

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

Eduardo Zonatto Delazeri

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM PORTO
ALEGRE: ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre

Julho 2018

EDUARDO ZONATTO DELAZERI

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM PORTO
ALEGRE: ESTUDO DE CASO**

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

Orientadora: Angela Borges Masuero
Coorientadora: Lais Zucchetti

Porto Alegre

Julho 2018

EDUARDO ZONATTO DELAZERI

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO EM PORTO
ALEGRE: ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, Julho de 2018

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela UFRGS
Orientadora

Profa. Lais Zucchetti
Dra. pela UFRGS
Coorientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Angela Borges Masuero
(UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Profa. Lais Zucchetti
(UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Prof. Luis Carlos Bonin
(UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Profa. Rafaela Falcão Socoloski
(UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Vera e Edgar, que sempre me apoiaram, especialmente durante o período do Curso de Graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, em especial meus pais e avós, que me apoiaram incondicionalmente durante toda a graduação. Obrigado pelo carinho e compreensão, pela assistência emocional e financeira, pela oportunidade e pela confiança que em mim depositaram.

Agradeço à Prof.^a Angela Borges Masuero, pela orientação, pela experiência transmitida em forma de conhecimento, por toda atenção e colaboração durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também pelos ensinamentos dados durante o curso, fundamentais não só para a realização deste trabalho, mas também para a minha formação profissional.

Agradeço à Prof.^a Lais Zucchetti, minha coorientadora, pelos ensinamentos e materiais didáticos compartilhados, pelo incentivo e paciência, e por estar sempre à disposição para o esclarecimento de dúvidas sobre a elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à instituição de ensino Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela excelência de ensino oferecido, e ao corpo docente da Escola de Engenharia, pelo apoio e dedicação demonstrado.

Agradeço aos meus amigos e colegas, companheiros durante esta jornada, que ajudaram a tornar o caminho da graduação mais fácil e divertido.

RESUMO

O revestimento externo juntamente com os sistemas de vedação das edificações, são responsáveis por proteger os ambientes internos contra a ação de agentes agressivos. O surgimento de manifestações patológicas nas fachadas é um sinal de vulnerabilidade do sistema, podendo comprometer o desempenho e a durabilidade do edifício. Por isso, o conhecimento sobre as manifestações patológicas é de extrema importância, para com isso, desenvolver-se técnicas construtivas cada vez mais eficientes em conjunto com projetos melhor elaborados. Para colaborar no estudo dos revestimentos externos, este trabalho visou avaliar fachadas revestidas com material cerâmico na cidade de Porto Alegre. O trabalho foi desenvolvido com base na metodologia desenvolvida por Gaspar e Brito (2005) e aprimorada por Antunes (2010) e Silva (2014), a qual tem por finalidade associar as manifestações patológicas com as regiões de incidência nas fachadas. A ferramenta baseia-se na sequência de quatro procedimentos básicos: informações preliminares, coleta de dados, tratamento dos dados e diagnósticos. Através de inspeções visuais, foram mapeadas e quantificadas determinadas manifestações patológicas em dez edifícios amostras, localizados em áreas próximas na cidade de Porto Alegre. Os resultados mostraram que as manifestações patológicas mais ocorrentes dentre as amostras foram o descolamento, seguido da fissuração e manchamento. As regiões de análise com maior índice de incidência foram as paredes contínuas, cantos e extremidades, topo e aberturas, sendo constatado também, a tendência dos edifícios a terem um maior número de manifestações patológicas nos pavimentos superiores do edifício.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do trabalho.....	19
Figura 2 - Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base	22
Figura 3 - Tipos de juntas	32
Figura 4 - Configuração típicas das juntas de movimentação seladas	33
Figura 5 - Exemplo de junta estrutural com mata-junta	35
Figura 6 - Descolamento do revestimento cerâmico	37
Figura 7 - Descolamentos avaliados com termografia em fachadas com revestimento cerâmico de cor escura (a) e de cor clara (b), ambos detectados por apresentarem maiores temperaturas.....	39
Figura 8 – Fissura em revestimento cerâmico	40
Figura 9 - Movimentações da laje da cobertura, sob ação da elevação da temperatura (a) e fissuras típicas presentes no topo (b) e (c).....	42
Figura 10 - Fissuras horizontais no revestimento.....	43
Figura 11 - Deslocamentos em fachada com revestimento cerâmico.....	45
Figura 12 - Condições para rejuntamento conforme largura da junta	46
Figura 13- Principais tipos de falhas relacionadas as juntas de movimentação	48
Figura 14 - Eflorescência na fachada	49
Figura 15 - Manchamento no revestimento externo.....	51
Figura 16 - Parábola de chuva incidente	52
Figura 17 - Mecanismo de corte do fluxo da água pela presença de lacrimal no peitoril (a) e mecanismo de fluxo da água em peitoril desprovido de lacrimal (b).....	53
Figura 18 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Gaspar e Brito (2005)	54
Figura 19 - (a) Mapa probabilístico da ocorrência de manifestações patológicas; (b) sensibilidade da fachada a problemas de umidade - nível de degradação médio (0 a 4) à direita das ilustrações.....	55
Figura 20 - Fluxograma da metodologia de estudo utilizada por Antunes (2010).....	56
Figura 21 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Antunes (2010)	57
Figura 22 - Índice de danos/m ² de área de fachada dos edifícios estudados por Antunes (2010)	58
Figura 23 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Silva (2014).....	59
Figura 24 - Histograma de frequência e porcentagem acumulada do Fator de Danos Total dos edifícios estudados (a) e curva representativa do comportamento dos resultados dos Fatores de Danos (b).....	60
Figura 25 - Fluxograma da metodologia adotada neste estudo	61

Figura 26 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas	63
Figura 27 - Representação esquemática da fachada com malha de 0,40m x 0,40m	64
Figura 28 - Modelo de ficha para quantificação das manifestações patológicas.....	64
Figura 29 - Mapa de Porto Alegre com a localização dos edifícios analisados	66
Figura 30 - Localização do edifício A: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	67
Figura 31 - Vista da fachada analisada do edifício A: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	68
Figura 32 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	68
Figura 33 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício A.....	69
Figura 34 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício A	69
Figura 35 - Fissuras na região das aberturas: (a) vista geral; (b) detalhe da fissura.....	71
Figura 36 – (a) Peitoril avançado; (b) peitoril rente ao plano	71
Figura 37 - Localização do edifício B: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	72
Figura 38 - Vista da fachada analisada do edifício B: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	73
Figura 39 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	73
Figura 40 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício B.....	74
Figura 41 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício B.....	74
Figura 42 - (a) Manchamento nas extremidades da fachada; (b) descolamento e deslocamento causados pela umidade do local	75
Figura 43 – Fissuras no vão da esquadria: (a) inclinada no vértice inferior; (b) horizontal na extremidade superior.....	76
Figura 44 - Localização do edifício C: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	77
Figura 45 - Vista da fachada analisada do edifício C: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	77
Figura 46 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	78
Figura 47 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício C	79
Figura 48 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício C.....	79
Figura 49 – (a) Fissura horizontal ao longo da fachada no segundo pavimento; (b) fissura saindo do vão da esquadria e indo até a extremidade da fachada.....	80
Figura 50 - Localização do edifício D: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	81
Figura 51 - Vista da fachada analisada do edifício D: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	82
Figura 52 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	82
Figura 53 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício D.....	83

Figura 54 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício D	83
Figura 55 - Deslocamentos no topo e sacada do edifício D.....	85
Figura 56 - Localização do edifício E: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação.....	86
Figura 57 - Vista da fachada analisada do edifício E: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	86
Figura 58 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	87
Figura 59 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício E	87
Figura 60 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício E.....	88
Figura 61 - Descolamento na fachada do edifício E.....	89
Figura 62 - (a) Região danificada na fachada do edifício E; (b) região reformada de maneira incorreta	90
Figura 63 - Localização do edifício F: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação.....	91
Figura 64 - Vista da fachada analisada do edifício F: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	91
Figura 65 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	92
Figura 66 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício F	92
Figura 67 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício F.....	93
Figura 68 - (a) Área onde ocorreu a troca do revestimento; (b) foto aproximada diferenciando o revestimento original do novo	94
Figura 69 - Localização do edifício G: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	95
Figura 70 - Vista da fachada analisada do edifício G: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	95
Figura 71 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	96
Figura 72 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício G.....	97
Figura 73 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício G	97
Figura 74 - Eflorescência na região da extremidade inferior da fachada do edifício G	98
Figura 75 - Localização do edifício H: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	100
Figura 76 - Vista da fachada analisada do edifício H: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	100
Figura 77 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	101
Figura 78 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício H.....	101
Figura 79 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício H	102
Figura 80 - Fissura, eflorescência e manchamento presentes na sacada do edifício H	103
Figura 81 - Localização do edifício I: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação.....	104

Figura 82 - Vista da fachada analisada do edifício I: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	104
Figura 83 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	105
Figura 84 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício I	106
Figura 85 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício I.....	106
Figura 86 - Área superior da fachada do edifício I.....	107
Figura 87 – Fissura no plano avançado da fachada do edifício I	108
Figura 88 - Localização do edifício J: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação	109
Figura 89 - Vista da fachada analisada do edifício J: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada	109
Figura 90 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m	110
Figura 91 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício J	111
Figura 92 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício J.....	111
Figura 93 - Deslocamentos na região das sacadas do edifício J	113
Figura 94 - Vistas das fachadas analisadas neste trabalho	113
Figura 95 - Dados e resultados das amostras de A à E.....	114
Figura 96 - Dados e resultados das amostras de F à J	114
Figura 97 - Ocorrência de manifestações patológicas dos edifícios estudados.....	115
Figura 98 - Distribuição de ocorrência de manifestações patológicas por altura.....	116
Figura 99 - Mapa de incidência de manifestações patológicas dos edifícios estudados	117
Figura 100 - Incidência de manifestações patológicas em paredes contínuas dos edifícios estudados.....	118
Figura 101 - Incidência de manifestações patológicas em cantos e extremidades dos edifícios estudados.....	119
Figura 102 - Incidência de manifestações patológicas em torno de aberturas dos edifícios estudados.....	119
Figura 103 - Incidência de manifestações patológicas no topo dos edifícios estudados	120
Figura 104 - Incidência de manifestações patológicas nas sacadas dos edifícios estudados .	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes	27
Quadro 2 - Propriedades opcionais para argamassas colantes	28
Quadro 3 - Características da argamassa de rejuntamento segundo seu tipo	30
Quadro 4 - Possíveis falhas e causas responsáveis pelo surgimento de fissuras no entorno das esquadrias.....	44
Quadro 5 - Possíveis falhas e causas responsáveis pela sujidade próxima ao peitoril	52
Quadro 6 - Fator de dano do edifício A	70
Quadro 7 - Fator de dano do edifício B	75
Quadro 8 - Fator de dano do edifício C	80
Quadro 9 - Fator de dano do edifício D	84
Quadro 10 - Fator de dano do edifício E	88
Quadro 11 - Fator de dano do edifício F	93
Quadro 12 - Fator de dano do edifício G	98
Quadro 13 - Fator de dano do edifício H	102
Quadro 14 - Fator de dano do edifício I	107
Quadro 15 - Fator de dano do edifício J	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos de fachada associados à sua composição e principais funções.....	22
---	----

LISTA DE SIGLAS

VUP – Vida útil de projeto

AC – Argamassa colante

ANFACER – Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento

FD – Fator de Dados

LISTA DE SÍMBOLOS

m – Metro

cm – Centímetro

mm – Milímetro

m² – Metro quadrado

cm² – Centímetro quadrado

g – Grama

°C – Grau Celsius

mT – Massa tropical marítima

mP – Massa polar marítima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2. OBJETIVO DA PESQUISA	17
2.2.1 Objetivo Principal.....	17
2.2.2 Objetivos secundários.....	17
2.3 DELIMITAÇÕES.....	18
2.4 LIMITAÇÕES	18
2.5 DELINEAMENTO.....	18
3 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS	21
3.1 COMPONENTES DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS	22
3.1.1 Base	23
3.1.2 Preparo da base (chapisco)	24
3.1.3 Emboço.....	25
3.1.4 Argamassa colante.....	26
3.1.5 Placa Cerâmica	28
3.1.6 Argamassa para rejunte	30
3.1.7 Juntas	31
4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO.....	36
4.1 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	36
4.1.1 Descolamento	37
4.1.2 Fissuras	39
4.1.3 Desplacamento.....	45
4.1.4 Falha nas juntas de assentamento	46
4.1.5 Falha nas juntas de movimentação	47
4.1.6 Eflorescência	48
4.1.7 Manchamento	50
4.2 FERRAMENTAS DESENVOLVIDAS PARA APURAÇÃO DE DANOS EM FACHADAS.....	53
5 METODOLOGIA DA PESQUISA	61
5.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES	61
5.2 COLETA DE DADOS	62
5.3 TRATAMENTO DOS DADOS	65

5.3 DIAGNÓSTICO	65
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	66
6.1 EDIFÍCIO A	67
6.1.1 Apresentação	67
6.1.2 Coleta de dados.....	68
6.1.3 Tratamento dos dados	69
6.1.4 Diagnóstico.....	70
6.2 EDIFÍCIO B	72
6.2.1 Apresentação	72
6.2.2 Coleta de dados.....	73
6.2.3 Tratamento dos dados.....	74
6.2.4 Diagnóstico.....	75
6.3 EDIFÍCIO C	76
6.3.1 Apresentação	76
6.3.2 Coleta de dados.....	78
6.3.3 Tratamento dos dados.....	78
6.3.4 Diagnóstico.....	80
6.4 EDIFÍCIO D	81
6.4.1 Apresentação	81
6.4.2 Coleta de dados.....	82
6.4.3 Tratamento dos dados.....	83
6.4.4 Diagnóstico.....	84
6.5 EDIFÍCIO E.....	85
6.5.1 Apresentação	85
6.5.2 Coleta de dados.....	86
6.5.3 Tratamento dos dados.....	87
6.5.4 Diagnóstico.....	88
6.6 EDIFÍCIO F.....	90
6.6.1 Apresentação	90
6.6.2 Coleta de dados.....	91
6.6.3 Tratamento dos dados.....	92
6.6.4 Diagnóstico.....	93
6.7 EDIFÍCIO G	94
6.7.1 Apresentação	94
6.7.2 Coleta de dados.....	96

6.7.3 Tratamento dos dados.....	96
6.7.4 Diagnóstico.....	98
6.8 EDIFÍCIO H.....	99
6.8.1 Apresentação.....	99
6.8.2 Coleta de dados.....	100
6.8.3 Tratamento dos dados.....	101
6.8.4 Diagnóstico.....	102
6.9 EDIFÍCIO I.....	103
6.9.1 Apresentação.....	103
6.9.2 Coleta de dados.....	105
6.9.3 Tratamento dos dados.....	105
6.9.4 Diagnóstico.....	107
6.10 EDIFÍCIO J.....	108
6.10.1 Apresentação.....	108
6.10.2 Coleta de dados.....	110
6.10.3 Tratamento dos dados.....	110
6.10.4 Diagnóstico.....	112
6.11 RESUMO DOS RESULTADOS INDIVIDUAIS.....	113
7 ANÁLISE GLOBAL DOS RESULTADOS.....	115
7.1 OCORRÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	115
7.2 INCIDÊNCIA POR REGIÃO DE ANÁLISE DAS FACHADAS.....	117
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
BIBLIOGRAFIA.....	124
APÊNDICE A.....	128
APÊNDICE B.....	134

1 INTRODUÇÃO

Está cada vez mais comum o surgimento de variadas manifestações patológicas nas fachadas de edifícios em distintas regiões brasileiras, sendo este não só um problema estético, podendo também comprometer o desempenho e a durabilidade das edificações. A exposição aos agentes climáticos é crucial para o surgimento deste tipo de problema, principalmente quando estes não são levados em consideração no desenvolvimento do projeto e durante a execução da obra. Acrescido a isto, pode-se também incluir como responsáveis, o não seguimento do projeto, etapas inadequadas na produção e uso de materiais impróprios para esse sistema construtivo.

Os revestimentos de fachada, aderidos ou não aderidos, devem manter a capacidade funcional, sem sinal de falhas, durante toda a vida útil prevista em projeto, sendo estabelecido pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013) VUP mínima como ≥ 20 anos e superior como ≥ 30 anos. Para isso acontecer, além de manutenções periódicas, é essencial a criação de ferramentas sistemáticas e práticas de apuração de danos para que sejam realizados diagnósticos mais efetivos, detectando-se as causas prováveis e desta forma permitindo a elaboração de projetos mais eficazes considerando-se todos os intervenientes ambientais, como orientação solar, umidade, vento, chuva, poluição do ar, dentre outras.

Os revestimentos externos das edificações são aqueles que conjuntamente com os sistemas de vedação configuram o envelope das edificações, atuando como barreira à entrada de agentes agressivos nos sistemas e ambientes internos da edificação. Existem diferentes materiais que podem ser utilizados nos revestimentos externos, tais como: pinturas, texturas poliméricas, painéis laminados, vidros, pré-moldados de concreto, placas cerâmicas e as placas de rocha.

Medeiros e Sabbatini, em 1999, já colocavam que o Brasil possui condições climáticas favoráveis ao uso de revestimentos cerâmicos, e que este tipo de revestimento, juntamente com reboco e pintura, são a preferência do mercado consumidor em praticamente todos os segmentos imobiliários em todas regiões do país. Passados quase 20 anos, este cenário permanece. O autor também comenta que as manifestações patológicas de revestimento cerâmico de fachada são difíceis de recuperar e requerem para isso custos elevados, sendo

que, muitas vezes, quando elas manifestam-se visualmente, já há comprometimento da integridade do revestimento e estes custos podem suplantar os da execução original.

Para auxiliar na melhoria e desenvolvimento dos revestimentos cerâmicos de fachada, e auxiliar na compreensão dos fenômenos de origem e evolução de suas manifestações patológicas, este trabalho visa analisar fachadas (sistemas de vedação verticais externos), com este tipo de revestimento, de edifícios situados em Porto Alegre/RS, colaborando também com o entendimento sobre a deterioração e envelhecimento precoce das edificações desta cidade.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Para elaboração do trabalho foram adotadas as seguintes diretrizes.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: qual a relação entre as manifestações patológicas presentes nos revestimentos cerâmicos e a região onde elas se encontram nas fachadas de edifícios localizados na cidade de Porto Alegre?

2.2. OBJETIVO DA PESQUISA

2.2.1 Objetivo Principal

O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar fachadas revestidas com material cerâmico, através da realização de inspeções visuais com o propósito de mapear e quantificar as manifestações patológicas encontradas.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho:

- a) relacionar a ocorrência de manifestações patológicas com as regiões da fachada;
- b) diagnosticar as prováveis causas das manifestações patológicas encontradas;
- c) calcular o Fator de Danos das fachadas analisadas.

2.3 DELIMITAÇÕES

A coleta de dados deste trabalho se delimitou a dez edificações localizadas na cidade de Porto Alegre - Rio Grande do Sul.

2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

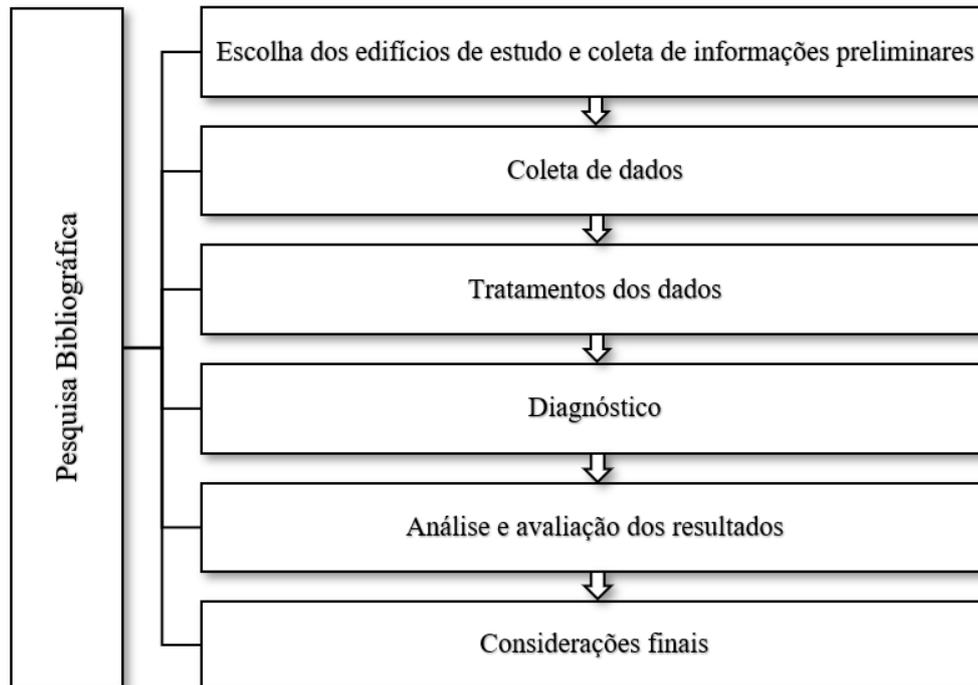
- a) o mapeamento das manifestações patológicas será feito em edificações revestidas externamente com material cerâmico;
- b) serão analisados apenas edifícios com revestimento cerâmico de fachada aderido;
- c) caso haja áreas nas fachadas revestidas com material diferente do cerâmico, estas não serão analisadas;
- d) a inspeção será visual, apenas com auxílio de um binóculo e uma câmera digital;
- e) apenas a fachada principal de cada edificação será analisada.

2.5 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado em diferentes etapas, as quais serão apresentadas a seguir e descritas nos próximos parágrafos. A evolução das etapas está representada na figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) escolha dos edifícios de estudo e coleta de informações preliminares;
- c) coleta de dados;
- d) tratamento dos dados;
- e) diagnóstico;
- f) análise e avaliação dos resultados obtidos;
- g) considerações finais.

Figura 1 - Etapas do trabalho



(fonte: elaborada pelo autor)

A pesquisa bibliográfica forneceu o conhecimento técnico sobre o tema abordado. Pesquisou-se assuntos tais como a constituição dos revestimentos cerâmicos, condições de exposição dos mesmos devido ao clima de Porto Alegre e foram descritas as características das principais manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos. Na pesquisa bibliográfica também foi escolhida a metodologia que será utilizada para a obtenção de dados do estudo. A pesquisa foi realizada através de livros, normas técnicas e trabalhos acadêmicos.

O primeiro passo após a pesquisa bibliográfica foi a escolha dos edifícios a serem estudados, juntamente com a coleta de informações preliminares como, tipo de uso do edifício, idade, características arquitetônicas, orientação solar e dimensões do material de revestimento.

Para a coleta dos dados, foram realizadas vistorias para a inspeção visual das fachadas, mapeando as manifestações patológicas com o auxílio de croquis e registros fotográficos. Nesta etapa também quantificou-se os danos e registrou-se os mesmos em fichas de quantificação.

Os dados quantificados na etapa anterior foram organizados de forma a obter-se as ocorrências de acordo com o tipo de manifestação patológica e com a região de incidência da fachada, e também calculou-se o Fator de Danos (mais detalhes no capítulo 5).

Para todas as amostras analisadas, deu-se o diagnóstico das prováveis causas das manifestações patológicas, relacionando os tipos de danos com a incidência dos mesmos nas regiões da fachada, com base em referências bibliográficas.

Na análise e avaliação dos resultados unificou-se os dados de todas as amostras analisadas e foram feitas discussões a partir do que foi apresentado. Nas considerações finais foram feitas observações referentes ao presente estudo.

3 SISTEMA DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS

Os revestimentos cerâmicos podem ser classificados conforme a técnica construtiva utilizada para aplicação das placas cerâmicas, podendo ser aderidos e não aderidos. Medeiros e Sabbatini (1999) tratam o revestimento cerâmico de fachada **aderido** como um conjunto monolítico de camadas aderidas à base suporte da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo. Por outro lado, definem os **não aderidos** como revestimentos que precisam ser fixados por meio de dispositivos especiais, e podem possuir camadas na região intermediária com função de isolamento térmico e/ou acústico e de impermeabilização.

No Brasil, tradicionalmente, o revestimento cerâmico aderido é o mais utilizado, por este motivo, este trabalho irá analisar apenas fachadas com este sistema construtivo, aumentando a quantidade de edifícios com potencial de amostra.

As funções básicas dos revestimentos segundo Ribeiro e Barros (2010, p. 10) são:

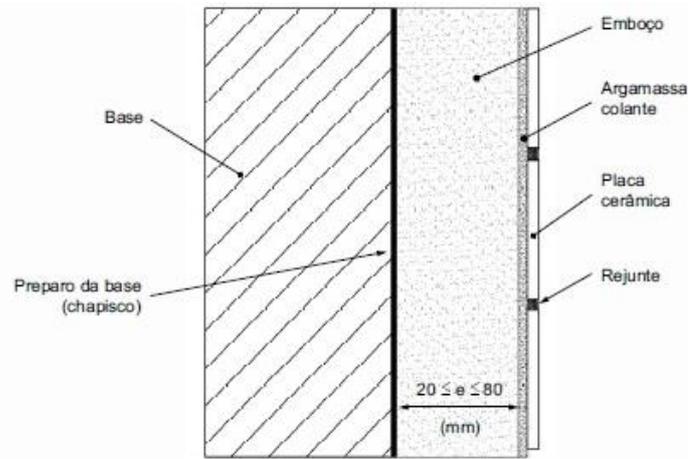
- a) proteger a edificação: os revestimentos de fachada têm a função de proteger os vedos e a estrutura contra a ação direta de agentes agressivos, evitando a degradação precoce. Essa função está associada às exigências de durabilidade da edificação. Assim, o revestimento íntegro tem como papel aumentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção dos edifícios;
- b) auxiliar as funções de vedação: os revestimentos de fachada auxiliam as vedações a cumprirem suas obrigações de proporcionar à edificação estanqueidade ao ar e à água e adequado desempenho termoacústico e de proteção contra a ação do fogo;
- c) proporcionar acabamento: os revestimentos definem as características estéticas do edifício, estabelecendo, muitas vezes, o seu valor econômico;

Segundo Campante e Baía (2008), para que os revestimentos cerâmicos possam cumprir as suas funções e apresentar um desempenho adequado em face das condições de uso, são necessárias propriedades como: aderência, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações, isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, segurança contra o fogo e características superficiais e de permeabilidade compatíveis com as condições de uso.

3.1 COMPONENTES DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS

O revestimento cerâmico aderido possui como principais componentes: base, preparo da base (chapisco), emboço, argamassa colante, placa cerâmica e rejunte, todos com funções importantes no desempenho do revestimento. A figura 2 ilustra as camadas constituintes do sistema de revestimentos cerâmicos aderido segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017).

Figura 2 - Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base



(fonte: NBR 13755 ABNT, 2017)

A tabela 1 detalha os elementos da fachada associando suas composições e principais funções.

Tabela 1 - Elementos de fachada associados à sua composição e principais funções

Elemento de fachada	Composição	Função
Base	Paredes constituídas de concreto armado ou de alvenaria (composta por blocos cerâmicos, de concreto, concreto celular ou sílico-calcários).	Responsável por receber o revestimento. Pode ter função estrutural ou apenas de vedação.
Preparo da base (chapisco)	Argamassa de cimento, areia e água, podendo conter adesivos poliméricos. Pode ser industrializada, exigindo apenas o acréscimo de água no preparo.	Melhorar a aderência do revestimento.
Emboço	Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos.	Cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo.

Elemento de fachada	Composição	Função
Argamassa colante	Argamassa industrializada, no estado seco, composta de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que, quando misturados com água, forma uma mistura viscosa, plástica e aderente	Utilizada no assentamento de placas cerâmicas.
Placa cerâmica	Componentes produzidas a partir de argila e/ou outras matérias inorgânicas.	Confere propriedades para a fachada como resistência à penetração de água e isolamento. Contribui para a definição estética.
Argamassa de rejunte	Mistura de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes.	Destinado a preencher as juntas de assentamento de placas cerâmicas.

(fonte: elaborado pelo autor com base em Medeiros e Sabbatini (1999) e NBR 13755 ABNT, 2017)

Como visto na tabela 1, as camadas que formam os revestimentos cerâmicos aderidos possuem características próprias e para um melhor entendimento do sistema, é necessária uma abordagem mais específica.

3.1.1 Base

Em estruturas convencionais, a base normalmente é composta por alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto e também pelos elementos da estrutura de concreto (vigas, pilares, etc.). A capacidade de sucção da água e a textura superficial (rugosidade) são as características intrínsecas mais importantes dos materiais que compõe a base, podendo influenciar no desempenho do revestimento (COSTA; SILVA, 2014).

A capacidade de sucção da água é importante pois, como a argamassa de preparo da base e a argamassa de emboço apresentam água nas suas composições, uma parcela dela é perdida para a base, sendo essa interação responsável pelo surgimento de uma ancoragem física (ou mecânica) entre os componentes, de modo que a água presente na argamassa penetra nos poros da base, levando consigo o cimento, promovendo a fixação entre os componentes. Outro mecanismo responsável pela aderência quando há superfícies lisas, sem porosidades ou polidas (estruturas de concreto) é o processo químico, a qual contempla a formação de uma ligação química ou eletrostática entre a argamassa e a base (COSTA; SILVA, 2014).

Segundo Antunes (2010), para um desempenho satisfatório do sistema, não se deve limitar exclusivamente ao conhecimento das argamassas a serem utilizadas ou acabamentos, é importante conhecer também que tipo de base foi utilizado, bem como sua interação com a estrutura, não somente pelo seu efeito estético, mas no sentido de nortear a escolha do revestimento mais conveniente em cada caso.

3.1.2 Preparo da base (chapisco)

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define chapisco com uma camada de preparo da base, aplicada sobre a forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto a absorção e melhorar a aderência do revestimento. A argamassa utilizada no chapisco pode ser industrializada ou preparada em obra.

Para um melhor desempenho da camada deve-se ter alguns cuidados na preparação e execução do chapisco, a base deve estar limpa, livre de pó graxa, óleo, eflorescência e materiais soltos e a argamassa deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base melhorando a aderência na interface revestimento-base, conforme a NBR 7200 (ABNT, 1998).

De acordo com Moura (2007), as argamassas de chapisco possuem diferentes mecanismos de aplicação, os quais demandam e resultam em argamassas com diferentes propriedades, tanto no estado fresco (plasticidade e trabalhabilidade), como no estado endurecido. A autora divide as argamassas de chapisco em três grupos: convencional, desempenado e rolado.

O chapisco convencional deve apresentar uma consistência fluida por ser aplicado com colher de pedreiro, resultando em uma superfície áspera, rugosa, uniforme, porém irregular. O chapisco desempenado, ou industrializado, deve apresentar uma consistência menos fluida por ser aplicado com desempenadeira dentada e resulta em uma superfície “nervurada”, o que favorece a ancoragem da argamassa de revestimento. Também com argamassa industrializada, o chapisco rolado é aplicado com rolo de espuma, sendo necessário um cuidado especial com a fluidez e dosagem do material, para garantir uma superfície rugosa e porosa (MOURA, 2007).

Para o chapisco rolado, Antunes (2010) recomenda a aplicação do rolo num único sentido, visto que se aplicada em movimentos de “vai e vem” pode abrir e fechar os poros da superfície e sua função principal deixa de ser atendida.

Além dos mecanismos de aplicação citados, Crescencio *et al.* (2000) inclui a execução de chapiscos com projeção mecânica. O autor salienta que a aplicação deve ser feita em camadas finas (espessura máxima de 5mm), e a textura deve ser bem rugosa, sendo recomendado a existência de pequenas falhas pelas quais seja possível enxergar alguns pontos da base. A velocidade de projeção deve ser baixa, sendo projetados com pouco ar.

Muller (2010) concluiu através de ensaios de resistência de aderência à tração, que os chapiscos sobre substrato de concreto apresentam variação no desempenho dependendo das condições de preparo do substrato. O autor verificou que a falta de escovação e a saturação do substrato diminuem a resistência de aderência. Apurou também que chapiscos com aditivos devem ser aplicados em substratos secos e recomenda umedecer a base quando o chapisco for aplicado com colher de pedreiro.

Segundo Moura (2007), chapiscos aplicados em área externas podem ter sua resistência de aderência influenciada pela ação do vento, que devido a secagem do material, pode ter água insuficiente para o transporte dos produtos da hidratação do cimento do chapisco para o substrato e pode também ocasionar uma maior absorção de água da argamassa de revestimento. A ação da temperatura elevada na cura da argamassa de chapisco também é influente na resistência de aderência do sistema, que além de causar a secagem do material, pode acelerar a hidratação, formando produtos mais frágeis.

3.1.3 Emboço

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define emboço como uma 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.

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 2013), a espessura dos revestimentos externos deve estar entre 20 mm e 30 mm. Quando for necessário empregar revestimentos com espessura

superior, a NBR 7200 (ABNT, 1998) aponta cuidados como a colocação de telas metálicas galvanizadas e tempo de espera mínimo de 24 horas entre camadas, quando for necessário enchimento superior a 50 mm.

Em contraponto, a NBR 13755 (ABNT, 2017) aponta que espessura total do emboço deve estar entre 20 mm e 80 mm, devendo-se respeitar os limites para camadas individuais de argamassa de emboço, sendo a espessura mínima (ELI) de 20 mm e a espessura máxima sem reforço (ELS) de 50 mm. Quando for necessária uma camada superior a ELS, deve-se aplicar reforços para suporte de carga devido à sobre espessura, executado com telas metálicas e deve ficar imersa na camada mais externa do emboço

A argamassa de emboço deve apresentar uma resistência de aderência compatível com os esforços a que permanecerá sujeita, suportando a camada de acabamento aderida sobre ela, com isso, é importante considerar a sua resistência de aderência à base e a sua aderência superficial. As principais propriedades que a argamassa deve ter para atender as solicitações são: trabalhabilidade, capacidade de aderência, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e durabilidade. Deve-se ter também alguns cuidados com a retenção da água, sob pena do emboço perder água para o meio externo e/ou para a base, e com a retração por secagem, a qual provoca redução de volume e consequentes solicitações de tração e compressão nas camadas do revestimento (COSTA; SILVA, 2014).

Scartezini (2002) define retração da argamassa como um fenômeno físico que ocorre com os materiais de base cimentícia, no qual o volume inicialmente ocupado pelo material no estado plástico diminui de acordo com as condições de umidade do sistema e a evolução da matriz de cimento.

3.1.4 Argamassa colante

A NBR 14081-1 (ABNT, 2012) define argamassa colante como um produto industrializado, no estado seco, composto por cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento.

Segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012) as argamassas colantes são designadas pela sigla AC, seguida dos algarismos romanos I, II e III, indicante seu tipo, acrescidos das letras E e/ou D, quando aplicável, conforme os itens a seguir:

- a) argamassa colante industrializada tipo I (AC I) possui características de resistências às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;
- b) argamassa colante industrializada tipo II (AC II) apresenta características de adesividade que permite 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;
- c) argamassa colante industrializada tipo III (AC III) possui aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II;
- d) argamassa colante industrializada com tempo em aberto estendido (E) abrange os tipos I, II e III;
- e) argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido (D) abrange os tipos I, II e III.

A NBR 13755 (ABNT, 2017) aponta as propriedades fundamentais para todos os tipos de argamassas colantes, conforme consta no quadro 1.

Quadro 1 - Propriedades fundamentais para argamassas colantes

Requisito		Método de ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto		ABNT NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura submersa			≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0
	Cura em estufa				≥ 0,5	≥ 1,0

(fonte: NBR 13755 ABNT, 2017)

A NBR 13755 (ABNT, 2017) também aponta as propriedades opcionais para todos os tipos de argamassas colantes, conforme consta no quadro 2.

Quadro 2 - Propriedades opcionais para argamassas colantes

Requisito	Método de ensaio	Critério
Tempo em aberto estendido (E)	ABNT NBR 14081-3	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido no mínimo 10 min além do especificado como propriedade fundamental
Deslizamento reduzido (D)	ABNT NBR 14081-5	Argamassa do tipo I, II ou III, com deslizamento menor ou igual a 2 mm

(fonte: NBR 13755 ABNT, 2017)

Tempo em aberto é definido como o período desde a extensão da argamassa na parede até o momento em que ela não mais apresenta capacidade de ancorar satisfatoriamente a cerâmica. O deslizamento está relacionado ao deslocamento vertical sofrido pelas placas cerâmicas quando aplicada na argamassa colante ainda fresca (COSTA; SILVA, 2014).

Zanelato *et al.* (2017) demonstram a partir de ensaios de aderência à tração aos 28 dias a influência que o ambiente de cura da argamassa colante e os valores de absorção das placas cerâmicas podem exercer nos resultados, alertando com isso, que deve-se ter cuidado com o tipo de argamassa utilizado em aplicações externas, sujeitas a altas temperaturas e ação do vento.

Para o assentamento de placas cerâmicas ou pastilhas em revestimentos de fachada, a argamassa deve ser, no mínimo, do tipo AC III. Exceções que permitam o uso de produtos do tipo AC II devem estar indicadas no projeto e seu uso é restrito a edifícios de altura total (computada do nível do solo ao ponto mais alto do sistema estrutural) de no máximo 15 m, conforme consta na NBR 13755 (ABNT, 2017).

3.1.5 Placa Cerâmica

As placas cerâmicas são componentes cujas duas dimensões (largura e altura) predominam sobre uma terceira (espessura), produzidas a partir de argilas e/ou outras matérias químicas inorgânicas, conformadas através de extrusão (tipo A), prensagem (tipo B) ou outros (tipo C)

e sinterizadas por meio de processo térmico, e utilizadas como componente principal da camada mais externa de revestimentos cerâmicos de pisos e paredes (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

As placas cerâmicas utilizadas para revestimentos externos, segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017):

- a) devem apresentar absorção máxima de 6%. Para regiões onde a temperatura atinja 0 °C, a absorção máxima não pode ser superior a 3%;
- b) devem estar secas por ocasião do seu assentamento;
- c) a EPU (expansão por umidade), deve ser indicada em projeto e estar limitada ao valor máximo de 0,6 mm/m (em casos específicos, a EPU de 0,6 mm/m pode ser excessiva, então, recomenda-se o uso de placas com valores menores);
- d) devem estar armazenadas na obra por lote, tonalidade, acabamento etc., de acordo com o especificado nas embalagens;
- e) não podem apresentar engobe de muratura pulverulento em quantidade superior a 30% (a avaliação da quantidade deve ser feita visualmente) da área do tardo do da placa;

As pastilhas cerâmicas devem atender aos mesmos itens indicados para as placas cerâmicas e, além disso, caso sejam montadas em placas com o auxílio de malhas, telas, pontos de cola ou outro processo que as mantenha unidas pelo tardo¹, estes produtos não podem comprometer o desempenho da argamassa colante e argamassa para rejuntamento, conforme consta na NBR 13755 (ABNT, 2017).

Segundo a ANFACER (Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento), em 2016, o Brasil foi o segundo maior consumidor mundial de revestimento cerâmico, com grande influência nas vantagens que este material tem em relação a outros acabamentos, como: alta resistência, durabilidade, beleza e diversidade (há milhares de opções e estilos disponíveis), produto antialérgico, preço distintos, versatilidade (pode ser utilizado em qualquer ambiente), fácil limpeza e colocação, alta compatibilidade, ampla rede de fabricantes brasileiros e disponibilidade.

¹ tardo: face inferior da placa cerâmica que fica em contato com a argamassa colante

3.1.6 Argamassa para rejunte

A argamassa de rejunte segundo a NBR 14992 (ABNT, 2003) se constitui numa mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, para aplicação nas juntas de assentamento de placas cerâmicas. Junginger (2003) define rejunte como um composto destinado a preencher as juntas entre as placas cerâmicas, apresentando-se trabalhável durante a etapa de aplicação e endurecendo após um certo período de tempo.

É uma argamassa de cimento provida de resinas cujo objetivo é torná-la menos rígida (conceito similar ao de flexibilidade do emboço) e reduzir a sua permeabilidade. Pastas de cimento, ou mesmo argamassa simples de cimento e areia, não são recomendadas devido a sua grande rigidez. Os rejuntas também podem servir para corrigir pequenas imperfeições dimensionais da cerâmica e facilitar eventuais substituições de peças danificadas (COSTA; SILVA, 2014).

A NBR 14992 (ABNT, 2003) apresenta uma classificação de dois tipos de rejuntamento e suas características (Quadro 3), ambos para uso em ambientes internos e externos, atendendo as seguintes condições:

- a) rejuntamento tipo 1: ambientes interno e externo desde que observadas às seguintes condições: trânsito de pedestre não intenso; placas cerâmicas com absorção de água acima de 3%; e ambiente externo – máximo de 20 m² piso e 18 m² para parede;
- b) rejuntamento tipo 2: todas as condições do tipo I; placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3%; ambiente com presença de água estancada.

Quadro 3 - Características da argamassa de rejuntamento segundo seu tipo

Método/propriedade	Unidade	Idade de ensaio	Tipo I	Tipo II
Retenção de água	Milímetro (mm)	10 min	≤ 75	≤ 65
Variação dimensional	Milímetro por metro (mm/m)	7 dias	≤ 2,0	≤ 2,0

Resistência à compressão	Megapascal (Mpa)	14 dias	$\geq 8,0$	$\geq 10,0$
Resistência à tração na flexão	Megapascal (Mpa)	7 dias	$\geq 2,0$	$\geq 3,0$
Absorção de água por capilaridade aos 300 min	Grama por centímetro quadrado (g/cm ²)	28 dias	$\leq 0,6$	$\leq 0,3$
Permeabilidade aos 140 min	Centímetros cúbicos (cm ³)	28 dias	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$

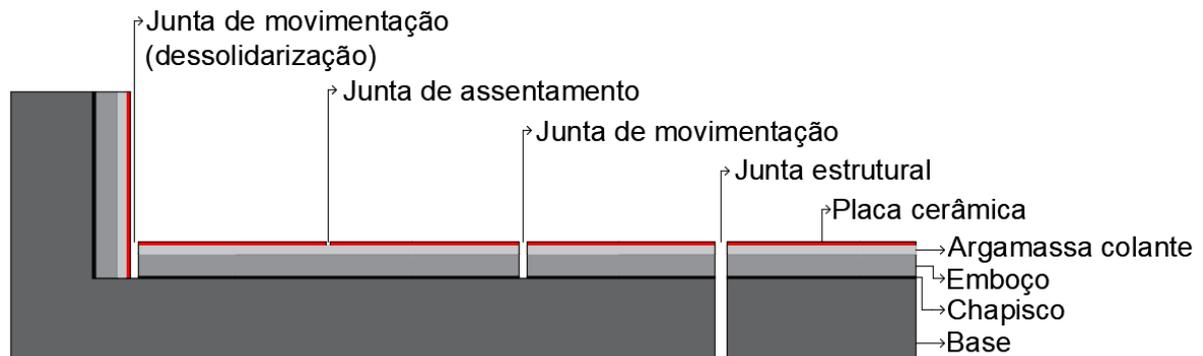
(fonte: adaptado da NBR 13755 ABNT, 2017)

Antunes (2010) avaliou o mecanismo de expulsão do rejunte por solicitação térmica e enfatizou que rejuntas mais deformáveis são mais indicadas quando se pretende manter a estanqueidade e aliviar as tensões nas camadas do sistema de revestimento, porém, estes rejuntas normalmente são mais porosos, logo é importante não exagerar neste aspecto, pois porosidade excessiva é um dos principais responsáveis pela formação de eflorescências em rejuntas (mais passíveis ao carreamento de sais livres pelos poros).

3.1.7 Juntas

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), junta é um espaço ou abertura regular entre duas superfícies adjacentes de materiais idênticos ou distintos. Os revestimentos externos podem conter três tipos de juntas com diferentes funções, que são: junta estrutural, junta de movimentação (dessolidarização) e junta de assentamento, conforme pode-se observar na figura 3.

Figura 3 - Tipos de juntas



(fonte: elaborada pelo autor)

3.1.7.1 Junta de assentamento

A NBR 13755 (ABNT, 2017) admite junta de assentamento como o espaço regular entre duas placas cerâmicas, as quais devem exercer várias funções, conforme a norma citada e Barros e Sabbatini (2001), tais como:

- a) reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento e por consequência, aumentar a capacidade deste de absorver deformações intrínsecas provocadas pelas variações térmicas e higroscópicas e deformações de amplitude normal das bases;
- b) absorver as variações dimensionais dos componentes cerâmicos;
- c) permitir alinhamentos precisos (nas duas direções ortogonais) dos componentes que por apresentarem variações dimensionais e nos esquadros não poderiam ser encostados uns nos outros sem necessariamente perder o alinhamento;
- d) permitir harmonizações estéticas que valorizem o conjunto;
- e) permitir a difusão de parte do vapor de água: as trocas de vapor de água entre dois ambientes podem ser desejáveis para evitar condensação e, uma vez que as placas são muito pouco permeáveis ou impermeáveis, a difusão ocorre preponderantemente pelas juntas de assentamento;
- f) facilitar a troca de placas cerâmicas individuais.

A largura da junta de assentamento deve estar especificada no projeto de revestimento de fachada, respeitando a largura mínima definida pelo fabricante da placa cerâmica ou pastilha. A NBR 13755 (ABNT, 2017) sugere para placas cerâmicas a largura mínima da junta de assentamento seja de 5 mm.

3.1.7.2 Junta de movimentação

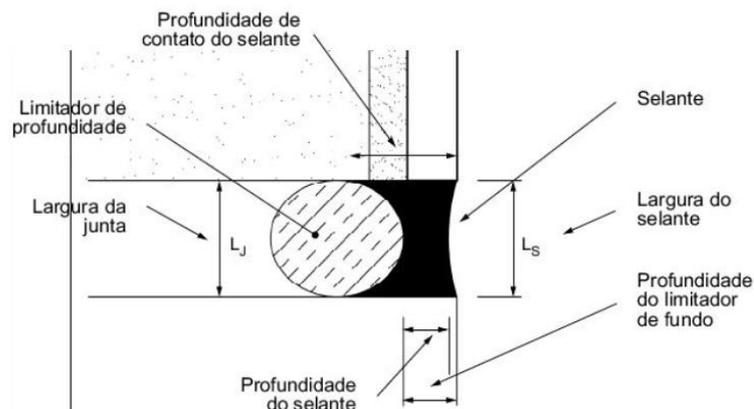
Segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), junta de movimentação é definida como um espaço regular, normalmente mais largo que o da junta de assentamento, cuja função é:

- a) controlar fissuração: para uma dada interface entre duas superfícies sujeitas ao movimento diferencial, a junta deve possuir geometria e posicionamento de forma a confinar e/ou dirigir o surgimento de eventuais fissuras para seu interior, possibilitando seu tratamento futuro de forma regular e controlada;
- b) subdividir as superfícies revestidas com placas cerâmicas de modo a formar painéis que suportem os efeitos cumulativos das movimentações transmitidas pelo edifício e pelos fatores climáticos (temperatura, umidade), adequando assim solicitações imposta à resistência dos materiais empregados;
- c) separar o revestimento cerâmico de outros elementos construtivos da fachada que se movimentam de forma distinta.

As juntas de movimentação posicionadas nas mudanças de direção do revestimento, quinas internas ou externas, são chamadas de juntas de dessolidarização. A sua função é dessolidarizar encontros de panos de revestimentos perpendiculares entre si (Ribeiro, 2006).

De uma maneira geral, segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), juntas de movimentação em revestimentos de fachada são seladas, ou seja, preenchidas com um selante e devem apresentar a geometria semelhante à ilustrada na figura 4.

Figura 4 - Configuração típicas das juntas de movimentação seladas



(fonte: NBR 13755 ABNT, 2017)

As juntas devem possuir um perfil retangular, com bordas firmes, coesas, lisas e livres de irregularidades, depressões e saliências. O correto preenchimento da junta é crucial para seu

desempenho. A espessura mínima no ponto mais crítico da junta (profundidade do selante) deve ser de 6 mm e quando o limitador de profundidade for incapaz de acompanhar as movimentações da junta, ele deve ser previamente preparado para evitar a adesão do selante em sua superfície. Como regra geral e caso não existam recomendações contrárias do fabricante do produto, devem ser utilizadas proporções entre profundidade e largura do selante de 1:1 a 1:2, seguindo as especificações da NBR 13755 (ABNT, 2017).

De acordo com Beltrame e Loh (2009, p. 19), os selantes devem atender as seguintes funções:

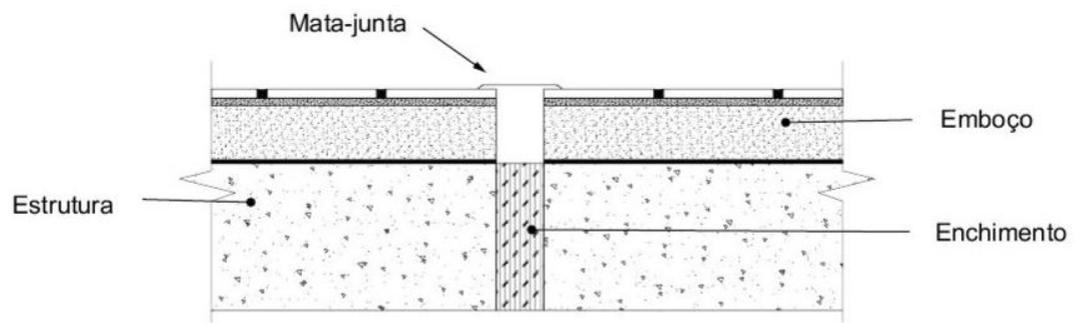
- a) evitar a passagem de ar, água ou sólidos para o interior da edificação;
- b) permitir as movimentações de retração causada por hidratação do cimento, expansão, variação térmica, vibração, etc.;
- c) atenuar a transferência de esforços ou de tensões;
- d) acomodar pequenas variações dimensionais toleradas em projeto;
- e) acomodar movimentações entre materiais de diferentes naturezas;
- f) permitir mudanças de planos de fachada;
- g) impedir a intrusão de sólidos.

3.1.7.3 Junta estrutural

As juntas estruturais têm a função de absorver as tensões surgidas com a deformação de todo edifício de modo a manter a integridade de seus elementos estruturais e das vedações. Com a separação física entre duas partes da estrutura, não há transmissão de esforço entre elas. São especificadas na elaboração do projeto estrutural e com isso, obrigatoriamente, a junta no revestimento cerâmico deverá se sobrepor inteiramente a ela, ter a mesma espessura e permitir a deformação de igual amplitude (BARROS; SABBATINI, 2001).

NBR 13755 (ABNT, 2017) aponta que este tipo de junta deve suportar movimentação cíclica significativa nas direções dos três eixos coordenados, motivo pelo qual o uso dos selantes pode não ser tecnicamente viável. Nestes casos, no lugar dos selantes, deverão ser utilizados perfis pré-formados ou os mata-juntas, que também devem apresentar capacidade de movimentação cíclica conforme o projeto, conforme o exemplo apresentado na figura 5.

Figura 5 - Exemplo de junta estrutural com mata-junta



(fonte: NBR 13755 ABNT, 2017)

4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO

4.1 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Entende-se por manifestações patológicas quando um edifício ou uma parte dele, num determinado instante da sua vida útil, não apresenta o desempenho previsto. Os problemas são identificados através de manifestações ou sintomas patológicos que se traduzem por modificações estruturais e/ou funcionais no edifício ou na parte afetada (BARROS; SABBATINI, 2001).

Pode-se dizer que a maioria das manifestações patológicas que ocorrem ao longo da vida útil de um edifício, tem origem nas fases de elaboração do projeto e execução. Desta forma, Barros e Sabbatini (2001, p. 27) complementam:

Os problemas originados na fase de projeto, ocorrem de modo geral, por dois motivos: inexistência de um projeto específico em que sejam definidas as características do revestimento como um todo ou ainda por erros de concepção durante a elaboração do projeto, pois quando este existe, está limitado aos efeitos arquitetônicos, em que muitas vezes suas diretrizes são dadas independentemente das condições reais de exposição e dos requisitos básicos a sua construção.

No que se refere à fase de execução dos serviços de revestimento é imprescindível que os técnicos envolvidos com a produção dos mesmos tenham o domínio das corretas técnicas, necessitando conhecerem ainda as possíveis patologias originadas por problemas decorrentes desta fase.

Segundo Roscoe (2008, p. 51), as manifestações patológicas em revestimento cerâmico podem ser classificadas em quatro tipos:

- a) congênitas: são aquelas originárias da fase de projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos;
- b) construtivas: sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão de obra despreparada, produtos não certificados, e ausência de metodologia para assentamento das peças;
- c) adquiridas: ocorrem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes de

agressividade do meio, ou decorrentes de ação humana, em função de manutenção inadequada ou realização de interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e desencadeando um processo patológico;

- d) acidentais: são caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como a ação de chuva e ventos de intensidade anormal, recalques estruturais e incêndios, dentre outros.

Algumas das principais manifestações patológicas encontradas nos revestimentos cerâmicos são abordadas a seguir.

4.1.1 Descolamento

A perda de aderência ou descolamento (Figura 6) pode ser entendida como um processo em que ocorrem falhas ou ruptura na interface dos componentes cerâmicos com a camada de fixação ou na interface desta com o substrato, devido às tensões surgidas ultrapassarem a capacidade de aderência das ligações. Este problema se manifesta nas placas cerâmicas através de um som cavo (oco) quando as placas são percutidas, ou ainda nas áreas em que se observa o afastamento físico da camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntas) (BARROS; SABBATINI, 2001).

Figura 6 - Descolamento do revestimento cerâmico



(fonte: autor, 2018)

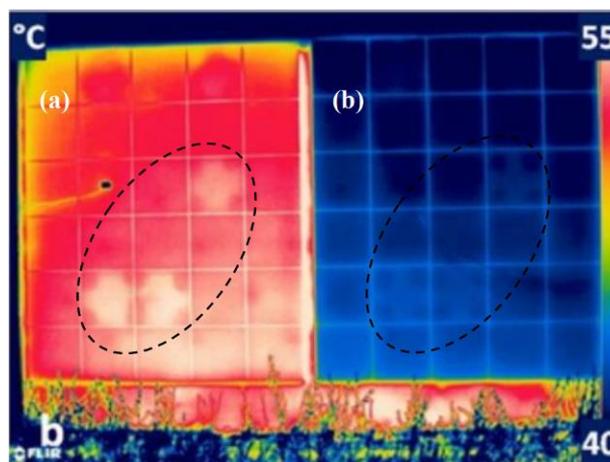
De acordo com Roscoe (2008, p. 54), as causas da perda de aderência do revestimento cerâmico nas fachadas são:

- a) instabilidade do suporte, devido a acomodação do edifício como um todo;
- b) deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado;
- c) oxidação da armadura de pilares e vigas;
- d) excessiva dilatação higroscópica do revestimento cerâmico;
- e) variações higrótérmicas e de temperatura;
- f) características pouco resilientes dos rejuntas;
- g) ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização, movimentação, assentamento e estrutural);
- h) utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; ou mau espalhamento da argamassa colante; ou ainda, ausência de dupla colagem, no caso de peças com superfície maior que 400 cm²;
- i) assentamento sobre superfície contaminada;
- j) especificação incorreta de revestimento cerâmico, especialmente no que se refere a: configuração do tardez (que pode apresentar superfície lisa, sem reentrâncias ou garras); EPU maior do que 0,6 mm/m; absorção de água superior a 6%;
- k) imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros).

A NBR 13755 (ABNT, 2017) reforça a importância do preenchimento do tardez no processo de assentamento das placas e pastilhas cerâmicas. Segundo a norma citada, através de amostragens com avaliação visual, deve-se ter no mínimo 80% de preenchimento do tardez, sendo que as falhas de preenchimento devem estar homoganeamente distribuídas, não concentrando-se exclusivamente em um dos lados.

Os descolamentos também podem ser identificados, segundo Pavon (2017), através da termografia infravermelha, devido ao fato, de o ar presente na região desta manifestação patológica, gerar diferentes temperaturas quando comparada com uma área vizinha sem defeitos. O autor percebeu que em uma condição direta, quando o calor está sendo absorvido para o interior da edificação, os descolamentos devem aparecer como áreas mais quentes. Em uma condição reversa, quando o calor estiver saindo pela superfície revestida, o descolamento deve aparecer como uma área mais fria. Na figura 7 pode-se observar dois exemplos de descolamentos identificados através da termografia.

Figura 7 - Descolamentos avaliados com termografia em fachadas com revestimento cerâmico de cor escura (a) e de cor clara (b), ambos detectados por apresentarem maiores temperaturas.



(fonte: Lourenço *et al.*, 2017)

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013) considera tolerável a ocorrência de descolamentos nas fachadas, quando forem detectáveis por exame de percussão (som cavo), desde que não impliquem em descontinuidades ou risco de projeção do material, não ultrapassando área individual de 0,1 m², ou quando a área total corresponde a 5% do pano em análise.

4.1.2 Fissuras

A NBR 15575-2 (ABNT, 2013) define fissura como um seccionamento na superfície ou em toda seção transversal de um componente, provocado por tensões normais ou tangenciais. As fissuras podem ser classificadas como ativas (variação da abertura em função de movimentações higrotérmicas ou outras) ou passivas (abertura constante).

Segundo Barros e Sabbatini (2001), fissuração são aberturas liniformes que aparecem na superfície do componente, provenientes da ruptura parcial de sua massa, ou seja, a ruptura que não divide o seu corpo por completo e são caracterizadas por apresentarem, aberturas inferiores a 1 mm. O gretamento é uma série de aberturas também inferiores a 1mm e que ocorre na superfície esmaltada da placa. A figura 8 apresenta uma fissura típica dos revestimentos cerâmicos.

Figura 8 – Fissura em revestimento cerâmico



(fonte: autor, 2018)

As causas mais tratadas na literatura sobre o surgimento de fissuras são: as movimentações térmicas e higroscópicas, atuação de sobrecargas, deformabilidade das estruturas de concreto armado, recalques de fundação, retração dos produtos à base de cimento e as alterações químicas dos materiais de construção (THOMAZ, 1989).

De acordo com Campante e Baía (2008, p. 90) as possíveis causas de fissuras nos revestimentos são:

- a) dilatação e retração das placas cerâmicas: este problema ocorre quando há variação térmica e/ou umidade. Estas variações geram um estado de tensões internas que, quando ultrapassam o limite de resistência da placa cerâmica, causam trincas e fissuras, e, quando ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte, causam o gretamento;
- b) deformação estrutural excessiva: esta deformação do edifício pode criar tensões na alvenaria que, quando não são completamente absorvidas, podem ser transferidas aos revestimentos. Estes, por sua vez, podem não resistir ao nível de tensões rompendo-se e, muitas vezes destacando-se do substrato;
- c) ausência de detalhes construtivos: a falta de alguns detalhes construtivos, tais como vergas, contravergas nas aberturas de janelas e portas, pingadeiras nas janelas, platibandas e juntas de movimentação, podem ajudar a dissipar as tensões que chegam até os revestimentos;
- d) retração da argamassa de fixação: este problema ocorre quando se usa argamassa de fixação dosada em obra em vez de argamassa colante industrializada. A retração da argamassa causada pela hidratação do cimento pode causar um aperto ou “beliscão” na placa cerâmica, que, por estar firmemente aderida à argamassa, pode tornar a superfície convexa e tracionada, causando gretamento, fissuras ou mesmo trincas nas placas cerâmicas.

As fissuras de origem térmica podem surgir por movimentações diferenciadas, que ocorrerem quando os elementos (laje e paredes) tiverem diferentes solicitações térmicas, quando os

materiais tiverem diferentes coeficientes de dilatação térmica e quando houver gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente, como por exemplo, face exposta e face protegida de uma laje da cobertura (THOMAZ, 1989).

Barros e Sabbatini (2001) também afirmam que a ocorrência deste tipo de manifestação patológica é mais comum nos últimos e nos primeiros andares, onde as solicitações são maiores, e possivelmente intensificadas devido à falta de juntas de movimentação e detalhes construtivos adequados para suportar as solicitações sofridas nestes andares. Os autores mencionam que as manifestações podem surgir de maneira generalizada nos painéis revestidos, ou até mesmo, em apenas um único componente cerâmico, em todas as direções possíveis.

Para Campante e Baía (2008), estas manifestações patológicas podem ficar só limitadas a um defeito estético (no caso do gretamento) ou podem evoluir para um deslocamento (no caso das trincas. Silva (2014) diz que além de provocar um desconforto psicológico para o usuário, estes problemas causam a perda de estanqueidade da parede, facilitando a infiltração de agentes agressivos que podem se tornar patológicos, comprometendo o desempenho com relação à durabilidade.

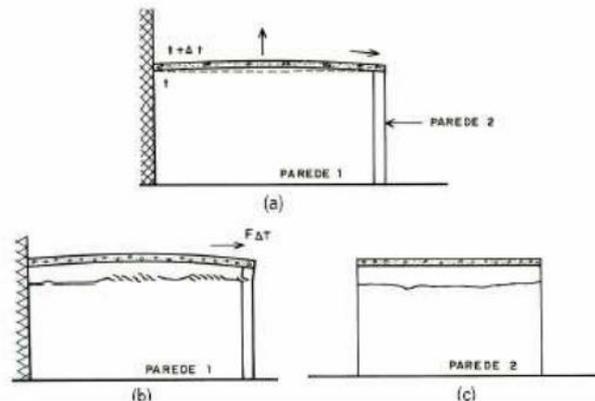
A NBR 15575-4 (ABNT, 2013) considera tolerável a ocorrência de fissuras nas fachadas, quando não forem detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00 m da superfície do revestimento, num cone visual igual ou inferior a 60°, sob iluminação natural em dia sem nebulosidade.

A ocorrência das fissuras apresenta-se em sua maioria da seguinte forma:

- Nos andares superiores e no topo do edifício.

São típicas de solicitação térmica, tendo em vista que a incidência de movimentações térmicas em edifícios é maior em locais onde há mais insolação. A incidência solar em superfícies horizontais é maior em relação a vertical, assim, lajes de cobertura são casos típicos de movimentação térmica, e devido as tensões máximas nas bordas da mesma, há a formação de uma fissura horizontal, na extremidade inferior da interface laje/parede, conforme pode-se observar na figura 9. Em platibandas, são características as fissuras horizontais na região central da fachada e inclinadas nas extremidades (THOMAZ, 1989).

Figura 9 - Movimentações da laje da cobertura, sob ação da elevação da temperatura (a) e fissuras típicas presentes no topo (b) e (c)



(fonte: Thomaz, 1989)

- Na interface estrutura/alvenaria

De acordo com Antunes (2010), as fissuras se posicionam paralelamente ao componente estrutural (pilar, viga ou laje), indicando destacamento horizontal ou vertical, devido a movimentos diferenciais decorrentes de deformação de estruturas devido às flechas excessivas em vigamentos e lajes, e ainda a deficiência de ancoragem no encontro pilar/alvenaria. Segundo Thomaz (1989), quando numa fachada a estrutura em concreto armado é submetida a uma variação térmica, movimentações diferenciais decorrentes desta, normalmente repercute em fissuras nas interfaces entre as alvenarias e o reticulado estrutural, demarcando todo contorno da parede.

- Em parede contínua (no meio do pano da alvenaria)

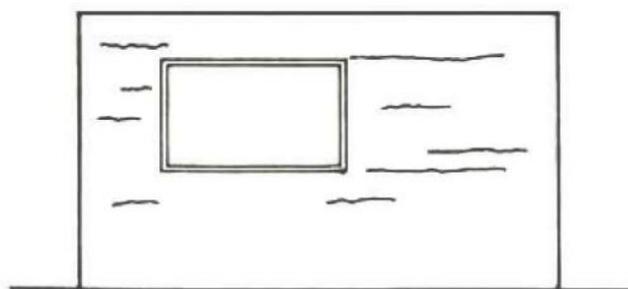
Segundo Antunes (2010), as fissuras podem ocorrer devidas a movimentos diferenciais por razões estruturais ou térmicas ou oriundas de retração por secagem da argamassa logo após a execução. Cincotto (1988) destaca que as argamassas de revestimento devem apresentar módulos de deformação inferiores àqueles apresentados pela base, permitindo a absorção de pequenas movimentações ocorridas na base onde o revestimento foi aplicado.

- Fissuras horizontais

Conforme Cincotto (1988), as fissuras com predominância horizontal (Figura 10) nas argamassas de revestimento são decorrentes da expansão da argamassa de assentamento por

hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal, por ataque de sulfatos (reação cimento-sulfatos), ou devido à presença de argilo-minerais expansivos no agregado. Podem ocorrer também fissuras horizontais devidas ao desempenho e sarrafeamento precoce da argamassa de emboço. As fissuras horizontais, segundo Thomaz (1989), também podem ser ocasionadas por sobrecargas, ocorrendo a ruptura por compressão dos componentes, em função do excessivo carregamento na parede ou por solicitações de flexocompressão.

Figura 10 - Fissuras horizontais no revestimento

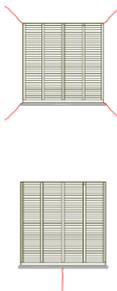
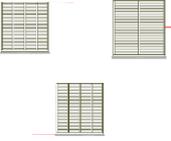
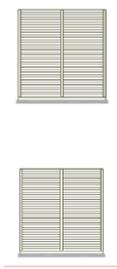


(fonte: Thomaz, 1989)

- No entorno das esquadrias

Segundo Moch (2009), este é um local propício ao surgimento de fissuras em função da concentração de tensões no local, ocasionada pela transferência das cargas às paredes adjacentes das aberturas. Zucchetti (2010) ressalta a importância de utilizar-se vergas e contravergas prolongadas, pois estes componentes tem a função de absorver as tensões e distribuir de forma mais uniforme as forças atuantes nos vértices das aberturas. Nesta mesma base bibliográfica (ZUCCHETTI, 2010), pode-se visualizar este acúmulo de tensões existente nos vértices dos vãos das edificações, comportamento este, simulado através do método de elementos finitos, pelos Professores João Ricardo Masuero e Inácio Benvegnu Morsch. As fissuras no entorno das esquadrias possuem várias configurações e causas possíveis, como mostra o quadro 4.

Quadro 4 - Possíveis falhas e causas responsáveis pelo surgimento de fissuras no entorno das esquadrias

Defeito	Configuração típica	Possíveis falhas	Causas (projeto)
Fissuras verticais nas extremidades superiores e/ou inferiores das esquadrias		Inexistência de verga ou contra-verga	Não especificação de verga ou contra-verga
		Ineficácia da verga ou contra-verga	Dimensões da seção transversal da verga ou contra-verga não garantem suficiente momento de inércia
			Especificação de concreto com resistência insuficiente
			Especificação de armadura insuficiente
		Transpasse longitudinal insuficiente da verga ou contra-verga	
Sobrecarga da estrutura	Dimensionamento estrutural inadequado		
Fissuras inclinadas no vértices superiores/inferiores do vão da esquadria e vertical sob o peitoril		Movimento diferencial das fundações	Dimensionamento inadequado das fundações
			Inexistência ou número insuficiente de sondagens
		Inexistência de verga ou contra-verga	Não especificação de verga ou contra-verga
		Ineficácia da verga ou contra-verga	Dimensões da seção transversal da verga ou contra-verga não garantem suficiente momento de inércia
			Especificação de concreto com resistência insuficiente
			Especificação de armadura insuficiente
Transpasse longitudinal insuficiente da verga ou contra-verga			
Sobrecarga da estrutura	Dimensionamento estrutural inadequado		
Fissura horizontal nas extremidades superiores, inferiores e a meia altura do vão das esquadrias		Movimento diferencial das fundações (com distorção angular)	Dimensionamento inadequado das fundações
			Inexistência ou número insuficiente de sondagens
		Inexistência de cinta de amarração	Não especificação de cinta de amarração
		Ineficácia de cinta de amarração	Dimensionamento inadequado da cinta de amarração (dimensões, armadura e/ou concreto)
Fissura horizontal acima ou abaixo da janela		Movimentação diferencial da verga ou contra-verga em relação à alvenaria	Componentes (vergas ou contra-vergas) com módulo de elasticidade muito superior à alvenaria movimentações térmicas diferenciais
			Solução de vedação na interface janela/peitoril, peitoril/janela e janela/verga ineficaz, provocando variações de umidade nesta região e consequentemente expansão por absorção de umidade
		Movimentação térmica da laje de cobertura	Solução ineficaz de isolamento térmico da laje de cobertura, gerando movimentações térmicas da laje e consequentemente fissuração próxima ao engastamento da laje à alvenaria (acima da janela)
Fissura horizontal sob o peitoril		Excessivo espaçamento entre o peitoril e a alvenaria provocando a retração da argamassa de preenchimento	Dimensionamento inadequado do espaçamento entre o peitoril e a alvenaria
			Não previsão de solução adequada para a inserção do peitoril com relação à quebra dos blocos situados nas duas extremidades
		Ineficácia do peitoril, provocando o acúmulo de água nesta região e consequente retração por absorção de umidade	Especificação de peitoril ineficaz ou declividade insuficiente
Fissura na interface esquadria/alvenaria		Solução de acabamento na interface esquadria/alvenaria ineficaz, causando movimentações diferentes entre os materiais com diferentes propriedades	Não previsão de solução para acabamento desta interface, como por exemplo, o recuo ou avanço da esquadria em relação à superfície do revestimento

(fonte: adaptado de Moch, 2009)

4.1.3 Desplacamento

De acordo com Antunes (2010), o deslocamento é uma falha que se dá posterior ao descolamento pelas mesmas razões. Em situações extremas, além da placa cerâmica, parte do emboço também pode cair, por isso, é necessário sempre saber onde ocorreu a ruptura para um diagnóstico coerente. A deficiência pode estar na interface argamassa colante/substrato, no interior do substrato, na interface substrato/base ou mesmo no interior da base. A figura 11 apresenta alguns deslocamentos observados em uma fachada com revestimento cerâmico.

Figura 11 - Desplacamentos em fachada com revestimento cerâmico



(fonte: autor, 2018)

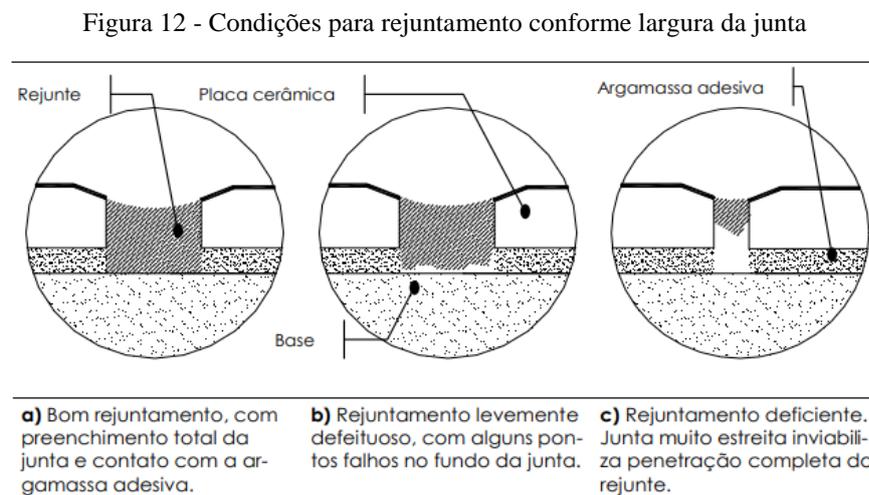
Antunes (2010) salienta também que a recuperação da área atingida é trabalhosa e onerosa, pois, na maioria das situações, requer a remoção total do revestimento da fachada e exige cuidados especiais para que não se destrua a camada anterior à comprometida.

Os problemas de descolamentos seguidos de deslocamento em fachadas são especialmente críticos devido aos riscos de acidentes envolvidos na queda de placas ou de partes das camadas, as quais podem atingir pessoas ou objetos de valor. A perda de aderência geralmente ocorre nos primeiros e últimos andares do edifício e em regiões de deformações estruturais mais intensas (por exemplo, estruturas em balanço) devido ao maior nível de tensões observadas nestes locais. Devido aos choques térmicos podem ocorrer também nas fachadas de maior insolação (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

4.1.4 Falha nas juntas de assentamento

A deterioração das juntas de assentamento compromete o desempenho dos revestimentos como um todo, já que estes componentes são um dos responsáveis pela estanqueidade do sistema. Os sinais de que está ocorrendo uma deterioração das juntas são: perda de estanqueidade do revestimento e envelhecimento do material de preenchimento. Estes problemas podem ser causados por procedimentos de limpeza inadequados (deterioração pelo uso de ácidos e bases concentradas), ataques de agentes atmosféricos agressivos e solicitações mecânicas, as quais, geram fissuração e/ou trincas, acarretando em infiltração de água e podendo levar o revestimento ao colapso (descolamento/desplacamento) (ROSCOE, 2008).

Junginger (2003) aponta que juntas preenchidas apenas superficialmente, formam uma capa frágil, podendo desagregar-se após alguns meses da entrega da obra, como apresenta a figura 12.



(fonte: Junginger, 2003)

Silva (2014) ressalta que a deterioração dos rejuntos acontece muitas vezes pela ação das intempéries (sol, chuva) a longo prazo. Em edifícios mais antigos, é comum encontrar o rejunte total ou parcialmente destacado, e em alguns casos fissurado.

O envelhecimento das juntas entre componentes normalmente não representa muito problema quando a mesma for preenchida com material à base de cimento (possui excelente durabilidade), sendo a deterioração observada apenas quando há presença de agentes

agressivos como chuva ácida ou o aparecimento de fissuras. Deve-se ter cuidado com rejuntas que possuem grande quantidade de resina, considerando que os mesmos são de origem orgânica, podem sofrer com o envelhecimento precoce (CAMPANTE; BAÍA, 2008).

4.1.5 Falha nas juntas de movimentação

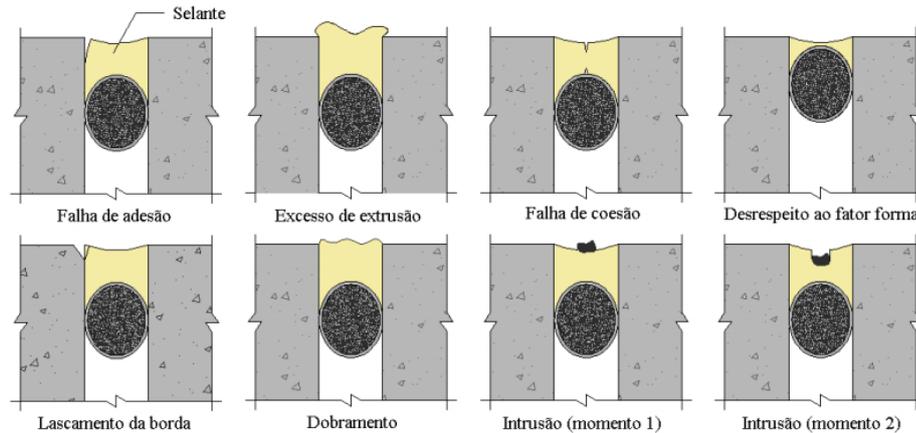
Segundo Ribeiro e Barros (2010), as principais falhas observadas nas juntas de movimentação presentes nos revestimentos cerâmicos de fachada são:

- a) perda de adesão dos selantes: perda da ligação entre o material selante e o substrato, resultando em problemas de estanqueidade do sistema de revestimento;
- b) falha coesiva do selante: a falha começa dentro do material selante com um pequeno entalhe, podendo ocorrer na ocorrência de um movimento da junta maior do que a capacidade do selante de suportá-lo;
- c) enrijecimento e craquelamento do selante: o calor, a chuva e a luz solar podem degradar o selante levando à oxidação, exsudação dos seus constituintes e à perda dos aditivos que o constituem, causando o endurecimento, degradação e eventual fissuração do material.

De acordo com Beltrame e Loh (2009, p. 45), as falhas em juntas de movimentação estão relacionadas aos seguintes aspectos:

- a) deficiências de projeto e especificação das juntas (geometria);
- b) escolha incorreta do selante (tipo, qualidade e desempenho);
- c) aplicação sobre substrato contaminado;
- d) aplicação sobre substrato com umidade acima dos limites admissíveis;
- e) não observância da temperatura adequada e recomendada para a aplicação;
- f) defeitos na preparação de superfícies;
- g) falhas durante a aplicação dos selantes;
- h) não utilização de primer em situações que este componente for imprescindível;
- i) ocorrência de movimentações não previstas.

Figura 13- Principais tipos de falhas relacionadas as juntas de movimentação



(fonte: Ferme e Oliveira², 2003 apud Beltrame e Loh, 2009)

Antunes (2010) salienta que a prevenção de problemas nas juntas dos revestimentos externos pode ser feita com o atendimento às características geométricas previstas em projeto, controle durante a execução das juntas, escolha correta dos materiais de preenchimento e cumprimento às orientações e exigências das normas vigentes.

4.1.6 Eflorescência

Barros e Sabbatini (2001, p. 30) citam que eflorescências podem apresentar diferentes níveis de gravidade, desde um problema estético da fachada até um possível descolamento ou deslocamento. Os autores definem eflorescência como:

Formação de um depósito cristalino (sal) numa determinada superfície devido a ação do meio ambiente ou ainda, por ação química. Ela, geralmente, é causada, pelo movimento da água através de um material poroso, onde são carreadas substâncias solúveis que serão depositadas sobre sua superfície após a evaporação da água. Sendo assim, são necessários, para o aparecimento do fenômeno, ao mesmo tempo, a presença de substâncias solúveis, de água, de um meio de transporte dessa solução para a superfície e sua evaporação.

As substâncias solúveis são geralmente sais inorgânicos que podem ter diversas origens, como: componentes cerâmicos, componentes de alvenaria, argamassa da camada de regularização e fixação, argamassa utilizada para o rejuntamento (BARROS; SABBATINI, 2001). A figura 14 apresenta um exemplo de eflorescência no revestimento cerâmico.

² FERME, L. F. G.; OLIVEIRA, P. S. F. Selantes – a escolha correta garante a durabilidade. XII Simpósio Brasileiro de Impermeabilização, 1o a 3 de outubro de 2003. Anais... São Paulo: IBI – Instituto Brasileiro de Impermeabilização, 2003 (CD-ROM).

Figura 14 - Eflorescência na fachada



(fonte: autor, 2018)

De acordo com Campante e Baía (2008, p. 93), algumas precauções podem ser tomadas para evitar a eflorescência:

- a) reduzir o consumo de cimento Portland na argamassa de emboço ou usar cimento com baixo teor de álcalis;
- b) utilizar placas cerâmicas de boa qualidade, ou seja, queimadas em altas temperaturas (o que elimina os sais solúveis de sua composição e a umidade residual);
- c) garantir o tempo necessário para secagem de todas as camadas anteriores à execução do revestimento cerâmico.

Para Roscoe (2008, p. 56), o local de seu aparecimento não necessariamente indica seu local de origem, pois os sais podem ser transportados pela água a partir de locais afastados do ponto de ocorrência do problema. Assim, além de ser necessário compreender o comportamento e a fonte dos sais dissolvidos, a origem da água também é importante:

- a) água de chuva: tem grande chance de penetrar através das juntas, em particular se forem mal executadas;
- b) água de condensação: resulta das trocas de vapor de água entre o interior e o exterior através de meios porosos;
- c) água proveniente da etapa de construção: a água de amassamento, o uso de proteções deficientes contra a chuva ou qualquer outro fato que possibilite a concentração de umidade podem ocasionar problemas em obras recém entregues. Paredes saturadas de água podem demandar semanas ou meses para que a secagem ocorra; blocos em contato com o solo, além de absorver umidade, podem ser contaminados por sais ou elementos estranhos.

Conforme Barros e Sabbatini (2001, p. 31), “A simples lavagem da superfície do revestimento, na maioria dos casos, é capaz de removê-la, podendo porém, voltar a surgir, em função das condições ambientais serem ou não propícias. Ao longo do tempo, os sais vão sendo eliminados, tendendo ao desaparecimento do fenômeno.”

4.1.7 Manchamento

As manchas nas fachadas segundo Bauer (1994), podem ser, entre outros, por contaminação atmosférica. O principal responsável pelo recobrimento nos revestimentos externos (pó, fuligem e partículas contaminantes) é a poluição, que pode ser classificada em poluentes naturais ou biológicos e resíduos provenientes de indústria. As substâncias minerais, vegetais e animais compõe os poluentes naturais, e os resíduos químicos são provenientes da combustão industrial ou domésticas de combustíveis, das indústrias de elaboração de produtos e matérias-primas e da emissão causada pela combustão dos motores de veículos.

Para Petrucci (2000), o vento e a chuva são os fenômenos meteorológicos com maior influência no manchamento das superfícies das fachadas dos edifícios por partículas de contaminação atmosféricas. O vento (por sua velocidade e direção) serve de veículo às partículas sujas e à água de chuva, e atua, com sua própria força e a energia cinética das partículas carregadas que transporta, na modificação da distribuição da sujeira depositada sobre as superfícies das fachadas.

Bauer (1994) também diz que manchas podem ser causadas pela ação da umidade e de microrganismos, os quais provocam o surgimento de algas e mofo. Segundo Shirakawa (1995) o termo bolor ou mofo é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, causando manchas geralmente escuras de tonalidade preta, marrom e verde. O desenvolvimento de fungos causa alteração estética, acarretando muitas vezes a desvalorização comercial do imóvel.

Cincotto (1988) salienta que a incidência de umidade constante, principalmente em áreas não expostas ao sol, propicia o surgimento de mofo ou bolor na superfície que tende a desagregar o revestimento, conforme pode-se observar na figura 15.

Figura 15 - Manchamento no revestimento externo



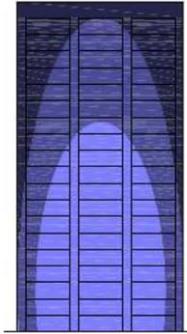
(fonte: autor, 2018)

Segundo Zucchetti (2014), o comportamento da chuva dirigida direcional, apresenta uma configuração concentrada em determinadas direções, normalmente associadas à metade Sul, mais especificamente, ao quadrante Sul/Leste. Sendo assim, as fachadas orientadas nestas direções encontram-se mais suscetíveis à incidência de chuva dirigida, demandando maior atenção com relação à sua proteção.

Os diedros verticais também são capazes de modificar as trajetórias do escoamento. O diedro côncavo (rincão) proporciona uma zona protegida, difícil de penetrar pelo vento e a chuva, fazendo o local ser mais propício à deposição de material. No diedro convexo (aresta ou esquina), quanto mais próximo à aresta, mais abundante e desenvolvido será a limpeza (POYASTRO, 2011).

Petrucci (2000) salienta que a chuva não incide sobre uma fachada de modo uniforme, sendo uma parábola o padrão típico de umedecimento em uma parede voltada para a chuva dirigida (Figura 16). O autor concluiu que inicialmente existirá uma maior deposição no topo e esquinas da face exposta, quando no restante da parede poderá ser vista, muitas vezes, escoamento para baixo numa face relativamente seca.

Figura 16 - Parábola de chuva incidente

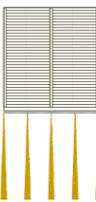


(fonte: Melo Junior e Carasek, 2011)

De acordo com Petrucci (2000), durante a trajetória descendente da água da chuva, uma porção das partículas de sujeira existentes sobre a fachada ou aportadas pela chuva penetra na porosidade aberta do revestimento com a água absorvida ou succionada. Poyastro (2011) comenta que a prevenção desta manifestação patológica está diretamente relacionada com o controle da migração da água da chuva sobre as superfícies das fachadas.

Zucchetti (2016) ressalta que a ausência ou má especificação de detalhes construtivos como peitoris e lacrimais influenciam de forma expressiva o manchamento das fachadas, pois são responsáveis por impedir, quando adequadamente posicionados e projetados, o escoamento de água da chuva sobre o revestimento. A autora também demonstra que a utilização de prolongamentos laterais nos peitoris promove melhor desempenho com relação ao descolamento da água da chuva das paredes. O quadro 5 apresenta as principais causas de sujeidade na região próxima ao peitoril.

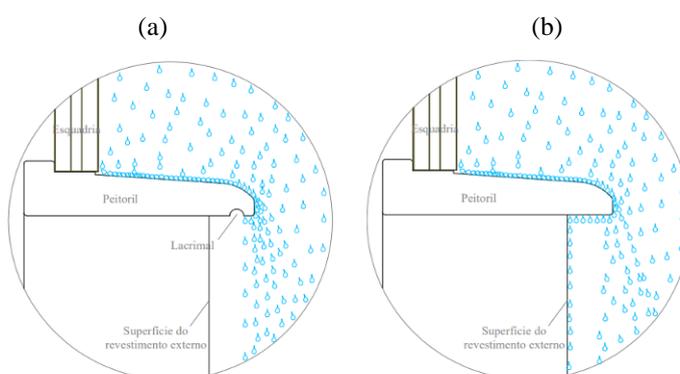
Quadro 5 - Possíveis falhas e causas responsáveis pela sujeidade próxima ao peitoril

Defeito	Configuração típica	Possíveis falhas	Causas (projeto)
Sujidade da região próxima às extremidades do peitoril		Prolongamento longitudinal insuficiente do peitoril	Não previsão de solução adequada para a inserção do peitoril com relação à quebra dos blocos situados nas duas extremidades
Sujidade da região sob a face inferior do peitoril		Prolongamento transversal insuficiente do peitoril	Dimensionamento ou especificação inadequada do peitoril
		Inexistência ou ineficácia de lacrimal	Não especificação de lacrimal ou especificação inadequada
		Declividade transversal insuficiente do peitoril	Dimensionamento ou especificação inadequada do peitoril

(fonte: adaptado de Moch, 2009)

Uma das possíveis falhas responsáveis pela sujidade próxima ao peitoril é a inexistência de lacrimal (Figura 17), contudo mesmo com a sua utilização, se este não tiver as dimensões adequadas e/ou o peitoril não tiver uma inclinação satisfatória para devolver a água da chuva para o campo da precipitação, ainda assim ocorre a percolação de água pela face inferior do peitoril e conseqüentemente manchamento e infiltração pela interface entre o peitoril e o sistema de vedação vertical (ZUCCHETTI, 2016).

Figura 17 - Mecanismo de corte do fluxo da água pela presença de lacrimal no peitoril (a) e mecanismo de fluxo da água em peitoril desprovido de lacrimal (b)



(fonte: Moch, 2009)

4.2 FERRAMENTAS DESENVOLVIDAS PARA APURAÇÃO DE DANOS EM FACHADAS

Existem diversas propostas metodológicas para inspeção de fachadas, adaptadas pelos pesquisadores de acordo com a localização do estudo (cidade, estado e país), tipo de edificação (residencial, comercial, tombadas pelo patrimônio histórico) e tipo do material de revestimento (argamassa, cerâmica e pétreo).

Este estudo se baseia na ferramenta desenvolvida por Gaspar e Brito (2005), adotada e aprimorada por Antunes (2010) e Silva (2014), a qual tem por finalidade associar as manifestações patológicas com as regiões de incidência nas fachadas. A seguir serão apresentadas as principais características de cada uma delas.

- Gaspar e Brito (2005)

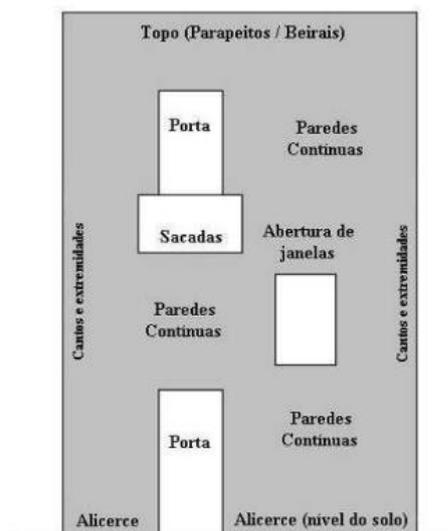
Gaspar e Brito (2005) coletaram dados em 150 edifícios de Portugal, nas cidades de Lisboa, Alcachete e Tavira (50 edifícios em cada cidade), atendendo aos seguintes critérios:

- edifícios com idade inferior a 30 anos;
- estrutura de concreto armado e paredes externas duplas de blocos cerâmicos;
- fachada revestida com argamassa cimentícia, com acabamento com tinta.

Observou-se a incidência de danos na fachada dos edifícios em torno de seis diferentes áreas (Figura 18):

- próximo ao nível do solo;
- sobre paredes contínuas;
- próximo às aberturas (janelas, portas, etc.);
- em parapeitos, abaixo de cornijas, rufos e beirais;
- abaixo de sacadas ou varandas;
- nos cantos e extremidades.

Figura 18 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Gaspar e Brito (2005)



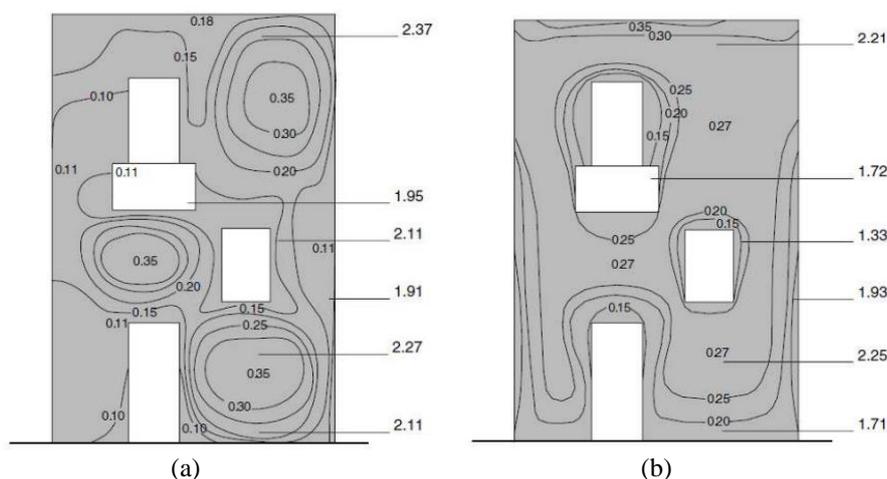
(fonte: Gaspar e Brito, 2005)

Na coleta de dados, para cada manifestação patológica identificada, os autores estabeleceram níveis de degradação, atribuindo valores que variam de 0 (sem degradação) a 4 (elevado nível

de degradação). Com isso, além de identificar a ocorrência de cada tipo de manifestação patológica, puderam saber qual o nível de degradação da fachada analisada.

Com os dados coletados, os autores fizeram uma análise probabilística para definir a sensibilidade dos revestimentos de fachada às manifestações patológicas, desenvolvendo dois tipos de mapeamentos, um expressando a chance de ocorrência de uma determinada manifestação patológica em cada uma das seis regiões de análise (figura 19a), e o outro expressando a sensibilidade de uma fachada para determinada manifestação patológica (figura 19b).

Figura 19 - (a) Mapa probabilístico da ocorrência de manifestações patológicas; (b) sensibilidade da fachada a problemas de umidade - nível de degradação médio (0 a 4) à direita das ilustrações



(fonte: Gaspar e Brito, 2005)

- Antunes (2010)

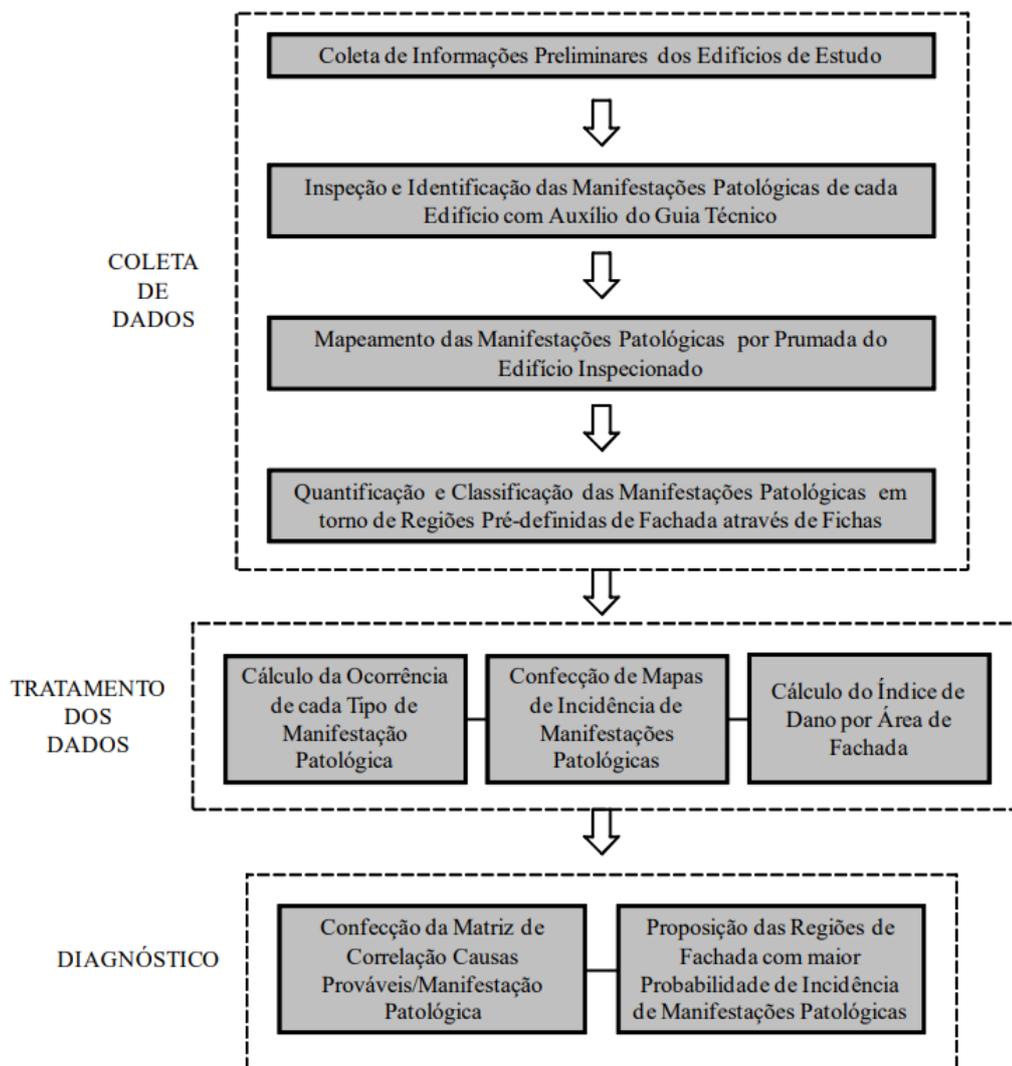
Antunes (2010) coletou os dados em fachadas de 6 edifícios localizados na cidade de Brasília/DF, adaptando a ferramenta desenvolvida por Gaspar e Brito (2005) para o estudo. A coleta foi realizada com adoção de inspeção localizada e ensaios laboratoriais complementares. Os edifícios amostras atendiam aos seguintes critérios:

- edifícios com idade inferior a 40 anos;
- fachadas revestidas com material cerâmico;
- estrutura de concreto armado e paredes externas de blocos cerâmicos;

d) edifícios erguidos sobre pilotis.

A autora desenvolveu uma metodologia prática e objetiva para analisar sistemas de revestimentos de fachada, fundamentada na sequência de procedimentos, que para melhor sistematização, foi dividida em três etapas: coleta de dados, tratamento dos dados e diagnóstico (Figura 20). A versatilidade da metodologia consiste na possibilidade de aplicá-la em diferentes tipos de edifícios, distintos em altura, projeto arquitetônico e idade, por exemplo, e ainda assim, possibilitar comparações entre os mesmos.

Figura 20 - Fluxograma da metodologia de estudo utilizada por Antunes (2010)

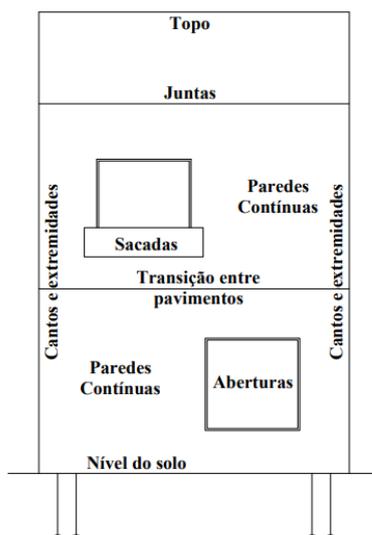


(fonte: Antunes, 2010)

As manifestações patológicas analisadas foram: descolamento, deslocamento, falha de rejunte, fissuração e eflorescência. Para o mapeamento dos dados, foram consideradas oito regiões de análise nas fachadas (Figura 21):

- a) próximo ao nível do solo (caso haja contato com mesmo);
- b) sobre paredes contínuas;
- c) em torno das aberturas (janelas, portas, elementos vazados, etc.);
- d) no topo (platibanda, abaixo de cornijas, rufos e beirais);
- e) em sacadas ou varandas;
- f) nos cantos e extremidades;
- g) acerca das juntas, e em havendo ausência de juntas de movimentação horizontal a cada pé direito;
- h) na transição entre pavimentos.

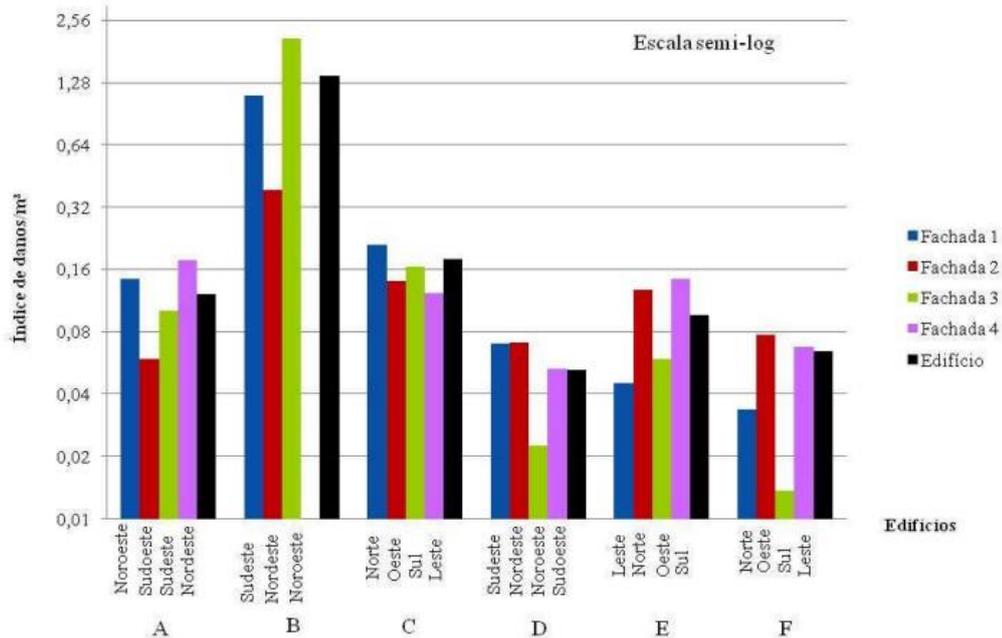
Figura 21 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Antunes (2010)



(fonte: Antunes, 2010)

Com os dados coletados, a autora calculou a ocorrência de cada tipo de manifestação patológica e a incidência das mesmas nas regiões de análise. Calculou também para todas as amostras, o índice de dano/m² de área de fachada, dividindo o número de manifestações patológicas pela área total da amostra (Figura 22) e confeccionou uma matriz de correlação causas prováveis / manifestações patológicas.

Figura 22 - Índice de danos/m² de área de fachada dos edifícios estudados por Antunes (2010)



(fonte: Antunes, 2010)

Antunes (2010, p. 145) alerta sobre uma fragilidade na metodologia:

O elevado índice de degradação apresentado pelo edifício B (1,38), foi cerca de 8 (oito) vezes, superior ao edifício C (0,18), embora ambos tenham tipologia arquitetônica e idades equivalentes. Esta situação destacou uma fragilidade da metodologia, ao quantificar danos considerando-os por simples contagem das manifestações patológicas identificadas nos esquemas de fachadas ao invés de considerar a extensão dos mesmos, em termos de área. Em outras palavras, em algumas situações, foi atribuído um mesmo valor durante a quantificação, para danos com áreas bem diferentes entre si.

- Silva (2014)

Silva (2014) coletou os dados em fachadas de 12 edifícios localizados na cidade de Brasília/DF, adaptando para o estudo a ferramenta desenvolvida por Gaspar e Brito (2005) e aprimorada por Antunes (2010). A coleta também foi realizada com adoção de inspeção localizada e ensaios laboratoriais complementares. Os edifícios atendiam os seguintes critérios:

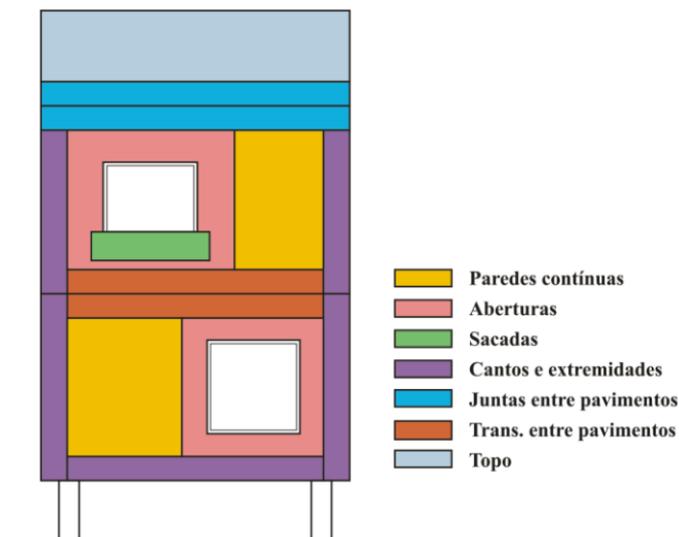
- a) edifícios com idades na faixa de 5 a 36 anos;
- b) limitação de altura dos edifícios em 6 pavimentos;

c) fachadas revestidas com material cerâmico.

As manifestações patológicas analisadas foram: descolamento, falha de rejunte, fissuração, eflorescência e falha de vedação. Para o mapeamento dos dados, foram consideradas sete regiões de análise nas fachadas (Figura 23):

- a) sobre paredes contínuas;
- b) em torno das aberturas (janelas, portas, elementos vazados, etc.);
- c) no topo (platibanda, abaixo de cornijas, rufos e beirais);
- d) em sacadas ou varandas;
- e) nos cantos e extremidades;
- f) acerca das juntas, e em havendo ausência de juntas de movimentação horizontal a cada pé direito;
- g) na transição entre pavimentos.

Figura 23 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas desenvolvida por Silva (2014)

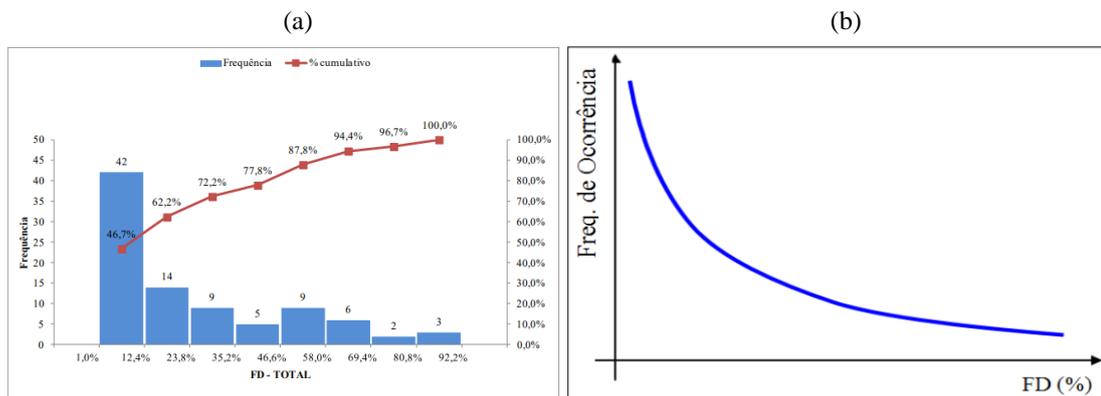


(fonte: Silva, 2014)

Para a quantificação dos danos, a autora sobrepôs em cada amostra uma malha com abertura nas dimensões de 0,50 x 0,50 m, auxiliando na contagem das manifestações patológicas e evitando o problema alertado por Antunes (2010).

Com os dados coletados, a autora calculou para as 90 amostras o Fator de Danos Total, dividindo a área das manifestações patológicas encontradas pela área total da amostra, com os resultados, desenvolveu uma curva representativa do comportamento dos Fatores de Danos, como mostra a figura 24.

Figura 24 - Histograma de frequência e porcentagem acumulada do Fator de Danos Total dos edifícios estudados (a) e curva representativa do comportamento dos resultados dos Fatores de Danos (b)



(fonte: Silva, 2014)

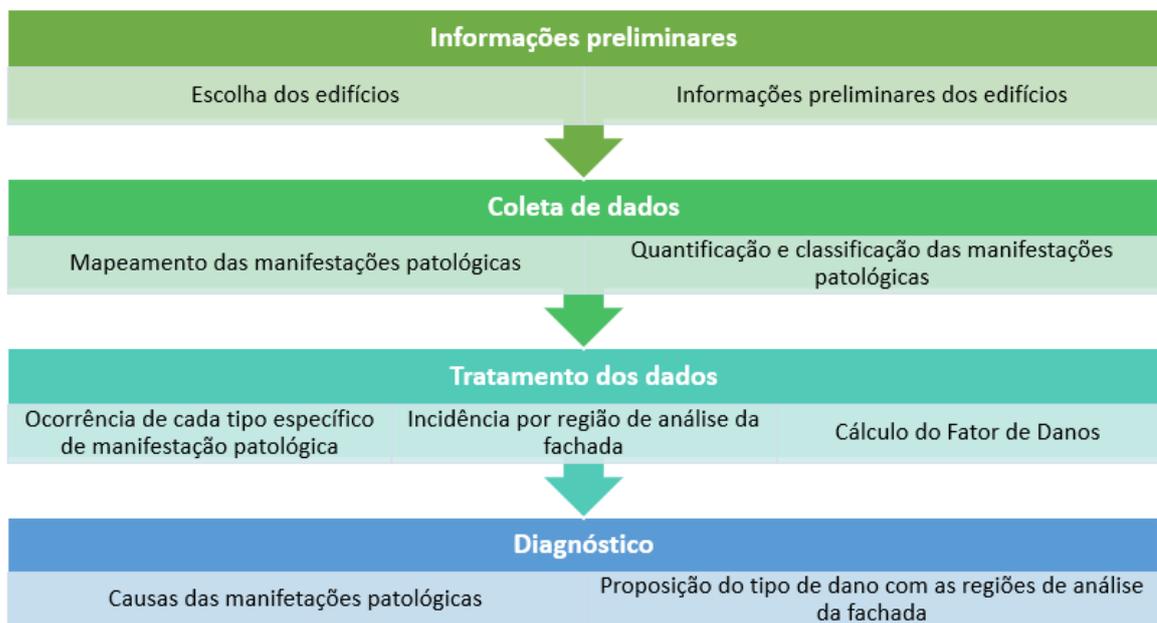
Silva (2014) também demonstrou em seu trabalho a influência causada no Fator de Danos (FD) pelo tipo de dano, idade das fachadas, orientação das fachadas, altura da fachada na ocorrência do dano, região de análise das fachadas e empenas das fachadas.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada neste estudo é baseada na ferramenta desenvolvida por Gaspar e Brito (2005) e adaptada por Antunes (2010) e Silva (2014), a qual associa manifestações patológicas a regiões de incidência nas fachadas.

Apresenta-se como uma metodologia prática, capaz de avaliar fachadas degradadas através do levantamento das manifestações patológicas encontradas em fachadas de edifícios. A ferramenta baseia-se na sequência de quatro procedimentos básicos: informações preliminares, coleta de dados, tratamento dos dados e diagnóstico, ambos apresentados na figura 25.

Figura 25 - Fluxograma da metodologia adotada neste estudo



(fonte: elaborada pelo autor)

5.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES

A fase inicial consistiu basicamente na escolha dos edifícios seguido do levantamento de dados preliminares. Para a escolha, analisaram-se, em vários bairros, possíveis edificações

revestidas com material cerâmico que estivessem com variados problemas de manifestações patológicas aparentes. Após a escolha dos edifícios, iniciou-se o levantamento do máximo de informações possíveis, fornecendo características arquitetônicas, tipo de uso do edifício, idade, orientação solar e dimensões do material de revestimento. Estas informações foram obtidas com a ajuda dos moradores, porteiros, zeladores e síndicos de cada edifício analisado.

Nesta fase também foram realizados os desenhos das fachadas em escala, facilitando a coleta de dados. Para fazer os desenhos, mediu-se as dimensões das pastilhas cerâmicas e dos rejuntas (encontrados nos pilares do pilotis e/ou paredes do térreo), e através de fotografias, quantificou-se as peças cerâmicas presentes em todos detalhes da fachada, resultando nas dimensões reais da amostra.

5.2 COLETA DE DADOS

Nesta etapa realizou-se o registro das manifestações patológicas num croqui das fachadas analisadas dos edifícios amostras e, para auxiliar as etapas futuras, foram feitos registros fotográficos dos problemas encontrados. Foram coletados dados de dez fachadas principais de edifícios alternados e considerou-se cada uma delas como uma amostra, independente de área ou composição.

Na coleta de dados, não foram considerados os planos verticais perpendiculares ao plano vertical principal da fachada, devido ao fato de terem diferentes situações de orientação solar, ventos e chuvas incidentes.

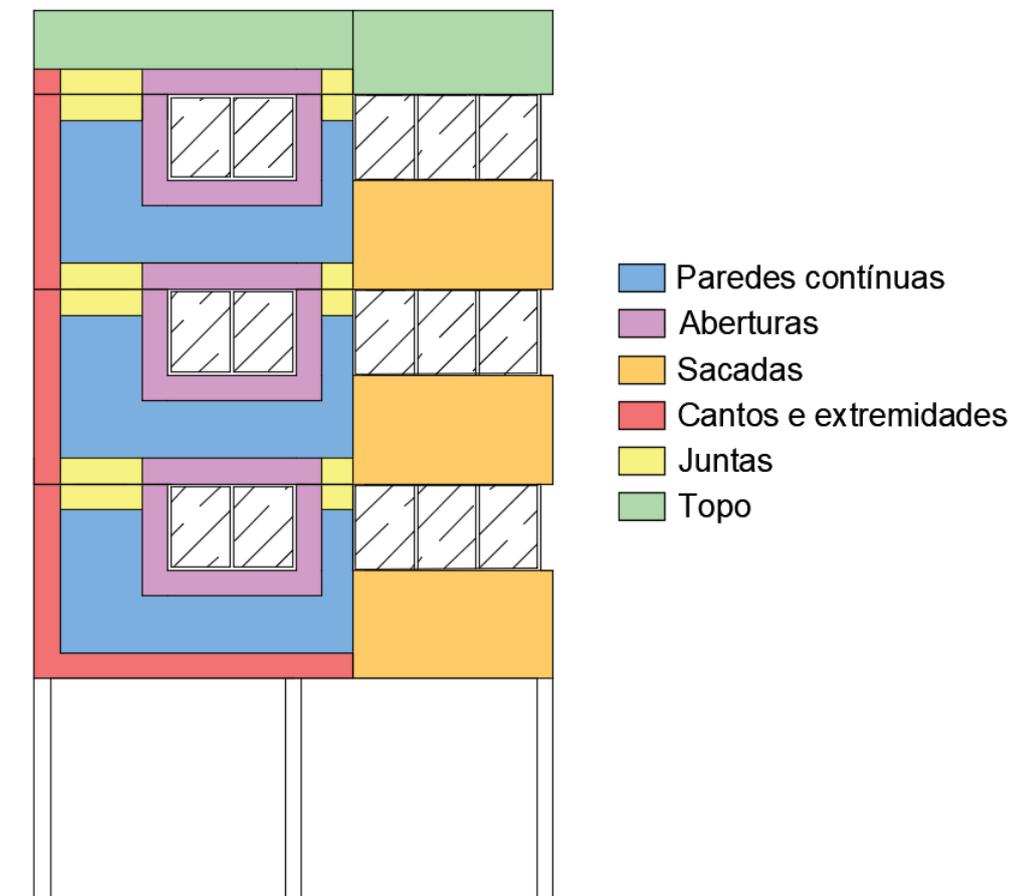
Para este estudo, considerou-se apenas algumas manifestações patológicas dos revestimentos cerâmicos, sendo as mesmas, possíveis de serem observadas em uma inspeção visual:

- a) deslocamento
- b) descolamento
- c) fissuração
- d) eflorescência
- e) manchamento

Nos casos aonde foram encontradas trocas de pastilhas e placas cerâmicas visíveis no revestimento (por possuírem cor e brilho diferentes), e caso não se tenha registro fotográfico mostrando o deslocamento, estas regiões foram consideradas com descolamento.

Procedeu-se com a divisão das fachadas em seis regiões de análise: Paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, juntas e topo, conforme observa-se na figura 26.

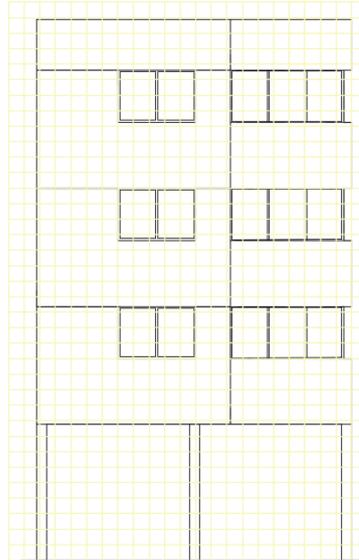
Figura 26 - Representação esquemática das regiões de análise das fachadas



(fonte: elaborada pelo autor)

Para a quantificação e classificação dos danos, assim como Silva (2014), foi sobreposta uma malha nas amostras mapeadas, auxiliando na contagem das manifestações patológicas. Neste trabalho, utilizou-se uma malha de 0,40m x 0,40m, equivalente a uma área de 0,16 m², buscando uma maior precisão na quantificação, conforme observa-se na figura 27.

Figura 27 - Representação esquemática da fachada com malha de 0,40m x 0,40m



(fonte: elaborada pelo autor)

Cada unidade da malha sobreposta à alguma manifestação patológica, considera-se como 1 dano, sendo este, diferenciado pelo tipo da manifestação patológica e pela região aonde foi encontrado. No caso das regiões dos cantos e extremidade, juntas e aberturas, foi considerado como área afetada as dimensões de uma unidade de malha, 40 cm. Os dados quantificados ficaram registrados em fichas de quantificação, conforme a figura 28.

Figura 28 - Modelo de ficha para quantificação das manifestações patológicas

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício:						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
1°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
3°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
...						
Último	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Topo					

(fonte: elaborada pelo autor)

5.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados quantificados na etapa anterior, foram organizados por fachada, da seguinte maneira:

- a) ocorrência de cada tipo específico de manifestação patológica;
- b) incidência por região de análise da fachada;
- c) fator de dano por área.

Apresenta-se a ocorrência dos diferentes tipos de manifestações patológicas por meio de gráficos de setores (pizza) e confeccionam-se mapas de incidência com base na representação esquemática das regiões demonstradas na figura 26. Utilizando a equação 1, foi calculado para todas as amostras, o Fator de Danos (FD), conforme Silva (2014).

$$FD = \frac{A_d}{A} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

FD = fator de danos da fachada (%);

A_d = área de manifestações patológicas da amostra (m^2);

A = área total da fachada (m^2).

5.3 DIAGNÓSTICO

Na última etapa, estimou-se as prováveis causas das manifestações patológicas, baseando-se nos mecanismos de ocorrência das mesmas e associando-se o tipo de dano no revestimento com a região de incidência da fachada.

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os edifícios selecionados como amostra para este trabalho possuem duas semelhanças principais: apresentam manifestações patológicas aparentes em sua fachada principal revestida com material cerâmico e localizam-se em áreas próximas na cidade de Porto Alegre. Optou-se por não selecionar edifícios pela idade, sistema construtivo, altura e orientação solar, tentando com isso, constatar-se uma correlação dos resultados encontrados com as variáveis citadas. Cabe ressaltar que para a coleta de dados foram realizadas inspeções estritamente visuais, apenas com auxílio de um binóculo e registros fotográficos.

A amostra total analisada consistiu em dez edifícios (denominados de A à J), espalhados pelos bairros: Bom Fim, Independência, Bela Vista, Auxiliadora, Três Figueiras e Petrópolis. Na figura 29 pode-se visualizar a localização dos edifícios analisados em um mapa de Porto Alegre e nos itens 6.1 a 6.10, a seguir, serão apresentadas as edificações, os resultados individuais e os respectivos diagnósticos.

Figura 29 - Mapa de Porto Alegre com a localização dos edifícios analisados



(fonte: Google Maps, 2018)

6.1 EDIFÍCIO A

6.1.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício A:

- Número de pavimentos: 11 pavimentos;
- Idade: 37 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Oeste;
- Área da fachada analisada: 289 m²;
- Localização: Rua Fernandes Vieira, Bom Fim - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas de cor clara (2 x 2 cm) e na cor azul (2,5 x 2,5 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis, com três planos verticais diferentes. Possui vãos de espera para ar condicionado sob todas as janelas.

A localização do edifício A e seu entorno podem ser observados na figura 30, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 31.

Figura 30 - Localização do edifício A: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 31 - Vista da fachada analisada do edifício A: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada

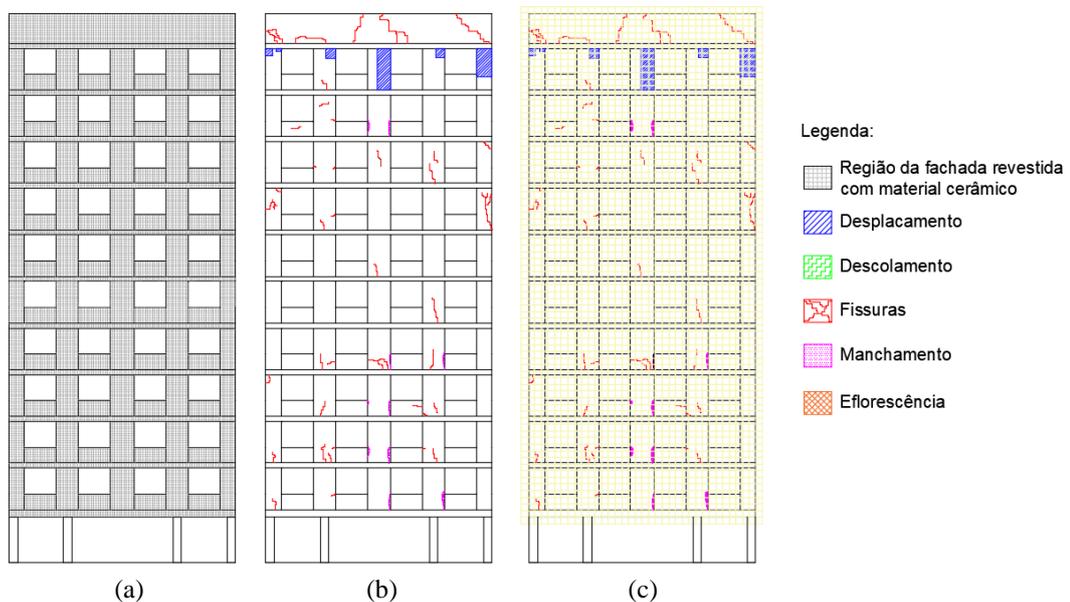


(fonte: autor, 2018)

6.1.2 Coleta de dados

Na figura 32a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 32b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício A e na figura 32c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 32 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

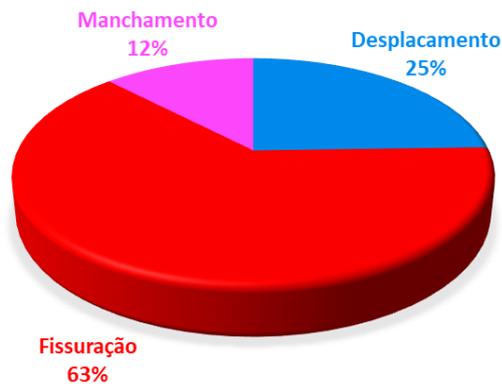


(fonte: elaborada pelo autor)

6.1.3 Tratamento dos dados

A figura 33 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício A, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é a fissuração, seguida pelo deslocamento e o manchamento.

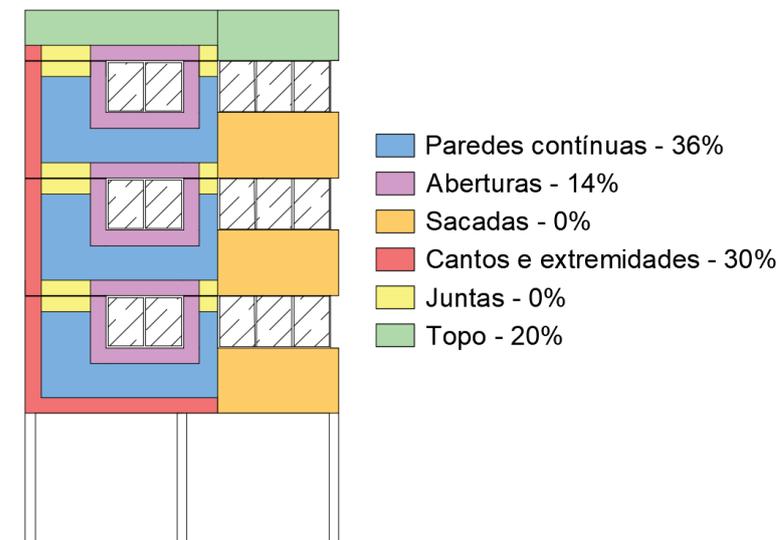
Figura 33 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício A



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 34, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício A. Verifica-se que a região de paredes contínuas apresenta a maior incidência, seguida pela região dos cantos e extremidades, topo e aberturas.

Figura 34 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício A



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 6 apresenta o Fator de Danos do edifício A.

Quadro 6 - Fator de dano do edifício A

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
212	0,16	33,92	289	0,117

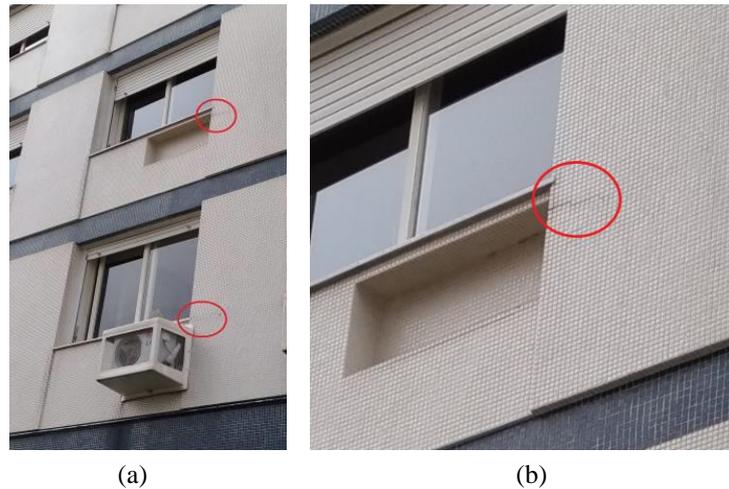
(fonte: elaborado pelo autor)

6.1.4 Diagnóstico

A partir da inspeção visual do edifício A, observou-se que a maioria das manifestações patológicas ocorreram nos últimos pavimentos por conta das maiores tensões observadas neste local, corroborando com as pesquisas de Thomaz (1989), Medeiros e Sabbatini (1999) e Barros e Sabbatini (2001). O problema foi intensificado pela ausência de juntas de movimentação, as quais, segundo Beltrame e Loh (2009), são responsáveis por permitir as movimentações causadas por estas tensões. As manifestações patológicas estão distribuídas entre todas as regiões de análise, com destaque para as paredes contínuas (36%).

A manifestação patológica com maior ocorrência foi a fissuração (63%), muitas delas podem ser vinculadas ao desgaste e envelhecimento natural dos materiais, devido à idade elevada da edificação (37 anos) e falta de manutenção. Porém cabe ressaltar que todas as fissuras encontradas nas aberturas, localizam-se na região do peitoril, local com grande concentração de tensões de acordo com Moch (2009) e Zucchetti (2010), e sempre do lado da janela em que são encontrados os vãos de espera para o ar condicionado, com isso, pode-se deduzir que este detalhe construtivo, influencia na distribuição das tensões do local, causando a fissuração na região. Na figura 35 pode-se visualizar melhor a manifestação patológica identificada no local.

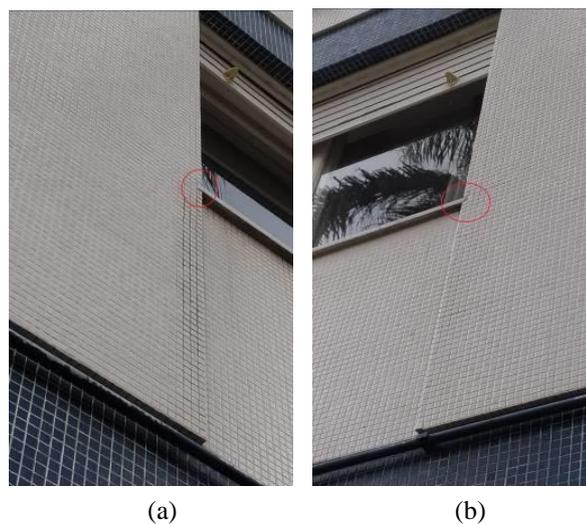
Figura 35 - Fissuras na região das aberturas: (a) vista geral; (b) detalhe da fissura



(fonte: autor, 2018)

Outro detalhe construtivo que pode ter influenciado no aparecimento das manifestações patológicas referente ao manchamento, é o avanço do peitoril no plano vertical da fachada. Nas janelas onde o peitoril está avançado em relação ao plano vertical da região entre as aberturas, ocorreu o escoamento da sujeira acumulada neste plano horizontal, causando o manchamento do revestimento nesta região, em concordância com o observado por Moch (2009) e Zucchetti (2016). Na figura 36 pode-se observar a diferença entre os peitoris e o desempenho de cada um deles.

Figura 36 – (a) Peitoril avançado; (b) peitoril rente ao plano



(fonte: autor, 2018)

6.2 EDIFÍCIO B

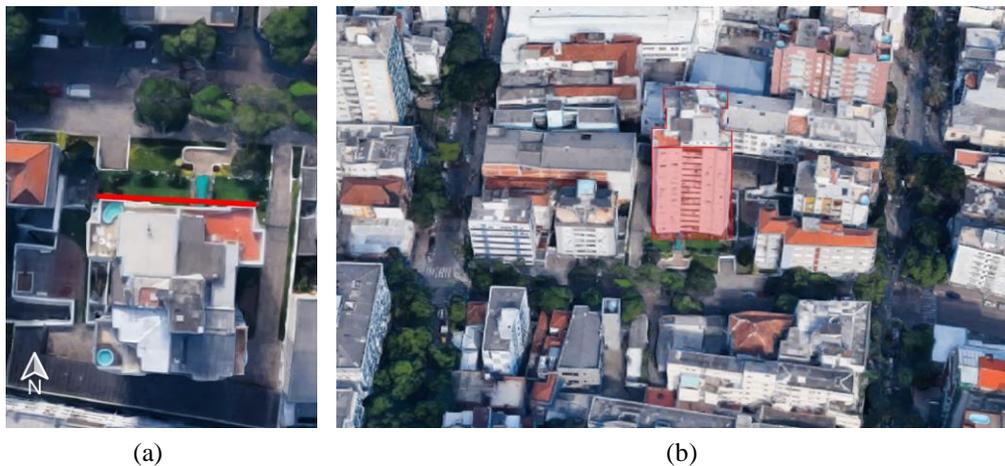
6.2.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício B:

- Número de pavimentos: 15 pavimentos;
- Idade: 40 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Norte;
- Área da fachada analisada: 389 m²;
- Localização: Rua Vasco da Gama, Bom Fim - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas de cor clara (2 x 2 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com três planos verticais diferentes. Fachada mista, revestida com material cerâmico e argamassa com pintura.

A localização do edifício B e seu entorno podem ser observados na figura 37, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 38.

Figura 37 - Localização do edifício B: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 38 - Vista da fachada analisada do edifício B: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada

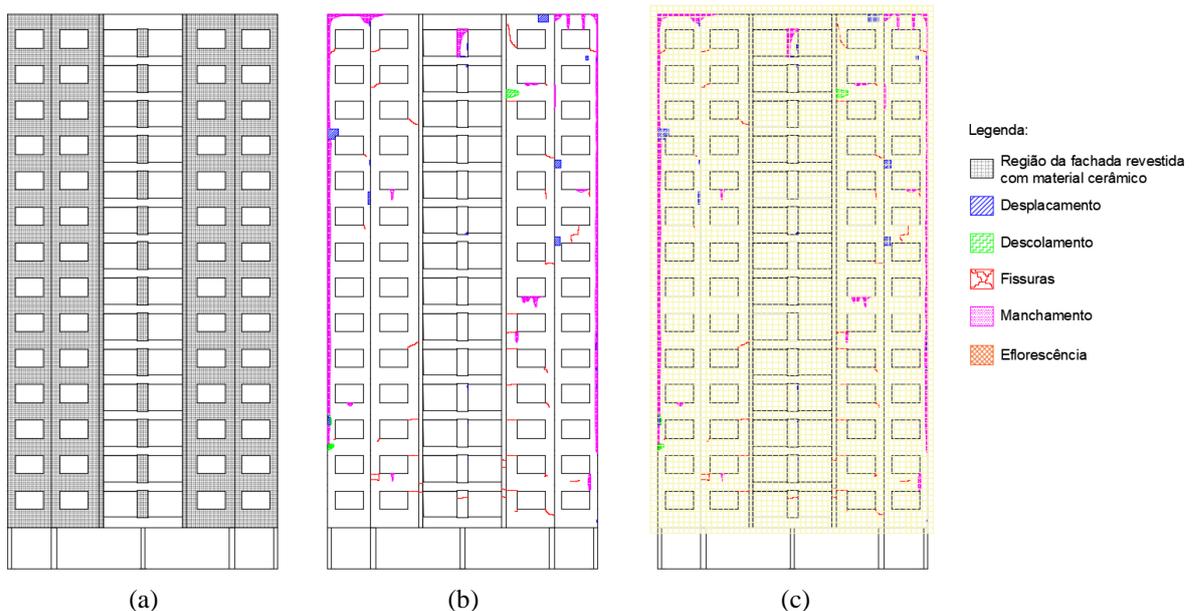


(fonte: autor, 2018)

6.2.2 Coleta de dados

Na figura 39a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 39b pode-se identificar as manifestações patológicas encontradas no edifício B e na figura 39c pode-se verificar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 39 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

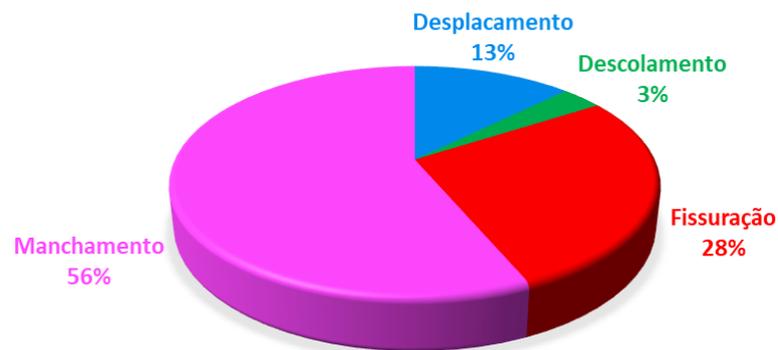


(fonte: elaborada pelo autor)

6.2.3 Tratamento dos dados

A figura 40 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício B, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o manchamento, seguido pela fissuração, deslocamento e o descolamento.

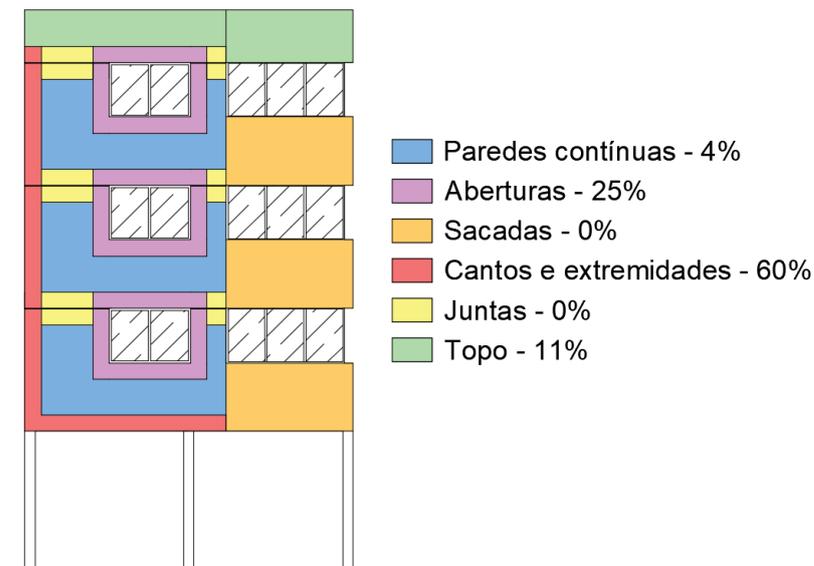
Figura 40 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício B



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 41, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício B. Verifica-se que a região dos cantos e extremidades apresenta a maior incidência, seguida pela região das aberturas, topo e paredes contínuas.

Figura 41 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício B



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 7 apresenta o Fator de Danos do edifício B.

Quadro 7 - Fator de dano do edifício B

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
395	0,16	63,2	389	0,162

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2.4 Diagnóstico

A fachada analisada do edifício B apresenta os cantos e extremidades (60%) como região mais afetada, e associado a isto, tem-se o manchamento (56%) como manifestação patológica mais ocorrente, provavelmente pelo fato da fachada sofrer uma maior incidência de chuva dirigida no topo e nas laterais, causando um maior umedecimento nestes locais, em conformidade com as pesquisas de Petrucci (2000), Melo Junior (2010) e Poyastro (2011). Esta umidade ajuda na degradação do revestimento, podendo levar ao descolamento e deslocamento cerâmico, como mostra da figura 42.

Figura 42 - (a) Manchamento nas extremidades da fachada; (b) descolamento e deslocamento causados pela umidade do local



(a)

(b)

(fonte: autor, 2018)

Também se encontra no edifício B, uma grande quantidade de fissuras (28%) no entorno das esquadrias, sendo elas responsáveis pelo alto índice de incidência na região das aberturas (25%). Analisando as configurações típicas das fissuras desta fachada, em concordância com Moch (2009), pode-se alegar que possivelmente as principais causas são inexistência ou ineficácia das vergas e contravergas, e problemas de aderência na interface concreto/alvenaria. A figura 43 mostra as principais configurações das fissuras encontradas no edifício B.

Figura 43 – Fissuras no vão da esquadria: (a) inclinada no vértice inferior; (b) horizontal na extremidade superior



(fonte: autor, 2018)

6.3 EDIFÍCIO C

6.3.1 Apresentação

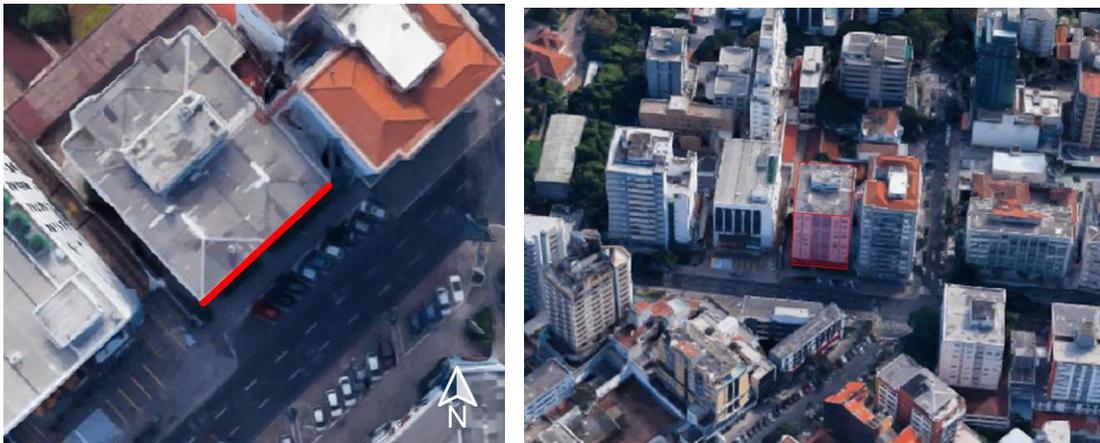
A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício C:

- Número de pavimentos: 9 pavimentos;
- Idade: 45 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Sudeste;
- Área da fachada analisada: 311 m²;

- Localização: Rua 24 de Outubro, Independência - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas de cor clara (2 x 2 cm), na cor azul claro (2 x 2 cm) e na cor azul marinho (2 x 2 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com três planos verticais diferentes. Possui duas faixas de 40 cm de largura recuadas 6 cm do plano vertical principal por toda extensão da fachada.

A localização do edifício C e seu entorno podem ser observados na figura 44, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 45.

Figura 44 - Localização do edifício C: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 45 - Vista da fachada analisada do edifício C: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

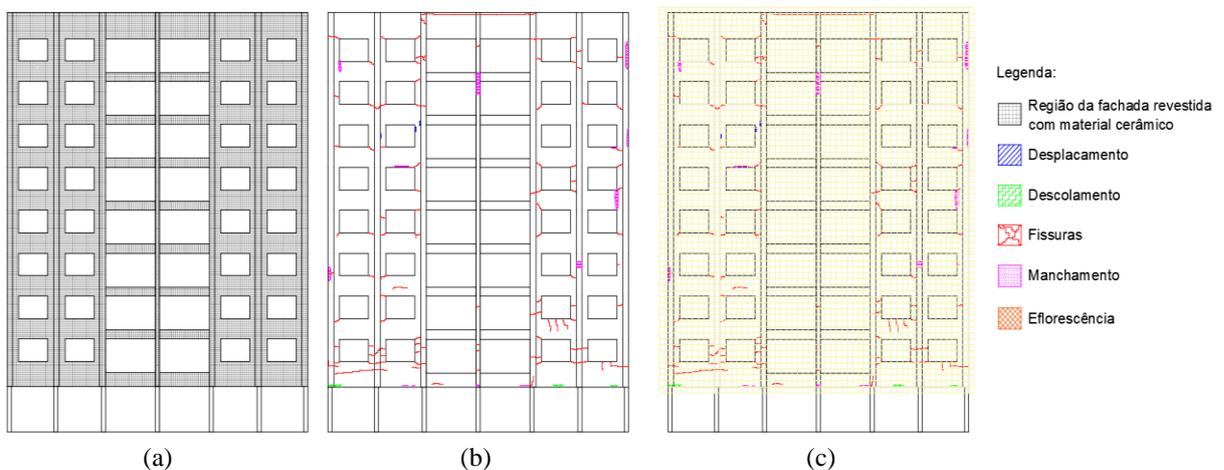
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.3.2 Coleta de dados

Na figura 46a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 46b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício C e na figura 46c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 46 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

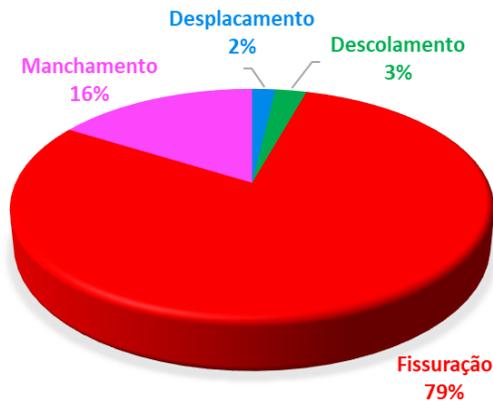


(fonte: elaborada pelo autor)

6.3.3 Tratamento dos dados

A figura 47 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício C, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é a fissuração, seguida pelo manchamento, descolamento e o deslocamento.

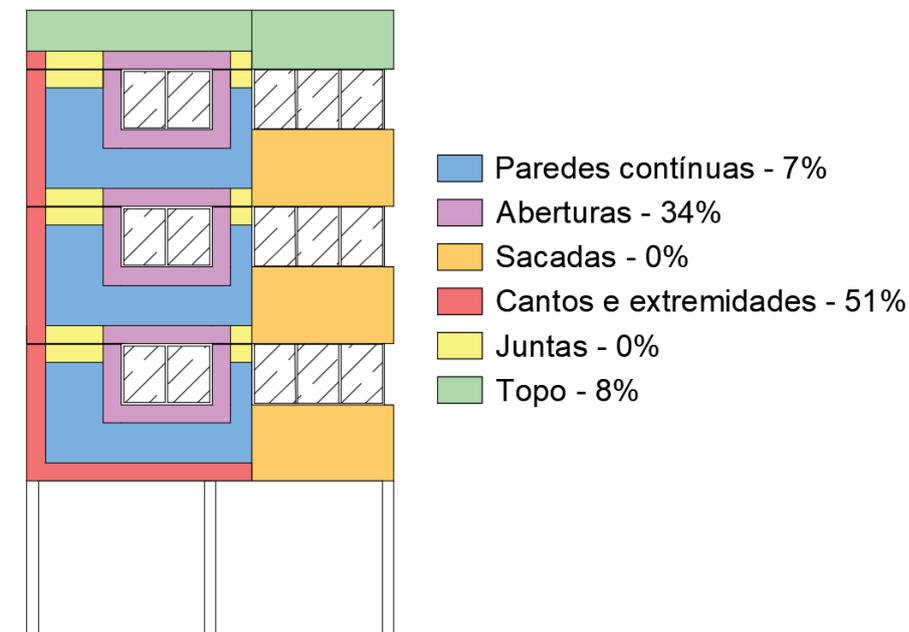
Figura 47 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício C



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 48, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício C. Verifica-se que a região dos cantos e extremidades apresenta a maior incidência, seguida pela região das aberturas, topo e paredes contínuas.

Figura 48 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício C



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 8 apresenta o Fator de Danos do edifício C.

Quadro 8 - Fator de dano do edifício C

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
321	0,16	51,36	311	0,165

(fonte: elaborado pelo autor)

6.3.4 Diagnóstico

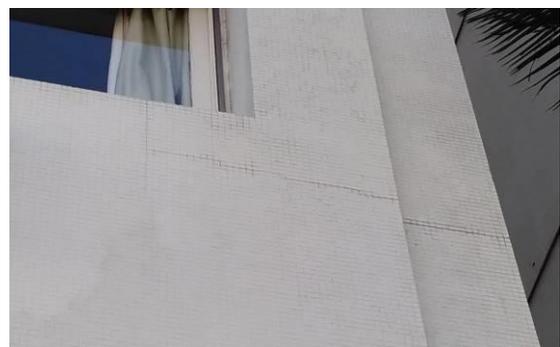
Na fachada analisada do edifício C constatou-se preponderantemente a ocorrência de fissuração (79%), sendo as mesmas localizadas principalmente nos primeiros e últimos pavimentos, devido à grande concentração de tensões nestes locais, como demonstrado por Barros e Sabbatini (2001). Este edifício é o mais antigo entre as amostras (46 anos), sendo nítido o desgaste e o envelhecimento do material cerâmico utilizado, condição que tem expressiva influência na grande quantidade de manifestações patológicas encontradas.

A amostra apresenta os cantos e extremidade (51%) como região mais vulnerável, devido ao fato que os planos verticais se alternam durante toda a largura da fachada, criando vários cantos próximos as aberturas, fazendo com que as fissuras iniciadas nas esquadrias se estendam até a quina mais próxima, devido a fragilidade do local. A figura 49 mostra algumas fissuras encontradas nos primeiros pavimentos.

Figura 49 – (a) Fissura horizontal ao longo da fachada no segundo pavimento; (b) fissura saindo do vão da esquadria e indo até a extremidade da fachada



(a)



(b)

(fonte: autor, 2018)

64 EDIFÍCIO D

6.4.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício D:

- Número de pavimentos: 9 pavimentos;
- Idade: 22 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Leste;
- Área da fachada analisada: 221 m²;
- Localização: Rua Ciro Gavião, Bela Vista - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor azul marinho (10 x 10 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com dois planos verticais diferentes. Fachada mista, revestida com material cerâmico e pétreo.

A localização do edifício D e seu entorno podem ser observados na figura 50, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 51.

Figura 50 - Localização do edifício D: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 51 - Vista da fachada analisada do edifício D: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada

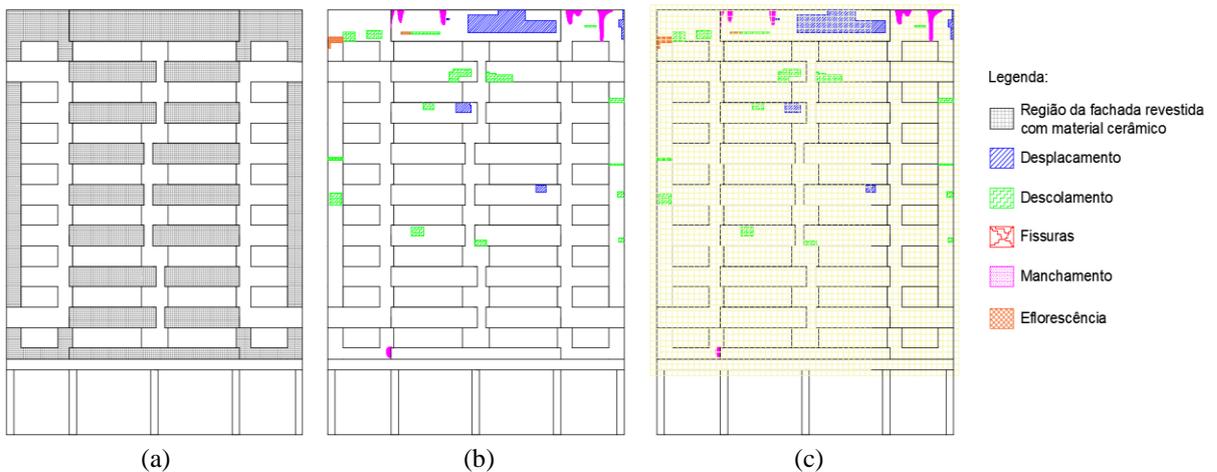


(fonte: autor, 2018)

6.4.2 Coleta de dados

Na figura 52a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 52b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício D e na figura 52c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 52 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

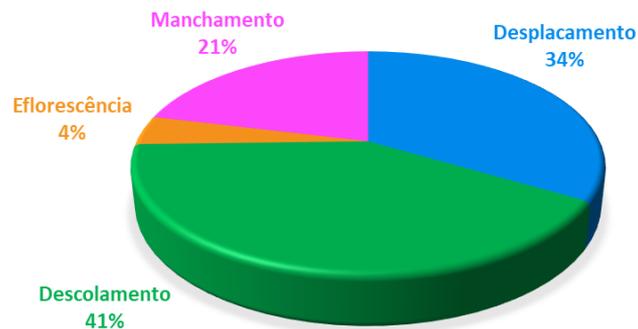


(fonte: elaborada pelo autor)

6.4.3 Tratamento dos dados

A figura 53 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício D, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o descolamento, seguido pelo deslocamento, manchamento e eflorescência.

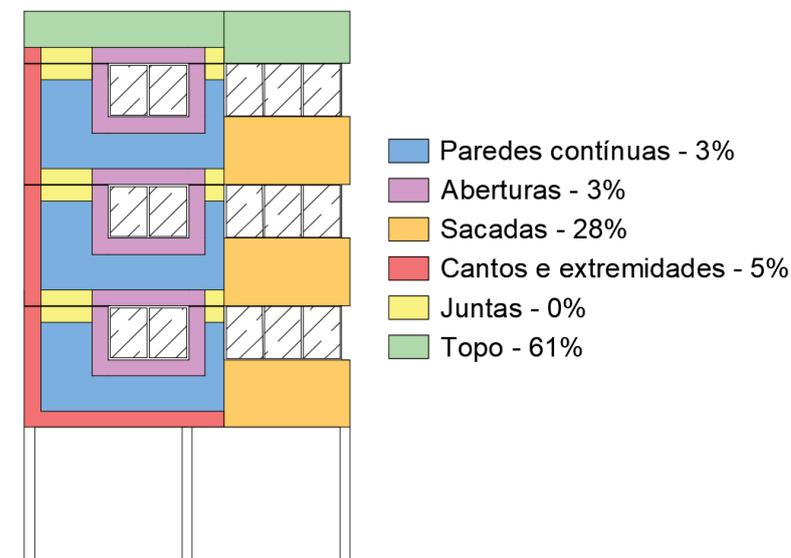
Figura 53 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício D



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 54, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício D. Verifica-se que a região do topo apresenta a maior incidência, seguido pela região das sacadas, cantos e extremidades, aberturas e paredes contínuas.

Figura 54 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício D



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 9 apresenta o Fator de Danos do edifício D.

Quadro 9 - Fator de dano do edifício D

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
236	0,16	37,76	221	0,171

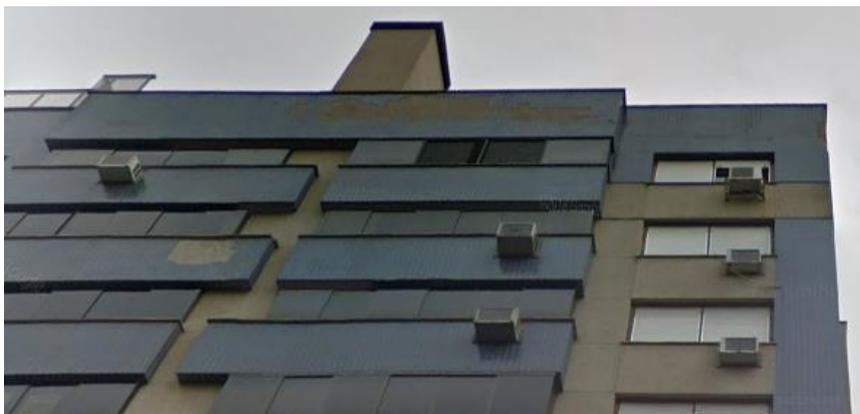
(fonte: elaborado pelo autor)

6.4.4 Diagnóstico

Descolamentos (41%) e deslocamentos (34%) destacam-se no edifício D como as manifestações patológicas de maior ocorrência, sendo o topo (61%) a região mais afetada, conforme pode-se observar na figura 55. Estes resultados podem ser vinculados as solicitações térmicas, conforme Thomaz (1989), agravadas pela coloração escura das pastilhas cerâmicas, as quais, segundo Antunes (2010), absorvem mais radiação solar, favorecendo o aquecimento mais acentuado do revestimento (que se constitui de materiais com características físico-mecânicas diferentes entre si), gerando esforços que podem romper os materiais de menor resistência.

Outro agravante dos descolamentos pode ter sido a inexistência ou ineficácia dos lacrimais, ocorrendo com isso, a infiltração da água da chuva pela interface entre o peitoril e revestimento, conforme aponta Zucchetti (2016). Os manchamentos no topo podem ser vinculados à maior exposição do local a chuva incidente, em conformidade com as pesquisas de Petrucci (2000), Melo Junior (2010) e Poyastro (2011).

Figura 55 - Desplacamentos no topo e sacada do edifício D



(fonte: Google Maps, 2018)

6.5 EDIFÍCIO E

6.5.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício E:

- Número de pavimentos: 10 pavimentos;
- Idade: 7 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Oeste;
- Área da fachada analisada: 183 m²;
- Localização: Rua Artur Rocha, Auxiliadora - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Sim, uma junta a cada pavimento tipo;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor marrom claro (5 x 5 cm) e na cor marrom escuro (5 x 5 cm);
- Características arquitetônicas: A fachada possui dois planos verticais.

A localização do edifício E e seu entorno podem ser observados na figura 56, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 57.

Figura 56 - Localização do edifício E: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 57 - Vista da fachada analisada do edifício E: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

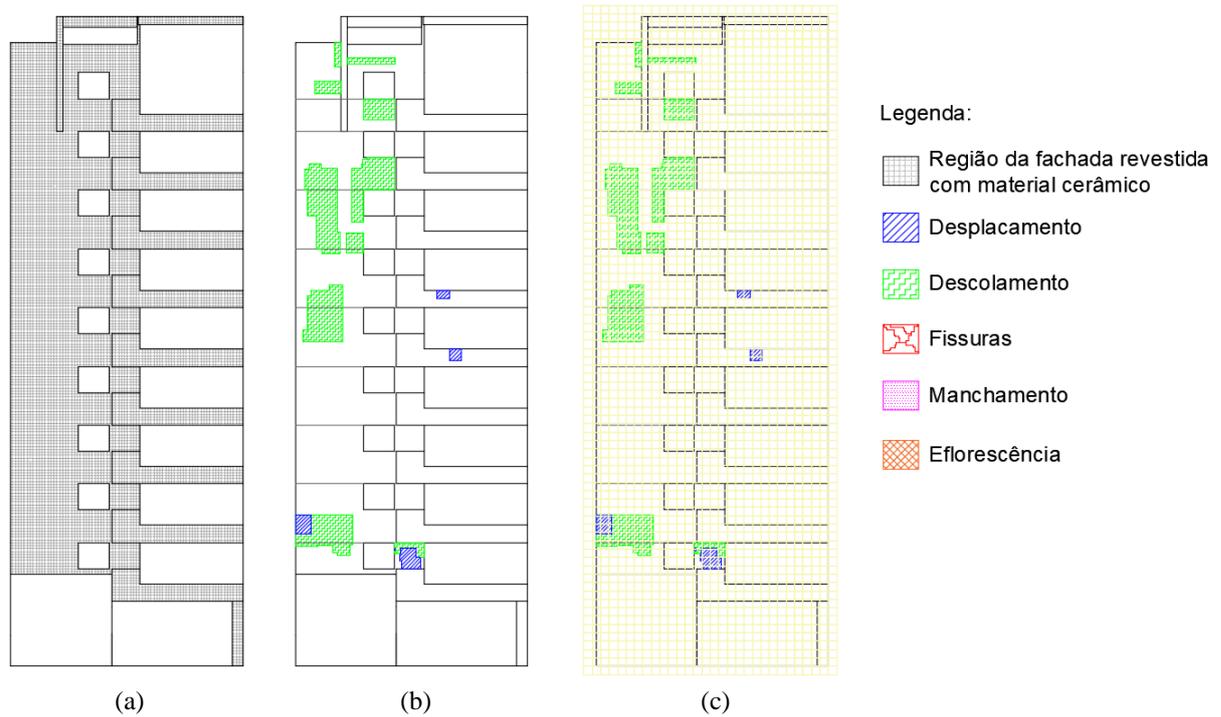
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.5.2 Coleta de dados

Na figura 58a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 58b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício E e na figura 58c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 58 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

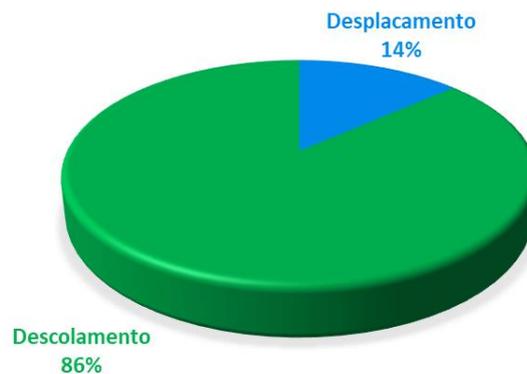


(fonte: elaborada pelo autor)

6.5.3 Tratamento dos dados

A figura 59 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício E, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o descolamento, seguido pelo deslocamento.

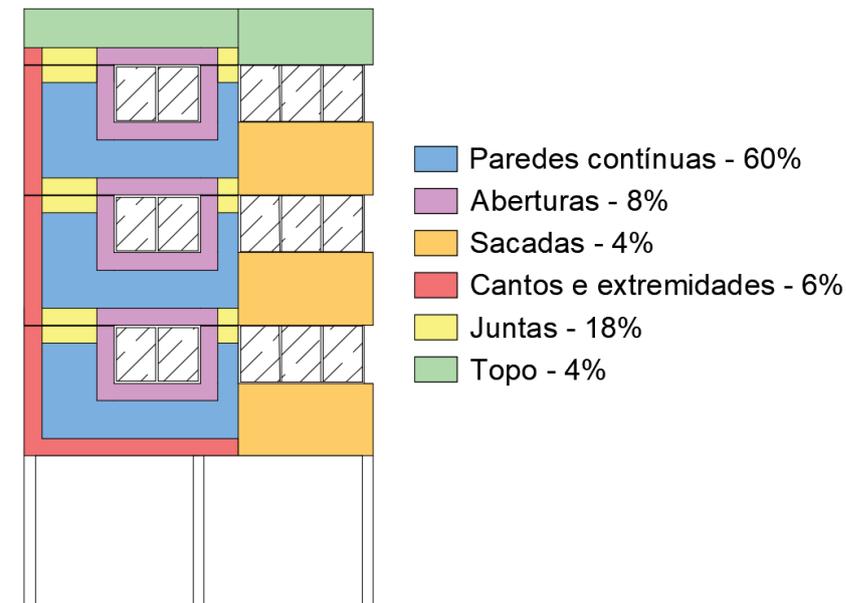
Figura 59 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício E



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 60 visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício E. Verifica-se que a região das paredes contínuas apresenta a maior incidência, seguida pela região das juntas, aberturas, cantos e extremidades, topo e sacadas.

Figura 60 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício E



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 10 apresenta o Fator de Danos do edifício E.

Quadro 10 - Fator de dano do edifício E

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
273	0,16	43,68	183	0,239

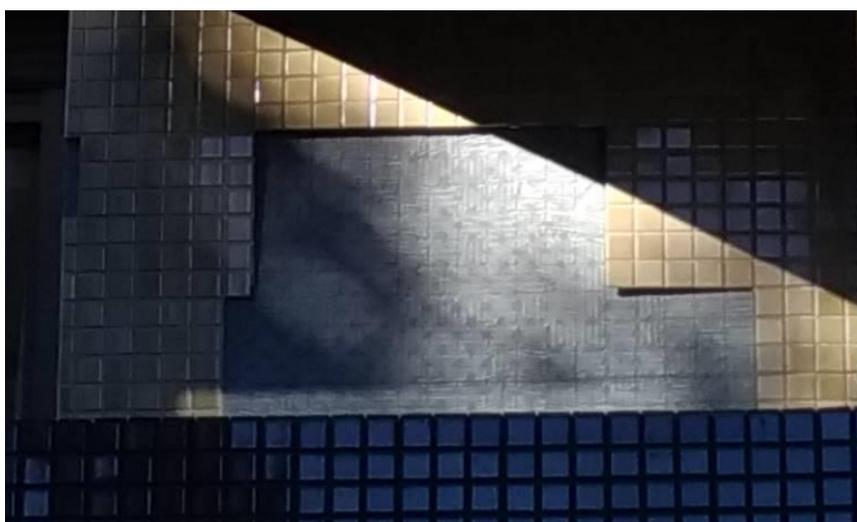
(fonte: elaborado pelo autor)

6.5.4 Diagnóstico

A fachada analisada do edifício E apresenta as paredes contínuas (60%) como região mais afetada e possui vastos problemas de descolamento (86%) e deslocamento (14%) do revestimento, apesar de possuir apenas 7 anos de idade. A ocorrência destas manifestações

patológicas, de acordo com Roscoe (2008), pode estar atrelado a falhas no assentamento das peças cerâmicas, como o preenchimento incompleto do tardez, pelo esmagamento inadequado dos filetes, e desrespeito ao tempo em aberto da argamassa colante. Na figura 61 é possível observar alguns cordões de argamassa colante não esmagados em uma região de deslocamento.

Figura 61 - Descolamento na fachada do edifício E



(fonte: autor, 2018)

A grande área com descolamento do revestimento cerâmico nas paredes contínuas também pode estar ligada a ineficiência das juntas de movimentação, as quais, segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), subdividem a superfície revestida de modo a formar painéis que suportem os efeitos das movimentações transmitidas pelo edifício e pelos fatores climáticos. A figura 62a mostra uma região danificada e a figura 62b mostra a mesma área reformada incorretamente, pois preencheu-se a junta de movimentação com argamassa para rejunte, o que provavelmente ocasionará em novas manifestação patológicas no local.

Figura 62 - (a) Região danificada na fachada do edifício E; (b) região reformada de maneira incorreta



(fonte: (a) Google Maps, 2018 e (b) autor, 2018)

6.6 EDIFÍCIO F

6.6.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício F:

- Número de pavimentos: 14 pavimentos;
- Idade: 14 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Oeste;
- Área da fachada analisada: 310 m²;
- Localização: Rua Artur Rocha, Auxiliadora - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: sim, duas juntas identificadas, no 4º e 12º pavimento;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor branca (10 x 5 cm), na cor azul marinho (2 x 2 cm) e na cor marrom (24 x 5 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com dois planos verticais diferentes, sendo um deles composto por faixas horizontais de largura diferente, presentes em todos os pavimentos.

A localização do edifício F e seu entorno podem ser observados na figura 63, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 64.

Figura 63 - Localização do edifício F: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 64 - Vista da fachada analisada do edifício F: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada

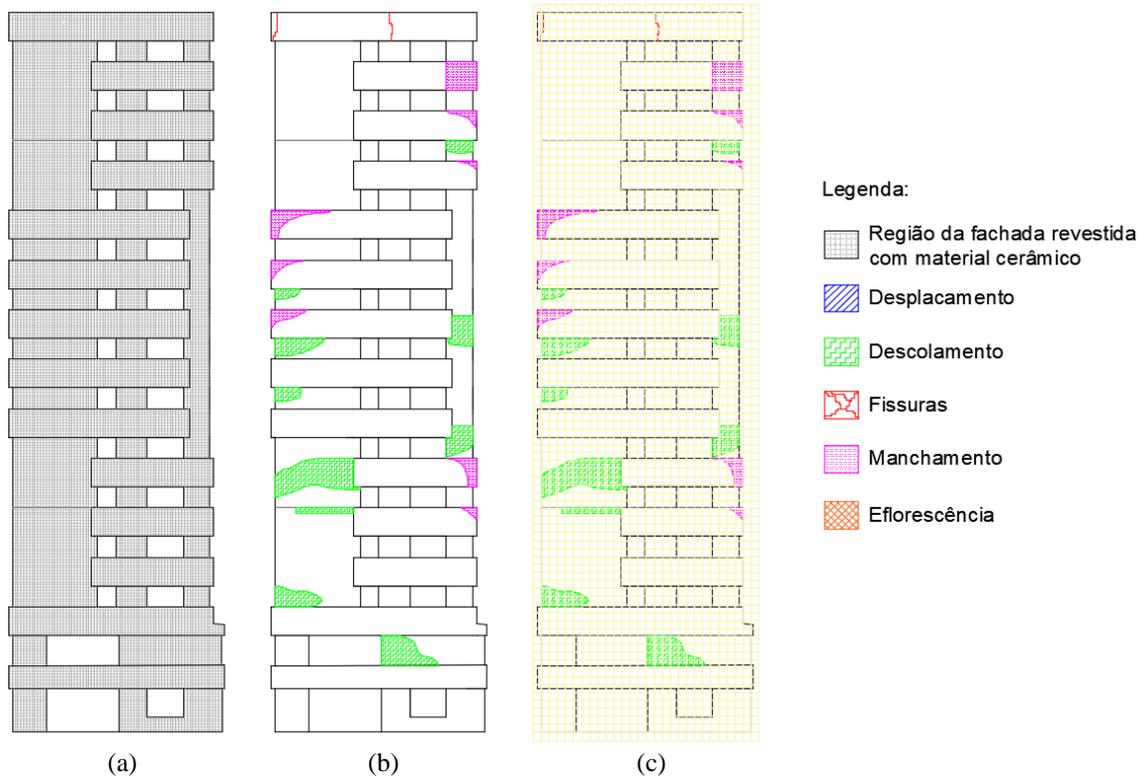


(fonte: autor, 2018)

6.6.2 Coleta de dados

Na figura 65a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 65b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício F e na figura 65c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 65 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

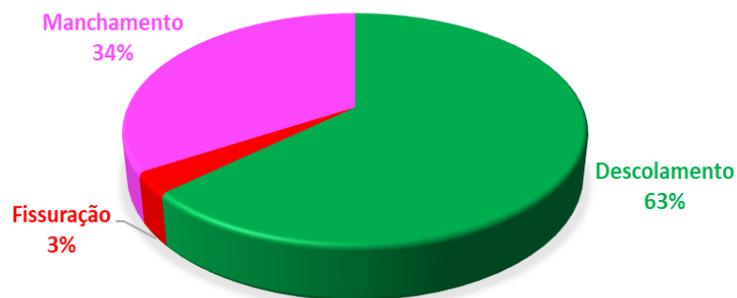


(fonte: elaborada pelo autor)

6.6.3 Tratamento dos dados

A figura 66 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício F, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o descolamento, seguido pelo manchamento e a fissuração.

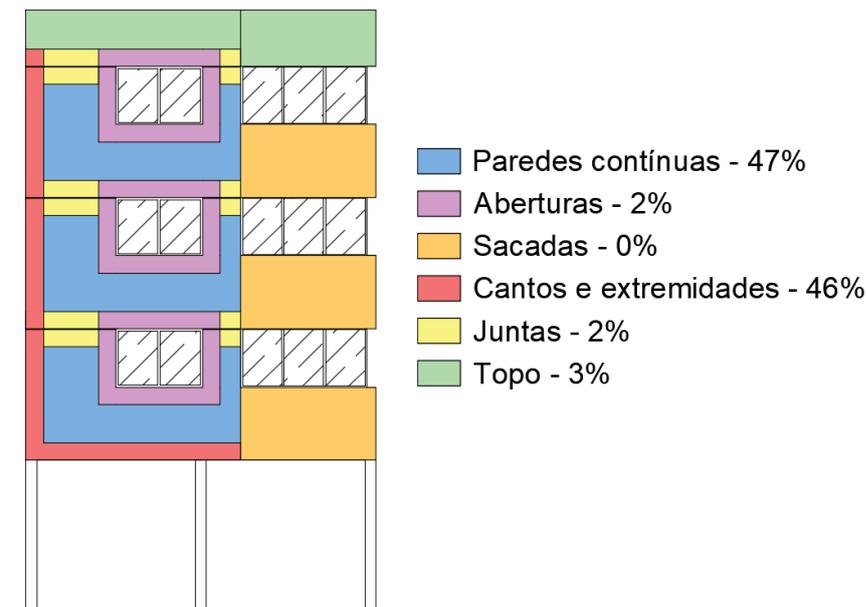
Figura 66 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício F



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 67, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício F. Verifica-se que a região das paredes contínuas apresenta a maior incidência, seguida pela região dos cantos e extremidades, topo, juntas e aberturas.

Figura 67 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício F



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 11 apresenta o Fator de Danos do edifício F.

Quadro 11 - Fator de dano do edifício F

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
298	0,16	47,68	310	0,154

(fonte: elaborado pelo autor)

6.6.4 Diagnóstico

A partir da inspeção visual do edifício F, observou-se algumas manchas escuras na região da fachada revestida com placas cerâmicas marrons. Estas áreas foram confirmadas pelo síndico do edifício, como áreas que tiveram a troca das placas cerâmicas, devido ao descolamento do

revestimento nesta região. Pode-se atrelar estes descolamentos, à existência de apenas duas juntas de movimentação em toda fachada, falhas no assentamento das peças e também devido a cor escura da placa cerâmica, como consta nos trabalhos de Roscoe (2008) e Antunes (2010). Desta maneira, atribuem-se os descolamentos (63%) à grande incidência de danos nas paredes contínuas (47%), A figura 68 mostra a área da fachada onde ocorreu a troca do revestimento.

Figura 68 - (a) Área onde ocorreu a troca do revestimento; (b) foto aproximada diferenciando o revestimento original do novo



(a)

(b)

(fonte: autor, 2018)

O edifício F contém avanços no plano vertical principal da fachada, os quais geram planos horizontais capazes de acumular sujeira, que juntamente com a ação do vento e da chuva, segundo Petrucci (2000), causam manchamentos na fachada durante a trajetória descendente da água da chuva. Os manchamentos são os responsáveis pela alta incidência nos cantos e extremidades (46%), os quais possuem grande área, devido aos avanços já citados.

6.7 EDIFÍCIO G

6.7.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício G:

- Número de pavimentos: 7 pavimentos;
- Idade: 12 anos;

- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Oeste;
- Área da fachada analisada: 111 m²;
- Localização: Rua Artur Rocha, Auxiliadora - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor bege (10 x 10cm) e na cor marrom (10 x 10cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com dois planos verticais diferentes.

A localização do edifício G e seu entorno podem ser observados na figura 69, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 70.

Figura 69 - Localização do edifício G: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 70 - Vista da fachada analisada do edifício G: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

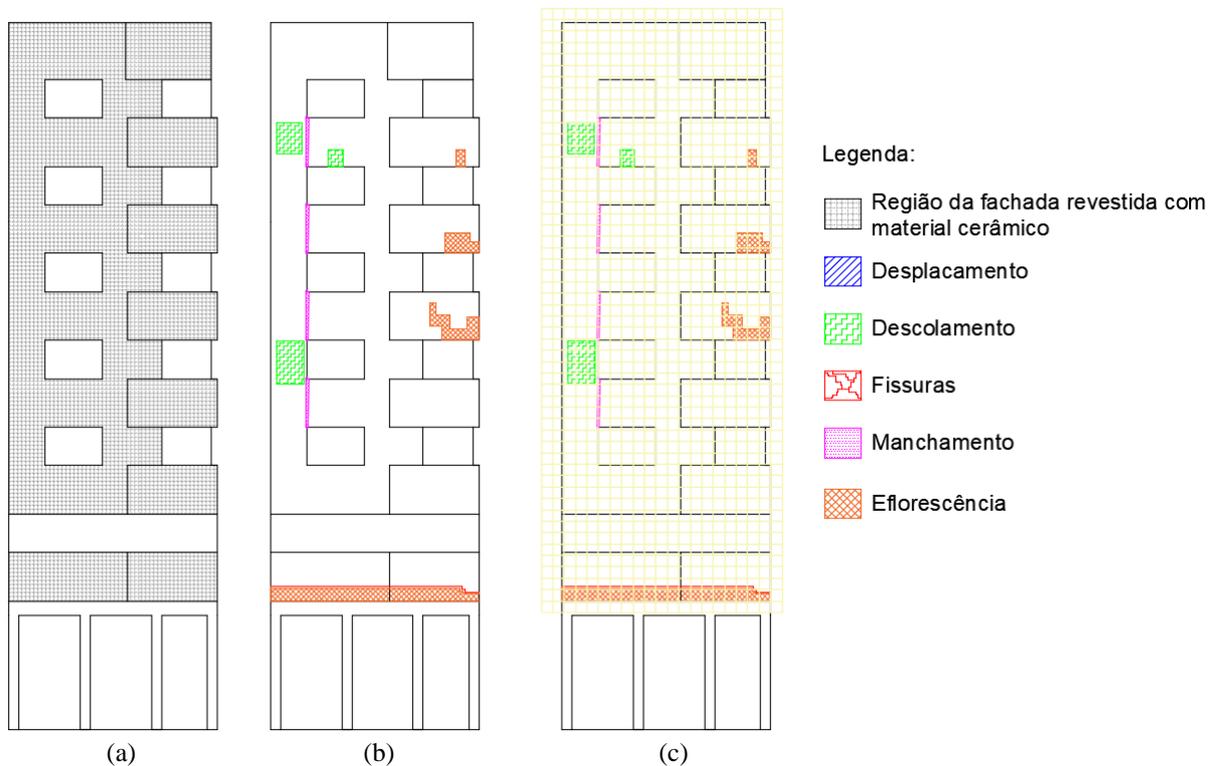
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.7.2 Coleta de dados

Na figura 71a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 71b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício G e na figura 71c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 71 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

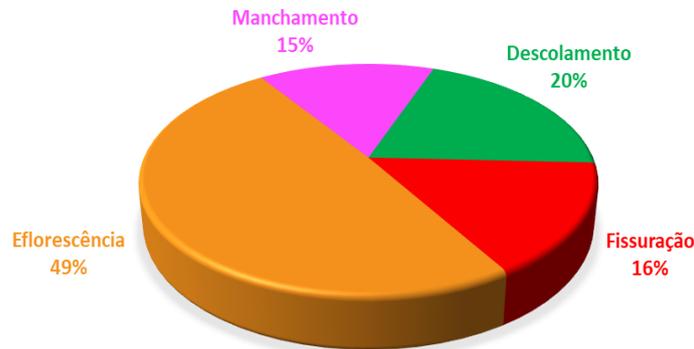


(fonte: elaborada pelo autor)

6.7.3 Tratamento dos dados

A figura 72 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício G, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é a eflorescência, seguida pelo descolamento, fissuração e o manchamento.

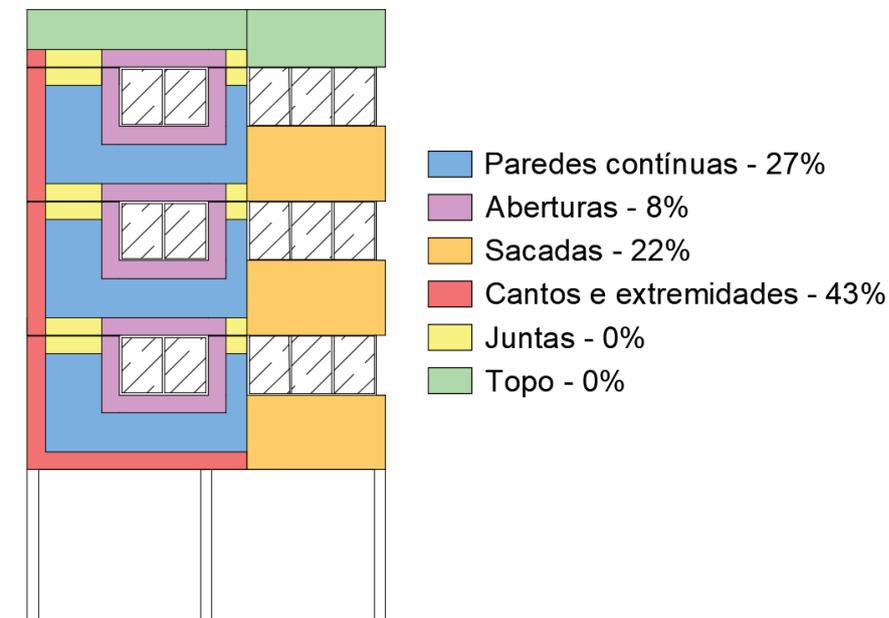
Figura 72 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício G



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 73, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício G. Verifica-se que a região dos cantos e extremidades apresenta a maior incidência, seguida pela região das paredes contínuas, sacadas e aberturas.

Figura 73 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício G



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 12 apresenta o Fator de Danos do edifício G.

Quadro 12 - Fator de dano do edifício G

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
134	0,16	21,44	111	0,193

(fonte: elaborado pelo autor)

6.7.4 Diagnóstico

A fachada do edifício G apresentou principalmente a ocorrência de eflorescência (49%) na região dos cantos e extremidades (43%) e sacadas (22%). Atribui-se este problema à falhas no revestimento responsáveis pela entrada de água da chuva no sistema, e a presença de sais solúveis em alguma das camadas do revestimento. A água ao sair pela argamassa de rejuntamento (material mais poroso da última camada), transportou as substâncias solúveis até a superfície do revestimento, conforme demonstrado por Barros e Sabbatini (2001).

A falha que ocasionou a entrada da água na região, como pode-se visualizar na figura 74, foi uma fissura na interface da laje com a alvenaria. Segundo Antunes (2010) e Thomaz (1989), esta fissura pode ter sido decorrente de movimentos diferenciais entre os elementos, causados pela deformação da estrutura (flecha excessiva da laje) ou pela variação térmica, intensificada pela cor escura da pastilha.

Figura 74 - Eflorescência na região da extremidade inferior da fachada do edifício G



(fonte: autor, 2018)

Nas regiões das sacadas, aonde também ocorreram eflorescências, visualmente não foi constatado a presença de fissuras, sendo possivelmente, a falha nas juntas de assentamento o meio de entrada da umidade no revestimento.

6.8 EDIFÍCIO H

6.8.1 Apresentação

A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício H:

- Número de pavimentos: 5 pavimentos;
- Idade: 19 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Oeste;
- Área da fachada analisada: 68 m²;
- Localização: Rua Pedro Chaves Barcelos, Auxiliadora - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas da cor bege (5 x 5 cm) e na cor verde (5 x 5 cm);
- Características arquitetônicas: Edifício erguido sobre pilotis com um plano vertical.

A localização do edifício H e seu entorno podem ser observados na figura 75, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 76.

Figura 75 - Localização do edifício H: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 76 - Vista da fachada analisada do edifício H: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

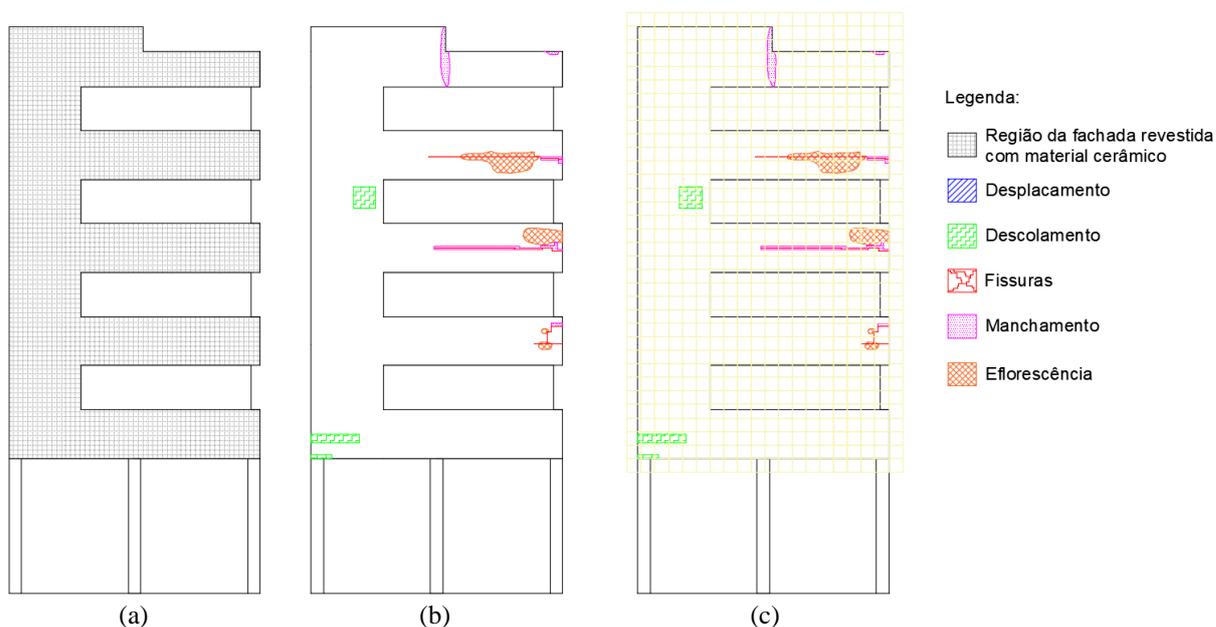
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.8.2 Coleta de dados

Na figura 77a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 77b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício H e na figura 77c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 77 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

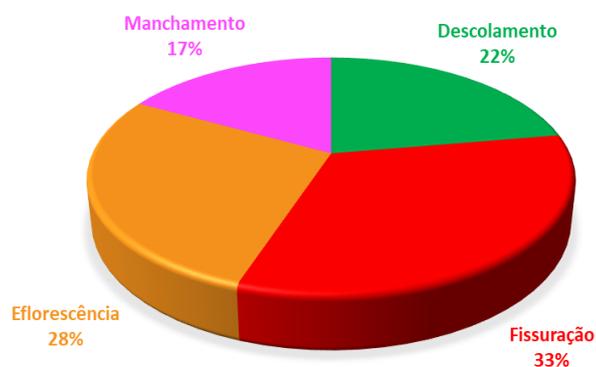


(fonte: elaborada pelo autor)

6.8.3 Tratamento dos dados

A figura 78 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício H, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é a fissuração, seguida pela eflorescência, descolamento e o manchamento.

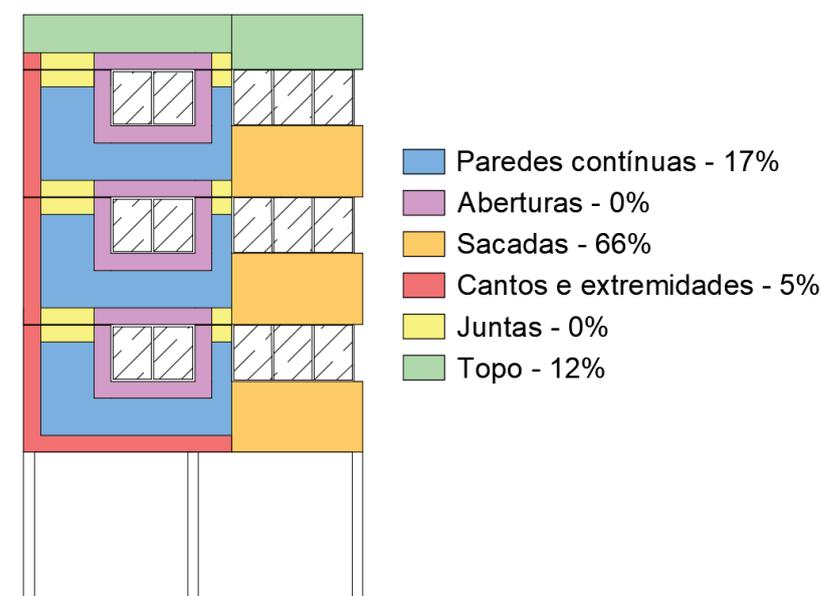
Figura 78 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício H



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 79, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício H. Verifica-se que a região das sacadas apresenta a maior incidência, seguida pela região das paredes contínuas, topo e cantos e extremidades.

Figura 79 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício H



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 13 apresenta o Fator de Danos do edifício H.

Quadro 13 - Fator de dano do edifício H

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
76	0,16	12,16	68	0,179

(fonte: elaborado pelo autor)

6.8.4 Diagnóstico

A fachada do edifício H apresentou uma elevada incidência de danos na região das sacadas (66%), sendo a fissuração (33%) e a eflorescência (28%) as manifestações patológicas mais

ocorrentes. O Edifício H teve um comportamento similar ao apresentado no edifício G, o qual tem as eflorescências vinculadas às falhas no rejunte e às regiões fissuradas.

As fissuras nas sacadas podem ser atribuídas as deformações estruturais mais intensas, devido ao maior nível de tensões observados nas estruturas em balanço, segundo Medeiros e Sabbatini (1999). Merece destaque também o manchamento do revestimento na região das fissuras, devido ao acúmulo de umidade no local, o qual propicia o surgimento de mofo ou bolor na superfície, conforme apontado por Bauer (1994) e Cincotto (1988). A figura 80 mostra a correlação entre as manifestações patológicas.

Figura 80 - Fissura, eflorescência e manchamento presentes na sacada do edifício H



(fonte: autor, 2018)

6.9 EDIFÍCIO I

6.9.1 Apresentação

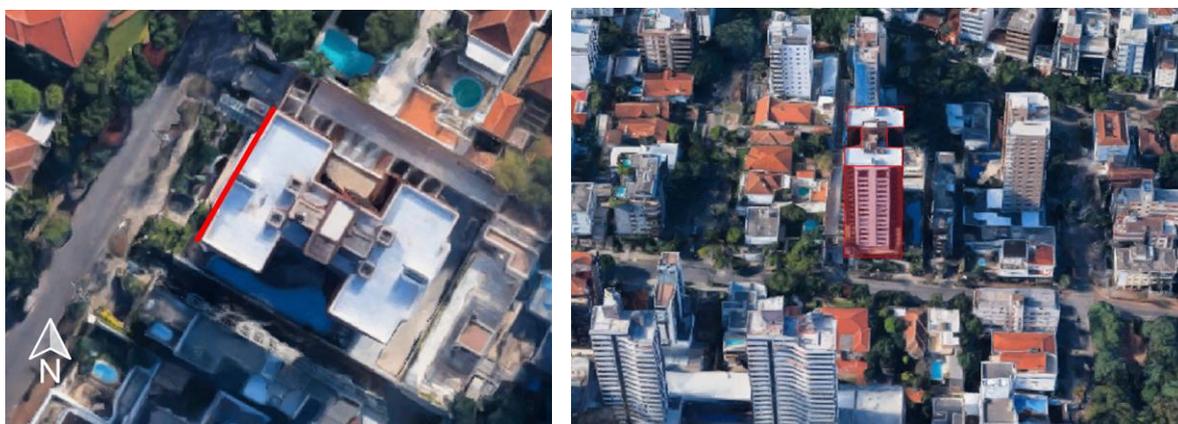
A seguir são apresentadas informações relevantes do edifício I:

- Número de pavimentos: 18 pavimentos;
- Idade: 10 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Noroeste;
- Área da fachada analisada: 690 m²;

- Localização: Rua João Caetano, Três Figueiras - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Sim, uma por pavimento tipo;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor branca (2,5 x 2,5 cm), na cor marrom claro (5 x 5 cm) e na cor marrom escuro (5 x 5 cm);
- Características arquitetônicas: Possui três planos verticais diferentes, sendo que dois destes encontram-se num módulo central afastado do plano vertical principal.

A localização do edifício I e seu entorno podem ser observados na figura 81, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 82.

Figura 81 - Localização do edifício I: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 82 - Vista da fachada analisada do edifício I: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

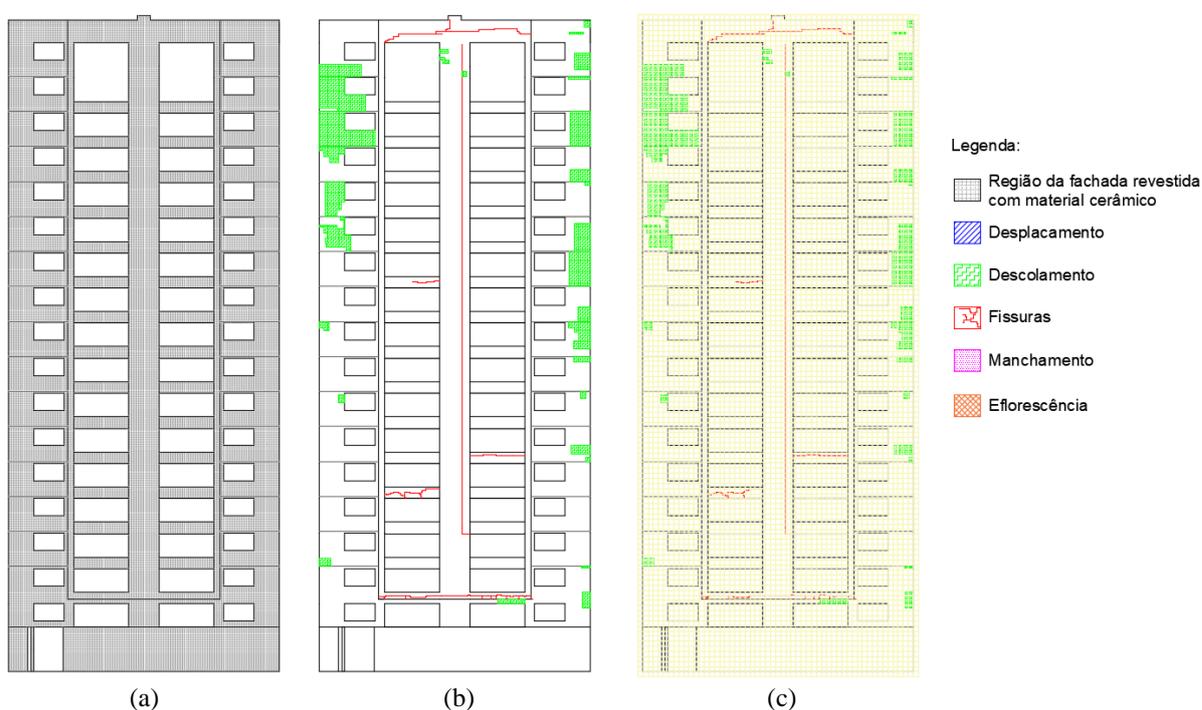
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.9.2 Coleta de dados

Na figura 83a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 83b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício I e na figura 83c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 83 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

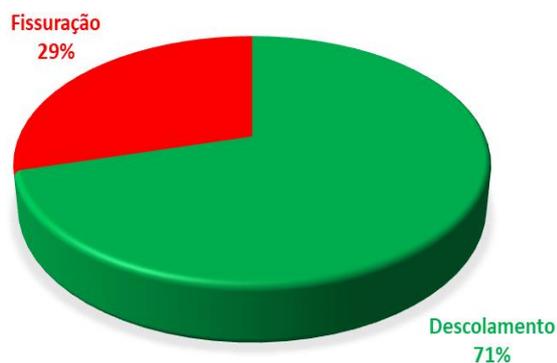


(fonte: elaborada pelo autor)

6.9.3 Tratamento dos dados

A figura 84 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício I, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o descolamento, seguido pela fissuração.

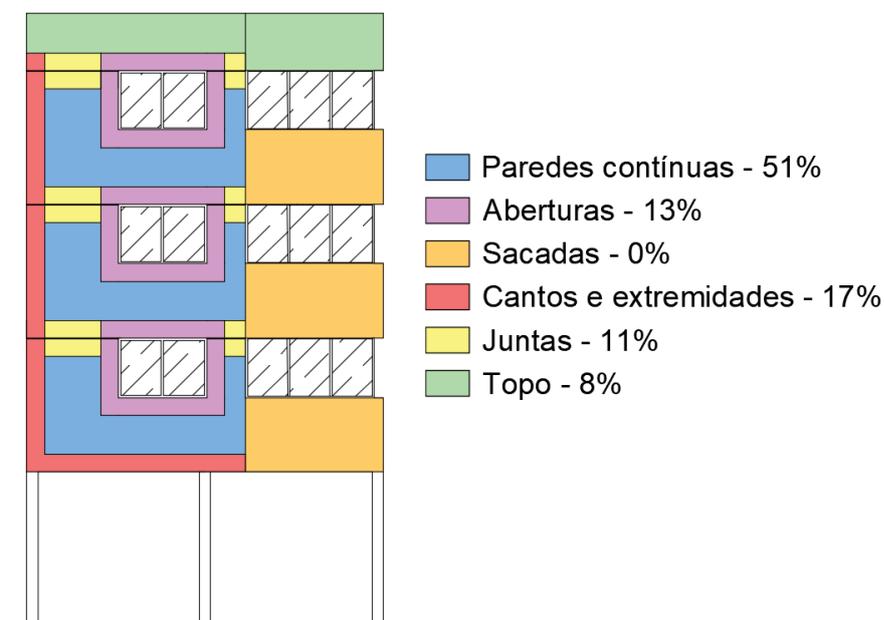
Figura 84 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício I



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 85, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício I. Verifica-se que a região das paredes contínuas apresenta a maior incidência, seguida pela região dos cantos e extremidades, aberturas, juntas e topo.

Figura 85 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício I



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 14 apresenta o Fator de Danos do edifício I.

Quadro 14 - Fator de dano do edifício I

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
684	0,16	109,44	690	0,159

(fonte: elaborado pelo autor)

6.9.4 Diagnóstico

A fachada analisada do edifício I possui o descolamento (71%) e a fissuração (29%) como manifestações patológicas ocorrentes e apresenta as paredes contínuas (51%) como região mais afetada. Considerando a presença de juntas de movimentação em todos os pavimentos e os altos níveis de descolamento cerâmico na região superior da fachada, pode-se atribuir como possíveis causas a falha no assentamento das peças juntamente com as deformações causadas pelas variações térmicas, cujas tensões surgidas ultrapassaram a capacidade de aderência das ligações, conforme aponta Barros e Sabbatini (2001), Thomaz (1989) e Roscoe (2008). A figura 86 mostra as áreas em que houve a troca do revestimento no edifício I.

Figura 86 - Área superior da fachada do edifício I



(fonte: autor, 2018)

A figura 87 mostra fissuras na interface da laje com a alvenaria, que segundo Antunes (2010) e Thomaz (1989), pode ter sido decorrente de movimentos diferenciais entre os elementos, causados pela flecha excessiva da laje em balanço.

Figura 87 – Fissura no plano avançado da fachada do edifício I



(fonte: autor, 2018)

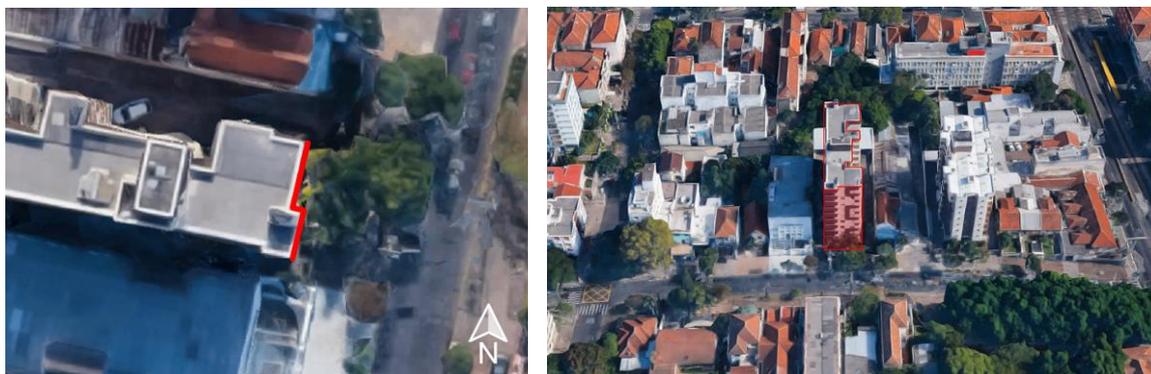
6.10 EDIFÍCIO J

6.10.1 Apresentação

- Número de pavimentos: 9 pavimentos;
- Idade: 21 anos;
- Tipo de uso: Residencial;
- Orientação solar: Leste;
- Área da fachada analisada: 94 m²;
- Localização: Av. Cel. Lucas de Oliveira, Petrópolis - Porto Alegre;
- Juntas de movimentação: Não;
- Revestimento da fachada: Pastilhas cerâmicas na cor marrom (10 x 10cm);
- Características arquitetônicas: Possui dois planos verticais diferentes e apresenta fachada mista, revestida com material cerâmico e argamassa com pintura.

A localização do edifício J e seu entorno podem ser observados na figura 88, e as vistas da fachada analisada podem ser visualizadas na figura 89.

Figura 88 - Localização do edifício J: (a) vista de cima; (b) entorno da edificação



(a)

(b)

(fonte: Google Maps, 2018)

Figura 89 - Vista da fachada analisada do edifício J: (a) aspecto geral; (b) detalhe da fachada



(a)

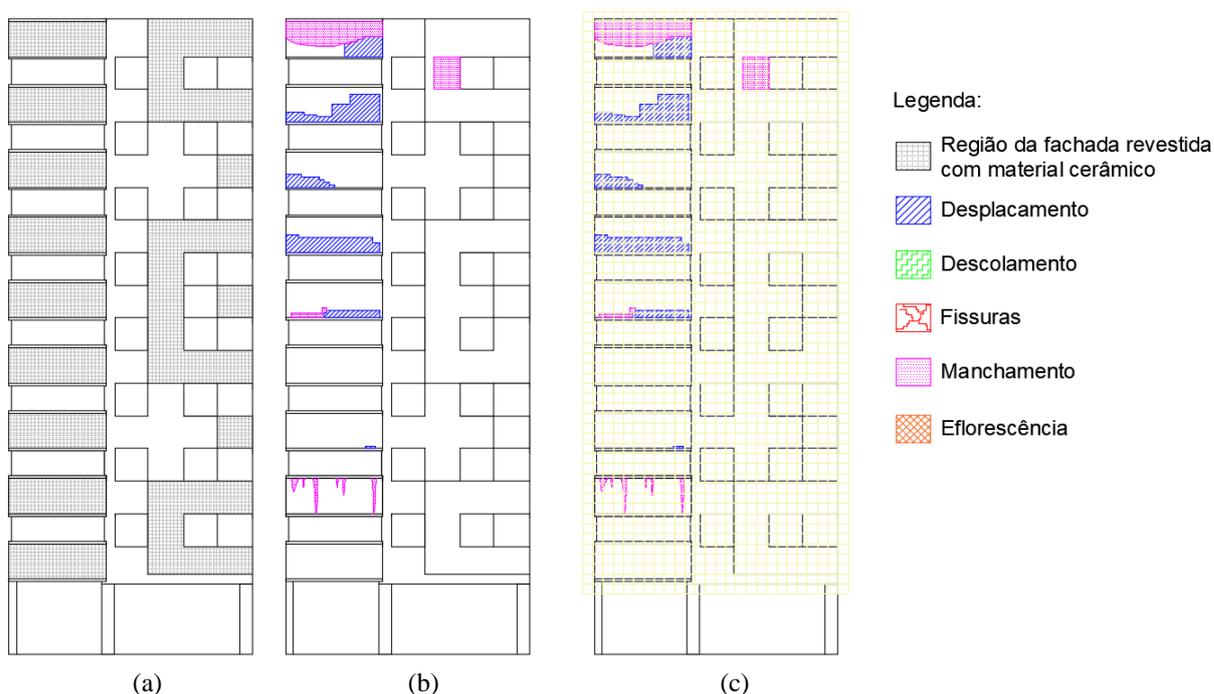
(b)

(fonte: autor, 2018)

6.10.2 Coleta de dados

Na figura 90a pode-se observar, na ilustração da fachada, as regiões revestidas com material cerâmico. Na figura 90b pode-se verificar as manifestações patológicas encontradas no edifício J e na figura 90c pode-se observar a fachada ilustrada com as manifestações patológicas e com a malha utilizada na contagem dos danos.

Figura 90 - (a) Ilustração da fachada; (b) identificação das manifestações patológicas; (c) registro das manifestações patológicas com malha de 0,40m x 0,40m

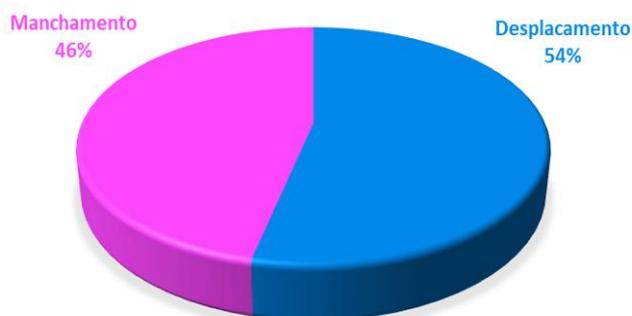


(fonte: elaborada pelo autor)

6.10.3 Tratamento dos dados

A figura 91 mostra a ocorrência das manifestações patológicas encontradas na fachada do edifício J, na qual pode-se observar que a manifestação patológica com maior incidência é o deslocamento, seguido pelo manchamento.

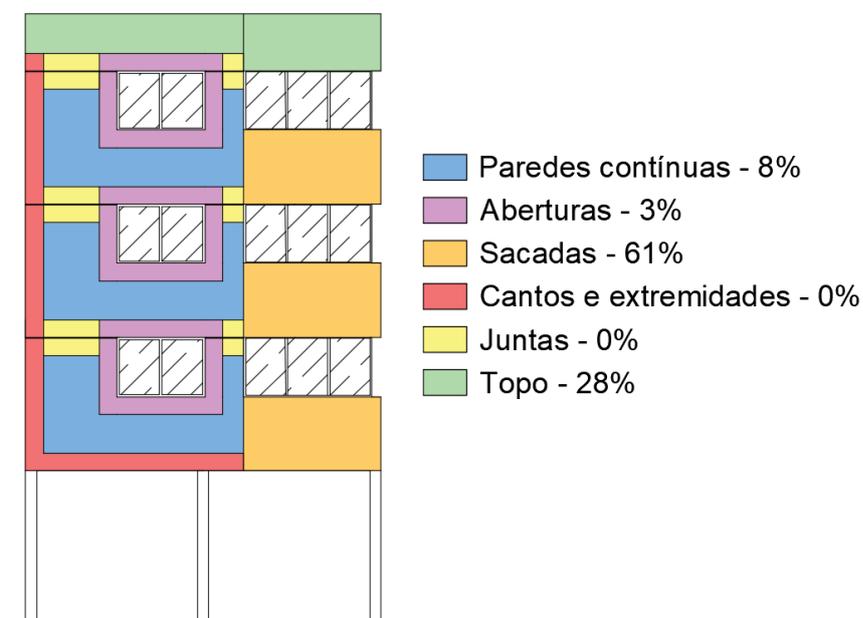
Figura 91 - Ocorrência de manifestações patológicas no edifício J



(fonte: elaborada pelo autor)

Na figura 92, visualiza-se a incidência das manifestações patológicas por região de análise da fachada do edifício J. Verifica-se que a região das sacadas apresenta a maior incidência, seguida pela região do topo, paredes contínuas e aberturas.

Figura 92 - Mapa de incidência de manifestações patológicas do edifício J



(fonte: elaborada pelo autor)

Com base na equação 1 (pág. 65), calculou-se o Fator de Danos. O quadro 15 apresenta o Fator de Danos do edifício J.

Quadro 15 - Fator de dano do edifício J

Quantidade de danos na fachada (un.)	Área da malha (m ²)	Área afetada (m ²)	Área da fachada (m ²)	FD
142	0,16	22,72	94	0,242

(fonte: elaborado pelo autor)

6.10.4 Diagnóstico

As manifestações patológicas observadas na fachada do edifício J foram os deslocamentos (54%) e os manchamentos (46%), e as regiões com maiores incidências foram as sacadas (61%) e o topo (28%). Os manchamentos ocorreram principalmente no topo, pela ineficácia do rufo utilizado na platibanda, e na sacada do terceiro andar, tendo como possíveis falhas a declividade transversal insuficiente do peitoril, ou inexistência ou ineficácia do lacrimal, conforme aponta Moch (2009).

Todos os deslocamentos cerâmicos da fachada ocorreram na região das sacadas mais altas do edifício (Figura 93), o que pode se atribuir as deformações estruturais mais intensas, devido ao maior nível de tensões observadas neste local, conforme aponta Medeiros e Sabbatini (1999). Outro fator que pode ter influenciado na ocorrência dos deslocamentos, de acordo com Roscoe (2008), são as deformações originadas pelas tensões decorrentes das variações térmicas, intensificadas pela maior incidência solar dos últimos pavimentos, coloração escura das pastilhas e pela maior exposição da edificação por ser a mais alta do entorno. Outro agravante pode ter sido a ineficácia dos lacrimais, ocorrendo com isso, a infiltração da água da chuva pela interface entre o peitoril e revestimento, influenciando no descolamento das placas cerâmicas.

Figura 93 - Deslocamentos na região das sacadas do edifício J



(fonte: autor, 2018)

6.11 RESUMO DOS RESULTADOS INDIVIDUAIS

A figura 94 reúne as vistas das fachadas analisadas de todas as amostras deste trabalho.

Figura 94 - Vistas das fachadas analisadas neste trabalho



(fonte: elaborada pelo autor)

A figura 95 reúne os principais dados e resultados das amostras de A à E.

Figura 95 - Dados e resultados das amostras de A à E

EDIFÍCIO A	EDIFÍCIO B	EDIFÍCIO C	EDIFÍCIO D	EDIFÍCIO E
<ul style="list-style-type: none"> • 11 PAVIMENTOS • 37 ANOS • OESTE • 289 m² • 0 JUNTAS MOV. • (2 x 2cm) e (2,5 x 2,5cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 15 PAVIMENTOS • 40 ANOS • NORTE • 389 m² • 0 JUNTAS MOV. • (2 x 2cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 9 PAVIMENTOS • 45 ANOS • SUDESTE • 311 m² • 0 JUNTAS MOV. • (2 x 2cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 9 PAVIMENTOS • 22 ANOS • LESTE • 221 m² • 0 JUNTAS MOV. • (10 x 10cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 PAVIMENTOS • 7 ANOS • OESTE • 183 m² • 8 JUNTAS MOV. • (5 x 5cm)
RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • FISSURAS (63%) • DESPLAC. (25%) • PAR. CONT. (36%) • CANT. E EXT. (30%) • FD = 0,117 	<ul style="list-style-type: none"> • MANCHAM. (56%) • FISSURAS (28%) • CANT. E EXT. (60%) • ABERTURAS (25%) • FD = 0,162 	<ul style="list-style-type: none"> • FISSURAS (79%) • MANCHAM. (16%) • CANT. E EXT. (51%) • ABERTURAS (34%) • FD = 0,165 	<ul style="list-style-type: none"> • DESCOLAM. (41%) • DESPL. (34%) • TOPO (61%) • SACADAS (28%) • FD = 0,171 	<ul style="list-style-type: none"> • DESCOLAM. (86%) • DESPLAC. (14%) • PAR. CONT. (60%) • JUNTAS (18%) • FD = 0,239

(fonte: elaborada pelo autor)

A figura 96 reúne os principais dados e resultados das amostras de F à J.

Figura 96 - Dados e resultados das amostras de F à J

EDIFÍCIO F	EDIFÍCIO G	EDIFÍCIO H	EDIFÍCIO I	EDIFÍCIO J
<ul style="list-style-type: none"> • 14 PAVIMENTOS • 14 ANOS • OESTE • 310 m² • 2 JUNTAS MOV. • (2 x 2cm) (10 x 5cm) (24 x 5cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 7 PAVIMENTOS • 12 ANOS • OESTE • 111 m² • 0 JUNTAS MOV. • (10 x 10cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 PAVIMENTOS • 19 ANOS • OESTE • 68 m² • 0 JUNTAS MOV. • (5 x 5cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 18 PAVIMENTOS • 10 ANOS • NOROESTE • 690 m² • 15 JUNTAS MOV. • (2,5 x 2,5cm) (5 x 5cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • 9 PAVIMENTOS • 21 ANOS • LESTE • 94 m² • 0 JUNTAS MOV. • (10 x 10cm)
RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS	RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • DESCOLAM. (63%) • MANCHAM. (34%) • PAR. CONT. (47%) • CANT. E EXT. (46%) • FD = 0,154 	<ul style="list-style-type: none"> • EFLORESC. (49%) • DESCOL. (20%) • CANT. E EXT. (43%) • PAR. CONT. (27%) • FD = 0,193 	<ul style="list-style-type: none"> • FISSURAS (33%) • EFLORESC. (28%) • SACADAS. (66%) • PAR. CONT. (17%) • FD = 0,179 	<ul style="list-style-type: none"> • DESCOLAM. (71%) • FISSURAS (29%) • PAR. CONT. (51%) • CANT. E EXT. (17%) • FD = 0,159 	<ul style="list-style-type: none"> • DESPLACAM. (54%) • MANCHAM. (46%) • SACADAS (61%) • TOPO (28%) • FD = 0,242

(fonte: elaborada pelo autor)

7 ANÁLISE GLOBAL DOS RESULTADOS

Para um melhor entendimento geral do trabalho, realizou-se uma análise global dos resultados obtidos, e para isso, foram calculados, considerando todas as amostras, a ocorrência das manifestações patológicas e sua distribuição por altura, a incidência por região de análise das fachadas e as manifestações patológicas associadas a cada região das fachadas.

7.1 OCORRÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A figura 97 apresenta a ocorrência das manifestações patológicas encontradas nos dez edifícios estudados.

Figura 97 - Ocorrência de manifestações patológicas dos edifícios estudados



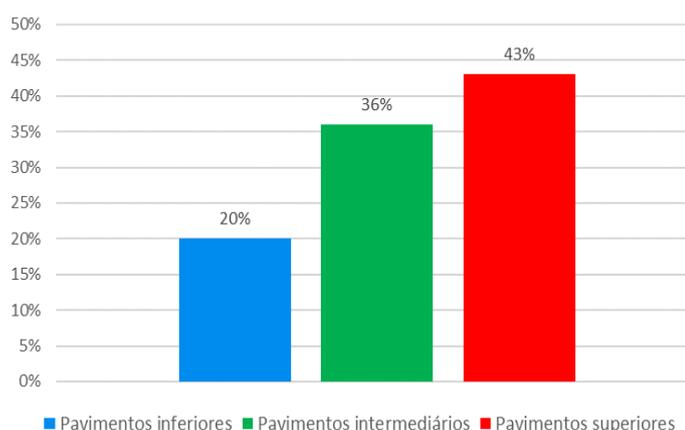
(fonte: elaborado pelo autor)

A manifestação patológica mais ocorrente neste estudo foi o descolamento cerâmico (39%), sendo também a mais presente nos edifícios D, E, F e I, e tem-se a fissuração (27%) como a segunda manifestação patológica mais ocorrente, com relevância nos edifícios A, C e H. Em seguida tem-se como manifestação patológica mais ocorrente o manchamento (20%), com destaque no edifício B, posteriormente tem-se o deslocamento (11%), evidenciado no edifício J e por último a eflorescência (4%), com grande relevância no edifício G.

Dentre todas as manifestações patológicas contabilizadas, 20% delas localizam-se nos pavimentos inferiores, 36% nos pavimentos intermediários e 43% encontram-se nos pavimentos superiores, como pode-se observar na figura 98. Para esta análise, considerou-se como “pavimentos inferiores” os três primeiros pavimentos do edifício, como “pavimentos superiores”, os três últimos e como pavimentos intermediários, o restante deles, seguindo a análise feito por Groff (2011), com interesse na comparação entre os resultados.

Cabe ressaltar que para os pavimentos inferiores e superiores da análise, nos edifícios G e H, devido ao menor número de pavimentos das amostras, foram considerados apenas os dois primeiros e últimos pavimentos para o edifício G e o primeiro e o último pavimento para o edifício H. Em todas as amostras, não considerou-se os pilotis na análise.

Figura 98 - Distribuição de ocorrência de manifestações patológicas por altura



(fonte: elaborado pelo autor)

Groff (2011) também analisou fachadas com revestimentos cerâmicos em Porto Alegre, utilizando como amostra, 22 empreendimentos de uma determinada construtora, coletando as informações no banco de dados da empresa. Os resultados encontrados pela autora foram que 22,8% das manifestações patológicas ocorriam nos pavimentos inferiores, 29,7% nos pavimentos intermediários e 47,4% nos pavimentos superiores.

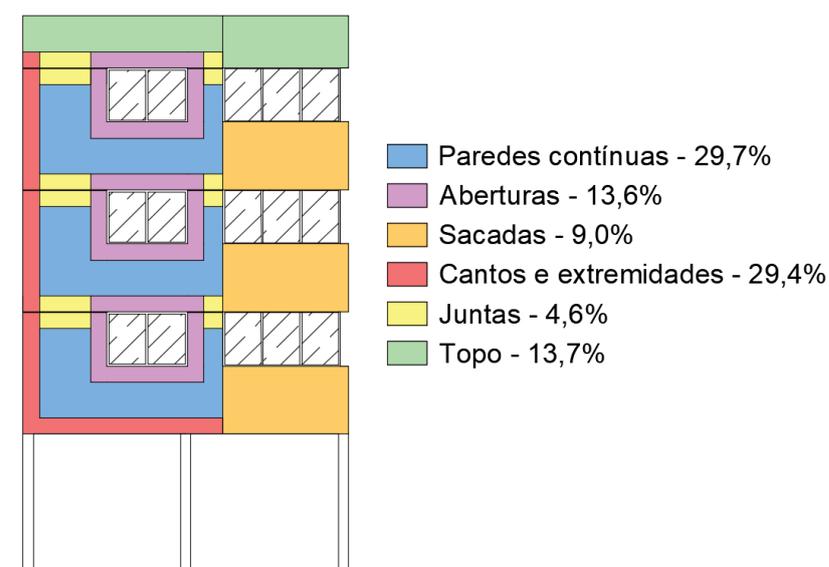
Mesmo com métodos de quantificação de danos diferentes, os resultados obtidos nestas pesquisas foram próximos e apresentaram mesmo comportamento, sendo a maior ocorrência nos pavimentos superiores, seguido dos pavimentos intermediários e por último ficaram os

pavimentos inferiores, sendo assim, fica claro a tendência dos edifícios a terem um maior número de manifestações patológicas nos últimos pavimentos.

7.2 INCIDÊNCIA POR REGIÃO DE ANÁLISE DAS FACHADAS

A região de análise com maior incidência de manifestações patológicas foram as paredes contínuas (29,7%), seguida dos cantos e extremidades (29,4%), topo (13,7%), aberturas (13,6%), sacadas (9,0%) e juntas (4,6%). A figura 99 apresenta o mapa de incidência das manifestações patológicas analisadas neste trabalho.

Figura 99 - Mapa de incidência de manifestações patológicas dos edifícios estudados



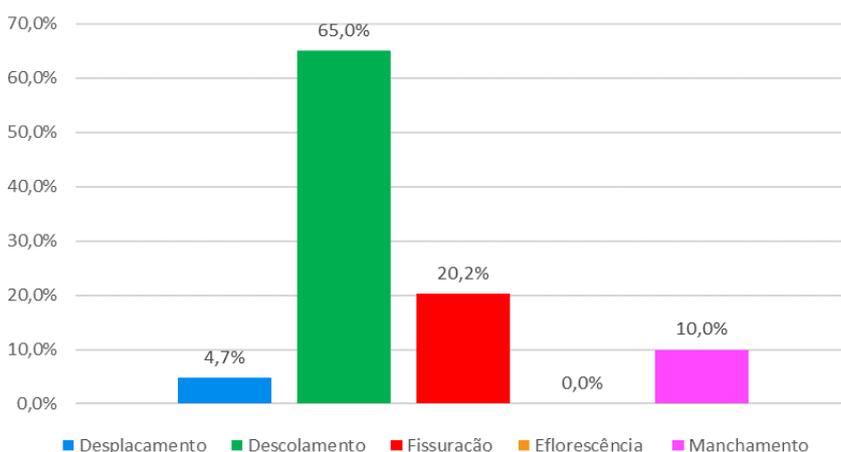
(fonte: elaborado pelo autor)

Quando compara-se os resultados com os encontrados por Antunes (2010), observa-se apenas uma relação na região das paredes contínuas (26%). Porém, quando comparado com o trabalho de Silva (2014), nota-se uma considerada correlação entre os resultados, principalmente nas quatro áreas mais afetadas, sendo elas: paredes contínuas (33,4%), aberturas (22,4%), cantos e extremidades (20,2%), e sacadas (9,2%). A discrepância maior entre os trabalhos fica na região do topo (4,4%). Através destas comparações, pode-se alegar que há uma tendência maior de incidência das manifestações patológicas na região das paredes contínuas, aberturas e cantos e extremidades.

Dentre as manifestações patológicas encontradas nas paredes contínuas, região com maior incidência de danos, destaca-se os descolamentos cerâmicos (67,7%), como pode-se visualizar na figura 100. Atribui-se à grande ocorrência de descolamentos nesta região, as falhas no assentamento das peças cerâmicas, as deformações causadas por movimentações estruturais e por variações térmicas, e a ausência ou ineficiência das juntas de movimentação (horizontais e verticais), conforme consta nos trabalhos de Barros e Sabbatini (2001), Roscoe (2008).

Cabe ressaltar que o elevado percentual de manifestações patológicas nas paredes contínuas também pode ser atribuído a extensão de sua área em relação as demais. Por se tratarem de panos extensos, é de extrema importância projetos especificando os detalhes construtivos do local e uma execução com rigorosos cuidados.

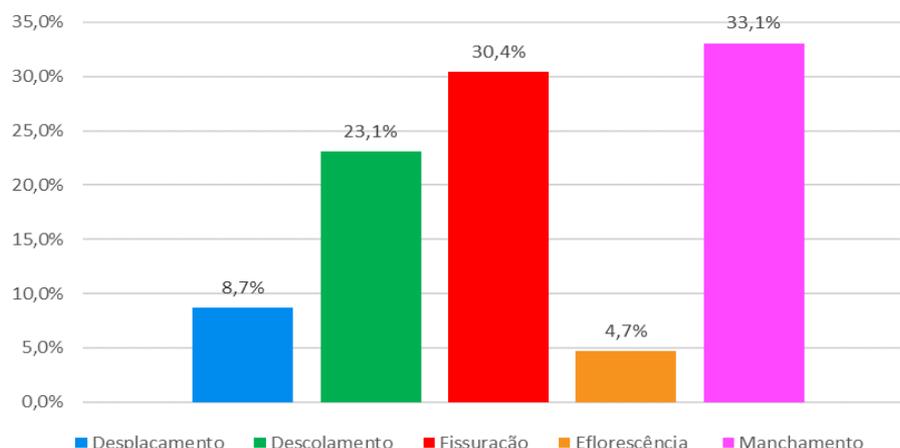
Figura 100 - Incidência de manifestações patológicas em paredes contínuas dos edifícios estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

A segunda região analisada mais afetada foram os cantos e extremidades, as quais, segundo Silva (2014), são regiões críticas devido ao confinamento (cantos de fachada) e descontinuidade do sistema (extremidade de fachadas), os quais geram restrições, concentrando elevadas tensões. Outro fator que pode ser atribuído a elevada quantidade de danos computados, é o fato das extremidades sofrerem um maior umedecimento durante as chuvas, conforme apresentado por Petrucci (2000) e Poyastro (2011). Estes fatores explicam as elevadas ocorrências de descolamentos (24,9%), fissuras (30,5%) e manchamentos (32,6%) nesta região, conforme consta na figura 101.

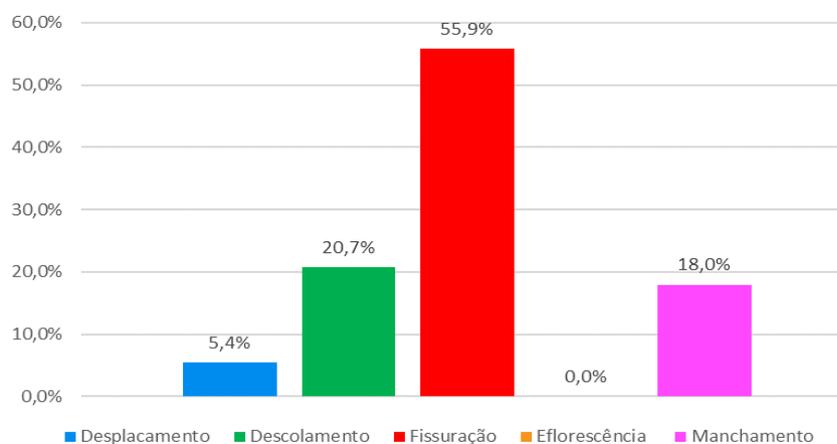
Figura 101 - Incidência de manifestações patológicas em cantos e extremidades dos edifícios estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

Na região das aberturas, conforme demonstrado na figura 102, destaca-se a ocorrência de fissuração (49,6%), sendo que estas podem ser atribuídas à ausência ou ineficiência dos elementos (vergas e contravergas) responsáveis pela distribuição das tensões concentradas nos vértices das esquadrias, conforme aponta Thomaz (1989), Moch (2009) e Zucchetti (2010). Com relação ao manchamento, Moch (2009) e Zucchetti (2016), ressaltam sobre a importância dos detalhes construtivos (peitoris e lacrimais) serem bem projetados e posicionados para evitar-se o escoamento da água da chuva no revestimento causando os manchamentos nesta região.

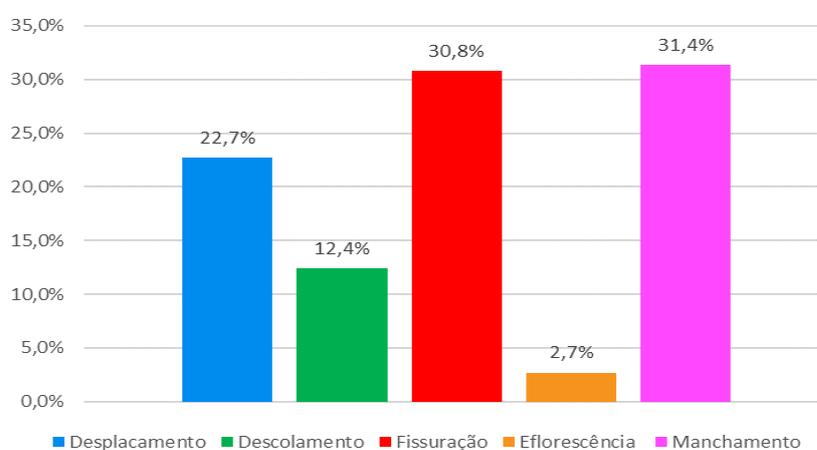
Figura 102 - Incidência de manifestações patológicas em torno de aberturas dos edifícios estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

Na região do topo, conforme pode-se observar na figura 103, encontra-se principalmente a presença de manchamentos (31,4%) e de fissuras (30,8%), mas também há uma considerável ocorrência de deslocamentos (22,7%) e descolamentos (12,4%). A presença destes danos pode ser atribuída ao fato dos elementos do topo sofrerem grandes variações dimensionais, pelo efeito da temperatura, acarretando em movimentações diferenciais entre os componentes, conforme aponta Antunes (2010).

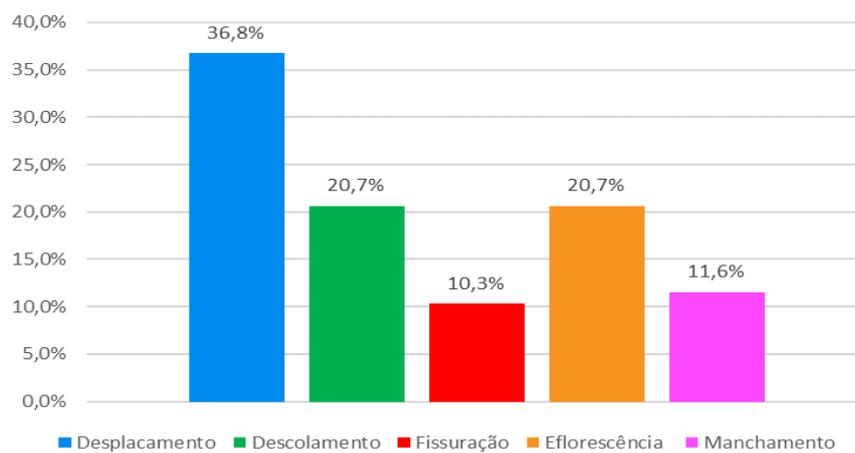
Figura 103 - Incidência de manifestações patológicas no topo dos edifícios estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

Na região das sacadas, observa-se consideráveis ocorrências de todas as manifestações patológicas analisadas neste trabalho, conforme pode-se visualizar na figura 104. A presença de manifestações patológicas nesta área, segundo Silva (2014), está ligada principalmente a sua configuração em balanço, a qual provoca elevadas tensões, deformações e movimentações diferenciais.

Figura 104 - Incidência de manifestações patológicas nas sacadas dos edifícios estudados



(fonte: elaborado pelo autor)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, verificou-se que algumas manifestações patológicas têm maior ocorrência, entre elas: descolamento, fissuração e manchamento. As regiões das fachadas mais afetadas em ordem de incidência foram: paredes contínuas, cantos e extremidades, aberturas, topo, sacadas e juntas.

Dentre cada região de análise das fachadas, a manifestação patológica mais incidente foi: Paredes contínuas/descolamento, cantos e extremidades/manchamento (fissuração), aberturas/fissuração, topo/manchamento (fissuração), sacadas/desplacamento e juntas/descolamento.

Com estes dados, evidenciou-se claramente que há relação entre determinadas manifestações patológicas com a localização das mesmas na fachada, e verificou-se que há regiões que são propícias a terem uma maior incidência de problemas patológicos. Estas constatações são importantes, pois mostram que, para uma boa durabilidade do revestimento, são necessários alguns cuidados especiais para cada região, tanto na execução, como na realização de projetos.

A metodologia empregada no trabalho demonstrou-se eficaz perante o estudo proposto, porém a ferramenta utilizada apresentou uma fragilidade devido ao fato que nem todas as amostras possuíam todas regiões de incidência (algumas não tinham sacadas e/ou juntas), com isso, o mapa de incidência geral tem uma pequena distorção. Outra questão importante sobre a metodologia é, qual seria a área de interferência mais correta para cada região de análise, pois pode-se ter uma variação relevante com a alteração da área considerada.

Devido ao número pequeno de amostras, considerando que há quatro pontos cardeais principais, não foi possível estabelecer relações entre estes com o FD (Fator de Danos). Também não foi possível estabelecer relações do FD com as idades das edificações pelo mesmo motivo.

O mapeamento das manifestações patológicas feito apenas com inspeção visual tem uma certa limitação, principalmente referente aos descolamentos. Uma alternativa para futuros trabalhos

que também terão inspeção estritamente visual, seria a utilização de uma câmera termográfica para auxiliar na coleta de dados.

Analisando-se os resultados obtidos, verifica-se que muitas destas manifestações patológicas poderiam ser evitadas com juntas de movimentação e procedimentos corretos, como por exemplo, o respeito com o tempo em aberto das argamassas colantes e o tratamento das superfícies buscando a melhoria da aderência entre as diferentes camadas que compõe o sistema. Confirma-se com isso, a importância e a necessidade de ter-se uma norma de desempenho e projetos específicos para revestimentos cerâmicos de fachadas.

BIBLIOGRAFIA

ANFACER. **Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas**. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimentos de fachada em Brasília - Sistematização da incidência de casos**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil - UnB. Brasília, p. 199. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 14992**: Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2003

_____. **NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

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

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

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13755**: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto execução, inspeção e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

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

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 2**. 5ª. ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos , v. 2, 2008.

BELTRAME, F. R.; LOH, K. **Aplicação de selantes em juntas de movimentação de fachadas**: boas práticas. Recomendação Técnica HABITARE. Porto Alegre: ANTAC, v. 5ª, 2009. 68 p.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. 2ª. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008. 104 p.

COSTA E SILVA, A. J. **Revestimentos**. Tecomat Engenharia LTDA. Recife, p. 25. 2014.

CRESCENCIO, R. M.; PARSEKIAN, G. A.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Execução de revestimentos com argamassa projetada**. In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 8., 2000, Salvador. Anais... Salvador: ANTAC, 2000. p. 1067 - 1074

FERRARO, L. W.; HASENACK, H. **Aspectos do Clima de Porto Alegre**. In: ZURITA, M. L. L.; TOLFO, A. M. (Org) A qualidade do Ar em Porto Alegre. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000.

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.

GOOGLE MAPS. **Google Maps**. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: junho. 2018.

GROFF, C. **Revestimentos em fachadas: análise das manifestações patológicas nos empreendimentos de construtora em Porto Alegre**. Trabalho de diplomação. UFRGS. Porto Alegre. 2011.

HASENACK, H. **Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia. UFRGS. 1989.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis**. Dissertação - USP. São Paulo. 2003.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/PROCEL, 2014. 366 p.

LOURENÇO, T.; MATIAS, L.; FARIA, P. **Anomalies detection in adhesive wall tiling systems by infrared thermography**. Construction and Building Materials, v. 148, n. Setembro, p. 419–428, 2017.

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

MELO JUNIOR, C. M. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada**. Dissertação de Mestrado em Construção Civil - UFG. Goiânia. 2010.

MELO JUNIOR, C. M.; CARASEK, H. **Comportamento diferenciado na deterioração de revestimentos de argamassas: influência da chuva dirigida**. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Belo Horizonte. 2011.

MOCH, T. **Interface esquadria/alvenaria e seu entorno: análise das manifestações patológicas típicas e propostas de soluções**. Dissertação (Mestrado). UFRGS. Porto Alegre. 2009.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. Dissertação em Engenharia Civil - UFRGS. Porto Alegre. 2007.

MULLER, A. A. **Avaliação da aderência dos diferentes tipos de chapisco sobre substrato de concreto**. Trabalho de diplomação - UFRGS. Porto Alegre. 2010.

PAVON, E (2017). **Critérios e padrões de comportamento para avaliação de descolamentos cerâmicos com termografia de infravermelho**. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 250p

PEREIRA, C. H. A. F. **Contribuição ao estudo de fissuração, da retração e do mecanismo de descolamento do revestimento à base de argamassa**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil. UnB. Brasília, p. 217. 2007.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. Dissertação de mestrado. UFRGS. Porto Alegre. 2000.

POYASTRO, P. C. **Influência da colometria e das condições de entorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas por ação de chuvas dirigidas**. Dissertação de mestrado. UFRGS. Porto Alegre. 2011.

RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios: levantamento do estado da arte**. 2006. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. S. B. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2010.

ROSCOE, M. T. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Monografia, Curso de Especialização em Construção Civil - UFMG. Belo Horizonte, p. 81. 2008.

SCARTEZINI, L. M. B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca**. Dissertação de Mestrado. UFG. Goiânia, p. 286. 2002.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. Dissertação de mestrado. UFRGS. Porto Alegre. 2005.

SHIRAKAWA, M. A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. I. Goiânia, 1995. Anais... p.402-10.

SILVA, M. D. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada - aplicação ao caso de Brasília/DF**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil - UNB. Brasília, p. 217. 2014.

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

ZANELATO, E. B.; ALEXANDRE, J.; AZEVEDO, A. R. G.; MARVILA, M. T.; GOULART, M. A.; FRANÇA, B. R.; JUNIOR, W. F.; RAMOS, T. S. **Influência da absorção de água das placas crâmicas no ensaio de aderência de argamassas colantes**. UENF. São Paulo. 2017.

ZUCCHETTI, L. **A construtibilidade como requisito para avaliação de componentes para a edificação: o caso do elemento de integração alvenaria estrutural/esquadria**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFRGS. Porto Alegre. 2010.

ZUCCHETTI, L.; MASUERO, A. B.; LOREDO - SOUZA, M. L. **Influência da periodicidade de dados na determinação do ICDD em Porto Alegre**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre. 2014.

ZUCCHETTI, L. **Influência das características do peitoril no molhamento dos parâmetros próximos às janelas frente à chuva dirigida**. Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. UFRGS. Porto Alegre, p. 175. 2016.

**APÊNDICE A – Condições de exposição dos edifícios localizados
em Porto Alegre**

Melo Junior (2010) relata que as fachadas das edificações estão sujeitas a condições de exposição que irão variar de acordo com as características climatológicas da região onde estão localizadas. Os elementos climáticos - como precipitação, vento, radiação solar, umidade relativa e temperatura - contribuem com o processo de deterioração e afetam diretamente as características do edifício e da sua imagem do ponto de vista da durabilidade.

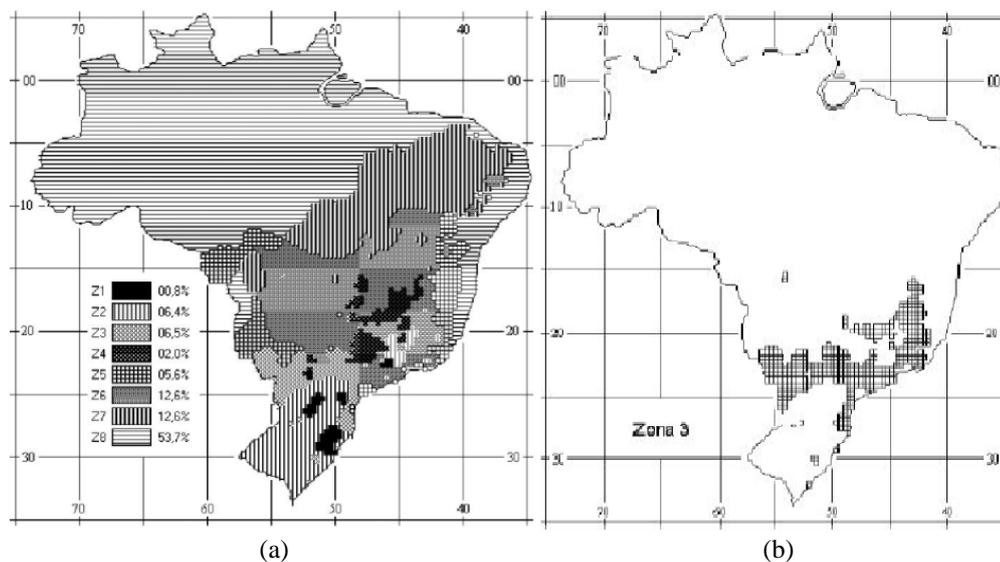
A compreensão dos elementos climáticos formadores do clima da região onde o edifício está localizado é uma importante ferramenta para a prevenção de problemas. O clima pode interferir diretamente, ainda na fase de projeto, na escolha do tipo de revestimento, restringir a escolha dos materiais utilizados e alterar a geometria da fachada (MELO JUNIOR, 2010).

Quando se analisa o clima na região próxima da edificação, tem-se a escala microclimática, que também está relacionada com a degradação das fachadas. Lamberts *et al.* (2014) relatam que no microclima, variáveis como a vegetação, a topografia, o tipo de solo e a presença de obstáculos naturais ou artificiais podem influenciar nas condições locais de clima. Uma série de particularidades climáticas locais pode induzir a soluções arquitetônicas ainda na fase de projeto.

Porto Alegre está localizada na faixa litorânea norte do Rio Grande do Sul, a aproximadamente 100 km da costa oeste do Oceano Atlântico e ao lado do lago Guaíba, com isso, sofre influência direta da grande massa líquida circundante. A localização junto com a condição de evaporação natural, confere ao município as características de clima subtropical úmido (FERRARO; HASENACK, 2000).

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) propõe o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, dividindo o território em 8 zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. Este zoneamento, devido a exigências térmicas diferentes, propõe um conjunto de recomendações e estratégias técnico-construtivas. Conforme mostra a figura 1, a cidade de Porto Alegre situa-se na zona bioclimática 3.

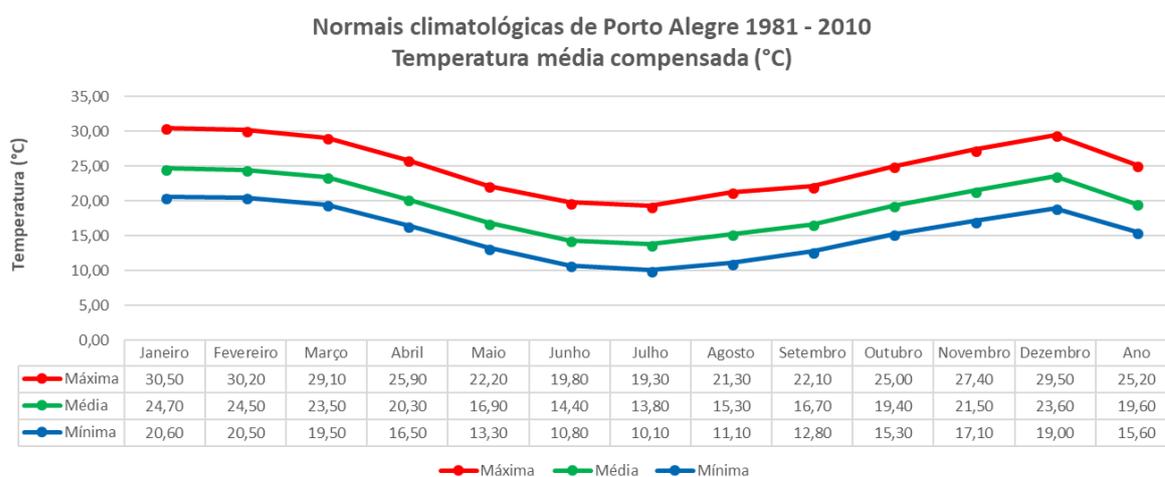
Figura 1 – (a) Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro; (b) mapa com destaque à zona 3 onde se enquadra a cidade de Porto Alegre-RS



(Fonte: NBR 15575-1 ABNT, 2013)

Porto Alegre, localizada no Sul do Brasil, com latitude $30^{\circ}01'$ Sul e longitude $51^{\circ}16'$ Oeste, situa-se abaixo do trópico de Capricórnio. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), com dados obtidos de 1981 a 2010, a temperatura média anual de Porto Alegre é $19,6^{\circ}\text{C}$, podendo chegar a $30,5^{\circ}\text{C}$ de média das máximas em janeiro, e aos $10,1^{\circ}\text{C}$ de média das mínimas em julho, conforme pode-se observar na figura 2.

Figura 2 - Gráfico climatológico de temperatura média mensal de Porto Alegre



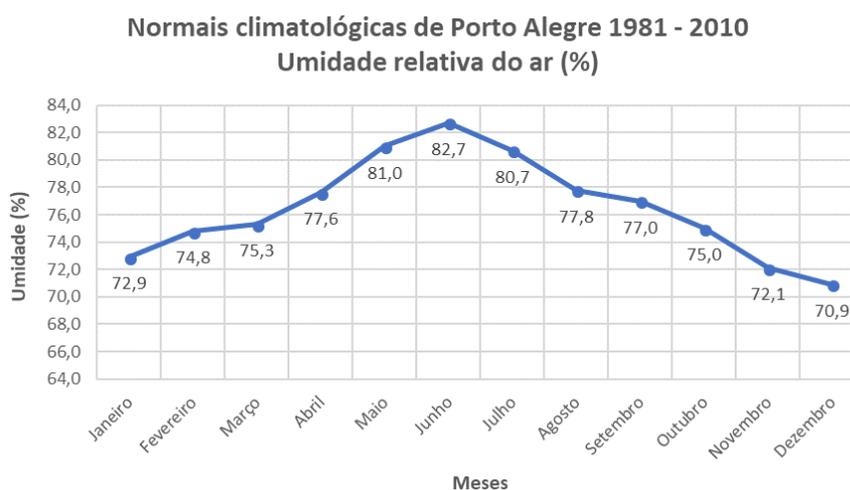
(fonte: elaborada pelo autor com base em dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET)

Para Hasenack (1989) são atuantes em Porto Alegre massas de ar, como a massa tropical marítima (mT) e a massa polar marítima (mP), favorecendo ondas intensas de frio e calor de curta duração. A massa tropical marítima é responsável pelas temperaturas na primavera e no verão, enquanto a massa polar marítima contribui para quedas bruscas de temperatura no inverno e no outono.

Os dados apresentados a seguir, foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

A umidade relativa do ar média anual é de 76,5%, podendo chegar a 82,7% de média em junho e cair para 70,9% de média em dezembro, conforme pode-se observar a figura 3.

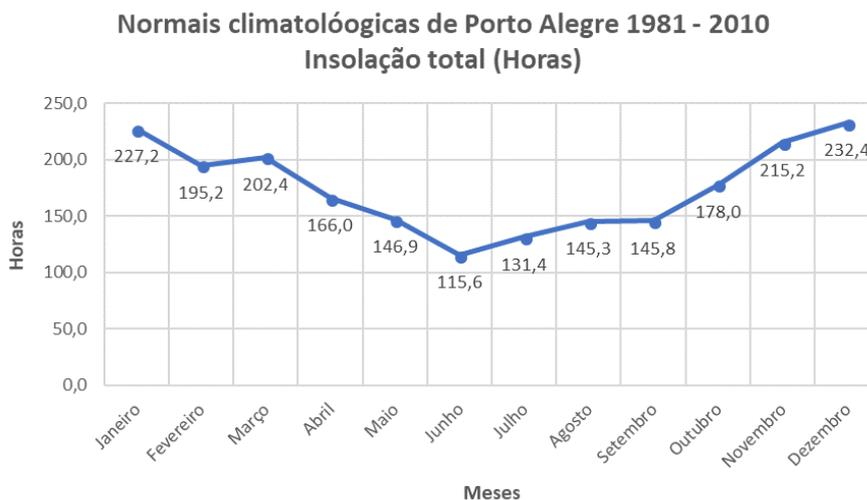
Figura 3 - Gráfico climatológico de umidade mensal e Porto Alegre



(fonte: elaborada pelo autor com base em dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET)

A insolação total média chega a 2101,4 horas durante o ano, variando entre 232,4 horas em dezembro e 115,6 horas em junho, conforme pode-se visualizar na figura 4.

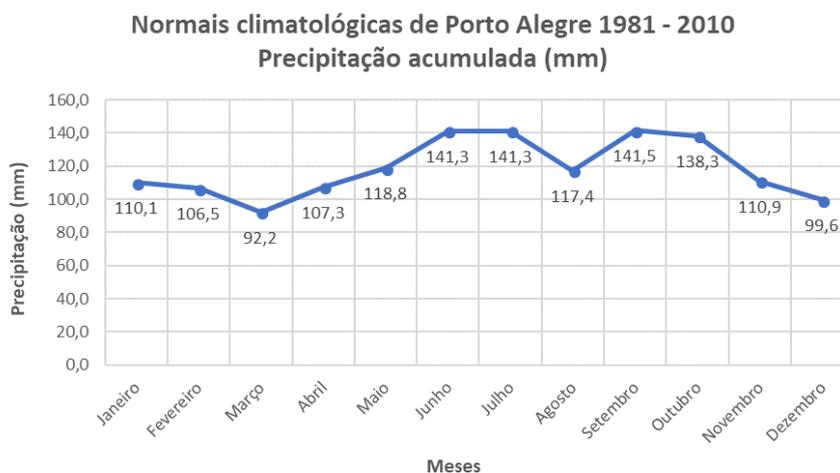
Figura 4 - Gráfico climatológico de insolação total mensal de Porto Alegre



(fonte: elaborada pelo autor com base em dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET)

A precipitação média anual é de 1425,2 mm, com uma variação baixa durante o ano, conforme os dados ilustrados na figura 5.

Figura 5 - Gráfico climatológico de precipitação acumulada mensal de Porto Alegre



(fonte: elaborada pelo autor com base em dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia, INMET)

A partir dos dados apresentados, fica claro a presença de dois períodos climáticos distintos em Porto Alegre, um quente e um frio. Desse modo, Hasenack (1989) salienta que as edificações

demandam soluções construtivas eficientes para atender períodos de frio e calor, devido às oscilações de temperatura e umidade durante todo ano.

Pereira (2007) destaca a relação existente entre a perda de água das argamassas por evaporação e as condições climáticas, tais como a umidade relativa do ar, a temperatura ambiente e a velocidade dos ventos. Em Porto Alegre, este problema é agravado no verão, quando se tem temperaturas e horas de insolação elevadas, e umidade relativa do ar mais baixa comparada ao resto do ano.

A precipitação média anual é distribuída de forma regular ao longo do ano, o que pode influenciar na durabilidade dos revestimentos, pois, de acordo com Melo Junior (2010), a precipitação é uma das principais fontes de umidade nas edificações.

APÊNDICE B – Fichas de quantificação

EDIFÍCIO A

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: A						
Andar	Localização		Manifestações Patológicas			
	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas			1		2
	Aberturas			1		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			1		2
	Juntas					
3º	Paredes contínuas			6		2
	Aberturas			2		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			4		1
	Juntas					
4º	Paredes contínuas			4		1
	Aberturas			2		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			6		1
	Juntas					
5º	Paredes contínuas			7		2
	Aberturas					2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			7		2
	Juntas					
6º	Paredes contínuas			4		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			1		
	Juntas					
7º	Paredes contínuas			2		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			1		
	Juntas					
8º	Paredes contínuas			5		
	Aberturas			1		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			10		
	Juntas					
9º	Paredes contínuas			11		
	Aberturas			2		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			4		
	Juntas					
10º	Paredes contínuas			5		2
	Aberturas			2		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					1
	Juntas					
11º	Paredes contínuas	20		2		
	Aberturas	10				
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	22		1		
	Juntas					
	Topo			42		

EDIFÍCIO B

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: B						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas					
	Aberturas			9		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	1		10		
	Juntas					
3º	Paredes contínuas			2		3
	Aberturas			7		3
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	2		8		
	Juntas					
4º	Paredes contínuas					
	Aberturas			7		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	3	7	2		11
	Juntas					
5º	Paredes contínuas					
	Aberturas			5		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	2		1		14
	Juntas					
6º	Paredes contínuas			1		
	Aberturas			6		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	3		2		12
	Juntas					
7º	Paredes contínuas					
	Aberturas			4		3
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	2		2		12
	Juntas					
8º	Paredes contínuas					2
	Aberturas					4
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					14
	Juntas					
9º	Paredes contínuas					
	Aberturas			2		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	2		1		12
	Juntas					
10º	Paredes contínuas			2		
	Aberturas			3		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	4				14
	Juntas					
11º	Paredes contínuas					
	Aberturas			5		7
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	3				12
	Juntas					
12º	Paredes contínuas					
	Aberturas	4		4		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	6		1		14
	Juntas					
13º	Paredes contínuas					
	Aberturas	2		5		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	1		2		14
	Juntas					
14º	Paredes contínuas		4			2
	Aberturas			2		3
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	2	2	1		17
	Juntas					
15º	Paredes contínuas					
	Aberturas			11		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	5		3		12
	Topo	8		1		36

EDIFÍCIO C

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: C						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas			15		
	Aberturas			25		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8	46		8
	Juntas					
3º	Paredes contínuas			6		
	Aberturas			13		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			11		
	Juntas					
4º	Paredes contínuas			3		
	Aberturas			5		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			5		9
	Juntas					
5º	Paredes contínuas					
	Aberturas			11		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			8		
	Juntas					
6º	Paredes contínuas					
	Aberturas			10		12
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			10		
	Juntas					
7º	Paredes contínuas					
	Aberturas	2		4		2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	4		4		4
	Juntas					
8º	Paredes contínuas					
	Aberturas			8		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			10		8
	Juntas					
9º	Paredes contínuas					
	Aberturas			13		3
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			23		6
	Juntas					
	Topo			25		

EDIFÍCIO D

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: D						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2°	Paredes contínuas					
	Aberturas					5
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
3°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
4°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas		15			
	Cantos e extremidades		2			
	Juntas					
6°	Paredes contínuas		5			
	Aberturas		1			
	Sacadas	4				
	Cantos e extremidades		4			
	Juntas					
7°	Paredes contínuas		2			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		4			
	Juntas					
8°	Paredes contínuas		1			
	Aberturas		1			
	Sacadas	12	6			
	Cantos e extremidades		1			
	Juntas					
9°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas		29			
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Topo	63	26		10	45

EDIFÍCIO E

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: E						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Deslocamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2°	Paredes contínuas	10	4			
	Aberturas	2	2			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	3	5			
	Juntas		7			
3°	Paredes contínuas	8	25			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades	4	2			
	Juntas		7			
4º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
6º	Paredes contínuas		20			
	Aberturas					
	Sacadas	6				
	Cantos e extremidades					
	Juntas		5			
7º	Paredes contínuas		12			
	Aberturas					
	Sacadas	4				
	Cantos e extremidades					
	Juntas		11			
8º	Paredes contínuas		35			
	Aberturas		4			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas		13			
9º	Paredes contínuas		34			
	Aberturas		10			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas		6			
10º	Paredes contínuas		16			
	Aberturas		5			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		2			
	Juntas					
	Topo		11			

EDIFÍCIO F

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: F						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas		14			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		14			
	Juntas					
3º	Paredes contínuas		11			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		9			
	Juntas					
4º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5º	Paredes contínuas		16			12
	Aberturas		1			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		5			5
	Juntas		7			
6º	Paredes contínuas		29			4
	Aberturas		3			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8			9
	Juntas					
7º	Paredes contínuas		8			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		10			
	Juntas					
8º	Paredes contínuas		12			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		13			
	Juntas					
9º	Paredes contínuas		4			3
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		11			7
	Juntas					
10º	Paredes contínuas					5
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					8
	Juntas					
11º	Paredes contínuas					9
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					13
	Juntas					
12º	Paredes contínuas		4			
	Aberturas		3			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		5			4
	Juntas					
13º	Paredes contínuas					1
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					6
	Juntas					
14º	Paredes contínuas					6
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					10
	Juntas					
	Topo			9		

EDIFÍCIO G

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: G						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Deslocamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades			21	37	
	Juntas					
3º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
4º	Paredes contínuas		12			3
	Aberturas					2
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5º	Paredes contínuas					3
	Aberturas					2
	Sacadas				18	
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
6º	Paredes contínuas					3
	Aberturas					2
	Sacadas				9	
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
7º	Paredes contínuas		12			3
	Aberturas		3			2
	Sacadas				2	
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Topo					

EDIFÍCIO H

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: H						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2°	Paredes contínuas		4			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		4			
	Juntas					
3°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas			5	3	1
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
4°	Paredes contínuas		9			
	Aberturas					
	Sacadas			10	7	
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5°	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas			10	11	3
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Topo					9

EDIFÍCIO I

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: I						
Andar	Localização	Manifestações Patológicas				
		Desplacamento	Descolamento	Fissuração	Efflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas		2			
	Aberturas		16			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
3º	Paredes contínuas		2			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		2	35		
	Juntas		2			
4º	Paredes contínuas		4			
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		3			
	Juntas		3			
5º	Paredes contínuas			9		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
6º	Paredes contínuas			7		
	Aberturas			18		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
7º	Paredes contínuas		9	7		
	Aberturas			12		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		4			
	Juntas		1			
8º	Paredes contínuas		5	7		
	Aberturas		3			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas		2			
9º	Paredes contínuas		3	7		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		3			
	Juntas		2			
10º	Paredes contínuas		16	7		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8			
	Juntas		6			
11º	Paredes contínuas		6	7		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		4			
	Juntas		2			
12º	Paredes contínuas		18	7		
	Aberturas			6		
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8			
	Juntas		8			
13º	Paredes contínuas		39	7		
	Aberturas		7			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8			
	Juntas		3			
14º	Paredes contínuas		20	7		
	Aberturas		4			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		1			
	Juntas		7			
15º	Paredes contínuas		17	7		
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		5			
	Juntas		8			
16º	Paredes contínuas		53	7		
	Aberturas		10			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		14			
	Juntas		22			
17º	Paredes contínuas		31	7		
	Aberturas		8			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		8			
	Juntas		14			
18º	Paredes contínuas		34			
	Aberturas		3			
	Sacadas					
	Cantos e extremidades		7			
	Juntas		9			
	Topo		9	37		

EDIFÍCIO J

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício: J						
Localização		Manifestações Patológicas				
Andar	Região	Deslocamento	Descolamento	Fissuração	Eflorescência	Manchamento
Térreo	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
2º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
3º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					18
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
4º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas	2				
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
5º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
6º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas	13				6
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
7º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas	19				
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
8º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas	9				
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
9º	Paredes contínuas					12
	Aberturas					4
	Sacadas	20				
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Topo	13				26