização constante durante a aplicação.

Figura 9 - Chapisco rolado.



Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP (2012).

2.1.2.3 Emboço

Segundo Ribeiro e Barros (2010), é a camada que regulariza a base e confere uma superfície adequada para a aplicação da placa cerâmica, além de cumprir outras funções importantes como estaqueidade da fachada, absorção e dissipação das tensões originadas pelas movimentações da base. Essas características, entre outras, como resistência mecânica e capacidade de absorver deformações, são fundamentais para a durabilidade e o desempenho do revestimento cerâmico.

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define emboço com sendo a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

O emboço é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, podendo conter aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento. Segundo Sá (2005) a argamassa para o emboço deve ter o traço em volumes aparentes entre as razões de 1:1/2:5 a 1:2:8 de cimento, cal hidratada e areia média úmida.

De acordo com Martins (2008) é fundamental que o emboço tenha ainda compatibilidade com a base do ponto de vista geométrico, físico e mecânico. A compatibilidade geométrica está relacionada com a capacidade de aderência do emboço com a superfície da base, preenchimento das juntas de assentamento e correção de irregularidades na alvenaria. A compatibilidade física está relacionada a capacidade do emboço apresentar um coeficiente de condutibilidade térmica idêntica à base e admitir troca de umidade entre a alvenaria e o espaço exterior. E por fim, a compatibilidade mecânica é fundamental para impedir a difusão de tensões entre a argamassa e a base, capazes de deteriorar o emboço ou o própria base.

Para atender todos esses requisitos, é indispensável uma argamassa de emboço com boa trabalhabilidade, capacidade de absorver deformações, aderência e resistência mecânica.

2.1.2.4 Reboco

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define reboco como sendo a camada de revestimento utilizada para o cobrimento do emboço, criando uma superfície que permita receber um revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.

Segundo Veiga (1997) as principais funções a serem desempenhadas pelo o reboco são:

- a) regularização da alvenaria, com finalidade de criar uma superfície uniforme e isenta de imperfeições, e assim, capaz de receber o revestimento final;
- b) proteção das alvenarias que envolvem o edifício contra a ação direta de agentes externos potencialmente prejudiciais, dessa forma, requerendo-as maior durabilidade;
- c) impermeabilização das fachadas (revestimento externo), contribuindo para a estaqueidade e agindo contra a ação de gases e da água.

Para que o o reboco consiga realizar todas as funções que garanta um adequado desempenho, além de durabilidade e qualidade construtiva, é necessário que atenda requisitos indispensáveis relacionados aos produtos, materiais e sistemas de construção. A seguir, é apresentada as características mais importantes para o sistema de reboco e argamassa de reboco que garantem o atendimento desses requisitos e a eficiência, tanto da argamassa, como do reboco executado.

- a) resistência mecânica;
- b) resistência a fendilhação;
- c) boa aderência ao suporte;
- d) durabilidade diante as ações climáticas (revestimentos externos);
- e) aspecto estético aceitável;
- f) capacidade de regularização;
- g) para a argamassa de reboco, é de fundamental importância que atenda requisitos que garantam desempenho e durabilidade, como: trabalhabilidade, teor de ar incluído, retenção de água, resistência mecânica, resistência à fendilhação, resistência ao choque, módulo de elasticidade, aderência ao suporte, compatibilidade com o suporte, retração, absorção de água por capilaridade, permeabilidade à água e ao vapor de água, resistência a ação de sais solúveis, aspecto estético e durabilidade. As argamassas de reboco tradicionais são, de uma forma geral, constituídas por ligantes que podem ser minerais (cimento, cais aéreas e hidráulicas), por agregados de granulometrias diversificadas, por água de amassamento e, caso necessário, aditivos e adições, com a finalidade de melhorar propriedades específicas.

2.1.2.5 Camada de fixação

Segundo Ribeiro e Barros (2010) a camada de fixação é responsável pela aderência da placa cerâmica ao seu substrato, o emboço. Portanto, compete a essa camada resistir às tensões de tração e cisalhamento que ocorrem nessa interface.

O material mais utilizado nessa camada são as argamassas colantes cimentícias industrializadas modificadas com látex ou resinas em pó (bicomponentes). A NBR 14081 (ABNT, 2004) define argamassa colante industrializada como um produto industrial, no estado seco, composto de cimento portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturados com água, formam uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento. Há utilização também de materiais não-cimentícios, entretanto, esses produtos são indicados apenas em situações especiais, pois além de um elevado custo em relação as argamassas colantes cimentícias, exigem mão de obra qualificada para sua aplicação.

A aplicação da camada de fixação pode ocorrer por dois tipos de processos: aderência mecânica ou por adesão química. A aderência mecânica ocorre com o uso de argamassas tradicionais de cimento e areia produzidas em obra. Esse tipo de argamassa é recomendada para uso em placas cerâmicas porosas, pois possuem menor capacidade de adesão que as argamassas cimentícias industrializadas, além de menor capacidade de retenção de água. Nesse processo, a ligação entre a placa cerâmica e o substrato ocorre pela ancoragem da pasta de cimento que penetra no poros da placa cerâmica. Por outro lado, no processo de adesão química, a ancoragem ocorre pela atuação de forças eletrostáticas entre as moléculas do adesivo químico e as moléculas da placa cerâmica e do emboço. Esse tipo de argamassa tem maior capacidade de adesão em materiais com menor porosidade, como as placas do tipo porcelanato. Deve-se isso aos aditivos nela utilizados, que proporcionam melhor capacidade de retenção de água, aderência, flexibilidade e resistência química.

A NBR 14081 (ABNT, 2004) classifica as argamassas colantes industrializadas em três tipos: AC I, AC II e AC III, além do acréscimo das letras E ou D para características específicas. A do tipo I (AC I), tem características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. A do tipo II (AC II), tem características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo-higrométrica e à ação do vento. A do tipo III (AC III), apresenta aderência superior em relação às argamassas dos

tipos I e II. Tem-se ainda características específicas que são atribuídas por as letras E e D. O acréscimo da letra E especifica que a argamassa do tipo I, II ou III apresenta tempo em aberto estendido. Já o acréscimo da letra D, especifica que a argamassa do tipo I, II ou III, apresenta deslizamento reduzido.

Segundo a NBR 14081 (ABNT, 2004), as argamassas colantes industrializadas devem atender os seguintes requisitos segundo a tabela 2.

Quadro 2 - Requisitos da argamassa colante.

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante industrializada			E
			ACI	ACII	ACIII	
tempo em aberto	ABNT NBR 14083	min	≥15	≥20	≥20	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela.
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em	ABNT NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
Cura normal						
Cura submersa						
Cura em estufa	MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0		
Deslizamento	ABNT NBR 14085	mm	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	

Fonte: NBR 14081 (ABNT, 2004).

Atualmente, são as argamassas adesivas industrializadas os materiais mais empregados na execução de revestimento cerâmico em fachadas. A principal vantagem reside basicamente no uso de camada fina no assentamento, permitindo a racionalização da execução e redução de custos. Além de simplificar a técnica de colocação da placa cerâmica, dissociando a etapa de regularização do serviço de acabamento superficial, o uso adequado da argamassa adesiva proporciona ainda as seguintes vantagens:

- a) maior produtividade no assentamento;
- b) manutenção das características dos materiais;
- c) maior uniformização do serviço;
- d) facilidade de controle;
- e) menor consumo de material;
- f) maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- g) potencial de aderência.

2.1.2.6 Juntas

Segundo afirma Antunes (2010), para que o sistema de revestimento cerâmico de uma fachada atinja o desempenho e durabilidade desejada, é importante ser executadas juntas. Essas juntas podem ser feitas de diferentes formas, de acordo com sua exigência, como juntas de assentamento, juntas de movimentação, juntas de dessolidarização e ainda as juntas estruturais.

Ribeiro e Barros (2010) define que para o revestimento cerâmico de fachada, a principal função das juntas é diminuir a propagação dos esforços atuantes, minimizando as tensões existentes no revestimento.

A NBR 14992 (ABNT, 2003) define junta de assentamento como o espaço livre entre as placas cerâmicas assentadas. Segundo Junginger (2003) as principais funções das juntas de assentamento são:

- a) facilitar o assentamento das placas e seu ajuste final na posição correta;
- b) reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento, de modo a permitir a absorção de deformações sem que sejam geradas tensões prejudiciais;
- c) disfarçar a variação dimensional intrínseca das placas cerâmicas, permitindo o alinhamento perfeito que não seria possível com junta seca;
- d) permitir combinações estéticas que valorizem o conjunto final do revestimento;
- e) evitar a entrada de água e elementos potencialmente prejudiciais por trás do revestimento, que diminuiria sua vida útil.

A NBR 13755 (ABNT, 2017) define junta de movimentação como o espaço regular, normalmente mais largo que o da junta de assentamento, cuja função é subdividir o revestimento externo para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento, podendo ou não ser preenchido por selantes ou outro material com propriedades específicas.

Ribeiro e Barros (2010) especificam as principais funções das juntas de movimentação, que são:

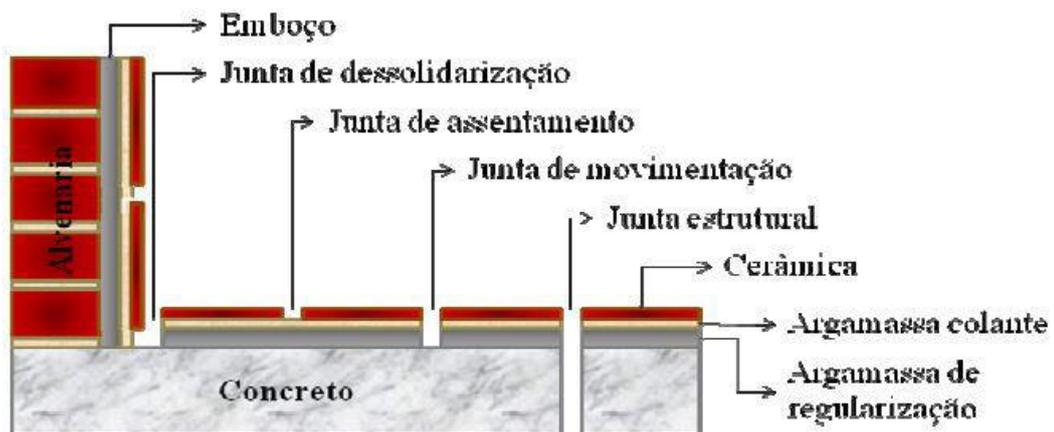
- a) dissipar tensões geradas por movimentações da base suporte dos revestimentos, em particular do comportamento resultante da interação estrutura-vedação;
- b) dissipar tensões geradas por deformações intrínsecas aos revestimentos decorrentes da ação do meio ambiente (variação de temperatura e umidade), permitindo a dissipação de tensões pela subdivisão de extensas áreas de revestimentos em pequenas áreas;

- c) separação de revestimentos e componentes do edifício que têm diferentes características térmicas ou higroscópica;
- d) permitir mudança de planos dos revestimentos;
- e) impedir que a superfície revestida sofra com as discontinuidades do substrato, como ocorre na região das juntas estruturais.

Ribeiro e Barros (2010) define junta de dessolidarização como uma junta com função de dessolidarizar a camada de acabamento da base, dividindo o acabamento em partes menores para acomodar as movimentações geradas pelas deformações dessa camada, decorrente principalmente da variação higroscópica e da temperatura. A junta de dessolidarização tem capacidade de dissipar as tensões pela a divisão do revestimento, subdividindo-se em partes de painéis de revestimento perpendiculares, sendo posicionadas em quinas internas ou externas.

Para finalizar, a NBR 13755 (ABNT, 2017) define junta estrutural, também conhecida como junta de dilatação, como o espaço regular com função principal de aliviar as tensões provocadas pela movimentação da estrutura de concreto. A junta estrutural estabelece uma separação física entre as partes da estrutura, possibilitando a movimentação de ambas as partes sem transmissão de esforços entre elas.

Figura 10 - Detalhamento dos tipos de juntas presentes na edificação.



Fonte: Antunes (2010).

2.1.2.7 Rejunte

Junginger (2003) define rejunte como o componente responsável a preencher as juntas formadas entre as placas cerâmicas, apresentando-se trabalhável durante a etapa de aplicação e com endurecimento após um certo período de tempo. O composto formador da junta

pode ser de argamassa, nata de cimento, resina epóxi, entre outros utilizados para desenvolver as funções específicas destinadas. De outro modo, o ato ou ação de executar o preenchimento entre as placas cerâmicas com o material específico chamado de rejunte, recebe o nome de rejuntamento.

A NBR 14992 (ABNT, 2003) define rejunte como uma mistura industrializada de cimento portland e outros componentes homogêneos uniformes para aplicação nas juntas de assentamento de placas cerâmicas, classificada segundo o ambiente de aplicação e requisitos mínimos. A argamassa de rejuntamento pode ser classificada em dois tipos:

- a) rejuntamento tipo I: argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas para uso em ambientes internos e externos, desde que observadas as seguintes condições:
 - aplicação restrita aos locais de trânsito de pedestres/transeuntes, não intensos;
 - aplicação restrita a placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% (II e III – segundo a NBR 13817 (ABNT, 2017));
 - aplicação em ambientes externos, piso ou parede, desde que não excedam 20 m² e 18 m², respectivamente, limite a partir do qual são exigidas as juntas de movimentação, segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017).
- b) rejuntamento tipo II: argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas para uso em ambientes internos e externos, desde que observadas as seguintes condições:
 - todas as condições do item I;
 - aplicação em locais de trânsito intenso de pedestres e transeuntes;
 - aplicação em placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3% (grupo segundo a NBR 13817 (ABNT, 1997));
 - aplicação em ambientes externos, piso ou parede, de qualquer dimensão, ou sempre que exijam as juntas de movimentação;
 - ambientes internos ou externos com presença de água estancada (piscinas, espelho d'água, etc).

Os rejuntas industrializados podem ser especificados em três tipos:

- a) rejuntas cimentícios monocomponentes: consistem de uma parte em pó, necessitando da adição de água imediatamente antes da aplicação. Esse é o tipo de rejunte mais comum, e embora não receba aditivo no preparo, podem ser incorporados em sua formulação;

- b) rejuntas cimentícios monocomponentes: consistem em duas partes distintas, uma com fração granular seca e outra na forma de emulsão aquosa (aditivo líquido), efetuando a mistura na hora da aplicação;
- c) rejuntas de base orgânica: são materiais na maioria das vezes compostos por dois ou mais componentes pré-dosados que, quando misturados, formam uma pasta homogênea pronta para a aplicação. Como exemplos mais comuns, existem os selantes elastoméricos e a resina epóxi.

Segundo Ribeiro e Barros (2010), o rejunte é fundamental no desempenho do revestimento cerâmico, sendo suas principais funções:

- a) proporcionar alívio de tensões: as juntas entre os componentes, quando especificadas e executadas, têm capacidade de reduzir o módulo de elasticidade dos panos de revestimento, aumentando a sua capacidade de absorver as deformações originadas provocadas pelas variações térmicas e higroscópicas;
- b) otimizar a aderência das placas cerâmicas: o contato do rejunte com toda a junta, lateral e fundo, aumenta a área de contato das placas com o substrato, principalmente, em revestimentos executados com placas cerâmicas de menores dimensões, em que a área da junta não pode ser desprezada.

2.1.2.8 Fundo Preparador de Paredes

Silva e Uemoto (2005) define o fundo preparador de paredes como um dos constituintes do sistema de pintura, tendo como função principal requerer coesão de partículas soltas do substrato. Além disso, sua aplicação é recomendada sobre superfícies danificadas e não muito resistentes, sem coesão, como superfícies de gesso, caiação e repintura.

O fundo preparador de paredes mais utilizado é o industrializado líquido. Uemoto (2002) afirma que o fundo líquido preparador de paredes tem sua formulação com base de dispersão ou suspensão de copolímeros acrílicos ou estireno acrílico e aditivos. Seu uso é recomendado para uniformizar e reduzir a absorção de superfícies porosas, como por exemplo: gesso, tijolo, telha cerâmica, concreto, além de aumentar a coesão de superfícies friáveis, reboco de baixa resistência, caiação, entre outros. Algumas características técnicas deste material são:

- a) Apresenta elevado teor de produtos orgânicos voláteis (VOC), e maior poluição ao meio ambiente em relação aos produtos de base do tipo aquosa;
- b) Em relação ao selador, tem maior capacidade de penetração em superfícies porosas e maior poder de aglomeração em partículas.

2.1.2.9 Selador Bicomponente

A NBR 12554 (ABNT, 2013) define fundo como uma tinta aplicada inicialmente sobre uma superfície, para trabalhar com a finalidade de aderência entre o substrato e a tinta de acabamento, podendo em sua execução ser aplicada em uma ou mais demãos. Silva e Uemoto (2005) define o fundo citado na NBR 12554 (ABNT, 2013) como selador, que tem como principal função após sua aplicação sobre argamassa de reboco, reduzir e/ou uniformizar a absorção do substrato. Quando aplicado em superfície metálicas, o selador é chamado de *primer*, e tem como função principal reduzir o nível de corrosão no metal.

O selador mais utilizado em ambientes externos como os de fachada, é o selador acrílico pigmentado. Uemoto (2002) afirma que sua formulação tem base de dispersão de copolímeros acrílicos, contendo pigmentos e aditivos. Sua utilização é recomendada para reduzir e uniformizar as superfícies internas ou externas com um alto nível de porosidade, além de superfícies sem pintura como reboco, concreto, bloco cerâmico, gesso e massas de regularização. Algumas das características técnicas do selador acrílico pigmentado são:

- a) dispersão aquosa isenta de solventes orgânicos, liberam baixo teor de produtos orgânicos voláteis (VOC), gerando menor poluição ao meio ambiente em relação aos produtos com base de solvente;
- b) produto apresenta maior poder de enchimento e cobertura em relação ao fundo preparador de paredes;
- c) em condições normais de temperatura e umidade, apresenta uma secagem relativamente rápida e possibilita a aplicação da tinta de acabamento no mesmo dia.

2.1.2.10 Massa Acrílica

Uemoto (2002) afirma que sua formulação tem base de dispersão de copolímeros acrílicos, contendo pigmentos e aditivos. Seu uso é recomendado para uniformizar, nivelar e corrigir imperfeições de superfícies internas e externas de argamassas de cimento, cal/cimento (rebocos) e concreto. Pode ser utilizado para a finalidade dessas funções citadas, como também para acabamento final com tinta acrílica ou com tinta vinílica (PVA).

2.1.2.11 Placa Cerâmica

A NBR 13816 (ABNT, 1997) define placa cerâmica como sendo um material composto por argila e outras matérias primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes.

A placa cerâmica, é um material do sistema de revestimento cerâmico utilizada como componente principal da camada mais externa do revestimento de pisos e paredes (internos e externos). Caracteriza-se por duas de suas dimensões, largura e altura, predominarem sobre uma terceira, a espessura. Sua produção ocorre através do uso de argilas e outras matérias químicas inorgânicas, conformadas através de extrusão (tipo A) ou prensagem (tipo B) e com a sintetização feita por processo térmico.

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999) os revestimentos com placa cerâmica possuem algumas vantagens em relação aos outros revestimentos mais tradicionais, como argamassas decorativas e pintura. Os revestimentos cerâmicos se destacam por sua durabilidade, facilidade de limpeza, estanqueidade, conforto térmico e acústico, além da valorização do empreendimento. Além disso, as propriedades da placa cerâmica proporcionam uma série de vantagens fundamentais para seu uso em revestimentos de fachadas, destacando-se:

- a) não propagam fogo;
- b) elevada impermeabilidade;
- c) baixa higroscopicidade;
- d) custo final, em geral, compatível aos benefícios, principalmente em relação à manutenção durante a vida útil.

De acordo com a NBR 13817 (ABNT, 1997), as placas cerâmicas para revestimento podem ser classificadas segundo as seguintes características:

- a) esmaltadas e não-esmaltadas;
- b) método de fabricação (prensado ou extrudado);
- c) características relacionadas a absorção de água;
- d) classe de resistência à abrasão superficial, de 0 à 5;
- e) classe de resistência ao manchamento, de 0 à 5;
- f) classes de resistência ao ataque de agentes químicos, determinado por diferentes níveis de concentração.

Algumas propriedades da placa cerâmica são indispensáveis para a definição de sua escolha em relação utilização. Como exemplo, temos a absorção. A absorção de água é uma

das propriedades mais importante a ser considerada na análise da qualidade, durabilidade e desempenho da placa cerâmica. A NBR 13818 (ABNT, 1997) define os grupos de absorção segundo a capacidade de cada tipo de placa cerâmica, como ilustra a tabela 3.

Tabela 1 - Grupos de absorção de água das placas cerâmicas.

Classificação	Faixa de absorção (%)	Características
Porcelanato	0 a 0,5%	Baixa absorção e resistência mecânica alta
Grês cerâmico	0,5 a 3,0%	Absorção e resistência mecânica média
Semigrês	3,0 a 6,0%	Média absorção e resistência mecânica média
Semiporoso	6,0 a 10,0%	Média alta absorção e resistência mecânica baixa
Poroso	10,0 a 20,0%	Alta absorção e resistência mecânica baixa

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997) e ANFACER (2009).

A absorção da placa cerâmica está diretamente ligada a sua porosidade. Uma alta absorção pode estar ligada a uma placa cerâmica porosa e, conseqüentemente, de menor resistência mecânica, aumentando a tendência de manifestação patológica futura. De acordo com a associação nacional dos fabricantes de cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres (ANFACER, 2009), deve-se preferir o uso de placas cerâmicas com absorção máxima de 6%. Por isso, é uma propriedade indispensável e que é utilizada na especificação dos materiais da camada de fixação, uma vez que a porosidade interfere nas características do emboço e na argamassa de rejuntamento.

O conhecimento de outras características importantes das placa cerâmica, como facilidade de limpeza, dureza, coeficiente de atrito, resistência ao ataque químico e resistência a abrasão são fundamentais na especificação correta da placa, buscando evitar problemas e possíveis manifestações patológicas. A resistência a abrasão é uma característica importante e utilizada com frequência na especificação de projeto, visto sua importância em relação ao uso do revestimento cerâmico executado.

Tabela 2 - Classificação de resistência a abrasão da placa cerâmica.

PEI	Tráfego	Locais de uso recomendável
0	-	Paredes (não aconselhável para pisos)
1	Baixo	Pavimentos sobre os quais se caminha com o pé descalço ou sapatos de sola macia, sem pó abrasivo (banheiros residenciais e dormitórios sem ligação para o exterior)
2	Médio	Pavimentos sobre os quais se caminha de sapato normal (ambientes sem porta para o exterior)
3	Médio-alto	Ambientes onde se caminha com sapatos e pequena quantidade de pó abrasivo (cozinhas, corredores, halls e quintais)
4	Alto	Pavimentos sobre os quais se caminha com algum abrasivo, de modo que as condições são mais severas que aquelas da classe 3 (residências, garagens, lojas, bares, bancos, restaurantes, hospitais, <i>hóteis</i> e escritórios)
5	Altíssimo	Pavimentos sujeitos a circulação severa de pedestres durante períodos longos de tempo (áreas públicas, <i>shoppings center</i> , aeroportos e padarias)

NBR 13818 (ABNT, 1997) e ANFACER (2009).

Antunes (2010) relata ainda que existem algumas características dimensionais importantes que necessitam de atenção na especificação de projeto, como ortogonalidade, empenamento, espessura, curvatura e retitude dos lados. Empenamento e curvatura em não-conformidade prejudicam no desempenho e durabilidade da placa cerâmica, isso devido a possibilidade de falha de aderência em pontos do tardez entre a placa cerâmica e a argamassa de fixação. Portanto, quanto maior o tamanho da placa cerâmica, maior a possibilidade de falha. Dessa forma, maior é a importância de seguir as especificações determinadas em norma.

2.1.2.12 Pintura

A tinta de acabamento é a parte visível do sistema de pintura. É na tinta de acabamento que se apresenta as propriedades necessárias para as finalidades a que se destina, até mesmo a tonalidade.

Segundo afirma Britez (2007), o acabamento decorativo é uma das camadas que fazem parte do sistema de revestimento de pintura. A pintura como acabamento decorativo tem funções específicas, sendo uma camada de cobertura com função protetora e decorativa obtida pela aplicação da tinta.

Sabbatini (2006) define o conceito de multiestrato para o conjunto de camadas aplicadas que resulta em uma pintura final, e a definição de sistema de pintura para o conjunto de produtos que não são aplicados a partir da mesma resina. O conceito de multiestrato é

definido como o conjunto de camadas com pouca espessura, uma película, que tem como função principal proteger e dar acabamento final a pintura executada.

Uemoto (2002) afirma que a diferença dos tipos de tintas é a composição e o proporcionamento dos componentes. Tem-se que as tintas são constituídas pelo os seguintes componentes:

- a) resina: também chamada veículo não volátil, é o aglutinante das partículas de pigmento, além de agente formador do filme. A composição da resina tem elevada importância nas propriedades da película, apesar de esta ser modificada pelo tipo e teor de pigmento presente;
- b) pigmento: é o componente responsável pela cor e opacidade ou ação anticorrosiva em caso de tintas para proteção de superfícies metálicas. Na tinta látex, o pigmento de maior importância na formulação é o dióxido de titânio, devido ao seu elevado índice de refração. É usado nas formulações para dar alvura, cobertura (opacidade) e durabilidade à tinta, através do seu poder de inflexão da luz;
- c) solvente: também chamado veículo volátil, é usado nas tintas com o objetivo de dissolver a resina e conferir qualidade adequada para a sua aplicação. Seu teor é corrigido momentos antes da aplicação e conforme a necessidade, pois depende da viscosidade desejada;
- d) aditivos: são substâncias adicionadas em pequenas proporções que conferem características especiais às tintas. Conforme o tipo, podem modificar as características da tinta, podendo estabilizar as emulsões, aumentar a resistência a fungos e bactérias, alterar a temperatura de deformação do filme etc.

Os tipos de tintas mais comuns utilizados na execução de pintura de edifícios em fachadas são as tintas de sistema acrílico (tinta látex acrílica e tinta texturizada acrílica) e as de sistema vinílicos (tinta látex vinílica).

Uemoto (2002) afirma que a tinta látex acrílica tem uma composição básica formulada com base em dispersão de copolímeros acrílicos ou estireno acrílico, contendo pigmentos como dióxido de titânio e/ou outros pigmentos coloridos, cargas e aditivos, e tendo um acabamento do tipo semibrilho ou fosco aveludado. Sua aplicação é recomendada em superfícies internas e externas de alvenarias à base de cimento e/ou cal, concreto, bloco de concreto, gesso ou cerâmica não-vitrificada. Algumas características técnicas da tinta látex acrílica são:

- a) dispersão aquosa isenta de solventes, que libera baixo teor de produtos orgânicos voláteis;
- b) de fácil aplicação e secagem rápida, permitindo a aplicação da segunda demão no mesmo dia;
- c) as películas obtidas são menos porosas com os sistemas com base de PVAc;
- d) o acabamento fosco aveludado é mais indicado para fins decorativos, enquanto o semibrilho é mais indicado para proteção;
- e) a estimativa de repintura em ambientes de agressividade relativamente baixa é de 5 anos.

Uemoto (2005) afirma também que a tinta texturizada acrílica tem uma composição básica formulada com base de dispersão de copolímeros acrílicos ou estireno acrílico, contém pigmentos como o dióxido de titânio e/ou outros pigmentos coloridos, cargas especiais para o efeito texturizado, aditivos e hidro-repelentes, tendo um acabamento com microtextura ou texturizada. Sua aplicação é recomendada sobre superfícies internas e externas de alvenarias à base de cimento e/ou cal (argamassa), concreto e bloco de concreto. Algumas características técnicas da tinta texturizada acrílica são:

- a) uma dispersão aquosa isenta de solventes orgânicos, com baixo teor de produtos orgânicos voláteis (VOC), e que apresenta baixa toxicidade causando menor agressividade ao meio ambiente;
- b) de secagem rápida e com diluição em água, além de recomendada a aplicação em uma única demão;
- c) apresenta elevada consistência, poder de enchimento e capacidade de corrigir/disfarçar imperfeições. O grau de texturização permite diversos efeitos decorativos, quanto menor a diluição maior o relevo obtido;
- d) a necessidade de aplicação de uma única demão permite economia no custo da mão de obra;
- e) maior resistência ao intemperismo.

Segundo Britez e Franco (2008) a pintura com textura acrílica não pode ser considerada um tipo de revestimento do ponto de vista das funções a serem desempenhadas e, tampouco, comparada ao revestimento de argamassa com acabamento final em pintura comum ou ao revestimento decorativo do tipo monocamada. Dessa forma, a pintura com textura acrílica é considerada apenas uma parte integrante do revestimento, tendo como função principal acabamento decorativo.

2.1.3 Tipos de Manifestações Patológicas

2.1.3.1 Manifestações patológicas em revestimentos de pintura

2.1.3.1.1 Descolamento

Segundo Antunes (2010) o descolamento é um problema causado por uma evolução substancial na deficiência de aderência das ligações entre as camadas superpostas do revestimento, ocorrendo ao longo de um período de tempo. Vale ressaltar, que o descolamento não está ligado à ruptura e queda imediata do revestimento ou placa cerâmica.

O processo de descolamento é iniciado com a ruptura na interface de ligação entre as camadas do revestimento, com formação de bolsões que aumentam em um nível de propagação que causam no sistema de revestimento uma instabilidade estrutural. A identificação desse problema em placas cerâmicas é verificado quando se percebe ao dar uma leva batida na placa e indentificar um som oco, ou ainda em áreas de afastamento físico da camada de acabamento, placas cerâmicas ou rejunte.

Estes descolamentos se apresentam com maior magnitude nos primeiros e últimos andares dos edifícios, e em regiões de maior intensidade estrutural, como balanços. Segundo Chaves (2009) um dos principais locais da fachada a apresentarem descolamento da placa cerâmica é a platibanda. Deve-se isso, ao fato de essa área ser uma zona onde existe uma transição entre diferentes elementos da estrutura, como laje de piso e pano de alvenaria, que possuem comportamentos de origem mecânica distintos. Outro fator agravante do descolamento é o choque térmico, por isso, regiões da fachada com alta intensidade de insolação são mais susceptíveis a apresentarem esse tipo de manifestação patológica.

Segundo Bauer (2008) os revestimentos podem apresentar diversas manifestações patológicas prejudiciais, como exemplo o descolamento, que afeta seu correto desempenho, durabilidade, bem como suas funções de proteção e isolamento. As principais causas de ocorrência de descolamento em revestimentos cerâmicos de fachada são:

- a) descolamento em revestimento de argamassa: o descolamento ocorre de forma a separar uma ou mais camadas dos revestimentos argamassados, e podem variar em extensão que vão desde áreas mínimas, até dimensões que abranjem toda a alvenaria. Os principais fatores causadores de descolamento dos revestimentos argamassados são; uso de produtos não hidratados corretamente, hidratação

incompleta da cal extinta ou má qualidade. Além disso, argamassas com excesso de cimento também podem apresentar descolamento;

b) descolamento por empolamento: a cal está diretamente envolvida neste tipo de manifestação patológica, assim, o dano ocorre em camadas com maior proporção de cal. A expansão ocorre devido a não hidratação da cal na execução da argamassa ou por instabilidade de óxido de magnésio não hidratado. No caso de argamassas mistas, o fenômeno de expansão ocorre devido causas mecânicas de maneira considerável, principalmente, devido as argamassas de cimento portland que são rígidas e a expansão acaba causando desagregação da mesma;

c) descolamento em placas: este tipo de descolamento engloba reboco, emboço e a ruptura que ocorre na ligação entre essas camadas e a base. As causas dessa anomalia normalmente estão relacionadas à falta de aderência nas camadas de revestimento à base. A execução de um chapisco com areia fina compromete a aderência à base, gerando tensões devido a retração da argamassa;

d) descolamento no revestimento cerâmico: as causas mais comuns são a inexistência de juntas de movimentação, deficiência na execução do assentamento das peças e falta de rejuntamento.

Para Sabbatini (2001) são várias as causas vinculadas ao descolamento:

a) grau de solicitação do revestimento;

b) instabilidade do suporte devido a acomodação da construção, fluência da estrutura e variações higrotérmicas e de temperaturas;

c) características das juntas de assentamento;

d) imperícia ou negligência da mão-de-obra;

e) execução da placa cerâmica após o vencimento do tempo de abertura da argamassa colante.

Figura 11 - Descolamento de placa cerâmica.



Fonte: WE Engenharia (2019).

2.1.3.1.2 Desplacamento

Antunes (2010) afirma que ruptura e queda de placas cerâmicas, com ou sem argamassa colante aderida ou mesmo parte do emboço, é denominada deslocamento. Para um diagnóstico assertivo é indispensável saber em qual etapa da execução originou-se a anomalia, e em que ligação entre as camadas superpostas ocorreu a ruptura: interior da base, substrato/base, interior do substrato, interface argamassa colante/substrato, interior da argamassa colante, ou por fim, na interface placa cerâmica/argamassa colante.

O deslocamento é caracterizado por a perda de aderência entre as camadas que compõem o revestimento cerâmico, ocorrendo quando as tensões que surgem no revestimento ultrapassam a capacidade de aderência das ligações existentes entre as camadas. O sinal inicial para a ocorrência do deslocamento é caracterizado pelo descolamento, com som oco e estufamento da camada de acabamento e, posteriormente, descolamento da placa cerâmica. Normalmente, esse tipo de manifestação patológica ocorre no extremos do edifício (primeiros e últimos andares), consequência do maior nível de tensões que ocorrem nestas regiões da fachada.

Para Sabbatinni (1990), a origem do deslocamento ocorrido em fachadas de revestimento cerâmico são:

- a) deformação ocorrida nas bases (alvenaria e estrutura) devido a acomodação do edifício após a ocupação;
- b) fluência e variações higroscópicas ocorridas no concreto;
- c) inconformidade entre o emboço, além de deficiência no assentamento e rejuntamento.

Em consequência da gravidade do problema, às vezes um simples reparo não é suficiente para uma recuperação total da área danificada. Dessa forma, é necessário a remoção total do revestimento da fachada, processo que além de trabalhoso pode ser altamente oneroso.

Figura 12 - Deslocamento de placa cerâmica.



Fonte: WE Engenharia (2019).

2.1.3.1.3 Manifestações patológicas nas juntas

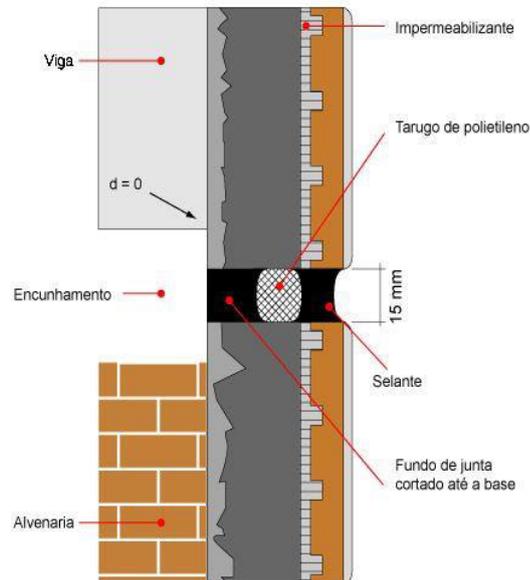
Segundo Bauer (2008) as manifestações patológicas de revestimento cerâmico podem estar ligadas às juntas de movimentação e dessolidarização.

Juntas de movimentação são juntas intermediárias usualmente mais largas do que as juntas executadas para assentamento, sendo projetadas para diminuir as tensões devido as variações de umidade e temperatura, além da fluência do concreto na estrutura após o revestimento concluído.

A execução inadequada ou ausência de juntas de movimentação têm levado a um grande número de manifestações patológicas. Bauer (2008) afirma que entre as principais causas para o aparecimento de manifestações patológicas relacionadas as juntas de movimentação estão:

- a) falta ou falha no projeto de revestimento, onde deve estar explicado o local de execução das juntas, assim como o fator de forma adequado para a obra, profundidade e largura das juntas;
- b) aplicação inadequada ou sobre uma base deteriorada, o que não resultará em um sistema com eficiência. Além disso, é indispensável o seguimento as especificações do fabricante do selante, evitando entre outros problemas, a ocorrência de adesão no fundo da junta, comprometendo sua função de deformabilidade;
- c) falta de qualidade do material de enchimento e do selante, podendo craquear ou provocar manchas;
- d) ausência de manutenção preventiva para reparar ou trocar o material de rejuntamento.

Figura 13 - Detalhe da junta de movimentação.



Fonte: Ribeiro e Barros (2010).

A NBR 13755 (ABNT, 2017) recomenda a execução de juntas de movimentação horizontais distanciadas no máximo 3 m ou a cada pé direito na região de encunhamento de alvenaria, e para as juntas verticais uma separação entre as juntas de no máximo 6 m.

Segundo Medeiros e Barros (2010), em revestimento do tipo aderido as juntas tem como função principal minimizar a propagação de esforços nele atuante e, que provém, normalmente, dos elementos as quais se conectam (estrutura, vedação e revestimento) e das ações do meio ambiente, como variação de temperatura e umidade. O uso da junta tem por finalidade evitar manifestações patológicas como o aparecimento de fissuras, ou ainda o deslocamento de parte do revestimento. Entre as principais funções das juntas de movimentação da fachada temos:

- a) dissipar tensões geradas por movimentações da base do revestimento, em geral da interação resultante estrutura-vedação;
- b) dissipar tensões geradas por deformações próprias aos revestimentos, decorrente da ação do meio ambiente, temperatura e umidade, permitindo dissipação de tensões a partir do aumento de divisões da área do revestimento;
- c) separação dos revestimentos e componentes com características térmicas e higroscópicas diferentes.

As juntas de assentamento podem sofrer com as manifestações patológicas no revestimento cerâmico devido a infiltração de água por deficiência de calafetação das juntas, permitindo acesso de água na argamassa. A deterioração das juntas de assentamento ocorre, entre outros motivos, pela fadiga do rejunte devido a ação de agentes higrotérmicos, envelhecimento e aplicação inadequada do rejunte, que leva a um rejuntamento poroso e de baixa resistência mecânica. Esses fatores podem contribuir futuramente para o surgimento de manifestações patológicas, como fissuras e descolamento do rejunte.

Figura 14 - Deterioração da junta de movimentação.



Fonte: WE Engenharia (2019).

2.1.3.1.4 Eflorêscencia em revestimento cerâmico

Bauer (2008) afirma que a eflorêscencia decorre de depósitos salinos, principalmente de sais, metais alcalinos e metais alcalinos-terrosos. Sua ocorrência se manifesta na superfície do revestimento, proveniente de sais solúveis presentes no material e nos componentes da alvenaria. A eflorêscencia pode modificar a aparência da superfície do revestimento cerâmico, podendo levar a desagregação devido os compostos expansivos presentes. Eflorêscencia ocorre quando a fachada, seja por qual motivo, fica umedecida por longo período de tempo, e os sais, hidróxidos e carbonatos solúveis presentes na argamassa dissolvem-se, depositando-se nos poros dos materiais, sendo levados a superfície por difusão e evaporação.

Antunes (2010) afirma que a prevenção da eflorêscencia pode ser realizada da seguinte forma:

- a) com a redução do consumo de cimento Portland na argamassa de emboço ou no uso de cimento com um baixo teor de álcalis agregado;
- b) não utilização do blocos cerâmicos com elevado teor de sulfatos, com a finalidade de evitar a formação de substâncias solúveis em água ou produtos expansivos;
- c) uso de placas cerâmicas de boa qualidade, tendo na composição baixa quantidade de sais solúveis e umidade residual;
- d) na execução das camadas anteriores, o tempo de secagem tenha sido obedecido.

Figura 15 - Eflorêscencia no revestimento cerâmico.



Fonte: Autor (2019).

2.1.3.1.5 Bolor ou Mofo

Segundo afirma Alucci *et al.* (1988), o desenvolvimento de bolor ou mofo em edificações pode originar grande problema econômico. A ocorrência dessa manifestação patológica é comum em regiões de clima tropical, e pode levar a necessidade de uma recuperação da superfície, ou até a necessidade de se retirar por completo o revestimento e o mesmo ser reexecutado.

O bolor é provocado pelo desenvolvimento de microorganismos da classe dos fungos. Os fungos causam nas edificações uma decomposição do revestimento. O bolor apresenta uma coloração escura, usualmente, preta, marrom ou verde.

Para o desenvolvimento dos microorganismos, é necessário que eles tenham condições favoráveis, como ambientes mal iluminados, úmidos e mal ventilados.

Figura 16 - Bolor ou mofo no revestimento cerâmico.



Fonte: Autor (2019).

2.1.3.1.6 Gretamento

Bauer (2008) afirma que a anomalia é verificada pela formação de fissuras muito finas (capilares) sobre a superfície vidrada.

A peça cerâmica quando exposta a determinadas condições higrotérmicas, tem maior possibilidade de formação de tensões entre o esmalte vidrado e o corpo cerâmico da peça. A ocorrência do fenômeno é favorecida devido a falta de compatibilidade entre os coeficientes de expansão do esmalte vidrado e da cerâmica.

De acordo com Antunes (2010), a expansão por umidade, também chamada de dilatação higroscópica, é sofrida pelo material cerâmico quando entra em contato com a água na forma líquida ou de vapor. Apesar de não ser alta, quando um certo limite de expansão de uma das placas cerâmicas é ultrapassado, pode ser que ocorra o gretamento do esmalte vidrado.

Se a execução do revestimento for feita de forma adequada e o revestimento for exposto a condições normais de uso, considera-se que o fenômeno é particular da peça cerâmica. Porém, a execução inadequada por muitas vezes pode favorecer o aparecimento do gretamento.

Vale ressaltar, que a eliminação do gretamento só é possível com a troca do revestimento cerâmico.

2.1.3.1.7 Trincas e fissuras

Trincas e fissuras são manifestações patológicas que se constituem em aberturas no revestimento que proporcionam passagens propícias para a penetração de agentes agressivos do meio ambiente, principalmente água. Esses danos são altamente prejudiciais ao revestimento de fachada, pois aumentam a probabilidade de surgimento de anomalias, como umidade, bolor ou mofo, eflorescências, corrosão de armaduras e descolamento da placa cerâmica.

A NBR 9575 (ABNT, 2003) define fissura como sendo uma abertura ocasionada por ruptura de parte do material ou do componente, com espessura igual ou inferior a 0,5 mm, e microfissura como sendo a abertura com espessura inferior a 0,05 mm. A trinca é definida como aberturas que apresentam espessuras superior a 0,5 mm e inferior a 1 mm.

Sabbatinni (1990) define trinca a partir da ocorrência na placa cerâmica de uma ruptura total em uma ou mais partes, sendo esse dano após a fixação. Trincas e fissuras podem ocorrer na junta da placa cerâmica, se localizando principalmente no rejunte e na lateral da placa. Pode ser considerado fissuras aquelas fissuras cuja abertura não ultrapassam 0,5 mm, e as trincas aquelas que possuem aberturas maiores.

Campante (2001) afirma que as trincas podem ocorrer também nos rejuntos em consequência da retração durante a secagem. Esse dano deve-se a grande absorção de água, gerando inchamento, e causando retração. Além disso, a quantidade de cimento utilizada na dosagem pode aumentar a resistência do rejuntamento, provocando trincas devido à baixa capacidade de absorção e deformação.

Para Sabbatini (2001) a fissura pode ser definida como uma abertura linear na superfície do revestimento, causada por uma ruptura parcial da massa, e que apresenta abertura inferior a 1 mm.

Antunes (2010) define os principais tipos de fissura e as regiões de ocorrência:

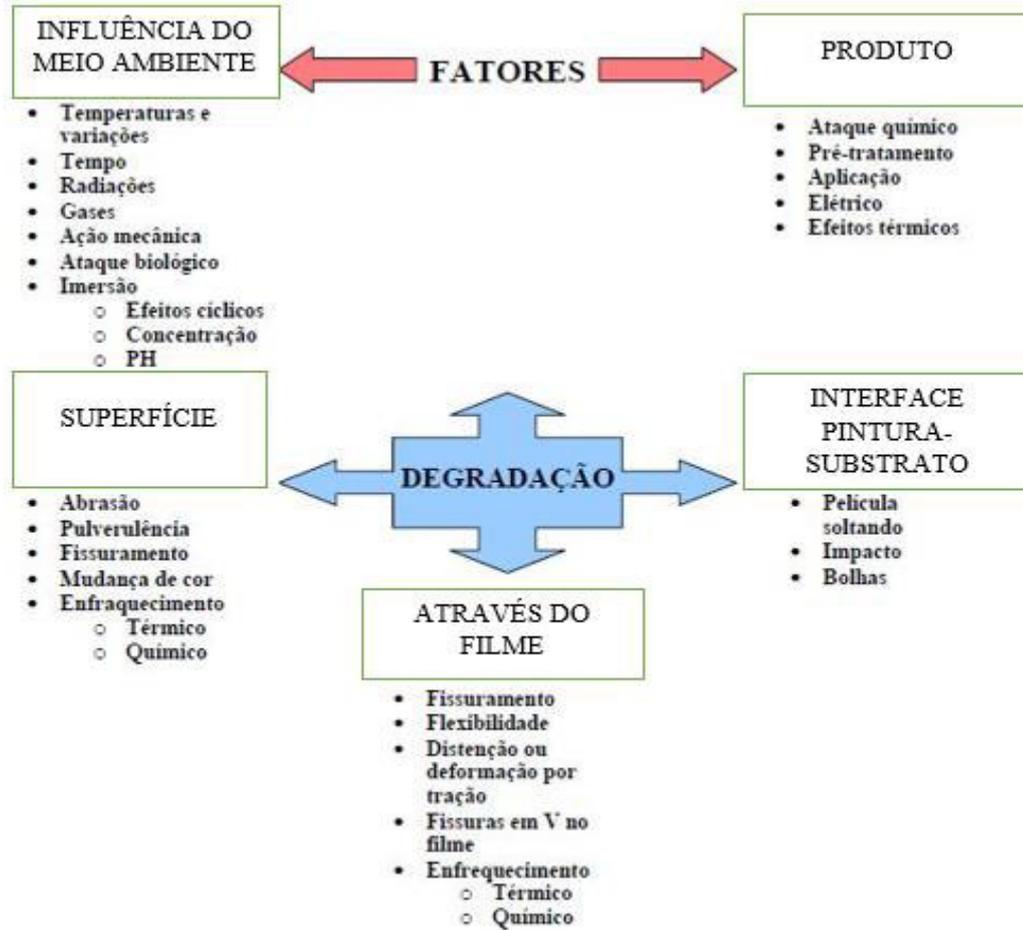
- a) na envoltória de aberturas: fissuras provocadas por uma alta concentração de tensão nessa região de envoltória de portas e janelas. Deve-se principalmente a ausência ou execução inadequada de dispositivos de redistribuição de tensão, como vergas e contra-vergas;
- b) interface estrutura-alvenaria: fissuras que se apresentam normalmente de formas “denteadas” ou em forma de “dente de serrate”. Essas fissuras podem ser provocadas por alguns fatores, e depende da parte da estrutura em específico. Para lajes e vigas, é causada devido as flechas excessivas da estrutura, e nos pilares, é provocada por falta de ancoragem entre a estrutura do pilar e a alvenaria;
- c) paredes contínuas: ocorrem em consequência de movimentos diferenciais causados por fatores relacionados a estrutura ou fatores térmicos. Além disso, podem ser geradas devido retração da argamassa após a execução, provocada por excesso de finos e relação água/cimento;
- d) topo do edifício: causada por fatores térmicos em consequência dessa região ser composta por materiais de diferentes coeficientes de dilatação térmica, mas temperaturas iguais.
- e) fissuras mapeadas: causadas por movimentações higrotérmicas entre o revestimento e a estrutura, associados a retração de secagem da argamassa;
- f) fissuras horizontais: decorrente da expansão da argamassa de assentamento;
- g) fissuras verticais: possível enfraquecimento do revestimento pela presença de tubos e eletrodutos.

Figura 17 - Fissura em placa cerâmica.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Figura 18 - Mecanismos das principais manifestações patológicas em pintura: relação entre fatores envolvidos na degradação de um filme.



Fonte: Adaptado de Polito (2006).

Segundo afirma Chavez (2009), as manifestações patológicas em revestimentos de pintura ocorrem em duas fases distintas, uma na aplicação do revestimento e outra durante a sua utilização. É importante verificar antes da utilização se o produto de pintura está dentro das especificações e exigências de qualidade que garanta o seu desempenho, durabilidade e evite manifestações patológicas futuras. Para isso, é necessário observar os seguintes critérios:

- a) se a embalagem está dilatada, consequência de gases que se formam durante a armazenagem devido a elevada temperatura de armazenamento, aumentando o volume e alterando a composição do produto;
- b) se ocorreu espessamento, caracterizado pelo o aumento da viscosidade do produto de pintura, inutilizando-o. O espessamento pode ocorrer em consequência de as embalagens não estarem devidamente fechadas ou por excesso de tempo de armazenamento, principalmente em tintas aquosas;

- c) o aparecimento de uma pele sobre a superfície do produto de pintura, na embalagem, durante o armazenamento, fato que ocorre devido um armazenamento a uma temperatura elevada ou ainda as embalagens não estarem adequadamente vedadas, possibilitando evaporação do componente volátil do produto e permitindo a formação de uma película superficial;
- d) a gelificação, caracterizada por a transformação total ou parcial do veículo ou resina da tinta, verniz ou similar em um gel, tornando impossível sua aplicação. Sua ocorrência deve-se a entrada de oxigênio e umidade atmosférica no interior da embalagem, em razão de não estar adequadamente vedada;
- e) a sedimentação, que é a deposição de resíduos no fundo da embalagem do produto de pintura, devido altas temperaturas de armazenamento.

2.1.3.2 Manifestações patológicas em revestimentos de pintura

2.1.3.2.1 Saponificação

Segundo manual da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI, 2019), a saponificação caracteriza-se pela presença de manchas na superfície da pintura e pelo descascamento da tinta. Um dos motivos para a ocorrência deste tipo de manifestação patológica é a alcalinidade natural da cal e do cimento, provocada por um reboco não curado. Uma medida preventiva que pode ser feita é aguardar a completa cura do reboco antes de se executar qualquer tipo de pintura. Na realização de medida corretiva, é indicado raspar e lixar bem as áreas afetadas, aplicar uma demão de fundo preparador, corrigir as imperfeições com emassamento (massa PVA ou massa acrílica), além de repintar com uma tinta de boa qualidade.

Marques (2013) afirma que a saponificação é um defeito que consiste na transformação da resina ou veículo fixo da tinta em sabão volátil, causando uma dissolução parcial ou até total da pintura. A causa dessa manifestação patológica tem por motivo a aplicação de produtos inadequados para as condições de exposição em que a superfície da tinta será exposta.

Para solucionar a saponificação, é preciso inicialmente remover o revestimento afetado utilizando métodos adequados de acordo com a natureza do produto e a base de aplicação. Após, é necessário efetuar a preparação da superfície e aplicar o esquema de pintura. A repintura deve ser executada com produtos em que as especificações técnicas estejam

inseridas nas características da superfície e nas condições de exposição do ambiente, se referindo à alcalinidade.

2.1.3.2.2 Empolamento

O empolamento é uma manifestação patológica relacionada a deformação em uma película do tipo convexa, gerando relevo arredondado em forma de bolha.

Segundo afirma Marques (2013), as causas responsáveis por a ocorrência do empolamento são as seguintes:

- a) condições ambientais desfavoráveis para a aplicação, normalmente em consequência de umidade em excesso e temperaturas muito baixas;
- b) infiltração devido a defeitos de construção, fato que provoca retenção de umidade em excesso na base da aplicação. Esses defeitos construtivos podem ser fissuras, falta de pingadeiras, parapeitos, etc;
- c) não seguimento das especificações técnicas relacionadas ao tempo de secagem entre as demãos, podendo gerar bolhas em camadas superiores devido o escapamento do solvente;
- d) camadas com espessura muito espessa. Esta situação pode provocar uma secagem superficial exageradamente rápida, levando a retenção do solvente e podendo gerar bolhas localizadas;
- e) incompatibilidade química existente entre a base de aplicação e o produto a se aplicar, podendo causar reações que originem a formação de bolhas;
- f) temperatura do ambiente exageradamente alta em relação a aplicação. Essa temperatura externa muito alta pode levar a uma secagem rápida da superfície da camada em relação a parte interna que se manterá úmida. Essa umidade interna pode se libertar após certo período e gerar bolhas;
- g) Equipamentos utilizados na execução do sistema de pintura inadequados.

Para solucionar o empolamento, é recomendado lixar ou escovar a superfície do revestimento parcial ou totalmente. Além disso, é necessário realizar reparos em casos de degradação da base como: fissuras, fendas, etc. Após, realiza-se a repintura respeitando as especificações do fabricante, como diluição e tempo de secagem.

2.1.3.2.3 Eflorescência em pintura

Segundo afirma Terra (2001), os tipos mais comuns de eflorescências são:

- a) manchas brancas pulverulentas: são geralmente causadas por sulfatos contidos nos blocos cerâmicos, tijolo, cal e água de amassamento. Além de prejudicial ao aspecto estético, podem causar um descolamento na pintura. Porém, essas eflorescências podem ser facilmente removidas com água;
- b) manchas de cor branca escorrida: são manchas de carbonato de cálcio, formado pela reação da nata da cal (hidróxido de cálcio) e o CO₂ do ar. São muito aderentes e não são solúveis em água.

A eflorescência em pintura é causada por três fatores que devem ocorrer simultaneamente, caso o contrário, o fenômeno da eflorescência não será observado.

- a) teor de sais solúveis existentes nos materiais e componentes;
- b) a presença de água da chuva, solo, relacionada a construção, de infiltração, condensação ou acidental;
- c) pressão hidrostática necessária para que a solução migre para superfície.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998) as manchas causadas pelo processo de eflorescência devem ser removidas com a escovação da superfície a partir do uso de uma escova de cerdas de aço, além da utilização de solução de ácido muriático (5% a 10% de concentração). Caso a eflorescência tenha ocorrido devido a umidade, esta deve ser removida completamente. Para evitar quaisquer fissuras na superfície, utilize um selante a base água ou acrílico siliconado. Caso seja devido a umidade de vapor, a eflorescência deve ser removida além da escova de aço, com uma lavadora de alta pressão. Outra boa opção para evitar a ocorrência do problema é a instalação de ventiladores e exaustores.

Segundo o manual da ABRAFATI (2019) medidas preventivas e corretivas devem ser tomadas, caso necessário. Temos:

- a) medida preventiva:
 - aguardar a cura completa do cimento;
 - utilizar tintas de maior qualidade.
- b) Medida corretiva:
 - raspar e lixar bem nas áreas afetadas, aplicando posteriormente uma demão de fundo preparador.

2.1.3.2.4 Enrugamento

É a formação de pequenas rugas ou ondulações na película do material de pintura durante a secagem.

Segundo afirma Marques (2013), as causas responsáveis por a ocorrência do empolamento são as seguintes:

- a) camada espessa, originando um interior de revestimento úmido, contraindo-o por perda de volume quando houver secamento interno;
- b) aplicação de segunda demão com primeira demão ainda úmida, por não observância das especificações do fabricante relativo ao tempo de secagem;
- c) diferença significativa de temperatura entre o produto a ser aplicado e o reboco, influenciando na secagem entre o interior do reboco e a película superficial da tinta;
- d) aplicação da tinta em um reboco ainda úmido e exposto a um ambiente de umidade elevada.

A solução adequada para a manifestação patológica de enrugamento é realizada a partir de um processo de limpeza com o uso de lixa ou escova, e em seguida uma lavagem caso necessário. Após, efetuar uma repintura aplicando o produto adequando para o meio e o tipo de superfície, seguindo a orientação do fabricante.

2.1.3.2.5 Espumação/Crateras

Aparecimento na película superficial da tinta de pequenas depressões circulares, que prosseguem após a secagem da tinta.

Conforme Marques (2013), existem algumas causas responsáveis por a formação de crateras na película da tinta, como:

- a) presença de contaminantes na mistura a ser aplicada, como ar ou material utilizado na aplicação; fibras e óleos;
- b) uso de produtos de diluição inadequados como querosene e gasolina;
- c) fluidez da tinta com viscosidade elevada;
- d) componentes formulados na tinta apresentando incompatibilidade química.

Para solucionar as crateras existentes no revestimento de pintura, é recomendado fazer a limpeza da superfície utilizando lixa e escova, além de remover por total a pintura caso

necessário. Após, aplica-se uma repintura na superfície respeitando as orientações repassadas pelo fabricante.

2.1.3.2.6 Destacamento

É a separação que ocorre entre a placa de película do revestimento e o seu substrato, em consequência da falta de aderência.

Segundo afirma Marques (2013), as causas responsáveis por a ocorrência do destacamento são as seguintes:

- a) condições de aplicação não favoráveis, em consequência de uma umidade elevada e baixa temperatura, que em excesso, podem levar futuramente ao destacamento;
- b) ocorrência de infiltrações que ocasionam umidade superficial no revestimento de pintura, ocasionados por problemas como fissuras, falta de manutenção, etc;
- c) preparação inadequada da superfície, contendo sujeiras como poeiras, gorduras e resíduos de tintas pulverulentas, levando a formação de zonas de baixa aderência e, conseqüentemente, o posterior destacamento da pintura;
- d) aplicação do revestimento de pintura sob temperaturas elevadas, provocando uma secagem rápida da película e diminuindo a aderência sobre a base de aplicação;
- e) preparação da superfície inadequada para uma repintura: o peso da nova camada pode ser tão mais pesado que tenha capacidade de arrancar zonas da película do revestimento. Dessa forma, é necessário ter cuidado no preparo da superfície a ser repintada;
- f) falta de aderência do reboco, em consequência de uma superfície muito lisa e rígida;
- g) incompatibilidade físico-química entre o reboco e o produto aplicado;
- h) envelhecimento natural do revestimento de pintura;
- i) erros na dosagem dos produtos compostos por dois componentes, originando um produto com características diferentes das desejadas.

A solução é determinada a partir da extensão do destacamento, ou seja, se é localizado ou atinge a totalidade da superfície do revestimento de pintura. É importante verificar se há degradação no reboco. Após, é realizado a pintura ou repintura, aplicando os métodos de execução especificados pelo fabricante, respeitando o tempo de secagem entre as demãos.

2.1.3.2.7 Fissuras em pintura

Chavez (2009) define fissura como um tipo de manifestação patológica com grande impacto nos revestimentos de fachada. O seu aparecimento afeta a capacidade de impermeabilização, em consequência de permitir a percolação da água e de outros agentes agressivos, comprometendo a durabilidade e desempenho do revestimento da fachada.

Segundo afirma Bauer (2008), a fissuração deve-se a fatores particulares, como o consumo de cimento, teor de finos, quantidade de água de amassamento, além de outros fatores, como resistência de aderência ao suporte, espessura e número de camadas, tempo decorrido entre a aplicação das camadas e perda de água de amassamento por diversos fatores, como sucção da base e ação de agentes atmosféricos.

Bauer (2008) indica os principais tipos e causas da ocorrência de fissuração:

- a) fissuras em revestimentos de argamassa;
- b) fissuras relacionadas ao cobrimento deficiente do concreto;
- c) fissuras relacionadas a deficiência de encunhamento da alvenaria;
- d) fissuras relacionadas à deformação lenta do concreto;
- e) fissuras relacionadas à argamassa assentamento;
- f) fissuras relacionadas a à ausência de vergas e contravergas.

Chaves (2009) define os motivos para o aparecimento de fissuras nos revestimentos de fachadas:

- a) movimento estruturais: se o revestimento não confere variações higrotérmicas e dimensionais próximas ao do suporte, ocorre fissuração;
- b) sistema de pintura inadequado: incompatibilidade físico-química-mecânica com base de aplicação: acabamentos rígidos epoxídicos, bases vinílicas ou acrílicas de alto teor e cargas; produtos de elevada concentração volumétrica do pigmento em bases impostas a variações dimensionais;
- c) aplicação inadequada: intervalo de tempo insuficiente entre demãos; insuficiente agitação da tinta antes da aplicação; aplicação de camada com elevada espessura e diluição excessiva;
- d) condições de exposição desfavoráveis: produto não recomendado para ambientes quimicamente agressivos que aliado a temperatura, promovem diminuição da elasticidade;
- e) envelhecimento natural do revestimento;
- f) movimento/deformação do suporte.

METODOLOGIA

3.1 Introdução

Para a abordagem e estudo das principais manifestações patológicas de revestimento cerâmico ocorridas em fachadas na cidade de Fortaleza, será apresentado um estudo de três edifícios da cidade localizados na região nordeste da capital cearense. A metodologia a ser empregada no estudo considera todos os possíveis mecanismos envolvidos no surgimento dessas manifestações patológicas, sua localização na fachada, além do grau de seu grau de incidência. As amostras utilizadas foram escolhidas em consequência de seu uso, sistema construtivo e detalhes arquitetônicos, serem similares e próximos a realidade amostral de edifícios construídos em Fortaleza. Em consequência disso, o estudo possibilitará um diagnóstico mais preciso, facilitando futuramente o conhecimento sobre as manifestações patológicas de fachadas mais prováveis nos edifícios da cidade.

Na metodologia deste estudo, será utilizada como ferramenta para coleta de dados uma adaptação do trabalho divulgado no artigo “Mapping defect sensitivity in external mortar renders” desenvolvido por Gaspar e Brito (2005), que será responsável por mapear as manifestações patológicas ocorridas, identificando sua região de incidência na fachada. Além disso, também será usada uma Ferramenta de apoio a Inspeção de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA) desenvolvida por Silvestre e Brito (2008), responsável por estabelecer através de fichas uma correlação entre os danos provocados pelas manifestações patológicas às suas causas prováveis.

A metodologia aplicada nos três edifícios em estudo, se baseia na realização de inspeções e registros e, por fim, na obtenção de resultados técnicos das fachadas danificadas relativos à quantificação das manifestações patológicas e suas causas. Além disso, também será utilizada informações técnicas referente aos três empreendimentos, coletadas em inspeções e relatórios desenvolvidos pela empresa WE Engenharia, especializada em inspeções e manutenções de fachadas de revestimentos cerâmicos.

A abordagem dessa metodologia se iniciará com a coleta de informações preliminares e, logo após, a inspeção visual dos danos ocorridos nas três amostras em estudo.

As informações preliminares são fundamentais para o estudo e diagnóstico das manifestações patológicas incidentes. Dados como período de execução, número de pavimentos, tipo de uso, projetos em geral, detalhes arquitetônicos, sistema construtivo, entres outros, são fundamentais no auxílio a um diagnóstico eficiente.

O relatório fotográfico é um recurso utilizado para documentar a inspeção visual realizada no edifício. É importante que as fotografias sejam de qualidade, e que identifiquem claramente as manifestações patológicas existentes, além de sua região na fachada do edifício. Para isso, as fotografias irão identificar o andar referente a localização na fachada da manifestação patológica fotografada, isso, permitirá um melhor controle da localização dos danos em fotos com vista parcial. Antunes (2010) afirma que em fotos com vista parcial, é recomendado a utilização de algum mecanismo que seja capaz de transmitir na visualização da imagem a proporção exata do elemento. Essa referência destaca e orienta melhor o observador na compreensão da manifestação patológica observada.

Figura 19 - Foto com vista parcial e vista geral.



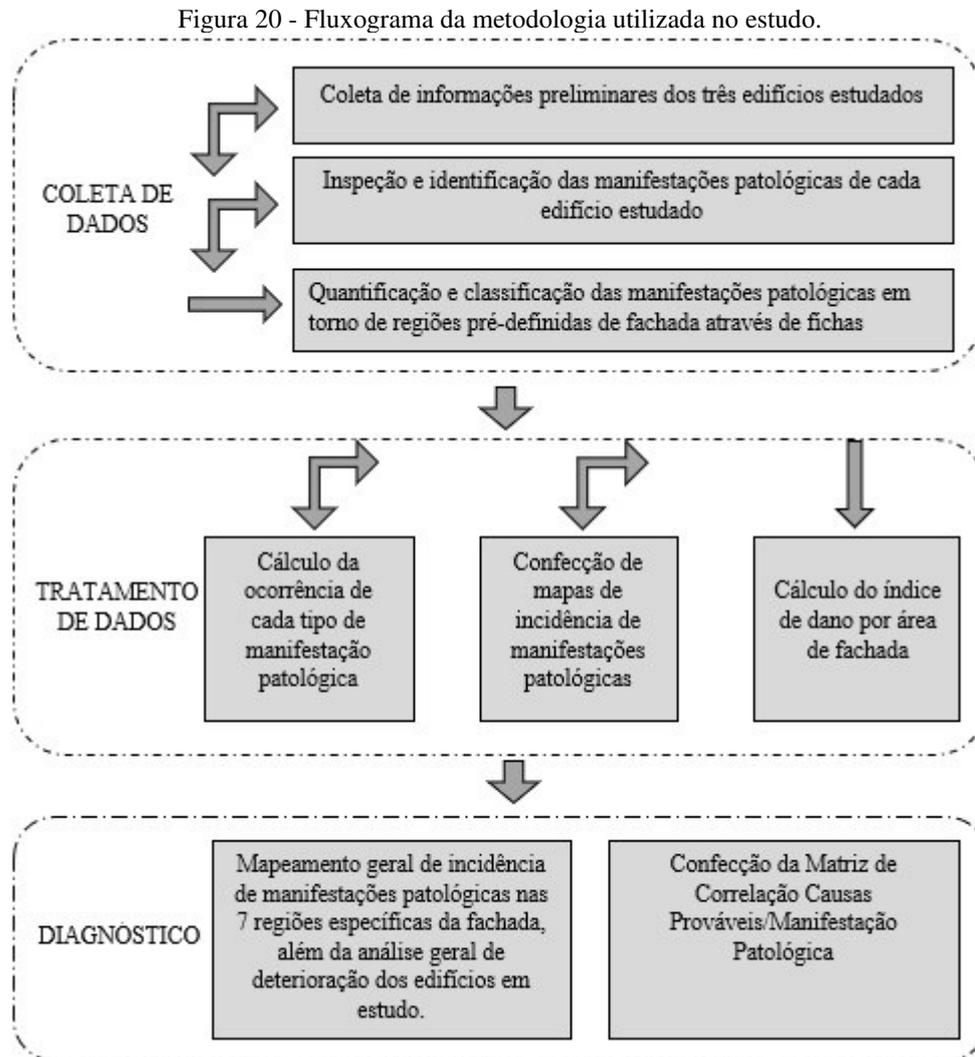
Fonte: WE Engenharia (2019) e Autor (2019).

A inspeção tem por finalidade identificar as manifestações patológicas existentes no revestimento de fachada, como por exemplo descolamentos, deslocamentos, eflorescências, fissuras, entre outros. Será realizado um mapeamento de descolamento em cada pano de fachada do edifício, apresentando as regiões críticas na fachada.

A identificação e mapeamento do descolamento foram obtidos em relatórios da empresa WE Engenharia. A identificação do descolamento foi realizada in loco através de batidas com um martelo na superfície vidrada da placa cerâmica. Segundo Pessanha (2018) as peças vão se soltando, porém ainda permanecem unidas pelo rejunte. Dessa forma, é possível ouvir ao bater o martelo levemente na placa cerâmica um som cavo “oco”. Para a aderência, é

necessário atender os requisitos técnicos da argamassa colante especificados na NBR 14081 (ABNT, 2004).

Por fim, a metodologia do estudo será executada em basicamente três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e diagnóstico como se segue no fluxograma abaixo (figura 12):



Fonte: Adaptado de Antunes (2010).

3.2 Coleta de Dados

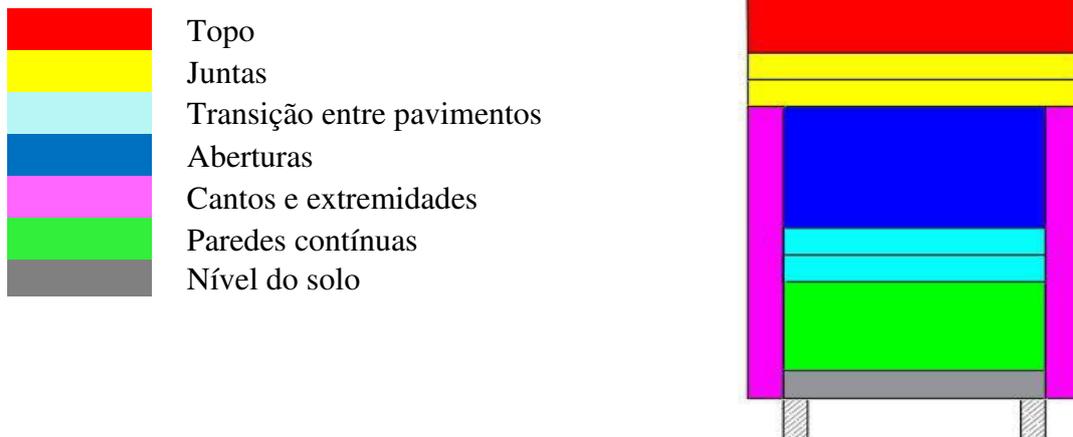
A etapa de coleta de dados se inicia com a coleta de informações acerca do edifício em estudo, destacando-se:

- a) informações preliminares:
 - tempo de uso, tipo de obra, especificação de pavimentos, sistema construtivo, acabamento da fachada e área;
 - placa cerâmica: tipo, dimensão, cor, fabricante e acabamento;
 - especificação e espessura do rejuntamento;
 - especificação da argamassa colante;
 - juntas de movimentação: existência, localização e dimensão;
 - porcentagens de manifestações patológicas observadas na fachada;
 - orientação das fachadas.
- b) inspeção e identificação das manifestações patológicas por fachada de edifício;
- c) quantificação e classificação das manifestações patológicas em torno de sete regiões específicas e pré-definidas da fachada seguindo a preposição adaptada de Gaspar e Brito (2005);
- d) quantificação e registro das manifestações patológicas levantadas em cada edifício através de fichas seguindo Antunes (2010). A especificação dos danos será realizada por fachada inspecionada, levando em consideração a orientação cardinal de cada fachada.

Destaca-se que diferentemente da preposição de Gaspar e Brito (2005) que definia seis regiões específicas para a realização do mapeamento da fachada, realizou-se uma adaptação estabelecendo sete regiões distintas para a análise:

- a) próximo ao nível do solo, em caso de contato com o mesmo;
- b) sobre paredes contínuas;
- c) em torno de aberturas como: janela, porta e elementos vazados;
- d) no topo do edifício, como platibanda, rufo e beiral;
- e) cantos e extremidades;
- f) em juntas;
- g) transição entre os pavimentos.

Figura 21 - Representação esquemática das sete regiões de análise tipo de uma fachada.



Fonte: Adaptado de Gaspar e Brito (2005).

Para a realização da quantificação e registro das manifestações patológicas existentes em cada edifício, foi apresentada as informações relativas a cada tipo de anomalia na forma resumida de fichas individuais. Os danos foram analisados para cada pavimento e especificado em termos das sete regiões específicas estudadas.

Quadro 3 - Ficha modelo de quantificação de manifestação patológica por fachada para cada edifício estudado.

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO								
Orientação da fachada:								
Localização		Manifestações patológicas						
Andar	Região	Descolamento cerâmico	Desplacamento cerâmico	Falha de rejunte	Fissuras	Bolor ou mofo	Eflorescência	Det. Juntas de movimentação
1°	Nível do Solo							
	Paredes contínuas							
	Aberturas							
	Sacadas							
	Cantos e extremidades							
	Juntas							
	Transição entre pavimentos							
2°	Paredes contínuas							
	Aberturas							
	Sacadas							
	Cantos e extremidades							
	Juntas							
	Transição entre pavimentos							
3°	Paredes contínuas							

	Aberturas							
	Sacadas							
	Cantos e extremidades							
	Juntas							
	Transição entre pavimentos							
	Topo							

Fonte: Adaptado de Antunes (2010).

3.3 Tratamento de dados

Após a realização da coleta de dados com conclusão da inspeção, identificação, mapeamento e quantificação das manifestações patológicas, é iniciado o tratamento de dados com finalidade de obter informações que auxiliem no diagnóstico mais provável para cada tipo de dano apresentado.

No tratamento dos dados, será detalhada a ocorrência de cada tipo de manifestação patológica por fachada do edifício e em sua totalidade. A apresentação será feita de forma gráfica, por meio de gráficos tipo setores. Além disso, será apresentado mapas de incidência das manifestações patológicas apresentadas, especificando o mapeamento nas 7 diferentes regiões de análise como proposto por a adaptação da ferramenta de Gaspar e Brito (2005), e para finalizar, será calculado o índice de dano por área de fachada.

Segundo afirma Antunes (2010), o índice de danos é um dispositivo responsável por estabelecer uma taxa de gravidade de deterioração das fachadas, relacionando a quantidade de manifestações patológicas com a área da fachada em estudo. Assim, quanto maior o índice, mais degradada será a fachada em análise.

$$Id = \frac{Nm}{Af}$$

Onde,

Id = índice de dano por m² de área da fachada;

Nm = número de manifestações patológicas por fachada;

Af = área da fachada em m²;

3.4 Diagnóstico

O diagnóstico será realizado após o mapeamento de todas as manifestações patológicas em cada fachada em torno das sete regiões particulares de acordo com adequação da técnica de Gaspar e Brito (2005), e o posterior tratamento de dados.

Para a obtenção do diagnóstico, será realizada uma abordagem geral entre os três edifícios estudados relacionando a incidência das manifestações patológicas nas sete regiões específicas da fachada. Será realizado também uma abordagem geral com relação a deterioração, caracterizando o seu nível a partir do índice de danos. Por fim, será apresentada uma matriz adaptada de Silvestre e Brito (2008), que consiste em apresentar uma correlação entre as manifestações que ocorrem no sistema de revestimento cerâmico de fachada às suas causas mais prováveis.

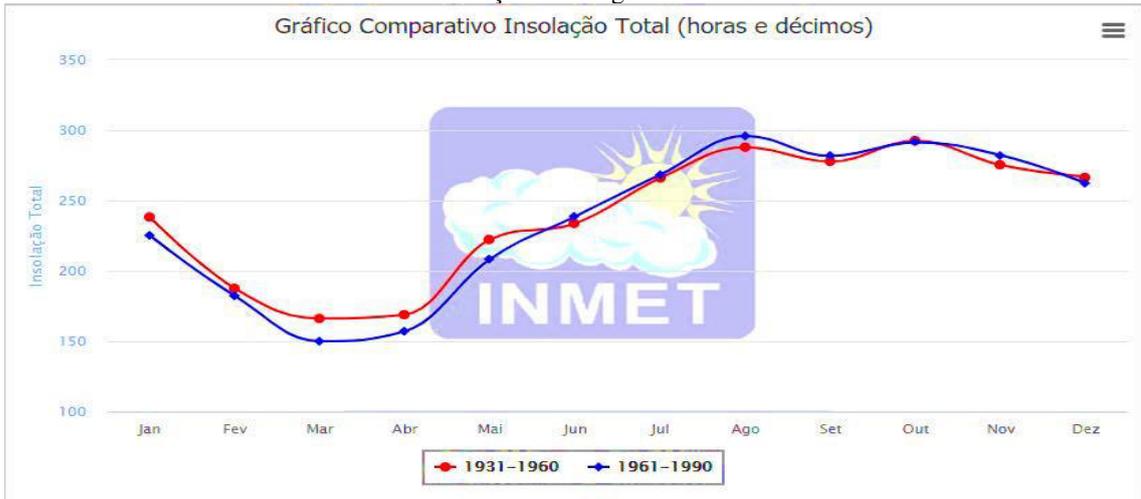
3.5 Caracterização das amostras

3.5.1 Condições climáticas da região em estudo

Os três edifícios estão localizados em Fortaleza, em regiões da cidade que tem como característica construções elevadas e pouca área verde. Segundo a Lei de Uso e Ocupação do Solo de Fortaleza (LUOS), nº 236 de 11 de agosto de 2017, a região que compreende as edificações localiza-se na Zona Especial de Dinamização Urbanística e Socioeconômica (ZEDUS).

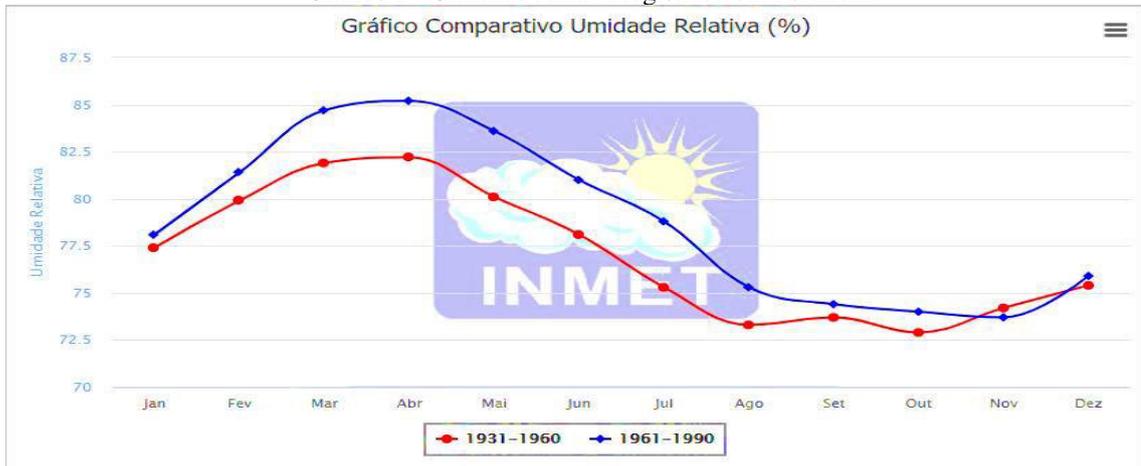
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fortaleza tem mais de 2,45 milhões de habitantes, tornando-se a quinta maior capital do País. O clima de Fortaleza tem características semelhantes às que ocorrem em grande parte do litoral brasileiro; tropical, quente e com temperatura anual média de 25,6°. Os meses mais quentes são os meses de dezembro e janeiro, e o mais frio o mês de julho. Segundo Moura (2008), os sistemas atmosféricos que agem em Fortaleza atuam de forma mais intensa nas áreas equatoriais de baixa latitude, provocando habitualmente uma estabilidade atmosférica característica no período de inverno e primavera, e causando maior instabilidade no período sazonal do verão e outono, com ocorrência de chuvas concentradas normalmente no período entre os meses de fevereiro, março, abril e maio. As figuras 22 e 23, mostram dados de insolação e umidade relativa obtidos no Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET), que ilustram e comprovam a distinção que ocorre entre os dois períodos característicos do ano.

Gráfico 1 - Insolação total registrada em Fortaleza.



Fonte: Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET).

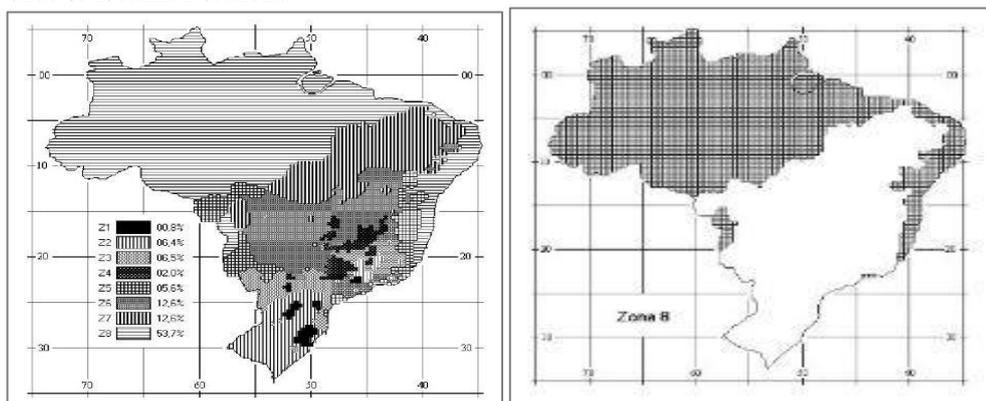
Gráfico 2 - Umidade relativa registrada em Fortaleza.



Fonte: Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET).

Segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), Fortaleza está localizada na zona bioclimática 8, como mostra a figura 24.

Figura 22 - Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro e mapa da zona bioclimática 8 onde se localiza Fortaleza.



Fonte: NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

Abaixo, é apresentada algumas diretrizes construtivas a serem seguidas em regiões de zona bioclimática 8, como:

- a) aberturas grandes para ventilação;
- b) sombreamento das aberturas;
- c) cobertura e paredes com capacidade refletora;
- d) ventilação cruzada permanente.

Essa variação climática característica da cidade de Fortaleza contribui para o surgimento de manifestações patológicas. Em períodos de temperatura mais elevada pode vir a ocorrer retração da argamassa devido à perda de volume em consequência da elevada temperatura. Além disso, em períodos mais frios a umidade pode também provocar retração, além de outras manifestações patológicas como expansão de alvenaria, bolor ou mofo, destacamento da placa cerâmica, entre outros.

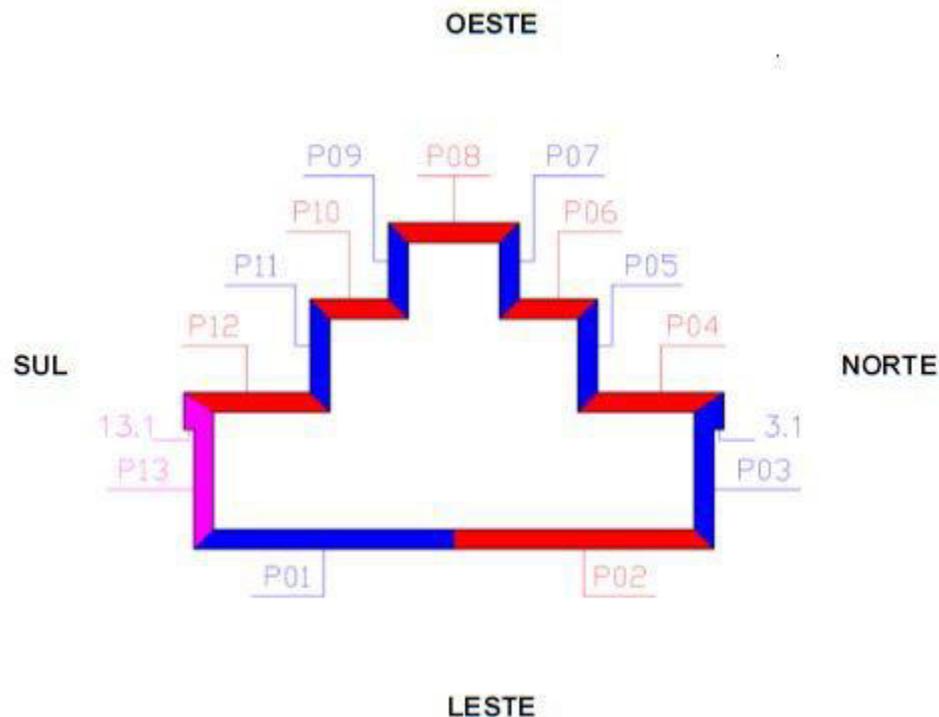
3.5.2 Coleta de dados

3.5.2.1 Edifício I – dados de identificação

- a) tempo de uso: 18 anos;
- b) tipo de uso: obra residencial;
- c) especificação de pavimentos: 1 pavimento térreo, 22 pavimentos tipo, caixa d'água e topo da edificação;
- d) sistema construtivo: estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria de bloco cerâmico com espessuras de 9 cm e 14 cm;
- e) acabamento da fachada: para o revestimento da fachada foram utilizados materiais com as seguintes especificações:
 - cerâmica Eliane linha arquitetural branca 10x10 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural cinza 5x5 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural azul 10x10 cm;
- e) especificação e espessura do rejuntamento: rejunte flexível e espessura média de 5 mm;
- f) especificação da argamassa colante: argamassa colante tipo AC-III;

- g) juntas de movimentação: juntas horizontais de aproximadamente três metros localizadas na transição entre pavimentos, com espessura de aproximadamente 15 mm. Não há juntas verticais;
- h) área aproximada total da fachada: 5.275,08 m²;
- i) porcentagens das manifestações patológicas observadas na fachada: descolamento (82,66%), deslocamento (5,94%), falha de rejunte (2,78%), fissura (0,29%), bolor ou mofo (1,72%), eflorescência (0,19%) e deterioração da junta de movimentação (6,42%);
- j) orientação das fachadas: as fachadas foram divididas em fachada leste (pano 01 e 02), fachada oeste (pano 04, 06, 08, 10 e 12), fachada norte (pano 03 e 05) e fachada sul (pano 11 e 13).

Figura 23 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício I.



Fonte: Relatório técnico WE Engenharia (2019).

O edifício I é um empreendimento localizado na região nordeste de Fortaleza com 18 anos de uso, 2 apartamentos por andar e considerado de padrão médio em relação aos edifícios da cidade.

O edifício tem método construtivo convencional, com estrutura de concreto armado, vedações em bloco cerâmico e acabamento externo em sua totalidade de revestimento

cerâmico. Além disso, o empreendimento apresenta juntas de movimentação nas transições entre pavimentos de 15 mm, distantes aproximadamente 3 m.

Figura 24 – Fachada principal edifício I.



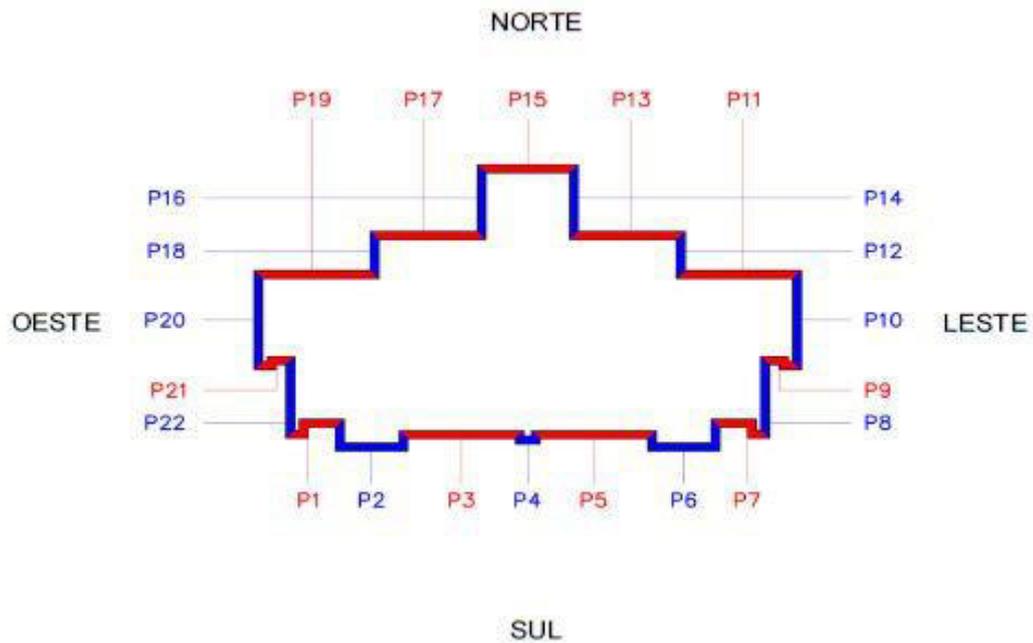
Fonte: Autor (2019).

3.5.2.2 Edifício II – dados de identificação

- a) tempo de uso: 17 anos;
- b) tipo de uso: obra residencial;
- c) especificação de pavimentos: 1 pavimento térreo, 16 pavimentos tipo, caixa d'água e topo da edificação;
- d) sistema construtivo: estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria de bloco cerâmico com espessuras de 9 cm e 14 cm e 19 cm;
- e) acabamento da fachada: para o revestimento da fachada foram utilizados materiais com as seguintes especificações:
 - cerâmica Gail pêssego flash ou similar marrom 24x5,4 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural branca 10x10 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural preta 10x10 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural vinho 10x10 cm;
- e) especificação e espessura do rejuntamento: rejunte flexível e espessura média de 6 mm;

- f) especificação da argamassa colante: argamassa colante tipo AC-III;
- g) juntas de movimentação: juntas horizontal de aproximadamente 6 metros, com espessura de aproximadamente 20 mm. Não há juntas verticais;
- h) área aproximada total da fachada: 4.187,90 m²;
- i) porcentagens das manifestações patológicas observadas na fachada: descolamento (65,93%), deslocamento (5,93%), falha de rejunte (4,89%), fissura (5,19%), bolor ou mofo (0,30%), eflorescência (0,30%) e deterioração da junta de movimentação (17,48%);
- j) orientação das fachadas: as fachadas foram divididas em fachada leste (pano 08, 10, 12 e 14), fachada oeste (pano 16, 18, 20 e 22), fachada norte (pano 11, 13, 15, 17 e 19) e fachada sul (pano 01, 02, 03, 04, 05, 07, 09 e 21).

Figura 25 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício II.



Fonte: Relatório técnico WE Engenharia (2019).

O edifício II é um empreendimento localizado na região nordeste de Fortaleza com 17 anos de uso, 3 apartamentos por andar e considerado de padrão médio em relação aos edifícios da cidade.

O edifício tem método construtivo convencional, com estrutura de concreto armado, vedações em bloco cerâmico e acabamento externo em sua totalidade de revestimento cerâmico. Além disso, o empreendimento apresenta juntas de movimentação horizontal nas

transições entre pavimentos de 20 mm, distantes aproximadamente 6 m, e não apresenta juntas verticais.

Uma característica estética do edifício II é a alta quantidade de recortes em suas fachadas, característica relevante em relação ao aparecimento de manifestações patológicas.

Figura 26 – Fachada principal edifício II.



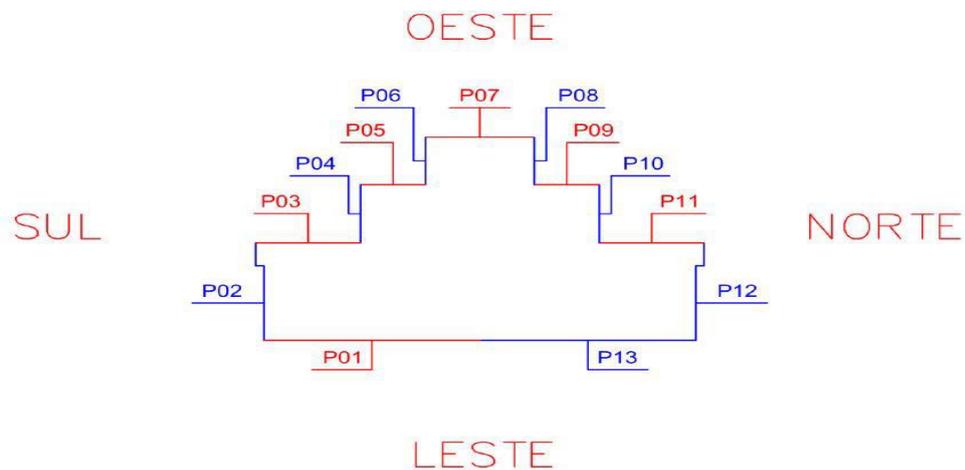
Fonte: Autor (2019).

3.5.2.3 Edifício III – dados de identificação

- a) tempo de uso: 19 anos;
- b) tipo de uso: obra residencial;
- c) especificação de pavimentos: 1 pavimento térreo, 23 pavimentos tipo, caixa d'água e topo da edificação;
- d) sistema construtivo: estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria de bloco cerâmico com espessuras de 9 cm e 14 cm;
- e) acabamento da fachada: para o revestimento da fachada foram utilizados materiais com as seguintes especificações:
 - cerâmica Eliane Gail caramelo 24x5,4 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural branca 10x10 cm;

- cerâmica Eliane linha arquitetural cinza 5x5 cm;
 - cerâmica Eliane linha arquitetural azul 10x10 cm;
- e) especificação e espessura do rejuntamento: rejunte flexível e espessura média de 5 mm.
- f) especificação da argamassa colante: argamassa colante tipo AC-III;
- g) juntas de movimentação: juntas horizontal de aproximadamente três metros localizadas na transição entre pavimentos, com espessura de aproximadamente 15 mm. Não há juntas verticais;
- h) área aproximada total da fachada: 5.335,24 m²
- i) porcentagens das manifestações patológicas observadas na fachada: descolamento (88,52%), deslocamento (3,60%), falha de rejunte (1,80%), fissura (0,14%), bolor ou mofo (4,15%), eflorescência (1,45%) e deterioração da junta de movimentação (0,35%);
- j) orientação das fachadas: as fachadas foram divididas em fachada leste (pano 01 e 13), fachada oeste (pano 03, 05, 07, 09 e 11), fachada norte (pano 08, 10 e 12) e fachada sul (pano 02, 04 e 06).

Figura 27 - Detalhamento de panos de fachada – Edifício III.



Fonte: Relatório técnico WE Engenharia (2019).

O edifício III é um empreendimento localizado na região nordeste de Fortaleza com 19 anos de uso, 2 apartamentos por andar e considerado de padrão médio em relação aos edifícios da cidade.

O edifício tem método construtivo convencional, com estrutura de concreto armado, vedações em bloco cerâmico e acabamento externo em sua totalidade de revestimento

cerâmico. Além disso, o empreendimento apresenta juntas de movimentação nas transições entre pavimentos de 15 mm, distantes aproximadamente 3 m.

Figura 28 - Fachada principal edifício III.



Fonte: Autor (2019).

3.5.3 Apresentação e análise dos resultados

A descrição dos resultados das manifestações patológicas associadas as sete regiões específicas, é apresentado através de um mapeamento individual do edifício e das quatro fachadas relativa a cada orientação do empreendimento. Além disso, a descrição total de manifestações patológicas é apresentada através de gráfico de setores que indica o percentual de cada manifestação patológica encontrada na totalidade das quatro fachadas do edifício.

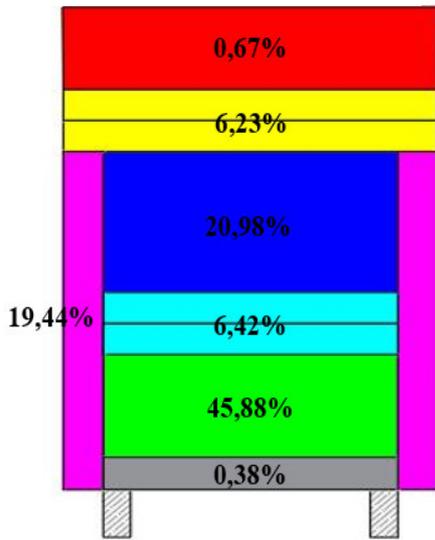
3.5.3.1 Edifício I

3.5.3.1.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas

Legenda:

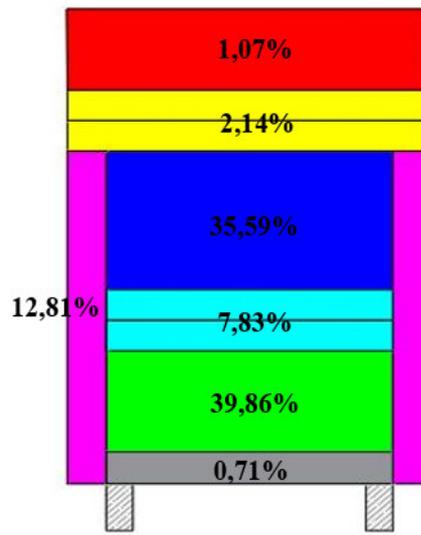


Figura 29 - Edifício I.



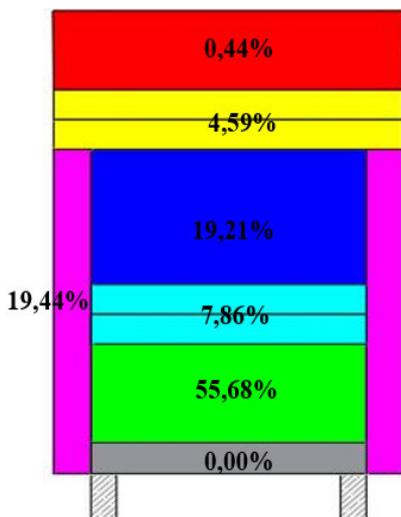
Fonte: Autor (2019).

Figura 30 - Fachada leste.



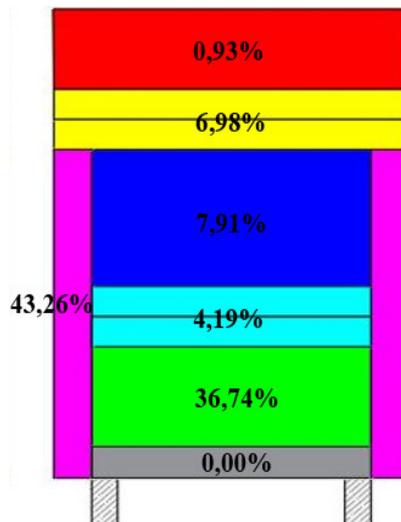
Fonte: Autor (2019).

Figura 31 - Fachada oeste.



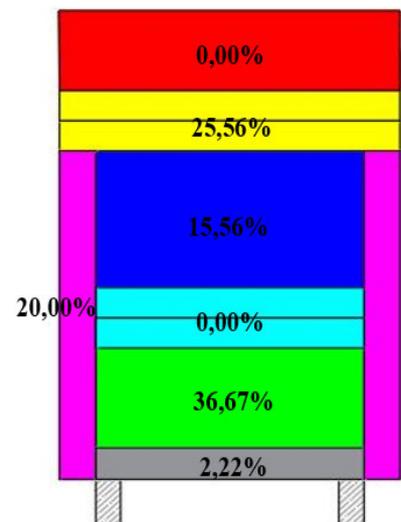
Fonte: Autor (2019).

Figura 32 - Fachada norte.



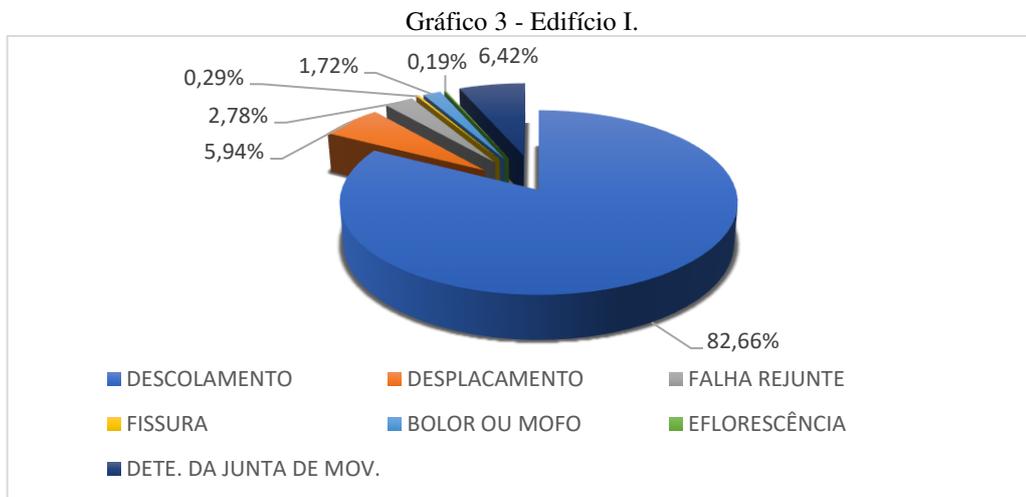
Fonte: Autor (2019).

Figura 33 - Fachada sul.

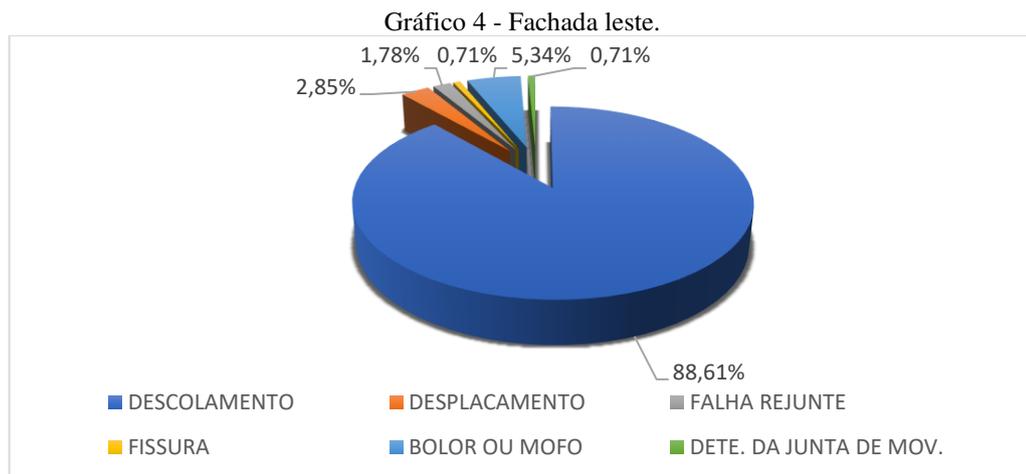


Fonte: Autor (2019).

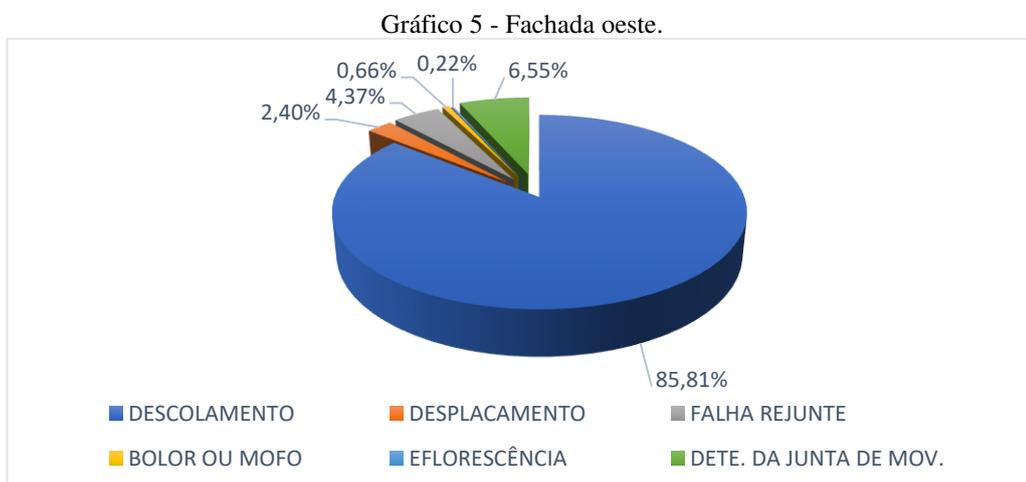
3.5.3.1.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas



Fonte: Autor (2019).

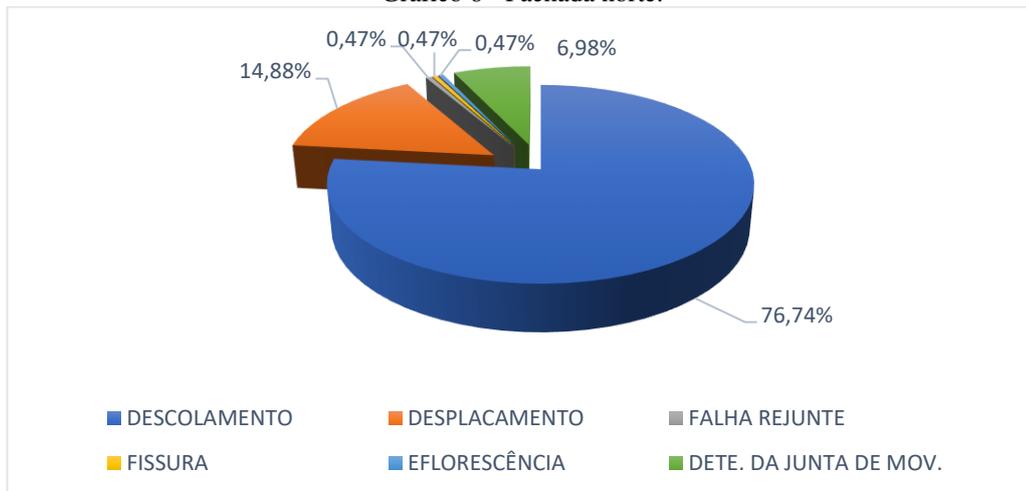


Fonte: Autor (2019).



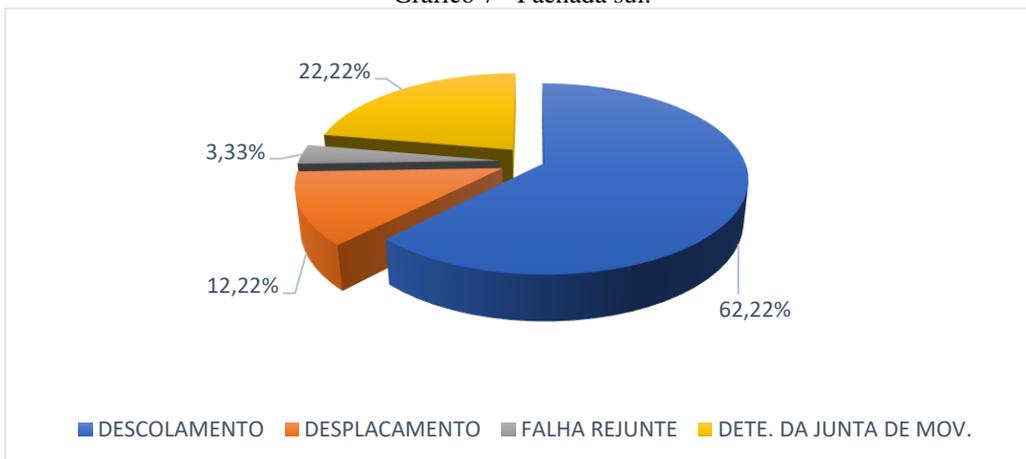
Fonte: Autor (2019).

Gráfico 6 - Fachada norte.



Fonte: Autor (2019).

Gráfico 7 - Fachada sul.



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 3 mostra que as fachadas do edifício I apresentam em sua totalidade uma alta incidência de descolamento (82,66%), que são acometidas principalmente na região de paredes contínuas (45,88%), como é observado no mapeamento da figura 29. A causa principal do surgimento de manifestações patológicas em paredes contínuas ocorreu principalmente por execução inadequada de assentamento do revestimento cerâmico, e esmagamento incorreto dos filetes de argamassa colante, ocasionando falta de aderência entre a placa cerâmica e a argamassa, como é visto na figura 34. O descolamento adveio por falta de aderência entre placa cerâmica e argamassa colante. Essa falta de aderência foi observada no ensaio realizado *in loco* no revestimento cerâmico da fachada, sendo identificada por um som “cavo” e “oco” com diferente emissão para a falta de aderência entre placa/argamassa colante e argamassa colante/emboço.

Figura 34 - Descolamento cerâmico na interface placa cerâmica e argamassa colante.



Fonte: WE Engenharia (2019).

A fachada leste, que apresenta dois panos de fachada, tem área total de 1.224,48 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Eliane branca 10x10 cm, Eliane cinza 5x5 cm e Eliane azul 10x10 cm. Além de ocorrer na grande maioria em paredes contínuas (39,86%), a fachada mostra alta incidência de manifestações patológicas na região de aberturas (35,59%), fato justificado por a fachada leste ter grande quantidade de esquadrias nos dois panos de fachada, gerando maiores solicitações e concentração de tensões na região. Além disso, outro possível fator é a ausência ou limitação de vergas e contravergas, que aumenta a possibilidade de manifestações patológicas na região.

A fachada oeste, que apresenta cinco panos de fachada, tem área total de 1.845,43 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Eliane branca 10x10 cm, Eliane cinza 5x5 cm e Eliane azul 10x10 cm. A fachada é a que apresenta maior quantidade de manifestações patológicas na totalidade do edifício I (43,87%), com destaque de ocorrência para descolamento (85,81%) nas regiões de paredes contínuas (55,68%) e aberturas (19,21%). A justificativa para a alta incidência de manifestações patológicas na fachada oeste é a alta insolação na região no período da tarde, fato que gera um aumento das solicitações devido choque térmico, e causa maior deterioração na fachada.

A fachada norte, que apresenta três panos de fachada, tem área total de 1.103,76 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Eliane branca 10x10 cm, Eliane cinza 5x5 cm e Eliane azul 10x10 cm. A maior incidência de manifestações patológicas ocorre em grande maioria nas paredes contínuas (36,74%) e também em aberturas (7,91%). A principal

ocorrência de manifestações patológicas na fachada norte é o descolamento (76,74%), e o deslocamento tem a maior ocorrência entre as quatro fachadas do edifício I com (14,88%). A alta ocorrência de deslocamento deve-se ao aparecimento inicial de descolamento na fachada e a falta de manutenção e reparo dos danos.

A fachada sul, que apresenta três panos de fachada, tem área total de 1.101,41 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Eliane branca 10x10 cm, Eliane cinza 5x5 cm e Eliane azul 10x10 cm. As maiores incidências de manifestações patológicas ocorreram em paredes contínuas (36,67%) e juntas (25,56%). A grande quantidade de manifestações patológicas em paredes contínuas se justifica pela grande área dessa região na fachada, fato que contribui com o aparecimento de descolamento que representa (62,22%) das manifestações patológicas. A incidência de manifestações patológicas nas juntas deve-se a alta deterioração das juntas de movimentação (22,22%), que representa juntamente com descolamento o maior índice na fachada.

Figura 35 - Deterioração da junta de movimentação.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Tabela 3 - Índice de danos do edifício I.

Fachadas do Edifício	Número de Danos	Área das Fachadas (m ²)	Índices de Dano (N° de danos/m ²)
Leste	281	1224,48	0,23
Oeste	458	1845,43	0,25
Norte	215	1103,76	0,19
Sul	90	1101,41	0,08
Edifício I	1044	5275,08	0,20

Fonte: Autor (2019).

A tabela 3 apresenta o índice de danos das fachadas e total do edifício I. As fachadas sul (0,08) e norte (0,19) apresentam a menor incidência de manifestações patológicas entre as quatro fachadas, com destaque para a fachada sul que tem o menor índice de danos e nível de deterioração relativamente baixo. As fachadas leste (0,23) e oeste (0,25) apresentam índice de danos similares, mas como esperado, a fachada oeste que apresenta a maior exposição devido a insolação, tem o maior índice de danos entre as fachadas do edifício I. No geral, o edifício I apresenta um índice de danos global (0,20) relativamente médio, porém, que ainda necessita da substituição do revestimento nas áreas degradadas.

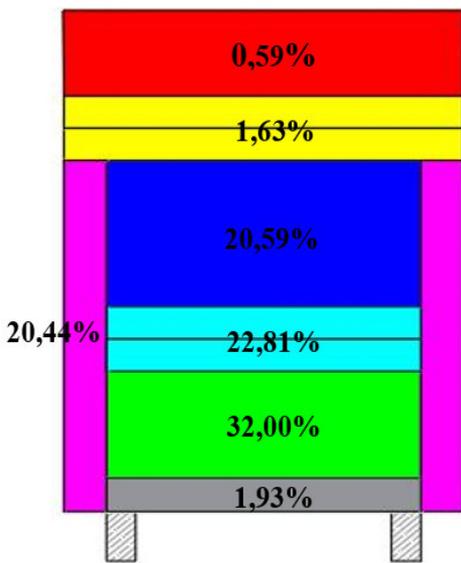
3.5.3.2 Edifício II

3.5.3.2.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas

Legenda:

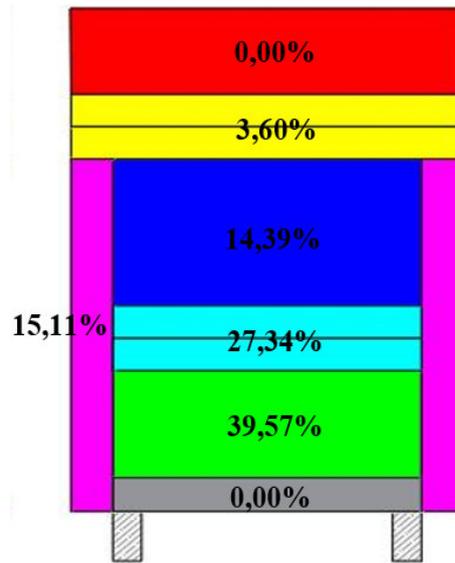


Figura 36 - Edifício II



Fonte: Autor (2019).

Figura 37 - Fachada leste



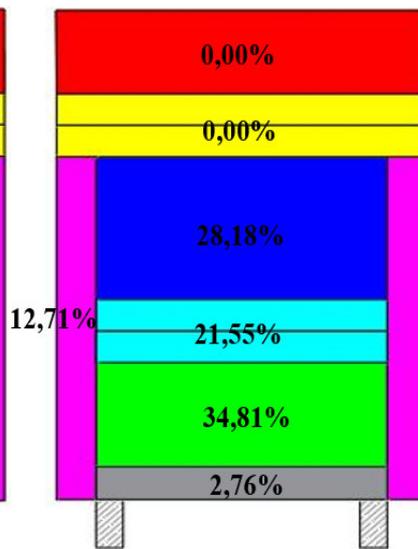
Fonte: Autor (2019).

Figura 38 - Edifício II



Fonte: Autor (2019).

Figura 39 - Edifício II



Fonte: Autor (2019).

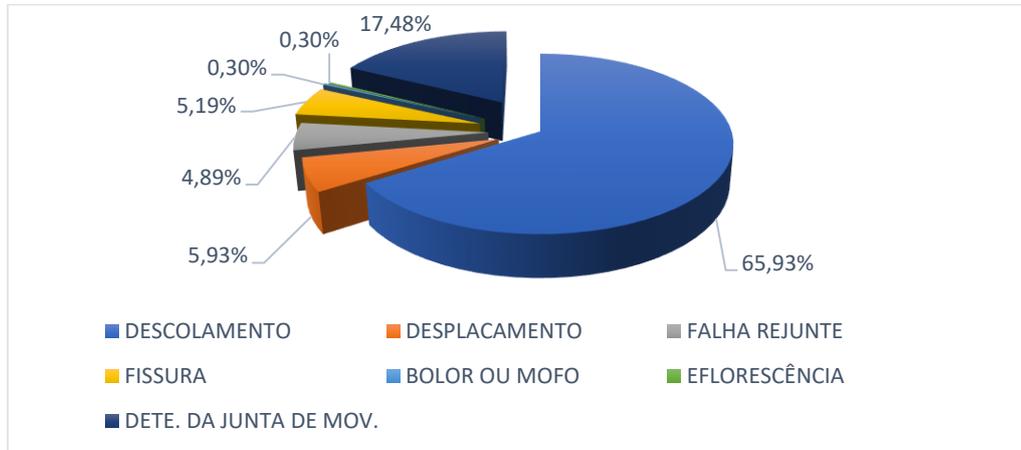
Figura 40 - Edifício II



Fonte: Autor (2019).

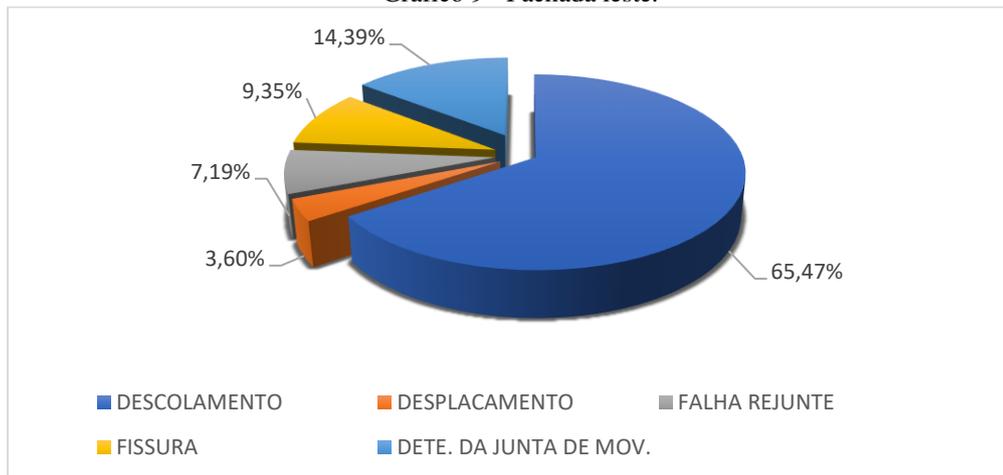
3.5.3.2.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas

Gráfico 8 - Edifício II.



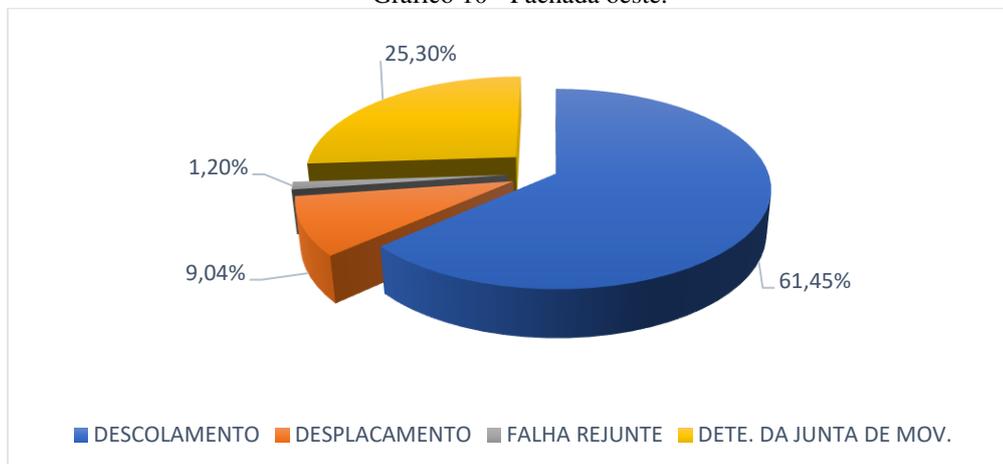
Fonte: Autor (2019).

Gráfico 9 - Fachada leste.



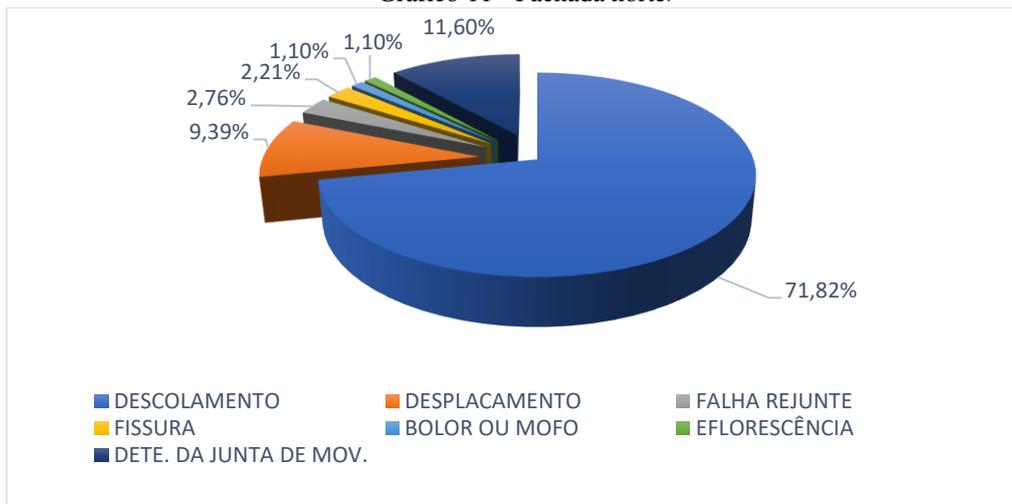
Fonte: Autor (2019).

Gráfico 10 - Fachada oeste.



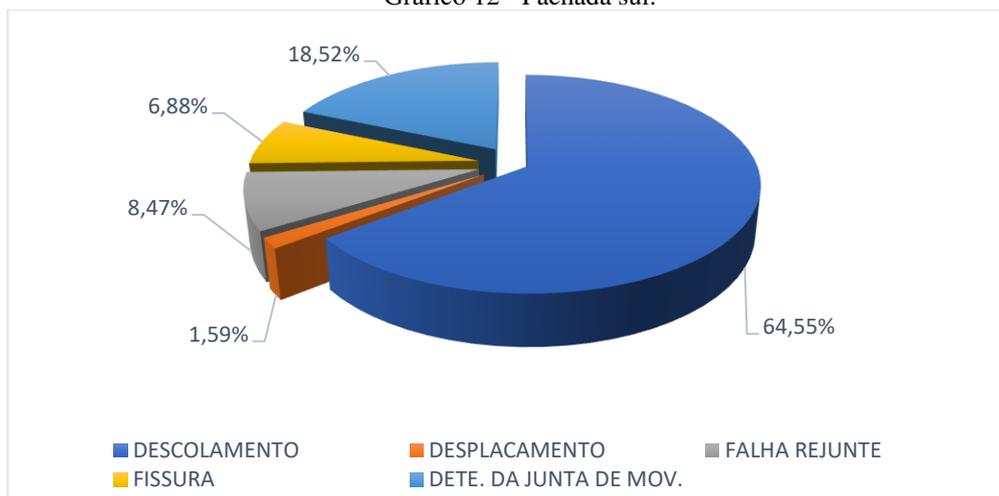
Fonte: Autor (2019).

Gráfico 11 - Fachada norte.



Fonte: Autor (2019).

Gráfico 12 - Fachada sul.



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 8 mostra que as fachadas do edifício II apresentam em sua totalidade uma maior incidência de descolamento (65,93%) e deterioração das juntas de movimentação (17,48%). As manifestações patológicas se distribuíram com maior igualdade entre as sete regiões pré-definidas (figura 36), com maior ocorrência em paredes contínuas (32,00%), mas com destaque para transição entre pavimentos (22,81%), cantos e extremidades (20,44%) e aberturas (20,59%). O descolamento, foi ocasionado por falta de aderência entre o a placa cerâmica e a argamassa colante, em consequência do uso da argamassa após o vencimento do tempo de abertura. A deterioração das juntas de movimentação ocorreu devido a quantidade inadequada de juntas horizontais no edifício, que foram executadas com distância aproximadas de 6 m, não seguindo a NBR 13755 (ABNT, 2017) que recomenda 3 m de distância entre juntas

horizontais, ou na transição entre pavimentos. Essa ausência de juntas de movimentação foi relevante para a incidência de manifestações patológicas na região de transição entre pavimentos. Essa região tem encontro entre estrutura e vedação, que respondem de maneira diferente as solicitações, aumentando a possibilidade de manifestações patológicas devido à ausência de juntas que seria responsável por aliviar as tensões no sistema de revestimento.

A fachada leste apresenta quatro panos de fachada, tem área total de 873,77 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail marrom 24x5,4 cm, Eliane preta 10x10 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane vinho 10x10 cm. As regiões de maior ocorrência foram em paredes contínuas (39,57%) e transição entre pavimentos (27,34%) como mostra a figura 37. As principais incidências de manifestações patológicas na fachada leste, como mostra o gráfico 9, foram o descolamento (65,47%) e deterioração das juntas de movimentação (14,39%). A área de paredes contínuas e a ausência de juntas de movimentação na transição entre pavimentos, contribuíram para a maior incidência de descolamento e deterioração nas juntas de movimentação, respectivamente.

A fachada oeste apresenta quatro panos de fachada, com área total de 790,05 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail caramelo 24x5,4 cm, Eliane preta 10x10 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane vermelha 10x10 cm. As regiões de maior ocorrência (figura 38) foram em paredes contínuas (34,34%), transição entre pavimentos (27,11%) e cantos e extremidades (22,89%). As principais incidências de manifestações patológicas, como mostra o gráfico 9, foram descolamento (61,45%) e deterioração das juntas de movimentação (25,30%). A quantidade inadequada de juntas de movimentação na transição entre pavimentos e a quantidade de recortes na fachada foram fatores relevantes para a incidência de deterioração nas juntas de movimentação e nos cantos e extremidades da fachada.

A fachada norte apresenta cinco panos de fachada, com área total de 1.336,33 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail marrom 24x5,4 cm, Eliane preta 10x10 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane vinho 10x10 cm. A maior incidência de manifestações patológicas ocorreu na grande maioria (figura 39) em paredes contínuas (34,81%), aberturas (28,18%) e transição entre pavimentos (12,71%). As principais manifestações patológicas incidentes na fachada, como mostra o gráfico 11, foram descolamento (71,82%) e deterioração das juntas de movimentação (11,60%). A quantidade inadequada de juntas de movimentação na transição entre pavimentos, foi a principal causa de deterioração das juntas de movimentação. Na região de aberturas, a alta ocorrência teve relação com o número de esquadrias em todos os panos da fachada, aumentando a vulnerabilidade devido alta concentração de tensões na região de aberturas.

A fachada sul apresenta nove panos de fachada, com área total de 1.187,75 m² e caracteriza-se por regiões do revestimento em cerâmica Gail marrom 24x5,4 cm, Eliane preta 10x10 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane vinho 10x10 cm. A ocorrência de manifestações patológicas se distribuiu de forma bem mais proporcional entre as regiões pré-definidas. A incidência se deu em maior quantidade (figura 40) na região de cantos e extremidades (29,63%), mas com alta observação em aberturas (25,40%) e paredes contínuas (21,69%). A principal manifestação patológica incidente na fachada, como mostra o gráfico 12, foi o descolamento do revestimento cerâmico (71,82%), mas com destaque para deterioração das juntas de movimentação (18,52%), falha no rejunte (8,47%) e fissuras (6,88%). A fachada sul apresenta o maior número de recortes entre as quatro fachadas do edifício, com nove panos. Em consequência disso, se justifica a maior incidência de manifestações patológicas na região de cantos e extremidades. Além disso, a quantidade de esquadrias também representa uma área significativa do total da fachada, justificando o índice de deterioração observado nessa região. A deterioração das juntas de movimentação teve consequência da distância inadequada entre as juntas horizontais, não obedecendo as especificações da NBR 13755 (ABNT, 2017). A falha no rejunte, ocorreu devido, principalmente, a quantidade de cantos e extremidades, como também, de esquadrias na fachada, situação que dificulta o acabamento do rejunte e facilita a sua degradação nessas regiões. A fissuras foram ocasionadas com maior relevância nas regiões de cantos e extremidades, fato que se deve-se a alta a solicitação de tensões nessa região.

Figura 41 – Fissuras edifício II.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Figura 42 – Deslocamento edifício II.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Tabela 4 - Índice de danos do edifício II.

Fachadas do Edifício	Número de Danos	Área das Fachadas (m ²)	Índices de Dano (N° de danos/m ²)
Leste	139	873,77	0,16
Oeste	166	790,05	0,21
Norte	181	1336,33	0,14
Sul	189	1187,75	0,16
Edifício II	675	4187,90	0,16

Fonte: Autor (2019).

A tabela 4 apresenta o índice de danos das fachadas e total do edifício II. A fachada norte (0,14) apresenta o menor índice de danos entre as quatro fachadas do edifício II. A fachadas leste e sul apresentam o mesmo índice de danos (0,16), maior que o índice da fachada norte e relativamente médio. Como esperado, a fachada oeste (0,21) que apresenta maior exposição devido a insolação, tem o maior índice de danos entre as quatro fachadas, sendo também, maior que o índice global do edifício II (0,16). No geral, o edifício II que tem o menor tempo de uso entre os três edifícios estudados com 17 anos, apresenta um índice de danos global (0,16) menor que os outros dois edifícios utilizados no estudo, porém, ainda necessita da substituição do revestimento nas áreas degradadas.

3.5.3.3 Edifício III

3.5.3.3.1 Mapeamento de manifestações patológicas referente as sete regiões específicas das fachadas

Legenda:

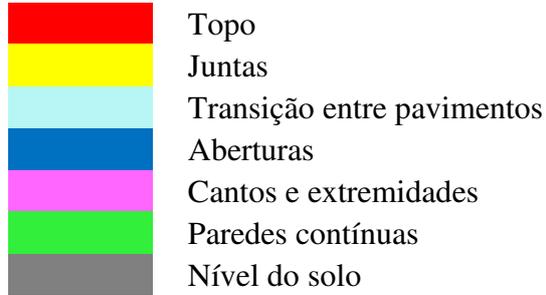
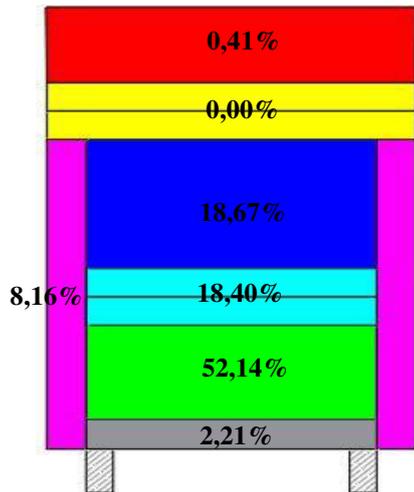
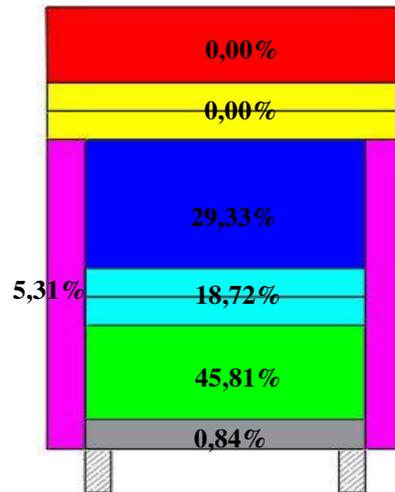


Figura 43: Edifício III.



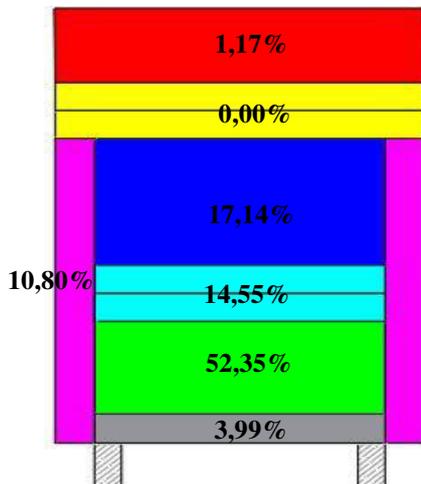
Fonte: Autor (2019).

Figura 44: Fachada leste.



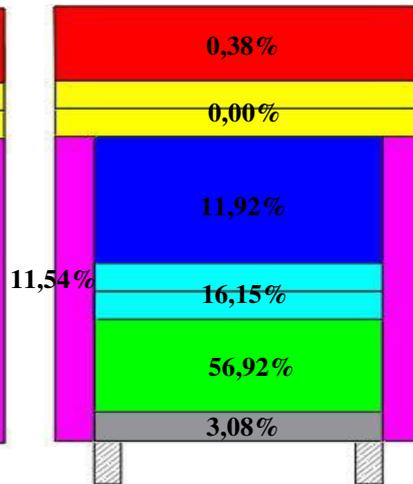
Fonte: Autor (2019).

Figura 45: Fachada oeste.



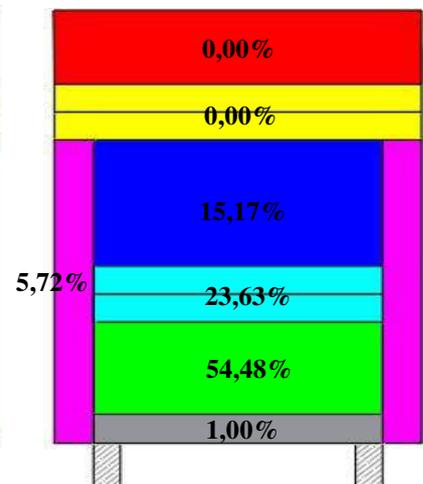
Fonte: Autor.

Figura 46: Fachada norte.



Fonte: Autor.

Figura 47: Fachada sul.



Fonte: Autor.

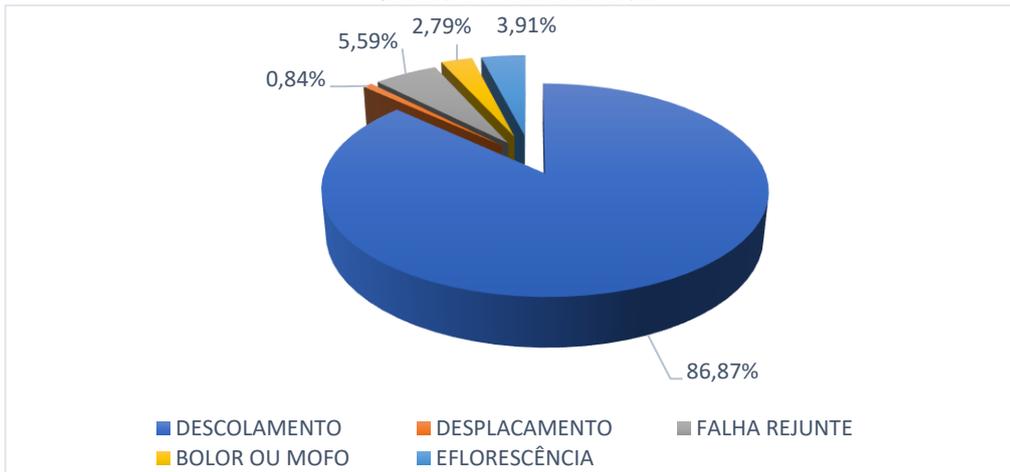
3.5.3.3.2 Ocorrência de manifestações patológicas nas fachadas

Gráfico 13 - Edifício III.



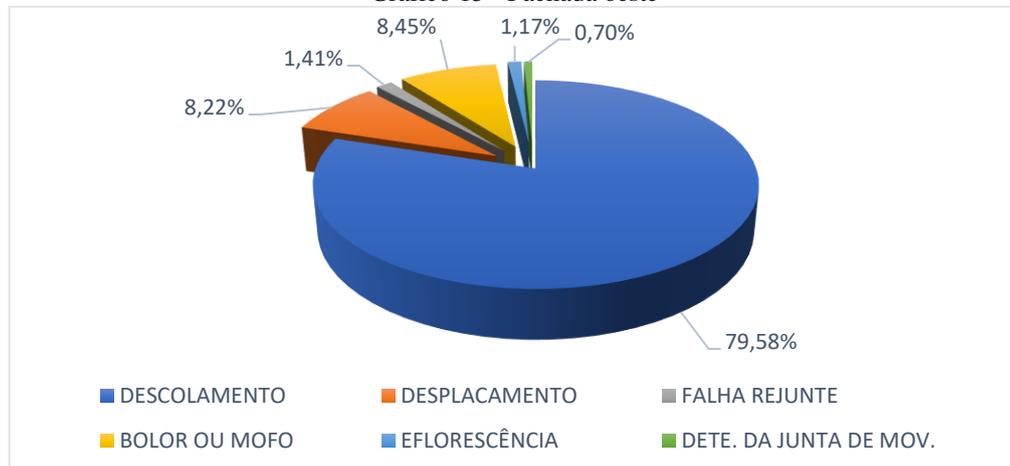
Fonte: Autor (2019).

Gráfico 14 - Fachada leste

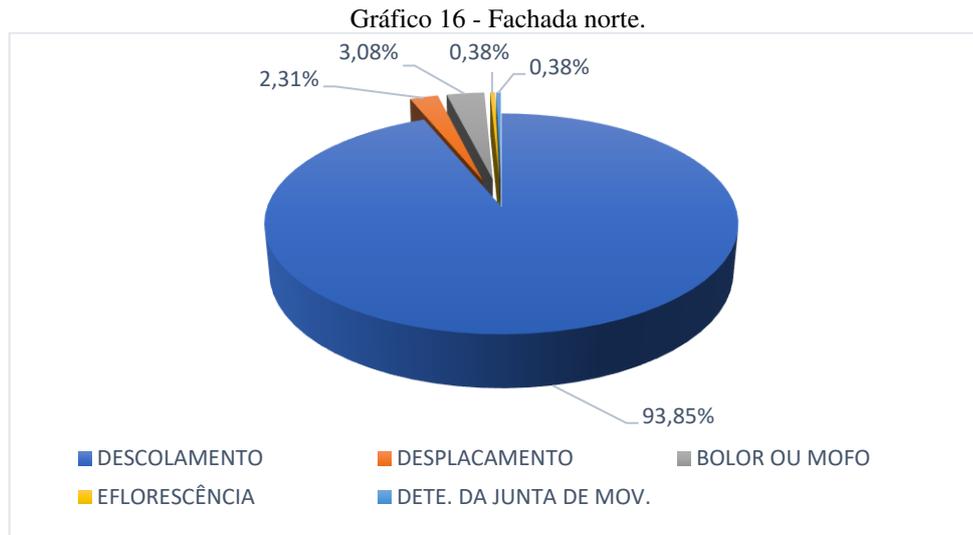


Fonte: Autor (2019).

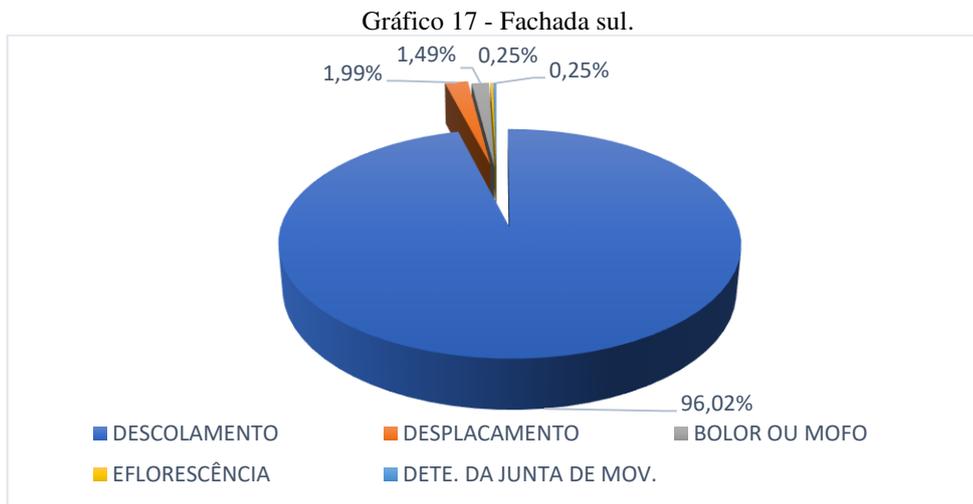
Gráfico 15 - Fachada oeste



Fonte: Autor (2019).



Fonte: Autor (2019).



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 13 mostra que as fachadas do edifício III apresentam em sua totalidade uma maior incidência de descolamento (88,52%), que é acometido principalmente nas regiões de paredes contínuas (52,14%), observado no mapeamento da figura 43. Entre as causas principais para a incidência de descolamento em paredes contínuas, pode ser levado em consideração a grande área dessa região nas quatro fachadas do edifício III. Além disso, a execução inadequada de assentamento do revestimento cerâmico com esmagamento incorreto dos filetes de argamassa colante e aplicação errônea da argamassa colante no tardo, ocasionou uma falta de aderência entre placa cerâmica/argamassa colante como é visto na figura 48. Da mesma forma do edifício I e II, a falta de aderência foi observada no ensaio percussivo realizado *in loco* no revestimento cerâmico da fachada, sendo identificada por um som “cavo” e “oco”

com diferente emissão para a falta de aderência entre placa/argamassa colante e argamassa colante/emboço.

Figura 48 – Falha de aderência entre placa e argamassa colante.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Figura 49 – Fissuras e deslocamentos em cantos e extremidades.



Fonte: WE Engenharia (2019).

A fachada leste apresenta dois panos de fachada, com área total de 1.278,10 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Eliane branca 10x10 cm, Eliane azul 10x10 cm e

Eliane cinza 5x5 cm. A ocorrência de manifestações patológicas tem sua grande maioria na região de paredes contínuas (45,81%) e aberturas (29,33%), como mostra a figura 44. A fachada apresenta em quase sua totalidade a incidência de descolamento (86,87%), como mostra o gráfico 14, índice que se deve ao assentamento inadequado do revestimento cerâmico, como mostra a figura 50.

Figura 50 – descolamento cerâmico.



Fonte: WE Engenharia (2019).

Figura 51 – Descolamento na região de aberturas.



Fonte: WE Engenharia (2019).

A fachada oeste apresenta cinco panos de fachada, com área total de 1.846,25 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail caramelo 25x5,4 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane cinza 5x5 cm. A ocorrência de manifestações patológicas tem sua grande maioria na região de paredes contínuas (52,35%) e aberturas (17,14%), como mostra a figura 51. A fachada tem em quase sua totalidade de manifestações patológicas a incidência de descolamento (79,58%), mas também apresenta em destaque bolor ou mofo (8,45%) e deslocamento (8,22%). O alto índice de bolor ou mofo na fachada deve-se a vazamentos na instalação de ar-condicionado na fachada, provocando umidade excessiva na fachada e gerando bolor e mofo.

A fachada norte apresenta três panos de fachada, com área total de 1.086,73 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail caramelo 25x5,4 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane cinza 5x5 cm. A ocorrência de manifestações patológicas tem maior incidência na região de paredes contínuas (56,92%) e transição entre pavimentos (16,15%). A fachada mostra em quase sua totalidade a incidência de descolamento (93,85%), índice que se deve ao assentamento do revestimento cerâmico após o vencimento do tempo de abertura.

A fachada sul apresenta três panos de fachada, com área total de 1.124,16 m², sendo caracterizada por regiões em cerâmica Gail caramelo 25x5,4 cm, Eliane branca 10x10 cm e Eliane cinza 5x5 cm. A ocorrência de manifestações patológicas teve maior incidência na região de paredes contínuas (54,48%) e transição entre pavimentos (15,17%). A fachada tem em quase sua totalidade (96,02%) a apresentação de descolamento cerâmico. O descolamento cerâmico tão marcante na fachada sul é resultado de erro na execução, como não cumprimento do tempo de abertura máximo da argamassa colante e incorreto assentamento.

Tabela 5 - Índice de danos do edifício III.

Fachadas do Edifício	Número de Danos	Área das Fachadas (m ²)	Índices de Dano (Nº de danos/m ²)
Leste	358	1278,10	0,28
Oeste	426	1846,25	0,23
Norte	260	1086,73	0,24
Sul	402	1124,16	0,36
Edifício III	1446	5335,24	0,27

Fonte: Autor (2019).

A tabela 5 apresenta o índice de danos das fachadas e total do edifício III. A fachada oeste, apesar de sofrer com insolação excessiva no período da tarde, apresenta o menor índice de danos entre as fachadas do edifício (0,23), ficando um pouco abaixo do índice de danos mostrado na fachada norte (0,24). A fachada leste apresenta um índice de danos de (0,28), e a

fachada sul tem o maior índice do edifício com (0,36). O edifício III, com maior tempo de uso entre os edifícios estudados, 19 anos, apresenta o maior índice de danos global entre os três edifícios estudados (0,27), necessitando da substituição do revestimento nas áreas degradadas.

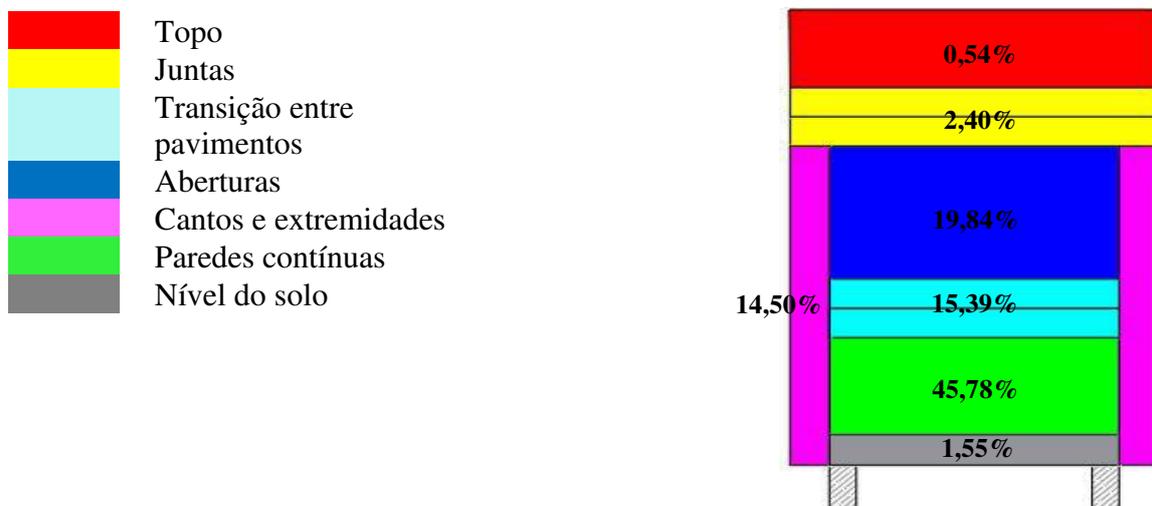
3.5.4 Resultado global dos edifícios analisados

A representatividade do estudo se baseia na escolha de três edifícios residenciais com características de projeto, execução e uso, semelhantes aos utilizados em grande parte de Fortaleza. Assim, o estudo se propõe a avaliar empreendimentos com características comuns entre os edifícios residenciais utilizados na cidade e, dessa forma, coletar dados representativos em relação a amostra total de edifícios construídos na cidade. Nesse contexto, será realizado uma análise global dos edifícios utilizados, afim de se obter uma visão representativa das manifestações patológicas levantadas nas inspeções, como também, analisar o comportamento das sete regiões específicas utilizadas diante de cada tipo de dano.

3.5.4.1 Incidência de manifestações patológicas sobre as sete regiões pré-definidas

A partir do mapeamento das sete regiões específicas da fachada mostrado na figura 52, é possível ter uma visão global da incidência de manifestações patológicas ocorridas nos três edifícios utilizados no estudo.

Figura 52: Mapeamento global das sete regiões específicas da fachada.



Fonte: Autor (2019).

O mapeamento global das sete regiões específicas da fachada (figura 52) mostrou que a região de paredes contínuas (45,78%) foi a de maior incidência de manifestações patológicas entre os três edifícios analisados. A grande ocorrência de manifestações patológicas nessa região tem relação com diversos fatores como, execução inadequada, áreas extensas, resposta a solicitações diferentes entre as diversas camadas, entre outros. Em consequência da região de paredes contínuas apresentar uma área extensa, sua exposição a agentes agressivos do meio ambiente são maiores e, dessa forma, erros na execução, como assentamento incorreto, uso de argamassa colante inadequada ou após o vencimento do tempo de abertura podem ter um impacto bem maior que em outras regiões e, dessa forma, facilitam o surgimento de descolamento. Além disso, as camadas do revestimento podem ter respostas diferentes ligadas as variações de temperatura, contribuindo para a apresentação deste tipo de dano.

A outra região que apresenta um alto índice na fachada é a região de aberturas (19,84%). As manifestações patológicas nessa região tiveram alto índice em consequência da ausência de vergas e contravergas nas esquadrias, causando uma degradação no revestimento devido essa região ter um alto índice de solicitações devido a concentração de tensões.

A região de transição entre pavimentos apresentou um índice global de (15,39%). A apresentação de manifestações patológicas nessa região se deu em consequência de respostas diferentes entre os seus componentes, alvenaria e vigas. Cada material responde diferentemente as solicitações, gerando tensões excessiva e, aumentando a possibilidade de danos na região. Além disso, ausência ou quantidade inadequada de juntas na região de transição entre pavimentos, ou ainda espessura insuficiente, foram outros fatores que contribuíram para o surgimento de manifestações patológicas.

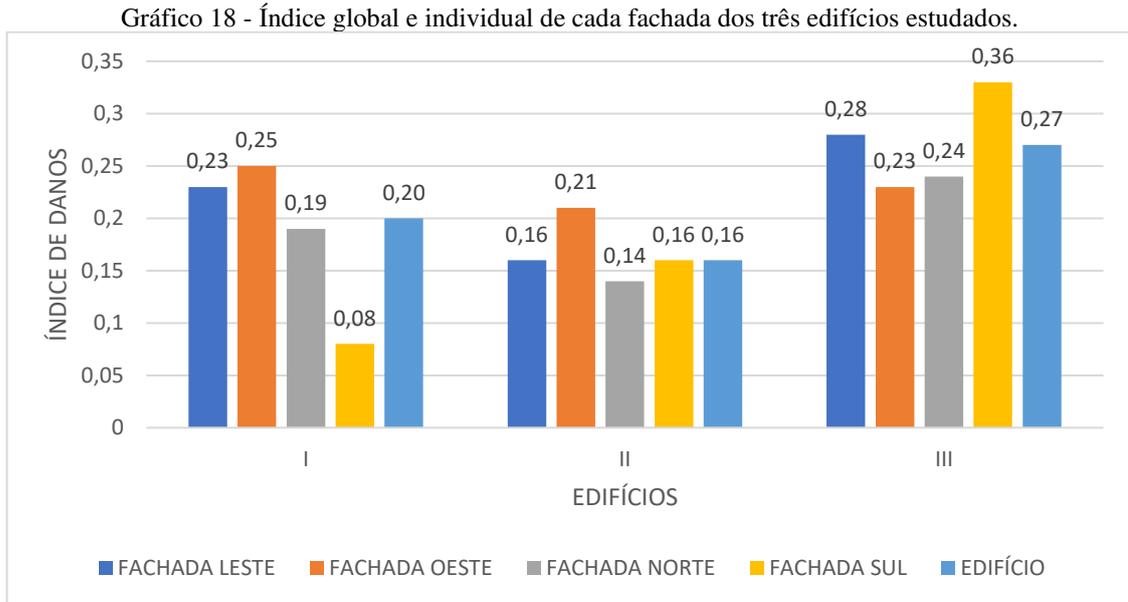
A região de cantos e extremidades também apresentou um índice global considerável de manifestações patológicas (14,50%). Esse número de manifestações patológicas ocorreu em consequência de uma maior dificuldade de acabamento nessa região, como por exemplo no rejunte, além da alta quantidade de recortes nas fachadas, fatores esses, determinantes para o surgimento de danos nessa região.

As juntas, apresentaram índice baixo (2,40%), causados principalmente devido a degradação do selante em consequência de espessura insuficiente na junta de movimentação.

As regiões de nível do solo (1,55%) e topo (0,54), não apresentaram índice global consideráveis de manifestações patológicas nas fachadas.

3.5.4.2 Análise geral dos danos verificados nos edifícios

Para uma análise comparativa de deterioração das fachadas, é apresentado no gráfico 18 o índice de danos (danos/m²) global e individual de cada fachada dos três edifícios estudados.



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 18 permite observar o índice de danos encontrado em cada fachada e no total dos três edifícios utilizados no estudo. Através do índice de danos, foi possível avaliar o estado de degradação dos edifícios, realizando uma comparação entre os índices de cada fachada e global. Deve-se salientar, que nunca ocorreu qualquer manutenção nas fachadas dos três edifícios e, em consequência disso, o estudo obteve uma análise completa dos níveis de degradação surgidos desde a execução dos empreendimentos.

Analisando os índices de danos global dos três edifícios, o maior índice foi encontrado no edifício III (0,27), sendo esse o de maior tempo de uso entre os três edifícios, com 19 anos. O edifício I, com 18 anos de uso, apresentou um índice de danos global bem menor (0,20), e o edifício II, com menor tempo de uso entre as amostras, 17 anos, apresentou o menor índice de danos global (0,16).

No edifício I, as fachadas sul (0,08) e norte (0,19) apresentaram a menor incidência de manifestações patológicas entre as quatro fachadas, com destaque para a fachada sul que teve o menor índice de danos e nível de deterioração relativamente baixo. As fachadas leste (0,23) e oeste (0,25) apresentaram índice de danos similares. Como esperado, a fachada oeste,

sujeita a maior exposição solar, apresentou o maior índice de danos entre as fachadas do edifício I. No geral, o edifício I mostrou um índice de danos global (0,20) relativamente médio, porém, que ainda necessita da substituição do revestimento nas áreas degradadas.

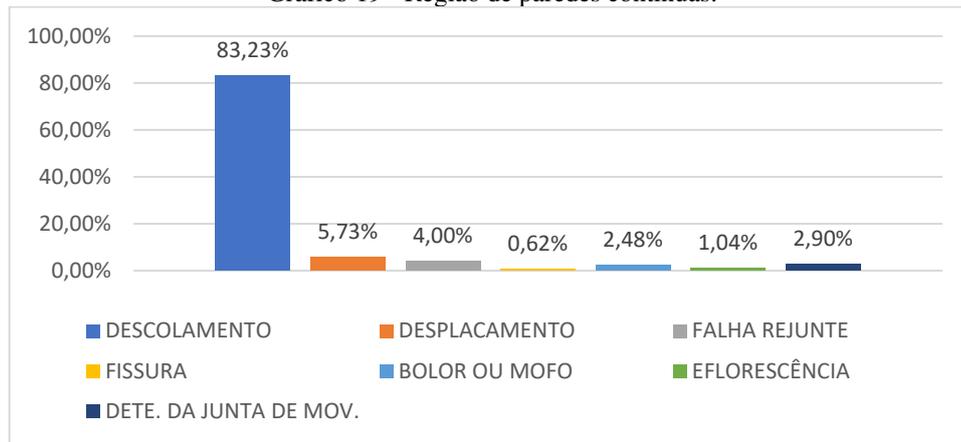
No edifício II, a fachada norte (0,14) apresentou o menor índice de danos entre as quatro fachadas do edifício. As fachadas leste e sul apresentaram o mesmo índice de danos (0,16), maior que o índice da fachada norte e relativamente médio. Como esperado, a fachada oeste (0,21) que mais sofre com a insolação apresentou o maior índice de danos entre as quatro fachadas e maior que o índice global do edifício II (0,16). No geral, o edifício II que tem o menor tempo de uso entre os três edifícios estudados com 17 anos, apresentou o menor índice de danos global (0,16) entre os três edifícios estudados, porém, ainda necessita da substituição do revestimento nas áreas degradadas.

No edifício III, a fachada oeste, apesar de sofrer com insolação excessiva no período da tarde, apresentou o menor índice de danos entre as fachadas do edifício (0,23), ficando um pouco abaixo do índice de danos mostrado na fachada norte (0,24). A fachada leste apresentou um índice de danos de (0,28), e a fachada sul teve o maior índice do edifício e entre todas as fachadas dos edifícios estudados com (0,36). O edifício III, com maior tempo de uso entre os edifícios estudados, 19 anos, apresentou o maior índice de danos global por edifício (0,27). Dessa forma, é necessário que seja substituído o revestimento nas áreas degradadas.

3.5.4.3 Incidência de manifestações patológicas em cada uma das sete regiões pré-definidas

A seguir, serão apresentados gráficos que relacionam o tipo e incidência de manifestações patológicas apresentadas na fachada com as sete regiões específicas de ocorrência. Vale ressaltar, que os gráficos foram realizados a partir dos dados globais apresentados pelos três edifícios avaliados. Isso foi possível em consequência de os três edifícios apresentarem características de execução similares, e estarem na mesma região da cidade.

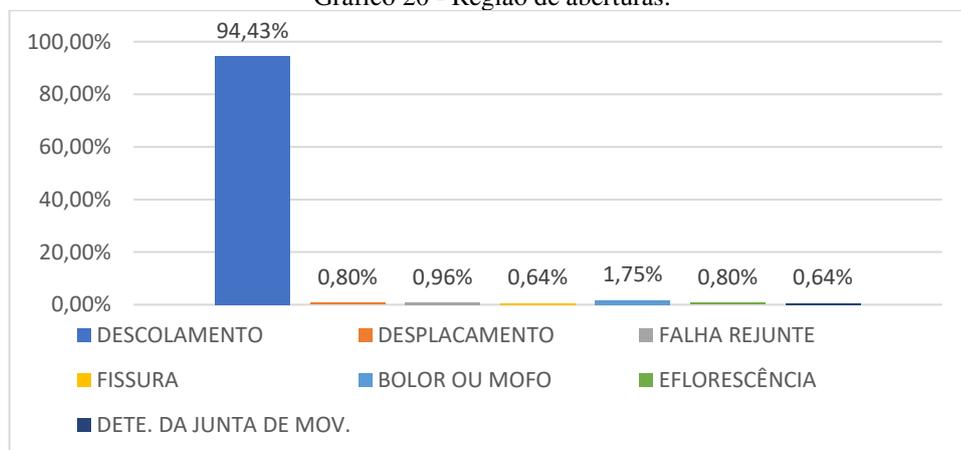
Gráfico 19 - Região de paredes contínuas.



Fonte: Autor (2019).

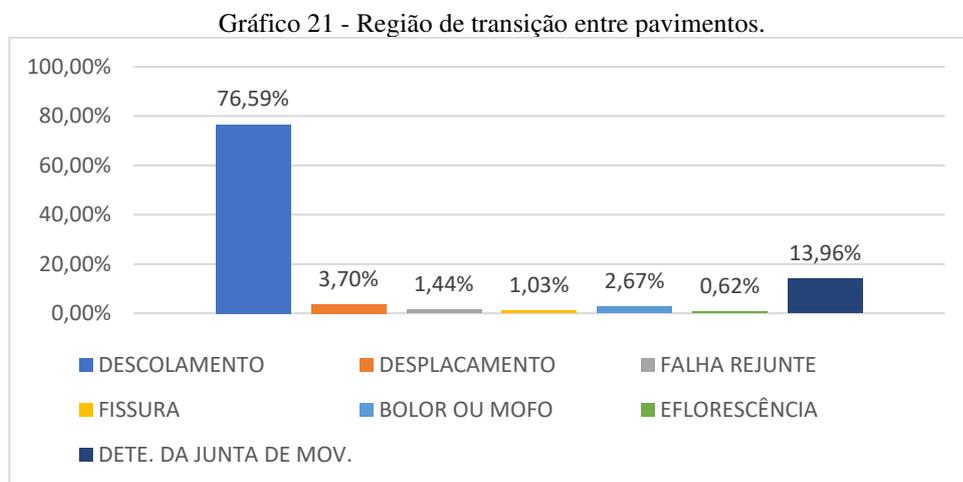
Pelo o gráfico 19, é possível observar que o descolamento foi a principal manifestação patológica incidente na região de paredes contínuas global (83,23%). A alta incidência de manifestações patológicas nessa região ocorreu devido diversos fatores, entre eles execução inadequada, como erro no assentamento, área extensas, que geram incidência de sol e chuva em uma maior área da fachada, e facilitam o surgimento de manifestações patológicas em consequência da maior exposição climática. Pode-se destacar também o descolamento (5,73%) e a falha de rejunte (4,00%) como manifestações patológicas presentes na região de em torno das aberturas. Após apresenta-se manifestações patológicas com baixa incidência nessa região: deterioração nas juntas de movimentação (2,90%), bolor ou mofo (2,48%), eflorescência (1,04%) e fissuras (0,62%).

Gráfico 20 - Região de aberturas.



Fonte: Autor (2019).

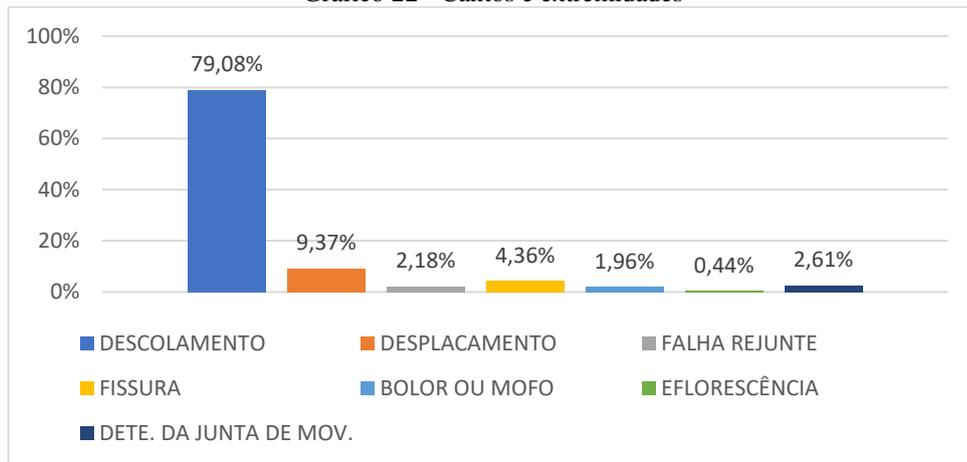
Na região de aberturas, quase a totalidade das manifestações patológicas se deu com a incidência de descolamento (94,43%). A causa principal deve-se a falta de vergas e contravergas nessa região, aumentando as tensões no pano de fachada devido à alta solicitação na região, e provocando descolamento da placa cerâmica. Após, destaque-se o aparecimento de bolor ou mofo (1,75%) nessa região, fato que ocorre devido a ineficiência dos peitoris, causando um aumento de umidade na região, provocando o aparecimento de bolor ou mofo. A região ainda tem incidência de manifestações patológicas com falha de rejunte (0,96%), deslocamento e eflorescência (0,80%), fissura e deterioração da junta de movimentação (0,64%).



Fonte: Autor (2019).

Na região de transição entre pavimentos, o descolamento (76,59%) teve maior relevância na causa de danos na região. Deve-se isso, principalmente, as diferentes respostas da alvenaria e das vigas as solicitações, podendo gerar uma tensão excessiva na fachada, prejudicando a aderência entre as camadas e causando o descolamento da placa cerâmica. Outro dano em destaque na região é a deterioração das juntas de movimentação (13,96%). O aparecimento dessa manifestação patológica na região de transição entre pavimentos ocorre, principalmente, em consequência da má qualidade do selante utilizado, ou de espessura insuficiente, acelerando sua deterioração. Os outros danos que se manifestam na região são deslocamento (3,70%), bolor ou mofo (2,67%), falha no rejunte (1,44%), fissura (1,03%) e eflorescência (0,62%).

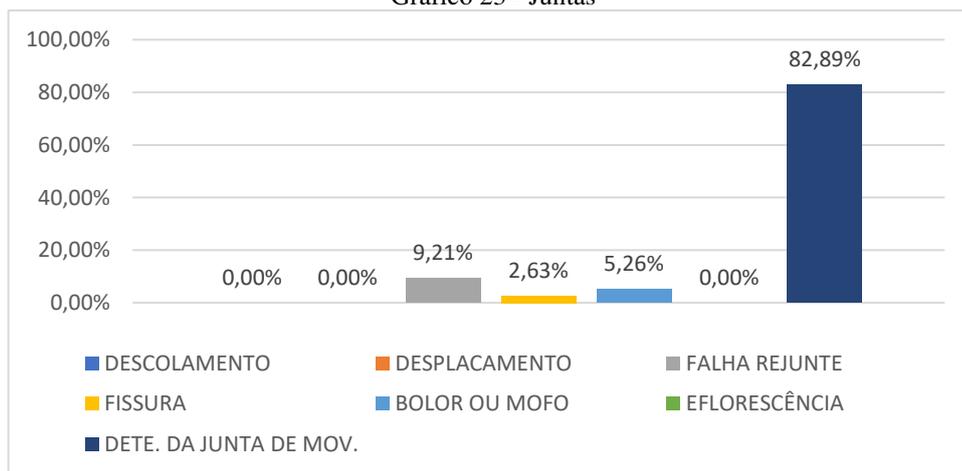
Gráfico 22 - Cantos e extremidades



Fonte: Autor (2019).

Na região de cantos e extremidades, o descolamento (79,08%) e deslocamento (9,37%) tiveram maior incidência de manifestação patológicas na região. A ocorrência de descolamento e deslocamento, ocorreu principalmente em consequência de movimentos diferenciais por razões térmicas ou estruturais. Outros danos incidentes na região de cantos e extremidades são fissuras (4,36%), causadas por tensões excessivas, deterioração da junta de movimentação (2,61%), falha no rejunte (2,18%), bolor ou mofo (1,96%) e eflorescência (0,44%).

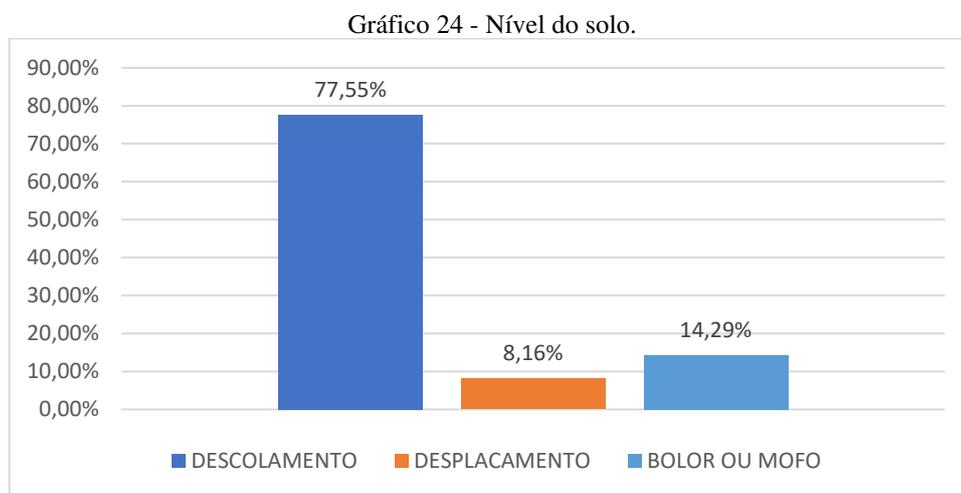
Gráfico 23 - Juntas



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 23, mostra que na região das juntas o dano relativo à deterioração das juntas de movimentação (82,89%) foi a manifestação patológica de maior incidência. Esse alto índice ocorreu em consequência de erro no dimensionamento do selante, como uso de espessura

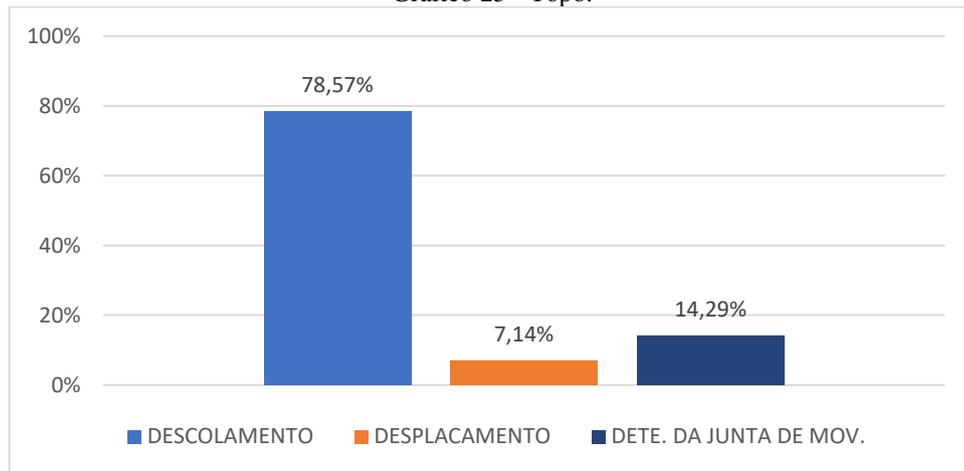
e profundidade insuficientes. Além disso, a utilização de juntas horizontais com distâncias insuficiente e entre dois pavimentos aumentou a solicitação nessa região, contribuindo para a aceleração da degradação. Outro índice considerável na região foi a ocorrência de falha de rejunte (9,21%). A alta incidência foi gerada devido a rápida degradação no encontro entre as juntas de assentamento da placa cerâmica e as juntas de movimentação, ocasionados, principalmente, por erros de acabamento na execução e maior dificuldade de estanqueidade entre os dois materiais. Outras manifestações patológicas presentes na região de juntas foram bolor ou mofo (5,26%) e fissura (2,63%).



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 24 mostra que na região próxima ao nível do solo o descolamento (77,55%) foi a manifestação patológica de maior incidência. A alta ocorrência de descolamento foi causada devido as tensões geradas na região. Outra manifestação patológica em destaque na região próxima ao nível do solo foi bolor ou mofo. A alta incidência foi gerada em consequência da umidade presente na região, provocada pela água das chuvas que não percolam no solo e incidem no revestimento e da umidade por capilaridade advinda do solo. O último dano relativo a região de nível do solo foi deslocamento com (8,16%).

Gráfico 25 - Topo.



Fonte: Autor (2019).

O gráfico 25 mostra que na região de topo o descolamento (78,57%), deterioração das juntas de movimentação (14,29%) e deslocamento (7,14%) foram as manifestações patológicas incidentes na região. A alta ocorrência de descolamento, além de deslocamento ocorreu devido as tensões existentes na região, e a deterioração das juntas de movimentação ocorreram devido espessura inadequada e incorreto dimensionamento do fator de forma.

3.5.4.4 Matriz de correlação global entre as manifestações patológicas e as causas prováveis

Quadro 4 - Classificação das causas mais prováveis das manifestações patológicas de revestimento cerâmico de fachadas nos edifícios estudados.

C - A Falhas na especificação	
A1 - Esc	Escolha de material incompatível, omissa ou não adequada à utilização
A2 - Des	Desagregação superficial da argamassa de emboço
A3 - Fat	Dimensionamento com desrespeito ao fator de forma das juntas
A4 - Jun	Inexistência de juntas de assentamento, de movimentação ou estruturais
A5 - Pei	Dimensionamento incorreto dos peitoris
A6 - Pin	Ausência de pingadeiras
A7 - Ver	Ausência de vergas e contravergas nas aberturas
C - B Falhas no processo executivo	
B1 - Mat	Utilização de materiais não prescritos, e/ou cuja as propriedades são desconhecidas
B2 - Tec	Aplicação dos materiais em desconformidade com procedimentos técnicos recomendados
B3 - Rig	Vedação ou preenchimento de juntas com material rígido
B4 - Ass	Assentamento com filetes de argamassa colante não esmagados ou mal espalhados no tardo
B5 - Tem	Extrapolação do tempo em aberto da argamassa colante
B6 - Sel	Uso de selante com espessura reduzida
B7 - Esp	Espessura excessiva da argamassa de emboço
C - C Ação de fatores externos	
C1 - Chu	Chuva dirigida
C2 - Vem	Vento
C3 - Sol	Radiação solar
C4 - Ter	Choque térmico
C5 - Lix	Lixiviação de sais livres presentes nos materiais do SRF que contêm cimento
C6 - Umi	Focos de umidade
C7 - Env	Envelhecimento natural
C - D Comportamento em uso	
D1 - Imp	Impactos na manutenção
D2 - Fal	Falta de limpeza do SRF ou de zonas adjacentes
D3 - Lim	Limpeza com uso de produtos inadequados
D4 - Est	Acomodação estrutural
D5 - Cor	Corrosão de esquadrias metálicas

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008).

Quadro 5 – Matriz de correlação de manifestações patológicas e causas prováveis.

Manifestações patológicas							
	Descolamento cerâmico	Desplacamento cerâmico	Falha de rejunte	Fissuras	Bolor ou mofo	Eflorescência	Det. Juntas de movimentação
A1 – Esc							X
A2 – Des							
A3 – Fat	X	X					X
A4 – Jun	X	X		X			X
A5 – Pei					X		
A6 – Pin							
A7 – Ver	X	X		X			
B1 – Mat							
B2 – Tec	X	X	X			X	X
B3 – Rig							
B4 – Ass	X	X					
B5 – Tem	X	X					
B6 – Sel	X	X					X
B7 – Esp							
C1 – Chu			X		X		
C2 – Vem							
C3 – Sol	X	X					
C4 – Ter	X	X		X			
C5 – Lix						X	
C6 – Umi			X		X	X	
C7 – Env	X	X	X				
D1 – Imp			X		X		
D2 – Fal							
D3 – Lim							
D4 – Est	X	X		X			
D5 – Cor							

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008).

O quadro 5 apresenta a correlação entre as manifestações patológicas de revestimento cerâmico incidentes nos edifícios em estudo e suas causas prováveis segundo a adaptação de Silvestre e Brito (2008). A matriz realiza uma classificação dividindo os mecanismos de degradação originadores em quatro tipos de categorias: falhas na especificação, falhas no processo executivo, ação de fatores externos e comportamento em uso. Vale ressaltar, que a matriz busca apresentar as causas prováveis de ocorrência dos danos, mas que isso não

implica que essas sejam únicas, podendo existir outras anomalias originadoras dos danos incidentes no sistema de revestimento cerâmico de fachada.

Através da análise das colunas e linhas da matriz, é possível observar a correlação existente entre os danos e suas causas.

Realizando uma análise das colunas da matriz de correlação, é visto que o descolamento e o deslocamento são os danos incidentes com mais causas originadoras. Em consequência disso, fica justificado sua alta incidência nas regiões da fachada, ressaltando a importância de um adequado projeto, execução e manutenção, afim de diminuir as possibilidades de surgimento dessas manifestações patológicas. Além de descolamento e deslocamento, danos como falha de rejunte e deterioração das juntas de movimentação apresentam uma quantidade razoável de causas prováveis de danos. Os danos fissura, bolor ou mofo e eflorescência apresentam as menores quantidades de causas de incidência.

Realizando uma análise das linhas da matriz de correlação, observa-se que a aplicação dos materiais em desconformidade com procedimentos técnicos recomendados foi a principal causa responsável por a geração de danos no sistema de revestimento cerâmico de fachada. Assim, fica evidenciado a importância de um conhecimento das camadas do sistema de revestimento cerâmico, suas propriedades e funções, além de sua adequada execução, fato esse, que pode ter relevância para um serviço de maior qualidade, desempenho e durabilidade. Outras causas originadoras como, inexistência de juntas de assentamento, de movimentação ou estruturais, ausência de vergas e contravergas nas aberturas, assentamento com filetes de argamassa colante não esmagados ou mal espalhados no tardo e choque térmico destacaram-se como mecanismos originadores de degradação no sistema de revestimento cerâmico.

3.5.4.5 Conclusão

O estudo demonstrou a complexa e importante análise das manifestações patológicas de revestimento cerâmico incidentes em três edifícios localizados na cidade de Fortaleza. Com a realização do estudo, foi possível chegar as seguintes conclusões:

- a) as principais manifestações patológicas identificadas nos revestimentos de fachada foram: descolamento, deslocamento, além de degradação da junta de movimentação, falha no rejunte, fissura, bolor ou mofo e eflorescência;
- b) o descolamento foi a dano de maior ocorrência global entre os edifícios estudados, com maior incidência na região de paredes contínuas;
- c) a ordem de incidência de manifestações patológicas em torno das sete regiões específicas foram, em ordem decrescente: paredes contínuas, aberturas, transição entre pavimentos, cantos e extremidades, juntas, nível do solo e topo, sendo evidenciado a relação existente entre a alguns danos e sua região de incidência;
- d) o índice de danos demonstrou-se ser útil na finalidade de obter um parâmetro quantitativo capaz de avaliar o nível de degradação da fachada e do edifício em sua totalidade;
- e) a matriz de correlação entre as manifestações patológicas e suas causas prováveis possibilitou concluir que o descolamento e o deslocamento foram os danos com maior número de causas prováveis contribuintes para as suas incidências, e que a aplicação dos materiais em desconformidade com procedimentos técnicos recomendados foi a principal causa responsável por a geração de danos no sistema de revestimento cerâmico de fachada.

REFERÊNCIAS

- ALUCCI, M. P. Bolor em edifícios: causas e recomendações. **Tecnologia das edificações**. São Paulo: PINI, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988.
- ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada em Brasília**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, Distrito Federal, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa**. ABCP – Fortaleza, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7200**: execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13755**: revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - projeto, execução, inspeção e aceitação - procedimento. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13816-1**: placas cerâmicas para revestimento - terminologia. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11702**: Tintas para construção civil – tintas para edificações não industriais – classificação. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13529**: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14992**: A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12554**: Tintas para edificações não industriais - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

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

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. ANFACER.

Disponível em :<http://www.anfacer.org.br/principal.aspx?tela=ucTelaConteudoseidMenu=93>. Acesso em: 15 de setembro de 2019.

BAUER, L. A. FALCÃO. **Materiais de Construção 2**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC 2008. 471 p.

BAUER, L. A. FALCÃO. **Materiais de Construção 2:** livros técnicos e científicos editora S.A., São Paulo, 2004.

BRITZ, Alexandre Amado. **Diretrizes para especificação de pinturas externas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

BRITZ, Alexandre Amado; FRANCO, Luís Sérgio. **Diretrizes para especificação de pinturas externas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 2008.

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas**. Dissertação (Mestrado em Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção), Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Braga, Portugal, 2009.

FORTALEZA, Lei de Uso e Ocupação do Solo: Lei complementar nº 236, de 11 de agosto de 2017. Disponível em:

[https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/portal/legislacao/Consulta_Adequabilidade/1Lei Complementar N236%20de 11 de%20agosto de 2017 Lei de Parcelamento Uso Ocupacao do Solo-LUOS.pdf](https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/portal/legislacao/Consulta_Adequabilidade/1Lei%20Complementar%20N236%20de%2011%20de%20agosto%20de%202017%20Lei%20de%20Parcelamento%20Uso%20Ocupacao%20do%20Solo-LUOS.pdf)

GASPAR, P.; BRITO, J de. Mapping Defect Sensitivity in External Mortar Renders. In: JOURNAL OF CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS, v. 19(8), 2005, p. 571-578.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE.

Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>

Acesso em: 25 de setembro de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET.

Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>.

Acesso em: 20 de setembro de 2019.

JUNGINGER, Max. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

LUZ, M. A. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MARQUES, Francisco Pedro Ferreira Maria. **Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão**. Dissertação (Mestrado), Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2013.

MARTINS, A. M. M. **Estudo da influência da dosagem de cimento no desempenho de argamassas de reboco**. Dissertação (Mestrado), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2008.

MEDEIROS, J.S.; SABBATINI, F.H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1999.

MOURA, Marcelo de Oliveira. **O clima de Fortaleza sob o nível do campo térmico**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

PESSANHA, Diogo Florencio. **Deteção de patologia em revestimento cerâmico visando uma nova alternativa de ensaio não destrutivo**. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campo dos Goytacazes, 2018.

RIBEIRO, Fabiana Andrade; BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010. 144 p.

SÁ, Ana Margarida Vaz Duarte Oliveira e. **Durabilidade de cimento cola em revestimentos cerâmicos aderentes a fachadas**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2005.

SABBATINI, F.H. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo, 1990.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo, 2001.

SILVA, Josias Marcelino da; UEMOTO, Kay Loh. **Caracterização de tinta látex para a construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 2005.

SILVESTRE, J e BRITO, J. Inspeção e diagnóstico de revestimentos cerâmicos aderentes. Revista Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal, 2008.

Disponível em :<http://www.civil.uminho.pt/revista/n30/Pag%2068.pdf> Acesso em 10 de setembro de 2019.

TEIXEIRA, José M. C.; CARDOSO, José C. P. **Construction and Building Materials**, v. 25, 2011.

TERRA, Ricardo Curi. **Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

UEMOTO, Kay Loh. **Projeto, execução e inspeção de pinturas**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002. 103 p.

VEIGA, Maria do Rosário. **Comportamento de argamassas de revestimento de paredes: contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação**. Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, LNEC, Lisboa, Maio 1997.

VEIGA, Maria do Rosário. **Comportamento de rebocos para edifícios antigos: exigências gerais e requisitos específicos para edifícios antigos**, Seminário “Sais solúveis em argamassas de edifícios antigos”. Lisboa, LNEC, 14-15 de Fevereiro de 2005.