

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CLARISSE PEREIRA PACHECO

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS DE
REVESTIMENTOS EXTERNOS**

Vitória
2016

CLARISSE PEREIRA PACHECO

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS DE
REVESTIMENTOS EXTERNOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Geilma Lima Vieira

Vitória
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

P116a Pacheco, Clarisse Pereira, 1989-
Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos / Clarisse Pereira Pacheco. – 2016. 329 f. : il.

Orientador: Geilma Lima Vieira.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Revestimento cerâmico. 2. Argamassa. 3. Inspeção. 4. Revestimentos. 5. Edifícios - Reformas. I. Vieira, Geilma Lima. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

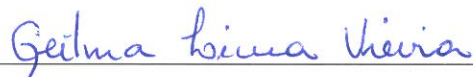
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS DE REVESTIMENTOS EXTERNOS

Clarisse Pereira Pacheco

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Aprovada no dia **01 de setembro de 2016** por:



Profª. Dra. Geilma Lima Vieira
Doutora em Engenharia Civil
Orientadora - UFES



Prof. Dr. João Luiz Calmon Nogueira da Gama
Doutor em Engenharia Civil
Membro Interno - UFES



Prof. Dr. Elton Bauer
Doutor em Engenharia Civil
Membro Externo - UnB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por abençoar minha vida e me guiar em todos os momentos.

À minha orientadora Geilma Lima Vieira, por todos os conselhos e críticas nos momentos precisos e pelo apoio para a realização desta pesquisa.

Aos meus pais, Jussara e Ronaldo, pelo amor incondicional: à minha mãe, por todo carinho e dedicação para que nunca desistisse dos meus objetivos e pelo apoio em todas as decisões, com conselhos sábios; ao meu pai, por todo suporte, que, além de pai, é meu professor e exemplo de profissional e de paixão pela Engenharia Civil.

Ao meu irmão, Rodrigo, pelo exemplo de dedicação aos estudos e apoio durante toda minha vida. Às minhas sobrinhas/afilhadas, Maria Stella e Maria Cecília, por despertarem em mim os melhores sentimentos.

A toda minha família, avós, cunhada, tios e primos, pelo carinho e vibrações com minhas conquistas. Ao Cássio, pelo amor e apoio incondicional, por entender minhas ausências e acreditar mais em mim do que eu própria. E aos meus amigos, pela torcida e amizade ao longo dos anos.

Aos colegas do mestrado Thaís, Regiane, Letícia, Jéssica, Argeu, Felipe, Sérgio, Wagner Klippel, Wagner e Maxwell, pelas experiências compartilhadas e pelos momentos alegres propiciados. Em especial, aos amigos Max e Sérgio, pelo suporte nos ensaios e pelos momentos de descontrações. E à amiga Thaís, por dividir momentos de estudos, desesperos, viagens e alegrias que permitiram fortalecer ainda mais nossa amizade.

A todos os professores do mestrado, pelos conhecimentos transmitidos ao longo das disciplinas. Aos técnicos do LEMAC, pelo auxílio nos ensaios realizados.

E agradeço também a todos os responsáveis pelos seis condomínios que vistoriei, além dos funcionários e moradores que conheci, que permitiram as inúmeras visitas realizadas nos edifícios e forneceram todas as informações para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

PACHECO, C. P. **Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória: 2016. 229p.

A perda de desempenho dos revestimentos externos se caracteriza quando não há um projeto correto, uma execução adequada, materiais de qualidade e quando profissionais habilitados não realizam manutenções. Esses fatores, associados ao fato de a fachada ser um dos locais que mais sofrem com as agressões do meio externo, contribuem para o aparecimento das manifestações patológicas. Para impedir a ocorrência desses danos e manter a vida útil do edifício, devem ocorrer manutenções programadas de acordo com as constatações obtidas em inspeções prediais. A pesquisa propõe a elaboração de uma metodologia para vistoriar fachadas de edifícios em argamassa com pintura e com cerâmica e a aplicação do método em seis edifícios da cidade de Vitória-ES. São três edifícios em argamassa com pintura (ARG1, ARG2, ARG3) e três com cerâmica (CER1, CER2, CER3). Para isso, recorreu-se a modelos pré-estruturados para inspeção e obtenção de parâmetros com intuito de analisar a deterioração das fachadas. Mediante a inspeção visual das fachadas, houve levantamento das áreas dos danos por região (paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, juntas, transição entre pavimentos, topo) e orientação cardinal da fachada. Com os dados obtidos, procedeu-se ao cálculo do Índice de Manifestação Patológica, da porcentagem de ocorrência e dos níveis de degradação. Ocorreu o teste de percussão nos revestimentos cerâmicos e os ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas cerâmicas. Nos edifícios com argamassa e pintura, houve o método do cachimbo. Como complemento, procedeu-se à obtenção de dados referentes aos edifícios por meio de entrevistas. Concluiu-se que o conjunto de dados obtidos permite a elaboração de um diagnóstico mais preciso e que a metodologia auxiliou na obtenção desses resultados.

Palavras-chave: Manifestação patológica; Revestimento externo; Revestimento cerâmico; Argamassa; Inspeção.

ABSTRACT

PACHECO, C. P. **Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória: 2016. 229p.

The loss of performance of external coating is meaningful when there is no appropriate project, a proper execution, quality materials and when maintenance is not performed by skilled professionals. These factors, together with the fact that the facade is very exposed to outdoor aggressions, contribute to the appearance of pathological manifestations. In order to stop these damages and keep the useful life of the building, scheduled maintenance should happen according to findings obtained by building inspections. This work proposes a methodology to inspect painted plaster facades or with ceramic and the application of this method to inspect six buildings in Vitória, Espírito Santo state. Half of the buildings were made of painted mortar (ARG1, ARG2, ARG3) and the other half were made with ceramic (CER1, CER2, CER3). Pre-structured models were used for inspection and for obtaining the parameters in order to analyse the deterioration of the facade. Through visual inspection of the facades, the damaged areas were mapped according to the region (continuous walls, openings, balconies, corners and ends, joints, transition between floors, roof) and cardinal orientation of the facade. The obtained data were used to calculate the Pathological Manifestation Index, the percentage of occurrence and the levels of degradation. Percussion test were made in the ceramic coating and in the ceramic plaques were performed the water absorption and expansion by moisture tests. In the buildings with mortar and paint there were the pipe method. Relevant informations concerning the buildings were obtained with interviews. This work concludes that the obtained data leads to the formulation of a more accurate diagnosis and that the methodology helped in getting these results.

Key Words: Pathological manifestations; External coating; Ceramic tiles; Mortar; Inspection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Recuperação do desempenho por ações de manutenção	30
Figura 2.1 – Identificação nas fachadas das áreas pesquisadas	48
Figura 2.2 - Representação esquemática da fachada.....	48
Figura 2.3 – Porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas para cantos e extremidades	50
Figura 2.4 – Níveis de degradação para cantos e extremidades nas fachadas ...	50
Figura 2.5 – Sistema classificativo de apoio à inspeção	52
Figura 2.6 - Fluxograma da metodologia de estudo utilizada na pesquisa de Antunes (2010).....	63
Figura 2.7 - Croqui esquemático de orientação das fachadas	64
Figura 2.8 - Ocorrência de manifestações patológicas na fachada.....	65
Figura 2.9 - Mapas de incidência de manifestações patológicas	66
Figura 2.10 - Mapeamento de danos e sobreposição de malha nos mapeamentos das fachadas analisadas com detalhe de uma unidade de área de dano.....	68
Figura 2.11 - Esquema ilustrativo da divisão dos andares e das regiões da fachada realizado por Souza (2016)	71
Figura 2.12 - Gráfico do percentual de ocorrências das manifestações patológicas nas fachadas analisadas.....	75
Figura 2.13 - Gráfico da incidência média das manifestações patológicas nas fachadas analisadas.....	76
Figura 2.14 - Gráfico representativo da classificação dos edifícios conforme o IIMF	76
Figura 3.1 – Etapas metodológicas da pesquisa.....	80
Figura 3.2 – Fluxograma da 2. ^a etapa: levantamento de dados da pesquisa.....	83
Figura 3.3 – Croqui da planta baixa de um edifício desenhado no programa AutoCAD®.....	86
Figura 3.4 – Representação esquemática das regiões da fachada.....	88
Figura 3.5 – Cerâmicas retiradas de CER1	97
Figura 3.6 – Retirada da argamassa aderida à cerâmica no LEMAC	98
Figura 3.7 – Etapas do ensaio de absorção de água em placas cerâmicas	99
Figura 3.8 – Etapa de obtenção das medidas l_0 e l_1 com auxílio do paquímetro	101

Figura 3.9 – Etapa de requeima das cerâmicas na mufla	101
Figura 3.10 – Fluxograma da 3. ^a etapa - Tratamento dos dados e análise dos resultados.....	103
Figura 3.11 – Exemplo de um gráfico da porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em um edifício vistoriado	107
Figura 3.12 – Exemplo de um gráfico com a porcentagem de incidência de cada nível de degradação nas fachadas de um edifício vistoriado	108
Figura 3.13 – Exemplo de gráfico da porcentagem de fissuras e trincas em relação à área de cada fachada e à área total das fachadas e nível de degradação em função da orientação das fachadas.....	109
Figura 4.1 – Carta solar de da cidade de Vitória-ES	112
Figura 4.2 - Edifício ARG1 - Fachada frontal.....	113
Figura 4.3 – Edifício ARG1 – Orientação cardeal.....	113
Figura 4.4 – Croqui da planta baixa de ARG1 realizado no AutoCAD®.....	114
Figura 4.5 - Edifício ARG2 - Fachada frontal.....	116
Figura 4.6 – Edifício ARG2 – Orientação cardeal.....	117
Figura 4.7 – Croqui da planta baixa de ARG2 realizado no AutoCAD®.....	118
Figura 4.8 – Edifício ARG3 – Orientação cardeal.....	119
Figura 4.9 – Croqui da planta baixa de ARG3 realizado no AutoCAD®.....	120
Figura 4.10 – Proteção das caixas de ar condicionado	121
Figura 4.11 – Modificações realizadas no térreo de ARG3	121
Figura 4.12 - Edifício CER1 - Fachada frontal.....	123
Figura 4.13 – Edifício CER1 – Orientação cardeal.....	123
Figura 4.14 – Aberturas inseridas nas fachadas	124
Figura 4.15 – Croqui da planta baixa de CER1 realizado no AutoCAD®.....	125
Figura 4.16 - Edifício CER1 - Fachada frontal.....	127
Figura 4.17 – Edifício CER2 – Orientação cardeal.....	127
Figura 4.18 – Croqui da planta baixa de CER2 realizado no AutoCAD®.....	128
Figura 4.19 - Edifício CER3 - Fachada frontal.....	131
Figura 4.20 – Edifício CER3 – Orientação cardeal.....	131
Figura 4.21 – Revestimento cerâmico substituído por pintura.....	132
Figura 4.22 – Croqui da planta baixa de CER3 realizado no AutoCAD®.....	133
Figura 5.1 – Manifestações patológicas observadas em ARG1	136

Figura 5.2 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação	137
Figura 5.3 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação ao nível do solo de ARG1	139
Figura 5.4 – Descolamento do reboco ao nível do solo da fachada su-sudeste	140
Figura 5.5 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas de ARG1	140
Figura 5.6 – Fissuras horizontais na continuidade das juntas	141
Figura 5.7 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas de ARG1	142
Figura 5.8 – Manchas e umidade abaixo do peitoril de concreto	143
Figura 5.9 - Fissuras de vértice nas aberturas	143
Figura 5.10 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas de ARG1	144
Figura 5.11 – Sacadas com manchas e umidade	144
Figura 5.12 – Descolamento do reboco na sacada	145
Figura 5.13 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG1	145
Figura 5.14 – Fissura na região de cantos e extremidades das fachadas	146
Figura 5.15 – Fissuras verticais no canto da fachada	146
Figura 5.16 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG1	147
Figura 5.17 – Fissuras na transição entre pavimentos	148
Figura 5.18 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG1	148
Figura 5.19 – Topo do edifício ARG1 com umidade e manchas	149

Figura 5.20 – Topo do edifício ARG1 com fissura e descolamento do reboco...	149
Figura 5.21 – Gráficos da porcentagem de fissuras e umidade em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas.....	150
Figura 5.22 – Gráficos da porcentagem de manchas e sujeiras e descolamento do reboco em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas	151
Figura 5.23 – Gráfico da porcentagem de descolamento da pintura em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas.....	151
Figura 5.24 – Leituras do método do cachimbo nos pontos 2 e 3 do edifício ARG1	153
Figura 5.25 - Ensaio do método do cachimbo realizado sobre a pintura de ARG1 nos pontos 2 e 3.....	153
Figura 5.26 – Leituras do método do cachimbo no ponto 4 do edifício ARG1 ...	154
Figura 5.27 - Ensaio do método do cachimbo realizado sobre o reboco de ARG1 no ponto 4	154
Figura 5.28 – Parte do reboco deslocado, permitindo a visualização das camadas do revestimento	155
Figura 5.29 – Manifestações patológicas constatadas em ARG2	156
Figura 5.30 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação de ARG2.....	157
Figura 5.31 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação ao nível do solo de ARG2.....	159
Figura 5.32 – Manifestações patológicas detectadas ao nível do solo em ARG2	160
Figura 5.33 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas de ARG2.....	161
Figura 5.34 – Umidade e descolamento da pintura em ARG2	162

Figura 5.35 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas de ARG2.....	162
Figura 5.36 – Fissura horizontal acima da janela e de vértice em ARG2.....	163
Figura 5.37 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas de ARG2.....	164
Figura 5.38 – Descolamento da pintura e do reboco em uma sacada de ARG2	165
Figura 5.39 – Fissuras em uma sacada e locais de corrosão e desagregação do concreto em ARG2.....	165
Figura 5.40 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG2.....	166
Figura 5.41 – Fissura na transição entre pavimentos de ARG2.....	167
Figura 5.42 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG2.....	167
Figura 5.43 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG2.....	168
Figura 5.44 – Região do topo nas fachadas de ARG2.....	169
Figura 5.45 – Fissuras e trincas e umidade em ARG2.....	169
Figura 5.46 – Desagregação do concreto, manchas e sujeiras, vegetação parasitária, vesícula, descolamento do reboco e descolamento da pintura em ARG2.....	170
Figura 5.47 – Corrosão em ARG2.....	171
Figura 5.48 – Absorção de água em função do tempo nos pontos 1 e 3 em ARG2.....	172
Figura 5.49 – Local de realização do ponto 1 com torrões de argila e microfissuras e método do cachimbo em andamento em ARG2 nos pontos 1 e 3.....	173
Figura 5.50 – Absorção de água em função do tempo nos pontos 2 e 4 de ARG2.....	173
Figura 5.51 – Método do cachimbo em andamento em ARG2 nos pontos 2 e 4	174

Figura 5.52 – Reboco úmido no local do ponto 4 após o ensaio.....	174
Figura 5.53 – Manifestações patológicas constatadas em ARG3	175
Figura 5.54 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação	176
Figura 5.55 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo	177
Figura 5.56 – Fissuras no nível do solo de ARG3.....	178
Figura 5.57 – Umidade no nível do solo de ARG3	179
Figura 5.58 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas	179
Figura 5.59 – Fissuras nas paredes contínuas de ARG3.....	180
Figura 5.60 – Fissuras na fachada leste de ARG3.....	180
Figura 5.61 – Fissuras na fachada oeste de ARG3.....	181
Figura 5.62 – Fissuras na fachada oeste de ARG3.....	181
Figura 5.63 – Sujeiras na fachada sul de ARG3	182
Figura 5.64 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas	183
Figura 5.65 – Fissuras de vértice em ARG3.....	183
Figura 5.66 – Fissuras horizontais nas varandas em ARG3	184
Figura 5.67 – Corrosão das armaduras e desagregação do concreto nas aberturas de ARG3.....	184
Figura 5.68 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades.....	185
Figura 5.69 – Fissuras nos cantos e extremidades de ARG3 no térreo	186
Figura 5.70 – Fissuras nos cantos e extremidades de ARG3	187
Figura 5.71 – Umidade e vegetação em ARG3.....	187
Figura 5.72 – Fissura na junta de ARG3	188

Figura 5.73 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos	189
Figura 5.74 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3	190
Figura 5.75 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3	190
Figura 5.76 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3	191
Figura 5.77 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3	191
Figura 5.78 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo	192
Figura 5.79 – Fissuras, manchas e sujeiras no topo de ARG3	193
Figura 5.80 – Fissuras e trincas, umidade, manchas e sujeiras, descolamento do reboco ,descolamento da pintura e corrosão em ARG3.....	194
Figura 5.81 – Ensaio em andamento nos pontos 1 e 2 de ARG3	196
Figura 5.82 – Absorção de água em função do tempo para os pontos 3 e 4 em ARG3	197
Figura 5.83 – Ensaio em andamento nos pontos 3 e 4 de ARG3	197
Figura 5.84 – Textura solta do reboco de ARG3.....	198
Figura 5.85 – Manifestações patológicas constatadas em CER1	199
Figura 5.86 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação	201
Figura 5.87 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo	202
Figura 5.88 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades.....	204
Figura 5.89 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos	205
Figura 5.90 – Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas de descolamento do revestimento cerâmico	207

Figura 5.91 – Resquícios da pintura.....	208
Figura 5.92 – Dano do tipo Dt.j3.....	208
Figura 5.93 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j5 em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	209
Figura 5.94 – Porcentagem de ocorrência de M em relação às áreas das fachadas vistoriadas	210
Figura 5.95 – Cerâmicas com gretamento – CER1	211
Figura 5.96 – Argamassa bem aderida à cerâmica com resquícios de pintura ..	211
Figura 5.97 – Cerâmica com cordões de argamassa visíveis	212
Figura 5.98 – Início da reforma da fachada frontal de CER1	214
Figura 5.99 – Riscos na pintura e argila no reboco	214
Figura 5.100 – Marcas na fachada e fissura em CER1	215
Figura 5.101 – Manifestações patológicas constatadas em CER2	216
Figura 5.102 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação	219
Figura 5.103 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas	221
Figura 5.104 – Queda das pastilhas de CER2 nas paredes contínuas	221
Figura 5.105 – Dano do tipo E.s1 em CER2	222
Figura 5.106 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas	222
Figura 5.107 – Queda das pastilhas de CER2 nas aberturas	223
Figura 5.108 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas	223
Figura 5.109 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades.....	224
Figura 5.110 – Fissuras do tipo F.s3 na fachada lés-nordeste de CER2	225
Figura 5.111 – Desagregação do concreto e corrosão em CER2	225

Figura 5.112 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos	226
Figura 5.113 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo	227
Figura 5.114 – Fissura no topo de CER2	227
Figura 5.115 – Porcentagem de ocorrência de D.1_a e D.p em relação às áreas das fachadas vistoriadas	228
Figura 5.116 – Fissuras na argamassa nos locais de desprendimento cerâmico	229
Figura 5.117 – Fissuras na argamassa nos locais de desprendimento cerâmico	230
Figura 5.118 – Sacadas com revestimento cerâmico comprometido	230
Figura 5.119 – Região comprometida no entorno de revestimento já alterado ..	231
Figura 5.120 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j2 em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	232
Figura 5.121 – Porcentagem de ocorrência de E.s1 em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	233
Figura 5.122 – Porcentagem de ocorrência de E.s2 em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	233
Figura 5.123 – Porcentagem de ocorrência de M em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	234
Figura 5.124 – Sujeiras abaixo da janela (a) e ao redor da saída do exaustor (b)	234
Figura 5.125 – Cerâmicas de CER2 antes da limpeza do tardo.....	235
Figura 5.126 – Cerâmicas de CER2 após limpeza.....	236
Figura 5.127 – Manifestações patológicas constatadas em CER3	238
Figura 5.128 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação	240
Figura 5.129 – Alteração de cor nos rejuntas de CER3 (Dt.j2).....	241
Figura 5.130 – Fissuras nos rejuntas de CER3 (Dt.j3)	241

Figura 5.131 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo	242
Figura 5.132 – Manchas e sujeiras no nível do solo de CER3.....	242
Figura 5.133 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas	243
Figura 5.134 – Manchas e sujeiras nas paredes contínuas de CER3.....	243
Figura 5.135 – Deslocamento cerâmico CER3 (D.1_a)	244
Figura 5.136 – Eflorescência nos rejuntas de CER3 (Dt.j1)	244
Figura 5.137 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas	245
Figura 5.138 – Manchas e sujeiras abaixo das aberturas de CER3.....	246
Figura 5.139 – Deslocamento cerâmico na região de aberturas de CER3	246
Figura 5.140 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades.....	247
Figura 5.141 – Crescimento de vegetação nos rejuntas de CER3.....	247
Figura 5.142 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos	248
Figura 5.143 – Eflorescência nos rejuntas de CER3.....	249
Figura 5.144 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo	249
Figura 5.145 – Manchas e sujeiras no topo de CER3	250
Figura 5.146 – Porcentagem de ocorrência de D.1_a, D.s1 e D.p em relação às áreas das fachadas vistoriadas	250
Figura 5.147 – Regiões de D.p no entorno de D.1_a em CER3.....	251
Figura 5.148 – Regiões de D.p no entorno de D.1_a em CER3.....	251
Figura 5.149 – Revestimento estufado em CER3	252

Figura 5.150 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j2 e Dt.j3 em relação às áreas das fachadas vistoriadas	253
Figura 5.151 – Porcentagem de ocorrência de E.s3 e M em relação às áreas das fachadas vistoriadas.....	254
Figura 5.152 – Cerâmicas retiradas da fachada de CER3	255
Figura 5.153 – Cerâmicas novas de CER3	255
Figura 5.154 – Cordões de argamassa visíveis nas cerâmicas de CER3.....	256

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Matriz GUT	44
Quadro 2.2 - Escala de deterioração adotada.....	47
Quadro 2.3 - Nível de degradação dos revestimentos de fachada.....	49
Quadro 2.4 - Classificação das anomalias no RCA.....	53
Quadro 2.5 - Classificação das prováveis causas no RCA	54
Quadro 2.6 - Lista dos métodos de diagnósticos <i>in situ</i> do RCA.....	55
Quadro 2.7 - Ficha do ensaio M-F2 – Arrancamento	55
Quadro 2.8 – Técnicas de reparo: corretivas (rc), preventivas (rp) e de manutenção (m)	56
Quadro 2.9 - Ficha de anomalia F.1_a.....	58
Quadro 2.10 - Ficha de quantificação de manifestações patológicas	65
Quadro 2.11 – Formulário utilizado na pesquisa	74
Quadro 2.12 – Resumo das ferramentas de inspeções abordadas neste capítulo	78
Quadro 3.1 - <i>Checklist</i> de caracterização dos edifícios.....	84
Quadro 3.2 - Nível de degradação para revestimento em argamassa e pintura ..	89
Quadro 3.3 – Ficha de quantificação de manifestações patológicas para edifícios com revestimento em argamassa	90
Quadro 3.4 – Resumo da ficha de quantificação de manifestações patológicas para edifícios com revestimento cerâmico	91
Quadro 3.5 - Classificação das anomalias no revestimento cerâmico	91
Quadro 3.6 - Nível de degradação para os edifícios com revestimento cerâmico	92
Quadro 3.7 - Ficha do método do cachimbo	94
Quadro 3.8 - Ficha do teste de percussão	96
Quadro 3.9 - Ficha do ensaio de determinação da absorção de água em placas cerâmicas.....	98
Quadro 3.10 - Ficha do ensaio de determinação da expansão por umidade (EPU) em placas cerâmicas.....	100
Quadro 3.11 – Descrição da amostra sobre a qual foram feitos os cálculos.....	104
Quadro 4.1 – Características das fachadas do edifício ARG1	115
Quadro 4.2 – Características das fachadas do edifício ARG2	119

Quadro 4.3 – Características das fachadas do edifício ARG3	122
Quadro 4.4 – Características das fachadas do edifício CER1.....	126
Quadro 4.5 – Características das fachadas do edifício CER2.....	129
Quadro 4.6 – Características das fachadas do edifício CER3.....	134
Quadro 5.1 – Resumo das informações dos edifícios	135
Quadro 5.2 - Classificação das prováveis causas no sistema de revestimento cerâmico.....	272

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Matriz de correlação anomalias/causas prováveis	57
Tabela 2.2 - Índice de danos/m ² de área de fachada	66
Tabela 2.3 - Graduação do Índice de Incidência das Manifestações nas Fachadas (IIMF).....	74
Tabela 2.4 - Classificação do índice de manifestações nas fachadas	75
Tabela 3.1 - Matriz de correlação: manifestações patológicas X causas prováveis	110
Tabela 4.1 - Áreas das fachadas de ARG1, em metros quadrados (m ²)	114
Tabela 4.2 - Áreas das fachadas de ARG2, em metros quadrados (m ²)	118
Tabela 4.3 - Áreas das fachadas de ARG3, em metros quadrados (m ²)	121
Tabela 4.4 - Áreas das fachadas de CER1 em metros quadrados (m ²).....	125
Tabela 4.5 - Áreas das fachadas de CER2 em metros quadrados (m ²).....	129
Tabela 4.6 - Áreas das fachadas de CER3 em metros quadrados (m ²).....	133
Tabela 5.1 – Índice de manifestação patológica em ARG1.....	136
Tabela 5.2 - Características dos pontos de execução do método do cachimbo em ARG1	152
Tabela 5.3 – Índice de manifestação patológica em ARG2.....	157
Tabela 5.4 - Características dos pontos do método do cachimbo em ARG2	172
Tabela 5.5 – Índice de manifestação patológica em ARG3.....	175
Tabela 5.6 - Características dos pontos de execução do método do cachimbo em ARG3	196
Tabela 5.7 – Índice de manifestação patológica em CER1	199
Tabela 5.8 – Índice da manifestação patológica D.p em CER1	200
Tabela 5.9 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1, nas paredes contínuas.....	202
Tabela 5.10 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 nas aberturas.....	203
Tabela 5.11 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 nas sacadas.....	204
Tabela 5.12 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 no topo.....	205

Tabela 5.13 – Resultado da absorção de água das cerâmicas de CER1	212
Tabela 5.14 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas de CER1 em mm/m	213
Tabela 5.15 – Índice de manifestação patológica em CER2	217
Tabela 5.16 – Índice da manifestação patológica D.p em CER2	217
Tabela 5.17 – Área vistoriadas e degradadas de D.p em CER	218
Tabela 5.18 – Índice da manifestação patológica D.p em CER2	218
Tabela 5.19 – Resultado da absorção de água das cerâmicas de CER2	236
Tabela 5.20 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas de CER2 em mm/m	237
Tabela 5.21 – Índice de manifestação patológica em CER3	239
Tabela 5.22 – Índice da manifestação patológica D.p em CER3	239
Tabela 5.23 – Resultado da absorção de água das cerâmicas antigas e novas de CER3	256
Tabela 5.24 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas antigas de CER3 em mm/m	257
Tabela 5.25 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas novas de CER3 em mm/m	257
Tabela 5.26 – Idade, nível de degradação e IMP dos edifícios do grupo ARG ..	258
Tabela 5.27 - Porcentagem de ocorrência (%), índice de manifestação patológica (IMP) e nível de degradação (ND) das manifestações patológicas de ARG	259
Tabela 5.28 – Resultados do método do cachimbo nos pontos diretamente sobre o reboco	263
Tabela 5.29 – Resultados do método do cachimbo nos pontos com acabamento em pintura	264
Tabela 5.30 – Nível de degradação e IMP dos edifícios do grupo CER	266
Tabela 5.31 – Porcentagem de ocorrência (%), índice de manifestação patológica (IMP) e nível de degradação (ND) das manifestações patológicas de CER	268
Tabela 5.32 - IMP total de D.p	268
Tabela 5.33 – Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade dos edifícios CER	270
Tabela 5.34 - Matriz de correlação: manifestações patológicas X causas prováveis	273

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	28
1.1	CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	29
1.2	OBJETIVOS	39
1.2.1	Objetivo geral	40
1.2.2	Objetivos específicos	40
1.3	LIMITAÇÕES DO TEMA.....	41
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	41
2	FERRAMENTAS PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FACHADAS	43
2.1	FERRAMENTA PROPOSTA POR GUIMARÃES, CARASEK E CASCUDO (2003).....	46
2.2	FERRAMENTA PROPOSTA POR GASPAR E BRITO (2005).....	47
2.3	FERRAMENTA PROPOSTA POR SILVESTRE E BRITO (2008)	52
2.4	FERRAMENTA PROPOSTA POR ANA SILVA (2009)	58
2.5	FERRAMENTA PROPOSTA POR GALBUSERA (2013).....	61
2.6	FERRAMENTAS PROPOSTAS PELO LEM - UNB	62
2.6.1	Ferramenta proposta por Antunes (2010).....	62
2.6.2	Ferramenta proposta por Silva (2014).....	67
2.6.3	Ferramenta proposta por Souza (2016).....	70
2.7	FERRAMENTA PROPOSTA POR ULIANA ET AL. (2014)	73
2.8	RESUMO DAS FERRAMENTAS ESTUDADAS	77
3	METODOLOGIA.....	80
3.1	1. ^a ETAPA - DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA DE INSPEÇÃO DE FACHADAS	81
3.2	2. ^a ETAPA - LEVANTAMENTO DE DADOS	82

3.2.1	Níveis de degradação e registros das manifestações patológicas das fachadas dos edifícios do Grupo ARG	88
3.2.2	Níveis de degradação e registros das manifestações patológicas das fachadas dos edifícios do Grupo CER.....	90
3.2.3	Ensaio não destrutivo.....	93
3.3	3.ª ETAPA - TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	102
3.3.1	Considerações e análise dos resultados.....	109
4	RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS	111
4.1	CONTEXTO DOS EDIFÍCIOS	111
4.2	CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS	112
4.2.1	Edifício ARG1	113
4.2.2	Edifício ARG2	116
4.2.3	Edifício ARG3	119
4.2.4	Edifício CER1	122
4.2.5	Edifício CER2	126
4.2.6	Edifício CER3	130
5	RESULTADOS DAS VISTORIAS E ENSAIOS	135
5.1	EDIFÍCIO ARG1	135
5.1.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG1	136
5.1.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG1	137
5.1.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG1	150
5.1.4	Método do cachimbo de ARG1	152
5.2	EDIFÍCIO ARG2	156
5.2.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG2	156

5.2.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG2	157
5.2.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG2	169
5.2.4	Método do cachimbo de ARG2	171
5.3	EDIFÍCIO ARG3	174
5.3.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG3	175
5.3.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG3	176
5.3.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG3	193
5.3.4	Método do cachimbo de ARG3	195
5.4	EDIFÍCIO CER1	198
5.4.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de CER1	199
5.4.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER1	200
5.4.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER1	206
5.4.4	Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER1	210
5.4.5	Informações complementares sobre CER1	214
5.5	EDIFÍCIO CER2	215
5.5.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de CER2	216
5.5.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER2	219
5.5.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER2	228
5.5.4	Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER2	235

5.6	EDIFÍCIO CER3	237
5.6.1	Índice de manifestação patológica (IMP) de CER3	238
5.6.2	Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER3	239
5.6.3	Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER3	250
5.6.4	Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER3	254
5.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS ENCONTRADOS	258
5.7.1	Edifícios do grupo ARG.....	258
5.7.2	Edifícios do grupo CER	266
5.7.3	Análise Final.....	275
6	CONCLUSÕES	277
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	280
	REFERÊNCIAS.....	282
	APÊNDICES	290
	APÊNDICE A - MODELO DO CHECKLIST.....	291
	APÊNDICE B - FICHA DE ENSAIO – MÉTODO DO CACHIMBO	295
	APÊNDICE C - FICHA DE QUANTIFICAÇÃO – EDIFÍCIOS COM REVESTIMENTO CERÂMICO.....	297
	APÊNDICE D - FICHA DE QUANTIFICAÇÃO – EDIFÍCIOS COM REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS	299
	APÊNDICE E - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG1	301
	APÊNDICE F - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG2	305
	APÊNDICE G - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG3	308
	APÊNDICE H - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER1	312
	APÊNDICE I - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER2.....	315

APÊNDICE J - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER3.....	319
APÊNDICE K - RESULTADOS DOS ENSAIOS DE EXPANSÃO POR UMIDADE EM PLACAS CERÂMICAS.....	322
APÊNDICE L RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM PLACAS CERÂMICAS	325
APÊNDICE M – TABELAS-RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS EDIFÍCIOS	328

1 INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Os edifícios são compostos de diversos sistemas interligados, como os sistemas estrutural, de fachada, elétrico, hidrossanitário, gás, impermeabilização, os quais são projetados e executados para garantir a sua vida útil e a da edificação como um todo.

No que diz respeito aos sistemas de fachada, segundo Moscoso (2013), uma das funções do revestimento externo é proteger a edificação contra a ação de agentes agressivos. Desta forma, o revestimento fica exposto a inúmeras solicitações deletérias, tais como variações térmicas, vento, umidade, ruído, chuva, incidência solar, carregamentos estático e dinâmico, impacto, peso próprio.

Portanto, as fachadas e a cobertura das edificações, por estarem expostas às intempéries naturais, são as áreas mais deterioradas ao longo do tempo (BARBOSA, 2013). Outros fatores externos também atuam como mecanismos de degradação das fachadas, como a movimentação estrutural, movimentações térmicas e a sobrecarga (ANTUNES, 2010). Moreira (2002) ressalta que muitas ações dinâmicas que provocam vibração – como o vento – podem ser exaltadas pelas características da própria edificação, como a sua esbeltez.

Shohet et al. (1999) destacam que as causas mais frequentes de deterioração prematura dos revestimentos são os seguintes: erro de projeto; má execução; má qualidade dos materiais; condições climáticas ou atmosféricas adversas (poluição do ar ou incidência solar intensa); erro de manutenção; e uso intensivo e inadequado da estrutura. Desse modo, é importante entender o funcionamento do revestimento externo, das fachadas e da cobertura, além de analisar as manifestações patológicas existentes nesses locais, a fim de aprimorar tais sistemas e minimizar a ocorrência de problemas.

As influências dessas ações deletérias levam à perda de desempenho do revestimento e, conseqüentemente, da sua durabilidade. Para minimizar esses impactos, são necessárias manutenções proativas (preventiva e preditiva) e/ou corretivas (FLORES-COLEN; BRITO, 2010). No âmbito das manutenções

preditivas e corretivas nas fachadas, as inspeções têm a finalidade de detectar os problemas existentes, estudar as causas e avaliar o estado de deterioração das anomalias identificadas. Para tanto, é importante garantir que essas inspeções ocorram de maneira adequada, levando em conta o histórico do edifício, a fim de que seja possível entender o comportamento das fachadas e propor melhorias nos projetos, na execução, na utilização e na manutenção delas.

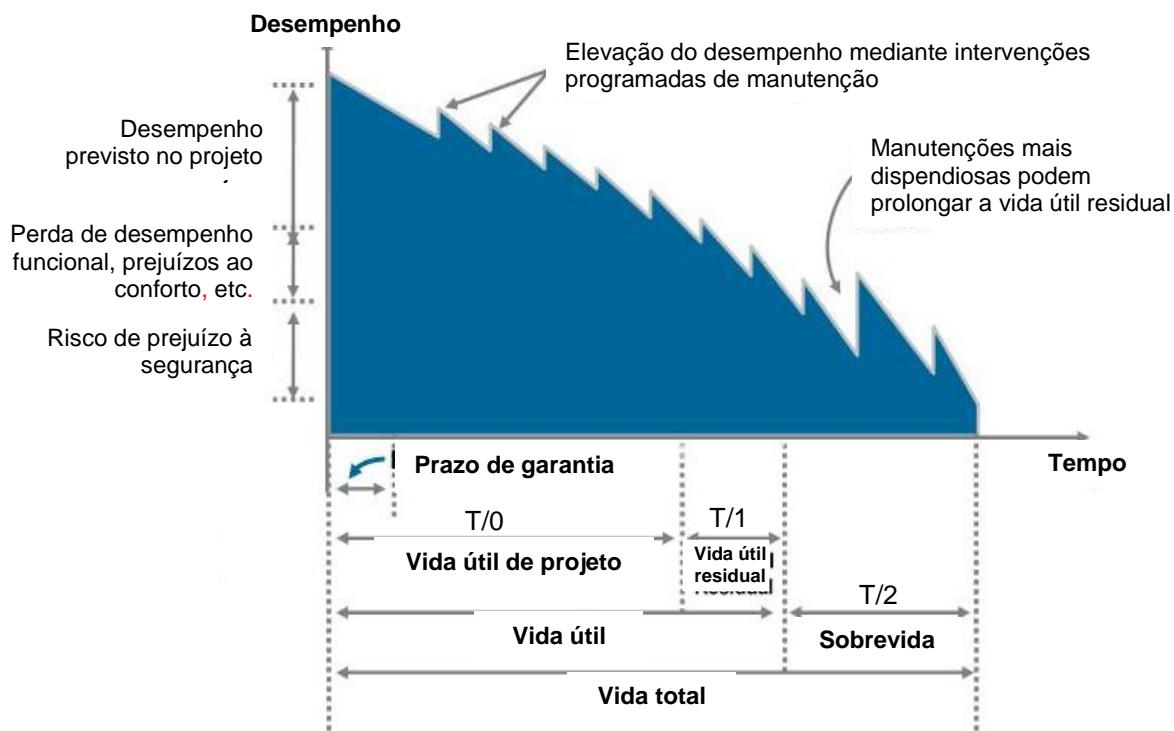
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Por definição, o revestimento externo dos edifícios constitui-se de um conjunto de elementos como camadas sucessivas de argamassas, revestimento final e detalhes construtivos (por exemplo, as juntas) (RIBEIRO, 2006). Apesar de a expressão “revestimento externo” ser comumente utilizada, Fiorito (1994) defende o uso da expressão “estrutura de revestimento”, por este ser composto de camadas de materiais com propriedades distintas, trabalhando em conjunto e compondo a fachada da edificação. Portanto, para Barbosa (2013), por se tratar de uma estrutura, a fachada também deve ser estudada quanto ao seu estado-limite último (ELU), uma vez que o colapso de uma camada do conjunto levará toda a estrutura de revestimento ao colapso.

A norma de desempenho ABNT NBR 15575-1: 2013 determina que o sistema de vedação vertical externa deve possuir no mínimo 40 anos de vida útil de projeto (VUP), 50 anos de limite intermediário e 60 anos de limite superior. A norma também sugere valores de VUP para cada elemento da fachada (como esquadrias, vidros, pintura, revestimento aderido e não aderido, impermeabilização dos rejuntas). Para revestimento externo aderido, recomenda VUP mínima de 20 anos e máxima de 30 anos e, para pintura de fachadas, mínima de oito anos e máxima de 12 anos. E ainda sugere prazo de garantia para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (SVVIE) de cinco anos de segurança e integridade.

Na definição da VUP do revestimento devem ser estabelecidas ações de manutenção para garantir o cumprimento dela. A execução de manutenções, conforme recomendado, prolonga a vida útil, conforme se mostra na Figura 1.1.

Figura 1.1 – Recuperação do desempenho por ações de manutenção



Fonte: IPT apud Del Mar (Acesso em 17 ago. 2016).

No Brasil, atualmente os acabamentos de fachada mais utilizados são o revestimento cerâmico e/ou com pedras e pintura. Mas, com o crescimento da indústria da construção civil, surgiram novas tecnologias, como o *Steel Frame*, os painéis de vidro e alumínio, fachadas ventiladas, placas cimentícias e outros que já podem ser observados em novas edificações ou em edifícios reformados.

Para a especificação dos materiais mais adequados para os revestimentos, devem ser considerados os fatores estéticos, de custo e de desempenho técnico. Para tanto, levam-se em conta alguns parâmetros, como a localização do edifício, o uso, a manutenção, os custos, os quais são analisados para garantir o melhor desempenho da edificação. A não observação de tais parâmetros vai causar inúmeras manifestações patológicas nas fachadas. As manifestações patológicas são irregularidades que surgem de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, no uso, na manutenção ou em função do envelhecimento natural dos materiais (CBIC, 2013).

Segundo Masters e Brandt (1989), as manifestações patológicas das estruturas podem ser de origem congênita, construtiva, adquirida ou acidental: as congênitas

ocorrem por erros de projeto e desconhecimento de normas técnicas; as construtivas ocorrem na etapa de construção por erro de execução, utilização de materiais inapropriados e mão de obra desqualificada; as adquiridas surgem durante a vida útil ocasionada pela exposição da edificação à agressividade do meio; já as acidentais, por ocorrência de algum fenômeno atípico (LOPES, 2009). As adquiridas e acidentais estão diretamente relacionadas aos agentes de degradação aos quais as fachadas estão expostas. Esses agentes são fatores que afetam o desempenho de um material de construção, componente ou sistema, como fatores climáticos, biológicos, de uso, ações mecânicas, vibrações.

As principais incidências patológicas percebidas em fachadas são, entre outras, descolamento e deslocamento cerâmico e/ou do revestimento, fissuras e trincas, eflorescência, manchamento, deterioração do revestimento e corrosão (ULIANA et al., 2014).

A definição dos materiais e dos projetos são etapas importantes na execução do revestimento externo, de forma a evitar o surgimento dessas manifestações patológicas. Para o revestimento cerâmico, é fundamental a escolha correta das placas, rejuntas, argamassas e a especificação das juntas, para que sejam compatíveis entre si e desempenhem sua função corretamente. A etapa de execução também é fundamental. Para os rejuntos, o excesso de água de amassamento no preparo e a presença de contaminante nas juntas são falhas na técnica de aplicação (JUNGINGER, 2003).

Para Ribeiro (2006), as juntas de movimentação nas fachadas devem ser consideradas como um subsistema independente e possuir um projeto específico que analisa a questão estrutural e a durabilidade dos materiais utilizados no preenchimento. Essa durabilidade está relacionada com a vida útil das juntas que é inferior à da fachada; por isso, nesse subsistema, o plano de manutenção e a definição do período de substituição do selamento devem ser rigorosos.

Em fachadas com revestimento em argamassa, a perda de aderência, fissuras/trincas e o manchamento são as principais degradações observadas. Por ser um revestimento mais poroso, está mais sensível às manchas relacionadas à

umidade, à deposição de sujeiras provenientes da poluição atmosférica, entre outros (GASPAR; BRITO, 2011).

No que concerne ao revestimento cerâmico, as principais manifestações patológicas são estas: deslocamento do revestimento; fissuras no revestimento; eflorescência; manchamento; deterioração dos rejuntas e juntas; alteração nas placas cerâmicas (gretamento, mudança de cor, perda de brilho); vegetação por transposição eólica. Entre esses danos, o deslocamento cerâmico é o mais estudado, por reduzir a vida útil do edifício e ser um fator de risco para pedestres e carros que circulam nas proximidades dos edifícios.

Segundo Geyer (1994), o deslocamento cerâmico pode ocorrer por diversas causas, atuando em conjunto ou separadamente. Para ajudar na análise, é importante observar a forma do deslocamento, ou seja, em qual camada do revestimento houve o desprendimento. Se a argamassa de fixação da cerâmica permanecer na base e apenas a peça cerâmica descolar, significa que pode ter ocorrido retração da base, expansão das peças cerâmicas, preparação incorreta do substrato, material de fixação impróprio, erro de execução durante o assentamento e/ou movimentações térmicas. Porém, se a argamassa de fixação se descolar com a cerâmica, o problema não estará relacionado com a cerâmica em si, e sim com a aderência da argamassa à base.

Os locais de maior incidência são panos fechados, trechos curvos, fachada que se volta para o lado oeste e região que possui cerâmica com cor escura (segundo estudo realizado por Just (2001) na cidade de Recife). Outros fatores que influenciam significativamente no aparecimento desse problema são a ausência de juntas de dilatação que geram elevados esforços no revestimento (CHAVES, 2009) e a falha de preenchimento do tardo (JUST, 2001). Antunes (2010) destaca que os fatores climáticos influenciam em quase todas as manifestações patológicas identificadas nas fachadas e o descolamento e deslocamento cerâmico são os que estão mais associados a esses fatores.

Pela influência da temperatura, ocorre uma variação dimensional, a qual, por meio das tensões de tração e compressão geradas, contribui para o aparecimento das fissuras. Outro fator relevante da temperatura é que o seu aumento acelera as

reações químicas de degradação, reduzindo a durabilidade da edificação (ANTUNES, 2010).

Melo Junior (2010) analisou a influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada em edifícios de Goiânia, elaborando um resumo sobre as principais incidências de manifestações patológicas em função da orientação da fachada. O autor concluiu que as fachadas voltadas à direção norte apresentaram maior susceptibilidade à penetração de umidade por fissuras e abertura.

Os panos de fachada com maior incidência de sol e de chuva podem sofrer variações bruscas de temperatura que se caracterizam pelo choque térmico, o qual incide em diversos tipos de revestimento. Além disso, Esquivel (2009) concluiu que, para resistir ao choque térmico, o revestimento de argamassa deve possuir alto valor de resistência à tração e baixo módulo de elasticidade e que esse fator diminui a resistência à aderência do revestimento no substrato.

O choque térmico gera tensões que atuam na argamassa colante de fachadas de edificações por meio da ação da fadiga termomecânica. Moscoso (2013) constatou que o sistema com cerâmica de cor escura falha mais rápido do que com a de cor clara, pois o coeficiente de absorção térmica da escura é maior, o que gera grande concentração de calor na estrutura. Outro ponto relacionado à cor da cerâmica é que ela influencia na fadiga, pois, nos sistemas com cerâmica escura, as tensões de fadiga foram maiores em virtude de a dilatação térmica nessa cerâmica ser maior.

Para identificar essas manifestações patológicas, é necessário realizar inspeções que as quantifiquem e qualifiquem. A metodologia para proceder a essas inspeções não é normatizada e existem apenas algumas diretrizes nacionais que orientam os profissionais na execução das vistorias. A falta dessa metodologia passa a ser um problema, pois as inspeções se tornam subjetivas e suprimem a possibilidade de quantificar e mensurar as manifestações patológicas adequadamente.

No Brasil, alguns municípios já possuem leis que tornam obrigatórias as inspeções prediais periódicas, para avaliar o grau de risco à segurança dos usuários. Podem ser destacados os municípios de Fortaleza (Ceará), Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Belo Horizonte (Minas Gerais), Rio de Janeiro (Rio de Janeiro) e Santo André (São Paulo).

Para edificações antigas que não possuem planos de manutenção, é preciso realizar inspeção predial por se tratar de uma ferramenta que auxilia na elaboração ou revisão do plano de manutenção e também na forma de gestão do edifício (IBAPE/SP, 2012). Com base nessa inspeção, é possível determinar o estado de conservação da edificação e traçar novos planos de manutenção e reparos.

Existem algumas normas técnicas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no país, relacionadas à integridade das edificações, as quais atuam conjuntamente:

- a ABNT NBR 15575: 2013, que aborda os critérios e níveis de desempenho para os sistemas das edificações;
- a ABNT NBR 14037: 2014, que detalha como deve ser o manual fornecido pela construtora na entrega da obra;
- a ABNT NBR 5674: 2012, que estabelece critérios para a implantação de um programa de manutenção corretiva e preventiva nas edificações;
- a norma de requisitos sobre Reformas em edificações (ABNT NBR 16280: 2014), que trata da gestão de controle de processos, projetos, execução e segurança em reformas de edificações, em áreas tanto comuns quanto privadas;
- a ABNT NBR 13752: 1996, que especifica os critérios e procedimentos de uma perícia de engenharia na construção civil.

Além da ABNT, é importante destacar o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), que elabora normas de inspeção predial, auxilia

na formação de profissionais qualificados para trabalhar na área de perícias e oferece suporte aos institutos de avaliações e perícias de engenharia. Entretanto, as normas do IBAPE têm somente cunho pericial, com foco investigatório, ou seja, seus levantamentos não fazem diagnósticos das manifestações patológicas nem possuem um rigor quanto ao uso de uma metodologia de procedimentos de inspeção.

No âmbito internacional, em Nova Iorque foi criada uma lei de inspeção predial, que previa apenas inspeção visual das fachadas por questões econômicas. Porém, a falta de inspeção física se tornou um risco e, em 1991, essa lei precisou ser reavaliada, devido a um desprendimento de placas de granitos da fachada principal de um edifício previamente vistoriado (OLIVEIRA, C., 2013). Após esse acidente, foi formado um grupo de trabalho da ASTM (*American Society for Testing and Materials*) para elaborar uma norma de inspeção predial.

Ceotto, Nabuk e Nakakura (2005) citam que as inspeções de fachadas devem ser periódicas, programadas e realizadas por profissionais habilitados. A cada inspeção, deve ser gerado um relatório que será um guia para a próxima inspeção e a execução de manutenções. Os autores destacam que as inspeções normalmente são visuais e/ou por meio do teste de percussão e propõem que antes seja realizada a lavagem da fachada com jato d'água pressurizada, para facilitar a visualização das manifestações patológicas.

Segundo Pezzato (2010), existe uma falta de formação dos profissionais em relação tanto à ocorrência e tratamento das manifestações patológicas em fachadas quanto aos métodos de inspeção. Para o autor, isso sugere que não há uma correta interação entre as pesquisas acadêmicas realizadas, a divulgação dos seus resultados e as boas práticas de inspeção predial por meio da qualificação dos profissionais envolvidos.

Em Portugal, um projeto denominado Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB – buscou solucionar esse problema por meio da sistematização das informações obtidas em campo, elaborando um Catálogo de Patologias *online* no site www.patorreb.com/pt, cujo acesso é gratuito. O grupo está em processo de atualização e possui projetos para inserir, além das fichas

de manifestações patológicas, fichas de diagnóstico que vão abordar técnicas experimentais (como a descrição dos métodos de ensaio, o princípio de funcionamento, as limitações, os custos, a interpretação dos resultados, os valores de referência) (FREITAS e ALVES, 2015).

A ausência de inspeção e manutenção adequadas se torna um risco, pois podem ocorrer colapsos como desprendimentos dos elementos que comprometem a estética e funcionalidade da fachada, podendo atingir veículos e principalmente colocar em perigo a vida das pessoas. Assim, a existência de leis mais rigorosas facilita a implementação de um sistema de manutenção e de inspeção predial, o que promove maior conscientização por parte dos usuários das edificações. Por outro lado, as leis de inspeções devem visar, de fato, à garantia da integridade da edificação e de seus usuários, e não propiciar uma falsa sensação de segurança. Oliveira C. (2013) sugere, em seu estudo, a criação de uma lei para inspeção de fachadas, na qual detalha a função de todos envolvidos, desde os responsáveis pelos condomínios, como os engenheiros, até os órgãos de fiscalização.

Entretanto, ainda está em estudo a metodologia mais adequada para inspecionar a fachada, de modo que sejam quantificadas as manifestações patológicas e avaliada sua degradação permitindo definir o estado de conservação do revestimento externo, além de avaliar as causas para propor soluções adequadas.

Assim, nesse contexto, muitas pesquisas foram realizadas no Brasil e no mundo. Em Portugal, inúmeras pesquisas tiveram o objetivo de propor metodologias de inspeção de edificações, bem como de fachadas, e de avaliar a sua degradação ao longo do tempo.

Gaspar e Brito (2005) analisaram e quantificaram as manifestações patológicas e definiram níveis de degradação por região de fachada, como no entorno das aberturas, no topo, nas paredes contínuas. Já Silvestre e Brito (2008) propuseram uma ferramenta de inspeção para o revestimento cerâmico, na qual codificaram os tipos de anomalias, suas causas, métodos de diagnósticos e técnicas de reparo, para analisar, por meio de matrizes de correlação, como esses fatores estão interligados.

Muitas pesquisas são realizadas no âmbito de inspeção e diagnóstico de manifestações patológicas em fachadas, nas quais foram desenvolvidos bancos de dados com os edifícios vistoriados para evolução dos estudos. Entre os pesquisadores, destacam-se Flores-Colen, Brito e Freitas (2006), além de Gaspar e Brito (2005), Silvestre e Brito (2008), Ana Silva (2009) e Galbusera (2013). As pesquisas desenvolvidas em Israel (SHOHET et al., 1999) e em Cingapura (GUAN, 1997 apud SILVESTRE; BRITO, 2008) também estão relacionadas com a inspeção dos revestimentos externos.

No Brasil, também são desenvolvidas pesquisas que buscam entender os mecanismos de degradações que ocorrem nas fachadas, bem como os respectivos danos. E, para avaliação global das fachadas, a definição da melhor forma de inspeção ainda está em desenvolvimento, mas já apresentou avanços.

Guimarães, Carasek e Cascudo (2003) estabeleceram níveis de deterioração por meio de análises qualitativas, para classificar as manifestações patológicas da edificação. Com base nesses níveis, definiram parâmetros (Índice de Deterioração, Valor de Deterioração Absoluta e Valor de Deterioração Relativa) que permitiram a avaliação comparativa do grau de deterioração dos edifícios.

Bauer e Nepomuceno (1998) (apud ANTUNES, 2010) aplicaram, pela primeira vez, a metodologia para a avaliação de fachadas utilizada no Laboratório de Ensaio de Materiais da Universidade de Brasília – LEM-UnB. Embasado nessa metodologia, Antunes (2010) avaliou fachadas de edifícios com revestimento cerâmico em Brasília-DF com base no cálculo do índice de danos e em mapas de manifestações patológicas por região de fachada (em torno das aberturas, transição de pavimento). Como continuação, Silva (2014) estudou também edifícios de Brasília-DF quantificando as manifestações patológicas por meio da área, e não apenas pelo número de ocorrência. Analisou as fachadas por região, mas considerou a diferença de extensão de cada região. Com apoio em um banco de dados, propôs modelos para o cálculo da degradação e estimativa de vida útil, utilizando parâmetros, como o Fator Geral de Danos. Souza (2016) consolidou a metodologia abordada por Silva (2014) adequando-a aos edifícios estudados do Distrito Federal.

Em Brasília, existe um banco de dados composto de informações obtidas nas vistorias e inspeções, das manifestações patológicas de fachadas, realizadas pelo Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília – LEM-UnB. Esse banco de dados foi utilizado nas pesquisas de Antunes (2010), Silva (2014) e Souza (2016), orientadas pelo professor Elton Bauer. Esses estudos propiciaram evoluções nas análises das incidências das anomalias das fachadas dos edifícios de Brasília.

Como contribuição para a evolução do conhecimento sobre técnicas inspeção para o de levantamento manifestações patológicas em fachadas, destacam-se, entre outros, os pesquisadores brasileiros Lichtenstein (1986) e Campante e Sabbatini (2001).

O estudo desenvolvido por Uliana et al. (2014) foi de extrema relevância por ser uma das primeiras pesquisas no Espírito Santo, mais especificamente em Vila Velha, cidade divisa com Vitória, que buscou identificar as manifestações patológicas e avaliar o nível de degradação das fachadas de edifícios à beira-mar da cidade. Para realizar essas análises, utilizou-se do Índice de Incidência de Manifestações Patológicas.

A cidade de Vitória, no Espírito Santo, possui edifícios com três tipos predominantes de revestimento externo das fachadas – cerâmico, pintura e rochas ornamentais –, podendo ser utilizados em conjunto ou não. O revestimento cerâmico é predominante nos edifícios com idade intermediárias, por agregar maior valor à construção, mesmo sendo o revestimento que mais causa danos, quando ocorre o seu desprendimento da estrutura. Já o acabamento da fachada com pintura é observado em edifícios muito antigos ou em edifício novos, devido ao crescente número de manifestações patológicas nos edifícios em revestimento cerâmico da cidade. Outro tipo de revestimento externo que está se tornando notável na cidade, principalmente nos edifícios comerciais, é o Alumínio Composto (ACM). O ACM é uma tecnologia recente no mercado de fachadas, quando comparada à dos antigos revestimentos, que precisa ser estudada melhor e analisada para garantir sua estabilidade, segurança e vida útil.

Muitas fachadas da cidade já apresentam manifestações patológicas tanto em edificações novas ou antigas, pois podem ter sido originadas desde a concepção do projeto até a forma de manutenção utilizada no local.

Com base no exposto, foi detectada uma lacuna na área de conhecimento das manifestações patológicas mais incidentes nas fachadas de prédios de Vitória, bem como de um levantamento quantitativo e qualitativo mediante o uso do método de níveis de deterioração. Como nessa cidade não há um padrão quanto à arquitetura dos edifícios, buscou-se propor uma metodologia que pudesse ser adaptada a edifícios de diferentes alturas e com revestimento externo em cerâmica ou pintura.

A definição inicial dessa metodologia é importante para o início da formação de um banco de dados em que fossem inseridas as informações das fachadas dos edifícios avaliados. Com base na consolidação desse banco de dados, será possível aprimorar essa metodologia e realizar levantamentos estatísticos dos resultados encontrados. Com isso, este trabalho se torna fundamental no sentido de iniciar este processo e buscar entender as causas das manifestações patológicas observadas. Assim, foi realizada uma metodologia para inspeção de fachadas com revestimento cerâmico e com pintura de edifícios localizados na cidade de Vitória-ES. Propõe-se definir uma metodologia para realizar um levantamento quantitativo das manifestações patológicas e uma análise qualitativa da degradação nas fachadas, além de realizar ensaios que forneçam subsídios para o diagnóstico dos problemas. A sistematização do levantamento e tratamento dos dados obtidos nas vistorias das fachadas é fundamental para iniciar a criação de um banco de dados que propicie a comparação das análises estatísticas com a análise do desempenho e estimativa de vida útil dos revestimentos externos edifícios de Vitória.

1.2 OBJETIVOS

A seguir são descritos o objetivo geral e os específicos, para definir e delimitar o que será pesquisado neste estudo.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor um método de análise para a avaliação de fachadas de edifícios em argamassa com pintura e com cerâmica com base em modelos pré-estruturados de inspeções, realizando levantamentos de campo e ensaios não destrutivos para uma análise quantitativa e qualitativa das incidências de manifestações patológicas nos revestimentos externos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Inspeccionar fachadas de edifícios da cidade de Vitória-ES utilizando a metodologia proposta, com intuito de definir os tipos e os locais das manifestações patológicas nos revestimentos externos, para iniciar a criação de um banco de dados. O banco de dados terá por objetivo estudar estatisticamente os danos incidentes nas fachadas dessa cidade.
- Realizar ensaios não destrutivos *in loco* e em laboratório: o teste de percussão para identificar as manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos; o método do cachimbo para analisar as camadas de pintura e reboco; os ensaios de absorção de água e expansão por umidade das placas cerâmicas para identificar os tipos utilizados e verificar o atendimento às normas para o uso em fachadas.
- Calcular o índice de manifestação patológica para medir a extensão de área degradada e o nível de degradação médio para mensurar a gravidade das fachadas de cada edifício e realizar uma análise comparativa, entre os edifícios, da degradação ocorrida.
- Quantificar as manifestações patológicas e avaliar a gravidade por região de fachada e orientação cardinal por meio da porcentagem de ocorrência e dos níveis de degradação com intuito de identificar possíveis correlações entre os agentes de degradação e os danos.
- Avaliar a eficácia da metodologia utilizada.

1.3 LIMITAÇÕES DO TEMA

Por ser tratar de uma pesquisa em que os resultados foram obtidos por meio de estudos de caso, com base em vistorias em fachadas de edifícios, foram identificados os seguintes problemas:

- Não foi possível garantir que os edifícios vistoriados possuíssem todas as características similares.
- Não foi viável o acesso para a inspeção visual e realização de ensaios *in loco* em algumas regiões das fachadas.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos. Neste primeiro capítulo será apresentada a introdução, na qual é exposto o contexto em que se inserem a pesquisa, a justificativa e os objetivos para a realização deste estudo, além das limitações do tema e da estrutura do trabalho.

No capítulo 2, estão descritas as ferramentas de inspeção e diagnóstico de fachadas que foram utilizadas como referência para a elaboração da metodologia desta pesquisa.

O capítulo 3 – metodologia – aborda o método utilizado para a inspeção das fachadas, detalhando o levantamento, a coleta e o tratamento de dados. Neste capítulo, também são descritos os ensaios não destrutivos utilizados para auxiliar no diagnóstico das manifestações patológicas.

Os resultados obtidos estão apresentados em dois capítulos: o capítulo 4 mostra as principais informações dos edifícios vistoriados; o 5 detalha os resultados da quantificação das manifestações patológicas e os respectivos níveis de degradação, assim como a análise dos ensaios realizados e as considerações sobre as inspeções e resultados obtidos, com a identificação das principais causas.

Por fim, o capítulo 6 aborda as conclusões obtidas e sugestões para trabalhos futuros.

2 FERRAMENTAS PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE FACHADAS

No âmbito da reabilitação de edifícios, foram criados métodos que permitem a avaliação do estado de degradação da edificação e se tornam referências para criar novas propostas metodológicas para o estudo da conservação de edifício (OLIVEIRA, M., 2013). Entre outras metodologias existentes, podem ser mencionadas o EPIQR (*Energy Performance Indoor environment Quality Retrofit*), MER HABITAT (*Méthodes d'Évaluation Rapide*) e o TEST HABITATGE/CLAU 2000.

Na Europa, uma das ferramentas utilizadas para sistematização da inspeção predial é a EPIQR, elaborada pela Comissão Europeia e aplicada também no elemento de fachadas da edificação. Por meio de um *software*, a ferramenta determina o estado atual de deterioração de cada elemento com base em um levantamento de dados sistemático. Esse *software* pode ser adaptado às características locais de cada país (BRANDT; WITTCHEN, 1999). Os códigos de classificação utilizados nessa ferramenta relacionam o estado de degradação com a urgência do reparo e com o tipo intervenção (LANZINHA; FREITAS; CASTRO GOMES, 2001).

O EPIQR foi utilizado no projeto europeu INVESTIMMO (“Uma ferramenta de tomada de decisão para estratégias de investimento eficientes a longo prazo na manutenção da habitação e remodelação”), que teve por finalidade analisar informações de apartamentos de seis países (Dinamarca, França, Alemanha, Grécia, Itália e Suíça). Os principais objetivos foram avaliar os fatores relacionados com a degradação da construção, criar uma base de dados europeia dos elementos construtivos e, com isso, definir orientações para melhorar a vida útil desses elementos e de todo edifício (BALARAS et al. 2004).

Para a inspeção e diagnóstico de elementos da edificação, como as fachadas, podem ser citadas, além da ferramenta EPIQR, a MER HABITAT (elaborada na Suíça) e a TEST HABITATGE/CLAU 2000 (elaborada na Espanha). Entretanto, assim como a EPIQR, são ferramentas subjetivas por se basearem em comparações de opiniões sem utilizar de técnicas de ensaios e medições (LANZINHA; FREITAS; CASTRO GOMES, 2001).

No Brasil, o IBAPE (2012) define que, para inspeções prediais, incluindo as avaliações das fachadas, deve ser utilizada uma ferramenta de Gestão da Qualidade adaptada à construção civil: a Matriz GUT (Gravidade x Urgência x Tendência) ou a FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*). Essas ferramentas são utilizadas para a classificação das anomalias quanto ao grau de risco e têm por finalidade prevenir, reduzir e controlar os riscos, além de apontarem as prováveis causas (SILVA et al., 2008).

A matriz GUT é uma ferramenta que pode ser utilizada na inspeção de fachadas. Ela exemplifica uma matriz de decisão na priorização de problemas. Os parâmetros de Gravidade, Urgência e Tendência seriam aplicados para as manifestações patológicas identificadas nas fachadas. A cada parâmetro é atribuído um valor, conforme se observa no Quadro 2.1, que possibilita identificar o pior problema. O valor total de cada problema é obtido pela multiplicação dos valores atribuídos à gravidade, urgência e tendência: $G \times U \times T$ (VASCONCELOS et al., 2009).

Quadro 2.1 – Matriz GUT

Valor	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente graves	Ação imediata	Piorar rapidamente
4	Muito graves	Alguma urgência	Piorar em pouco tempo
3	Graves	O mais cedo possível	Piorar em médio prazo
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

Fonte: Vasconcelos et al. (2009).

A ferramenta FMEA, conhecida no Brasil como AMFE (Análise dos Modos de Falha e Efeitos), pode ser utilizada previamente para a inspeção de fachadas, pois, por meio dela, é feita uma previsão das manifestações patológicas que podem ocorrer, dos prováveis efeitos, do risco, da forma de identificar essas anomalias e medidas de controle (SILVA et al., 2008).

Para inspeções mais precisas, o uso de ferramentas, como câmeras de alta resolução com técnicas de medições e geração de imagens termográficas e equipamentos que permitem atingir locais de difícil acesso no edifício, propicia diagnósticos mais concisos dos levantamentos.

Costa (2014) desenvolveu uma metodologia com uso de Fotogrametria Digital em que usou imagens panorâmicas de alta resolução. Com essas imagens, identificou as manifestações patológicas em fachadas, com objetivo de reduzir o tempo de inspeção em campo e destacou a viabilidade do uso em conjunto com as inspeções termográficas.

A inspeção em locais de difícil acesso pode ser facilitada com o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), que aprimoram o nível das informações obtidas. Córdoba (2012) utilizou o VANT em conjunto com a fotogrametria, para obter fotografias de coberturas e partes de difícil acesso para a realização de projetos de restauração de monumentos históricos. Na Alemanha, o VANT com câmeras termográficas e a fotogrametria são empregados como auxílio no monitoramento de estruturas de pontes e edifícios (DITTMAR, 2016).

Com intuito de agrupar técnicas de inspeção, foi criada, em Portugal, a plataforma BuildingsLife (BL1.0) (www.buildingslife.com). Trata-se de um *software* desenvolvido por Paulo (2009) (apud PAULO; BRANCO; BRITO, 2014), no qual é possível quantificar e avaliar as manifestações patológicas através de imagens das fachadas, com auxílio de ferramentas para medições nas fotos e análise das cores do revestimento. Com esse *software*, também é possível prever a vida útil das fachadas, elaborar planos de manutenção e auxiliar na escolha dos materiais e das melhores soluções construtivas com base nos edifícios e nas características ambientais de exposição. Igualmente se torna uma base de dados do edifício (PAULO; BRANCO; BRITO, 2014).

O uso de *softwares* integrados, para unificação das informações obtidas por diversos meios em um edifício, é um dos conceitos do BIM (*Building Information Modeling*), que representa um processo de desenvolvimento e uso de um modelo gerado por computador, para simular o planejamento, concepção, construção e operação de um edifício. Esse modelo é amplamente utilizado na concepção de novas edificações, entretanto é pouco usado para a gestão de edifícios já existentes (MILL; ALT; LIIAS, 2013).

A criação de metodologias para incorporar a tecnologia BIM em edifícios existentes permite detectar danos nos revestimentos externo, ao realizar o

levantamento das fachadas para criar um modelo 3D da edificação, por meio de escâner *laser*. Essa análise ainda é recente e traz vantagens para a utilização do BIM, além daquelas associadas à gestão do edifício (MILL; ALT; LIAS, 2013).

Essas ferramentas e diretrizes fornecem apoio relevante na detecção de anomalias e as respectivas consequências. As metodologias para a inspeção de fachadas descritas nas seções que se seguem e utilizadas como base neste trabalho se inserem nesse contexto e buscam obter níveis de degradação, classificação e quantificação das manifestações patológicas.

2.1 FERRAMENTA PROPOSTA POR GUIMARÃES, CARASEK E CASCUDO (2003)

A metodologia para a avaliação comparativa do grau de deterioração de edificações foi elaborada pelos pesquisadores Guimarães, Carasek e Cascudo (2003) e aplicada em 20 edifícios da Universidade Federal de Goiás (GUIMARÃES, 2003). Mediante uma avaliação comparativa do grau de deterioração de edificações com características similares ou não, é possível estabelecer uma ordem de grau de deterioração para definir um programa de manutenção. Com base nas vistorias com preenchimento de fichas de cadastros e cada manifestação patológica, registram-se, em locais especificados, as causas imediatas e as mais remotas, índices de deterioração e outras características para definir o melhor tratamento delas.

Com os dados levantados, avaliam-se os aspectos quantitativos e qualitativos dos edifícios vistoriados. O quantitativo está relacionado com o levantamento numérico das manifestações patológicas por meio da contagem do número de fichas de cadastro, pois cada anomalia possui a respectiva ficha. Ou seja, se foram registradas cem fichas de cadastrados, significa que foram detectadas cem manifestações patológicas.

Já a avaliação qualitativa ocorreu por meio do Índice de Deterioração (ID) (Quadro 2.2) aplicado a cada manifestação patológica. Esse ID classifica o dano de acordo com a gravidade de ocorrência e de comprometimento do desempenho

do material e/ou do edifício. Foi elaborado com base em uma escala de deterioração sugerida por Ishizuka (1983).

Quadro 2.2 - Escala de deterioração adotada

ID	DESCRIÇÃO
0	Material ou componente não apresenta deterioração
1 - 2	Material ou componente com deterioração mínima Reparos são dispensáveis nesta fase Fazer nova vistoria posteriormente
3 - 4	Poucas partes estão deterioradas Reparos parciais são necessários Não há prejuízo no desempenho
5 - 6	Algumas partes estão deterioradas Reparos maiores são necessários Há prejuízo do desempenho
7 - 8	Muitas partes estão deterioradas Reparos generalizados são necessários A perda de desempenho é significativa
9 - 10	O componente deve ser substituído

Fonte: Guimarães, Carasek e Cascudo (2003).

Para cada edificação, foi calculada a soma dos índices de deterioração, denominada Valor de Deterioração Absoluta (VDA). Assim, com o VDA é possível comparar a intensidade de deterioração entre os edifícios. Porém, como as edificações não possuíam o mesmo porte, o VDA utilizado como comparativo não era adequado; desse modo, os autores determinaram o Valor da Deterioração Relativa (VDR), que é a relação entre o VDA e a área construída da edificação. Os autores ressaltam que o VDR pode ser calculado em relação a áreas de outros elementos (como fachadas, coberturas), devido ao tipo de levantamento.

2.2 FERRAMENTA PROPOSTA POR GASPAR E BRITO (2005)

Os autores Gaspar e Brito (2005) elaboraram uma ferramenta de análise probabilística para o mapeamento dos revestimentos de fachadas em argamassa. Esse instrumento define o nível de degradação das fachadas, de forma a quantificar e identificar as manifestações patológicas e as causas mais prováveis delas.

Essa ferramenta foi utilizada para analisar 150 fachadas principais de casas nas cidades de Lisboa, Alcochete e Tavira, em Portugal. Foram identificados seis

locais de maior incidência de manifestações patológicas nas fachadas para o registro das inspeções. Na Figura 2.1, podem ser observados os seis pontos sugeridos pelos autores em um edifício utilizado como exemplo e, na Figura 2.2, a representação esquemática de uma fachada com esses pontos.

Figura 2.1 – Identificação nas fachadas das áreas pesquisadas

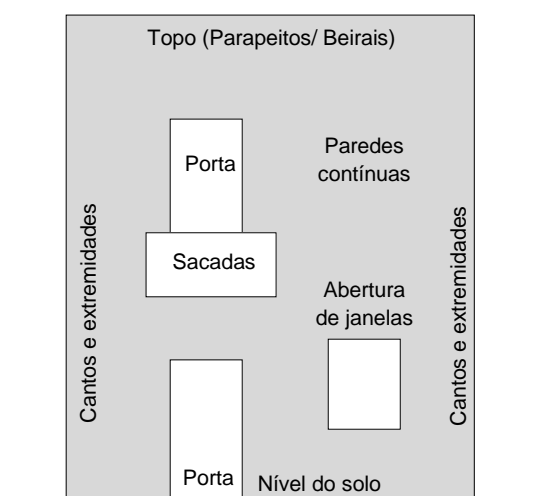


Legenda:

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 - No nível do solo | 4 - Nos parapeitos e beirais |
| 2 - Em paredes contínuas | 5 - Abaixo de varandas e sacadas |
| 3 - No entorno das aberturas (portas e janelas) | 6 - Nos cantos e extremidades |

Fonte: Construção (Acesso em 26 de abril de 2015)

Figura 2.2 - Representação esquemática da fachada



Fonte: Gaspar e Brito (2005, p.576)

Para avaliarem o nível de deterioração na fachada, Gaspar e Brito (2005) determinaram cinco categorias diferentes: de 0 (sem degradação) a 4 (alto nível

de degradação) (Quadro 2.3). E, com relação à durabilidade, é considerado que o nível 3 representa o nível mínimo aceitável de desempenho, assim representa o limite de vida útil do elemento.

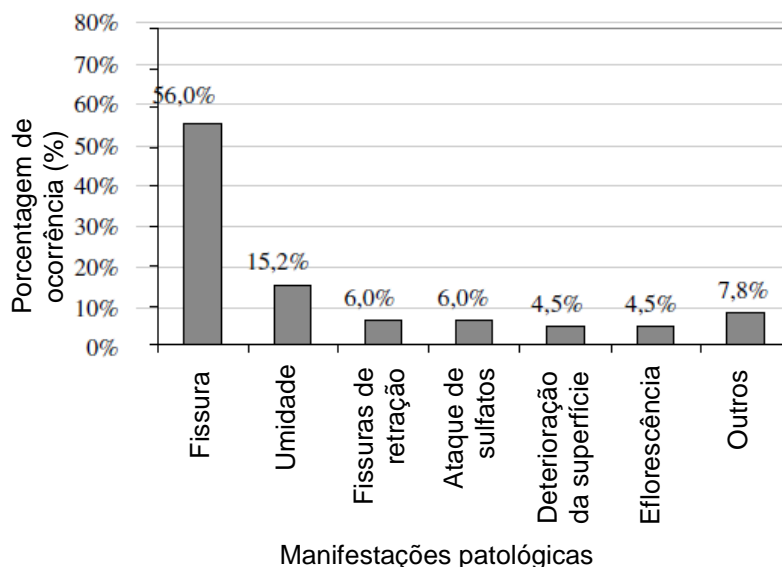
Quadro 2.3 - Nível de degradação dos revestimentos de fachada

Nível 0	Degradação não detectável visualmente	Não requer intervenção
Nível 1 – Bom	Manchas na superfície	Acesso visual
Nível 2 – Degradação suave	Fissuração (visível somente com binóculo) Grafite Presença localizada de bolor Possível infiltração de água ou sinais de eflorescência Baixa umidade e mancha por umidade	Limpeza da superfície (escovação e lavagem)
Nível 3 – Ampla degradação	Fissuração localizada (visível a olho nu) Cantos ou bordas danificadas Infiltrações localizadas Eflorescências Superfície danificada (cor e textura)	Proteção e reparo
Nível 4 – Degradação extensa	Fissuração intensa Descolamento ou desagregação da superfície Infiltração intensa e superfície danificada Elementos de aço quebrados ou corroídos Perda de aderência entre camadas Destacamento da parede	Substituição parcial ou completa

Fonte: Gaspar e Brito (2005, p.573).

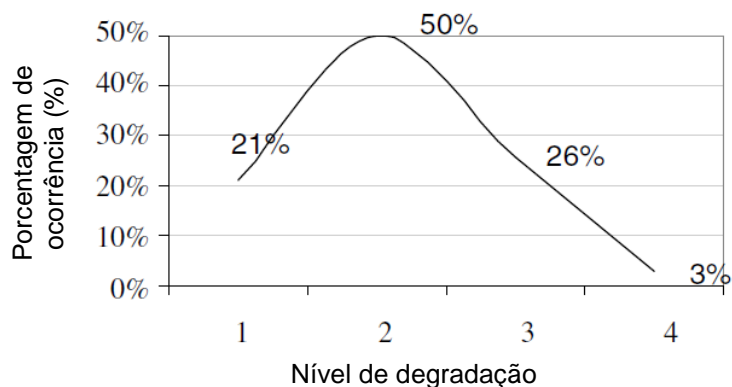
Dessa forma, registram-se a quantidade, o tipo e o nível de degradação das manifestações patológicas em cada região da fachada. Com os dados obtidos, é possível realizar gráficos para cada uma das seis regiões, os quais mostram a porcentagem de ocorrência de cada tipo de manifestação patológica, como pode ser visto na Figura 2.3. E, por meio de outro gráfico, analisa-se a porcentagem da incidência de cada nível de degradação por região da fachada (Figura 2.4).

Figura 2.3 – Porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas para cantos e extremidades



Fonte: Gaspar e Brito (2005, p.575).

Figura 2.4 – Níveis de degradação para cantos e extremidades nas fachadas



Fonte: Gaspar e Brito (2005, p.575)

Com todos os dados coletados, também é possível realizar análise da sensibilidade da fachada às manifestações patológicas, por área predefinida. Ou seja, é correlacionada a área da fachada com o problema de maior incidência na região. Gaspar e Brito (2005), ao definirem essa metodologia, ressaltam que essa análise não define a probabilidade de degradação da edificação, mas apenas mostra quão sensível a fachada é em relação a certo tipo de manifestação patológica por área.

Há dois indicadores de sensibilidade: a probabilidade de ocorrência de uma manifestação patológica por região e a sensibilidade que a fachada possui em

relação à determinada manifestação patológica. Esses resultados variam de 0 a 1, em que zero corresponde a nenhuma probabilidade e um à máxima.

- Probabilidade de ocorrência para cada manifestação patológica: representa a chance de ocorrência de um determinado dano, ao redor de cada uma das seis regiões definidas previamente, calculada por meio da equação 2.1:

$$P_{(A)} = f_{(A)} \times nd_{(A)} \quad (\text{equação 2.1})$$

Onde:

A – Tipo de manifestação patológica analisada;

$P_{(A)}$ – Probabilidade de ocorrência de uma manifestação patológica A (varia de 0 a 1);

$f_{(A)}$ – Frequência de ocorrência de uma manifestação patológica A, conforme levantamento de dados ou banco de dados (varia de 0 a 1) (ver Figura 2.3);

$nd_{(A)}$ – Nível de degradação global da manifestação patológica A (varia de 0 a 1), para níveis entre 0 a 4 (ver equação 2.2).

$$nd_{(A)} = \frac{n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3 + n_4 \times 4}{\sum(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)} \quad (\text{equação 2.2})$$

Onde:

n_i – Somatório das manifestações patológicas de nível i (de 1 a 4).

- Sensibilidade em relação a cada manifestação patológica: expressa a sensibilidade que a fachada possui em relação à determinada manifestação patológica e é obtida pela equação 2.3:

$$S_{(A)} = P_{(A)} \times Pr_{(A)} \quad (\text{equação 2.3})$$

Onde:

$S_{(A)}$ – Sensibilidade de a fachada obter a manifestação patológica A (varia de 0 a 1);

$P_{(A)}$ – Probabilidade de ocorrer a manifestação patológica A (obtida pela equação 2.1);

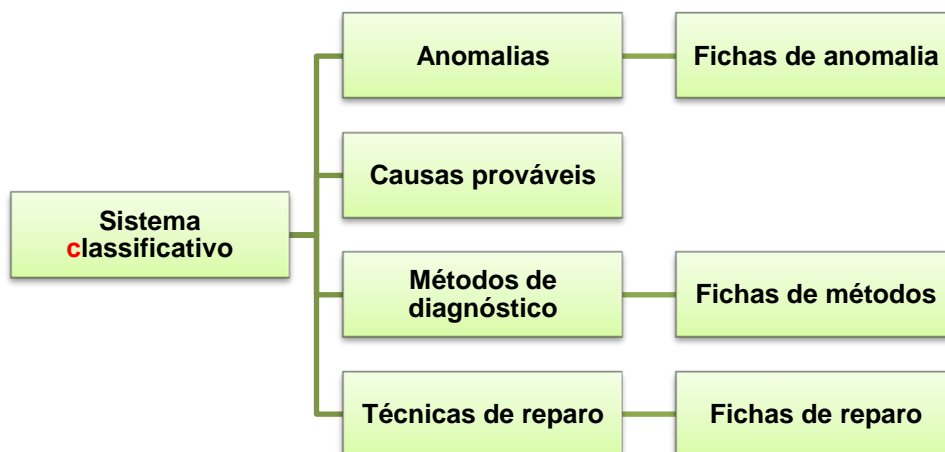
$Pr_{(A)}$ – Peso de um determinado dano (A) em relação a todas as manifestações patológicas registradas (varia de 0 a 1) (equação 2.4).

$$Pr_{(A)} = \frac{N.^{\circ} \text{ de ocorrências da manifestação patológica } A}{\sum n.^{\circ} \text{ de ocorrência de todos os tipos de manifestações patológicas}} \quad (\text{equação 2.4})$$

2.3 FERRAMENTA PROPOSTA POR SILVESTRE E BRITO (2008)

A ferramenta de inspeção para fachadas com revestimento cerâmico aderente (RCA) foi obtida dos estudos de Silvestre e Brito (2008). Os autores validaram essa metodologia mediante a realização de 155 inspeções em casos de RCA, que resultaram em matrizes de correlação que serão detalhadas posteriormente. Na Figura 2.5, mostra-se esquematicamente como funciona essa ferramenta.

Figura 2.5 – Sistema classificativo de apoio à inspeção



Fonte: Brito (1992) apud Silvestre e Brito (2008)

Os pesquisadores iniciaram com a classificação de todas as manifestações patológicas (anomalias) observadas nos sistemas de RCA. São quatro grupos de anomalias, dos quais três subdivididos em subgrupos, o que resulta em sete tipos

de manifestações patológicas principais (totalizando 21 classificações), conforme pode ser observado no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - Classificação das anomalias no RCA

D.1_a – descolamento na camada exterior 1	
D.s – descolamento do sistema RCA 2	
D.s1 na interface material de assentamento/base	D.s3 na própria base
D.s2 no seio da camada de regularização da base	
F.1_a – fissuração na camada exterior 3	
F.s – fissuração do sistema de RCA 4	
F.s1 fissuração da base propagada para o revestimento	F.s3 em zonas de concentração de tensões na base
F.s2 nas juntas de dilatação da base	
Dt.l – deterioração das placas cerâmicas 5	
Dt.l1 esmagamento ou lascamento das bordas	Dt.l3 eflorescências / criptoflorescência
Dt.l2 desgaste ou risco	Dt.l4 pequenas crateras sobre a superfície
Dt.j – deterioração das juntas 6	
Dt.j1 eflorescência/ criptoflorescências	Dt.j4 descolamento
Dt.j2 alteração de cor	Dt.j5 organismos vegetais
Dt.j3 fissura/ perda de massa no seio do material de preenchimento das juntas	Dt.j6 consistência pulverulenta
E.s – manifestações patológicas estéticas 7	
E.s1 deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento	E.s3 fissuração ou gretamento do esmalte das placas cerâmicas
E.s2 manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas	

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

O Quadro 2.5 apresenta a classificação proposta por Silvestre e Brito (2008) das prováveis causas de manifestações patológicas no RCA.

Quadro 2.5 - Classificação das prováveis causas no RCA

C – A Falhas de projeto	
C – A1 escolha de materiais incompatível, omissa ou não adequada à utilização	
C – A2 estereotomia desconforme com as características da base	
C – A3 prescrição de colagem simples em vez de dupla	
C – A4 dimensionamento incorreto de juntas do RCA	
C – A5 inexistência de juntas de assentamento de movimentação ou estruturais	
C – A6 existência de zonas do RCA inacessíveis para limpeza	
C – A7 cuidado deficiente no detalhamento de zonas singulares do RCA	
C – A8 inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores	
C – A9 inexistência ou anomalia dos elementos periféricos do RCA	
C – A10 deformações excessivas da base	
C – A11 umidade ascensional do terreno	
C – B Erros de execução	
C – B1 utilização de materiais não prescritos e/ou incompatíveis entre si	C – B 9 colagem simples em vez de dupla
C – B2 aplicação em condições ambientais extremas	C – B10 utilização de material de assentamento ou de preenchimento de juntas de retração elevada
C – B3 desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução	C – B11 preenchimento de juntas sujas
C – B4 aplicação em bases sujas, pulverulentos ou não regulares	C – B12 execução de juntas com largura ou profundidade inadequada/ não execução
C – B5 desrespeito pelo tempo em aberto da argamassa colante	C – B13 preenchimento incompleto de juntas de assentamento
C – B6 espessura inadequada do material de assentamento	C – B 14 desrespeito pela estereotomia do RCA
C – B7 contato incompleto placa cerâmica/ material de assentamento	C – B15 inexistência ou insuficiência de penderes em pavimentos exteriores
C – B8 assentamento de placas cerâmicas nas juntas de dilatação da base	C – B 16 encaixamento de acessórios metálicos não protegidos nas juntas
C – C Ações acidentais	
C – C1 choques contra o RCA	C – C4 circulação de pessoas ou veículos nos pavimentos
C – C2 vandalismo / grafite	C – C5 deformação da base
C – C3 concentração de tensões na base	
C – D Ações ambientais	
C – D1 vento	C – D6 umedecimento do RCA
C – D2 radiação solar	C – D7 ação biológica
C – D3 exposição solar reduzida	C – D8 poluição atmosférica
C – D4 choque típico	C – D9 criptoflorescências
C – D5 lixiviação dos materiais do RCA que contém cimento	C – D10 envelhecimento natural
C – E Falha de manutenção	
C – E1 ventilação insuficiente interiores	C – E3 limpeza
C – E2 falta de limpeza do RCA ou de zonas adjacentes	C – E4 anomalias em canalizações
C – F Alteração das condições inicialmente previstas	
C – F1 cargas excessivas em RCA de pavimentos	C – F3 desrespeito pelo tempo de espera até a utilização do RCA de piso
C – F2 aplicação de cargas verticais excessivas em RCA de paredes	

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

Depois que se relacionam as manifestações patológicas com as causas, avalia-se o diagnóstico destas por meio de ensaios realizados *in situ*, os quais estão descritos no Quadro 2.6.

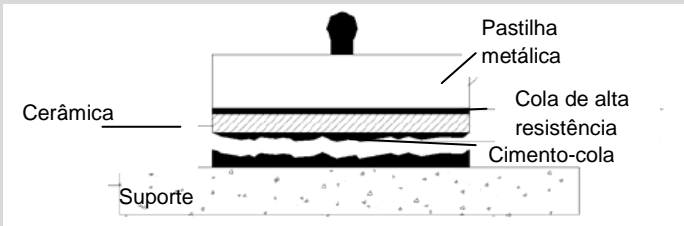
Quadro 2.6 - Lista dos métodos de diagnósticos *in situ* do RCA

M – A inspeção visual	
M – A1 fissurômetro	M – A2 medição de inclinação do RCA
M – B métodos mecânicos	
M – B1 choque de esfera	
M – C métodos ultrassônicos	
M - C 1 ultrassons	
M – D métodos acústicos	
M – D1 percussão	
M – E métodos térmicos	
M – E1 ensaio termográfico	
M – F ensaio de tensão deformação	
M – F1 selos de gesso	M- F2 arrancamento

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

Para cada método de diagnóstico, ou seja, para cada ensaio é executada uma ficha de ensaio, para detalhar e padronizar o que será executado, conforme se mostra no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Ficha do ensaio M-F2 – Arrancamento

Código do ensaio	M-F2
Designação	<p>Pull-off</p> 
Destrutivo (D) / não destrutivo (ND)	D
Técnica / material necessário	Extrator de corpo de prova, equipamento hidráulico de arrancamento, cola epóxi, dinamômetro e pastilhas.
Necessidades especiais	Acesso total a toda a área do RCA: ensaio normalizado: “Ensaio de arrancamento por tração normal ao suporte” – Ficha de ensaio Laboratório Nacional de Engenharia Civil. FE Pa 36.
Vantagens	Medir a tensão de aderência entre camadas do RCA.

Limitações	Se a área efetiva de colagem cerâmica / material de assentamento for incerta, ou se a ruptura for coesiva no material de assentamento ou no suporte, a tensão de aderência obtida pode não ser significativa, necessitando de um elevado número de amostras até se determinar a tensão média de aderência: ensaio destrutivo, influenciando a tensão instalada na periferia do corpo de prova.
Modo de execução	Extração desde o RCA até o suporte com a forma da peça de aço (disco de 50 mm de diâmetro) a colar: colagem da peça de aço à superfície da cerâmica; aplicação de uma força perpendicular ao plano do revestimento pelo equipamento de ensaio acoplado à peça de aço, medida com um dinamômetro: verificação da tensão necessária (N/mm^2) para arrancar a cerâmica ou cerâmica + camada de assentamento e comparação com os valores normalizados.
Objetivo	Verificar a tensão de aderência a suporte / material de regularização / material de assentamento – cerâmica.

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

Com os resultados dos ensaios e das observações, os autores sugerem técnicas de reparo de acordo com o Quadro 2.8.

Quadro 2.8 – Técnicas de reparo: corretivas (rc), preventivas (rp) e de manutenção (m)

R – A Superfície do RCA	
R – A1 limpeza do RCA (rc)	R – A2 aplicação de protetor de superfície (rp)
R – B Material de assentamento	
R – B1 injeção de resinas de preenchimento	R – B2 reforço da camada de assentamento em zonas localizadas (rp)
R – C Juntas	
R – C1 aumento da espessura ou inserção de juntas (rp) R – C2 remoção de elementos metálicos corroídos (rp)	R – C3 substituição do material de preenchimento (rc/m) R – C4 aplicação de fungicida (rp)
R – D RCA	
R – D1 substituição de RCA (rc) R – D2 reparo dos pontos singulares de entrada de água em RCA de fachada (rc)	R – D3 aplicação de novo RCA sobre existente (c) R – D4 proteção de cantos salientes
R – E Suporte	
R – E1 substituição da camada de regularização (rc) R – E2 reparo de anomalias em canalizações encastradas (rp)	R – E3 reparo de trincas estabilizadas em panos de alvenaria
R – F Envolvente	
R – F1 reparação de anomalias em canalizações à vista (rp)	R – F2 limpeza de zonas horizontais de fachadas (rp/m)

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

Com as informações obtidas, é possível correlacioná-las por meio de matrizes. Silvestre e Brito (2008) elaboraram quatro tipos: interanomalias; anomalias/métodos de diagnóstico; anomalias/causas prováveis; anomalias/técnicas de reparo. A matriz anomalias/causas prováveis permite verificar a relação entre a anomalia e a causas por meio dos valores (SILVESTRE; BRITO, 2008):

- 0 – sem relação: não existe relação direta entre a manifestação patológica e a causa;
- 1 – pequena relação: causa indireta que não é necessária para o desenvolvimento da manifestação patológica, mas pode agravá-la;
- 2 – grande relação: causa direta, uma das principais razões para o processo de deterioração.

Na Tabela 2.1, detalha-se a matriz de correlação entre as anomalias e as causas do grupo C A - Erros de projetos.


Tabela 2.1 - Matriz de correlação anomalias/causas prováveis

C/A	C-A1	C-A2	C-A3	C-A4	C-A5	C-A6	C-A7	C-A8	C-A9	C-A10	C-A11
D.1_a	1		2	1	1					1	
D.s1	1						1			1	
D.s2	1								1		
D.s3	1						1			1	1
F.1_a											1
F.s1										1	
F.s2					1		1		1	1	
F.s3							2			1	
Dt.l1	1	1		1	2					1	
Dt.l2	2										
Dt.l3	1							2	1		2
Dt.l4	1										
Dt.j1								2	1		2
Dt.j2	1					1			1		
Dt.j3	1			1							
Dt.j4	1			1							
Dt.j5								1	1		1
Dt.j6	1							1			
E.s1		1					1		1	1	
E.s2						1					
E.s3	1										

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

Com base em todas as relações obtidas nas matrizes, ensaios e vistorias, Silvestre e Brito (2008) sugerem a elaboração de fichas de anomalias, nas quais para cada anomalia são descritas as causas, consequências, aspectos a inspecionar, ensaios, parâmetros de classificação, nível de gravidade, solução de reparação, conforme mostra o exemplo do Quadro 2.9.

Quadro 2.9 - Ficha de anomalia F.1_a

FICHA DE ANOMALIA F.1_a		FISSURAÇÃO NA CAMADA EXTERIOR DO RCA	
<p>DESCRIÇÃO: fissuração atravessando toda a espessura da cerâmica, fina e sem orientação bem definida</p> <p>CAUSAS PROVÁVEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - elevada absorção de água do RCA (C-A11, C-E3) - ações de choque mecânico (C-C1, C-C2, C-C4) - corrosão de elementos metálicos encastrados nas juntas (C-B16, C-D7) - material de assentamento de retração elevada (C-B6, C-B10) <p>CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - descolamento (D.1_a ou D.s) e queda das cerâmicas (perigo de danos humanos e materiais) em fachadas a partir do 2.º piso - degradação do aspecto visual - entrada de água da chuva no RCA, degradação do material de assentamento e do suporte e aparecimento de eflorescências (Dt.l3; Dt.j1), em exteriores - infiltrações para o interior do edifício, em fachadas e terraços <p>ASPECTOS A INSPECIONAR</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocorrência de descolamento (S/N) - degradação do material de assentamento (S/N) - altura em que ocorre a anomalia em fachada (...) m - área da anomalia em que ocorreu descolamento ou desprendimento: (...) m² - percentagem de área de RCA afetada: (...) % <p>ENSAIOS A REALIZAR:</p> <p><u>M-A1</u> fissurômetro <u>M-D1</u> percussão</p> <p><u>M-B1</u> choque de esfera em pavimentos</p> <p>PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - largura média das fendas: (...) mm - ocorrência de infiltrações; S/N <p>NÍVEL DE GRAVIDADE/URGÊNCIA DE REPARAÇÃO:</p> <p>1 – ocorrência de infiltrações ou fendas com largura > 0,5 mm</p> <p>2 – restante dos casos</p> <p>SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO</p> <p>R - C1 aumento da espessura ou inserção de juntas (rp)</p> <p>R - C2 remoção de elementos metálicos corroídos (rp)</p> <p>R - D1 substituição de RCA (rc)</p> <p>R - D3 aplicação de novo RCA sobre o existente (rc)</p> <p>R - D4 proteção de cantos saliente (rp)</p>		 <p>DESCRIÇÃO ANOMALIA: FISSURAÇÃO NA CAMADA EXTERIOR DO RCA</p> <p>DESCRIÇÃO: fissuração atravessando toda a espessura da cerâmica, fina e sem orientação bem definida</p> <p>CAUSAS PROVÁVEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - elevada absorção de água do RCA (C-A11, C-E3) - ações de choque mecânico (C-C1, C-C2, C-C4) - corrosão de elementos metálicos encastrados nas juntas (C-B16, C-D7) - material de assentamento de retração elevada (C-B6, C-B10) <p>CONSEQUÊNCIAS POSSÍVEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - descolamento (D.1_a ou D.s) e queda das cerâmicas (perigo de danos humanos e materiais) em fachadas a partir do 2.º piso - degradação do aspecto visual - entrada de água da chuva no RCA, degradação do material de assentamento e do suporte e aparecimento de eflorescências (Dt.l3; Dt.j1), em exteriores - infiltrações para o interior do edifício, em fachadas e terraços <p>ASPECTOS A INSPECIONAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocorrência de descolamento (S/N) - degradação do material de assentamento (S/N) - altura em que ocorre a anomalia em fachada (...) m - área da anomalia em que ocorreu descolamento ou desprendimento: (...) m² - percentagem de área de RCA afetada: (...) % <p>ENSAIOS A REALIZAR:</p> <p><u>M-A1</u> fissurômetro <u>M-D1</u> percussão</p> <p><u>M-B1</u> choque de esfera em pavimentos</p> <p>PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - largura média das fendas: (...) mm - ocorrência de infiltrações (S/N) <p>NÍVEL DE GRAVIDADE/URGÊNCIA DE REPARAÇÃO:</p> <p>1 - ocorrência de infiltrações ou fendas com largura > 0,5 mm</p> <p>2 - restante dos casos</p> <p>SOLUÇÕES DE REPARAÇÃO:</p> <p>R - C1 aumento da espessura ou inserção de juntas (rp)</p> <p>R - C2 remoção de elementos metálicos corroídos (rp)</p> <p>R - D1 substituição de RCA (rc)</p> <p>R - D3 aplicação de novo RCA sobre o existente (rc)</p> <p>R - D4 proteção de cantos saliente (rp)</p>	

Fonte: Silvestre (2005) apud Silvestre e Brito (2008)

2.4 FERRAMENTA PROPOSTA POR ANA SILVA (2009)

Ana Silva (2009) realizou o levantamento do estado de conservação de 120 casos de revestimentos de pedra natural (RPN) em fachadas, sendo parte dos casos já

analisados por Neto (2008) no Parque das Nações, e os demais em Queluz e na freguesia do Coração de Jesus, em Lisboa. A linha de pesquisa utilizada foi baseada nas desenvolvidas anteriormente para rebocos exteriores e para revestimentos cerâmicos em fachadas e tinha por objetivo elaborar um modelo de degradação e desenvolver uma metodologia para a previsão da vida útil.

O levantamento foi realizado por meio de inspeções visuais com registro das anomalias em fichas de inspeção, com objetivo de sistematizar os dados. A ficha de inspeção está contemplada em duas partes: a primeira é relacionada à caracterização do edifício, do revestimento, das condições ambientais e da manutenção; a segunda aborda a caracterização das principais anomalias, os respectivos níveis de degradação, suas localizações nas placas pétreas e a determinação das causas prováveis e da extensão dessas anomalias em porcentagem de área de revestimento. A anomalia é classificada de acordo com a sua localização na placa pétrea: na zona corrente da placa pétrea (parte central); na periferia da placa; nos cantos salientes; nas zonas próximas às juntas.

Para avaliar a degradação, a autora utilizou Níveis de Degradação de 0 a 4, baseados nos propostos por Gaspar (2002), que são definidos de acordo com a caracterização das anomalias e a porcentagem de área de RPN afetada. Os níveis foram detalhados em função do tipo de anomalia: estéticas; em juntas; na fixação; perda de integridade. Ana Silva adotou o critério de Gaspar (2002) no qual estabelece o nível 3 como fim da vida útil, ou seja, os revestimentos pétreos não se encontram aptos a desempenhar a função para a qual foram concebidos. Em termos gerais, têm-se:

- nível 0: não apresenta degradação visível;
- nível 1: apresenta anomalias visíveis a olho nu, mas encontra-se em bom estado de conservação;
- nível 2: apresenta degradação ligeira;
- nível 3: apresenta degradação moderada;
- nível 4: apresenta degradação generalizada.

Posteriormente a autora elaborou um modelo de previsão da vida útil com base nos dados de campo, no intuito de estabelecer uma fórmula para definir o estado de degradação dos revestimentos pétreos, baseado no modelo de Gaspar (2009) e definiu uma curva de degradação (SILVA, 2009). A autora obteve indicadores de degradação definidos mediante os dados de campo, conforme Gaspar (2009):

- “Extensão da degradação do revestimento (E): obtida através da razão entre as áreas degradadas e a área total de RPN na fachada;
- Extensão ponderada da degradação (E_w): obtida através da razão entre a área degradada ponderada e a área total do RPN da fachada;
- Severidade da degradação normalizada (S_w) de um revestimento: obtida através da razão entre a área degradada ponderada e uma área de referência, equivalente à totalidade da fachada degradada com maior nível de gravidade possível” (SILVA, 2009 p.87).

A área ponderada é obtida pela equação 2.5:

$$A_w = \sum A_n \times k_n \quad (\text{equação 2.5})$$

Onde:

A_w - somatório ponderado da área afetada pelas diferentes anomalias detectadas em m^2 ;

A_n - área do revestimento afetada por uma anomalia n , em m^2 ;

k_n - fator multiplicativo das anomalias n , em função do seu nível de degradação (k varia de 0 a 4).

O modelo proposto por Gaspar (2009) era para revestimento com argamassa. Com isso, a autora adequou alguns parâmetros do modelo para o RPN, como a alteração do cálculo da severidade da degradação, e utilizou outra metodologia para definir os coeficientes de ponderação, na qual o principal critério foi o custo de reparação. Desse modo, o índice de severidade (S_w) com os coeficientes de ponderação definidas se tornou o $S_{w,rp}$ (SILVA, 2009).

Para avaliar o comportamento dos revestimentos pétreos ao longo do tempo, Silva (2009) elaborou curvas de degradação obtidas dos dados das inspeções de campo. “Estas curvas de degradação foram obtidas através de uma regressão

linear, onde se ajusta uma linha polinomial de grau 3 a nuvem de pontos correspondente aos casos estudados” (SILVA, 2009 p.103).

2.5 FERRAMENTA PROPOSTA POR GALBUSERA (2013)

Galbusera (2013) deu continuidade aos estudos de Sousa (2008), que realizou inspeções em 75 fachadas com revestimentos cerâmicos aderentes (em torno de 10.990,00m²), com objetivo de avaliar a degradação desse sistema de fachada e definir uma previsão de vida útil. O autor incorporou 120 novas fachadas (7.368,00m²) ao estudo de Sousa (2008), no intuito de tornar a amostra mais uniforme e, conseqüentemente, os resultados estatisticamente válidos. Com isso, totalizaram-se 195 fachadas de revestimento cerâmico (18.358,00m²).

Nas inspeções de campo, foram recolhidos dois tipos de informação: o estado de deterioração dos revestimentos para o cálculo da vida útil de referência (RSL) e da vida útil estimada (ESL); e as características das fachadas, para determinar os coeficientes do método fatorial. Para o registro dos dados, foi utilizada uma ficha de inspeção baseada no modelo elaborado por Sousa (2008), abordando os seguintes aspectos: caracterização da amostra (ano, área, tipo de revestimento); caracterização das cerâmicas (tamanho, cor); caracterização do revestimento externo (tipo de substrato, juntas, elementos de arquitetura); condições ambientais (exposição às intempéries); nível de manutenção; anomalias observadas.

As anomalias foram identificadas por tipo (defeitos estéticos, fissuras, defeitos nas juntas e falha de adesão), área afetada e registradas quanto ao seu nível de degradação, sendo o nível 3 o limite de vida útil:

- nível 0: nenhuma degradação visível;
- nível 1: bom estado;
- nível 2: degradação leve;
- nível 3: degradação moderada;

- nível 4: degradação generalizada.

Após a inspeção dos edifícios, aplicou-se uma adaptação do modelo de degradação desenvolvido por Gaspar (2009), para avaliar a evolução da degradação dos elementos da amostra, principalmente o índice de severidade ($S_{w,rp}$), pois considera a importância relativa a cada anomalia e varia de 0% a 100% (quanto mais elevado, maior a degradação da fachada). Em seguida, estabeleceu-se um relação entre os aspectos quantitativos ($S_{w,rp}$) e qualitativos (5 níveis de degradação – de 0 a 4) com base no proposto por Sousa (2008). Também foram elaboradas curvas de degradação que mostram a perda do desempenho ao longo do tempo.

Por fim, foi utilizado o método fatorial com base nos cálculos da vida útil de referência (RSL) e da vida útil estimada (ESL) dos revestimentos cerâmicos aderentes.

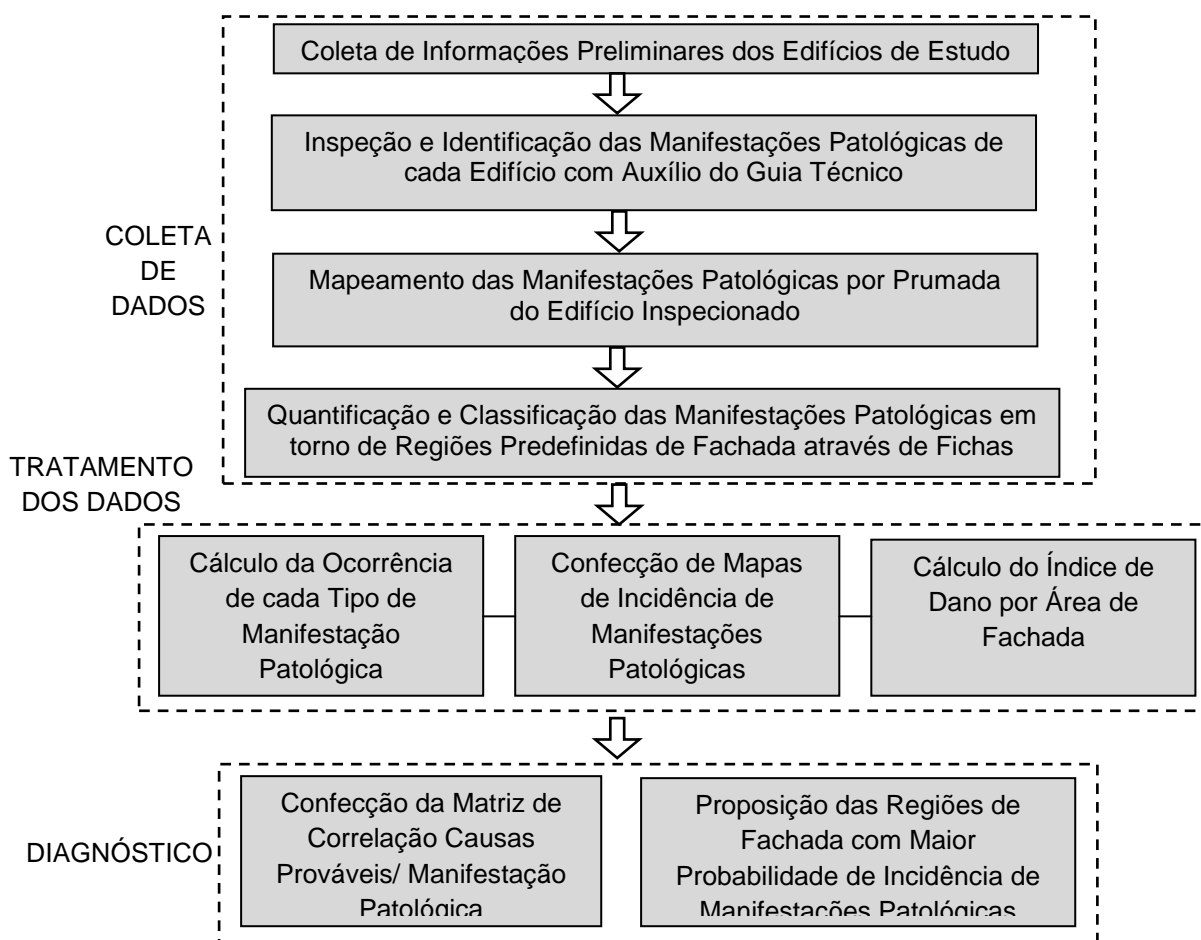
2.6 FERRAMENTAS PROPOSTAS PELO LEM - UNB

O Laboratório de Ensaio de Materiais da Universidade de Brasília (LEM – UnB) elaborou a metodologia Avaliação de Fachada e Diagnóstico de Patologias Identificadas, a qual foi aplicada, pela primeira vez, no trabalho de Bauer e Nepomuceno (1998) (apud ANTUNES, 2010). Posteriormente os trabalhos de Antunes (2010), Silva (2014) e Souza (2014), com orientação do professor Elton Bauer, adaptaram e aprimoraram essa metodologia.

2.6.1 Ferramenta proposta por Antunes (2010)

Antunes (2010) analisou seis edifícios na cidade de Brasília-DF, com intuito de avaliar as manifestações patológicas existentes, as áreas de maior incidência e as prováveis causas. Na Figura 2.6, detalha-se a metodologia utilizada na pesquisa.

Figura 2.6 - Fluxograma da metodologia de estudo utilizada na pesquisa de Antunes (2010)

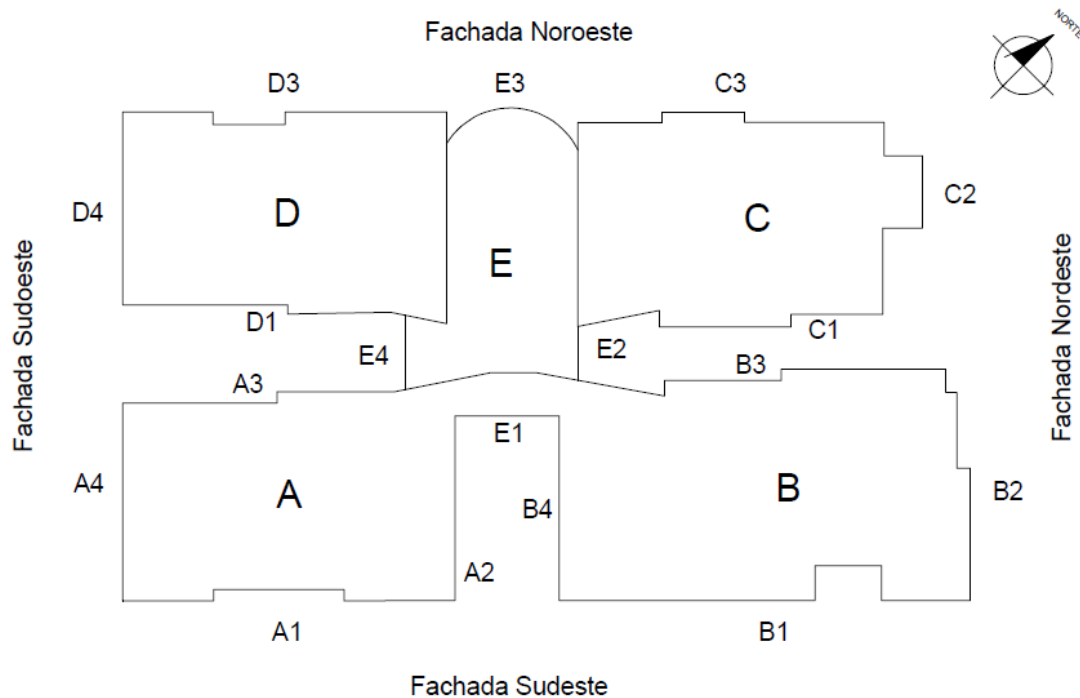


Fonte: Antunes (2010, p.93).

A pesquisadora se baseou nas metodologias internacionais de inspeção de Gaspar e Brito (2005) e Silvestre e Brito (2008), para definir os métodos de vistoria das edificações e a forma de análise dos resultados na metodologia nacional Avaliação de Fachada e Diagnóstico de Patologias Identificadas, adotada pelo Laboratório de Ensaio de Materiais da Universidade de Brasília (LEM-UnB).

Na etapa de coleta de dados, o Guia Técnico de Manifestações Patológicas foi elaborado por Antunes (2010) e utilizado na vistoria de cada edifício, com auxílio de um croqui (Figura 2.7) para a identificação das prumadas de fachadas.

Figura 2.7 - Croqui esquemático de orientação das fachadas



Fonte: Antunes (2010, p.111).

Para registro nesse guia, a autora utilizou um Guia Técnico de Identificação de Manifestações Patológicas elaborado por ela, para facilitar a identificação da anomalia. Para o mapeamento dos danos por região, a autora se baseou nas seis zonas predefinidas por Gaspar e Brito (2005) e incorporou mais duas regiões (7 e 8), que são críticas na cidade de Brasília, totalizando oito: (1) próximo ao nível do solo; (2) paredes contínuas; (3) em torno das aberturas (janelas, portas); (4) no topo (platibanda, abaixo beirais); (5) em sacadas ou varandas; (6) nos cantos e extremidades; (7) em torno das juntas (se não houver juntas de movimentação horizontal a cada pé direito); (8) na transição entre pavimentos.

Antunes (2010) elaborou um modelo de ficha de quantificação de manifestações patológicas na qual se registraram os dados de cada edifício vistoriado. Tais anotações foram realizadas por pavimento e identificadas por região, conforme se mostra no Quadro 2.10. Nessa ficha, a autora diferencia descolamento de deslocamento cerâmico: o primeiro significa a perda de aderência da cerâmica à base, mas com a cerâmica ainda no local; e o segundo, o revestimento cerâmico despreendido e caído da base.

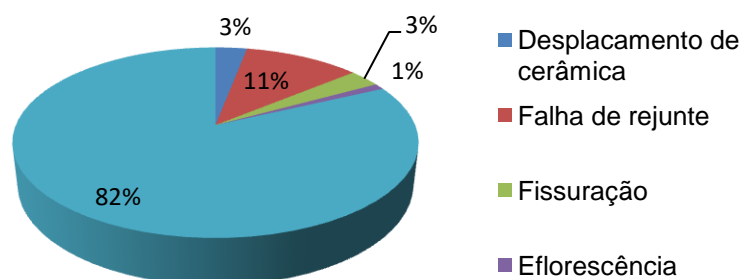
Quadro 2.10 - Ficha de quantificação de manifestações patológicas

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO						
Edifício:						
Prumada:			Orientação da fachada:			
Localização		Manifestações patológicas				
Andar	Região	Desc. cerâmico	Desplac. cerâmico	Falha de rejunte	Fissuração	Eflorescência
1.º	Nível do solo					
	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos					
2.º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos					
3.º	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos					
	Topo					

Fonte: Antunes (2010, p.96).

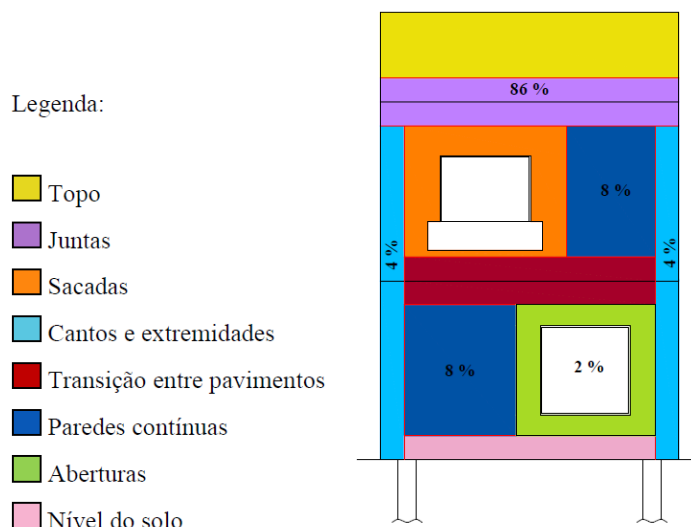
Para apresentar os resultados, a autora utilizou (1) gráficos (Figura 2.8); (2) mapas de incidência de manifestações patológicas (Figura 2.9); (3) cálculo do índice de dano por área de fachada (Tabela 2.2).

Figura 2.8 - Ocorrência de manifestações patológicas na fachada



Fonte: Antunes (2010, p.119).

Figura 2.9 - Mapas de incidência de manifestações patológicas



Fonte: Antunes (2010, p.118).

O índice de dano/m² de área de fachada determina a gravidade de deterioração de fachadas e é calculado pela equação 2.6, na qual quanto maior o índice, maior a deterioração.

$$I_D = \frac{N_m}{A_f} \quad (\text{equação 2.6})$$

Onde:

I_D – índice de dano/m² de área de fachada;

N_m – número de manifestações patológicas (quantidade);

A_f – área da fachada (m²).

Tabela 2.2 - Índice de danos/m² de área de fachada

Fachada do edifício	N.º de danos	Área de fachada (m ²)	Índice de danos/m ² de área de fachada
Noroeste	206	1425,60	0,14
Sudoeste	15	255,20	0,06
Sudeste	144	1425,60	0,10
Nordeste	45	255,20	0,18
Edifício A	410	3361,60	0,12

Fonte: Antunes (2010, p.120).

Como diagnóstico, a autora utilizou a ferramenta de Silvestre e Brito (2008), para elaborar a matriz de correlação causas prováveis/manifestação patológica e definir prováveis regiões de incidência.

2.6.2 Ferramenta proposta por Silva (2014)

Silva (2014) avaliou fachadas de 12 edifícios em revestimento cerâmico de Brasília com idades entre 5 e 36 anos. Esses edifícios pertencem ao banco de dados de edificações já inspecionadas pela equipe do LEM-UnB. A autora elaborou uma metodologia de quantificação das anomalias na qual avalia a degradação das fachadas considerando idade, orientação, região e altura das fachadas por meio do Fator de Danos (FD) e determinou a intensidade de manifestação patológica em regiões das fachadas (paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, juntas, transição entre pavimentos e topo). Por fim, propôs um modelo de cálculo da degradação e vida útil.

O Fator de Dano de área de fachada foi calculado pela relação entre a área de manifestação patológica e a área total (m²) da fachada, conforme mostra a equação 2.7. Esse fator FD permite identificar a degradação inicial das fachadas, pois, na fachada que apresenta maior FD, é constatado o maior processo de degradação. Esse fator foi calculado para cada tipo de manifestação patológica e para o total de amostras.

$$FD = \frac{A_D}{A} \times 100 \quad (\text{equação 2.7})$$

Onde:

FD – Fator de Dano da fachada (%);

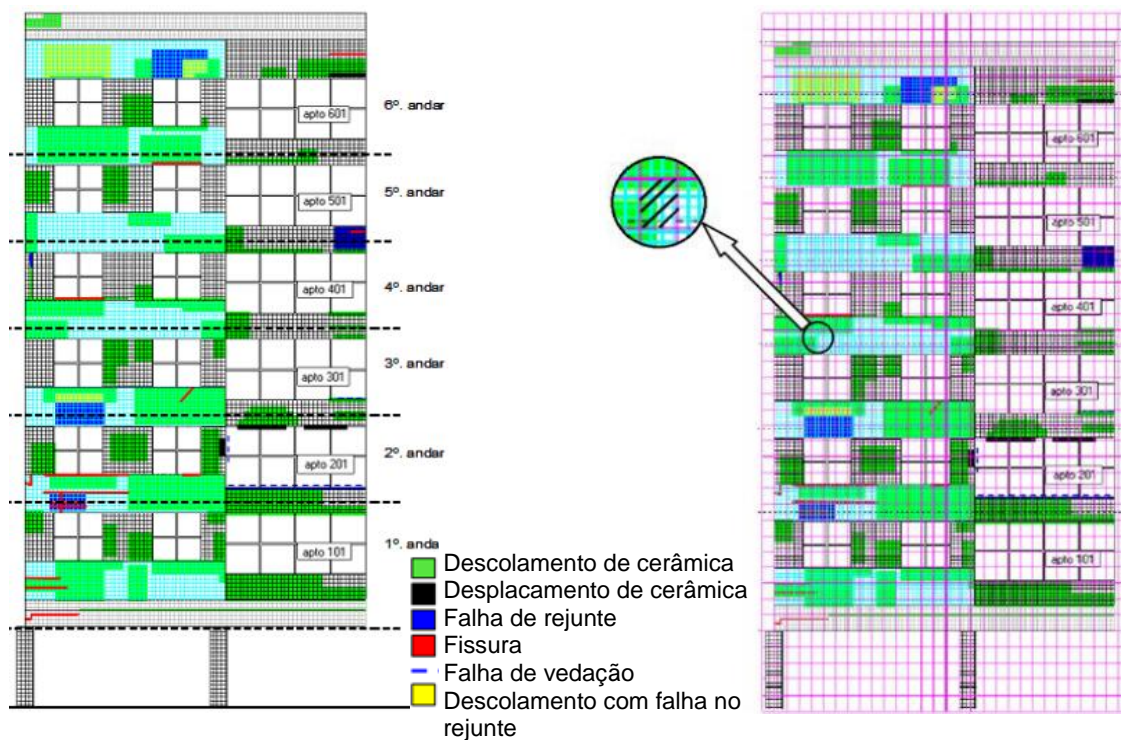
A_D – Área de manifestação patológica observada na amostra de fachada;

A – Área total da amostra de fachada (m²).

As manifestações patológicas analisadas foram descolamento cerâmico, fissuras, falhas de rejunte, falhas de vedação e eflorescências. Para o cálculo da área degrada referente a cada anomalia, foi feita a sobreposição de uma malha, com abertura nas dimensões de 0,50m x 0,50m, sobre o croqui da fachada analisada.

Na Figura 2.10, mostram-se o registro das manifestações patológicas e a sobreposição da malha para a quantificação desses danos.

Figura 2.10 - Mapeamento de danos e sobreposição de malha nos mapeamentos das fachadas analisadas com detalhe de uma unidade de área de dano



Fonte: Silva (2014, p.90).

Como mostra o detalhe da Figura 2.10, cada unidade da malha corresponde a um dano; assim, se forem observadas duas unidades da malha referentes à falha de vedação, considerar-se-ão duas unidades do dano. E, para obter a área, multiplicam-se essas duas unidades pela área de cada unidade ($0,25\text{m}^2$).

Para o levantamento das manifestações patológicas por região de fachada (parede contínua, aberturas, sacadas, cantos e extremidades e topo), a autora estabeleceu um fator de correção. Como as regiões são subdivisões da fachada, cada uma possui uma representatividade de área, ou seja, a região de paredes contínuas ocupa uma área maior da fachada em relação à de transição entre pavimentos. Com isso, para quantificar as áreas de danos com regiões de diferentes áreas, dividiu-se cada área representativa das regiões da fachada “pela área da região da transição entre pavimentos (região que apresenta a menor

área), ou seja, atribuem-se proporcionalmente pesos maiores para regiões com menores áreas” (SILVA, 2014).

A autora utilizou três modelos de cálculo de degradação e estimativa de vida útil, que são o Fator Geral de Danos (FGD), Fator de Danos Combinado (FDC) e o Método Fatorial de Danos (MFD).

O FGD (equação 2.8), adaptado de Sousa (2008), estabelece o estágio de degradação total das amostras da fachada por meio de uma relação ponderada dos danos. Essa relação considera dois pesos: o relativo ao custo de reparo e o referente à condição de gravidade da manifestação patológica.

$$FGD = \frac{\sum A_n \cdot k_n \cdot k_{c,n}}{(A \cdot k)} \quad (\text{equação 2.8})$$

Onde:

FGD – Fator Geral de Danos (%);

A_n – Área de uma fachada afetada por n tipos de anomalias (m^2);

k_n – Nível de condição das anomalias contido no intervalo (0; 0,02; 0,20; 2,00; 4,00);

k - Constante, equivalente ao nível da pior condição ($k=4,00$);

$k_{c,n}$ – Custo relativo de reparação das anomalias observadas;

A – Área da amostra de fachada (m^2);

n – Referência do tipo de anomalia ($n=1$ – descolamento cerâmico, $n=2$ – falha de rejunte, $n=3$ – fissuras, $n=4$ – eflorescência e $n=5$ – falha de vedação);

Já o FDC pondera a extensão dos danos diretamente em relação ao custo de reparação das anomalias (equação 2.9). E o MFD é baseado no modelo de Taguchi (2010) e considera três fatores de ponderação: intensidade de dano, extensão do dano e urgência de intervenção (SILVA, 2014).

$$FDC = \sum_1^n (FD_n \times k_{c,n}) \quad (\text{equação 2.9})$$

Onde:

n – Tipo de dano (descolamento cerâmico, falha de rejunte, fissuras e falha de vedação);

FD – Fator de Dano (equação 2.7);

$K_{c,n}$ – Custo relativo de reparo do dano.

2.6.3 Ferramenta proposta por Souza (2016)

Souza (2016) consolidou a metodologia proposta por Silva (2014) por meio da inspeção de 17 edifícios residenciais com revestimento cerâmico (entre 5 e 48 anos), localizados no Distrito Federal, totalizando mais de 50.000m² de fachadas. As informações sobre os edifícios avaliados foram obtidas do banco de dados do LEM-UnB. Esse mesmo banco de dados foi utilizado nos trabalhos de Antunes (2010) e Silva (2014).

A autora dividiu o trabalho em três etapas: (1) consolidação de banco de dados por meio do Método de Mensuração de Degradação (MMD); (2) análise do Fator de Dano (FD); (3) análise do Fator Geral de Danos (FGD).

Na etapa de consolidação do banco de dados, utilizou-se o MMD, que consiste no levantamento das áreas degradadas mediante a sobreposição da malha de 0,50m x 0,50m (definida por Silva (2014)), na divisão da malha por andares e regiões de fachadas e na contabilização das manifestações patológicas (Figura 2.11).

Figura 2.11 - Esquema ilustrativo da divisão dos andares e das regiões da fachada realizado por Souza (2016)



Fonte: Souza (2016, p.46).

A análise dos danos foi feita em função da faixa de idade, da exposição aos agentes climáticos (por meio da orientação cardinal das fachadas) e do elemento de arquitetura (como empena, caixa de escada e outros).

Baseado no Fator de Danos proposto por Silva (2014), a autora calculou o Fator de Danos Total (FD – Total), que determina a área danificada na amostra de fachada. Esse fator é importante para a análise inicial, mas não contempla a importância de cada anomalia na área danificada. O resultado obtido pela equação 2.10 pode ser maior que 1, pois podem ocorrer sobreposições de danos.

$$FD_{Total} = \sum \frac{A_{d(n)}}{A_t} \quad (\text{equação 2.10})$$

Onde:

$A_{d(n)}$ – área danificada de determinada anomalia (n);

A_t – área total da amostra de fachada (m²).

Além do Fator de Danos, a autora calculou o Fator de Danos da Região Corrigido (FD_{RC}), que enfoca as regiões da fachada. Para o cálculo desse fator, foi utilizado o Coeficiente de Correção das regiões – CCr (equação 2.11), conforme proposto por Silva (2014), para corrigir a proporcionalidade das regiões.

$$CC_r = \frac{A_{r(m)}}{\sum A_{r(x)}} \quad (\text{equação 2.11})$$

Onde:

$A_{r(m)}$ – área da região de menor área;

$A_{r(x)}$ – área da região em análise.

Com esse coeficiente é possível calcular o FD_{RC} pela equação 2.12.

$$FD_{RC} = \frac{\sum AD_{r(n)}}{A_t} \times CC_r \quad (\text{equação 2.12})$$

Onde:

$AD_{r(n)}$ – área danificada de determinada anomalia (n) em determinada região;

A_t – área total da amostra;

CC_r – coeficiente de correção da região em análise.

Para avaliar a representatividade de cada anomalia em relação à área total danificada, Souza (2016) calculou a Distribuição de Danos (DD) pela equação 2.13.

$$DD = \frac{A_{d(n)}}{\sum A_{d(n)}} \quad (\text{equação 2.13})$$

Onde:

$A_{d(n)}$ – área danificada de determinada anomalia (n).

Na terceira etapa de análise do Fator Geral de Danos (FGD), que avalia o grau de gravidade da fachada, a autora adequou os parâmetros utilizados no estudo de Silva (2014) para a amostra de edifícios analisada. O objetivo do cálculo desse fator é “desenvolver modelos de curvas de evolução de danos que auxiliem pesquisadores e especialistas na compreensão do processo de degradação em que se encontram as fachadas de edifícios com revestimento cerâmico” (SOUZA, 2016). A adequação do FGD resultou no Fator Geral de Danos adaptado para o banco de dados da autora (FGD_A) e no Fator Geral de Danos adaptado para as regiões (FGD_B).

O FGD_A determina a gravidade de degradação e é calculado baseado no FGD (equação 2.8) com adaptações de k_n e k , no qual k_n é denominado k_{nA} e estabelece uma escala de degradação baseada na extensão de ocorrência da anomalia, ou seja, em função da porcentagem de área degradada. E o k , no estudo de Silva (2014), era equivalente a uma constante de pior condição ($k_{máx}$), mas, no estudo de Souza (2016), para que essa constante representasse toda a fachada degradada com maior gravidade possível, foi utilizada a soma dos $k_{máx}$.

Já o FGD_B pondera a degradação em função da região da anomalia identificada. “Busca-se com essa nova ponderação medir a área degradada (A_d), ponderar em relação à gravidade da anomalia (k_{nA}), associar a importância relativa do tipo de anomalia (K_{cn}) e associar ainda à região em que a anomalia ocorre (k_r)” (SOUZA, 2016 p.54). O fator k_r foi uma contribuição de Souza (2016) e é obtido em função da proporção do maior valor característico (80%) da região (valor característico (80%) de Transição entre Pavimentos = 0,043).

2.7 FERRAMENTA PROPOSTA POR ULIANA ET AL. (2014)

Uliana et al. (2014) realizaram um estudo da incidência de manifestações patológicas em fachadas de edifícios localizados em região litorânea. Foram avaliados 168 edifícios (com total de 444 fachadas catalogadas) da orla da cidade de Vila Velha, no Espírito Santo, com base na elaboração do Índice de Incidência de Manifestação Patológica (IIMF), elaborado pelos autores para a classificação das edificações.

A avaliação foi feita por meio de visitas aos edifícios, tomadas fotográficas e questionário, para obter informações sobre as características da edificação. Os registros das manifestações patológicas eram feitos por fachada (frente, fundos e laterais) e registrados em formulários (Quadro 2.11).

Quadro 2.11 – Formulário utilizado na pesquisa

CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO						N°
Nome do edifício						
Localização					Orientação	
N.º de pavimentos					N.º de fachadas acessíveis	
Ano de construção					Uso do edifício	
Juntas de dilatação					Intervalo	
Tipos de revestimento						
INCIDÊNCIA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS						
TIPO DE LESÃO	Fachada				OBSERVAÇÕES	
	Frontal	Fundo	Direita	Esquerda		
Fissuras e trincas						
Eflorescência						
Manchas e sujeiras						
Vegetação parasitária						
Vesícula						
Descolamento de cerâmica						
Descolamento de reboco						
Descolamento de pintura						
Descoloramento da pintura						
Corrosão						
Elementos quebrados						
Desagregação do concreto						
Outros						
CLASSIFICAÇÃO DE INCIDÊNCIA			[0] Nenhuma [1] Pontual [2] Algumas (máx. 1 por pav.) [3] Generalizada			

Fonte: Uliana et al. (2014, p.4).

Neste formulário, foram listadas as manifestações patológicas mais observadas. A cada uma se atribuiu (após a vistoria) um número correspondente à quantidade de incidência daquele dano. Essa classificação foi feita baseada nos valores da Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Graduação do Índice de Incidência das Manifestações nas Fachadas (IIMF)

Classificação de incidência da manifestação	Escala
Inexistente	0
Pontual	1
Algumas (máximo uma por pavimento)	2
Generalizada	3

Fonte: Uliana et al. (2014, p.4).

Com base nos IIMF obtidos nas fachadas, realizava-se a média para obter o IIMF médio do edifício para determinada manifestação patológica. Com o intuito de classificar esses IIMF médios, as autoras elaboraram a Tabela 2.4 de classificação em função da quantidade de incidências de manifestações patológicas.

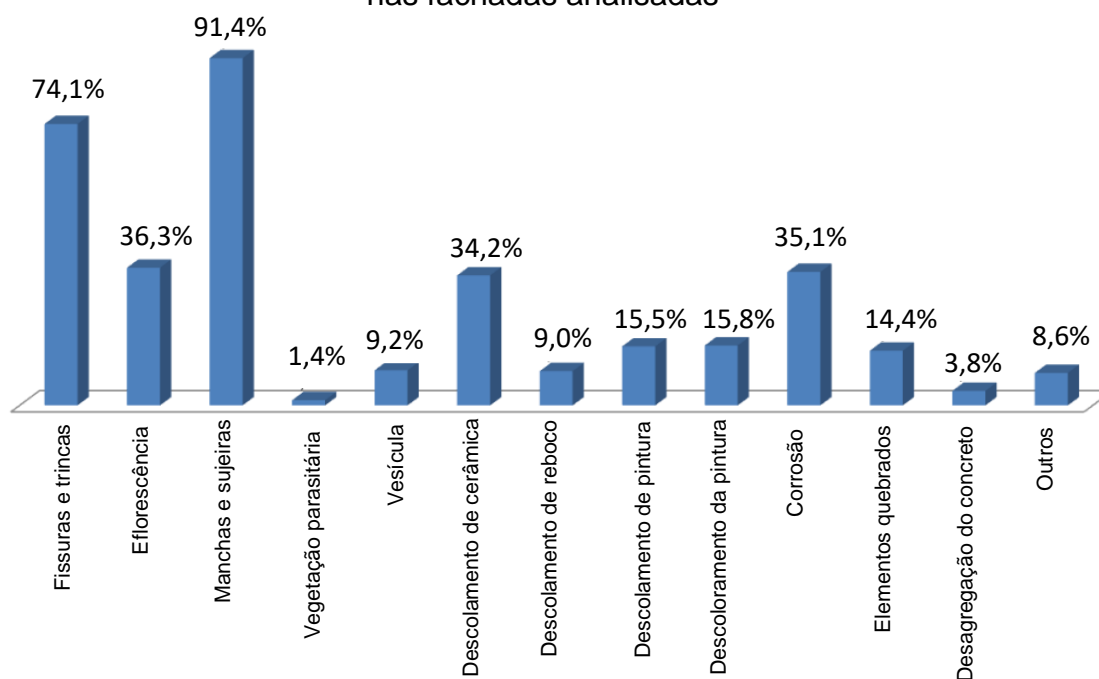
Tabela 2.4 - Classificação do índice de manifestações nas fachadas

Classificação	IIMF mínimo	IIMF máximo
Muito Bom	0	0,25
Bom	0,26	0,50
Regular	0,51	0,75
Ruim	0,76	1,0
Crítico	1,1	-

Fonte: Uliana et al. (2014, p.4).

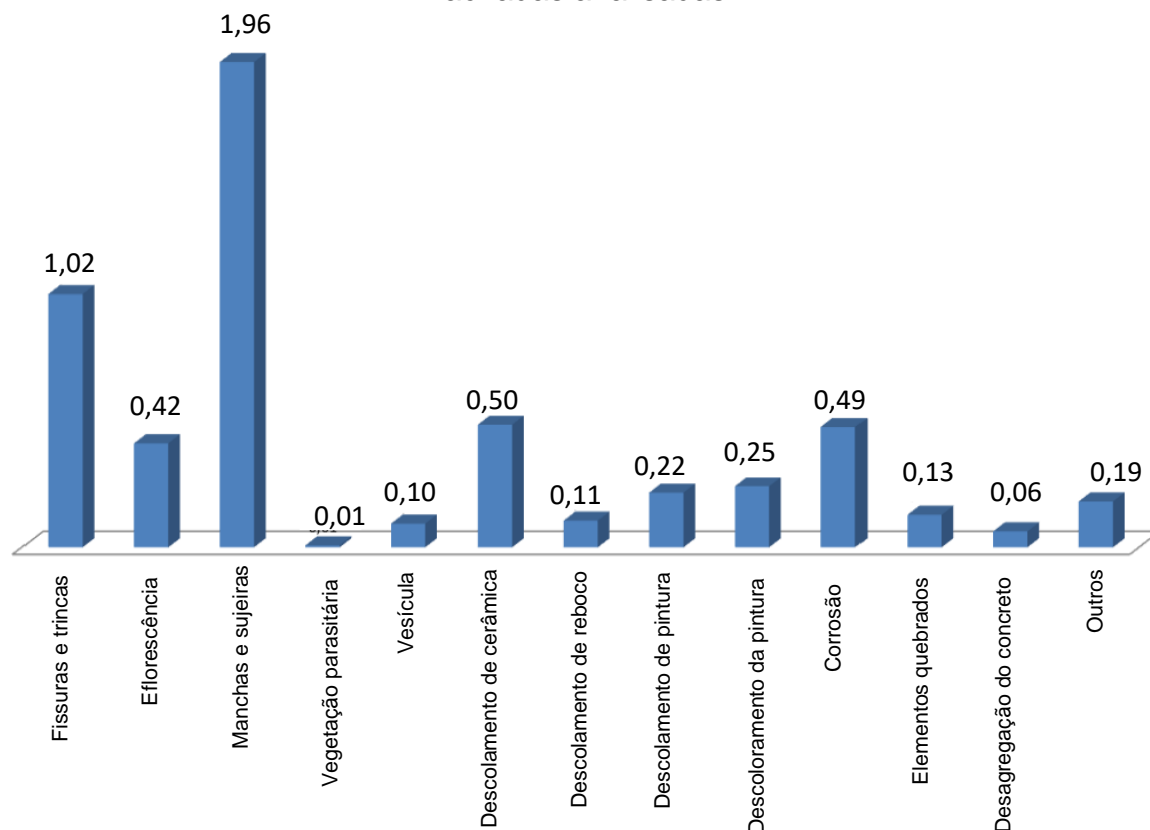
Assim para cada fachada, foram obtidos a ocorrência da manifestação patológica e o nível de incidência. Com base nesses dados, as autoras compilaram as informações, quantificaram a porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica em relação a todas as fachadas (Figura 2.12) e apresentaram a incidência média das manifestações patológicas nas fachadas analisadas também em gráfico (Figura 2.13).

Figura 2.12 - Gráfico do percentual de ocorrências das manifestações patológicas nas fachadas analisadas



Fonte: Uliana et al. (2014, p.13).

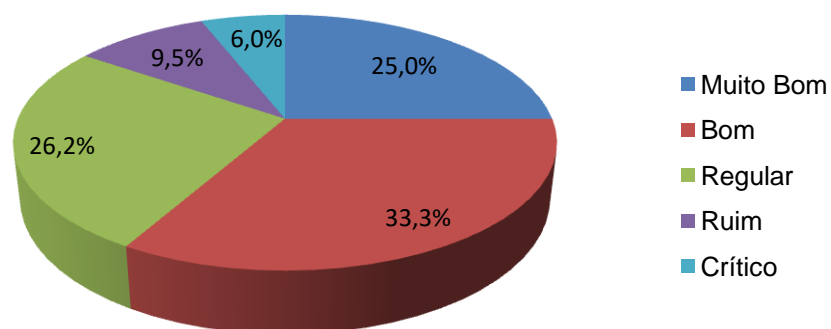
Figura 2.13 - Gráfico da incidência média das manifestações patológicas nas fachadas analisadas



Fonte: Uliana et al. (2014, p.14).

Além disso, foi feito um levantamento dos IIMF por edifício e classificou-se em relação à Tabela 2.4. Em seguida, calculou-se a porcentagem de edifícios em cada classificação (Muito Bom; Bom; Regular; Ruim e Crítico), como pode ser visto na Figura 2.14.

Figura 2.14 - Gráfico representativo da classificação dos edifícios conforme o IIMF



Fonte: Uliana et al. (2014, p.14).

Como conclusão, verificou-se que esse índice é eficaz para avaliar as manifestações patológicas.

2.8 RESUMO DAS FERRAMENTAS ESTUDADAS

Com base nas principais metodologias estudadas, foi elaborado o Quadro 2.12 que resume as principais informações e dados obtidos nesses estudos.

Quadro 2.12 – Resumo das ferramentas de inspeções abordadas neste capítulo

Autores (ano) - Trabalho	Instituição	Avaliações	Resultados
Guimarães, Carasek e Cascudo (2003) - Artigo - Proposta de metodologia para avaliação comparativa do grau de deterioração em edificações	Universidade Federal de Goiás	20 edifícios da Universidade Federal de Goiás (63.377,00 m ² de área construída)	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de Deterioração (ID) • Valor da Deterioração Absoluta (VDA) • Valor da Deterioração Relativa (VDR)
Gaspar e Brito (2005) - Artigo - Mapping Defect Sensitivity in External Mortar Renders	Universidade Técnica de Lisboa	150 fachadas principais de casas, em argamassa, nas cidades de Lisboa, Alcochete e Tavira, em Portugal	<ul style="list-style-type: none"> • Seis locais de maior incidência de manifestações patológicas • Nível de degradação dos revestimentos de fachada • Porcentagem de ocorrência de cada tipo de manifestação patológica por região • Porcentagem da incidência de cada nível de degradação por região da fachada • Mapas probabilísticos e de sensibilidade
Silvestre e Brito (2008) - Artigo - Inspeção e diagnóstico de revestimentos cerâmicos aderentes	Universidade Técnica de Lisboa	155 inspeções em casos de Revestimento Cerâmico Aderente (RCA)	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação de anomalias, causas prováveis, métodos de diagnóstico e técnicas de reparo • Elaboração de fichas de anomalias, métodos de ensaio e fichas de reparo
Ana Silva (2009) – Dissertação - Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes	Universidade Técnica de Lisboa	120 casos de fachadas com revestimentos de pedra natural (RPN) em Lisboa (18.184,5m ² de fachadas RPN)	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de Inspeção para caracterização dos edifícios e revestimentos e para abordagem das anomalias no RPN • Classificação da anomalia em função da localização na placa pétrea • Adaptação dos Níveis de Degradação propostos por Gaspar (2002) • Modelo de previsão de vida útil baseada na extensão da degradação, extensão ponderada da degradação e severidade da degradação (GASPAR, 2009) • Adaptação do indicador de severidade para o RPN ($S_{w,rp}$) • Definição de níveis de ponderação baseados nos custos de reparo • Curvas de degradação do RPN
Galbusera (2013) – Tese - <i>Application of the factor method to the prediction of the service life of ceramic external wall claddings</i>	Universidade Técnica de Lisboa	195 casos de Revestimento Cerâmico Aderente (em torno de 18.358,00 m ² do RCA)	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de inspeção (adaptada de SOUSA, 2008) • Nível de degradação (GASPAR, 2002) • Modelo de degradação - Índice de severidade ($S_{w,rp}$) (GASPAR, 2009) • Método Fatorial: cálculo da vida útil de referência (RSL) e da vida útil estimada (ESL) • Curvas de degradação
Antunes (2010) - Dissertação - Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos. Orientador: Prof. Dr. Elton Bauer	Universidade de Brasília	6 Edifícios em Brasília com revestimento cerâmico ou em argamassa com acabamento em pintura (23.913,00m ² de área total de fachadas)	<ul style="list-style-type: none"> • Oito locais de maior incidência de manifestações patológicas • Ocorrência de cada Tipo de Manifestação Patológica • Mapas de Incidência de Manifestações Patológicas • Índice de Dano por Área de Fachada • Matriz de Correlação

Autores (ano) - Trabalho	Instituição	Avaliações	Resultados
<p>Silva (2014) - Tese - Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF. Orientador: Prof. Dr. Elton Bauer</p>	<p>Universidade de Brasília</p>	<p>12 edifícios em revestimento cerâmico de Brasília (28.383,00m² de fachadas com revestimento cerâmico)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo do Fator de Dano Total (FD-Total) Modelos de cálculo de degradação e estimativa de vida útil: • Fator Geral de Danos (FGD) • Fator de Danos Combinado (FDC) • Método de Fatorial de Danos (MFD)
<p>Souza (2016) - Dissertação - Evolução da degradação de fachadas – Efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes. Orientador: Prof. Dr. Elton Bauer</p>	<p>Universidade de Brasília</p>	<p>17 edifícios residenciais com revestimento cerâmico do Distrito Federal (mais de 50.000m² de fachadas revestimento cerâmico)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Mensuração de Degradação • Cálculo do Fator de Dano Total (FD-Total) • Cálculo do Fator de Danos da Região Corrigido (FD_{RC}) • Distribuição de Danos (DD) • Cálculo do Fator Geral de Dano Adaptado (FGD_A e FGD_B)
<p>Uliana et al. (2014) - Artigo - Índice de Incidência de Manifestação Patológica em fachadas – Vila Velha-ES</p>	<p>Universidade Federal do Espírito Santo</p>	<p>168 edifícios (com total de 444 fachadas catalogadas) da orla da cidade de Vila Velha, no Espírito Santo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Graduação e Classificação do Índice de Incidência das Manifestações nas Fachadas (IIMF) • Gráfico do percentual de ocorrências das manifestações patológicas nas fachadas analisadas • Gráfico da incidência média das manifestações patológicas nas fachadas analisadas • Gráfico representativo da classificação dos edifícios conforme o IIMF

Fonte: A autora (2016).

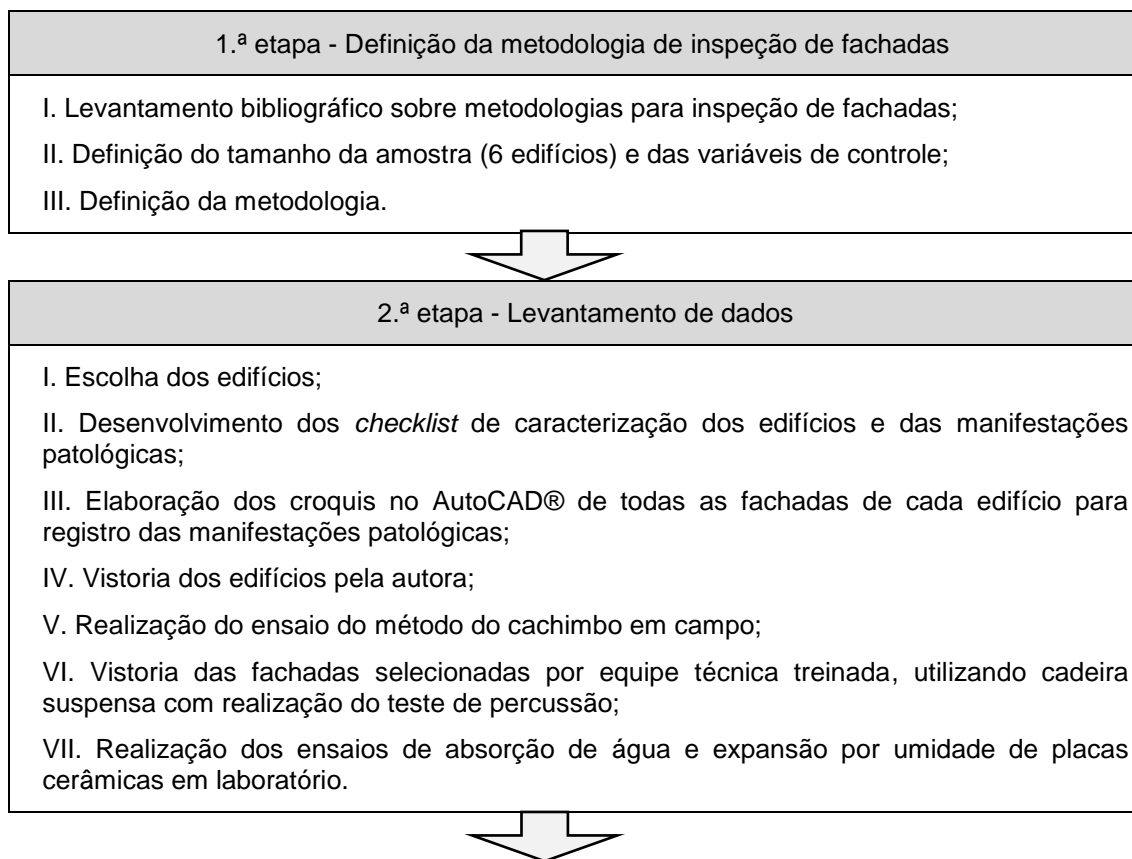
3 METODOLOGIA

Com base na revisão bibliográfica sobre as ferramentas para inspeção e diagnóstico de fachadas, realizada no capítulo anterior, elaborou-se a metodologia desta pesquisa baseada principalmente nos trabalhos de Gaspar e Brito (2005), Silvestre e Brito (2008) e Antunes (2010).

Foram realizadas vistorias em fachadas de seis edifícios da cidade de Vitória, no intuito de sistematizar o registro e a análise das manifestações patológicas. E, com o objetivo de complementar o diagnóstico dos danos, foram feitos ensaios *in loco* e em laboratório.

Com relação ao método de pesquisa, foi utilizado o exploratório com procedimentos técnicos experimentais e observacionais (GIL, 2008). Esse método foi fundamentado em três etapas metodológicas detalhadas na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Etapas metodológicas da pesquisa





3.ª etapa - Tratamento dos dados e análise dos resultados
I. Caracterização dos edifícios; II. Análise da ocorrência das manifestações patológicas e os respectivos níveis de degradação para cada edifício; III. Análise comparativa dos edifícios; IV. Matriz de correlação.

Fonte: A autora (2016).

A 1.ª etapa consiste na definição da amostra e da metodologia; a 2.ª aborda o levantamento de dados desde a seleção dos edifícios até a realização dos ensaios *in situ* e em laboratório; e a 3.ª consiste no tratamento dos dados e análise dos resultados obtidos.

3.1 1.ª ETAPA - DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA DE INSPEÇÃO DE FACHADAS

A 1.ª etapa consistiu, primeiramente, no levantamento bibliográfico sobre algumas metodologias existentes para a inspeção de fachadas. Esse levantamento está detalhado no capítulo 2 desta dissertação.

Em seguida, foi definida a quantidade de edifícios a ser inspecionada: seis edifícios localizados em Vitória, Espírito Santo, dos quais três com revestimento externo em argamassa com pintura (denominados grupo ARG: ARG1, ARG2 e ARG3) e três com revestimento cerâmico (denominados grupo CER: CER1, CER2 e CER3). Com isso, estabeleceu-se que cada edifício era uma amostra, ou seja, o conjunto de fachadas de um edifício compõe uma amostra, totalizando seis amostras. Para a definição dessas amostras, foram analisadas as seguintes variáveis de controle:

- Tipo de revestimento de fachada

Os edifícios selecionados foram divididos em dois grupos: acabamento em argamassa com pintura e revestimento cerâmico.

- Idade dos edifícios

Dentro de cada grupo, os edifícios possuem no máximo 25 anos de diferença, para que os métodos construtivos não se diferenciem muito, ou seja, possuem diferença de idade até 25 anos. Outra limitação é que nenhum edifício possua idade inferior a 5 anos por dois motivos: para que não esteja dentro da garantia fornecida pela construtora na qual ela realiza manutenções nesse período e para que não seja condicionado por erros construtivos.

- Local

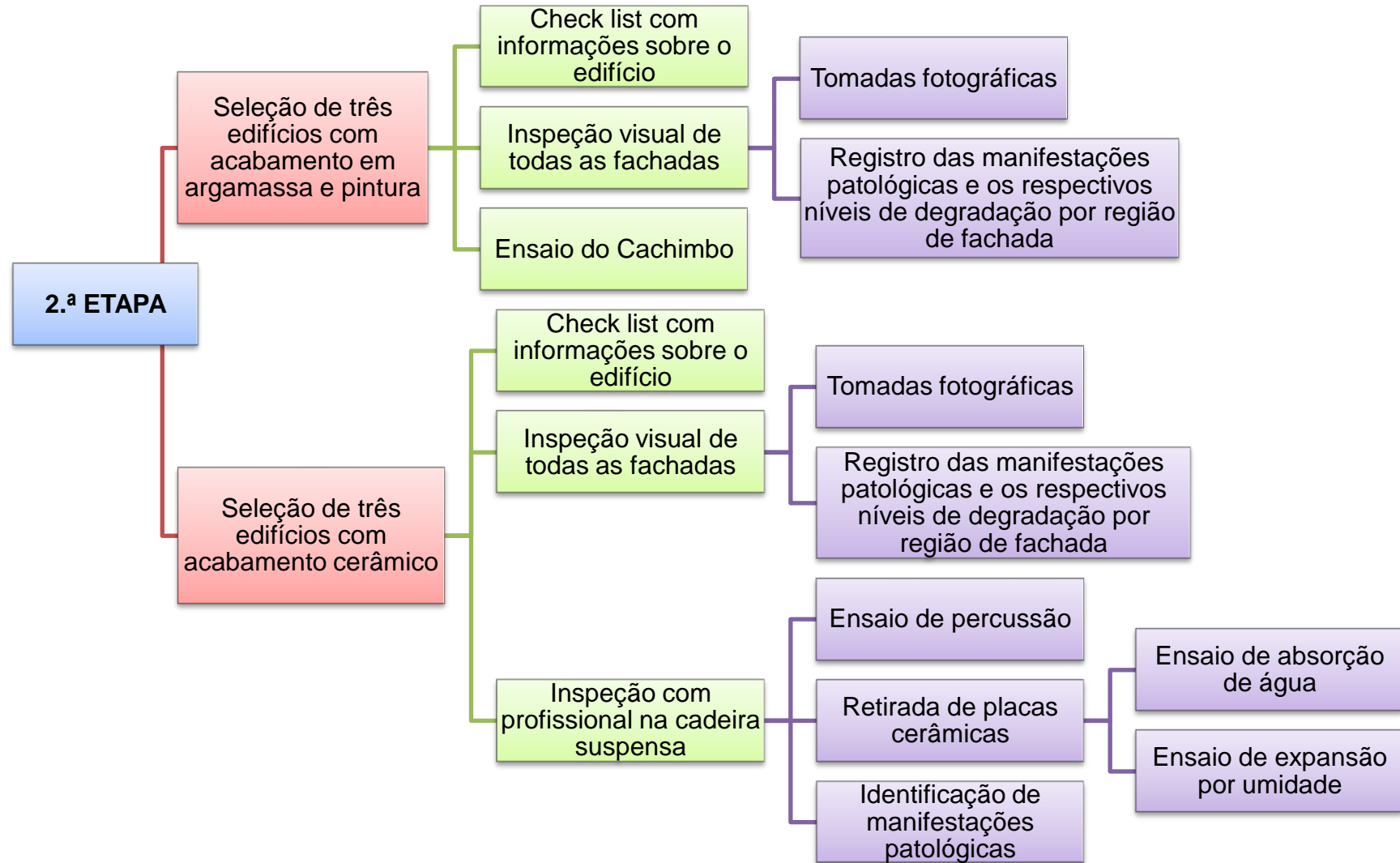
Todas as edificações estão localizadas na cidade de Vitória, Espírito Santo, com distância máxima, em linha reta, de sete quilômetros entre elas.

Com as amostras estabelecidas, foi definida a metodologia adotada nesta pesquisa com base em três métodos descritos no capítulo 2. No que tange aos edifícios com revestimento de fachada em argamassa com pintura, adotou-se uma adaptação da ferramenta de Gaspar e Brito (2005) para definir o nível de degradação por região de fachada e os cálculos da porcentagem de ocorrência de manifestação patológica por região de fachada e da porcentagem de ocorrência de cada nível de degradação por região de fachada. O método de Silvestre e Brito (2008) foi utilizado para classificar as manifestações patológicas por região. No que concerne aos prédios em revestimento cerâmico, foram adaptados os códigos dos tipos de manifestações patológicas, das causas, as definições de ensaio e os reparos; e, por fim, utilizou-se a ferramenta das matrizes de correlação. O estudo também se baseou na metodologia de Antunes (2010) para definir as áreas das fachadas, produzir os croquis e a ficha de inspeção e apresentar os resultados por meio do índice de dano.

3.2 2.^a ETAPA - LEVANTAMENTO DE DADOS

A 2.^a etapa consiste na descrição da forma de seleção dos seis edifícios que foram vistoriados (ARG1, ARG2, ARG3, CER1, CER2 e CER3) e no levantamento de dados sobre as fachadas desses edifícios. O fluxograma da Figura 3.2 apresenta um resumo desta 2.^a etapa.

Figura 3.2 – Fluxograma da 2.ª etapa: levantamento de dados da pesquisa



Fonte: A autora (2015).

Os critérios de seleção dos edifícios foram apresentar manifestações patológicas aparentes, viabilizar o acesso ao edifício e permitir a divulgação dos dados e a realização de ensaios não destrutivos. Ou seja, o edifício deveria possuir áreas de fachada degradadas e estar disponível para a realização das vistorias. Com isso, foram selecionados seis edifícios com área total de fachada vistoriada de 10.317,65m². O grupo ARG com área vistoriada de 5.359,2m² e o grupo CER com área vistoriada de 4.958,45m².

Inicialmente os critérios estavam baseados em edifícios com idades e com características arquitetônicas similares; entretanto, com o início da pesquisa, percebeu-se a dificuldade, por parte dos condomínios, de permitir e viabilizar a pesquisa, pois alegavam que o edifício seria depreciado e colocavam dificuldades para a realização das vistorias e ensaios. Com relação aos ensaios, fazia parte do escopo deste estudo realizar o ensaio de determinação da resistência ao arrancamento, porém os responsáveis pelos prédios não autorizaram (mesmo solicitando em outros edifícios).

Após a fase de seleção dos edifícios, a próxima etapa consistiu em realizar uma visita ao edifício com as coletas de dados preliminares, por meio de uma vistoria e entrevistas, para obter o máximo de informações possíveis, desde documentações até dados sobre as manutenções já realizadas. Essas informações foram levantadas com base no formulário “Ficha de vistoria de fachadas – Edifício” (Apêndice B). Essa ficha foi elaborada com base no *chek list* do Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - *Checklist* de caracterização dos edifícios

Checklist	Observações
Autorização para a vistoria	Solicitar, por escrito, autorização ao responsável pelo edifício para realizar o levantamento e a publicação de dados.
Nome e endereço do edifício	-
Projetos	Verificar a existência dos projetos, principalmente executivo, estrutural, arquitetônico, de fachadas, de juntas.
Histórico da construção	Verificar se houve algo relevante (como problemas na fundação, alterações no projeto, manutenções corretivas antes do previsto, entre outros) durante as etapas de projeto, execução e uso da edificação.

Idade	As datas de início e entrega da obra.
Número de pavimentos	Quantidades e tipos de pavimentos (se há cobertura, subsolo, área de lazer, entre outros).
Tipo de uso	Para qual tipo de uso o edifício foi construído, se ainda possui essa finalidade ou não.
Orientação cardinal das fachadas	Verificar as orientações cardinais de todas as fachadas.
Sistema construtivo	Descrever o sistema construtivo estrutural.
Tipo de acabamento da fachada	Averiguar quais os tipos de acabamento existentes nas fachadas e se já tiveram alguma alteração.
Projeto de revestimento	Verificar se há esse tipo de projeto, se não, tentar junto à construtora como foi o processo de definição dos elementos das fachadas.
Intervenções anteriores	Se houve algum tipo de intervenção em algum local da edificação. Se sim, verificar os locais e o porquê dessas alterações.
Frequência de manutenção	Verificar se existe algum tipo de plano de manutenção. Se já foi feita alguma ou se há previsão de executar. Se foi realizada de acordo com a norma de manutenção de edificações (ABNT NBR 5674: 2012).
Laudos de Inspeção Predial	Verificar se já foi feito algum laudo de inspeção predial na edificação desde a sua construção; se sim, analisar as informações obtidas.
Áreas	Registrar todas as áreas das fachadas de cada edifício. Esta etapa deve ser feita de acordo com a forma de vistoria.

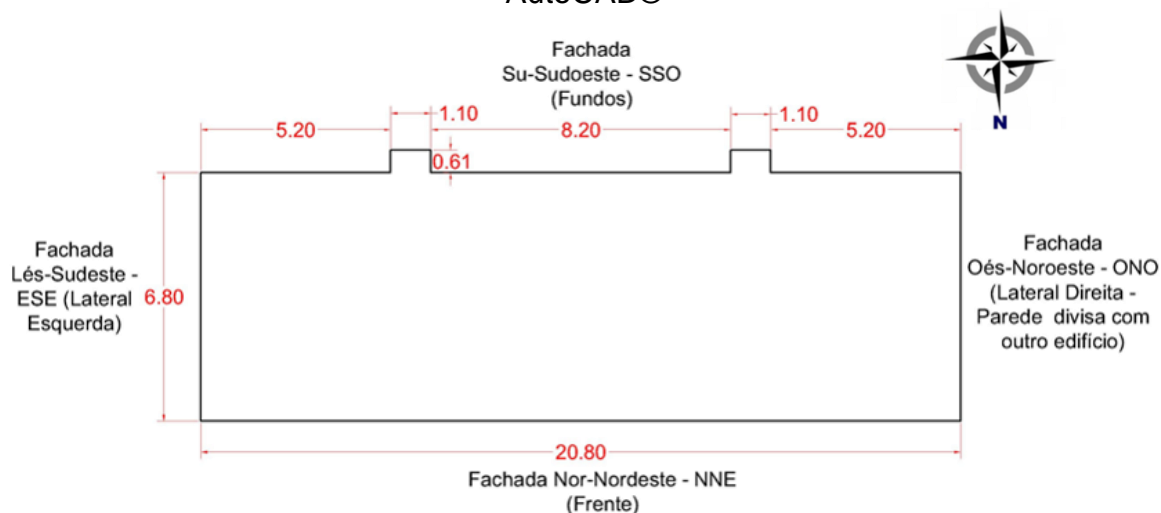
Fonte: A autora (2015).

Este *checklist* é importante para caracterizar o edifício, compreender a ocorrência de determinadas manifestações patológicas e entender a história da edificação, para que o estudo deste seja compatível com a realidade. Para obter esses dados, é necessário que as entrevistas sejam feitas com pessoas que tenham conhecimento do prédio. Assim, a Norma de Inspeção Predial Nacional (2012, p. 10) recomenda “(...) obter informações através de questionários e entrevistas junto aos usuários, síndicos, gestores prediais, e demais responsáveis técnicas e legais pela edificação (...)”. Essas recomendações foram seguidas, e as entrevistas foram feitas com síndicos, responsáveis técnicos e moradores dos edifícios.

Posteriormente, iniciou-se a etapa de inspeção e diagnóstico, que foi realizada pela autora com uma equipe técnica treinada, para identificar os problemas existentes.

Na primeira parte da inspeção, foram desenhados todos os croquis da edificação: da planta baixa e das fachadas. O levantamento das medidas foi feito no próprio edifício e/ou com auxílio de projetos, quando acessível. Essas medidas foram registradas em croquis iniciais feitos no local, os quais posteriormente foram redenhados no programa AutoCAD®. No croqui da planta baixa do edifício, foram identificadas as orientações cardeais de cada fachada e a inspeção foi realizada por orientação cardinal de fachada. Na Figura 3.3, mostra-se o croqui da planta baixa de um edifício vistoriado, desenhado no AutoCAD®.

Figura 3.3 – Croqui da planta baixa de um edifício desenhado no programa AutoCAD®



Fonte: A autora (2015).

É possível verificar que existem as fachadas nor-nordeste, lés-sudeste e sudoeste neste croqui e, neste caso, as inspeções foram realizadas separadamente em cada uma dessas fachadas.

Com base nesses croquis da planta baixa e das fachadas, foram calculadas as áreas de fachada por orientação cardinal e a área total de fachadas do edifício. Para cada uma calcularam-se a área bruta, a área líquida e a área de realização do teste de percussão nos edifícios com cerâmica. A área bruta corresponde à

área integral da fachada. A área líquida equivale à área vistoriada, ou seja, a área bruta, descontando-se as áreas das aberturas e de tipos diferentes de revestimento (exemplo: pedra). Já a área em que foi realizado o teste de percussão corresponde à área líquida de realização do ensaio.

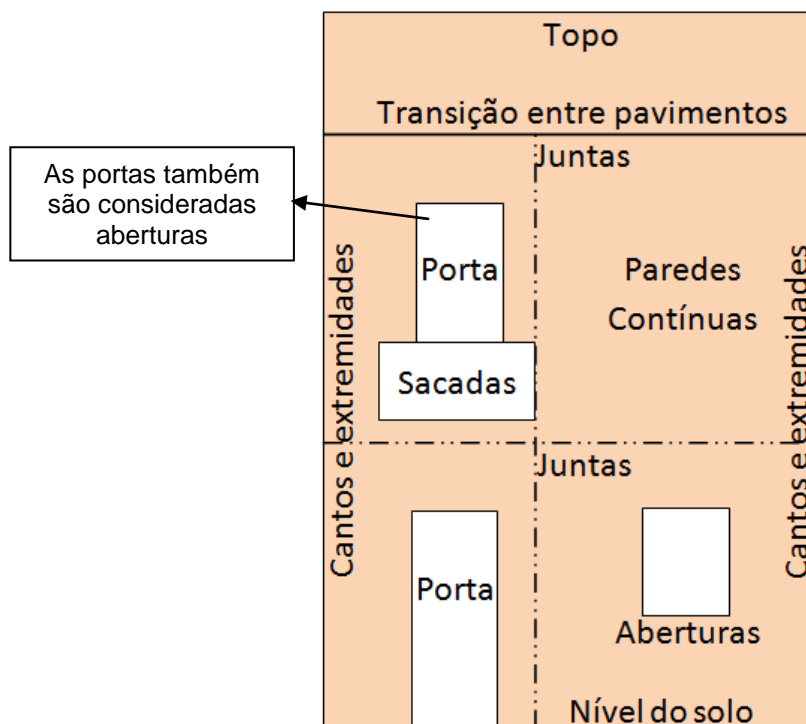
Após as medições, iniciou-se a parte de levantamento e registro das manifestações patológicas com as respectivas áreas e níveis de degradação. Nesta parte, todo o perímetro do edifício foi percorrido para visualizar todas as fachadas pelo melhor ângulo possível (do térreo, de alguma janela, da cobertura, do edifício vizinho, da rua). Obedeceu-se a uma sequência lógica de inspeção: de cima para baixo do edifício e sempre da esquerda para a direita (LICHTENSTEIN, 1986) para cada fachada analisada. Toda a inspeção foi registrada por meio de fotos, croquis, *checklist* e fichas de vistoria.

Foram elaboradas duas fichas de vistoria, uma para os edifícios argamassados, do grupo ARG, e a outra para os prédios com revestimento cerâmico, do grupo CER. Essas fichas foram elaboradas com base na ficha de quantificação de manifestação patológica elaborada por Antunes (2010), mostrada no Quadro 2.10. Para o registro na ficha de vistoria, foram adotadas as regiões definidas por Gaspar e Brito (2005) e incrementadas por Antunes (2010), para localizar os danos identificados. Assim, as oito regiões inspecionadas nos edifícios estão exemplificadas na Figura 3.4 e descritas a seguir:

- (1) nível do solo (quando a fachada estiver em contato direto com o nível do chão);
- (2) paredes contínuas;
- (3) aberturas (em torno de janelas, portas, vãos de ar condicionado, etc.);
- (4) topo (platibanda, abaixo beirais);
- (5) sacadas (ou varandas);
- (6) cantos e extremidades;
- (7) juntas (em torno das juntas verticais e/ou horizontais e para juntas na transição entre pavimentos, esta região será descartada);

(8) transição entre pavimentos/juntas (se não houver juntas de movimentação horizontal a cada pé direito, considerar a região apenas como transição entre pavimentos).

Figura 3.4 – Representação esquemática das regiões da fachada



Fonte: Adaptado de Antunes (2010) e Gaspar e Brito (2005).

Foram definidos dois métodos tanto para o levantamento e registro das manifestações patológicas quanto para a definição dos níveis de degradação, os quais estão baseados no tipo de revestimento externo, ou seja, foi definido um método para os edifícios do grupo ARG e outro para os do grupo CER.

3.2.1 Níveis de degradação e registros das manifestações patológicas das fachadas dos edifícios do Grupo ARG

Durante as vistorias dos três edifícios com revestimento em argamassa, as manifestações patológicas identificadas na ficha de inspeção são as seguintes: fissuras e trincas; umidade; eflorescência; desagregação de concreto; manchas e sujeiras; vegetação parasitária; vesícula; descolamento do reboco; descolamento da pintura; corrosão. Essas anomalias foram registradas por pavimento e por região de fachada e para cada uma foram identificados o nível de degradação e a

área degradada. Os níveis de degradação foram registrados baseados no Quadro 3.2. Eles variam de 1 a 4 e foram definidos com base na proposta de Gaspar e Brito (2005), com adaptações para a realidade dos edifícios de Vitória-ES.

Quadro 3.2 - Nível de degradação para revestimento em argamassa e pintura

Nível 1 – Melhor condição	Manchas na superfície	Acesso visual
Nível 2 – Degradação suave	Fissuração (visível somente com binóculo) Grafite Presença localizada de bolor Possível infiltração de água ou sinais suaves de eflorescência Baixa umidade e mancha por umidade	Limpeza da superfície (escovação e lavagem)
Nível 3 – Degradação moderada	Fissuração localizada (visível a olho nu) Cantos ou bordas danificadas Infiltrações localizadas Eflorescências Superfície danificada (cor e textura)	Reparo e proteção
Nível 4 – Degradação intensa	Fissuração intensa Descolamento ou desagregação da superfície Infiltração intensa e superfície danificada Elementos de aço quebrados ou corroídos Perda de aderência entre camadas Destacamento da parede	Substituição parcial ou completa

Fonte: Adaptado de Gaspar e Brito (2005).

O nível de degradação 0 foi retirado, pois estava relacionado ao local sem nenhuma degradação. Isso indica que não há nenhuma manifestação patológica, visto que a ocorrência de uma já indica uma degradação inicial no local. O nível 3 foi estabelecido como limite de vida útil do revestimento/edifício avaliado, assim como definido por Gaspar e Brito (2005), Silva (2009) e Galbusera (2013).

Para o registro das manifestações patológicas com as respectivas áreas degradadas e níveis de degradação, foram utilizadas fichas conforme modelo do Apêndice D. O modelo dessa ficha está resumido no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Ficha de quantificação de manifestações patológicas para edifícios com revestimento em argamassa

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO (Revestimento em argamassa)						
Edifício:						
Prumada:				Orientação da fachada:		
Localização		Manifestações patológicas				
Andar	Região	Fissuras/ trincas	Umidade	Eflorescência	Desagregação do concreto	Outras
1°	Nível do solo					
	Paredes contínuas					
	Aberturas					
	Sacadas					
	Cantos e extremidades					
	Juntas					
	Transição entre pavimentos/ juntas					

Fonte: Adaptado de Antunes (2010).

Para o levantamento das áreas (todas em metros quadrados) das manifestações patológicas, foram utilizados os croquis desenhados de cada fachada, cujas fissuras, trincas e corrosão seriam consideradas medidas em metro linear. Entretanto, para efeito de comparação e análise dos resultados, essas medidas foram multiplicadas por 0,20m para considerar a área de influência da anomalia. A adoção desse critério para anomalias lineares, como as fissuras, é justificada por dois motivos: para locais com apenas uma fissura, esta representa uma pequena parte, por isso não seria adequado considerar a área total englobada pela anomalia, justificando a multiplicação por 0,20m; e para locais com maior concentração de fissuras, a multiplicação por 0,20m será quase equivalente à área total englobada pelas fissuras.

3.2.2 Níveis de degradação e registros das manifestações patológicas das fachadas dos edifícios do Grupo CER

Para a inspeção dos três edifícios com revestimento cerâmico, foi utilizado o modelo de ficha de quantificação do Apêndice C, que está resumida no Quadro 3.4.

Nessa ficha foram identificadas as manifestações patológicas utilizando os códigos propostos por Silvestre e Brito (2008), com adaptações realizadas pela autora deste trabalho, para contemplar outros danos observados nos edifícios da cidade de Vitória-ES. Essa classificação está apresentada no Quadro 3.5.

Quadro 3.4 – Resumo da ficha de quantificação de manifestações patológicas para edifícios com revestimento cerâmico

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO (Revestimento cerâmico)		
Edifício:		
Prumada:		Orientação da fachada:
Localização		Manifestações patológicas
Andar	Região	Classificação das anomalias – Nível de degradação - Área
1º	Nível do solo	
	Paredes contínuas	
	Aberturas	
	Sacadas	
	Cantos e extremidades	
	Juntas	
	Transição entre pavimentos/juntas	

Fonte: Adaptado de Antunes (2010).

Quadro 3.5 - Classificação das anomalias no revestimento cerâmico

D.1_a – descolamento na camada exterior (entre a cerâmica e a argamassa de assentamento)	
D.s – descolamento do sistema de revestimento cerâmico	
D.s1 na interface material de assentamento/camada de regularização da base (reboco)	D.s3 na própria base
D.s2 no meio da camada de regularização da base (no seio do reboco)	D.p revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão
F.1_a – fissuração na camada exterior	
F.s – fissuração do sistema de revestimento cerâmico	
F.s1 fissuração da base propagada para o revestimento	F.s3 em zonas de concentração de tensões na base
F.s2 nas juntas de dilatação da base	
Dt.l – deterioração das placas cerâmicas	
Dt.l1 esmagamento ou lascamento das bordas	Dt.l3 eflorescências / criptoflorescência
Dt.l2 desgaste ou risco	Dt.l4 pequenas crateras sobre a superfície
Dt.j – deterioração das juntas (rejuntas)	
Dt.j1 eflorescência/ criptoflorescências	Dt.j4 descolamento
Dt.j2 alteração de cor	Dt.j5 organismos vegetais
Dt.j3 fissura/ perda de massa no seio do material de preenchimento das juntas (rejuntas)	Dt.j6 consistência pulverulenta
E.s – manifestações patológicas estéticas	
E.s1 deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento	E.s3 fissuração ou gretamento do esmalte das placas cerâmicas
E.s2 manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas	M - manchas e sujeiras
Manifestações patológicas nas fachadas	
DC - desagregação do concreto	C - corrosão

Fonte: Adaptado de Silvestre e Brito (2008).

É importante destacar que o nível de detalhamento da forma de ocorrência das manifestações patológicas é justificado para auxiliar no diagnóstico das causas da anomalia. Por exemplo, para os descolamentos do revestimento, o descolamento entre a cerâmica e a argamassa de assentamento indica um provável problema com a cerâmica ou com a argamassa de assentamento; já o descolamento entre as argamassas de assentamento e de regularização demonstra uma falha de aderência nesse local.

Para cada código registrado, anotou-se a respectiva área de ocorrência (em metros quadrados) e seu nível de degradação. Para a classificação do nível, utilizou-se uma adaptação dos níveis de Gaspar e Brito (2005): é a mesma adotada para os edifícios com revestimento argamassado e pintura, porém nas descrições estão exemplos de danos em revestimento cerâmico. O nível 3 também foi definido como limite da vida útil do elemento.

Quadro 3.6 - Nível de degradação para os edifícios com revestimento cerâmico

Nível 1 – Melhor condição	Manchas na superfície	Acesso visual
Nível 2 – Degradação suave	Fissuração (visível somente com binóculo) Gretamento Dano suave nos rejuntas e nas placas cerâmicas Grafite Presença localizada de bolor Possível infiltração de água ou sinais suaves de eflorescência Organismos vegetais Mancha por umidade	Limpeza da superfície (escovação e lavagem)
Nível 3 – Degradação moderada	Fissuração localizada (visível a olho nu) Cantos ou bordas danificadas Dano intenso nos rejuntas e nas placas cerâmicas Eflorescências	Reparo e proteção
Nível 4 – Degradação intensa	Fissuração intensa Descolamento ou desagregação da superfície Elementos de aço quebrados ou corroídos Perda de aderência entre as camadas Destacamento da parede	Substituição parcial ou completa

Fonte: Adaptado de Gaspar e Brito (2005).

Após o término das vistorias e registros das manifestações patológicas, áreas e níveis de degradação, todas essas informações foram passadas para o programa Excel.

3.2.3 Ensaios não destrutivos

Finalizada a parte de inspeção visual das fachadas, iniciou-se a parte final do levantamento de dados que consistiu na realização dos ensaios não destrutivos.

Para os edifícios argamassados, foi analisada a absorção de água do revestimento por meio do ensaio do método do cachimbo, para verificar a estanqueidade da fachada à água.


Já para os edifícios com cerâmica, uma equipe técnica treinada vistoriou as fachadas utilizando cadeiras suspensas e realizou o teste de percussão em todas as fachadas ou apenas na que foi considerada mais significativa (em termos de extensão, nível crítico e representatividade) ou nas que foram permitidas. Durante o teste de percussão, foi autorizada, por parte dos condomínios, a retirada de amostras do revestimento que estavam com risco de queda. Com base nessas amostras, foram realizados os ensaios de absorção de água e expansão por umidade das placas cerâmicas no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LEMAC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Cada ensaio foi descrito no formato de ficha técnica, conforme proposto por Silvestre e Brito (2008) e exemplificado no Quadro 2.7. Essas fichas foram utilizadas durante a realização dos ensaios para garantir a execução conforme a metodologia discriminada.

- Ensaio do método do cachimbo

Como mencionado, nos edifícios do grupo ARG, foi realizado o método do cachimbo, que verifica a vulnerabilidade do revestimento à penetração de água. Esse método foi adotado no Brasil, pela primeira vez, em 1986, na dissertação de Polisseni (1986). A descrição desse ensaio está na ficha do Quadro 3.7.

Quadro 3.7 - Ficha do método do cachimbo

Nome do ensaio	Método do cachimbo	
Referência	Prescrito pelo <i>International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures</i> - RILEM (União Internacional de Laboratórios e Especialistas em Materiais de Construção, Sistemas e Estruturas) e pelo <i>Centre Scientifique et Technique de la Construction</i> – CSTC (Centro Científico e Técnico de Construção). Não é normatizado no Brasil.	
Destruutivo (D)/ Não destrutivo (ND)	ND	
Técnica/material necessário	Cachimbo: tubo de vidro em forma de “L” com uma borda plana e circular no fundo, graduado em décimos de ml; massa de calafetar; pisseta; pipeta; água; cronômetro.	
Necessidades especiais	Caso seja realizado em locais acima do nível do solo, será necessário que um profissional qualificado execute o ensaio com a utilização de cadeira suspensa. O profissional qualificado deve ter os treinamentos para trabalhar em altura (NR 35) e para realizar o ensaio conforme as orientações técnicas.	
Vantagens	“(…) uma das propriedades importantes da argamassa no estado endurecido é a permeabilidade, que se caracteriza pela passagem de água através da argamassa endurecida” (CINCOTTO; SILVA; CARASEK, 1995). Nesse método, é possível determinar a vulnerabilidade do material à penetração de água. É considerado um ensaio rápido e simples, com baixo custo e não precisa de formação específica do inspetor (FLORES-COLEN; BRITO; FREITAS, 2006).	
Limitações	Caso a água presente no cachimbo escorra por alguma fresta na massa ou o preenchimento do cachimbo com água tenha ultrapassado a marca de 4cm ³ , este ponto de ensaio deve ser desprezado e o ensaio deve ser realizado novamente em outro local. Apesar de obter resultados numéricos, trata-se de uma análise qualitativa, e os resultados são limitados aos locais de execução (FLORES-COLEN; BRITO; FREITAS, 2006.). O revestimento apresenta heterogeneidade da superfície, dificultando a execução do ensaio. Esse fato, somado à falta de controle na execução, ocasiona uma variabilidade dos resultados. A área de avaliação, ou seja, a área de contato entra a água e o revestimento, é muito pequena (5,31 cm ²).	
Modo de execução	Deve-se envolver a borda do cachimbo de vidro com massa de calafetar e fixar o cachimbo de vidro à parede revestida, comprimindo-o contra ela, apumado junto ao revestimento em argamassa. Em seguida, encher o cachimbo com água potável até a referência do nível zero, regular a quantidade de água, caso seja necessário, com a pipeta e, assim, acionar o cronômetro; efetuar, a cada 1 minuto, a leitura da diminuição do nível da água em ml, até o nível d’água atingir a marca de 4ml ou completar 15 minutos de ensaio, o que ocorrer primeiro.	
Resultados	Anotar os dados em uma planilha e traçar os gráficos de quantidade de água absorvida (em ml) pelo tempo (em minutos).	
Objetivo	Medir a quantidade de água absorvida por uma superfície de alvenaria ou de revestimento, durante um período de tempo específico.	

Fonte: A autora (2015).

Segundo CSTC (1982) apud Almeida Dias e Carasek (2003), a água colocada no cachimbo exerce uma pressão de 92mm de coluna d'água em uma área de $5,31\text{cm}^2$, o que equivale à ação estática de um vento com velocidade de 140km/h, aproximadamente. O CSTC (1982) (apud PARAVISI, 2008) recomenda leituras aos 5, 10 e 15 minutos, pois a diferença entre as medições de 5 a 15 minutos corresponde à absorção praticamente independente da umidade inicial do revestimento.


Nos edifícios, esse ensaio foi realizado em pontos distintos: dois diretamente sobre o revestimento acabado (reboco e pintura) e dois diretamente sobre o reboco. Como não era permitido danificar o revestimento, retirando a camada de pintura para realizar o ensaio, os locais de realização diretamente sobre o reboco foram restritos aos locais com descolamento de pintura já existente. O método foi realizado nos quatro pontos de cada edifício, por isso foram executados em locais acessíveis no pavimento do térreo. Os registros dos dados obtidos foram feitos em fichas, conforme modelo do Apêndice A.

Na apresentação dos resultados, para cada edifício foram feitos dois gráficos da quantidade de água absorvida pelo tempo: um com os dados obtidos nos pontos realizados diretamente sobre o reboco e o outro com os pontos feitos sobre a pintura.

- Teste de percussão

O teste de percussão foi realizado para detectar locais com revestimentos soltos, ou seja, que apresentam som cavo, nos edifícios do grupo CER. No Quadro 3.8, está a ficha técnica do ensaio utilizada nos locais para a realização dele.

Quadro 3.8 - Ficha do teste de percussão

Nome do ensaio	Teste de percussão 
Referência	Citado na norma ABNT NBR 13749: 2013.
Destrutivo (D) / não destrutivo (ND)	ND
Técnica/ material necessário	Martelo de madeira ou outro instrumento rijo.
Necessidades especiais	Para verificar a aderência em revestimentos externos, é necessário que um profissional qualificado execute o ensaio com a utilização de cadeira suspensa para analisar toda a fachada. O profissional qualificado deve ter os treinamentos para trabalhar em altura (NR 35) e para realizar o ensaio conforme as orientações técnicas.
Vantagens	Ensaio conclusivo a respeito da aderência do revestimento, com baixo custo e não destrutivo.
Modo de execução	O ensaio consiste em determinar falhas de aderência por meio de impactos leves com martelo de madeira ou outro instrumento rijo no revestimento. A cada 100m ² de área de parede de fachada, deverá ser realizado o teste em uma amostra de 1m ² . Se essa amostragem de 1m ² apresentar som cavo, toda a área de 100m ² do revestimento deverá ser integralmente percutida para estimar a área total a ser reparada. Esse procedimento deverá ser realizado a cada 100m ² de parede de fachada, até que todas as fachadas estejam vistoriadas.
Objetivo	Estimar a área total que apresentou perda de aderência para realizar manutenção.

Fonte: A autora e ABNT NBR 13749: 2013.

A metodologia do ensaio não foi rigorosamente seguida em relação à área de fachada a ser percutida. Isso porque, em apenas um edifício, foi possível vistoriar todas as fachadas; nos outros, houve empecilhos que serão descritos nos resultados, daí por que apenas parte das fachadas foi vistoriada.

A área que apresentou som cavo por esse teste foi identificada nas fichas de quantificação de manifestação patológica, assim como as demais anomalias: por orientação de fachada, por região e por andar, com o código D.p – revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão. Foi registrada também a área total de realização do teste, quando não foi viável realizar em todas as fachadas.

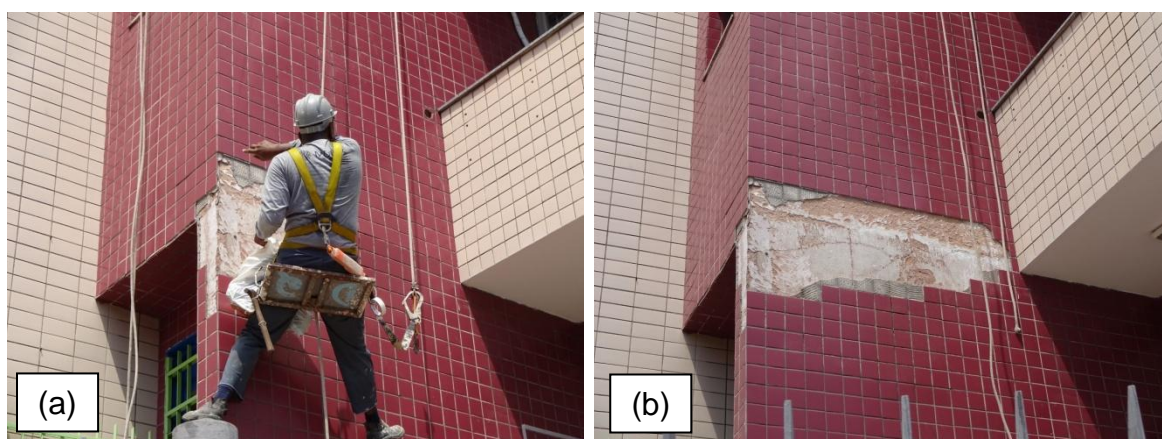
- Ensaios de absorção de água e expansão por umidade em placas cerâmicas

Os ensaios de absorção de água e expansão por umidade foram realizados com um tipo de placa cerâmica de cada edifício. Cada edifício possuía no mínimo dois tipos de placas com tamanhos, brilho e cores diferentes. Como os ensaios não são realizados *in loco*, as cerâmicas foram retiradas das fachadas. Assim, para cada edifício o tipo de placa de cerâmica utilizado nos ensaios foi definido em função do local disponível na fachada para a retirada das placas.

No edifício CER2, logo após a inspeção das fachadas, foi realizada a manutenção nas varandas, e todas as cerâmicas foram retiradas. Com isso, algumas dessas peças foram utilizadas nos ensaios.

Já nos edifícios CER1 e CER3, durante a realização do teste de percussão, foram identificadas pequenas áreas com risco de queda iminente do revestimento. Assim, após a autorização do condomínio, essas placas foram retiradas e utilizadas para realizar os ensaios. A maioria dessas cerâmicas foi retirada, facilmente com as mãos, e as restantes com pequenas batidas de um ponteiro. Na Figura 3.5 (a), mostram-se as cerâmicas sendo retiradas e, na (b), indica-se o local já sem as cerâmicas.

Figura 3.5 – Cerâmicas retiradas de CER1



Fonte: A autora (2015).

Após a obtenção das cerâmicas, elas foram levadas para o LEMAC, catalogadas e fotografadas no estado em que estavam. Posteriormente foi realizada a limpeza

do tardo das cerâmicas, para retirar a argamassa que estava aderida à placa, como se ilustra na Figura 3.6.


Figura 3.6 – Retirada da argamassa aderida à cerâmica no LEMAC



Fonte: A autora (2016).

O ensaio de determinação da absorção de água está descrito no Quadro 3.9 e, na Figura 3.7, estão algumas etapas realizadas no LEMAC.

Quadro 3.9 - Ficha do ensaio de determinação da absorção de água em placas cerâmicas

Código do ensaio	Ensaio de absorção de água em placas cerâmicas	
Referência	ABNT NBR 13818: 1997 – Anexo B	
Destrutivo (D) / não destrutivo (ND)	ND	
Técnica/material necessário	Estufa a 110±5°C; recipiente de hidratação constituído de material inerte com fonte de aquecimento; balança com resolução de 0,01% da massa do corpo de prova; água destilada ou deionizada; dessecador; flanela.	
Necessidades especiais	Esse ensaio deve ser realizado estritamente com as placas cerâmicas. Se a placa estiver na fachada e for retirada para a realização do ensaio, ela deverá ser limpa para remover a argamassa de assentamento, rejuntas e argamassas de reboco aderidas nas placas. Essa limpeza deve ser feita por meio da raspagem de todo o material aderido e, por fim, com auxílio da escova de aço, ser removido o material restante. Umedecer durante esse processo de limpeza facilita a retirada das argamassas.	
Vantagens	Determina o índice de absorção da placa cerâmica a fim de comparar com índices de normas e avaliar o desempenho dela em fachadas que estão expostas às intempéries.	
Limitações	Obter as cerâmicas que estão assentadas nas fachadas para a realização do ensaio. Se o edifício for mais antigo, a dificuldade de encontrar a mesma cerâmica será maior. Desta forma, o ensaio só se tornará viável com a retirada da cerâmica da fachada e limpeza do tardo; desta maneira, o ensaio será destrutivo.	

Modo de execução	<p>São necessários dez corpos de prova (CP), e cada placa cerâmica é considerada um CP. (OBS.: Se a área da placa for maior que $0,04\text{m}^2$, utilizar apenas 5 CPs. Se a massa da placa individual for menor que 50g, cada corpo de prova deverá ser constituído de um número de placas suficientes com massa entre 50g e 100g.)</p> <p>Secar as placas em estufa ($110\pm 5^\circ\text{C}$) até a constância de massas. Retirar e deixar secar no dessecador até atingir temperatura ambiente.</p> <p>Determinar a massa m_1 de cada CP com exatidão de pesagem de 0,001 para placas com massas entre 50g e 100g e com 0,05 para massas entre 100g e 500g.</p> <p>Imergir os CPs na água destilada ou deionizada na posição vertical sem que se encostem e deixar o nível de água 5m acima das placas. Utilizar um suporte que viabilize o posicionamento dessas placas. Aquecer a água até a fervura e manter em ebulição por duas horas. Durante esse processo, manter o nível de água constante.</p> <p>Para resfriar até a temperatura ambiente, colocar os CPs sob a circulação de água. Com a flanela enxugar os CPs e imediatamente pesar (m^2) cada placa de acordo com a exatidão de pesagem citada.</p>
Resultados	<p>O resultado é obtido pela subtração da massa da placa saturada pela massa da placa seca, o qual é dividido pela massa inicial e multiplicado por 100, para obter em porcentagem.</p> <p>O resultado geral é a média aritmética de todos os corpos de prova.</p>
Objetivo	<p>Determinar a absorção de água.</p>

Fonte: A autora (2015) e ABNT NBR 13818: 1997 – Anexo B.


Figura 3.7 – Etapas do ensaio de absorção de água em placas cerâmicas



Fonte: A autora (2016).

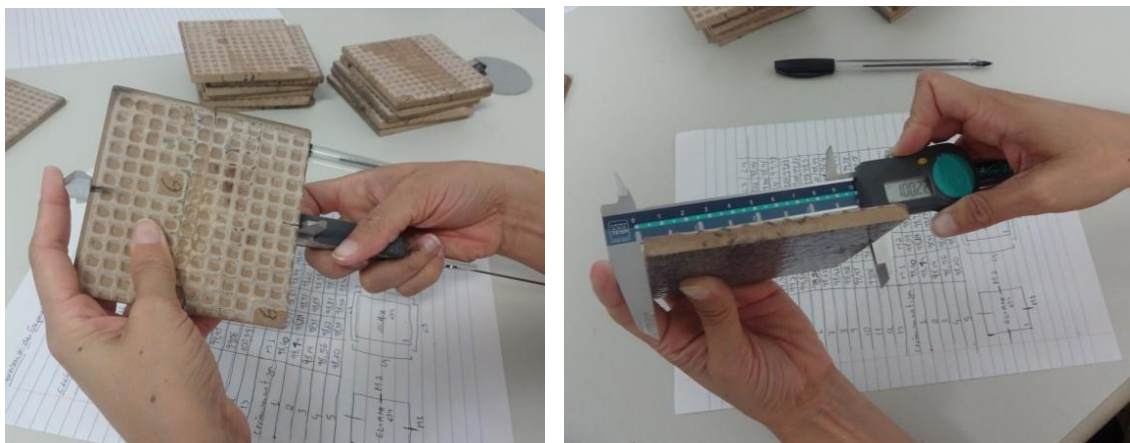
A ficha do ensaio de expansão por umidade está no Quadro 3.10 e a etapa de queima das cerâmicas na mufla está ilustrada na Figura 3.9.

Quadro 3.10 - Ficha do ensaio de determinação da expansão por umidade (EPU) em placas cerâmicas

Código do ensaio	Ensaio de expansão por umidade em placas cerâmicas	
Referência	ABNT NBR 13818: 1997 – Anexo j	
Destrutivo / Não Destrutivo	ND	
Técnica/material necessário	Estufa a 110±5°C; paquímetro com resolução de 0,01mm; mufla capaz de atingir 600°C, com capacidade para aumentar temperatura de 150°C/H e controlar temperatura de ±15°C; recipiente de hidratação constituído de material inerte com fonte de aquecimento, para manter o corpo de prova em água fervente por 24h; água destilada ou deionizada; dessecador.	
Necessidades especiais	Esse ensaio deve ser realizado estritamente com as placas cerâmicas. Se a placa estiver na fachada e for retirada para a realização do ensaio, ela deverá ser limpa para que se remova a argamassa de assentamento, rejuntas e argamassas de reboco aderidas às placas. Essa limpeza deve ser feita por meio da raspagem de todo o material aderido e, por fim, com auxílio da escova de aço, ser removido o material restante. Umedecer durante esse processo de limpeza facilita a retirada das argamassas.	
Vantagens	Determina a expansão por umidade da placa cerâmica, a fim de comparar com as expansões de normas e avaliar o desempenho dela em fachadas que estão expostas às intempéries.	
Limitações	Obter as cerâmicas que estão assentadas nas fachadas para a realização do ensaio. Se o edifício for mais antigo, a dificuldade de encontrar a mesma cerâmica será maior. Desta forma, o ensaio só se tornará viável com a retirada da cerâmica da fachada e limpeza do tardo; desta maneira, o ensaio será destrutivo.	
Modo de execução	<p>São necessários cinco corpos de prova (CP), e cada placa cerâmica é considerada um CP. Secar as placas em estufa (110°C) por 24h, para eliminar a umidade natural. Retirar da estufa.</p> <p>Colocar os corpos de prova na mufla para sofrer o processo de requeima, que tem a finalidade de eliminar a EPU já ocorrida, retroagindo à dimensão do corpo de prova saindo do forno, quando fabricado.</p> <p>A mufla deve aquecer a uma velocidade de 150°C/h até atingir 550°C (±15°C), se mantida por 2h nessa temperatura.</p> <p>Deixar resfriar até 70°C dentro da mufla, retirar e colocar no dessecador até a medição inicial dos CPs.</p> <p>Realizar marcações nos CPs para manter a posição de medida. Proceder às medições (I_0) com o paquímetro em duas direções de cada corpo de prova (Figura 3.8). (Esta etapa foi adaptada do procedimento descrito na norma, devido à falta do quadro de medição).</p> <p>Em seguida, submergir os corpos de prova em água fervente durante 24h, mantendo um nível de água 5cm acima das cerâmicas e evitando que eles entrem em contato entre si e com a parede do recipiente.</p> <p>Retirar e deixar resfriar até atingir o equilíbrio térmico. Medir (I_1) nos locais marcados após 3h.</p>	
Resultados	O resultado é obtido pela subtração da medida inicial (I_0) da placa pela medida final (I_1) da placa. Esse resultado é dividido pela medida inicial (I_0) e multiplicado por 1000. O resultado de cada CP é a média das duas determinações, e o resultado geral é a média aritmética de todos os corpos de prova.	
Objetivo	Determinar a expansão por umidade.	

Fonte: A autora (2015) e ABNT NBR 13818: 1997 – Anexo J.

Figura 3.8 – Etapa de obtenção das medidas l_0 e l_1 com auxílio do paquímetro



Fonte: A autora (2016).

Figura 3.9 – Etapa de requieima das cerâmicas na mufla



Fonte: A autora (2016).

Para cada ensaio, é expresso o resultado final por edifício, e os resultados de todas as medições da expansão por umidade estão detalhados no Apêndice K e as pesagens do ensaio de absorção de água estão descritas no Apêndice L. O resultado da expansão por umidade foi comparado com o máximo permitido pela norma ABNT NBR 13818: 1997, de 0,6mm/m (0,06%), pois se trata de uma característica física das placas cerâmicas que deve ser avaliada quando elas são utilizadas em fachadas.

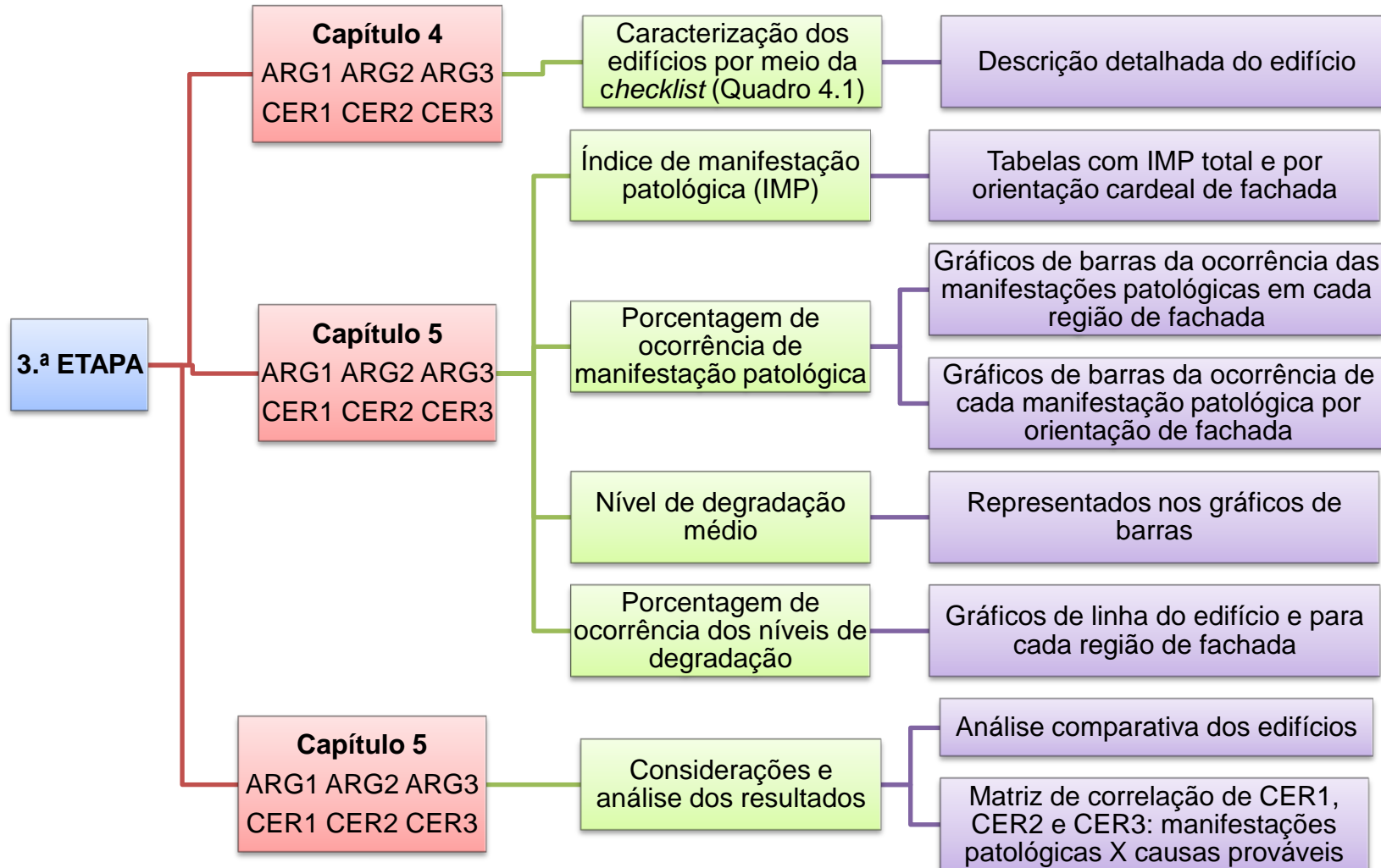
Já para a absorção de água em placas cerâmicas utilizadas em fachadas, as normas brasileiras não especificam claramente limites admissíveis, mas o Centro Cerâmico do Brasil sugere que as placas possuam absorção inferior a 6%. Com relação aos parâmetros internacionais, a norma britânica BS 5385-2: 2015

estabelece um limite máximo de 3% de absorção de água para cerâmicas utilizadas em fachadas. Essa referência (3%) foi utilizada nos estudos de Lopes (2009) e Dias (2015) e, por se tratar de um valor favorável à segurança, foi utilizada como parâmetro comparativo dos resultados obtidos para CER1, CER2 e CER3.

3.3 3.^a ETAPA - TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta de todos os dados nos seis edifícios, iniciou-se a terceira etapa na qual todas as informações foram compiladas e organizadas a fim de obter gráficos, tabelas e matriz para o tratamento e análise dos dados. Os resultados obtidos estão apresentados em dois capítulos: o capítulo 4 com a caracterização dos edifícios e o capítulo 5 com os resultados numéricos e análises das vistorias e ensaios. Para melhor compreensão, a metodologia desta 3.^a etapa está descrita no fluxograma da Figura 3.10.

Figura 3.10 – Fluxograma da 3.ª etapa - Tratamento dos dados e análise dos resultados



Fonte: A autora (2015).

As informações obtidas por meio das entrevistas utilizando o *checklist* do Quadro 3.1, as observações vistas nos edifícios ao longo da vistoria e os croquis das plantas baixas e das fachadas foram descritos no capítulo de caracterização dos edifícios (capítulo 4). Esse capítulo detalha as principais informações da cidade de Vitória, região do estudo e posteriormente descreve cada edifício vistoriado. As denominações ARG1, ARG2, ARG3 (grupo dos edifícios com revestimento “ARGamassado” com pintura) e CER1, CER2 e CER3 (grupo dos edifícios com revestimento “CERâmico”) foram criadas para preservar a identidade dos prédios.

Já no capítulo 5, são apresentadas para cada edifício, além dos resultados dos ensaios, análises realizadas com base na ocorrência de manifestações patológicas e seus níveis de degradação. Para a análise numérica das incidências das anomalias e os respectivos estados de deterioração, os cálculos foram realizados em função de cada amostra e de partes dessa amostra, conforme se descreve no Quadro 3.11:

Quadro 3.11 – Descrição da amostra sobre a qual foram feitos os cálculos

AMOSTRA	
Área líquida total das fachadas de um edifício estudado	
PARTES DA AMOSTRA	
Por região de fachada	Área líquida de determinada região da fachada (nível do solo; paredes contínuas; transição entre pavimentos; aberturas; cantos e extremidades; sacadas; juntas; topo) do edifício estudado.
Por fachada	Área líquida de determinada fachada do edifício estudado, ou seja, o edifício (amostra) foi dividido em quatro fachadas de acordo com a orientação cardinal.

Fonte: A autora (2016).

Os cálculos estão detalhados nos itens a seguir:

- Cálculo do índice de manifestação patológica (IMP)

Baseado no Índice de Dano/m², realizado por Antunes (2010), no Fator de Danos (FD) de Silva (2014) e no Fator de Danos Total (FD-Total) de Souza (2016), foi calculado o IMP para cada orientação de fachada e um IMP_{total}, de todo o edifício. O IMP é obtido de acordo com a equação 3.1 e o IMP_{total} com a equação 3.2:

$$IMP = \frac{\Sigma \text{Área degradada de cada manifestação patológica da fachada}}{\text{Área líquida da fachada}} \quad (\text{equação 3.1})$$

Onde:

- ✓ IMP: Índice de manifestação patológica na fachada avaliada;
- ✓ Área degradada: somatório das áreas de ocorrência de cada manifestação patológica na fachada avaliada;
- ✓ Área líquida: área líquida da fachada avaliada.

$$IMP_{total} = \frac{\Sigma \text{Área degradada de cada manifestação patológica do edifício}}{\text{Área líquida do edifício}} \quad (\text{equação 3.2})$$

Onde:

- ✓ IMP_{total} : Índice de manifestação patológica total do edifício;
- ✓ Área degradada: somatório das áreas de ocorrência de cada manifestação patológica em todas as fachadas vistoriadas no edifício;
- ✓ Área líquida: somatório das áreas líquidas de todas as fachadas vistoriadas no edifício.

Esse índice pode ser superior a 1, pois podem existir sobreposições de manifestações patológicas em uma mesma área, ou seja, a área degradada pode ser superior à área líquida. Esse índice é apresentado na forma de tabelas com a fachada avaliada, a área líquida, a área degradada e o IMP obtido.

- Porcentagem de ocorrência e nível de degradação médio de cada manifestação patológica

Por região de fachada (nível do solo, paredes contínuas, aberturas, cantos e extremidades, transição entre pavimentos, juntas e topo), foram calculados a porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica conforme a equação 3.3 e o nível de degradação médio de cada manifestação patológica de acordo com a equação 3.4. Esses resultados são baseados na metodologia aplicada por Gaspar e Brito (2005).

$$\% MP = \frac{\Sigma \text{área de ocorrência da MP na região}}{\Sigma \text{área de ocorrência de todas MP na região}} \times 100 \quad (\text{equação 3.3})$$

Onde:

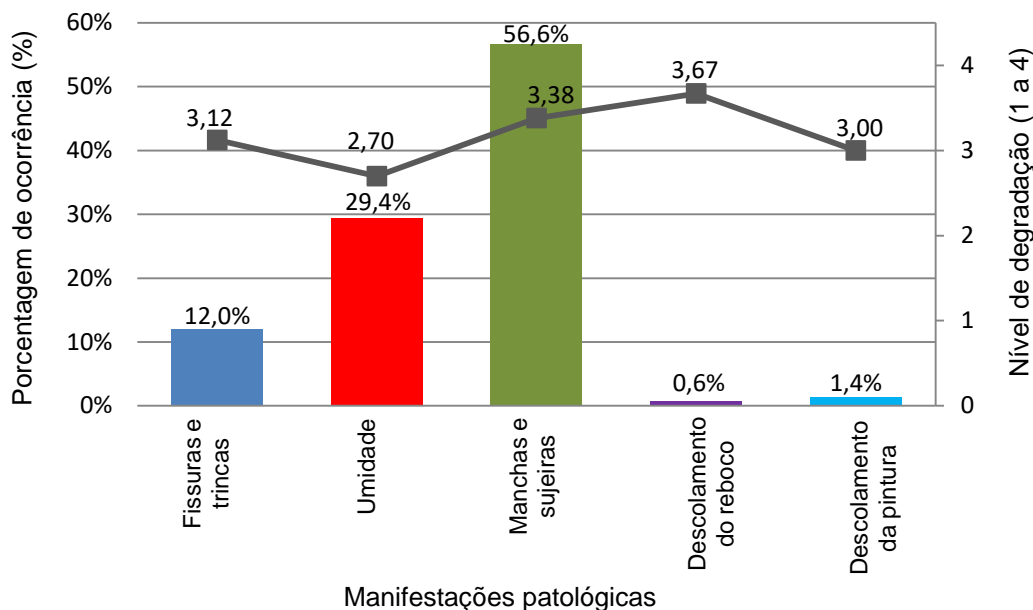
- ✓ %MP: porcentagem de ocorrência da manifestação patológica na região de fachada;
- ✓ Somatório das áreas de ocorrência da manifestação patológica na região de fachada;
- ✓ Somatório das áreas de ocorrência de todas as manifestações patológicas na região de fachada.

$$ND = \frac{(A_1 \times 1) + (A_2 \times 2) + (A_3 \times 3) + (A_4 \times 4)}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \times 100 \quad (\text{equação 3.4})$$

- ✓ ND: nível de degradação médio da manifestação patológica na região de fachada, obtido por média ponderada;
- ✓ $(A_1 \times 1) + (A_2 \times 2) + (A_3 \times 3) + (A_4 \times 4)$: somatório das áreas degradadas de cada nível de degradação vezes o respectivo nível de degradação referente à manifestação patológica na região de fachada;
- ✓ $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$: somatório das áreas degradadas referentes à manifestação patológica na região de fachada.

As equações 3.3 e 3.4 também são utilizadas para o cálculo de % MP e ND do edifício todo, ou seja, ao invés de apresentar por região de fachada, o cálculo é feito considerando todas as regiões. Esses resultados são detalhados na Figura 3.11 na forma de gráfico, conforme o exemplo que mostra a porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica nas fachadas de um edifício vistoriado com o respectivo nível de degradação médio.

Figura 3.11 – Exemplo de um gráfico da porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em um edifício vistoriado



Fonte: A autora (2016).

- Porcentagem de ocorrência de cada nível de degradação por região de fachada

Foi obtida a porcentagem de incidência de cada um dos quatro níveis de degradação por meio da equação 3.5. Esses cálculos foram baseados na metodologia utilizada por Gaspar e Brito (2005).

$$\% ND_n = \frac{A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \times 100 \quad (\text{equação 3.5})$$

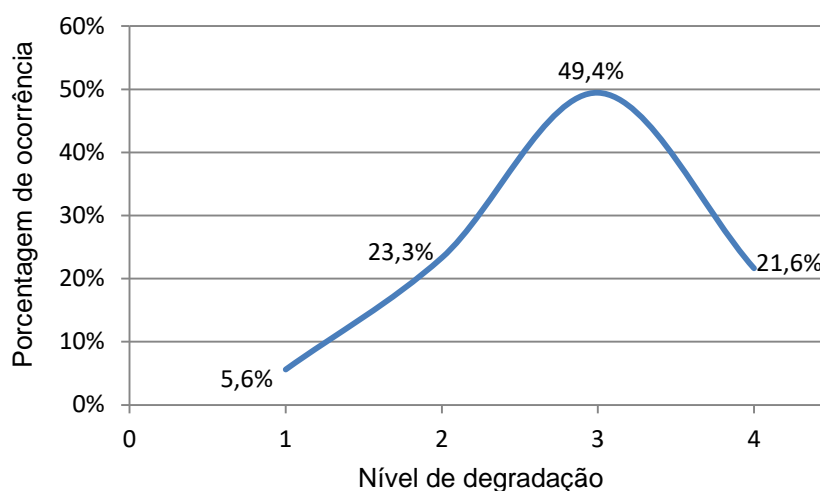
Onde:

- ✓ % ND_n : porcentagem de ocorrência do nível “n” (varia de 1 a 4) na região de fachada;
- ✓ A_n : área degradada com nível de degradação “n” (varia de 1 a 4) na região de fachada;
- ✓ $A_1 + A_2 + A_3 + A_4$: somatório das áreas degradadas na região de fachada.

A equação 3.5 também é utilizada para o cálculo da % ND_n do edifício todo. Ou seja, ao invés de apresentar por região de fachada, o cálculo é feito considerando todas as regiões. Esses resultados são expressos na forma de gráfico de linha,

como mostra o exemplo da Figura 3.12, em que se apresenta a curva da porcentagem de incidência de cada nível de degradação nas fachadas de um edifício vistoriado.

Figura 3.12 – Exemplo de um gráfico com a porcentagem de incidência de cada nível de degradação nas fachadas de um edifício vistoriado

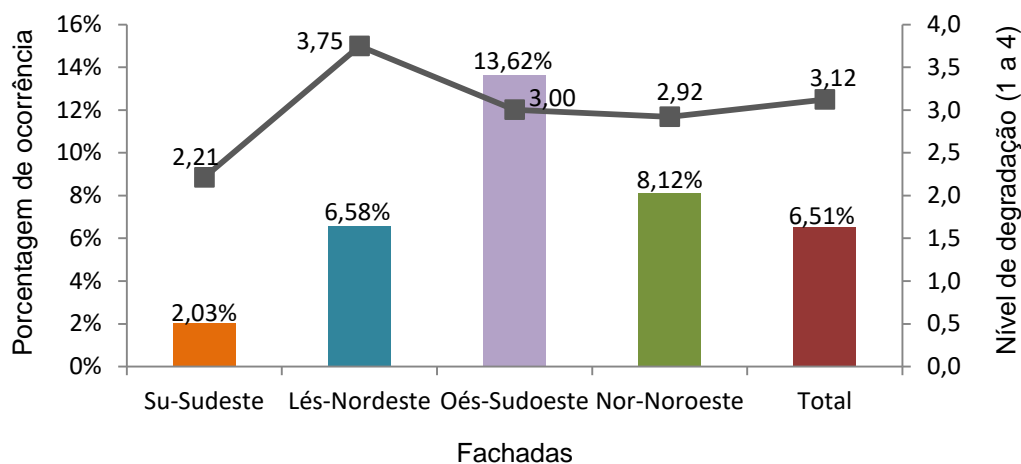


Fonte: A autora (2016).

- Porcentagem de cada manifestação patológica por orientação de fachada e nível de degradação

Nesta parte dos resultados, a ocorrência das manifestações patológicas é analisada por orientação de fachada, assim como o respectivo nível de degradação médio. Esses cálculos são realizados baseados nas equações 3.3 e 3.4, descritas anteriormente; mas, ao invés de analisar por região de fachada, é avaliado por orientação cardinal de fachada. No gráfico da Figura 3.13, exemplificam-se a forma de apresentação da porcentagem de cada manifestação patológica em relação à área de cada fachada e à área total das fachadas e os níveis de degradação em função da orientação das fachadas para um edifício vistoriado.

Figura 3.13 – Exemplo de gráfico da percentagem de fissuras e trincas em relação à área de cada fachada e à área total das fachadas e nível de degradação em função da orientação das fachadas



Fonte: A autora (2016).

É importante destacar que os gráficos apresentados para cada edifício no capítulo 5 são semelhantes aos detalhados nesta metodologia.

3.3.1 Considerações e análise dos resultados

No final do capítulo 5, no tópico de considerações sobre os resultados encontrados, é realizada uma análise comparativa entre os edifícios vistoriados. Essa análise foi realizada primeiramente entre os edifícios de cada grupo (ARG e CER) e, por fim, uma análise global. Para os edifícios do grupo CER, foi feita uma matriz de correlação para o diagnóstico das manifestações patológicas dos edifícios.

- Matriz de correlação

Para os edifícios CER1, CER2 e CER3, foi realizada uma matriz de correlação entre as manifestações patológicas e suas causas, conforme proposto por Silvestre e Brito (2008), elaborada com intuito de obter prováveis diagnósticos para as manifestações patológicas encontradas.

Para definir as prováveis causas provenientes de falhas de projeto, erros de execução, ações acidentais, ações ambientais e/ou falhas de manutenção, foi elaborado um quadro baseado no Quadro 2.5, proposto por Silvestre e Brito

(2008) e no estudo de Antunes (2010). Esse quadro está detalhado no final do capítulo 5.

Com as causas definidas e codificadas, foi elaborada uma única matriz de correlação para os três edifícios. Na primeira linha, estão escritos os números dos edifícios (referentes à CER1, CER2 e CER3), nos quais foi encontrada a manifestação patológica com código descrito na segunda linha. Na primeira coluna, está o tipo da causa (falha de projeto, erro de execução) e, na segunda, estão os códigos das causas. Preencheram-se as células com o número do edifício que apresenta correlação entre a manifestação patológica e a causa. Nas células sem nenhuma relação, o espaço permaneceu vazio. Na Tabela 3.1, exemplifica-se como foi elaborada essa matriz para os edifícios estudados.

Tabela 3.1 - Matriz de correlação: manifestações patológicas X causas prováveis

	Ed. CER	1/2/3	2	2/3	3	2/3	1/2/3	1/3	1/2/3	1/2/3	1/3	1/2/3	2
	C/MP	D.1_a D.s1 D.p	F.s1 F.s3	Dt.l1 Dt.l4	Dt.j1	Dt.j2	Dt.j3	Dt.j5	E.s1	E.s2	E.s3	M	DC/C
Falhas de projeto	A1	1/2/3	2		3	3	1/2/3			1/2/3	1/2/3		
	A2	1/2/3	2				1/2/3						
	A3	1/3											
	A4	1/2/3	2				1/2/3				1/2/3		
	A5	1/3				2/3						1/2/3	
	A6					2/3						1/2/3	
	A7	1/2/3											
	A8	1						1					

Fonte: A autora (2016).

4 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Este capítulo aborda os resultados obtidos mediante as observações e entrevistas realizadas nos edifícios, utilizando o *checklist* do Quadro 3.1. Primeiro, foi descrita brevemente a cidade de Vitória-ES e suas principais características relevantes para o estudo e, posteriormente, é apresentada a caracterização de cada edifício.

4.1 CONTEXTO DOS EDIFÍCIOS

O local escolhido para os estudos dos edifícios é Vitória, a capital do estado do Espírito Santo. O município de Vitória é um arquipélago com 33 ilhas e uma porção continental, o qual se limita ao norte com o município da Serra, ao sul com o de Vila Velha, ao oeste com o de Cariacica e ao leste com o Oceano Atlântico (PREFEITURA DE VITÓRIA, 2015).

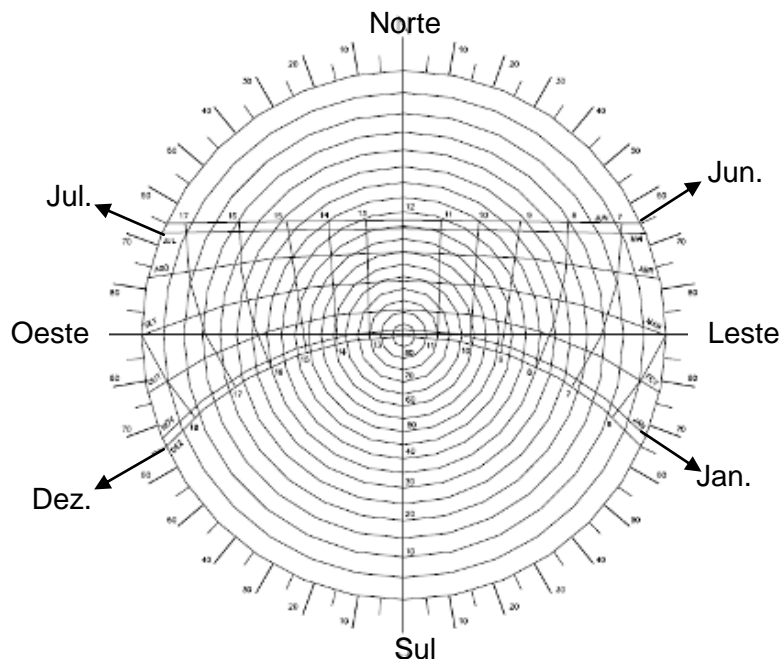
Entre os destaques da economia da cidade, está o setor de indústrias e portuário. Na região se encontram empresas de grande destaque nacional do ramo da mineração e siderurgia e dois portos importantes para o país.

Uma das formas de classificar o clima de Vitória é utilizar a classificação proposta pelo biólogo Wladimir Köppen (1900), que foi aprimorada ao longo dos anos. Nela o clima mundial é dividido em cinco grupos e subdividido em onze tipos, nos quais é possível classificá-lo com nível de detalhe de forma quantitativa (SÁ JUNIOR, 2009). Com isso, pode-se dizer que, segundo Köppen, o clima de Vitória é tropical com estação seca de inverno (classificação: Aw, em que “A” é o grupo de Climas Tropicais Chuvosos e “w” um subgrupo de “A”, que significa clima tropical com estação seca de inverno), com temperatura média anual em torno de 23°C.

Sanatec (2011) informa que as médias máximas em torno de 39°C ocorrem no verão e as mínimas, aproximadamente 12°C, no inverno, com amplitudes térmicas baixas. A radiação solar média anual é alta nesta cidade com 200Watts/m². Com relação ao somatório da radiação solar (kWh/m²a), de acordo com a orientação cardeal, o Norte possui 1030 kWh/m²a, o Sul 611 kWh/m²a, o Leste 945 kWh/m²a e o Oeste 990 kWh/m²a.

A umidade relativa do ar possui média anual em torno de 80% e pouca variação. Os ventos predominantes são o leste (L) e nordeste (NE) com velocidade média anual dos ventos entre 0,9 m/s e 2,3 m/s. A carta solar da cidade de Vitória está apresentada na Figura 4.1 e será utilizada como parâmetro para definir a posição do sol ao longo do ano nos edifícios.

Figura 4.1 – Carta solar de da cidade de Vitória-ES



Fonte: Adaptada de Alvarez e Paneto (2007).

Com base nas características da cidade de Vitória, destacam-se alguns pontos importantes que serão consideradas no estudo das manifestações patológicas dos edifícios selecionados: indústrias siderúrgica e mineradora, alta incidência solar e cidade litorânea.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Como descrito na metodologia, foram vistoriados seis edifícios na cidade de Vitória, dos quais três com revestimento externo argamassado (denominados ARG1, ARG2 e ARG3) e três com fachada em revestimento cerâmico (nomeados CER1, CER2 e CER3). As informações sobre cada prédio, descritas a seguir, foram obtidas por meio do *checklist* realizado de acordo com o Quadro 3.1, o Apêndice A e a análise por meio da observação dos edifícios.

4.2.1 Edifício ARG1

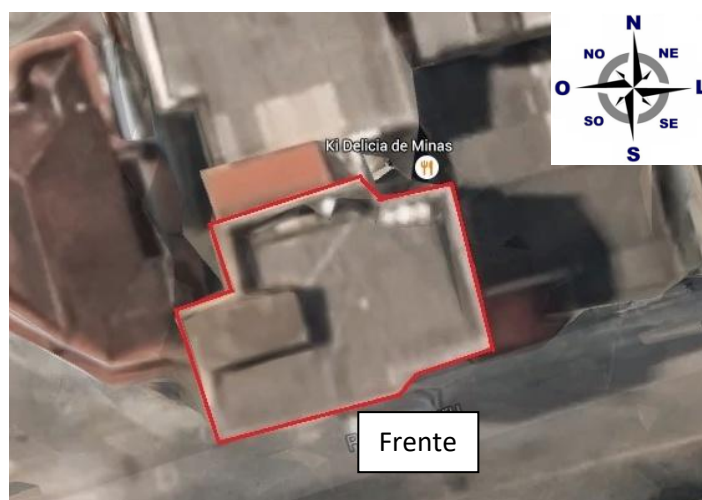
O edifício ARG1 é todo revestido com argamassa e acabamento final em pintura na cor bege. Está localizado em uma ladeira de um bairro histórico, com residências antigas, comércios e escritórios. Na Figura 4.2, pode ser vista sua fachada principal, e a orientação cardinal da edificação está destacada na Figura 4.3. Com base nessa orientação, as fachadas foram nomeadas como Fachada Su-Sudeste (frente), Fachada Lés-Nordeste (lateral direita), Fachada Oés-Sudoeste (lateral esquerda) e Fachada Nor-Noroeste (fundos).

Figura 4.2 - Edifício ARG1 - Fachada frontal



Fonte: A autora (2015).

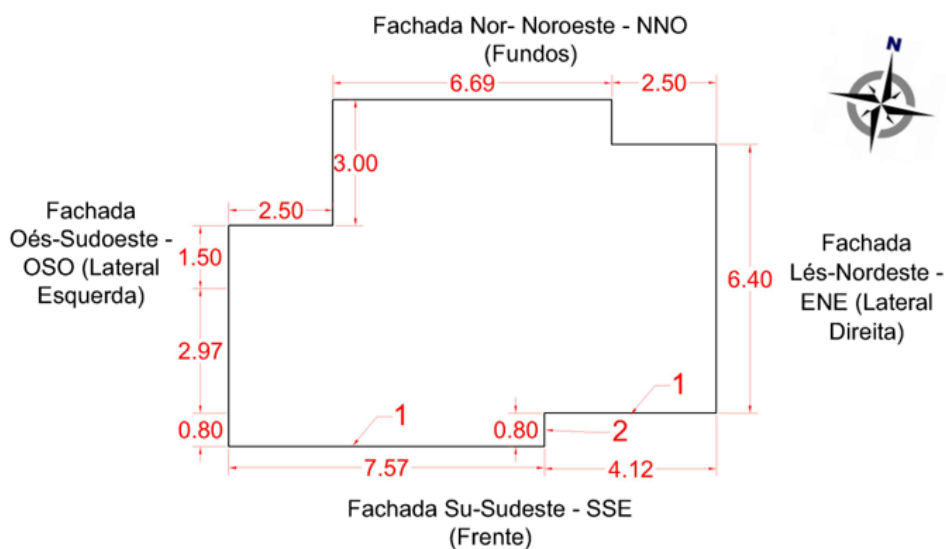
Figura 4.3 – Edifício ARG1 – Orientação cardinal



Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 09 de maio de 2016).

Entre os prédios estudados, ARG1 é o mais antigo. Foi inaugurado em 1955 e já possui 55 anos. São cinco pavimentos, sendo o térreo com a entrada do edifício, um ponto comercial e quatro cômodos de despensa dos apartamentos e os outros quatro andares são os pavimentos tipo, com um apartamento por andar. A planta baixa (Figura 4.4) e os croquis das fachadas (Apêndice E) foram desenhados no AutoCAD® e utilizados para o cálculo das áreas detalhadas na Tabela 4.1. Como o edifício é limitado por outros prédios muito próximos e até mesmo com paredes divisas, apenas as partes acessíveis das fachadas foram vistoriadas.

Figura 4.4 – Croqui da planta baixa de ARG1 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016).

Tabela 4.1 - Áreas das fachadas de ARG1, em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida
Su-sudeste	200,57	139,63
Lés-nordeste	54,40	54,40
Oés-sudoeste	87,45	78,83
Nor-noroeste	41,04	37,44

Fonte: A autora (2016).

Inicialmente, segundo a moradora que concedeu a entrevista, o edifício era apenas residencial, posteriormente foi aberto o acesso ao ponto comercial, onde hoje funciona um salão de beleza.

Como característica construtiva, tem-se a presença de juntas horizontais na fachada frontal. Com duas juntas por pavimento tipo, abaixo e acima das janelas, juntas na vertical, na divisa da varanda com a fachada. Essas juntas são apenas cortes na superfície do reboco, sem nenhum tipo de preenchimento. Devido à idade do edifício, não foram obtidos projetos e mais informações a respeito da característica do revestimento utilizado, mas foi observada a utilização de barro no preparo das argamassas.

Durante a análise visual das fachadas, perceberam-se alguns pontos em que a pintura descolou e deixou aparente a cor anterior da fachada (cinza-claro). Como relatado pela moradora, não há nenhum tipo de manutenção no edifício e a pintura atual foi realizada há muitos anos.

A incidência do sol pode ser analisada com base em cada carta solar da cidade de Vitória-ES (Figura 4.1), na qual se observa que, durante o ano, o Sol nasce entre as fachadas su-sudeste e lés-nordeste e se põe entre as fachadas oés-sudoeste e nor-noroeste. E com relação à incidência da radiação solar, observa-se que a fachada nor-noroeste é a de maior intensidade e a su-sudeste a de menor intensidade.

Por fim, no Quadro 4.1, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.1 – Características das fachadas do edifício ARG1

Fachada	Descrição
Su-sudeste	Esta é a fachada principal do edifício. É de frente para rua e onde se localizam as entradas do prédio, do ponto comercial e das despensas. A varanda da sala e as janelas de dois quartos de cada apartamento estão voltadas para esse lado. As esquadrias são, na maioria, de madeira (originais) e alumínio. Abaixo das janelas existem molduras de concreto que desempenham o papel dos peitoris. Essa mesma moldura é vista na parte superior da platibanda. Há também a presença de juntas horizontais que são apenas ranhuras no reboco acima e abaixo das janelas e juntas verticais na divisa das varandas.
Lés-nordeste	Esta fachada é uma parede cega da lateral dos quartos (empena) que possui apenas a moldura de concreto acima da platibanda. Parte dessa fachada (os primeiros andares) está encostada na edificação vizinha. Devido à proximidade com outras casas e edifício, partes dessa fachada não foram vistoriadas pela impossibilidade de acesso e/ou visibilidade.

Oés-sudoeste	Parte desta fachada é uma empena (parede dos quartos) e na outra parte estão as janelas das cozinhas dos apartamentos com esquadria de ferro. Também possui o peitoril de concreto acima da platibanda. Devido à proximidade com outras casas e edifício, partes dessa fachada não foram vistoriadas pela impossibilidade de acesso e/ou visibilidade.
Nor-noroeste	Esta fachada era a menos visível devido à proximidade com outras casas e edifício. Assim, a parte vistoriada restringiu-se apenas à platibanda e aos andares superiores da parte da fachada em que estão as esquadrias da escada.

Fonte: A autora (2016).

4.2.2 Edifício ARG2

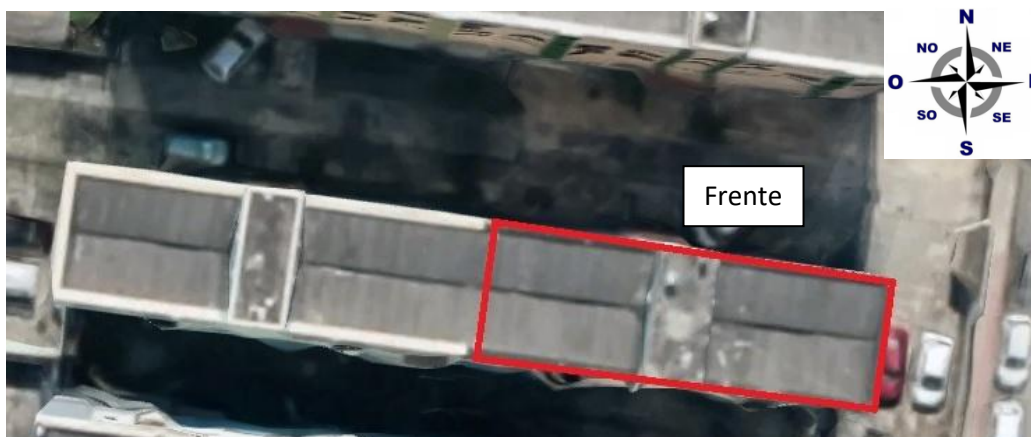
Assim como o ARG1, o ARG2 possui todas as fachadas com revestimento em argamassa e acabamento final em pintura nas cores bege (paredes) e avermelhada (nos detalhes dos pilares no nível do solo). Parte da fachada frontal é apresentada na Figura 4.5 e a localização de acordo com a orientação cardeal do edifício está na Figura 4.6. As fachadas serão nomeadas como fachada nor-nordeste (frente), fachada lés-sudeste (lateral esquerda) e fachada su-sudoeste (fundos). A fachada oés-noroeste (lateral direita) faz divisa com o edifício vizinho.

Figura 4.5 - Edifício ARG2 - Fachada frontal



Fonte: A autora (2015).

Figura 4.6 – Edifício ARG2 – Orientação cardinal



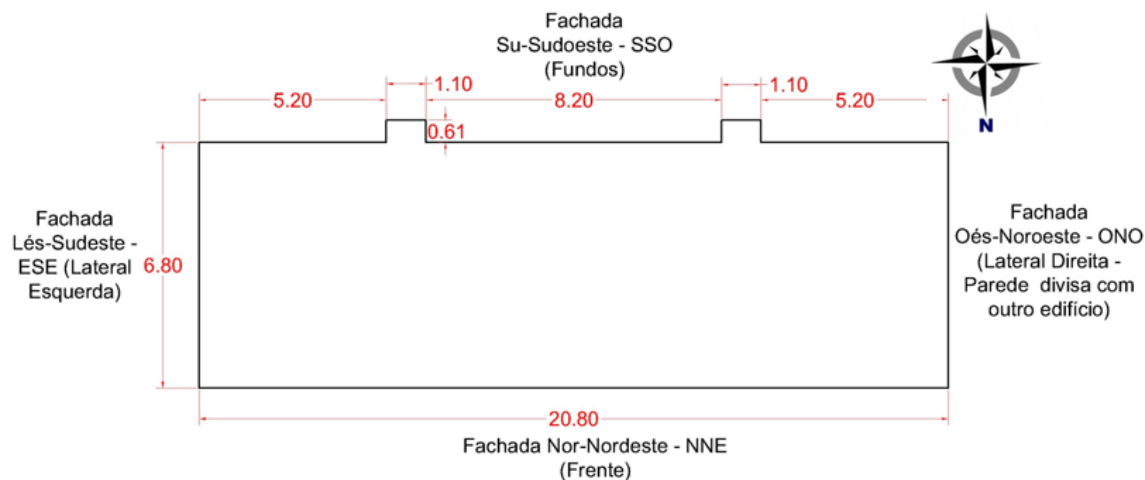
Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 09 de maio de 2016).

O edifício ARG2 está localizado em um bairro residencial com comércio local. Faz parte de um conjunto de 21 blocos de edifícios construídos há aproximadamente 40 anos pela mesma construtora, com as mesmas técnicas e plantas arquitetônicas. Essas informações foram fornecidas pela síndica e moradora do prédio, a qual destacou também que a manutenção nas fachadas só ocorre com a finalidade estética, de mudança na pintura e correção das fissuras. A última reforma foi há muitos anos e posteriormente houve uma reforma logo após a realização das vistorias no edifício para a correção dos problemas observados.

Por ser tratar de um edifício antigo, não há informações sobre a construtora, projetos e características da obra. Apenas pôde ser constatado que o edifício possui revestimento externo com argamassa contendo argila em seu traço e acabamento em pintura. A espessura do reboco pôde ser medida em um local que indicava 4cm.

O croqui da planta baixa (Figura 4.7) foi feito no programa AutoCAD® mediante as medidas feitas no local, assim como os croquis das fachadas que estão detalhados no Apêndice F e foram usados para o cálculo das áreas, conforme se mostra na Tabela 4.2.

Figura 4.7 – Croqui da planta baixa de ARG2 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016).

Tabela 4.2 - Áreas das fachadas de ARG2, em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida
Nor-nordeste	270,4	199,02
Lés-sudeste	88,4	88,2
Su-sudoeste	296,4	246,29

Fonte: A autora (2016).

O edifício possui quatro andares com oito apartamentos, sendo dois por andar. Na fachada frontal, estão a entrada do edifício e as janelas dos quartos e salas dos apartamentos. Já as fachadas laterais são paredes “cegas” dos quartos. E, na fachada dos fundos, estão as janelas das cozinhas, áreas de serviço, banheiros e quartos. Não há nenhum tipo de junta nas fachadas, apenas pingadeira na transição entre os pavimentos na fachada “cega”.

Sobre a influência solar nas fachadas (utilizando a carta solar da Figura 4.1), o Sol nasce, ao longo do ano, entre as fachadas lés-sudeste e nor-nordeste e se põe, em parte do ano, à fachada su-sudoeste. Já com relação à incidência da radiação solar, observa-se que a fachada nor-nordeste é a de maior intensidade e a su-sudoeste a de menor intensidade.

Por fim, no Quadro 4.2, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.2 – Características das fachadas do edifício ARG2

Fachada	Descrição
Nor-nordeste	Esta é a fachada principal do edifício, porém não é de frente para a rua. Possui janelas dos quartos e sala dos apartamentos e da escada com esquadria de alumínio. Algumas dessas janelas possuem peitoril de granito e outras não. A fachada apresenta duas cores: bege nas paredes e avermelhada nas colunas e no nível do solo. O primeiro andar de apartamentos é ao nível da rua. Alguns apartamentos fizeram aberturas abaixo das janelas para instalar caixas de ar condicionado.
Lés-sudeste	Esta fachada era originalmente uma parede cega, da lateral dos quartos. Entretanto, foi feita uma abertura para instalação de uma caixa de ar condicionado no último andar. Na transição entre os pavimentos, existem pingadeiras feitas com o próprio reboco.
Su-sudoeste	Na fachada dos fundos, estão as janelas de um quarto, da cozinha, da área de serviço e dos banheiros de cada apartamento. A área de serviço é uma pequena sacada na edificação.

Fonte: A autora (2016).

4.2.3 Edifício ARG3

O prédio ARG3 está localizado em um bairro residencial/comercial, cuja fachada frontal não será apresentada em virtude da não autorização por parte do condomínio. A orientação cardeal é destacada na Figura 4.8, a qual foi utilizada como base para identificação das fachadas: fachada leste (frente); fachada norte (lateral direita); fachada sul (lateral esquerda); fachada oeste (fundos).

Figura 4.8 – Edifício ARG3 – Orientação cardeal



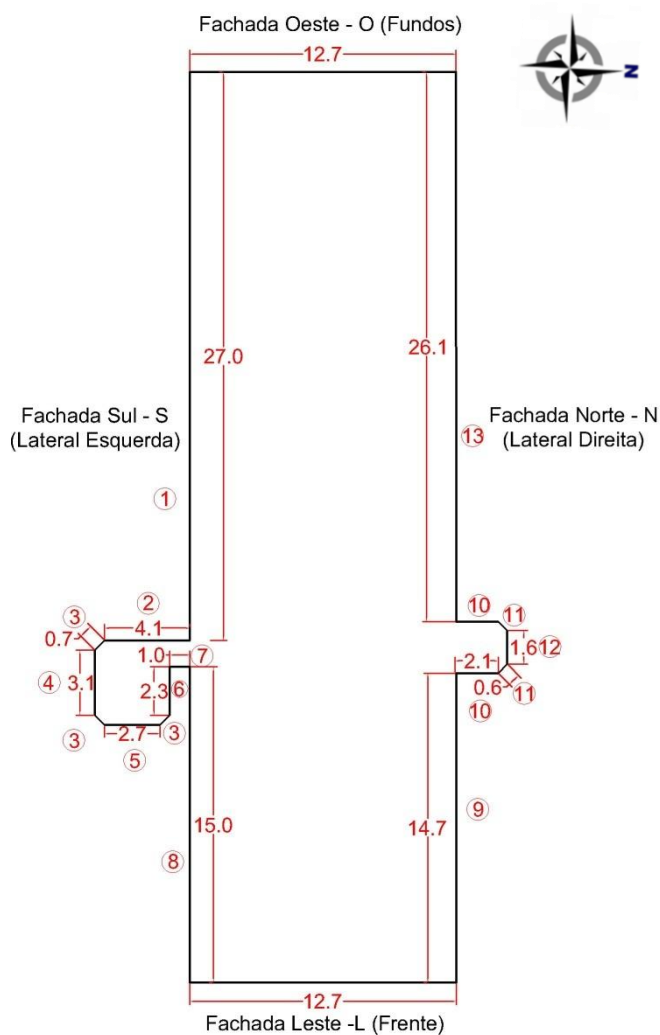
Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 09 de maio de 2016).

O edifício foi entregue no fim de 1984 (32 anos) e possui no térreo a portaria, uma área de garagem, quadra de esportes, cantina, salão de festas, piscina, sala de

ginástica, sauna, churrasqueira, administração, depósitos, bicicletário, cozinha e subestação. Os próximos quinze andares são pavimentos tipo com seis apartamentos por andar, totalizando 90 e acima existem dois andares de barrilete e casa de máquinas.

Os croquis da planta baixa (Figura 4.9) e fachadas (Apêndice G) foram realizados com base em medições *in loco* e utilizados para os cálculos das áreas bruta e líquida das fachadas (Tabela 4.3). Como acabamento externo, o ARG3 possui pintura na cor azul e proteções no entorno das caixas de ar condicionado de chapas metálicas (Figura 4.10).

Figura 4.9 – Croqui da planta baixa de ARG3 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016).

Tabela 4.3 - Áreas das fachadas de ARG3, em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida
Leste	571,70	382,70
Norte	2228,15	1591,28
Sul	2667,60	2160,41
Oeste	571,70	381,00

Fonte: A autora (2016).

Figura 4.10 – Proteção das caixas de ar condicionado



Fonte: A autora (2016).

As informações para o *checklist* foram fornecidas pela síndica, que informou sobre a existência de um regimento interno normatizado sobre o uso da edificação e a parte inicial da elaboração de um roteiro de inspeção predial. O condomínio está analisando a viabilidade de realizar a primeira manutenção corretiva nas fachadas, pois, até momento, existiram outras prioridades. Com relação às alterações já realizadas nas fachadas do edifício, foram construídas quatro alvenarias de vedação no térreo para criar dois novos cômodos, uma cozinha para os funcionários e uma despensa (Figura 4.11).

Figura 4.11 – Modificações realizadas no térreo de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Sobre a posição do Sol, ele nasce entre as fachadas leste e sul (com maior incidência na leste) e se põe entre as fachadas oeste e sul (Figura 4.1). Entretanto, a fachada com maior incidência de radiação solar é a norte, seguida da oeste, leste e sul.

Por fim, no Quadro 4.3, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.3 – Características das fachadas do edifício ARG3

Fachada	Descrição
Leste	Esta é a fachada principal do edifício, de frente para a rua. Nela estão as varandas dos apartamentos, algumas das quais possuem grades de alumínio e outras fechamento completo de vidro. Há juntas na horizontal acima das varandas, caracterizando-se apenas como ranhuras feitas no reboco.
Norte e sul	As fachadas norte e sul são bem mais extensas do que as leste e oeste. Nelas estão as janelas dos quartos, banheiros, salas e cozinha dos apartamentos, assim como as janelas da escada. As esquadrias são de alumínio e, em algumas, foram colocados peitoris de granito e, em outras, não. Na frente das janelas da área de serviço, existem cobogós como detalhe decorativo. Há também diversos detalhes na fachada, enfatizando as vigas, molduras abaixo das janelas (estilo peitoril) e molduras nos formatos dos pilares feitos tanto em concreto armado quanto com argamassa apenas. No entorno das caixas de ar condicionado, existem placas metálicas que funcionam como proteção para os aparelhos. E, no nível do térreo, foram construídas duas alvenarias após o término da obra, pra a criação de dois cômodos.
Oeste	Esta fachada é bem similar à fachada leste, com a diferença da existência de uma porta de acesso à despensa do edifício e a construção de duas alvenarias no térreo para a criação dos cômodos citados anteriormente.

Fonte: A autora (2016).

4.2.4 Edifício CER1

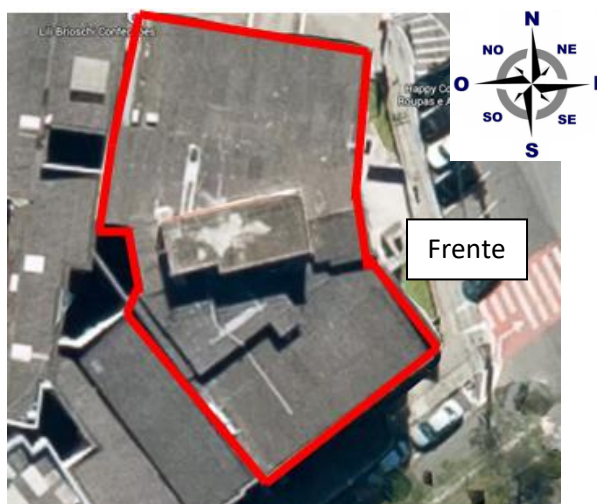
O CER1 é o primeiro edifício estudado com revestimento externo em cerâmica em todas as fachadas estudadas (Figura 4.12), as quais foram denominadas de acordo com sua orientação cardinal em fachada lés-nordeste (frente), fachada sudeste (lateral esquerda) e fachada norte (lateral direita) (Figura 4.13).

Figura 4.12 - Edifício CER1 - Fachada frontal



Fonte: A autora (2015).

Figura 4.13 – Edifício CER1 – Orientação cardinal



Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 22 de maio de 2015).

Este prédio está localizado no mesmo bairro residencial de ARG2 e foi selecionado por possuir grande parte de suas fachadas em revestimento cerâmico, apresentar manifestações patológicas visíveis (queda do revestimento) e fornecer autorização para levantamento e divulgação dos dados coletados.

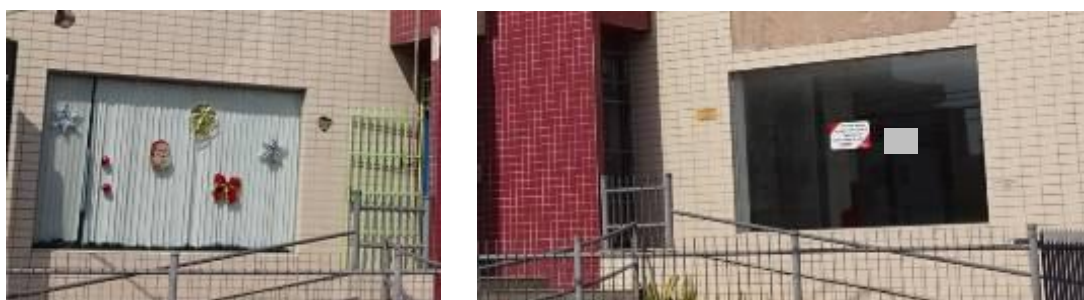
Após contato com o responsável pelo edifício, foram feitas a entrevista e análise das informações técnicas das fachadas e verificou-se que o edifício foi inaugurado em 1977 (38 anos) e seu uso foi exclusivo para fins comerciais. Possui um subsolo utilizado como garagem e três pavimentos: o primeiro com duas salas comerciais com acesso independente e a portaria para acesso aos demais pavimentos; o segundo e o terceiro pavimento são compostos por salas

comerciais, e a laje de cobertura é composta pelo telhado, caixa d'água e abriga um refeitório.

As três fachadas visíveis do edifício (frente e laterais) são compostas por revestimento cerâmico (sem juntas de movimentação) com dimensão 20cm x 10cm e, nas sacadas e colunas, 10cm x 10cm. Há nas fachadas laterais, jardineiras em concreto abaixo de todas as janelas. A fachada dos fundos faz parcialmente divisa com o edifício vizinho e a outra parte possui como acabamento a pintura, mas em local de difícil acesso para vistoria, uma vez que está a um metro próximo do outro edifício vizinho.

Segundo o entrevistado, até 1995 o edifício possuía todas as fachadas em pintura, até realizar a reforma com finalidade estética, durante a qual todo o revestimento foi substituído. Outra alteração nas fachadas foi a abertura de dois vãos (3,20m x 1,97m cada um), para funcionar como vitrina das salas localizadas no 1.º pavimento (Figura 4.14). Ele ainda destacou que a manutenção que ocorre nas fachadas é apenas corretiva, com a retirada do revestimento com risco iminente de queda, e que nunca foi realizado um laudo de inspeção predial desde a construção do edifício para a respectiva análise técnica.

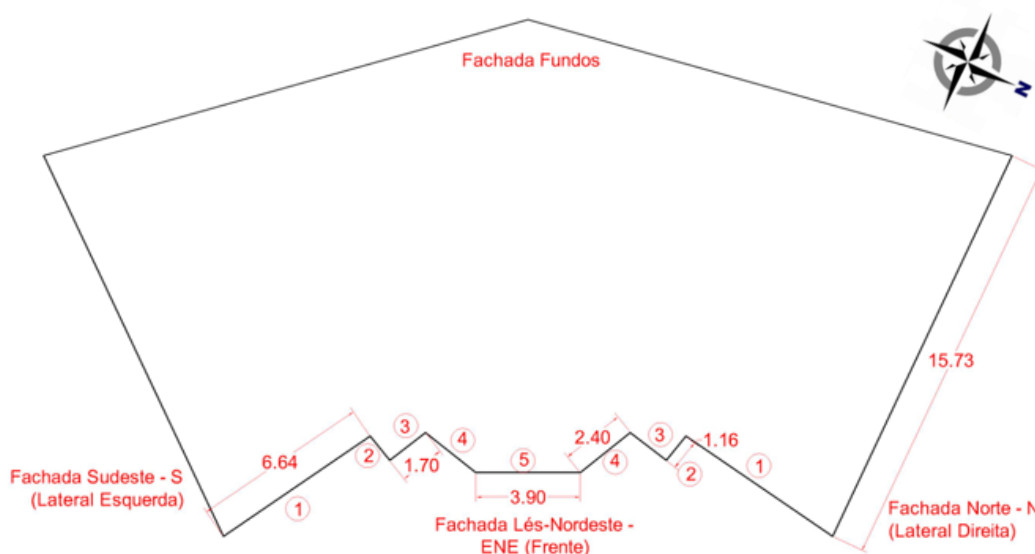
Figura 4.14 – Aberturas inseridas nas fachadas



Fonte: A autora (2015).

Após este levantamento, realizaram-se as medições do edifício para o desenho do croqui da planta baixa no AutoCAD® (Figura 4.15) e dos croquis das fachadas (Apêndice H) para a obtenção das áreas brutas e líquidas e das áreas líquidas onde foram realizados os testes de percussão (Tabela 4.4). A área bruta foi obtida considerando toda a fachada e a líquida apenas da área de revestimento cerâmico (descontaram-se as aberturas e jardineiras).

Figura 4.15 – Croqui da planta baixa de CER1 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016)

Tabela 4.4 - Áreas das fachadas de CER1 em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida	Área do teste de percussão
Lés-nordeste	286,79	235,54	128,37
Sudeste	184,00	71,50	27,70
Norte	184,00	70,86	26,01

Fonte: A autora (2016).

Ao analisar a Figura 4.1, que mostra a carta solar da cidade de Vitória em relação à posição das fachadas do edifício, constata-se que o Sol nasce entre as fachadas sudeste e lés-nordeste, variando ao longo do ano, e se põe sempre à fachada dos fundos. Entretanto, com relação à incidência da radiação solar, observa-se que a fachada norte é a de maior intensidade.

Por fim, no Quadro 4.4, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.4 – Características das fachadas do edifício CER1

Fachada	Descrição
Lés-nordeste	A fachada lés-nordeste é a principal deste edifício e está localizada em uma praça. Possui o acesso às salas comerciais e às lojas. As paredes das extremidades são cegas e revestidas com cerâmica bege (20cm x 10cm), mas existe uma abertura que foi criada posteriormente como vitrina das lojas. Já na parte central, existem sacadas com esquadria de alumínio e cerâmica bege (10cm x 10cm). E, ao lado dessas sacadas, há duas colunas revestidas com cerâmica vinho (10cm x 10cm), com aberturas dos banheiros com esquadria de alumínio. O pavimento térreo é ao nível da rua.
Sudeste e norte	As fachadas sudeste e norte são similares, diferenciando-se apenas na posição. Ambas são fachadas laterais e estão de frente para uma rua. O subsolo está parcialmente ao nível do solo. Nessas fachadas, estão as janelas das salas comerciais, as entradas da garagem que fica no subsolo e cobogós de ventilação da garagem. O revestimento externo é com cerâmica bege (20cm x 10cm). Outro destaque são as jardineiras de concreto abaixo das janelas que foram utilizadas por algumas salas para suporte dos aparelhos condensadores de ar.

Fonte: A autora (2016).

4.2.5 Edifício CER2

O edifício CER2 (Figura 4.16) se localiza de frente para o mar, em um bairro residencial/comercial, possui as fachadas laterais e de fundo com revestimento cerâmico e a frontal com cerâmica e pedras. No térreo, é composto por uma área de garagem e a entrada do edifício; no segundo andar, pela portaria, uma área de garagem, salão de jogos e acesso à quadra de esportes. Os próximos 17 andares são 16 pavimentos tipo e uma cobertura com salão de festas, piscina e sauna.

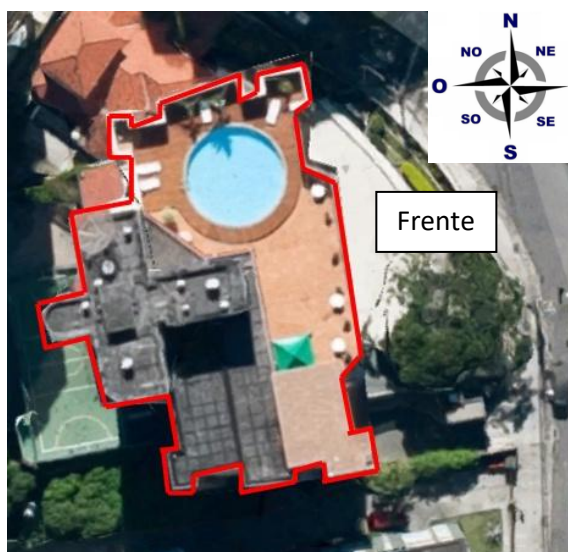
As fachadas identificadas pela orientação cardinal (Figura 4.17) são caracterizadas como fachada lés-nordeste (frente), fachada nor-nordeste (lateral direita), fachada su-sudeste (lateral esquerda) e fachada oés-sudoeste (fundos).

Figura 4.16 - Edifício CER1 - Fachada frontal



Fonte: A autora (2015).

Figura 4.17 – Edifício CER2 – Orientação cardinal



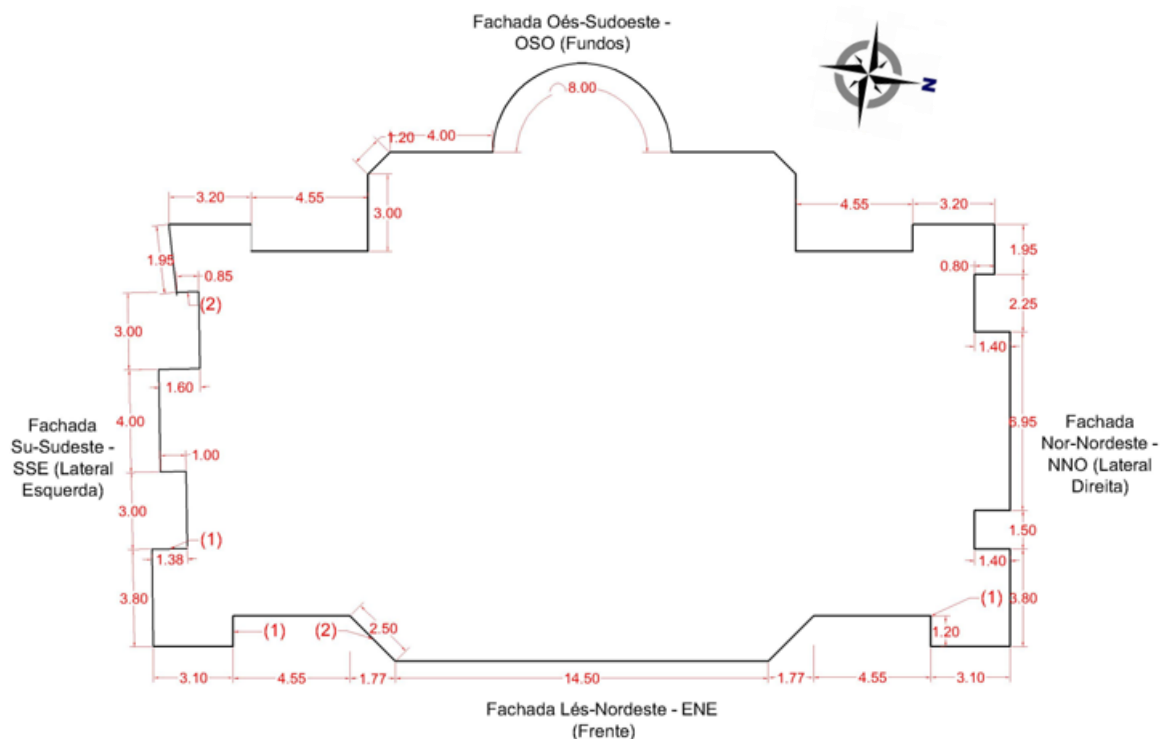
Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 22 de maio de 2015).

Os motivos de escolha desse edifício se assemelham aos de CER1: manifestação patológica aparente, permissão de acesso e realização de ensaios no local. Após análise preliminar do prédio e entrevista com o responsável técnico do edifício, foram obtidas informações importantes para o levantamento da pesquisa. Tendo em vista a obra entregue em 1987, o edifício CER2 já possui quase 30 anos e, ao longo dos quais passou apenas por manutenções corretivas, pois não há manuais

e/ou planos de manutenção periódicos. As fachadas são compostas por revestimento cerâmico de pastilhas 4cm x 4cm (cores bege, branca e vinho) e 2cm x 2cm (cores branca e vinho), nas varandas mármore bege Bahia e pequenos acabamentos com pintura acima das janelas. Não há nenhum tipo de junta de movimentação e/ou dessolidarização nas fachadas.

Foi realizado um croqui da planta baixa da edificação no AutoCAD® com base em medições realizadas *in loco* (Figura 4.18) e também croquis das fachadas que estão detalhados no Apêndice I com levantamento das áreas (Tabela 4.5). Com a análise da carta solar da cidade de Vitória-ES (Figura 4.1) sobre a orientação cardeal das fachadas, percebe-se que, ao longo do ano, o Sol nasce entre as fachadas su-sudeste e lés-nordeste e se põe predominantemente à fachada oés-sudoeste. Já com relação à incidência da radiação solar, observa-se que a fachada nor-nordeste é a de maior intensidade e a su-sudeste a de menor intensidade.

Figura 4.18 – Croqui da planta baixa de CER2 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016).

Tabela 4.5 - Áreas das fachadas de CER2 em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida	Área do teste de percussão
Lés-nordeste	1658,00	593,34	536,79
Su-sudeste	1196,07	1013,31	1013,31
Nor-nordeste	1012,00	1003,00	1003,00
Oés-sudoeste	1322,50	1031,08	1031,08

Fonte: A autora (2016).

Sobre a realização de vistorias técnicas, já foi realizado um Relatório Técnico de Inspeção Predial em 2013, o qual aborda todos os sistemas construtivos da edificação. O laudo classifica as fachadas quanto ao grau de risco como CRÍTICO e solicita recuperação imediata devido à perda de desempenho do sistema. Ainda destaca tanto a necessidade de realizar o teste de percussão na fachada quanto o ensaio de arrancamento para avaliar a presença de revestimentos que apresentam som cavo e a resistência à tração, respectivamente (TRÉS JUNIOR, 2013). Entretanto, apenas o teste de percussão já foi realizado e, quanto à recuperação imediata solicitada, somente em parte da fachada o revestimento cerâmico foi retirado para reduzir o risco de danos à integridade das pessoas e materiais.

Por fim, no Quadro 4.5, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.5 – Características das fachadas do edifício CER2

Fachada	Descrição
Lés-nordeste	Esta é a fachada principal do edifício, está de frente para uma avenida e para o mar. Nela estão as varandas das salas principais dos apartamentos com acabamento externo em granito bege Bahia, as janelas dos quartos e as básculas dos banheiros. O revestimento externo, além do granito, é em cerâmica (4cm x 4cm) nas cores vinho e bege. Abaixo das janelas, existem sacadas para a instalação dos aparelhos de ar condicionado. Na parte superior da fachada, estão as esquadrias da área de lazer que fica na cobertura.

Su-sudeste	Na fachada su-sudeste, estão as varandas dos apartamentos, com revestimento das sacadas em cerâmica vinho (4cm x 4cm) e fechamento de vidro em algumas varandas. Também estão localizadas as bacias dos banheiros suíte e há colunas lisas, apenas com o revestimento. Esse acabamento é em cerâmica branca (2cm x 2cm) e bege (4cm x 4cm).
Nor-nordeste	Essa fachada é formada principalmente por paredes lisas, apenas com revestimento cerâmico branco (2cm x 2cm) e bege (4cm x 4cm). Na parte interna, estão banheiros e quartos. Nela também estão as bacias desses banheiros, mas em local de difícil acesso para vistoria.
Oés-sudoeste	Já a fachada dos fundos se assemelha, em parte, com a fachada da frente, pois também possui as janelas dos quartos com sacadas abaixo para a instalação de ar condicionado. Entretanto, nessa fachada, essas sacadas são revestidas com cerâmica vinho (2cm x 2cm). As colunas revestidas com cerâmica bege (4cm x 4cm) são lisas. Já na parte com acabamento em cerâmica branca (2cm x 2cm), estão as janelas da cozinha, área de serviço, banheiro dos apartamentos e as bacias da escada.

Fonte: A autora (2016).

4.2.6 Edifício CER3

Por fim, o CER3 (Figura 4.19) se localiza no mesmo bairro de CER2, um pouco mais afastado do mar, e foi escolhido pela viabilidade de acesso às informações, realização dos ensaios e presença de manifestações patológicas. Possui no térreo a portaria e a garagem; no *pilotis*, o salão de festas, a piscina e a churrasqueira; nove pavimentos tipo com dois apartamentos por andar e, por último, duas coberturas duplex. É todo revestido em cerâmica 10cm x 10cm (nas cores cinza, azul e branca), e a fachada da frente com cerâmica e granito, sem nenhum tipo de junta de movimentação para o alívio das tensões. A marca da placa cerâmica (10cm x 10cm) é a mesma que foi utilizada no edifício CER1.

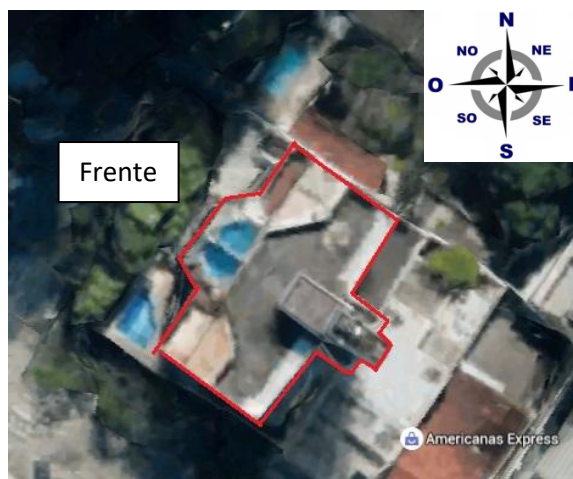
Quanto à nomeação das fachadas em relação à orientação cardinal (Figura 4.20) tem-se: fachada noroeste (frente); fachada nordeste (lateral esquerda); fachada sudoeste (lateral direita); fachada sudeste (fundos).

Figura 4.19 - Edifício CER3 - Fachada frontal



Fonte: A autora (2016).

Figura 4.20 – Edifício CER3 – Orientação cardeal



Fonte: Google Maps - Street View (Acesso em: 09 de maio de 2016).

Neste edifício, as informações foram cedidas pelo conselho formado por moradores e pela empresa responsável pela administração. Relataram que a obra do edifício foi entregue em 1994, após problemas de falência da construtora e união dos moradores para término da obra. Ao longo dos 22 anos, o prédio passou apenas por manutenção corretiva nas fachadas e manutenção periódica em sistemas como elevadores, incêndio e outros conforme a orientação da administradora (não existe plano formal de manutenção). Além da manutenção corretiva nas fachadas, já passou por reforma na área da piscina.

Em 2014 foi realizado um laudo técnico simplificado das fachadas laterais em virtude da constante queda do revestimento cerâmico na fachada nordeste. O relatório concluiu mediante a instrução de retirada de todo o revestimento cerâmico das laterais e a substituição por pintura. Outro fator citado pelos moradores, a respeito do parecer, é que, na época, apenas a fachada nordeste apresentava queda do revestimento e a fachada sudoeste, do ponto de vista deles, estava em perfeito estado.

Após o laudo, realizou-se apenas a retirada do revestimento com risco iminente de queda e substituído por pintura no local (Figura 4.21). Essa medida foi tomada provisoriamente até a viabilidade de reforma de todas as fachadas.

Figura 4.21 – Revestimento cerâmico substituído por pintura



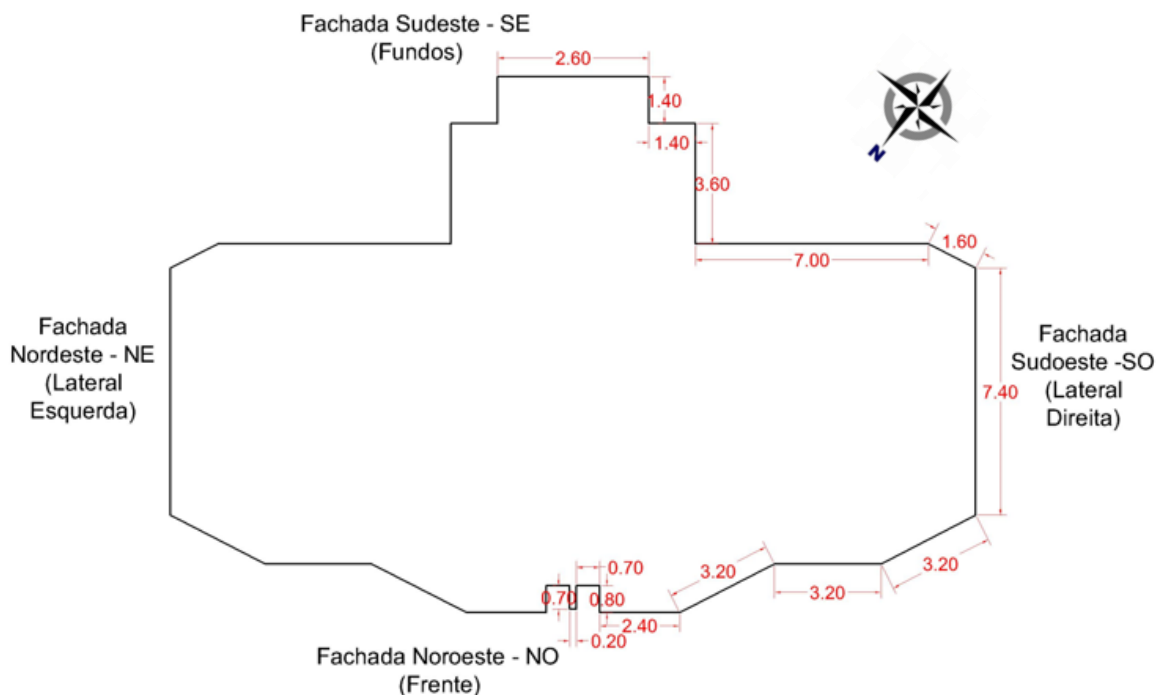
Fonte: A autora (2016).

Outra informação importante obtida durante a entrevista foi a existência de um Parecer Técnico Estrutural do Edifício que avalia as condições de alguns pilares do *pilotis*. O laudo cita a importância do reforço dos pilares para o não comprometimento da estabilidade estrutural do prédio. Esse reforço, conforme disseram os moradores, já foi realizado.

Ao analisar a carta solar da cidade de Vitória-ES (Figura 4.1) e a orientação cardinal das fachadas do edifício CER3, observa-se que o Sol nasce entre as fachadas nordeste e sudeste ao longo do ano e se põe entre as fachadas noroeste e sudoeste. Já com relação à incidência da radiação solar, observa-se que as fachadas nordeste e noroeste são as de maior intensidade e as fachadas sudeste e sudoeste as de menor intensidade.

Com base nessas informações e nas medidas obtidas no edifício, foi realizado um croqui da planta baixa do edifício no AutoCAD® (Figura 4.22) e croquis das fachadas (Apêndice J) com levantamento das áreas bruta, líquida e de execução do teste de percussão das fachadas (Tabela 4.6).

Figura 4.22 – Croqui da planta baixa de CER3 realizado no AutoCAD®



Fonte: A autora (2016).

Tabela 4.6 - Áreas das fachadas de CER3 em metros quadrados (m²)

Fachada	Área bruta	Área líquida	Área do teste de percussão
Noroeste	943,84	159,62	0,0
Nordeste	385,88	324,02	85,80
Sudoeste	402,08	339,74	93,60
Sudeste	367,06	312,26	0,0

Fonte: A autora (2016).

Por fim, no Quadro 4.6, estão descritas todas as características de cada fachada.

Quadro 4.6 – Características das fachadas do edifício CER3

Fachada	Descrição
Noroeste	A fachada da frente é formada basicamente pelas varandas dos apartamentos que estão revestidas com granito. Entretanto, entre as varandas, existem dois vãos com revestimento externo com cerâmica branca e azul (10cm x 10cm).
Nordeste e Sudoeste	As fachadas laterais são similares, com a seguinte diferença: na sudoeste, a alvenaria inicia no nível do salão de festas e, na nordeste, inicia no primeiro pavimento tipo. Essas fachadas abrangem a lateral dos quartos, as básculas do banheiro e as janelas de quartos dos apartamentos e parte da escada. Como revestimento externo, possuem granito e cerâmicas azul, branca e cinza (10cm x 10cm).
Sudeste	Já a fachada dos fundos engloba as janelas das cozinhas e básculas da escada, com cerâmicas branca e cinza (10cm x 10cm). Há ainda as varandas dos quartos que possuem granito como revestimento.

Fonte: A autora (2016).

5 RESULTADOS DAS VISTORIAS E ENSAIOS

Este capítulo apresenta, por edifício, os resultados dos levantamentos quantitativos das manifestações patológicas e os respectivos níveis de degradação, obtidos por meio das vistorias das fachadas. Também são detalhados os resultados dos ensaios realizados *in loco* e no laboratório. E, para os edifícios com revestimento cerâmico, são analisadas matrizes de correlação para obter os prováveis diagnósticos e técnicas de reparos dos problemas encontrados nas fachadas. Por fim, é feita uma análise comparativa dos resultados de ARG1, ARG2, ARG3, CER1, CER2 e CER3.

Com isso, para entender melhor o capítulo, segue o Quadro 5.1 com um resumo das principais informações fornecidas no capítulo de caracterização dos edifícios.

Quadro 5.1 – Resumo das informações dos edifícios

Edifício	Tipo	Idade (anos)	Fachadas				N.º de andares
			Frente	Lateral direita	Lateral esquerda	Fundos	
ARG1	Argamassa com pintura	55	Su-sudeste	Lés-nordeste	Oés-sudoeste	Nor-Noroeste	5
ARG2	Argamassa com pintura	40	Nor-nordeste	-	Lés-sudeste	Su-sudoeste	4
ARG3	Argamassa com pintura	32	Leste	Norte	Sul	Oeste	16
CER1	Cerâmica, pedra e pintura	38	Lés-nordeste	Norte	Sudeste	-	4
CER2	Cerâmica, pedra e pintura	30	Lés-nordeste	Nor-nordeste	Su-sudeste	Oés-sudoeste	16
CER3	Cerâmica e pedra	22	Noroeste	Nordeste	Sudoeste	Sudeste	12

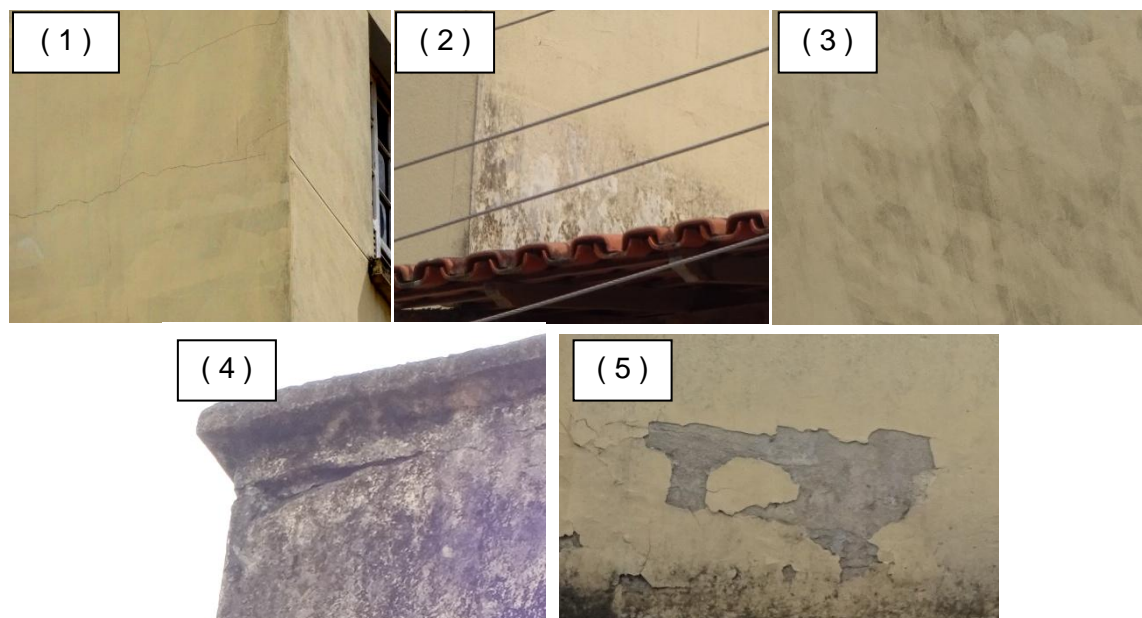
Fonte: A autora (2016).

5.1 EDIFÍCIO ARG1

No edifício ARG1 foram detectadas as seguintes manifestações patológicas: (1) Fissuras e Trincas; (2) Umidade; (3) Manchas e Sujeiras; (4) Descolamento do

Reboco; (5) Descolamento da pintura. Na Figura 5.1, mostram-se exemplos de ocorrência dos danos nas fachadas do prédio.

Figura 5.1 – Manifestações patológicas observadas em ARG1



Fonte: A autora (2015).

5.1.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG1

Para esse prédio foram calculados os índices de manifestação patológica por orientação cardinal de fachada e o índice de manifestação patológica total. Esses resultados estão apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Índice de manifestação patológica em ARG1

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Su-sudeste	139,63	38,65	0,28
Lés-nordeste	54,4	26,18	0,48
Oés-sudoeste	78,83	75,79	0,96
Nor-noroeste	37,44	28,4	0,76
Total	310,3	169,02	0,54

Fonte: A autora (2016).

É possível observar que as fachadas su-sudeste/lés-nordeste e oés-sudoeste/nor-noroeste apresentam, respectivamente, os menores e os maiores IMP.

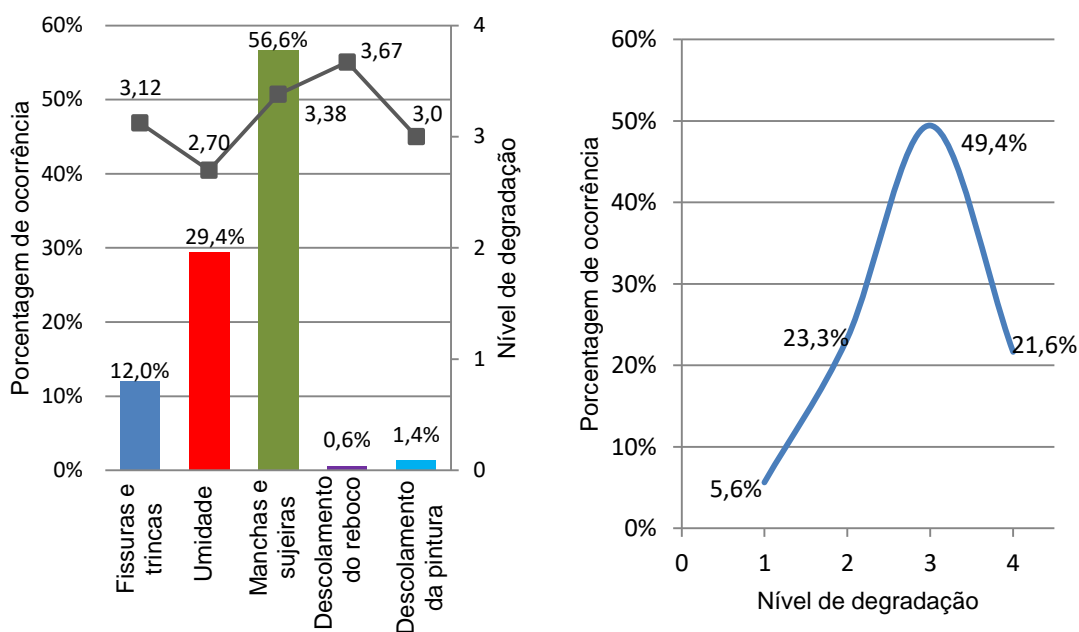
Analisando em relação à posição do Sol, as fachadas su-sudeste e lés-nordeste recebem a incidência do sol da manhã e a oés-sudoeste e nor-noroeste a do sol da tarde. E a radiação solar é mais intensa na fachada nor-noroeste e menos na su-sudeste.

O IMP total de 0,54 será utilizado como parâmetro de comparação entre os edifícios estudados.

5.1.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG1

Na Figura 5.2, mostra-se o gráfico da porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica nas fachadas de ARG1 com o respectivo nível de degradação e apresenta a curva da porcentagem de incidência de cada nível de degradação em ARG1.

Figura 5.2 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação



Fonte: A autora (2016).

Pelo gráfico, percebe-se que as manchas e sujeiras são as de maior ocorrência de toda a área degradada, 56,6% correspondem a essa manifestação patológica, a qual apresenta um nível médio de degradação alto: 3,38. Essas manchas estão

associadas à ausência de manutenção nas fachadas, à presença de umidade em diversos pontos e à constante poluição da cidade de Vitória. Esse alto nível de 3,38 ocorre principalmente pela falta de manutenção, pois, dessa forma, a degradação aumenta gradativamente ao longo do tempo.

A umidade corresponde a 29,4% da área total degradada com nível de degradação de 2,7. Foram detectados pontos de umidade em decorrência da arquitetura do edifício, que serão detalhados a seguir. Grande parte dessa umidade não ocorre por infiltração de água da parte interna do edifício, o que mostra que, se houvesse manutenção das fachadas, esse tipo de dano não apareceria. Há a presença de umidade decorrente da infiltração de água da caixa d'água, localizada no topo do edifício, e, conseqüentemente, o agravamento das manchas nesse local.

Para as fissuras, a porcentagem de ocorrência é de 12%. Apesar de ser pequena em relação às anteriores, essa manifestação patológica ocorre de maneira uniforme nas fachadas e com nível de degradação médio alto, de 3,12. Posteriormente serão detalhadas as formas de ocorrência dessas fissuras.

Os descolamentos do reboco e da pintura apresentaram porcentagens de ocorrência baixas, mas com níveis de degradação de 3,67 e 3,0, respectivamente. O descolamento da pintura ocorre principalmente em áreas com presença de umidade. Já o descolamento do reboco apresenta causas que variam de acordo com a sua localidade.

A curva com a porcentagem de incidência de cada nível de degradação mostra maior incidência do nível 3, mas porcentagens significantes do nível 2 e 4, o que mostra uma situação de atenção para o edifício ARG1, com indicativo de manutenção urgente. O cálculo do nível de degradação médio do edifício, obtido pela média ponderada, é 2,87. Apesar de ser menor que 3, está bem próximo do limite vida útil considerado por Gaspar e Brito (2005).

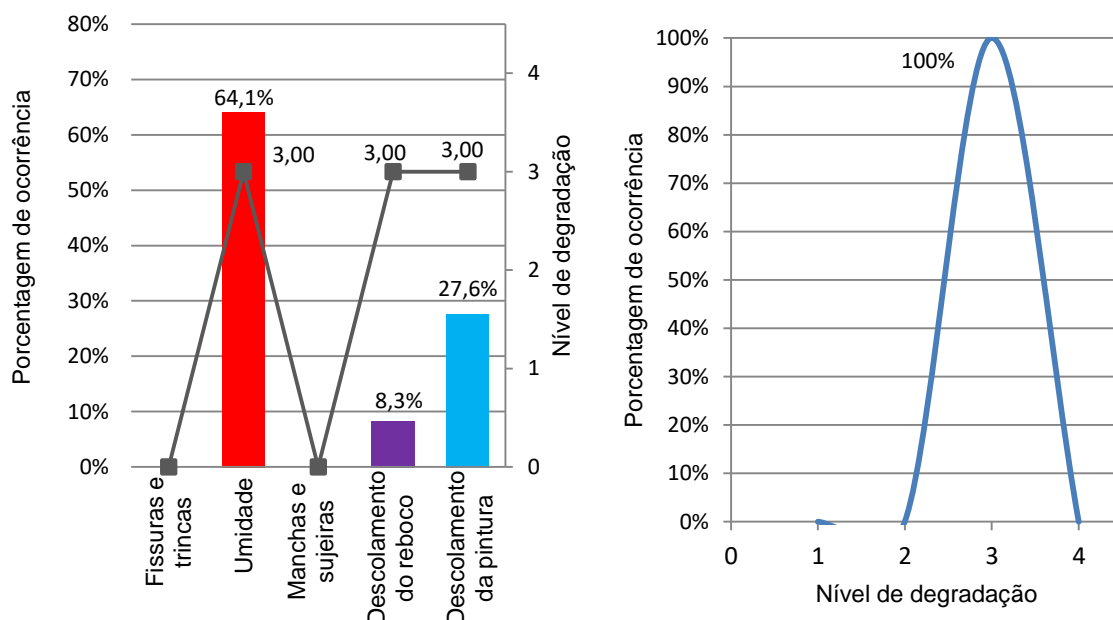
5.1.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de ARG1

As manifestações patológicas também foram analisadas em relação ao local de ocorrência na fachada, ou seja, em relação ao nível do solo, paredes contínuas, aberturas, sacadas, cantos e extremidades, juntas, transição entre pavimentos e topo. Essas análises foram feitas por meio de gráficos de ocorrência das manifestações patológicas e de níveis de degradação. A seguir, estão as análises para cada região:

- Nível do solo de ARG1

Na Figura 5.3, mostram-se os gráficos de análise das manifestações patológicas e níveis de degradação para o nível do solo. Essa região foi analisada apenas na fachada su-sudeste, pois é a única fachada que está em contato direto com o “solo”.

Figura 5.3 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação ao nível do solo de ARG1



Fonte: A autora (2016).

Ao nível do solo, há a presença de umidade, descolamento do reboco e da pintura e todos apresentam nível de degradação médio igual a 3,0 (ênfatisado pela curva

do nível de degradação que apresenta 100% para o nível 3). A ocorrência de umidade nessa região é caracterizada pela proximidade com o solo, e o descolamento da pintura está associado a essa umidade. Já o descolamento do reboco ocorreu de forma pontual (Figura 5.4) na fachada da frente, na qual a calçada da rua é a mesma do edifício. Ou seja, aparentemente ocorreu por algum choque mecânico devido à circulação constante de pessoas no local, associadamente à fragilidade do revestimento, a qual será explicada a seguir.

Figura 5.4 – Descolamento do reboco ao nível do solo da fachada su-sudeste

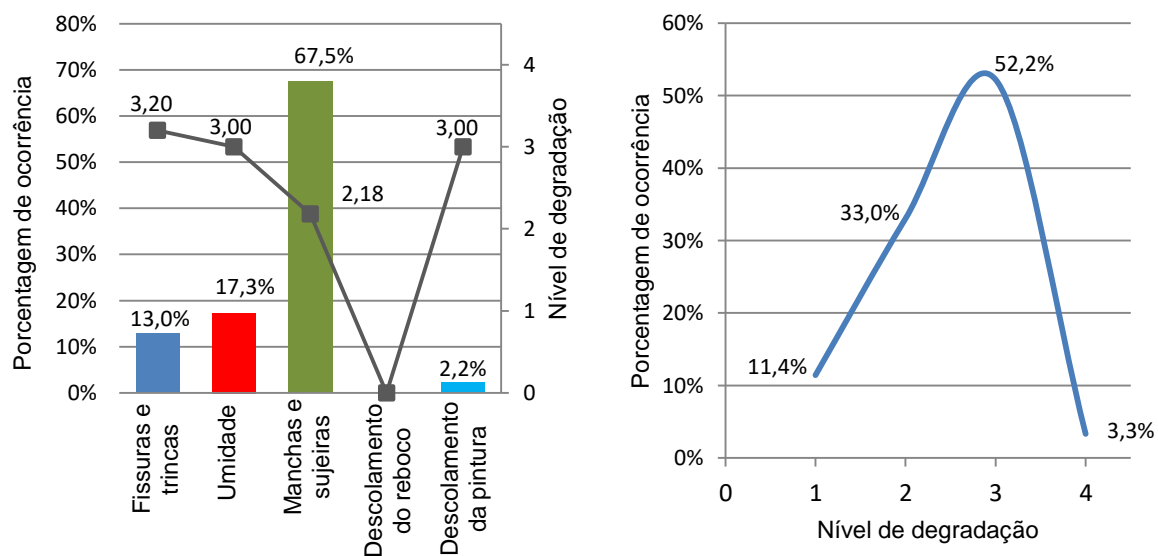


Fonte: A autora (2016).

- Paredes contínuas de ARG1

Os resultados obtidos para as paredes contínuas estão expressos nos gráficos da Figura 5.5.

Figura 5.5 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas de ARG1

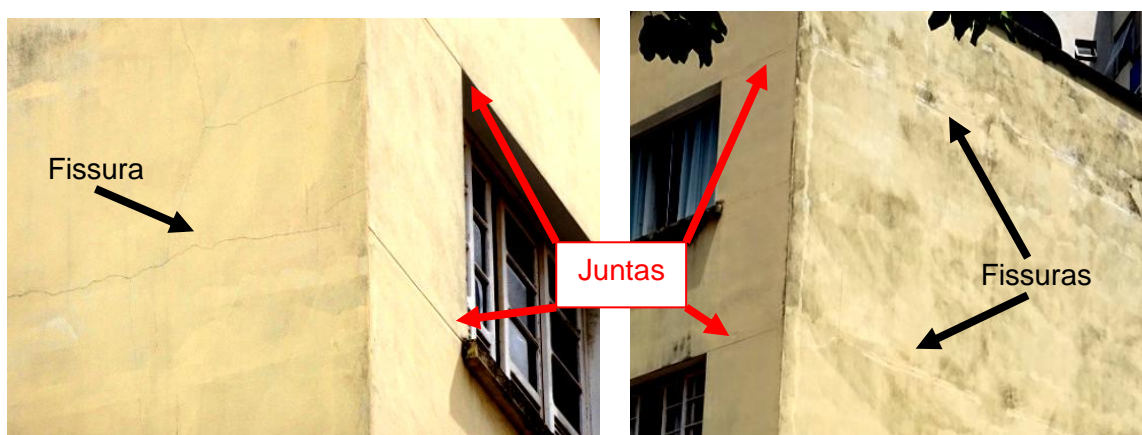


Fonte: A autora (2016).

Por meio da média ponderada, obteve-se o nível de degradação médio nas paredes contínuas, que é de 2,5. Esse nível está abaixo do limite de vida útil, mas deve ser analisado que 55,5% das manifestações patológicas estão acima desse limite; portanto, essa região deve ser tratada. Quanto às manifestações patológicas, só não foi detectado o descolamento do reboco. As manchas e sujeiras são as de maior ocorrência, mas apresentam nível de degradação médio baixo, de 2,18. Umidade, fissuras e descolamento da pintura, mesmo com ocorrência menor, possuem níveis de degradação alto, superior ou igual a 3,0. Com isso, mesmo com ocorrência menor, quando comparadas às manchas e sujeiras, essas outras manifestações patológicas devem ser tratadas, pois estão comprometendo o desempenho da edificação.

As fissuras nas paredes contínuas apresentaram-se de diversas maneiras: na horizontal, diagonal e vertical. As causas das fissuras são diversas e estão associadas à forma de incidência. Foram diagnosticadas fissuras de retração no reboco e na continuidade das juntas (Figura 5.6). Estas últimas ocorrem na fachada lateral que não possui juntas. Podem estar associadas justamente a essa ausência de juntas nessa posição ou, como existem juntas na fachada da frente, as tensões são dissipadas nesse local e, com isso, transmitidas nesse alinhamento para as fachadas laterais. É importante destacar que essas juntas e fissuras estão no alinhamento das janelas, portanto não estão na transição entre pavimentos que evidenciaríamos outras causas.

Figura 5.6 – Fissuras horizontais na continuidade das juntas

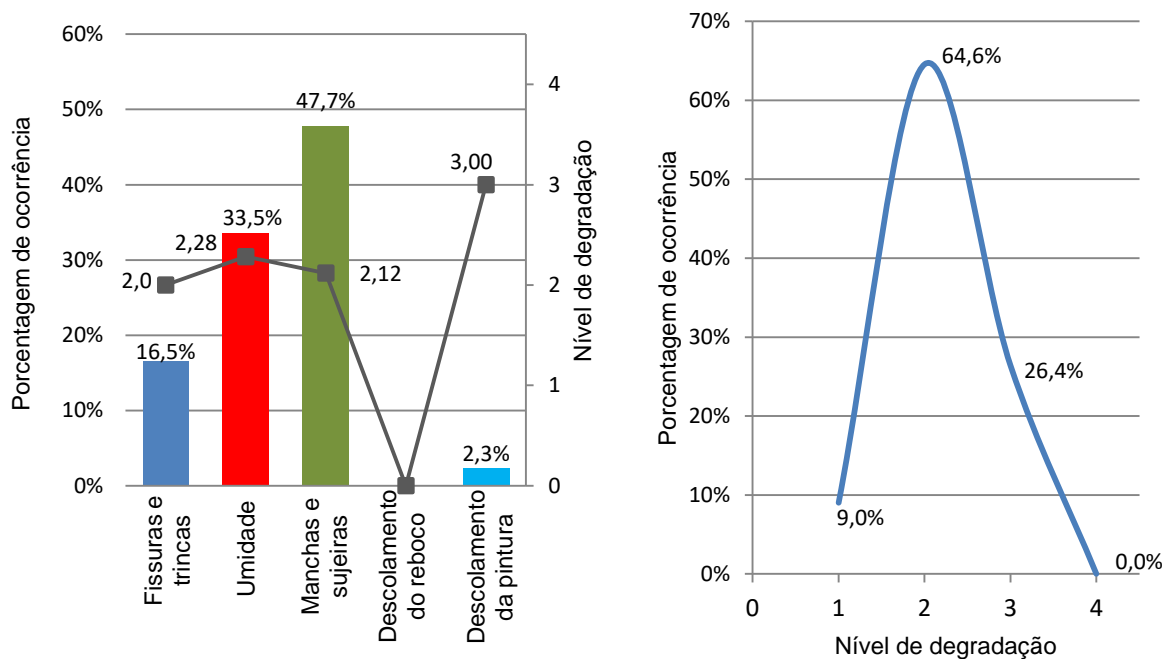


Fonte: A autora (2015).

- Aberturas de ARG1

O gráfico da porcentagem de ocorrência e do nível de degradação das manifestações patológicas e o da porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação estão na Figura 5.7. O nível de degradação médio dessa região foi 2,2.

Figura 5.7 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas de ARG1



Fonte: A autora (2016).

Essa região apresentou um nível menor de degradação. Há uma grande incidência de umidade, manchas e sujeiras ocasionadas também pela ausência de pingadeiras nos peitoris de concreto existentes (Figura 5.8). A maior parte das fissuras ocorre nos vértices das aberturas, inclinadas em 45° , e serão denominadas “fissuras de vértice” (Figura 5.9). Surgem pela concentração de tensões nessa região devido à sobrecarga da alvenaria (THOMAZ, 1989) e ausência de vergas e/ou contravergas, para impedir o alívio desses esforços.

Figura 5.8 – Manchas e umidade abaixo do peitoril de concreto



Fonte: A autora (2015).

Figura 5.9 - Fissuras de vértice nas aberturas

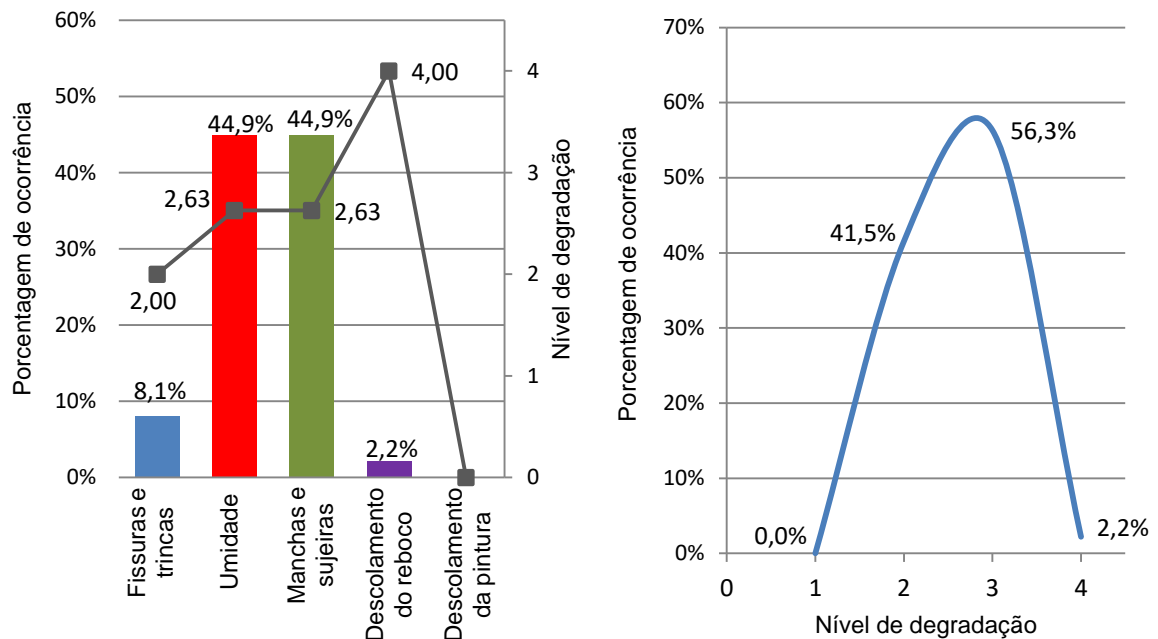


Fonte: A autora (2015).

- Sacadas de ARG1

As sacadas são as varandas do edifício ARG1 e estão localizadas na fachada sudeste. Apresentaram nível de degradação médio de 2,6 e porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas e níveis de degradação, conforme se ilustra na Figura 5.10. Nessa região (Figura 5.11), foram detectadas umidade e manchas que ocorrem devido à ausência de peitoris com pingadeiras, assim como ocorre nas aberturas. Entretanto, como não há peitoris, a intensidade dessas manifestações patológicas é maior do que quando comparada com as das aberturas.

Figura 5.10 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas de ARG1



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.11 – Sacadas com manchas e umidade



Fonte: A autora (2016).

O descolamento do reboco ocorreu de forma pontual em uma das sacadas, como se mostra na Figura 5.12. O descolamento ocorreu no canto inferior da sacada do primeiro pavimento. Foi observada, ao lado desse descolamento, a saída de uma tubulação identificada como drenagem do ralo da varanda. Por meio de entrevistas, constatou-se que nas varandas não existiam esses ralos e que alguns moradores abriram passagem para instalação deles. Isso foi constatado nesse

local, pois a tubulação apresenta sinais de reparos recentes, o que indica que a abertura desse furo para a passagem da tubulação se tornou um local frágil onde as tensões das fachadas atuam e ocasionam as fissuras e, conseqüentemente, desprendimentos do reboco.

Figura 5.12 – Descolamento do reboco na sacada

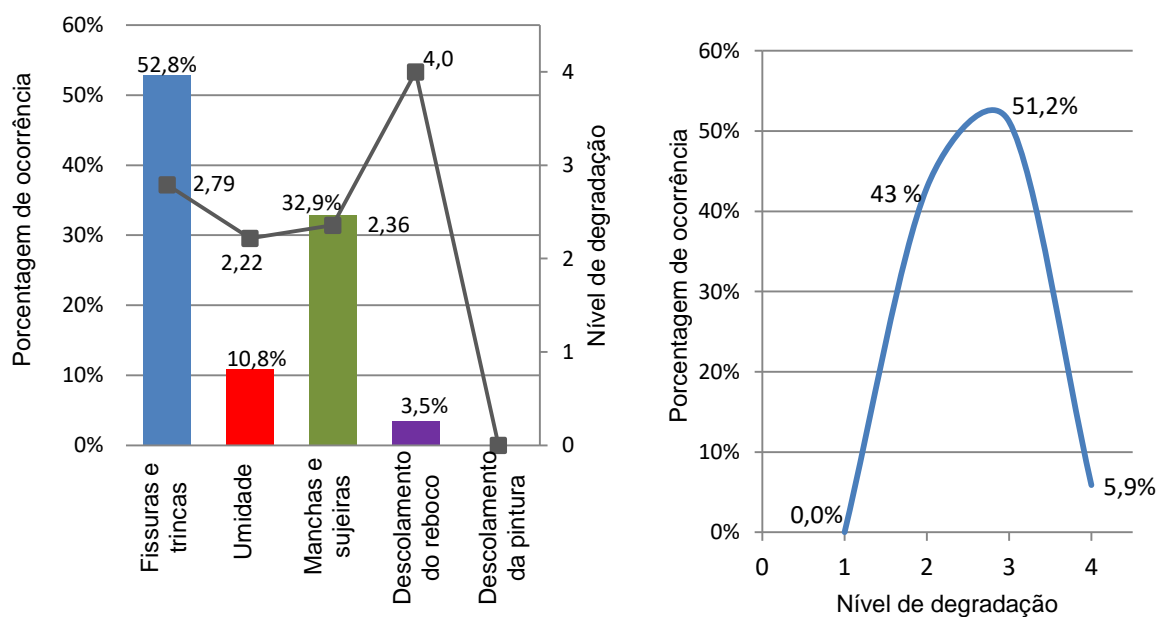


Fonte: A autora (2015).

- Cantos e extremidades de ARG1

Os cantos e extremidades de ARG1 apresentaram resultados de ocorrência de manifestação patológica como mostra a Figura 5.13.

Figura 5.13 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG1



Fonte: A autora (2016).

Nos cantos e extremidades, o nível de degradação médio foi 2,6. A manifestação patológica de maior incidência foram as fissuras, e o nível 3 de degradação foi o de maior ocorrência. Os cantos e as extremidades são locais críticos e, de fato, muito propensos a fissuras (Figura 5.14), quando não executados corretamente e/ou com a degradação do edifício ao longo dos anos ocasionada pela exposição aos agentes externos. A fissura vertical da Figura 5.15 foi possivelmente ocasionada pela movimentação térmica da fachada ou pela movimentação higrotérmica dos materiais. Pode ter ocorrido a expansão dos blocos cerâmicos com elevada resistência à compressão, por absorção de umidade, provocando essa fissura vertical no canto do edifício (STUBBS; PUTTERIL, 1972 apud THOMAZ, 1989).

Figura 5.14 – Fissura na região de cantos e extremidades das fachadas



Fonte: A autora (2015).

Figura 5.15 – Fissuras verticais no canto da fachada



Fonte: A autora (2015).

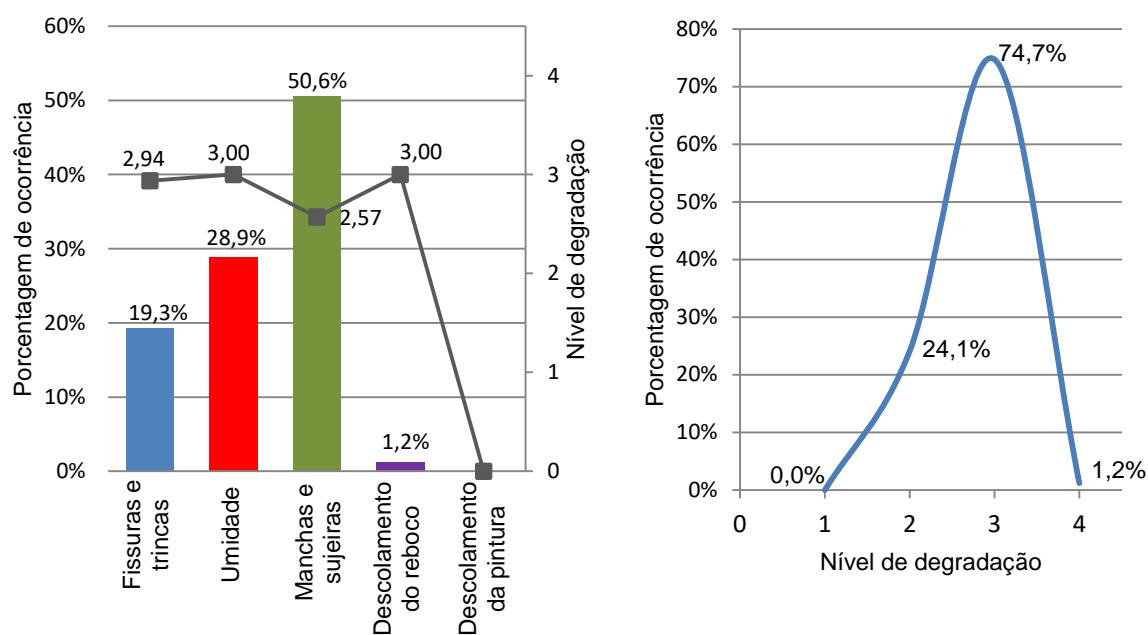
- Juntas de ARG1

Nessa região só foi detectada a presença de umidade com nível de degradação 2 em uma pequena parte no entorno das juntas. É importante destacar que não há juntas na transição entre pavimentos do edifício. Estão presentes apenas na fachada da frente de ARG1, na parte superior e inferior das janelas.

- Transição entre pavimentos de ARG1

Os resultados referentes às transições entre pavimentos estão expostos nos gráficos da Figura 5.16. O nível de degradação obtido da média ponderada foi 2,8.

Figura 5.16 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG1



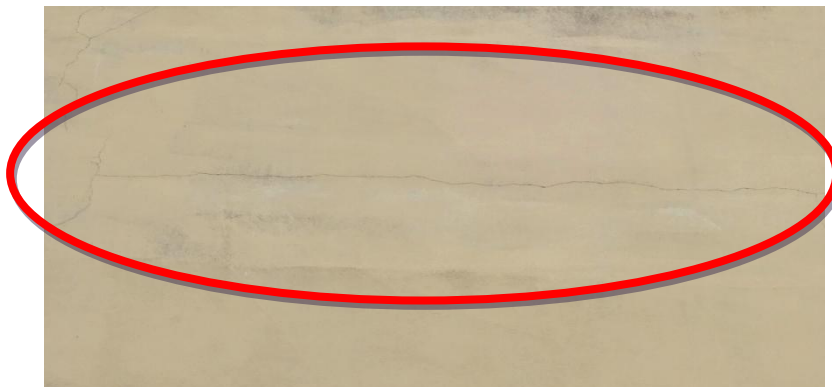
Fonte: A autora (2016).

O nível 3 é o de maior ocorrência nessa região, pois, à exceção das manchas e sujeiras, as demais manifestações patológicas apresentaram níveis próximos de 3. Isso indica que a região não está em um bom estado de conservação.

A umidade, as manchas e sujeiras apresentam as mesmas características observadas nas paredes contínuas. O descolamento do reboco foi apenas pontual

e em uma parte muito pequena da fachada. Já as fissuras e trincas surgem nessa região, pois se trata da interface de três sistemas da edificação: estrutura, alvenaria e revestimento externo.

Figura 5.17 – Fissuras na transição entre pavimentos

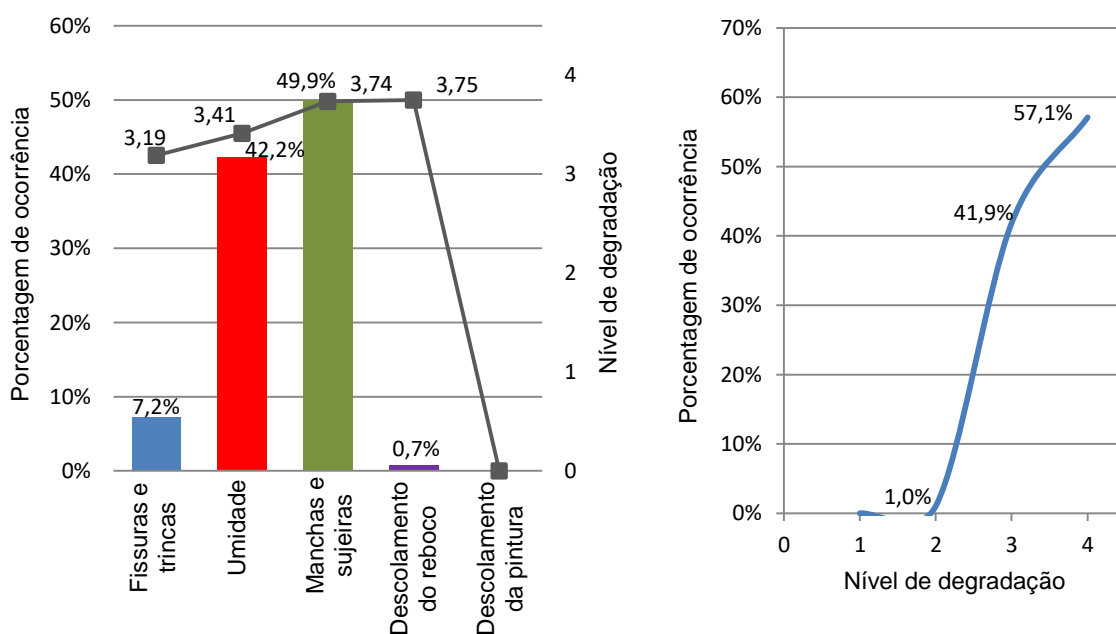


Fonte: A autora (2015).

- Topo de ARG1

Para a região do topo, os resultados estão nos gráficos da Figura 5.18.

Figura 5.18 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG1



Fonte: A autora (2016).

A região do topo apresentou um alto nível de degradação média: 3,6. Esse resultado já era esperado, pois essa região é a que mais sofre os impactos dos agentes externos e de movimentação da própria estrutura. Essa média fica evidenciada no gráfico das porcentagens dos níveis de degradação que foi o único crescente, ou seja, a incidência de manifestações patológicas do nível 4 foi maior do que a dos demais níveis.

A umidade, as manchas e sujeiras apresentam alto nível de degradação e são agravadas por dois motivos: a ausência de pingadeiras nos peitoris de concreto existentes no topo e a infiltração de água da caixa d'água (Figura 5.19).

Figura 5.19 – Topo do edifício ARG1 com umidade e manchas



Fonte: A autora (2015).

O descolamento do reboco e a fissura de maiores intensidades foram observados também na região da caixa d'água, conforme se mostra na Figura 5.20. Essa fissura pode ter causado o descolamento do reboco à medida que foi propagada.

Figura 5.20 – Topo do edifício ARG1 com fissura e descolamento do reboco



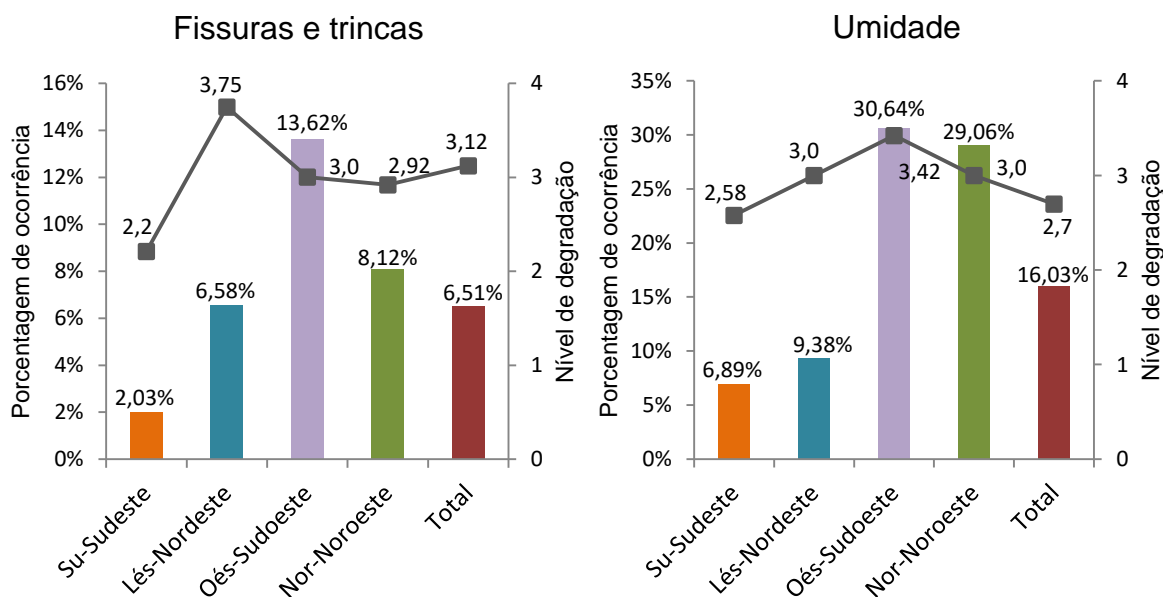
Fonte: A autora (2015).

5.1.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG1

Após a análise da ocorrência de manifestações patológicas por região de fachada, serão apresentados os resultados de cada manifestação patológica em relação às orientações cardeais das fachadas. Para ARG1: fachada su-sudeste (frente); lés-nordeste (lateral direita); oés-sudoeste (lateral esquerda); nor-noroeste (fundos).

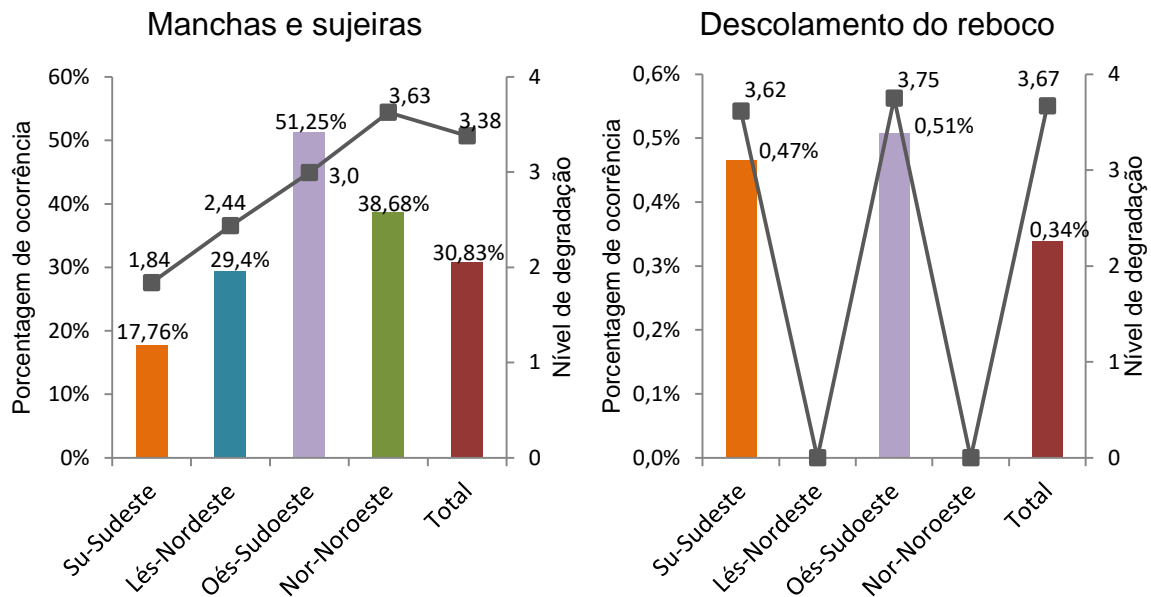
Na Figura 5.21, Figura 5.22 e Figura 5.23, mostram-se os gráficos com a porcentagem de cada manifestação patológica em relação à área de cada fachada e à área total das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas.

Figura 5.21 – Gráficos da porcentagem de fissuras e umidade em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas



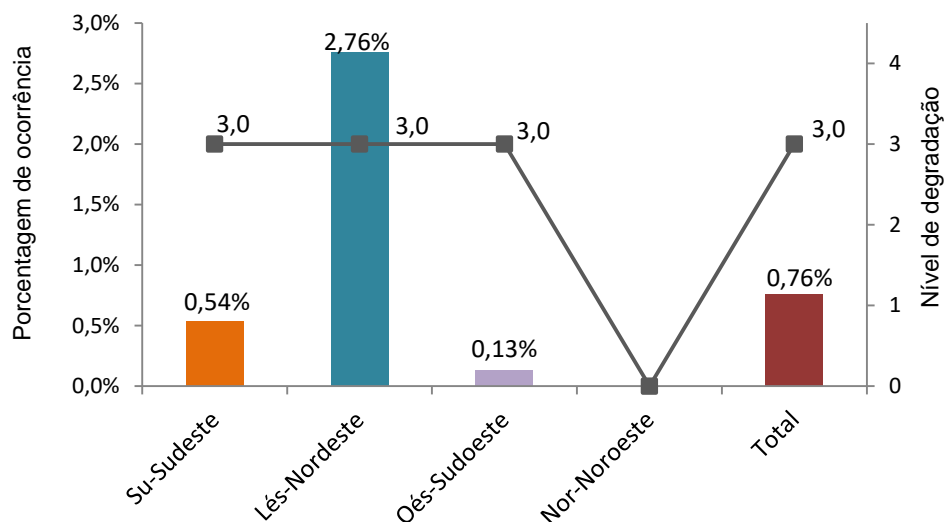
Fonte: A autora (2016).

Figura 5.22 – Gráficos da percentagem de manchas e sujeiras e descolamento do reboco em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.23 – Gráfico da percentagem de descolamento da pintura em relação às áreas das fachadas e o nível de degradação em função da orientação das fachadas



Fonte: A autora (2016).

Observa-se que, à exceção do descolamento da pintura, todas as manifestações patológicas ocorrem em maior quantidade na fachada oés-sudoeste, seguidas da nor-noroeste, lés-nordeste e su-sudeste. Esse resultado já era esperado, pois confirma os IMPs apresentados na Tabela 5.1. Os descolamentos de pintura e

reboco ocorrem em pequena quantidade e a associação com a posição da fachada se torna subjetiva. Já a umidade, manchas e sujeiras e fissuras sofrem maior influência da intensidade solar nas fachadas, o que piora a gravidade delas.

5.1.4 Método do cachimbo de ARG1

Por se tratar de um edifício com 55 anos, as características construtivas são diferentes das existentes hoje. Para a análise do reboco e da pintura, foi utilizado o método do cachimbo. Todos os pontos foram realizados na mesma fachada e com alturas próximas, pois eram os únicos locais acessíveis e com descolamento da pintura para realizar o ensaio sobre o reboco sem danificar mais a fachada. Foram selecionados quatro pontos para a execução do ensaio com as seguintes características (Tabela 5.2):

Tabela 5.2 - Características dos pontos de execução do método do cachimbo em ARG1

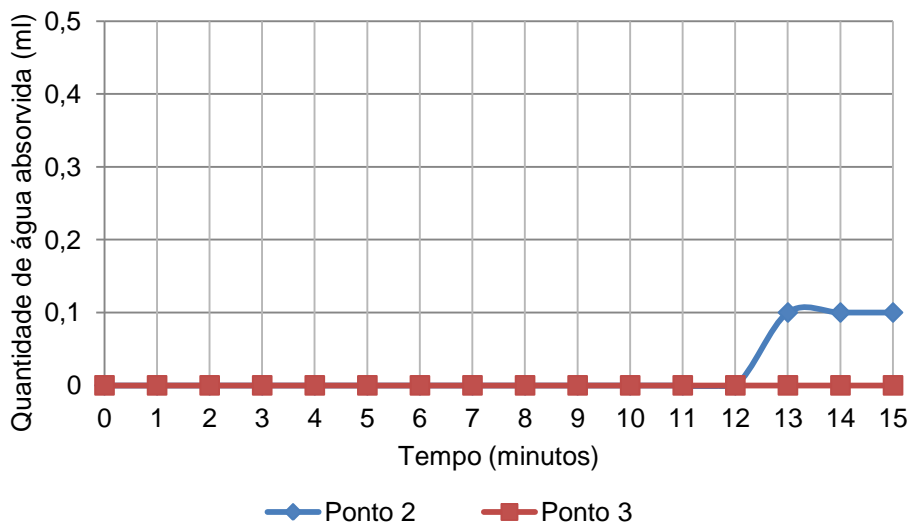
Ponto	Altura do ponto (m)	Característica do revestimento	Localização	Temperatura ambiente	Umidade relativa do ar
1	-	Reboco	Fachada su-sudeste próxima ao nível do solo	27°C	79%
2	1,29	Pintura			
3	1,18	Pintura			
4	0,25	Reboco			

Fonte: A autora (2016).

O ponto 1 foi descartado, pois houve vazamento de água entre a vedação do cachimbo e a parede. Após a realização dos pontos 2, 3 e 4, tentou-se fixar novamente o cachimbo em outros pontos, mas nenhum aderiu corretamente, pois o reboco estava com muitos “farelos” soltos. E ainda não existia uma área grande para teste, pois só podia ser feito no reboco em cujos locais havia descolamento da pintura.

Já os pontos 2 e 3 foram feitos diretamente sobre a pintura e os resultados estão apresentados no gráfico da Figura 5.24.

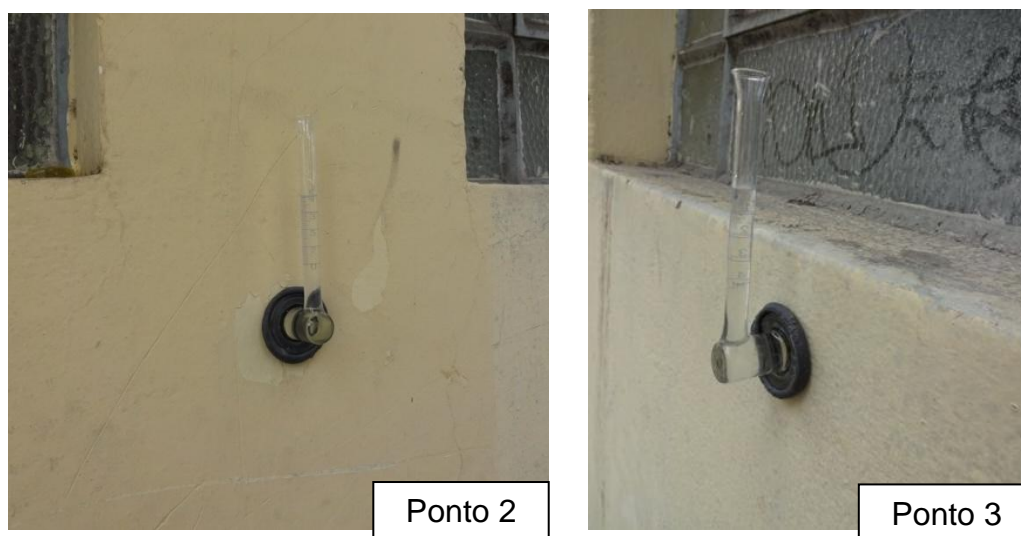
Figura 5.24 – Leituras do método do cachimbo nos pontos 2 e 3 do edifício ARG1



Fonte: A autora (2016).

Como esperado, os pontos de pintura não apresentaram alta absorção de água por esse método. Apenas o ponto 2 apresentou 0,1ml de absorção de água que pode estar relacionado com ausência da primeira camada de tinta, o que deve ter contribuído para a penetração dessa pequena quantidade de água. O local do ponto 2 foi escolhido por apresentar uma superfície mais lisa em relação às demais, que permitiu a melhor fixação do cachimbo. Na Figura 5.25, mostra-se o ensaio em andamento nos pontos 2 e 3.

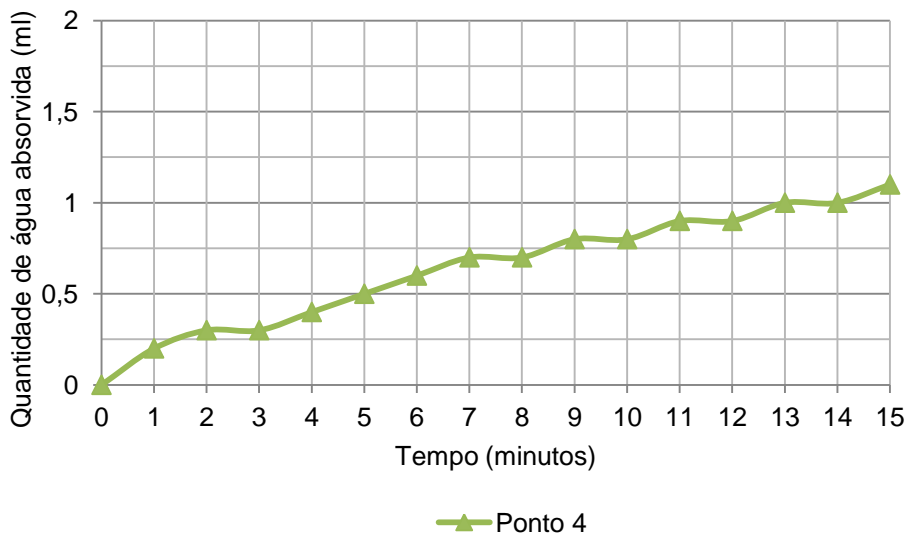
Figura 5.25 - Ensaio do método do cachimbo realizado sobre a pintura de ARG1 nos pontos 2 e 3



Fonte: A autora (2015).

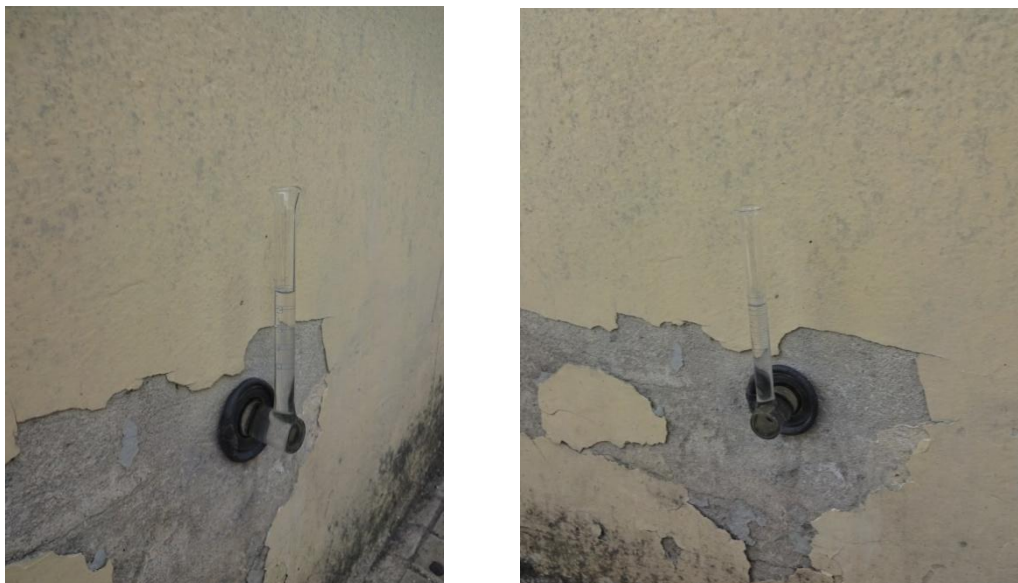
O ensaio realizado diretamente sobre o reboco apresentou os resultados expressos no gráfico da Figura 5.26, referentes ao ponto 4 (Figura 5.27).

Figura 5.26 – Leituras do método do cachimbo no ponto 4 do edifício ARG1



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.27 - Ensaio do método do cachimbo realizado sobre o reboco de ARG1 no ponto 4



Fonte: A autora (2015).

Verifica-se, pelo gráfico, que foi absorvido 1,1ml de água ao longo dos 15 minutos do ensaio. Para esse estudo, é importante analisar as camadas do revestimento existentes nesse edifício, mostradas na Figura 5.28.

Figura 5.28 – Parte do reboco deslocado, permitindo a visualização das camadas do revestimento



Fonte: A autora (2015).

Observa-se a presença de uma camada de emboço que utiliza barro no traço, caracterizado pelo tom avermelhado da argamassa, seguido de outra camada de reboco sem utilizar barro (o reboco visto no ponto 4) e como acabamento a camada de pintura.

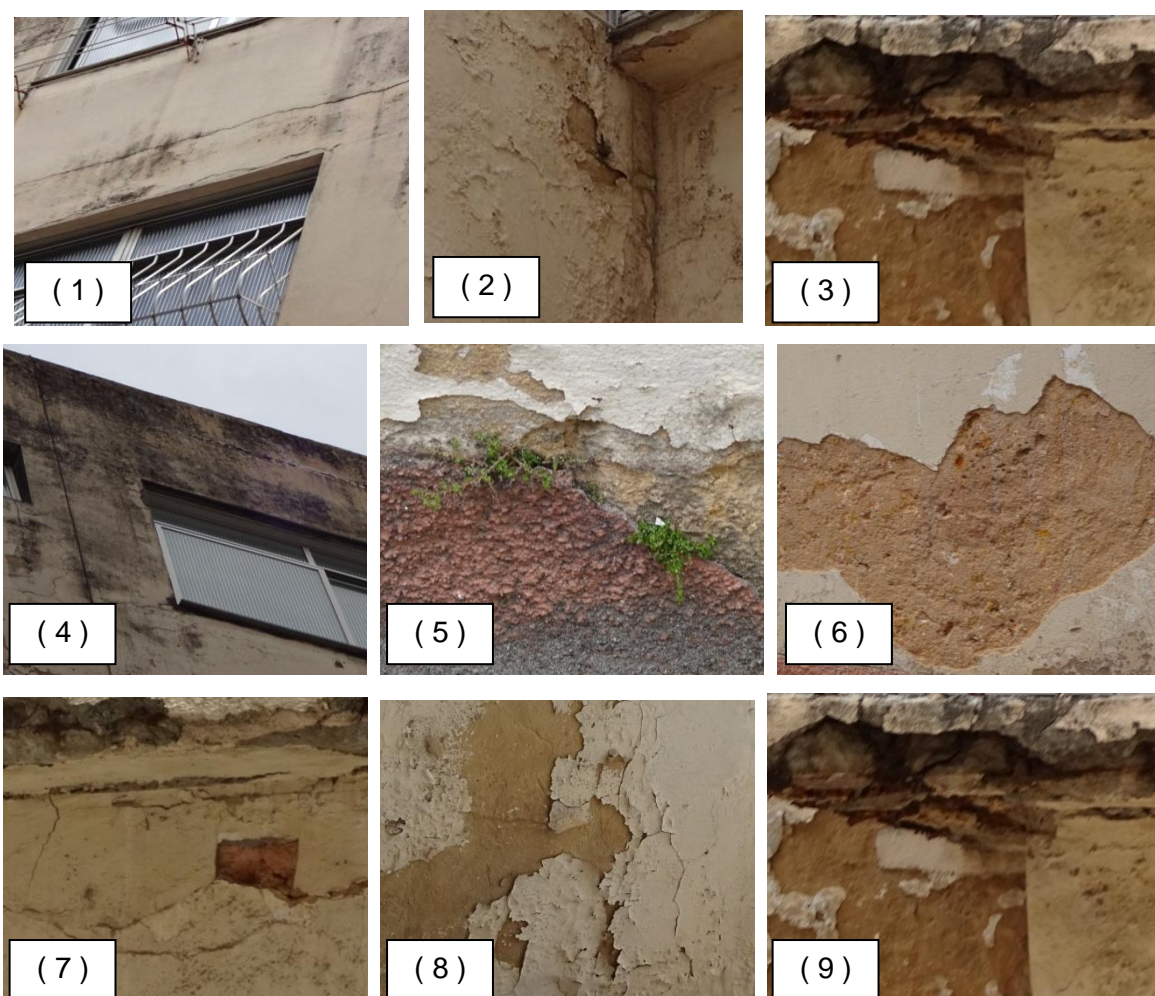
Como pode ser observado na Figura 5.27, o reboco nesse local do edifício não possui barro em sua composição e apresentou absorção de 1,1ml de água ao longo dos 15 minutos do ensaio. Com isso, pode-se comparar com resultados obtidos por Carvalho Junior (2005), que apresentou para reboco de cimento e areia (1:6) 1,7ml aos 15 minutos e para o reboco de cimento, cal e areia (1:1:6) 2,3ml. Já Nascimento (2008) obteve para um traço comparativo de reboco de cimento, cal e areia (1:1:6), 2,85ml aos 15 minutos.

Isso indica que, no ponto 4, o reboco do edifício ARG1 apresenta baixa absorção quando comparada aos resultados dos ensaios encontrados por Carvalho Junior (2005) e Nascimento (2008). Alguns fatores podem ter influenciado para que esse reboco apresentasse menor permeabilidade: espessura da camada; maior teor de cimento; menor relação água/aglomerante; maior resistência da pasta aglomerante (NASCIMENTO, 2008). Contudo, avalia-se que o método do cachimbo deve estar associado à avaliação das camadas do revestimento, pois individualmente fornece poucas informações.

5.2 EDIFÍCIO ARG2

Nas fachadas do edifício ARG2, foram identificados nove tipos de manifestações patológicas: (1) fissuras e trincas; (2) umidade; (3) desagregação do concreto; (4) manchas e sujeiras; (5) vegetação parasitária; (6) vesículas; (7) descolamento do reboco; (8) descolamento da pintura; (9) corrosão. Essas anomalias estão evidenciadas na Figura 5.29.

Figura 5.29 – Manifestações patológicas constatadas em ARG2



Fonte: A autora (2015).

5.2.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG2

Os índices de manifestações patológicas do edifício ARG2 foram calculados para as fachadas nor-nordeste, lés-sudeste e su-sudoeste e para a área total líquida do prédio. Esses resultados são apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Índice de manifestação patológica em ARG2

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Nor-nordeste	199,02	47,56	0,24
Lés-sudeste	88,2	36,06	0,41
Su-sudoeste	246,29	212,01	0,86
Total	533,51	295,63	0,55

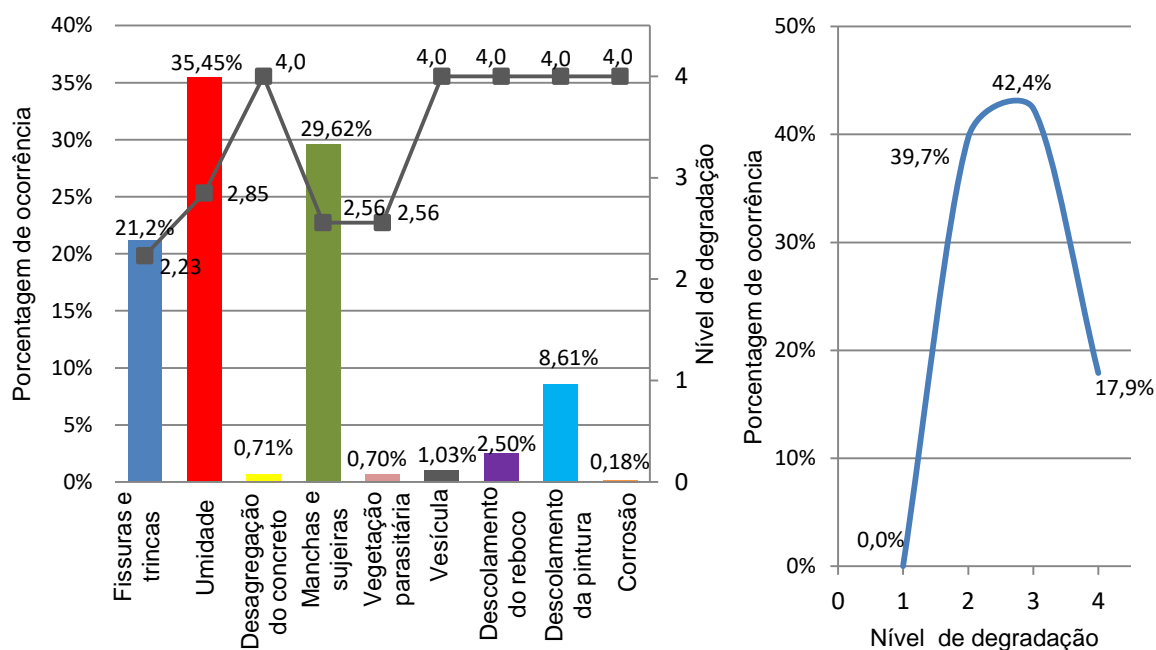
Fonte: A autora (2016).

A fachada nor-nordeste possui o menor IMP, seguida das fechadas lés-sudeste e su-sudoeste. Ao analisar a incidência da radiação solar, a fachada su-sudoeste recebe a menor incidência do Sol mais degradada. Deve-se analisar esse fato considerando outras características, como os tipos de ambientes que estão voltados para essa fachada (banheiros, cozinhas). O edifício ARG2 apresentou um IMP total de 0,49 que será um parâmetro comparativo.

5.2.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG2

Os resultados obtidos do edifício ARG2 estão expressos na Figura 5.30.

Figura 5.30 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação de ARG2



Fonte: A autora (2016).

A partir da curva com a porcentagem de cada nível de degradação, verifica-se que ARG1 possui maior área de anomalias de nível 3, o nível limite de desempenho da edificação. E o nível de degradação obtido por média ponderada do edifício foi 2,78, que corresponde a uma degradação intensa e próxima do limite de Gaspar e Brito (2005).

Verifica-se que as manifestações patológicas de maior ocorrência são a umidade, manchas e sujeiras, fissuras e trincas, o que corresponde a um total de 86,27% das anomalias existentes. Com 8,61% de ocorrência, tem-se o descolamento da pintura, e os danos de desagregação do concreto, vegetação parasitária, vesícula, descolamento do reboco e corrosão ocorrem com incidência menor que 3%. Entretanto, essas manifestações patológicas de menor porcentagem apresentam altos níveis de degradação.

A umidade ocorre no topo pelas características construtivas da edificação, somadas ao fato de ser a região de maior incidência dos agentes externos, como sol e chuva. Ao nível do solo, também foram detectadas umidades pelo contato direto com o solo. Há também a umidade proveniente da parte interna da edificação que aparece com grande intensidade nas regiões das fachadas próximas aos banheiros, cozinhas e áreas de serviços. Essa manifestação patológica propicia o surgimento das vegetações parasitárias detectadas em alguns pontos das fachadas.

As manchas e sujeiras estão basicamente associadas aos locais com ocorrência de umidade e são agravadas pela constante poluição da cidade de Vitória, formada por partículas suspensas de “pó preto”. Outra anomalia intensificada pela presença de umidade é o descolamento da pintura detectado em locais próximos a esse dano.

As fissuras e trincas surgem com níveis de degradação diferenciados em função do local de ocorrência, por exemplo, mais acentuadas na transição entre pavimentos e menos nas paredes contínuas. Já as vesículas estão diretamente ligadas ao tipo de reboco existente, com composição considerável de barro.

O descolamento do reboco e a desagregação do concreto, mesmo em pequenas quantidades, quando comparados às demais anomalias, foram detectados em locais de risco para os moradores do edifício e, com isso, futuros desprendimentos se tornam perigosos. A corrosão, que é uma das causas para o deslocamento do concreto, aparece nos mesmos locais desse dano.

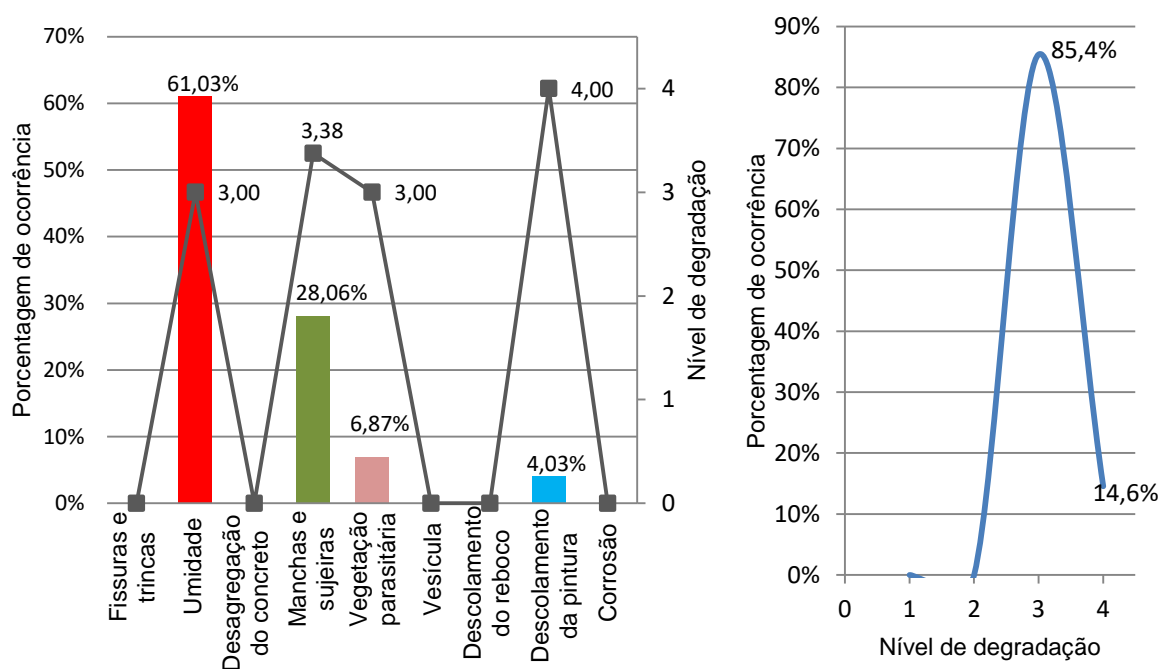
5.2.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de ARG2

A seguir serão apresentados os resultados por região de fachada. Entretanto, como o edifício não possui juntas, serão apenas sete regiões.

- Nível do solo de ARG2

A região do nível do solo foi considerada para as três fachadas estudadas, visto que o primeiro andar de apartamento está ao nível da rua. Na Figura 5.31, mostram-se os resultados dessa região.

Figura 5.31 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação ao nível do solo de ARG2

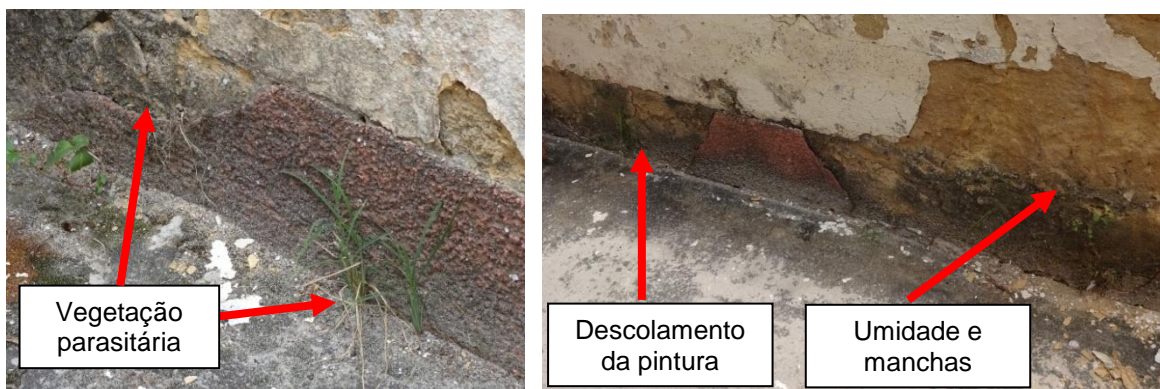


Fonte: A autora (2016).

Observa-se que o nível 3 de degradação é o de mais ocorrência ao nível do solo com 85,4% e os outros 14,6% são de nível 4. Isso demonstra que as manifestações patológicas que ocorrem nessa região estão com degradação avançada e urgência de manutenção. Com nível de degradação média de 3,15, essa região já ultrapassou o seu limite de vida útil.

Foram detectadas umidade, manchas, vegetação parasitária e descolamento da pintura (Figura 5.32). A ocorrência dessas manifestações patológicas está associada à grande umidade presente nessa região. Essa umidade é ocasionada pelo contato direto com o nível da rua e essa edificação não possui nenhum tipo de proteção, como marquise, varandas ou outros elementos que impeçam a incidência direta dos agentes externos nesses locais. Esses fatores são agravados pela ausência de manutenção nas fachadas que se degradam ao longo dos anos.

Figura 5.32 – Manifestações patológicas detectadas ao nível do solo em ARG2

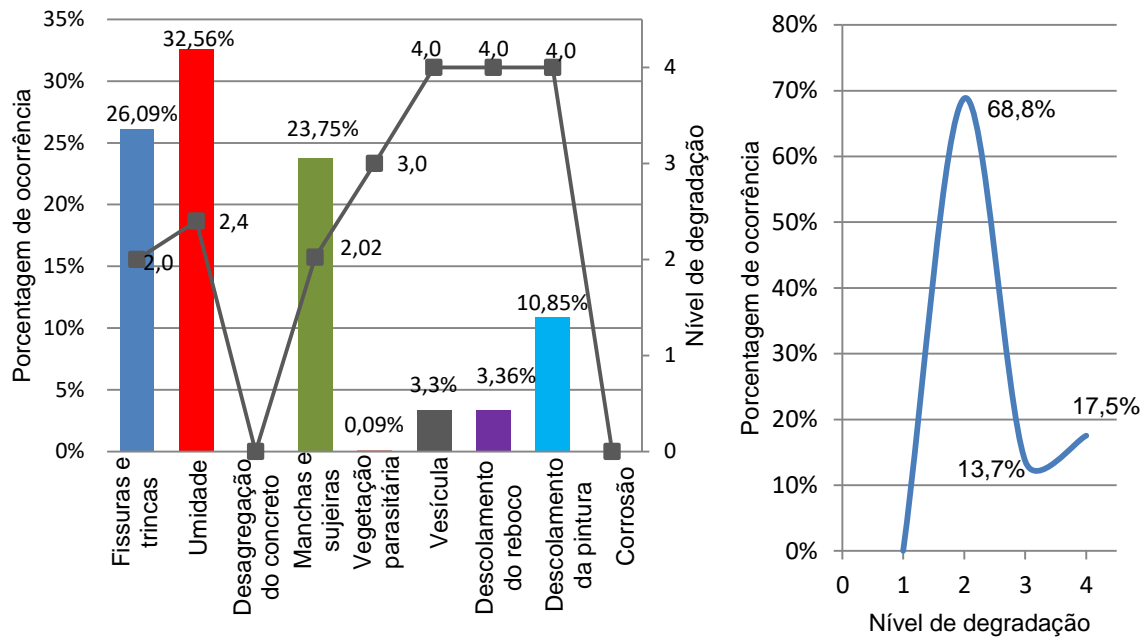


Fonte: A autora (2015).

- Paredes contínuas de ARG2

As paredes contínuas possuem sete tipos de manifestações patológicas, conforme se ilustra na Figura 5.33, com nível de degradação médio de 2,49. E apresentaram maior ocorrência de danos com degradação de nível 2.

Figura 5.33 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas de ARG2



Fonte: A autora (2016).

Similarmente ao resultado apresentado para o edifício todo, nas paredes contínuas, as fissuras, umidades e manchas e sujeiras ocorrem em maior quantidade, mas em menor intensidade de degradação. Já os descolamentos do reboco e da pintura, mesmo em menor quantidade, estão com nível médio de degradação igual a 4.

As fissuras são típicas de retração do reboco nessa região. Já a umidade é proveniente, em grande parte, dos banheiros e cozinhas. O descolamento da pintura e manchas estão nos locais onde ocorre a umidade. Na Figura 5.34, mostra-se a presença, nessa região, de umidade e descolamento da pintura na parede do banheiro.

Figura 5.34 – Umidade e descolamento da pintura em ARG2

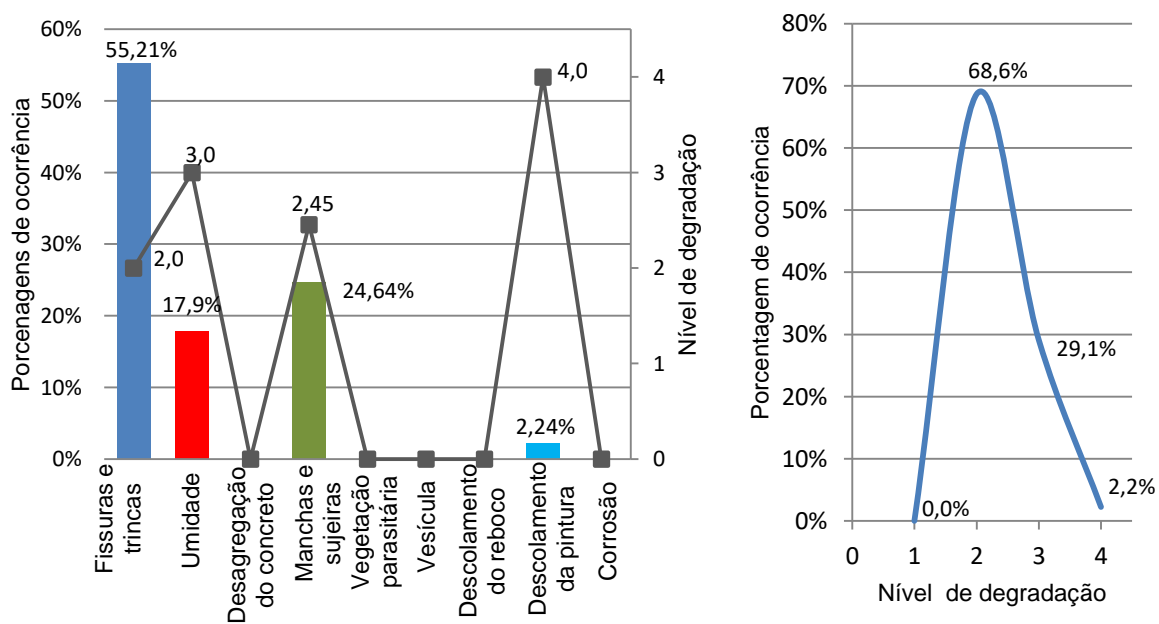


Fonte: A autora (2015).

- Aberturas de ARG2

Os resultados obtidos para as aberturas (nível de degradação médio de 2,34) são apresentados nos gráficos da Figura 5.35.

Figura 5.35 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas de ARG2



Fonte: A autora (2016).

As aberturas possuem o total de manifestações patológicas incidentes nessa região, 55,21% de fissuras. Essas fissuras de vértice são caracterizadas por ocorrerem, nas quinas das aberturas e na diagonal, fissuras horizontais acima das janelas, conforme se mostra na Figura 5.36. Já as fissuras horizontais provavelmente são originadas pela movimentação do reboco nesse local.

Figura 5.36 – Fissura horizontal acima da janela e de vértice em ARG2



Fonte: A autora (2015).

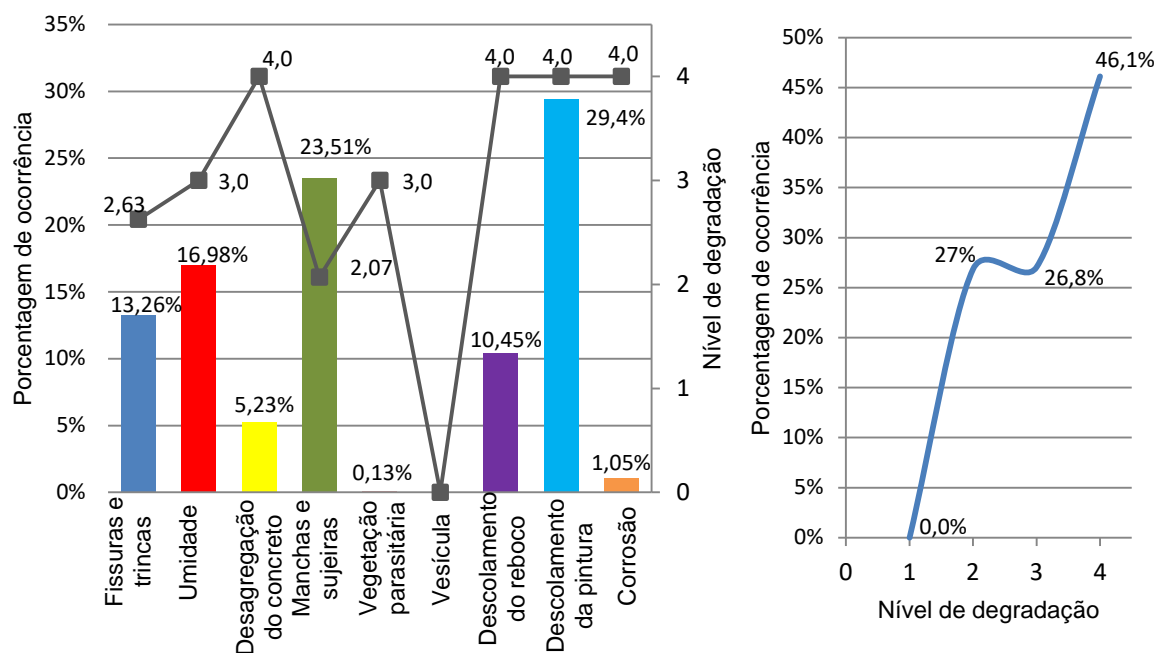
Os danos de umidade, manchas e sujeiras e descolamento da pintura ocorrem somente na fachada su-sudoeste e no entorno das janelas das cozinhas e banheiros.

O nível de degradação 2 é o de maior ocorrência, pois as fissuras de vértice são suaves e representam a maior parte das fissuras existentes. A porcentagem de 29,1% de nível 3 está associada à da umidade e das manchas e os 2,2% à do descolamento da pintura.

- Sacadas de ARG2

Nas sacadas, foram detectadas quase todas as manifestações patológicas presentes em ARG2, à exceção das vesículas. Essa região apresentou nível de degradação médio alto, de 3,19. Os resultados estão apresentados nos gráficos da Figura 5.37.

Figura 5.37 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas de ARG2



Fonte: A autora (2016).

As sacadas correspondem às áreas de serviço dos apartamentos e estão localizadas na fachada su-sudoeste. O nível de degradação dessa região é alto e supera o limite de vida útil. Esse nível é elevado em função dos níveis de grande parte das manifestações patológicas apresentar números próximos de 3 e 4, sendo apenas as manchas e sujeiras de intensidade menor.

A umidade pode ser associada à infiltração de água proveniente dos tanques das áreas de serviço que estão localizados nas sacadas. O descolamento da pintura e as manchas são decorrentes dessa umidade constante e essas duas anomalias com a umidade correspondem a 70% das manifestações patológicas nas sacadas. Na Figura 5.38, mostra-se uma sacada bastante deteriorada, com descolamento da pintura em quase toda sua extensão e descolamento do reboco pontual.

Figura 5.38 – Descolamento da pintura e do reboco em uma sacada de ARG2



Fonte: A autora (2015).

As fissuras, correspondentes a 13,26% das manifestações patológicas, estão relacionadas à movimentação térmica e à presença de umidade no local. Ocorrem de maneiras diferenciadas – na horizontal, diagonal, vertical – como apresentada na Figura 5.39 (a). A desagregação do concreto ocasionada pela expansão do aço corroído ocorre nas bases das janelas e grades, como indicado na Figura 5.39 (b).

Figura 5.39 – Fissuras em uma sacada e locais de corrosão e desagregação do concreto em ARG2

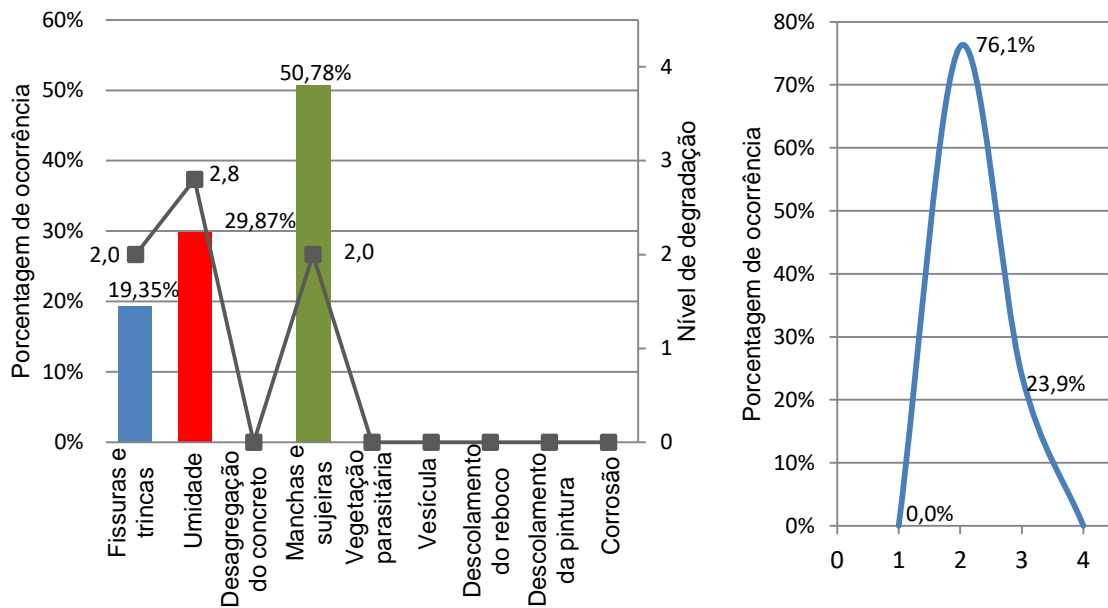


Fonte: A autora (2015).

- Cantos e extremidades de ARG2

Os resultados para a região de cantos e extremidades relacionados à porcentagem de ocorrência de manifestações patológicas e níveis de degradação estão nos gráficos da Figura 5.40.

Figura 5.40 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG2



Fonte: A autora (2016).

Essa região apresentou índice de degradação média de 2,24, com 76,1% de degradação de nível 2 e o restante de nível 3. As manifestações patológicas detectadas foram fissuras, umidade e manchas.

- Transição entre pavimentos de ARG2

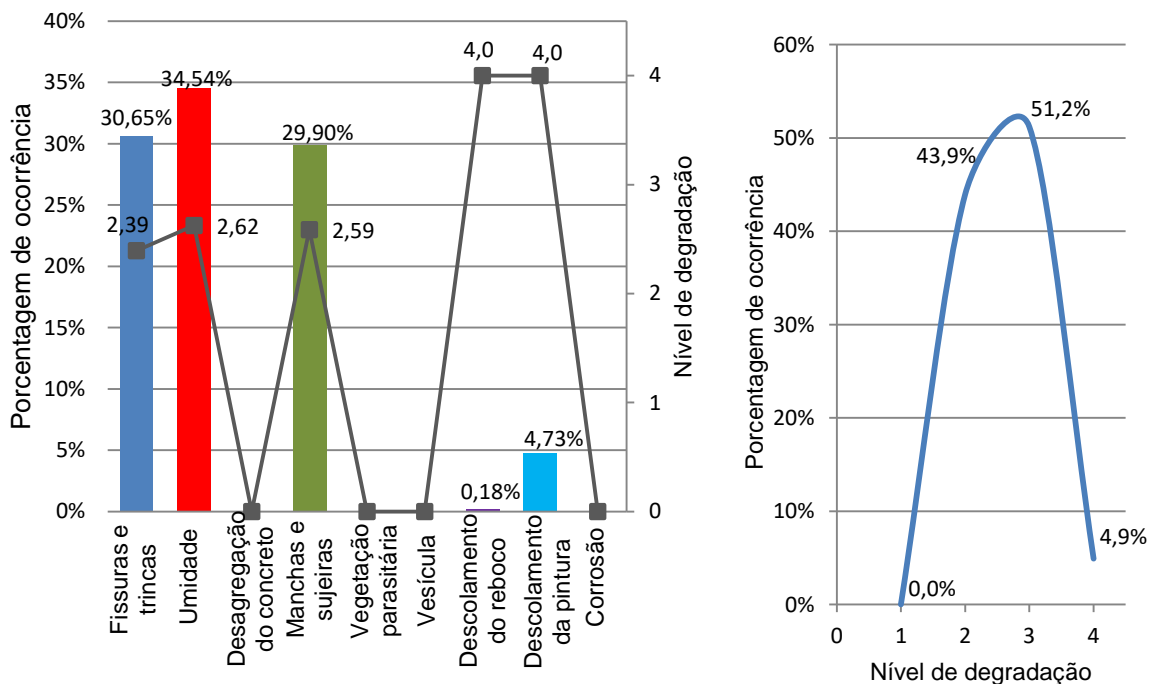
Na transição entre pavimentos (nível de degradação médio de 2,61) foram detectadas as manifestações patológicas recorrentes de ARG2: umidade, manchas, fissuras e descolamento do reboco. Mas, nessa região, destacam-se que as fissuras são características da movimentação diferenciada dos materiais concreto e alvenaria (Figura 5.41). Os resultados das porcentagens de ocorrência e níveis de degradação estão na Figura 5.42.

Figura 5.41 – Fissura na transição entre pavimentos de ARG2



Fonte: A autora (2015).

Figura 5.42 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos de ARG2

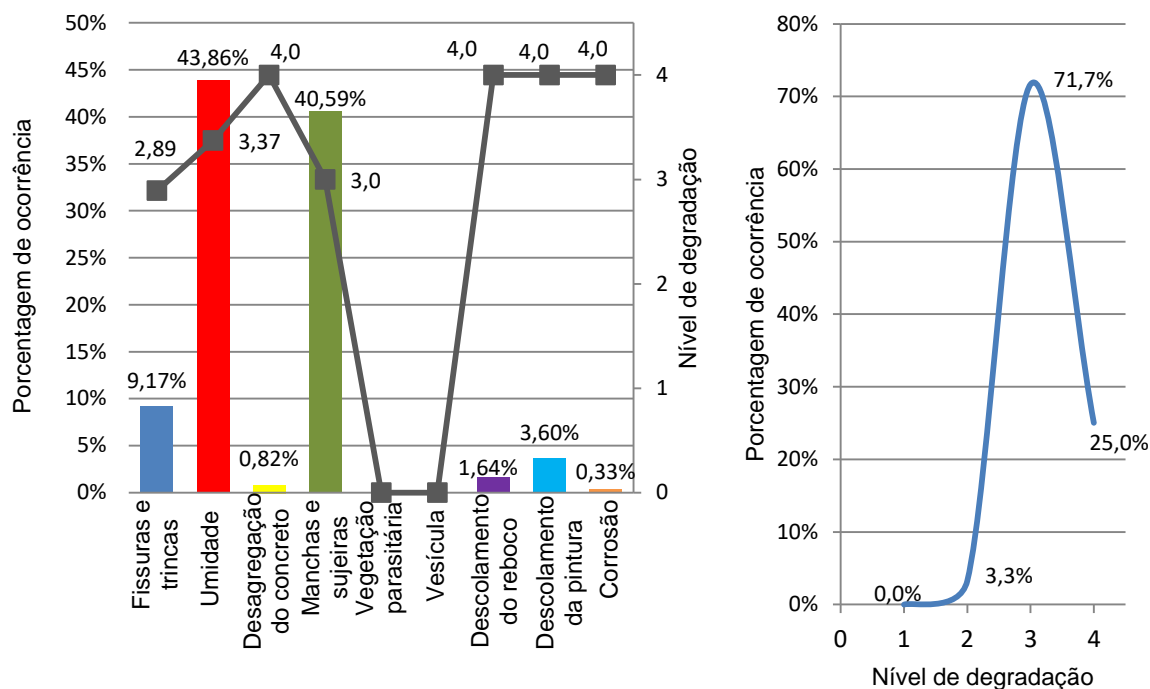


Fonte: A autora (2016).

- Topo de ARG2

A região do topo de ARG2 possui nível de degradação médio de 3,22 e os resultados da incidência de manifestações patológicas e os respectivos níveis estão na Figura 5.43.

Figura 5.43 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades de ARG2



Fonte: A autora (2016).

A partir da curva da incidência do nível de degradação, verifica-se que os níveis 3 e 4 correspondem a 96,7%, o que indica deterioração elevada nessa região.

Em relação às manifestações patológicas, o deslocamento do reboco, a desagregação do concreto, a corrosão e o descolamento da pintura apresentam baixa ocorrência (aproximadamente 7% do total) em comparação com as outras anomalias. Entretanto, são manifestações patológicas de nível de deterioração alto, com urgência de reparos, que causam riscos aos transeuntes em caso de deslocamento do revestimento.

A umidade, manchas e sujeiras equivalem a 84,45% do total. Esse resultado é esperado em regiões de topo, mas o agravante é o estado de degradação em que se encontra essa região em ARG2. Já as fissuras possuem diversas geometrias, mas destacam-se as horizontais, observadas na Figura 5.44.

Figura 5.44 – Região do topo nas fachadas de ARG2

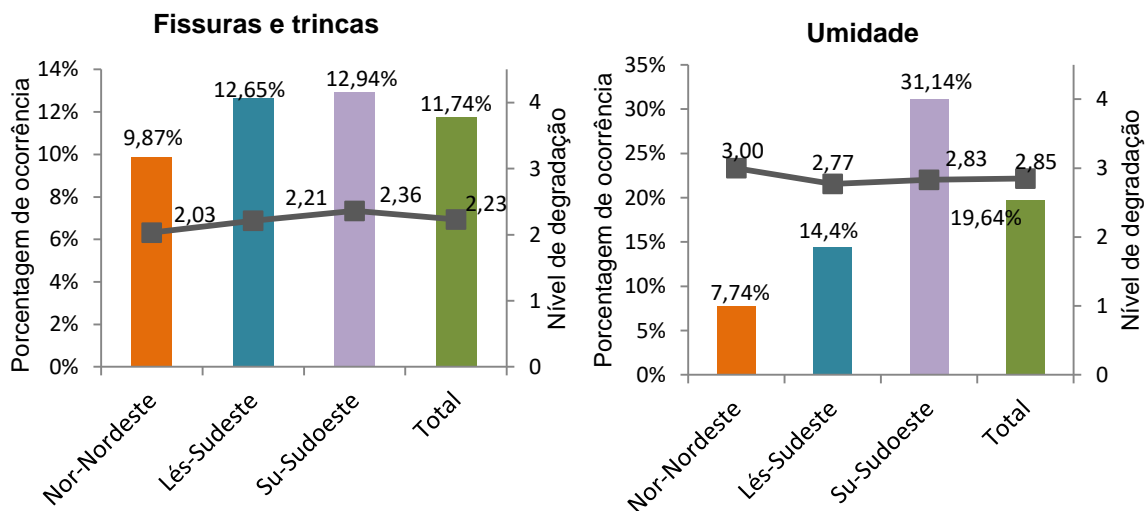


Fonte: A autora (2015).

5.2.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG2

Os gráficos com a porcentagem de cada manifestação patológica por orientação de fachada estão detalhados na Figura 5.45, Figura 5.46 e Figura 5.47.

Figura 5.45 – Fissuras e trincas e umidade em ARG2



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.46 – Desagregação do concreto, manchas e sujeiras, vegetação parasitária, vesícula, descolamento do reboco e descolamento da pintura em ARG2

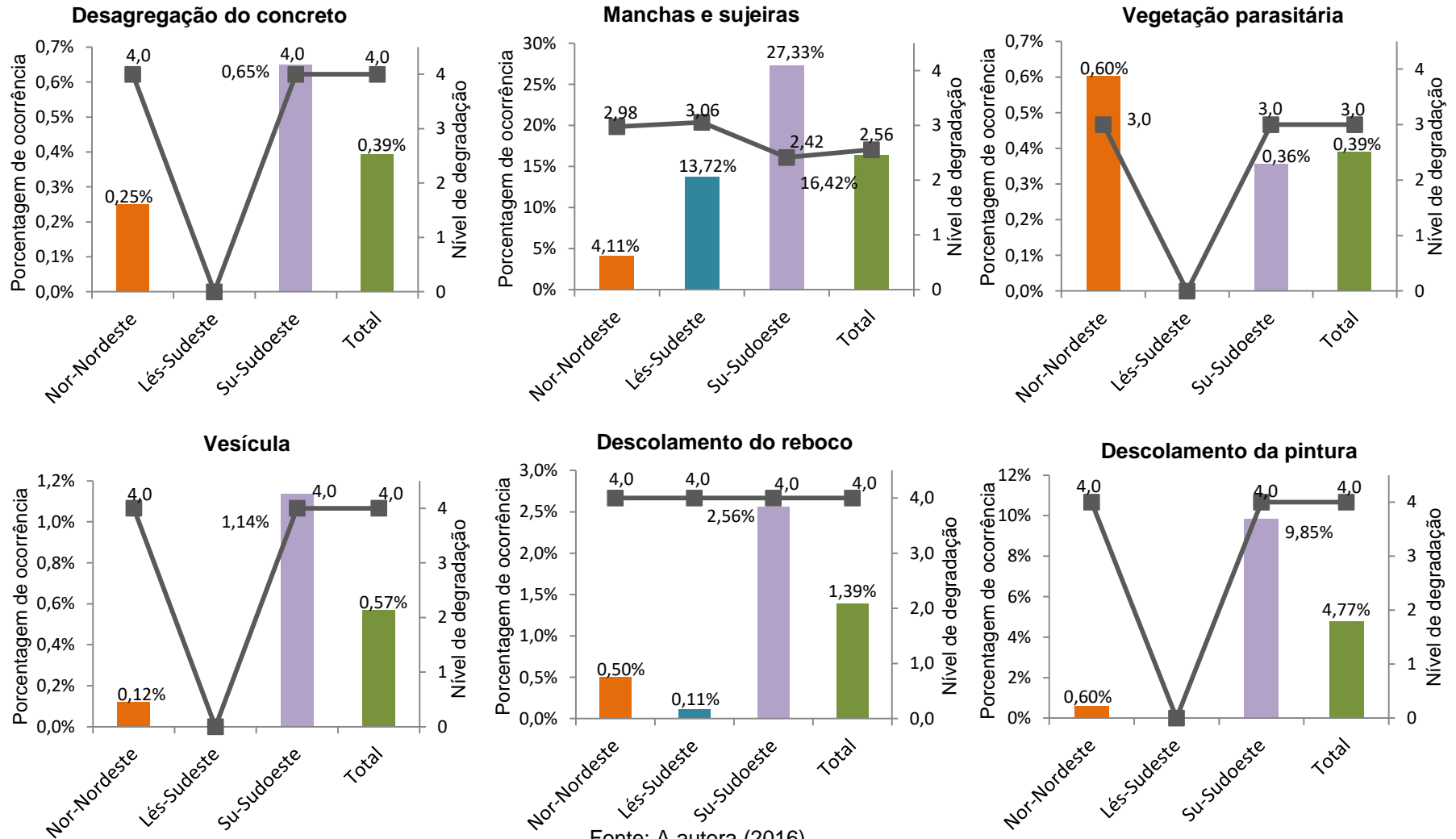
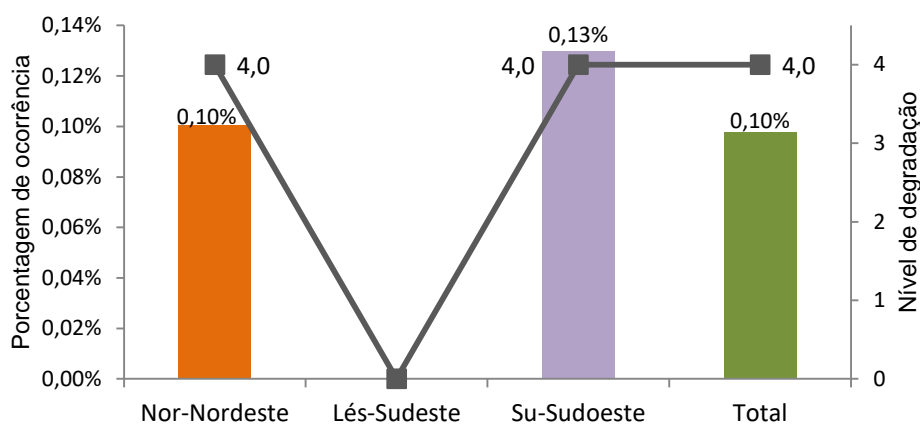


Figura 5.47 – Corrosão em ARG2



Fonte: A autora (2016).

À exceção da vegetação parasitária, todas as manifestações patológicas ocorrem em maior quantidade na fachada su-sudoeste. Como já descrito, esse fator pode ser associado ao que pode ser considerado o fator principal nesse edifício: a infiltração de água proveniente dos apartamentos. Essas infiltrações das cozinhas, áreas de serviço e banheiros aumentam a ocorrência de umidade, manchas e descolamento da pintura.

As fissuras aparecem com porcentagens similares nas três fachadas, o que indica que essa manifestação patológica está associada às características construtivas da edificação, mas podem ser agravadas por outros fatores.

As demais manifestações patológicas ocorrem em menor quantidade e sua análise em relação à orientação das fachadas é apenas visual, ou seja, não é possível correlacionar a ocorrência com a posição nas fachadas.

5.2.4 Método do cachimbo de ARG2

O método do cachimbo para avaliar a permeabilidade do revestimento no edifício ARG2 foi realizado em quatro pontos com características apresentadas na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Características dos pontos do método do cachimbo em ARG2

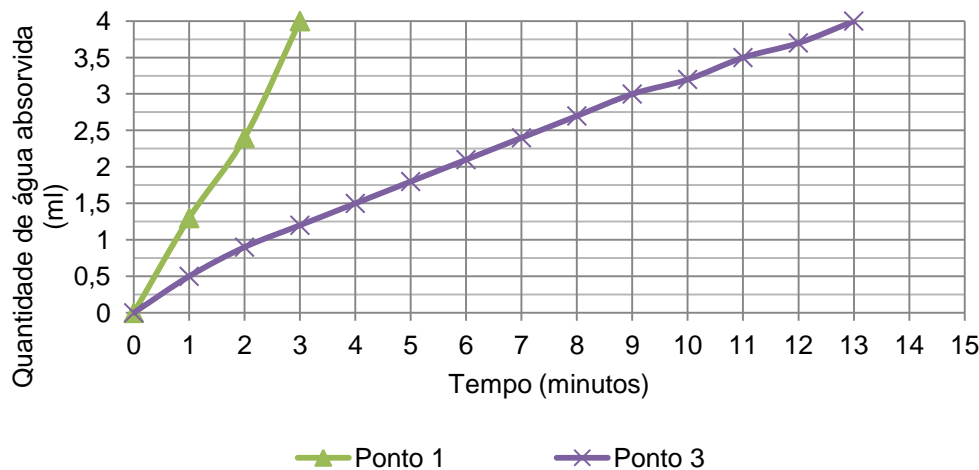
Ponto	Altura do ponto (m)	Característica do revestimento	Localização	Temperatura ambiente	Umidade relativa do ar
1	1,60	Reboco	Fachada su-sudoeste	27°C	70%
2	1,46	Pintura			
3	1,02	Reboco			
4	1,31	Pintura			

Fonte: A autora (2016).

Todos os pontos foram feitos no primeiro pavimento com alturas medidas com base no nível do solo. A fachada su-sudoeste foi a selecionada, por se tratar da fachada que aparentemente, no momento da vistoria, estava com maior incidência de manifestações patológicas e possuía pequenas regiões de descolamento da pintura que viabilizariam o ensaio.

No gráfico da Figura 5.48, mostram-se os resultados, para os pontos 1 e 3, do ensaio do cachimbo.

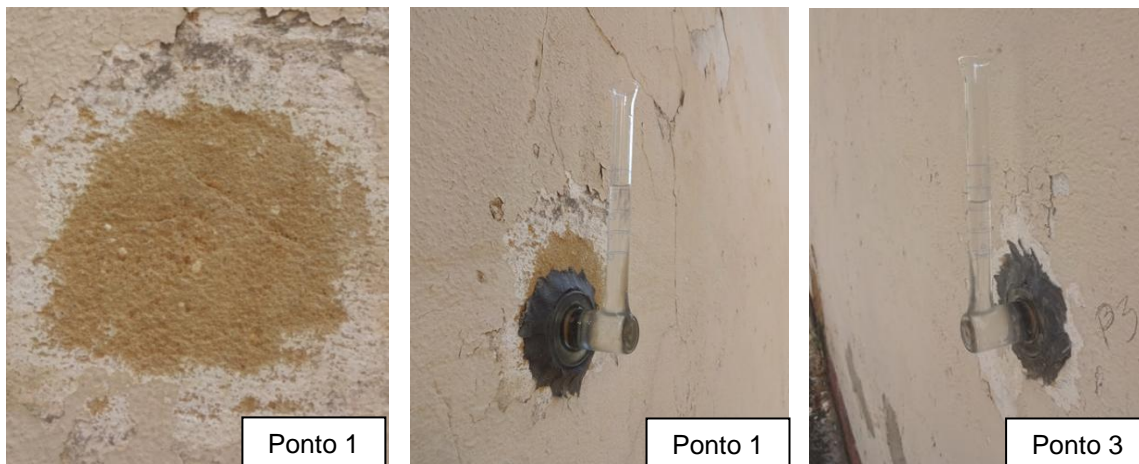
Figura 5.48 – Absorção de água em função do tempo nos pontos 1 e 3 em ARG2



Fonte: A autora (2016).

Verifica-se que o ponto 1 (Figura 5.49) absorveu a água total do ensaio em apenas três minutos. Esse resultado não corresponde a uma característica apenas do reboco, pois o entorno do local apresentava torrões de argila e microfissuras, o que indica que poderia haver microfissuras também no ponto do ensaio que não foram vistas. Essa grande quantidade de água absorvida em um pequeno tempo também foi associada por Paravisi (2008) à presença de fissuras muito pequenas.

Figura 5.49 – Local de realização do ponto 1 com torrões de argila e microfissuras e método do cachimbo em andamento em ARG2 nos pontos 1 e 3

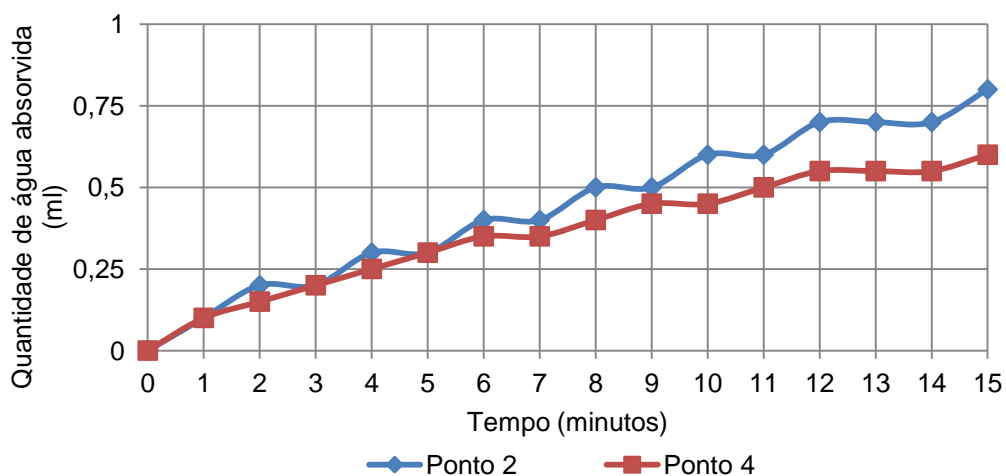


Fonte: A autora (2015).

Já o local de ensaio do ponto 3 foi diretamente sobre o reboco e não apresentava fatores que pudessem alterar o resultado. Com base no gráfico, observa-se que o ponto 3 absorveu a água total do ensaio em 13 minutos. Esses resultados já eram esperados pela característica porosa do reboco e com a presença de argila na sua composição. Esses fatores foram empecilhos para a realização do ensaio em outros pontos, pois dificultavam a fixação do cachimbo sobre esse revestimento irregular.

Os resultados dos pontos realizados sobre o revestimento de pintura de ARG2 estão no gráfico da Figura 5.50.

Figura 5.50 – Absorção de água em função do tempo nos pontos 2 e 4 de ARG2



Fonte: A autora (2016).

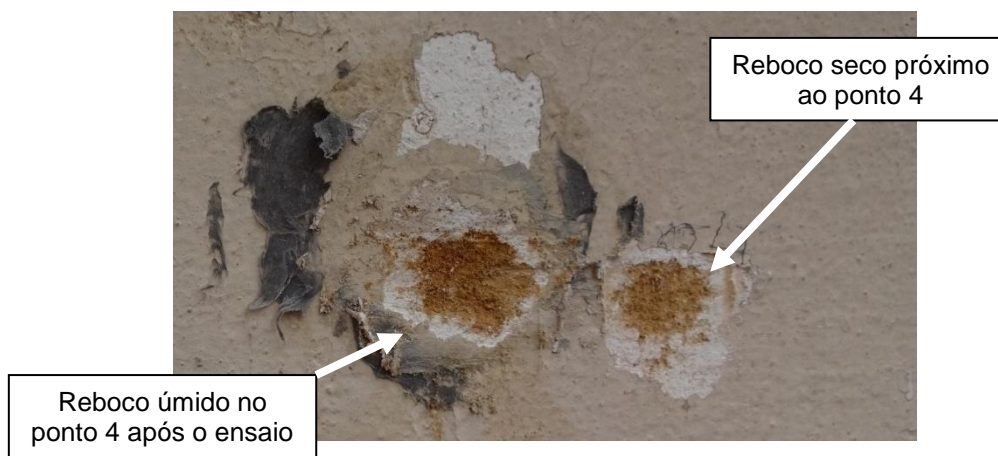
Estes dois pontos (Figura 5.51) apresentaram entre 0,5ml e 1ml de absorção da água ao longo de 15 minutos. Para verificar se o local realmente estava absorvendo a água, após o ensaio foi retirada a camada de pintura e constatou-se que o reboco estava úmido no ponto, conforme pode ser visto na Figura 5.52.

Figura 5.51 – Método do cachimbo em andamento em ARG2 nos pontos 2 e 4



Fonte: A autora (2015).

Figura 5.52 – Reboco úmido no local do ponto 4 após o ensaio



Fonte: A autora (2015).

5.3 EDIFÍCIO ARG3

No edifício ARG3, foram detectados oito tipos de manifestações patológicas (Figura 5.53): (1) fissuras e trincas; (2) umidade; (3) desagregação do concreto; (4) manchas e sujeiras; (5) vegetação parasitária; (6) descolamento do reboco; (7) descolamento da pintura; (8) corrosão.

Figura 5.53 – Manifestações patológicas constatadas em ARG3



Fonte: A autora (2016).

5.3.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de ARG3

Na Tabela 5.5, mostram-se as áreas líquida e degradada de cada fachada (leste, sul, norte e oeste) e a área líquida total. Também são apresentados os respectivos índices de manifestações patológicas.

Tabela 5.5 – Índice de manifestação patológica em ARG3

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Leste	382,7	120,25	0,31
Sul	2160,41	356,12	0,16
Norte	1591,3	292,38	0,18
Oeste	381	73,314	0,19
Total	4515,39	842,064	0,19

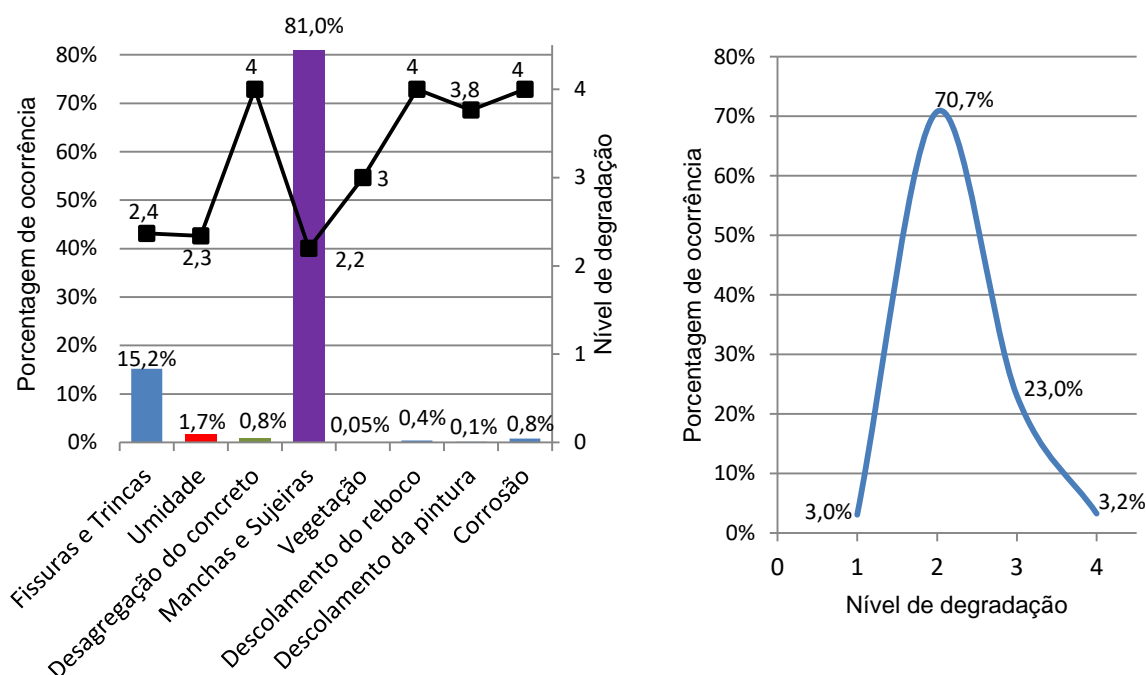
Fonte: A autora (2016).

Observa-se que a fachada mais degradada, analisada por meio desse índice, é a fachada leste (frente) e a menos degradada é a fachada sul (lateral esquerda). As fachadas norte e oeste apresentam índices intermediários e próximos. O índice de degradação total de 0,19 é baixo; entretanto, as análises a seguir detalham melhor a real situação do edifício.

5.3.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em ARG3

Quanto à incidência das manifestações patológicas detectadas em ARG3 (Figura 5.54), apresentam-se os gráficos com as porcentagens de ocorrência de manifestações patológicas e a porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação. O nível de degradação médio do edifício ARG3 foi 2,26.

Figura 5.54 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação



Fonte: A autora (2016).

Verifica-se, pelos gráficos, que as manchas e sujeiras ocorrem com maior porcentagem (81%), seguidas das fissuras e trincas com 15% de ocorrência, mas com níveis de degradação médios baixos, de 2,2 e 2,4, respectivamente. A umidade ocorre em apenas alguns pontos e com nível de degradação médio de

2,3. Já a desagregação do concreto, a corrosão, a vegetação, o descolamento do reboco e o descolamento do reboco, apesar da baixa ocorrência, possuem altos níveis de degradação médios, entre 3 e 4.

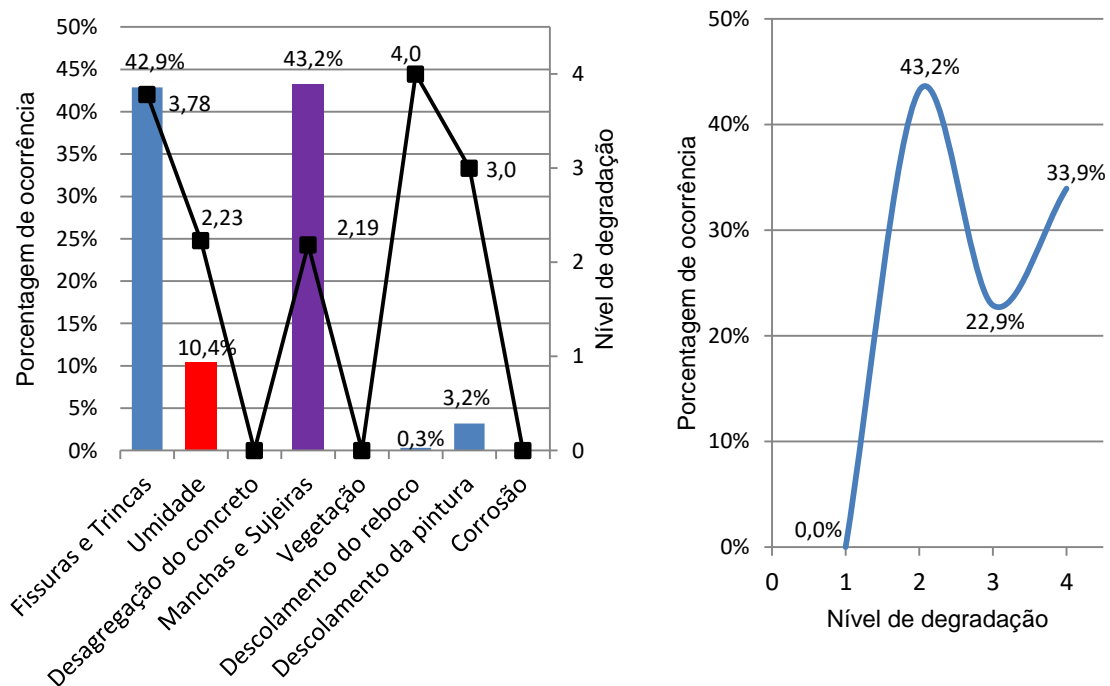
5.3.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de ARG3

Por região de fachada, serão identificadas as ocorrências das manifestações patológicas e dos níveis de degradação.

- Nível do solo de ARG3

A região do nível do solo está localizada em quase toda a extensão das fachadas e no pavimento térreo, onde se localizam a portaria e outras áreas de uso comum. Na Figura 5.55, mostram-se os gráficos com a ocorrência das manifestações patológicas e dos níveis de degradação nessa região das fachadas.

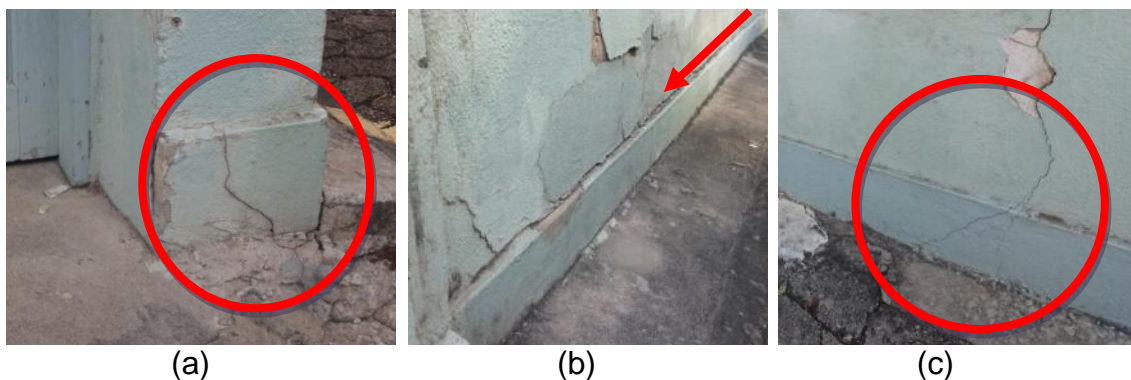
Figura 5.55 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo



Fonte: A autora (2016).

No nível do solo, foram detectadas fissuras e trincas com alto nível de degradação (3,78). Essas fissuras ocorrem de maneira diferenciada (Figura 5.56): nas fotos “a” e “c”, existem fissuras inclinadas que podem ter sido ocasionadas pelo recalque diferencial que ocorreu na garagem. Esse recalque aconteceu há alguns anos (não especificado pela síndica) e ocasionou o desnível da garagem com consequente aparecimento das fissuras. Esse fato pode ser observado também na foto “b”: com adensamento do terreno, surgiu uma fissura horizontal ao longo da alvenaria que foi construída posteriormente no edifício. Essa fissura indica, além do recalque, a ausência de amarração da parede.

Figura 5.56 – Fissuras no nível do solo de ARG3



Fonte: A autora (2016).

A umidade foi identificada na fachada frontal ao lado de uma torneira (Figura 5.57) e na fachada dos fundos pelo contato direto com o solo. Possuem baixo nível de degradação e é a terceira manifestação de maior ocorrência nessa região de fachada; entretanto, em termos de área degradada, corresponde apenas a 0,65m². Já as manchas e sujeiras foram observadas com baixo nível de degradação próximo dos pontos de umidade e em outros locais próximos às garagens do edifício. O descolamento do reboco ocorreu pontualmente na fachada dos fundos e está associado a algum choque mecânico na região. Por fim, o descolamento da pintura ocorreu na região úmida da fachada frontal (Figura 5.57).

Figura 5.57 – Umidade no nível do solo de ARG3

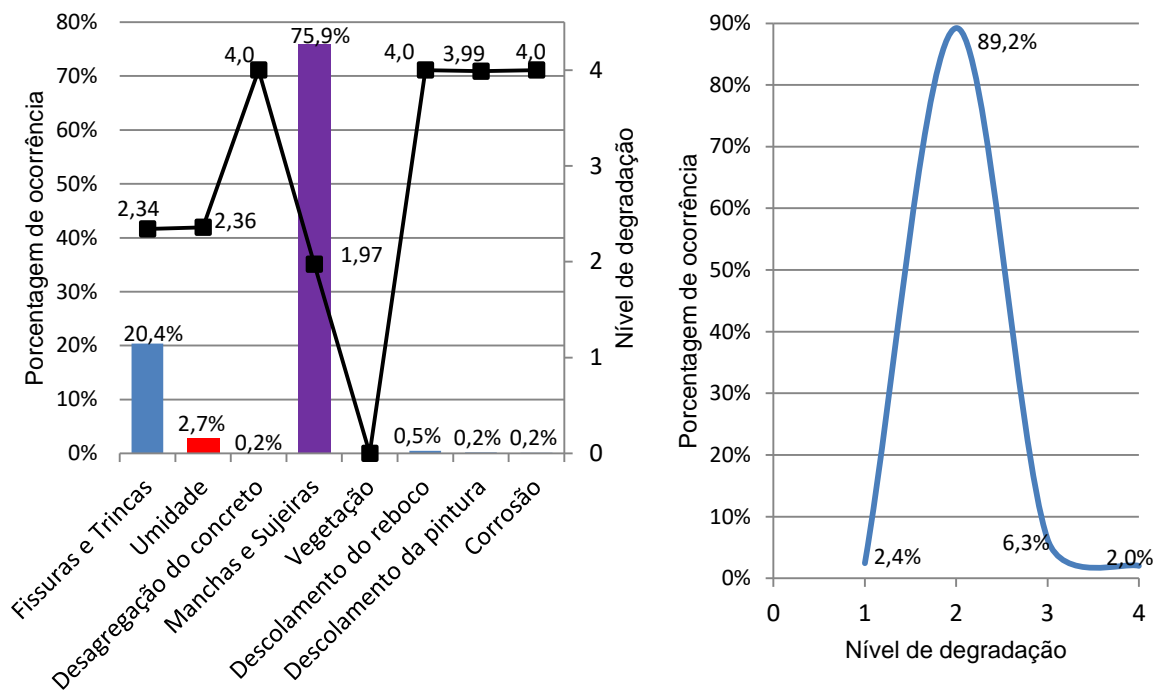


Fonte: A autora (2016).

- Paredes contínuas de ARG3

Na região das paredes contínuas foram verificadas quase todas as manifestações patológicas identificadas no edifício, à exceção da vegetação. Na Figura 5.58, mostram-se os gráficos de ocorrência de manifestação patológica nessa região e de ocorrência dos níveis de degradação.

Figura 5.58 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas



Fonte: A autora (2016).

As fissuras com nível de degradação médio de 2,34 foram observadas nas quatro fachadas. Nas fachadas laterais, na escada e no poço de elevador (Figura 5.59), fachadas sul (foto “a”) e norte (foto “b”), respectivamente. Já nas fachadas da frente e fundos (leste e oeste), ocorreram nas laterais das varandas.

Figura 5.59 – Fissuras nas paredes contínuas de ARG3



Fonte: A autora (2016).

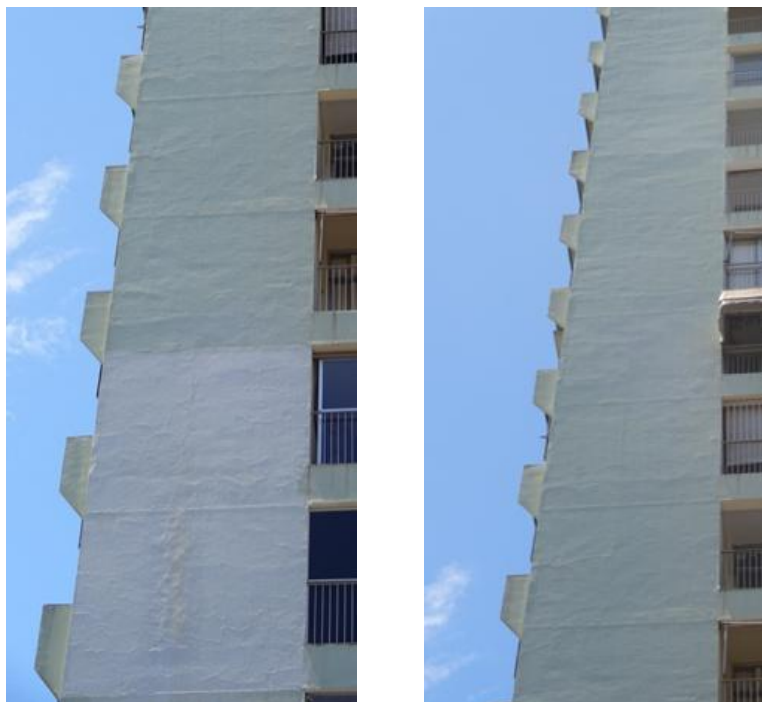
Nas fachadas leste e oeste ocorreram fissuras mapeadas (Figura 5.60 e Figura 5.61) e fissuras verticais posicionais nos mesmos locais de cada andar ao longo de toda a altura do edifício (Figura 5.60, Figura 5.61 e Figura 5.62). Essas fissuras verticais são identificadas no encontro entre o pilar e a alvenaria.

Figura 5.60 – Fissuras na fachada leste de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.61 – Fissuras na fachada oeste de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Na Figura 5.62, mostra-se uma fissura vertical no encontro da alvenaria com o pilar que está em estado mais avançado, devido ao recalque do solo que intensificou a movimentação de toda a estrutura.

Figura 5.62 – Fissuras na fachada oeste de ARG3

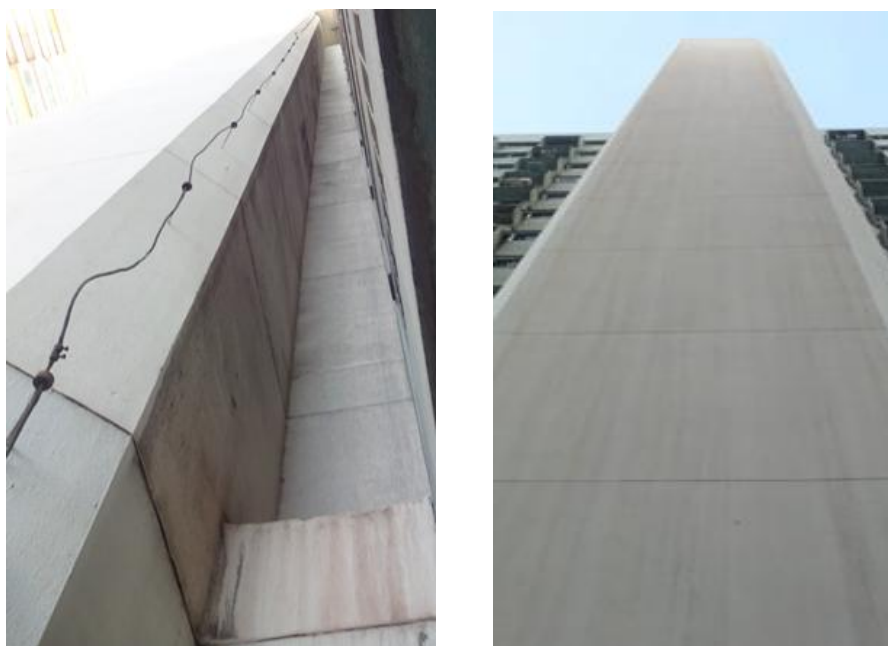


Fonte: A autora (2016).

Já a umidade nas paredes contínuas foi detectada apenas nas fachadas laterais, nas paredes divisas com os banheiros ou áreas de serviço.

Destaca-se que o nível de degradação 2 é o de maior ocorrência e está associado principalmente à ocorrência de manchas e sujeiras com esse nível. Essas manifestações patológicas são, em grande parte, sujeiras provenientes da poluição da cidade de Vitória, as quais, em edifícios com pinturas texturizadas, aderem com maior facilidade. Na Figura 5.63, exemplificam-se as sujeiras mais observadas, sendo as destas fotos na fachada ao redor da escada.

Figura 5.63 – Sujeiras na fachada sul de ARG3



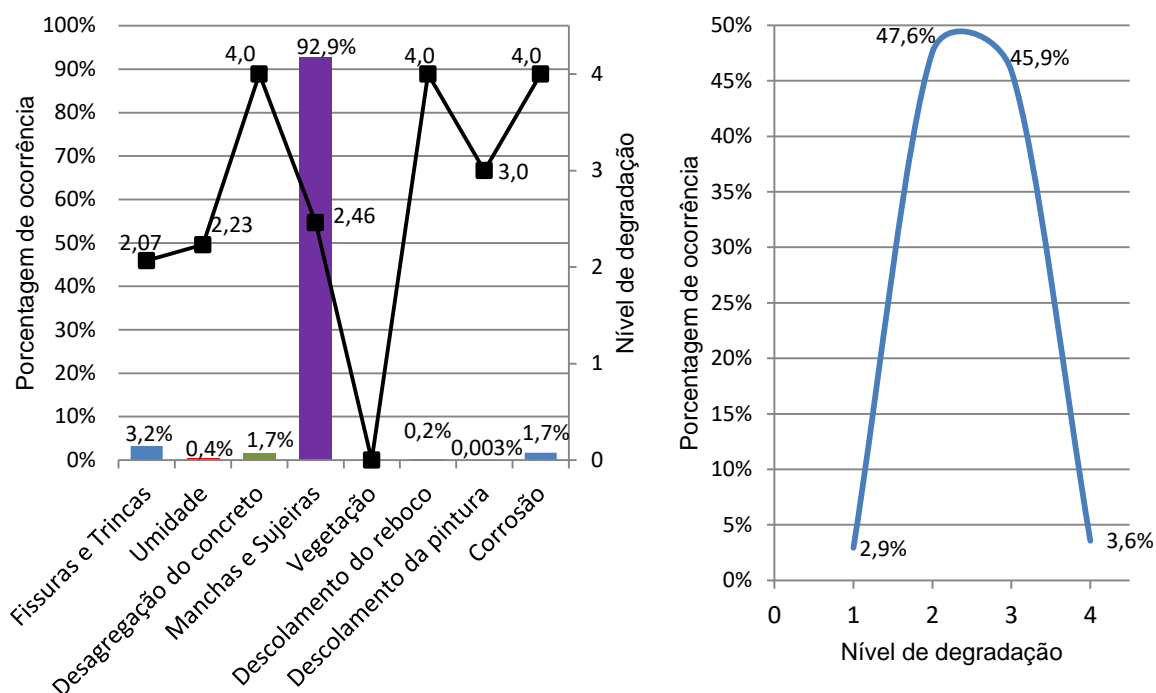
Fonte: A autora (2016).

A desagregação do concreto, o descolamento do reboco, da pintura e a corrosão ocorrem em menos quantidade quando comparados às demais manifestações patológicas; entretanto, o nível de degradação indica que precisam ser solucionados urgentemente.

- Aberturas de ARG3

Na Figura 5.64, mostram-se os resultados para a região das aberturas da quantificação e qualificação das manifestações patológicas.

Figura 5.64 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas



Fonte: A autora (2016).

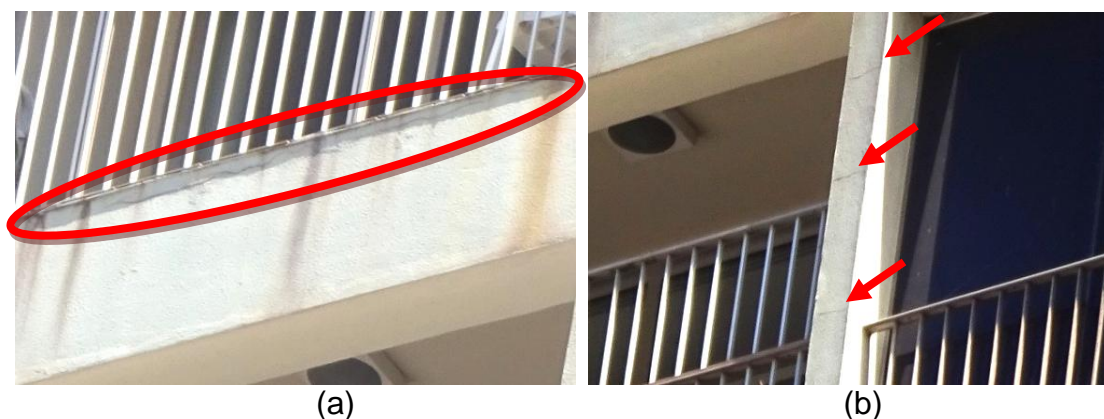
As fissuras existentes nas aberturas de ARG3 são de três tipos: vértice, horizontais e verticais. As fissuras de vértice ocorrem na diagonal dos cantos das aberturas, conforme se mostra na Figura 5.65. As horizontais e verticais são observadas ao redor das aberturas das varandas, bem próximas ao vão (Figura 5.66 “a”). Existem também fissuras horizontais na alvenaria que faz divisa entre os dois vãos de varanda (Figura 5.66 “b”). A maioria apresenta nível de deterioração igual a 2, com média de 2,07.

Figura 5.65 – Fissuras de vértice em ARG3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.66 – Fissuras horizontais nas varandas em ARG3



Fonte: A autora (2016).

A umidade foi detectada em locais pontuais: próxima à abertura da varanda do último andar e próxima à báscula de um banheiro, com níveis de degradação de 3 e 2, respectivamente.

A desagregação do concreto e a corrosão, para essa região de fachada, ocorrem nos mesmos locais, pois o deslocamento do concreto foi ocasionado pela expansão do aço. Foram detectadas diversas janelas, básculas e aberturas de cobogós com essas manifestações patológicas na região do peitoril (Figura 5.67). É importante destacar que o peitoril original (que está na maioria das aberturas) é de concreto armado.

Figura 5.67 – Corrosão das armaduras e desagregação do concreto nas aberturas de ARG3



Fonte: A autora (2016).

As manchas e sujeiras correspondem a 92,9% de ocorrência de manifestações patológicas na região das aberturas. Esse dano equivale principalmente a sujeiras abaixo das aberturas de ar condicionado e apresenta nível médio de 2,46. Os descolamentos do reboco e da pintura ocorrem pontualmente, mas com nível de deterioração alto devido ao impacto ocasionado na região.

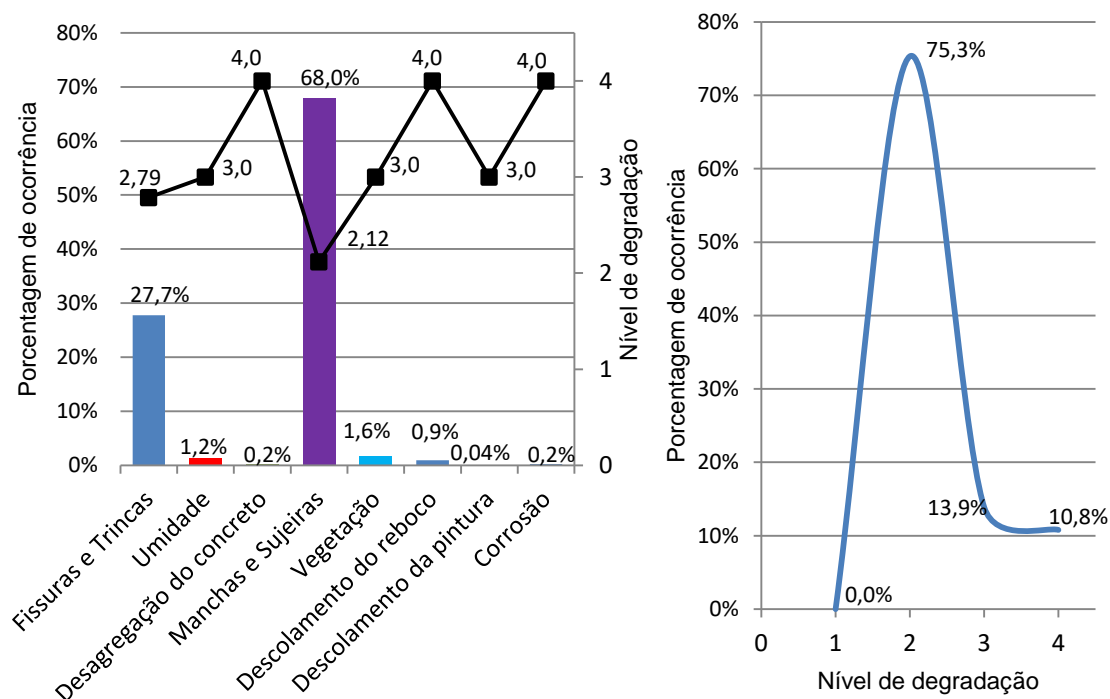
- Sacadas de ARG3

No edifício ARG3, não há nenhum tipo de sacada; portanto, essa região não será avaliada neste edifício.

- Cantos e extremidades de ARG3

Na Figura 5.68, mostra-se o gráfico com os resultados da porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica na região de cantos e extremidades e os respectivos níveis de degradação e o gráfico com a porcentagem de ocorrência de cada nível de degradação de ARG3.

Figura 5.68 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades



Fonte: A autora (2016).

Assim como nas demais regiões, as fissuras e sujeiras são as manifestações patológicas de maior ocorrência. Em relação às fissuras, ocorrem paralelamente aos cantos e extremidades, na vertical, e também inclinada e horizontalmente. As de maior nível de degradação foram observadas no primeiro andar e no térreo, principalmente nas amarrações dos pilares com as alvenarias e nos locais onde houve recalque do terreno (Figura 5.69). Nesta região, há uma concentração de tensões que facilitam o surgimento das fissuras; entretanto, isso pode ser evitado com emprego correto das técnicas construtivas.

Figura 5.69 – Fissuras nos cantos e extremidades de ARG3 no térreo



Fonte: A autora (2016).

Nos demais andares, as fissuras ocorrem nas extremidades do edifício, como se ilustra na Figura 5.70.

Figura 5.70 – Fissuras nos cantos e extremidades de ARG3



Fonte: A autora (2016).

A umidade foi observada nos mesmos locais da vegetação na fachada sul, conforme se mostra na Figura 5.71. Houve o crescimento de vegetações por transposição eólica, justamente pela presença de umidade. Como não há manutenção nas fachadas, elas atingiram tamanhos significativos.

Figura 5.71 – Umidade e vegetação em ARG3



Fonte: A autora (2016).

A desagregação do concreto e a corrosão do aço ocorrem apenas em um local da fachada norte, mas de nível máximo de deterioração. Já o descolamento do reboco ocorre pontualmente nas fachadas, principalmente no nível do térreo e em

um detalhe arquitetônico. E, por fim, o descolamento da pintura só foi detectado na fachada leste, no térreo, na região próxima à ocorrência de umidade.

Contudo, apesar de a região de cantos e extremidades ser crítica, 75% das manifestações patológicas apresentam nível de deterioração igual a 2 e as demais níveis 3 ou 4.

- Juntas de ARG3

Na região das juntas, foram observadas fissuras e umidade em pequenas quantidades. As fissuras representam 64,7% e a umidade 35,3% e ambas com nível de deterioração igual a 2. Quanto aos locais de ocorrência, as fissuras detectadas foram nas fachadas norte e sul, paralelamente e muito próximo às juntas (Figura 5.72) e à umidade na fachada lateral.

Nas fachadas laterais, as juntas estão localizadas no alinhamento superior das janelas dos apartamentos, mas apenas nos poços das escadas e do elevador. Já na fachada da frente e fundos, estão localizadas no alinhamento superior das aberturas das varandas, que corresponde aos fundos das vigas. Esse posicionamento justifica a ocorrência de algumas fissuras.

Figura 5.72 – Fissura na junta de ARG3

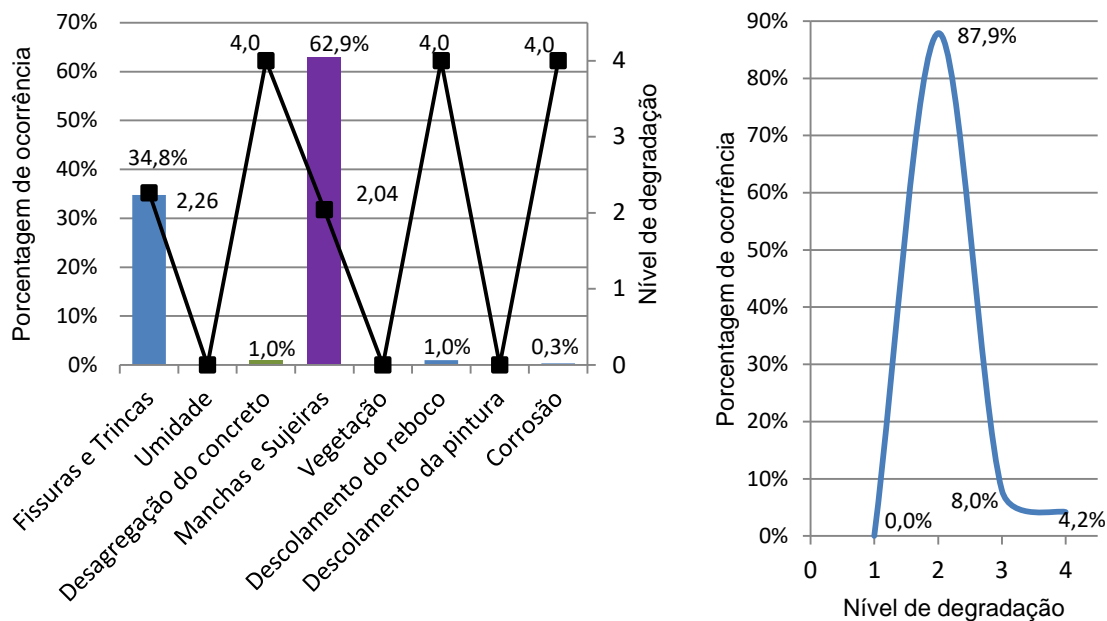


Fonte: A autora (2016).

- Transição entre pavimentos de ARG3

Para a região da transição entre pavimentos, foram obtidos os resultados apresentados nos gráficos da Figura 5.73.

Figura 5.73 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos



Fonte: A autora (2016).

Essa região apresenta 87,9% das manifestações patológicas com nível de degradação igual a 2, o que indica uma boa situação.

As fissuras e trincas correspondem a 34,85% do total de manifestações patológicas dessa região e ocorrem, em grande parte, pela ausência de juntas nesses locais. Esse fator pode ser observado nas fachadas leste e oeste acima do nível da laje/viga, conforme se mostra na Figura 5.74, e também nas fachadas norte e sul (Figura 5.75). Nesses locais, foram feitas juntas apenas na parte inferior da viga, mas acima da laje. No encontro com a alvenaria, as fissuras são recorrentes em muitos pavimentos.

Figura 5.74 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.75 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Nas fachadas leste e oeste, observam-se fissuras nos limites superior e inferior das vigas, assim como nos casos acima; entretanto, não existem juntas nesses locais (Figura 5.76).

Figura 5.76 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3



Fonte: A autora (2016).

A desagregação do concreto e a corrosão das armaduras estão associadas em alguns pontos e ocorrem nas vigas. A região deteriorada nos três locais onde essas manifestações patológicas foram identificadas é próxima aos estribos (Figura 5.77).

Figura 5.77 – Fissuras na transição entre pavimentos de ARG3



Fonte: A autora (2016).

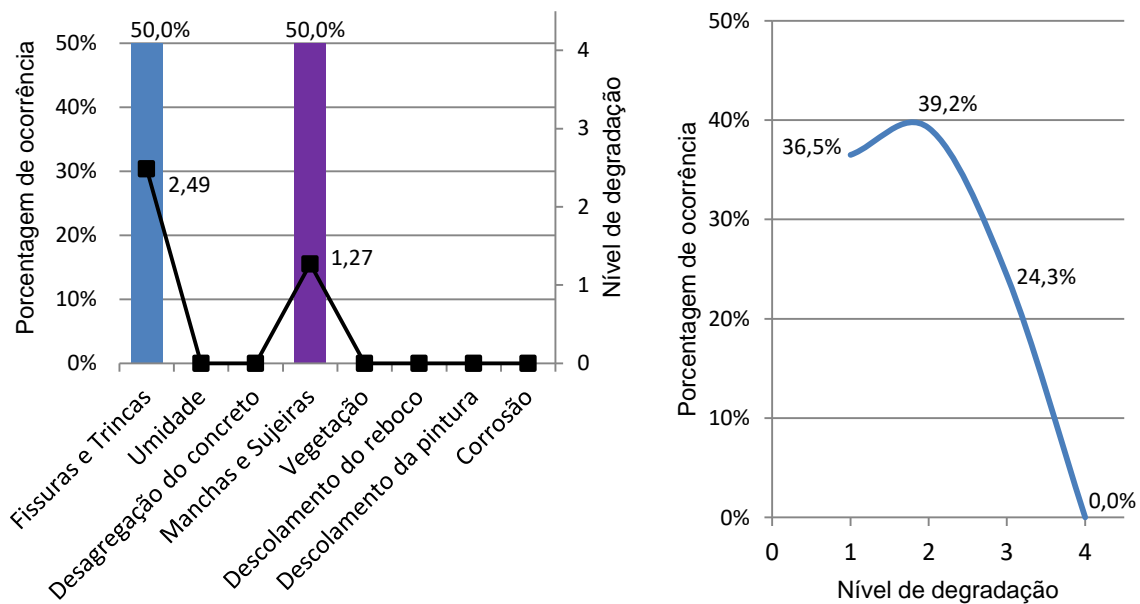
As manchas e sujeiras que correspondem a 62,9% com nível de degradação médio de 2,04 são provenientes da poluição da cidade de Vitória, intensificadas pela ausência de manutenção nas fachadas.

Já o descolamento do reboco (1% das manifestações patológicas dessa região) foi observado apenas na fachada norte. Relativamente ao andar térreo, a situação é a apresentada na Figura 5.76, no qual pode ter ocorrido esse descolamento ou um início de tratamento da fissura existente. Essa informação não foi confirmada pela síndica. Os demais pontos são descolamentos pontuais nos preenchimentos das vigas.

- Topo de ARG3

No topo de ARG3, foram verificadas fissuras e sujeiras, e a porcentagem e o nível de degradação dessas manifestações patológicas estão ilustrados na Figura 5.78.

Figura 5.78 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de ARG3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo



Fonte: A autora (2016).

A região do topo de ARG3, diferentemente do que era esperado, apresentou apenas dois tipos de manifestações patológicas: fissuras e trincas, manchas e sujeiras. E o nível de deterioração média de cada uma foi, respectivamente, 2,49 e 1,27. As fissuras de nível 3 ocorrem na diagonal e próximas às extremidades do edifício; as de nível 2 são observadas na horizontal e mapeadas. Já as manchas e sujeiras são poucas em relação às demais regiões do edifício e estão mais concentradas na parte superior do topo. Na Figura 5.79, apresentam-se as partes críticas da região do topo das fachadas de ARG3.

Figura 5.79 – Fissuras, manchas e sujeiras no topo de ARG3

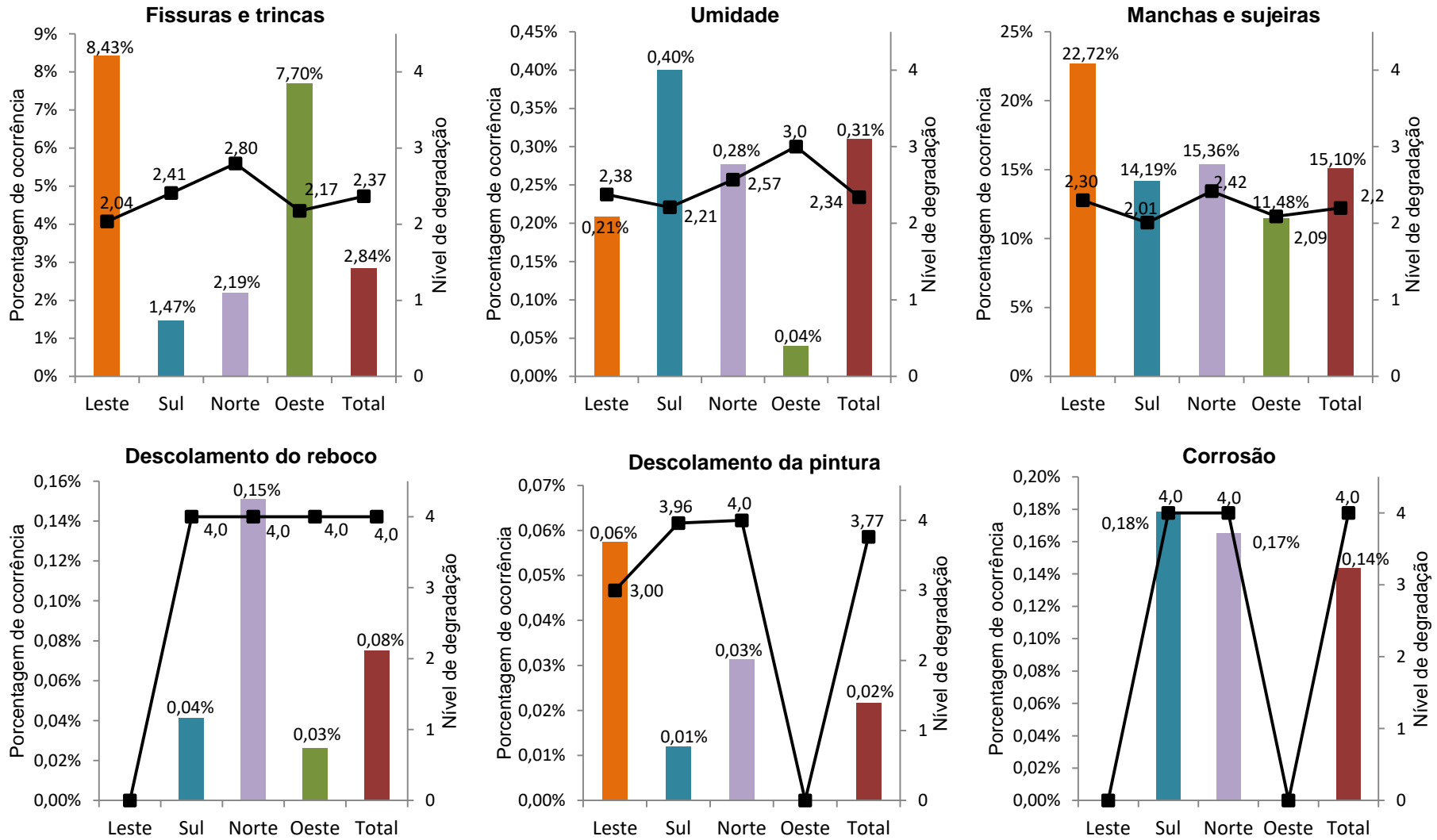


Fonte: A autora (2016).

5.3.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de ARG3

Na Figura 5.80, apresentam-se os gráficos com as porcentagens de incidência de cada manifestação patológica detectada em ARG3 em relação às áreas de cada fachada e à área total.

Figura 5.80 – Fissuras e trincas, umidade, manchas e sujeiras, descolamento do reboco ,descolamento da pintura e corrosão em ARG3



Fonte: A autora (2016).

A vegetação só foi observada na fachada sul, na região de cantos e extremidades, como foi detalhado anteriormente. Portanto, trata-se de um caso isolado nas fachadas.

A desagregação do concreto foi detectada nas fachadas norte e sul (laterais) com 0,19% e 0,18%, respectivamente, em relação à área das fachadas analisadas, assim como a corrosão, que só foi observada nessas duas fachadas. Essa incidência está associada ao local de ocorrência: abaixo das janelas, nas molduras e vigas que estão localizadas nas fachadas laterais. Essa corrosão que ocasionou a desagregação do concreto pode ter sido causada pelo baixo cobrimento de concreto utilizado na época e observado no local e pela localização de peitoris e molduras.

Diferentemente dos edifícios ARG1 e ARG2, ARG3, não teve um padrão de ocorrência das manifestações patológicas de acordo com a posição das fachadas. Cada dano teve um comportamento, por isso estão em análises separadas.

A umidade foi observada em pequena quantidade e não há uma ligação com a posição das fachadas. Já as manchas e sujeiras são mais incidentes na fachada leste e, nas demais fachadas, ocorrem na mesma proporção. Conforme já foi mencionado, essa manifestação patológica está associada à sujeira impregnada nas fachadas provenientes da poluição da cidade de Vitória que tem muita partícula sólida em suspensão, o chamado “pó preto”. E a fachada leste está na direção dos principais causadores dessa poluição, o que é uma justificativa da maior ocorrência nessa fachada.

Os descolamentos da pintura e do reboco também são pontuais e não estão associados às posições das fachadas.

5.3.4 Método do cachimbo de ARG3

No edifício ARG3, os pontos acessíveis para o ensaio diretamente sobre o reboco eram mais restritos. Mas foi possível realizar em dois pontos, sendo um em cada fachada lateral. Já os pontos sobre a pintura foram realizados com maior facilidade. As características dos pontos estão na Tabela 5.6.

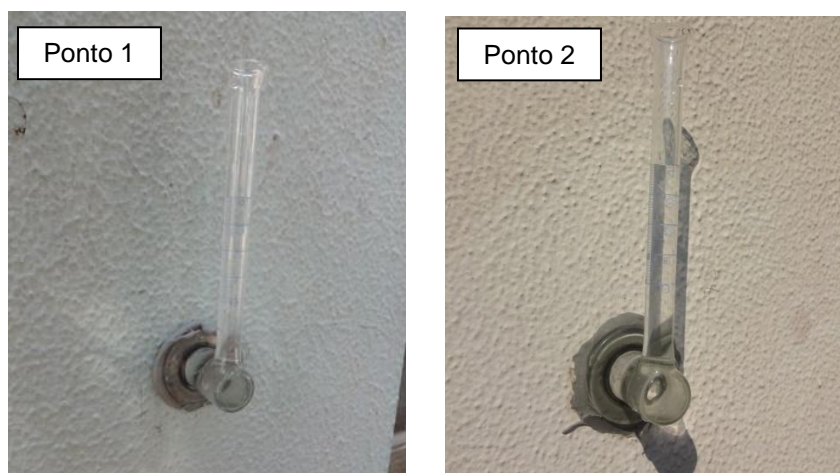
Tabela 5.6 - Características dos pontos de execução do método do cachimbo em ARG3

Ponto	Altura do ponto (m)	Característica do revestimento	Localização	Temperatura ambiente	Umidade relativa do ar
1	1,17	Pintura	Fachada norte	27°C	70%
2	1,28	Pintura	Fachada norte		
3	0,69	Reboco	Fachada sul		
4	0,72	Reboco	Fachada norte		

Fonte: A autora (2016).

Os pontos 1 e 2 (Figura 5.81) realizados sobre o acabamento final do edifício não apresentaram nenhuma absorção. Ou seja, ao longo dos 15 minutos de ensaio, a água não penetrou no revestimento. Esse resultado já era esperado por se tratar de uma camada de pintura texturizada.

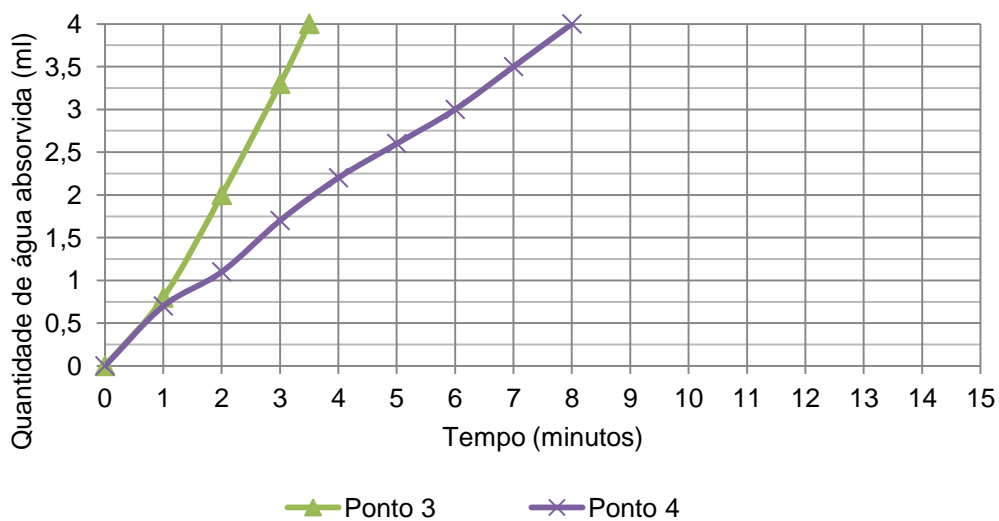
Figura 5.81 – Ensaio em andamento nos pontos 1 e 2 de ARG3



Fonte: A autora (2016).

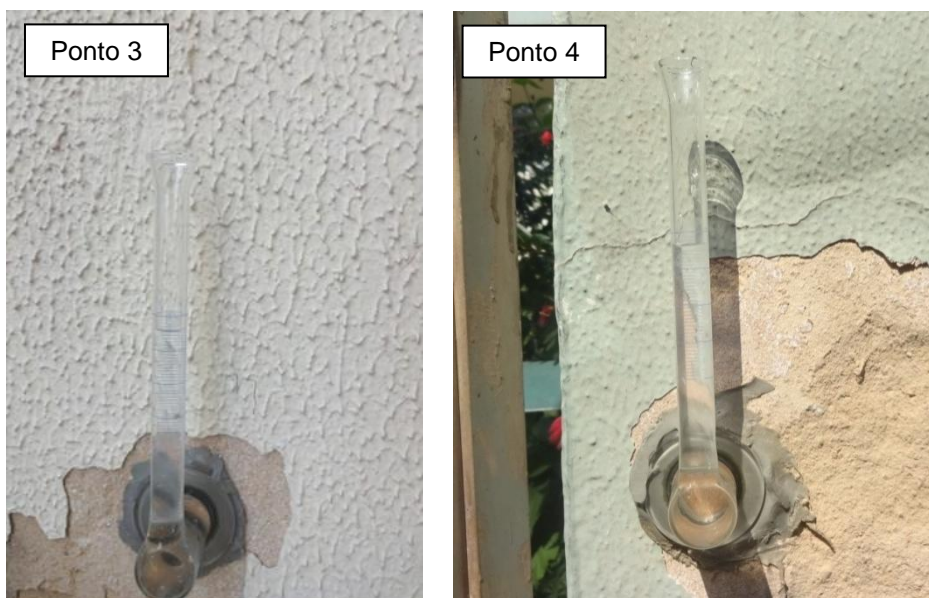
No gráfico da Figura 5.82, estão os resultados da absorção de água em função do tempo obtido pelo método do cachimbo para os pontos 3 e 4 (Figura 5.83) em ARG3.

Figura 5.82 – Absorção de água em função do tempo para os pontos 3 e 4 em ARG3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.83 – Ensaio em andamento nos pontos 3 e 4 de ARG3



Fonte: A autora (2016).

Verifica-se que houve absorção da água total do ensaio em três minutos e meio no ponto 3 e oito minutos no ponto 4. Esses resultados foram similares aos dos pontos com reboco do edifício ARG2 e também eram esperados devido à textura solta do reboco, como se pode observar na Figura 5.84.

Figura 5.84 – Textura solta do reboco de ARG3

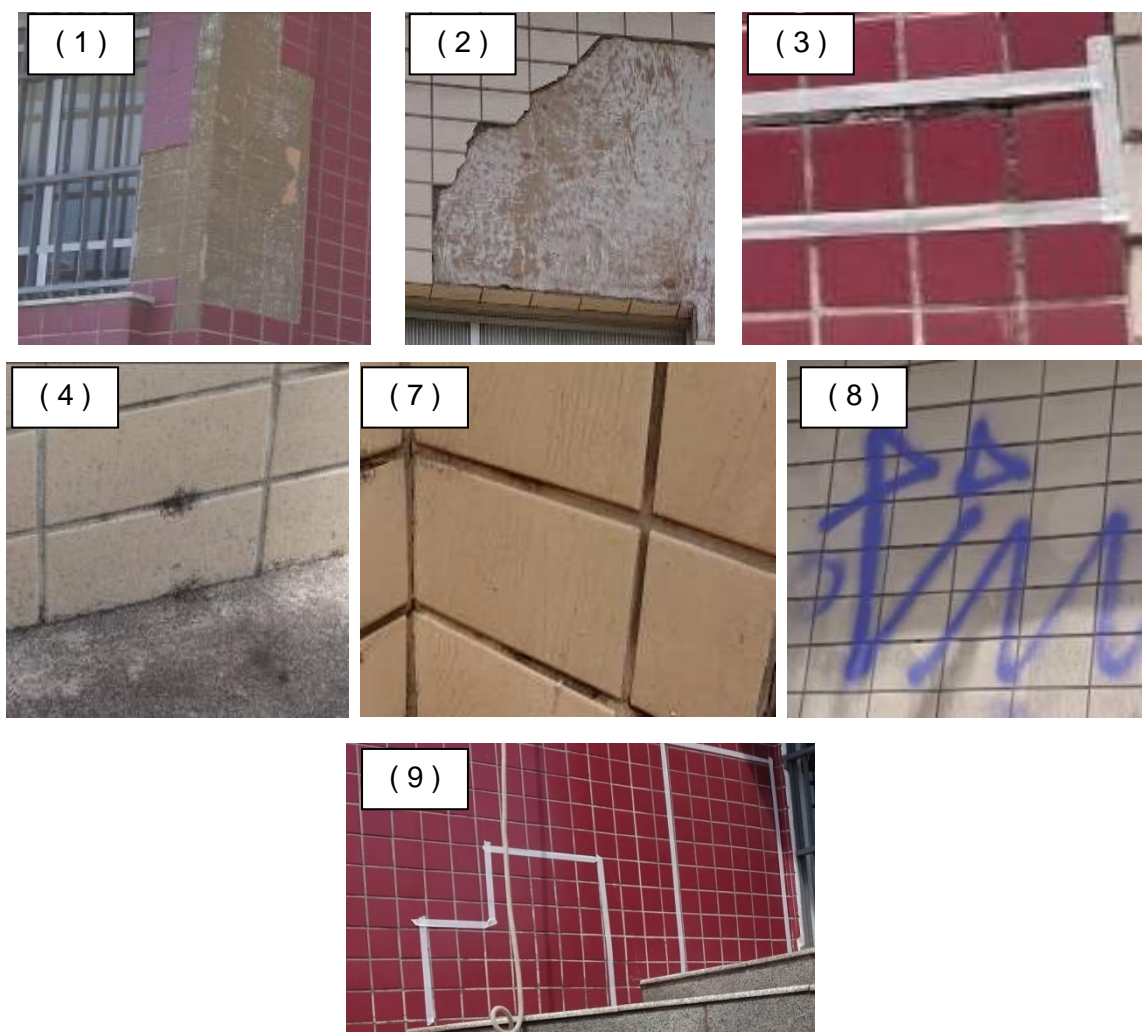


Fonte: A autora (2016).

5.4 EDIFÍCIO CER1

Foram detectados no edifício CER1 nove tipos de manifestações patológicas (Figura 5.85): (1) descolamento na camada exterior – D.1_a; (2) descolamento do sistema RCA na interface material de assentamento/reboco – D.s1; (3) deterioração das juntas: fissura/perda de massa no seio do material de preenchimento das juntas – Dt.j3; (4) deterioração das juntas: organismos vegetais - Dt.j5; (5) manifestações patológicas estéticas: deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento – E.s1; (6) manifestações patológicas estéticas: manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas - E.s2; (7) manifestações patológicas estéticas: fissuração ou gretamento do esmalte das placas cerâmicas - E.s3; (8) manchas e sujeiras - M; (9) revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão – D.p.

Figura 5.85 – Manifestações patológicas constatadas em CER1



Fonte: A autora (2015).

5.4.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de CER1

Os índices de manifestações patológicas, por orientação de fachada e da edificação toda, estão apresentados na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 – Índice de manifestação patológica em CER1

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Lés-nordeste	235,54	8,86	0,04
Norte	70,86	37,44	0,53
Sudeste	71,5	43,2	0,60
Total	377,9	89,5	0,24

Fonte: A autora (2016).

É importante destacar que esses índices (Tabela 5.8), foram obtidos com base na inspeção visual das fachadas, ou seja, os revestimentos que apresentaram som cavo pelo teste de percussão (manifestação patológica D.p) não estão inclusos nesse IMP. Com isso, para os edifícios com revestimento cerâmicos, nos quais foi realizado o teste de percussão, também foram calculados IMP apenas dos resultados obtidos nesse ensaio (Tabela 5.8). Assim, nos edifícios do grupo CER foram considerados e analisados dois IMP.

Tabela 5.8 – Índice da manifestação patológica **D.p** em CER1

Teste de percussão			
Fachada	Área líquida vistoriada (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Lés-nordeste	128,37	21,27	0,17
Norte	26,01	1,86	0,07
Sudeste	27,7	6,1	0,22
Total	182,08	29,23	0,16

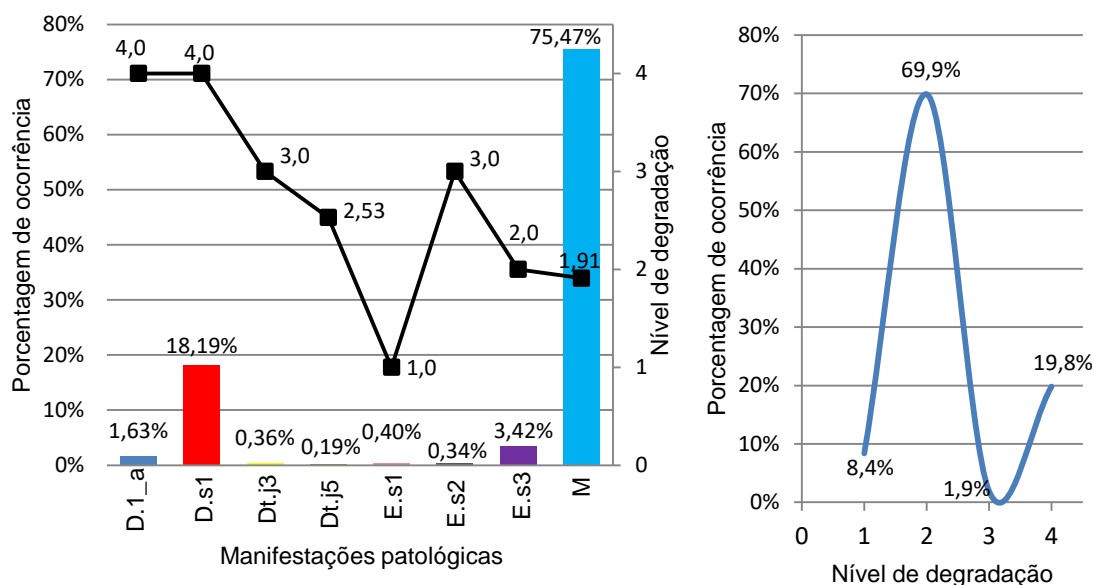
Fonte: A autora (2016).

Ao analisar esses índices, observa-se que o índice obtido do teste de percussão é próximo ao índice obtido de todas as manifestações patológicas constatadas em CER1.

5.4.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER1

O edifício CER1 apresentou nível de degradação médio igual a 2,33, e os resultados obtidos para as fachadas estão apresentados na Figura 5.86.

Figura 5.86 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação



Fonte: A autora (2016).

As manifestações patológicas que mais ocorrem em CER1 são o descolamento do sistema RCA na interface material de assentamento/reboco e as sujeiras. As demais foram detectadas em pontos isolados e outras em menor quantidade. Quanto ao nível de degradação, CER1 possui 78,3% dos danos abaixo do nível 3, principalmente devido à influência da alta incidência de manchas e sujeiras com baixo nível de degradação.

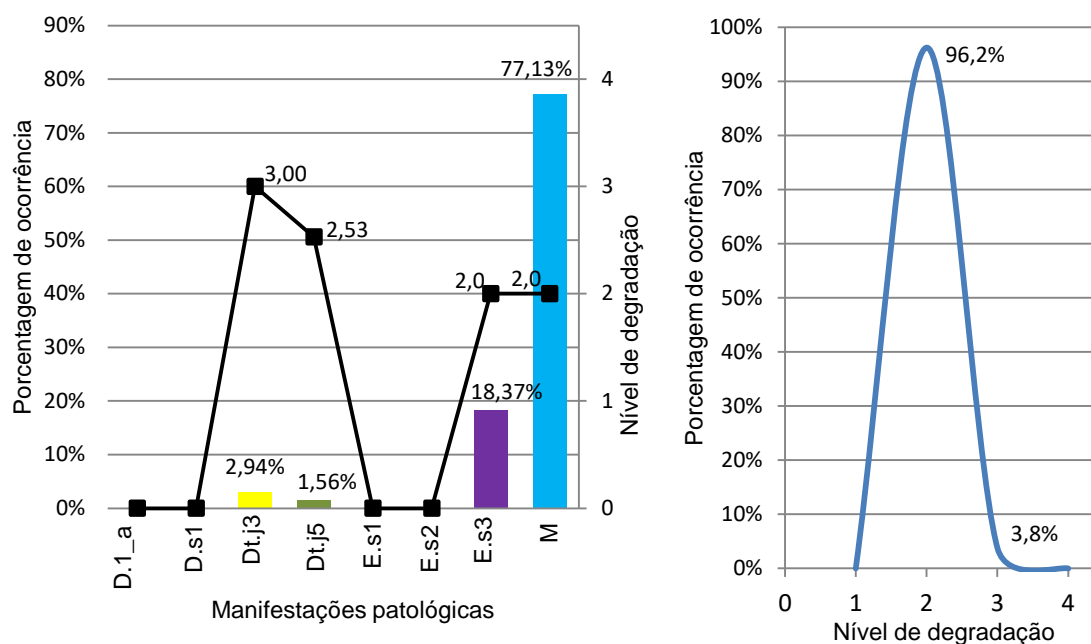
5.4.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de CER1

Como em CER1, não existem juntas de movimentação nas fachadas; portanto, serão analisadas apenas sete regiões:

- Nível do solo de CER1

A região do nível do solo está em todo o perímetro do edifício, e os dados coletados estão na Figura 5.87.

Figura 5.87 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo



Fonte: A autora (2016).

- Paredes contínuas de CER1

Conforme a Tabela 5.9, nas paredes contínuas foram detectados 15,25% de deslocamento cerâmico entre a argamassa de assentamento e o reboco e 84,75% de manchas e sujeiras nas fachadas. Quanto a degradação, por se tratar de deslocamento o nível associado é o máximo, 4 e para a manchas e sujeiras o nível de degradação médio foi de 1,81.

Tabela 5.9 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1, nas paredes contínuas

Manifestação patológica	Porcentagem de ocorrência	Nível de degradação
Deslocamento cerâmico (D.s1)	15,25%	4
Manchas e sujeiras (M)	84,75%	1,81

Fonte: A autora (2016).

Quanto à porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação, foram obtidos 15,75% de degradação nível um, 69,1% de nível dois e 15,25% de nível quatro. Ou seja, as manchas e sujeiras apresentaram níveis 1 e 2 e estão associadas ao pó aderido nas fachadas, proveniente da poluição da cidade, e aos vandalismos.

- Aberturas de CER1

Nas aberturas (Tabela 5.10) entre as manifestações patológicas, a do deslocamento entre a argamassa de assentamento e o reboco corresponde a 77,17% com nível de degradação 4. Já as manchas e sujeiras (nível de degradação médio igual a 1) e o gretamento (nível de degradação médio igual a 2) correspondem a 18,11% e 4,72%, respectivamente. E as porcentagens de ocorrência de cada nível de degradação coincidem com as porcentagens das manifestações patológicas.

Tabela 5.10 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 nas aberturas

Manifestação patológica	Porcentagem de ocorrência	Nível de degradação
Deslocamento cerâmico (D.s1)	77,17%	4
Manchas e sujeiras (M)	18,11%	1
Gretamento (E.s3)	4,72%	2

Fonte: A autora (2016).

- Sacadas de CER1

Na região das sacadas (Tabela 5.11), o deslocamento observado foi entre a cerâmica e a argamassa de assentamento e corresponde a 23,53% do total da área degradada nessa região, com nível de degradação médio de 4. Já a alteração no brilho das placas corresponde a 17,65% com nível 3 e manchas e sujeiras a 58,82% com nível 3. E, quanto à porcentagem de ocorrência de cada nível, 23,53% são de nível 4 e 76,47% de nível 3.

Tabela 5.11 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 nas sacadas

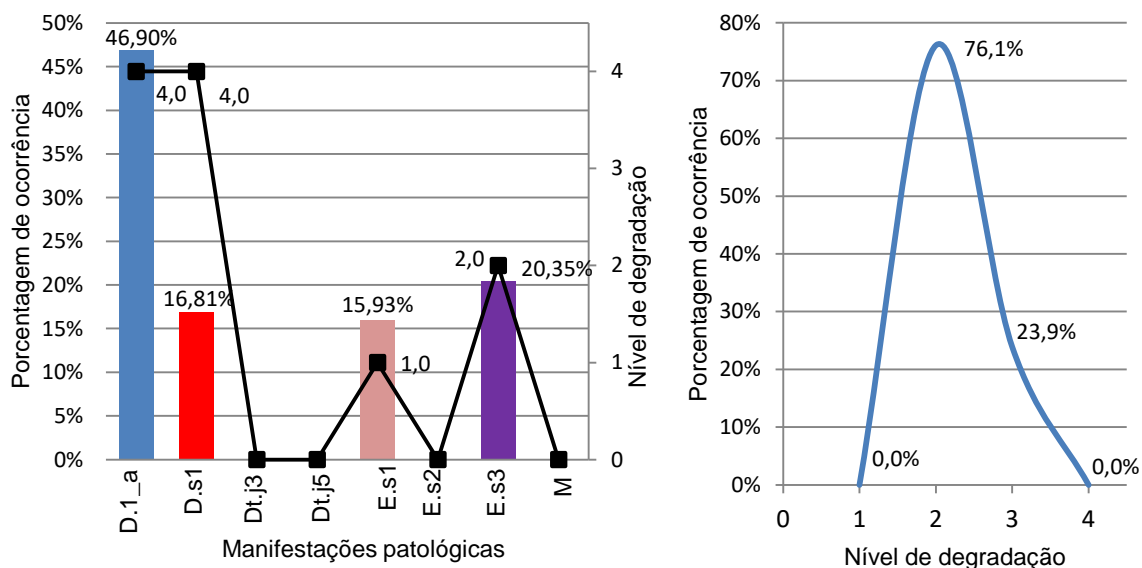
Manifestação patológica	Porcentagem de ocorrência	Nível de degradação
Deslocamento cerâmico (D.1_a)	23,53%	4
Alteração no brilho das placas (E.s2)	17,65%	3
Manchas e sujeiras (M)	58,82%	3

Fonte: A autora (2016).

- Cantos e extremidades de CER1

As porcentagens de ocorrência das manifestações patológicas e dos níveis de degradação da região de cantos e extremidades estão representadas nos gráficos da Figura 5.88.

Figura 5.88 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades

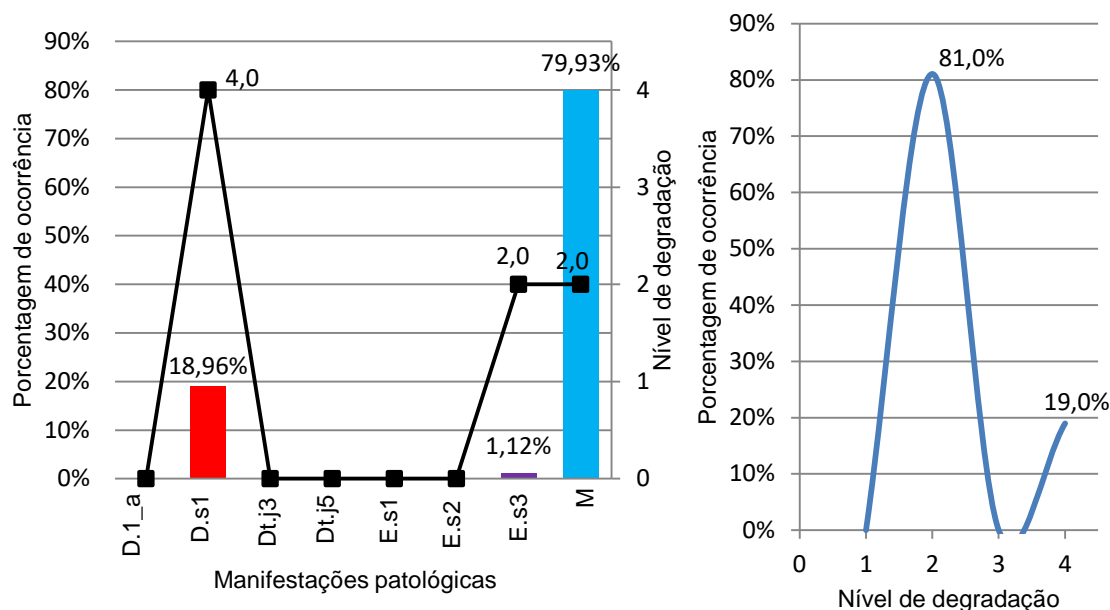


Fonte: A autora (2016).

- Transição entre pavimentos de CER1

Na Figura 5.89, mostram-se os gráficos com os resultados da região da transição entre pavimentos em CER1.

Figura 5.89 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos



Fonte: A autora (2016).

- Topo de CER1

No topo (Tabela 5.12) do total de área degradada, 10,9% correspondem ao deslocamento cerâmico entre a argamassa de assentamento e o reboco (com nível de degradação igual a 4) e 89,1% às manchas e sujeiras (com nível de degradação médio de 1,88). E, quanto à porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação, têm-se 3,3% de nível 2, 71,7% de nível 3 e 25% de nível 4.

Tabela 5.12 – Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER1 no topo

Manifestação patológica	Porcentagem de ocorrência	Nível de degradação
Deslocamento cerâmico (D.s1)	10,9%	4
Manchas e sujeiras (M)	89,1%	1,88

Fonte: A autora (2016).

5.4.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER1

Neste item, as manifestações patológicas são analisadas individualmente; portanto, o descolamento da cerâmica detectado pelo teste de percussão (D.p) será avaliado. As anomalias serão descritas em função do seu tipo:

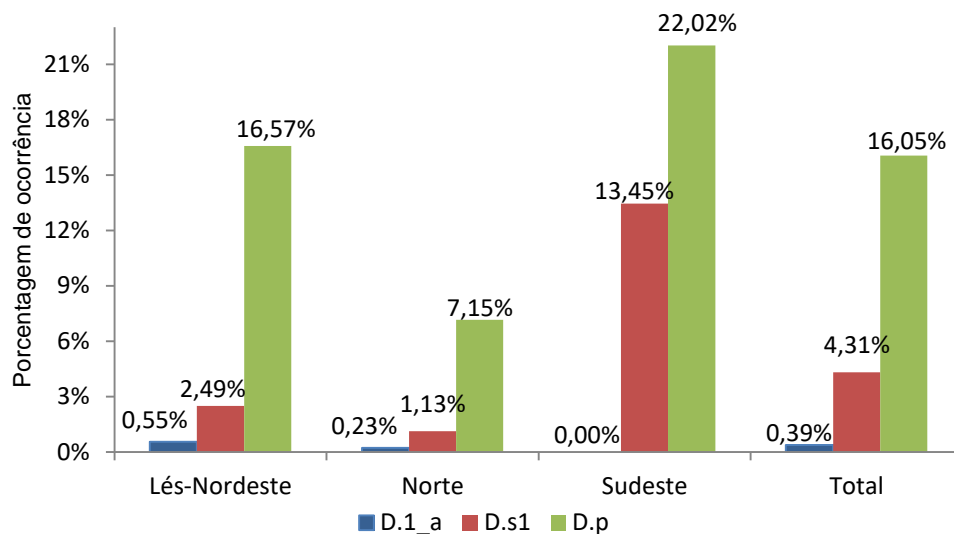
- Descolamento do revestimento cerâmico

Foram observados dois tipos de descolamento do revestimento cerâmico: o primeiro na camada exterior, que é caracterizado pelo desprendimento entre a cerâmica e a argamassa de assentamento (D.1_a); e o segundo, que é o descolamento do revestimento cerâmico na interface material de assentamento/camada de regularização da base (D.s1). Entre ambos, o de maior incidência é o desprendimento entre o material de assentamento e a camada de regularização da base, correspondendo a 92% do total de revestimento descolado. Na camada exterior, equivale apenas a 8% do total. Com relação à ocorrência dessas manifestações patológicas por fachada, observam-se 3% da área da fachada lés-nordeste com esses dois tipos de danos, 13% da área da fachada sudeste e 1% da área da fachada norte.

Na Figura 5.90, detalham-se, por orientação de fachada, os dois tipos de descolamento cerâmico presentes em CER1 (D.1_a e D.s1) e o descolamento detectado pelo teste de percussão (D.p).

Com relação ao nível de degradação, todos os tipos de descolamento (D.1_a, D.s1 e D.p) são de nível 4 devido às consequências geradas por essas manifestações patológicas às fachadas.

Figura 5.90 – Porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas de descolamento do revestimento cerâmico



Fonte: A autora (2016).

Nesse gráfico, mostra-se a porcentagem de incidência de cada tipo de descolamento cerâmico por fachada e no edifício. Os resultados do teste de percussão corroboram os da ocorrência de deslocamento cerâmico, pois mostram que a fachada sudeste apresentou maior ocorrência de deslocamento e a norte menor.

Como já descrito, é possível avaliar, também pelo gráfico, que o dano do tipo D.s1 ocorre mais do que o do tipo D.1_a. A ocorrência do deslocamento entre a cerâmica e a argamassa de assentamento é um forte indício de que não foi respeitado o tempo em aberto. Já a anomalia D.p, detectada pelo teste de percussão, tem uma incidência maior que as demais, o que indica potenciais áreas de queda do revestimento.

Outra análise importante é a da forma de ocorrência do deslocamento. Como observado, a maior parte do deslocamento ocorre entre a argamassa de assentamento da cerâmica e a argamassa de regularização da base (reboco). Ou seja, há uma má aderência entre as argamassas nesse local. Nas fachadas, é possível constatar restos de pintura sobre o reboco, provenientes do revestimento anterior (no passado, o edifício possuía todas as fachadas em pintura). Assim, a má aderência da argamassa de assentamento pode ser explicada pelo incorreto preparo da base (não houve a remoção total da pintura).

Este fato pode ser constatado também no momento de execução do teste de percussão: havia uma área de cerâmica com risco iminente de queda, a qual foi retirada por um funcionário que realizava o teste para preservar a segurança das pessoas que circulam no local. A retirada dessas cerâmicas foi acompanhada e percebia-se a facilidade com que o revestimento se desprendia (apenas com as mãos e pequenas batidas). Ademais, foi observada, no local (Figura 5.91), a permanência da pintura sobre o reboco.

Figura 5.91 – Resquícios da pintura



Fonte: A autora (2015).

- Danos nos rejunte

A fissura e a perda de massa no seio do material dos rejunte foram observadas apenas ao nível do solo da fachada lés-nordeste no perímetro de uma região que apresentou revestimento cerâmico com som cavo (Figura 5.92), o que pode ser atribuído a uma das causas dessa fissura e perda de massa ao descolamento das cerâmicas.

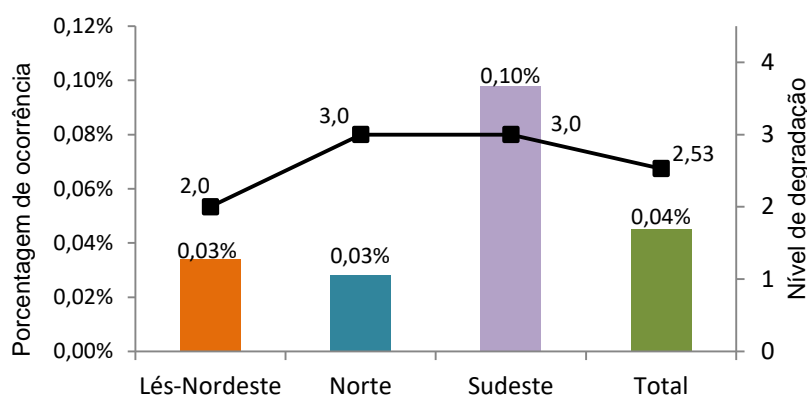
Figura 5.92 – Dano do tipo Dt.j3



Fonte: A autora (2015).

A presença de organismos vegetais nos rejuntas do revestimento cerâmico (Dt.j5) foi detectada apenas na região ao nível do solo, ou seja, nesse local há maior presença de umidade, o que pode ser um fator que propiciaria esse aparecimento. A ocorrência em relação às áreas vistoriadas pode ser verificada pelo gráfico da Figura 5.93.

Figura 5.93 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j5 em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

- Manifestações patológicas de ordem estética

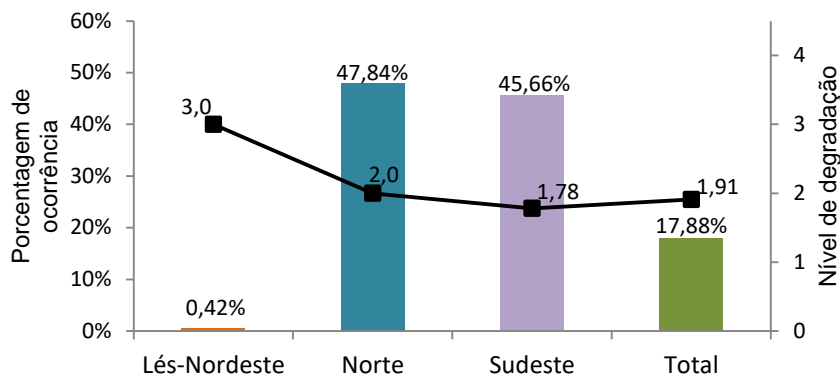
Foram observados quatro tipos de manifestações patológicas estéticas no revestimento cerâmico: existência de irregularidades na superfície do revestimento (E.s1); alteração de cor ou brilho nas placas cerâmicas (E.s2); fissuração ou gretamento do esmalte das placas cerâmicas (E.s3); manchas e sujeiras (M).

A manifestação patológica E.s1 foi percebida apenas em um local na fachada sudeste (na região de cantos e extremidades) e ocorreu devido à falta de cuidado no momento do assentamento nesse local. A E.s2 só foi detectada em um pequeno local da sacada da fachada lés-nordeste. Já a E.s3 apareceu em maior quantidade: a fissuração foi detectada em apenas duas placas cerâmicas e o gretamento em grande quantidade, principalmente na região ao nível do solo nas fachadas norte e sudeste.

As manchas e sujeiras observadas estão associadas ao estado de conservação e limpeza das fachadas. Foi levantado um percentual de, aproximadamente, 18%

de área das fachadas afetadas com pó preto e grafite (Figura 5.94). O pó preto pode ser proveniente de duas indústrias, uma siderúrgica e outra mineradora, que fazem o armazenamento e a movimentação de minério e carvão e estão localizadas próximas ao edifício. Já o grafite é ocasionado por vandalismo.

Figura 5.94 – Porcentagem de ocorrência de M em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

5.4.4 Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER1

Para o edifício CER1, foram utilizadas as cerâmicas vinho (10cm x 10cm) existentes na fachada principal do edifício, lés-nordeste. Essas peças foram obtidas após o teste de percussão realizado na fachada, o qual detectou um local com iminência de queda das placas cerâmicas, o que providenciou a retirada delas. Feito isso, as cerâmicas foram levadas para o LEMAC, catalogadas e fotografadas no estado em que estavam. Após a limpeza superficial da parte esmaltada, foi possível detectar gretamento na superfície do esmalte, exemplificado na Figura 5.95. É importante destacar que esse gretamento não era visível no momento da vistoria, pois as cerâmicas estavam superficialmente sujas e possuíam tonalidade mais escura (vinho). Isso indica que a área detectada de gretamento de CER1 é maior do que a registrada.

Figura 5.95 – Cerâmicas com gretamento – CER1



Fonte: A autora (2016).

Em seguida, foi realizada a limpeza do tardo, com retirada da argamassa aderida. Nessa limpeza, foi possível verificar que a argamassa de assentamento estava muito bem aderida, pois foi trabalhosa a retirada (Figura 5.96). Entretanto, algumas peças apresentaram os cordões de argamassa visíveis, ou seja, não foram completamente amassados durante o assentamento e, com isso, o tardo ficou parcialmente preenchido (Figura 5.97).

É importante destacar também que, na interface em que houve o desprendimento da cerâmica, foram constatados os resquícios da pintura citados nos tópicos anteriores.

Figura 5.96 – Argamassa bem aderida à cerâmica com resquícios de pintura



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.97 – Cerâmica com cordões de argamassa visíveis



Fonte: A autora (2016).

Para o ensaio de absorção de água, foram usadas 20 placas cerâmicas. Ou seja, foi obtida uma absorção média para cada dez cerâmicas. Com base nesse resultado, foi calculada a absorção média final, que é a média entre os dois resultados encontrados. Pela Tabela 5.13, verifica-se que a cerâmica vinho (10cm x 10cm) do edifício CER1 apresentou absorção de 9,1% (resultado com uma casa decimal).

Tabela 5.13 – Resultado da absorção de água das cerâmicas de CER1

Absorção 1	Absorção 2	Absorção média
9,2%	8,9%	9,1%

Fonte: A autora (2016).

Observa-se que o resultado de 9,1% de absorção de água não atende ao limite máximo estabelecido pela norma britânica BS 5385-2: 2015 de 3% e também não atende ao recomendado pelo Centro Cerâmico do Brasil de 6%. Por essa característica, essa cerâmica não deveria ter sido especificada para uso em fachadas.

Essa alta absorção facilita a entrada de água através da cerâmica que, ao atingir as camadas de argamassa, gera a fadiga do revestimento, por meio da ocorrência das movimentações de expansão e contração do revestimento ocasionada pelos ciclos de secagem e umedecimento do revestimento. Em ambientes com variações de umidade e temperatura, como nas fachadas, essa absorção de água elevada (relacionada com a alta porosidade do material) pode levar ao deslocamento cerâmico, quebra ou até a fissuração do revestimento. Assim,

pode-se relacionar que uma das causas do deslocamento cerâmico em CER1 é a alta absorção de água das placas cerâmicas estudadas.

É importante destacar que a absorção de água da placa cerâmica influencia diretamente na especificação da argamassa colante e do rejunte (PEZZATO, 2010; JUNGINGER, 2003), porém não foram obtidos dados dos materiais utilizados na fachada do edifício CER1. Além disso, o uso inadequado dessas argamassas é um fator que reduz o desempenho do revestimento.

O ensaio de expansão por umidade foi feito em 12 amostras (placas cerâmicas vinho 10cm x 10cm) do edifício CER1. Os resultados de cada placa e a média final do edifício estão na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas de CER1 em mm/m

EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU 6	EU 7	EU 8	EU 9	EU 10	EU 11	EU 12	EU média
0,10	0,20	0,05	0,15	0,20	0,25	0,41	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,15

Fonte: A autora (2016).

As placas do edifício CER1 apresentaram uma EU de 0,15mm/m. Esse resultado está abaixo do limite máximo estabelecido por norma de 0,6mm/m. Isso significa que, ao analisar por esse parâmetro, as cerâmicas são adequadas ao uso em fachadas, pois a expansão por umidade é uma característica física que deve ser avaliada nas cerâmicas utilizadas como revestimento externo (ABNT NBR 13818: 1997). De acordo com Chagas (2009), nas fachadas, as principais solicitações sobre as placas cerâmicas estão relacionadas com a EU, decorrente da absorção de água da placa cerâmica oriunda das chuvas e da umidade relativa do ar, além das movimentações geradas pela variação da temperatura.

Por outro lado, o estudo apresentado por Bauer e Rago (2000) mostra que o ensaio prescrito pela norma ABNT NBR 13818: 1997 não condiz com os resultados reais, pois podem ser aprovados lotes de placas cerâmicas que, no tratamento de fervura, apresentaram valores abaixo de 0,6mm/m, mas que, ao longo dos anos, podem apresentar valores maiores de EU ocorrida; daí vir a comprometer o desempenho do revestimento cerâmico. Menezes et al. (2006)

também afirmam que não há “ainda um consenso entre os pesquisadores acerca do procedimento de requeima mais adequado, bem como do ensaio mais adequado para a aceleração da EU”.

5.4.5 Informações complementares sobre CER1

O edifício CER1 iniciou a reforma da fachada frontal seis meses após a vistoria realizada. Foram retiradas todas as cerâmicas com auxílio de um andaime suspenso, conforme pode ser visto na Figura 5.98.

Figura 5.98 – Início da reforma da fachada frontal de CER1



Fonte: A autora (2016).

Com a retirada de todo o revestimento, foi possível identificar e enfatizar informações sobre as fachadas. Constatou-se que o reboco utilizado foi feito com traço contendo argila e, para aderir a argamassa colante à camada de pintura existente, foram feitos riscos na pintura (Figura 5.99).

Figura 5.99 – Riscos na pintura e argila no reboco



Fonte: A autora (2016).

Foi possível detectar marcas de um revestimento anterior no topo da fachada que não foi retirada para o assentamento das cerâmicas (Figura 5.100 “a”). E também a existência de uma fissura na transição entre pavimentos que não estava aparente na cerâmica, apenas na base (Figura 5.100 “b”).

Figura 5.100 – Marcas na fachada e fissura em CER1

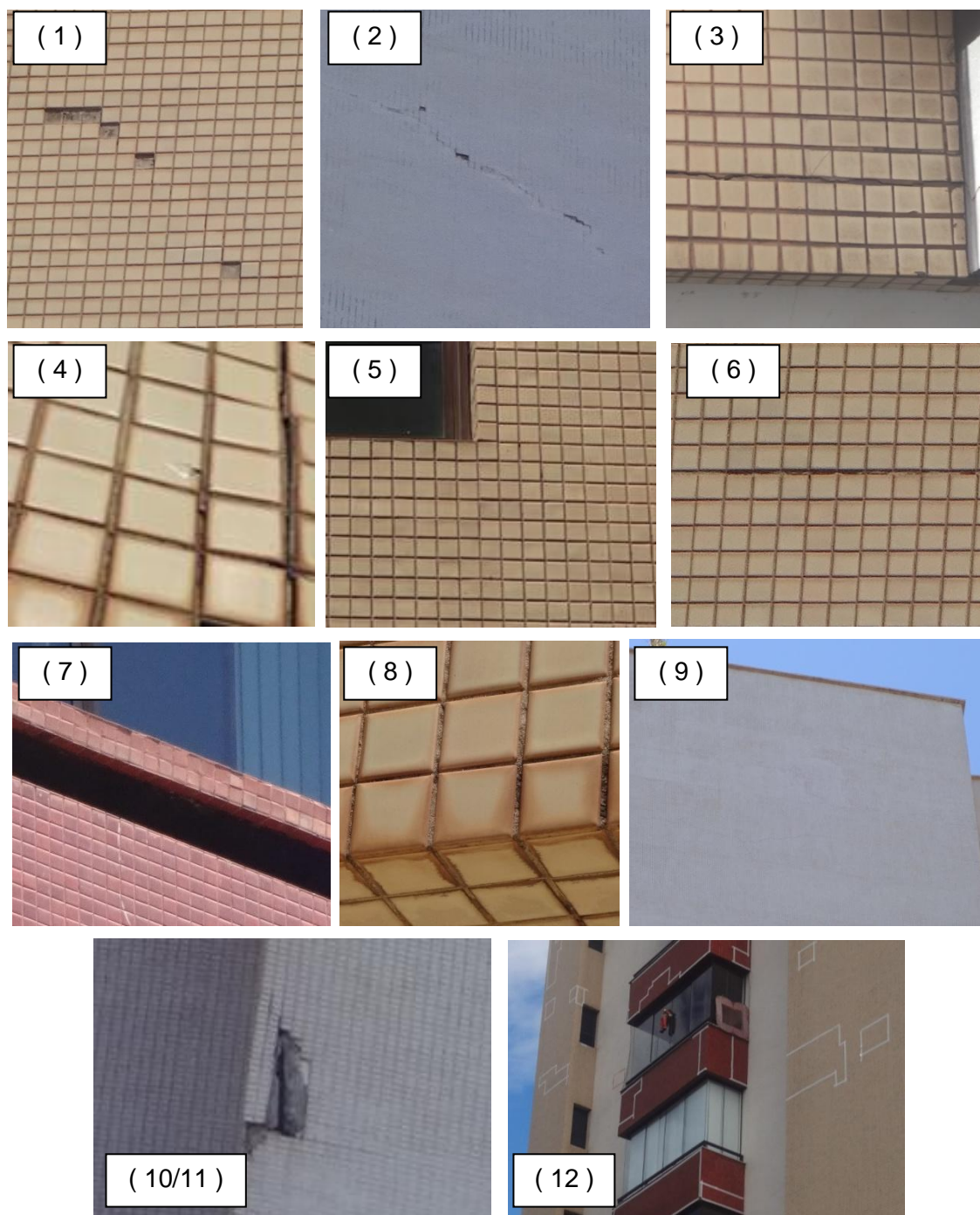


Fonte: A autora (2016).

5.5 EDIFÍCIO CER2

No edifício CER2, foram verificados 12 tipos de manifestações patológicas (Figura 5.101): (1) descolamento na camada exterior – D.1_a; (2) fissuração do sistema de revestimento cerâmico – da base propagada para o revestimento - F.s1; (3) fissuração do sistema de revestimento cerâmico – em zonas de concentração de tensões na base - F.s3; (4) deterioração das placas cerâmicas – pequenas crateras sobre a superfície - Dt.l4; (5) deterioração dos rejuntas – alteração de cor - Dt.j2; (6) deterioração dos rejuntas – fissura/perda de massa no seio do material de preenchimento dos rejuntas - Dt.j3 (7) manifestações patológicas de ordem estética – deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento - E.s1; (8) manifestações patológicas de ordem estética – manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas - E.s2; (9) manchas e sujeiras - M; (10) desagregação do concreto - DC; (11) corrosão - C; (12) revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão – D.p.

Figura 5.101 – Manifestações patológicas constatadas em CER2



Fonte: A autora (2016).

5.5.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de CER2

Assim como em CER1, os índices de manifestações patológicas serão apresentados em duas tabelas: a Tabela 5.15 mostra os IMP de CER2 para cada fachada e o IMP total; e a Tabela 5.16 detalha o IMP do resultado do teste de

percussão D.p. Essa divisão ocorre porque o IMP do edifício foi calculado baseado na inspeção visual das fachadas e o descolamento detectado pelo teste de percussão não era visível, em grande parte; por isso, foi apresentado à parte.

Tabela 5.15 – Índice de manifestação patológica em CER2

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Lés-nordeste	593,34	653,94	1,10
Nor-nordeste	1003,00	842,56	0,84
Su-sudeste	1013,31	458,13	0,45
Oés-sudoeste	1031,08	877,84	0,85
Total	3640,73	2832,47	0,78

Fonte: A autora (2016).

O índice de manifestação patológica foi elevado no edifício CER2, principalmente quando comparado ao de CER1. A fachada su-sudeste é a que recebe menor incidência da radiação solar e apresentou menor IMP. Também deve ser avaliada a posição do edifício em relação às indústrias responsáveis por parte do “pó preto” na cidade de Vitória. E as fachadas lés-nordeste e nor-nordeste estão nessa direção e sob a alta incidência de radiação solar.

Tabela 5.16 – Índice da manifestação patológica D.p em CER2

Teste de percussão			
Fachada	Área líquida vistoriada (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Lés-nordeste	536,79	48,25	0,09
Nor-nordeste	1003	31,14	0,03
Su-sudeste	1013,31	70,69	0,07
Oés-sudoeste	1031,08	54,95	0,05
Total	3584,18	205,03	0,06

Fonte: A autora (2016).

No edifício CER2, foi possível realizar o teste de percussão em quase toda área de fachada vistoriada. Assim, será feita, além das análises previstas, a análise do descolamento por tipo e cor de cerâmica. Na Tabela 5.17, apresentam-se as áreas líquidas e degradadas das cerâmicas vinho (4x4, 2x2) e branca (2x2) por fachada. Na Tabela 5.18, apresenta-se o IMP dessas cerâmicas.

Tabela 5.17 – Área vistoriadas e degradadas de D.p em CER

Fachada	Área líquida vistoriada (m ²)				Área degradada (m ²)			
	Cerâmica				Cerâmica			
	Vinho (4x4)	Vinho (2x2)	Bege (4x4)	Branca (2x2)	Vinho (4x4)	Vinho (2x2)	Bege (4x4)	Branca (2x2)
Lés-nordeste	172,69	-	364,1	-	26,77	-	21,48	-
Nor-nordeste	-	-	256	747	-	-	23,82	7,32
Su-sudeste	135,76	-	340,31	537,24	43,16	-	23,16	4,37
Oés-sudoeste	-	184,45	361	485,63	-	14,04	24,16	16,75
Total	308,45	184,45	1321,41	1769,87	69,93	14,04	92,62	28,44

Fonte: A autora (2016).

Tabela 5.18 – Índice da manifestação patológica D.p em CER2

Fachada	IMP			
	Cerâmica			
	Vinho (4x4)	Vinho (2x2)	Bege (4x4)	Branca (2x2)
Lés-nordeste	0,16	-	0,06	-
Nor-nordeste	-	-	0,09	0,01
Su-sudeste	0,32	-	0,07	0,01
Oés-sudoeste	-	0,08	0,07	0,03
Total	0,23	0,08	0,07	0,02

Fonte: A autora (2016).

Além da posição das fachadas devem ser consideradas as regiões em que cada tipo de cerâmica foi utilizado. Na fachada lés-nordeste, há cerâmicas vinho (4x4) nas sacadas e grande parte do topo e bege (4x4) nas demais regiões, mas a vinho é a que possui maior IMP de D.p; na fachada nor-nordeste, há cerâmicas bege (4x4) em duas regiões de pano cego e branca (2x2) no restante da fachada, porém a bege apresentou maior IMP; a fachada su-sudeste possui cerâmica vinho (4x4) nas sacadas e parte do topo, bege (4x4) em duas regiões de pano cego e outras duas com as aberturas das básculas e branca (2x2) nas outras partes, mas o maior IMP é na vinho; por fim, na fachada oés-sudoeste, o maior IMP também é na cerâmica vinho (2x2) e ela ocorre nas sacadas e parte do topo, a bege (4x4) está nos locais similares aos da fachada su-sudeste e a branca (2x2) no restante da fachada.

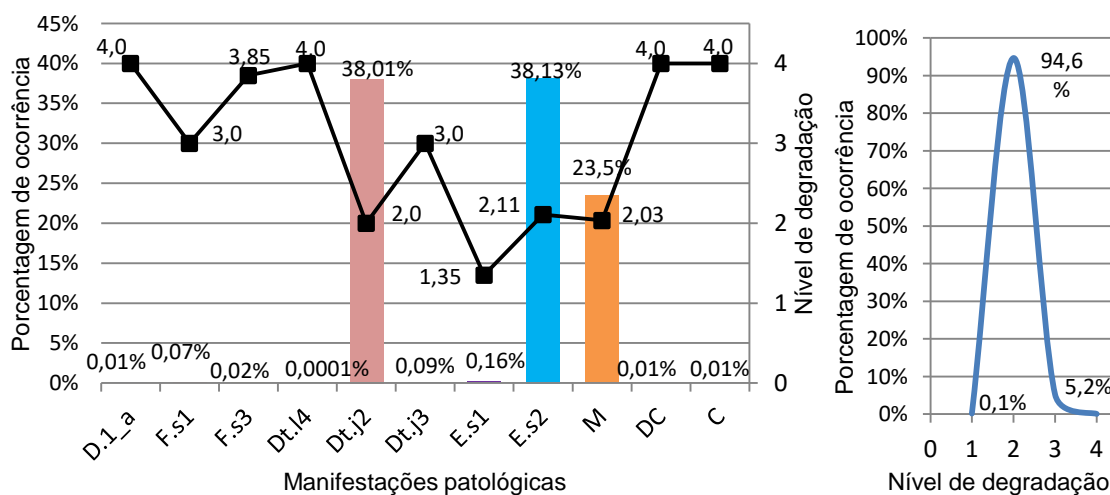
Em relação à cor das cerâmicas, as de cor vinho apresentaram maior descolamento pelo teste de percussão. Pode-se associar esse resultado à região de sacadas e à coloração escura. Segundo Uchôa (2007), as superfícies de cores escuras possuem maiores coeficientes de absorção da radiação solar e, com isso, atingem temperaturas maiores que as de cor clara, para as mesmas condições de insolação. A variação de temperatura no revestimento pode gerar tensões de compressão, tração e cisalhamento e uma sequência de variações térmicas, para mais e para menos, além de romper gradativamente por fadiga a ligação entre o revestimento e o substrato (FIORITO, 1994).

Daí se observa que a cor das cerâmicas pode ser uma das causas para a frequente ocorrência de regiões que apresentam som cavo pelo teste de percussão. A cerâmica bege foi a segunda com maior IMP, seguida da branca, ou seja, quanto mais escura a cerâmica, maior o IMP e maior a área degradada.

5.5.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER2

Na Figura 5.102, apresentam-se os gráficos da porcentagem de ocorrência das manifestações patológicas nas fachadas e os níveis de degradação. O nível de degradação médio do edifício foi 2,05.

Figura 5.102 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação



Fonte: A autora (2016).

As principais manifestações patológicas observadas foram alteração na cor dos rejuntas (38,01%), alteração da cor e/ou do brilho das placas cerâmicas (38,13%) e sujeiras nas fachadas (23,5%), todas com nível de degradação média de 2, aproximadamente. A sujeira observada nas fachadas é proveniente, em grande parte, da poluição da cidade de Vitória, já as manchas e alteração de cor das placas estão relacionadas com a exposição delas às intempéries, principalmente ao sol, e a alteração de cor do rejunte se dá pela exposição ao sol e à poluição. Os demais danos ocorreram em menor quantidade, mas algumas com nível de degradação alto.

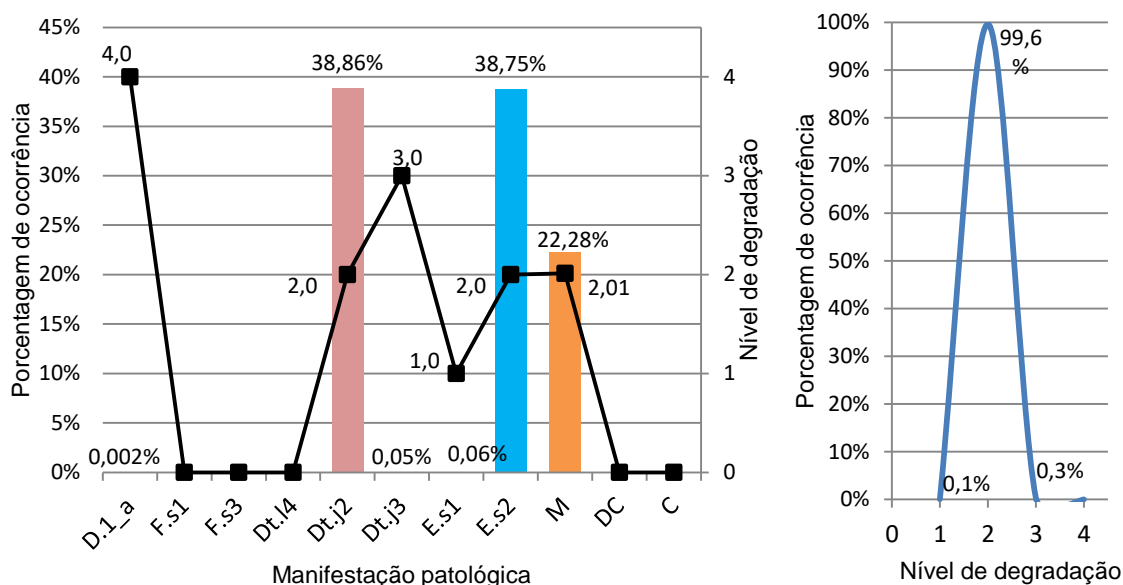
5.5.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de CER2

O edifício CER2 não possui fachadas ao nível do solo e nenhum tipo de junta; portanto, serão avaliadas apenas as seis regiões a seguir:

- Paredes contínuas de CER2

Na Figura 5.103, estão os resultados da região de paredes contínuas no edifício CER2. Observa-se que as principais manifestações patológicas do edifício também são as das paredes contínuas por se tratar de uma região com representatividade de área alta. Em relação ao descolamento da cerâmica, foi detectado, assim como em todas as regiões, queda de cerâmicas individuais e isoladas (Figura 5.104).

Figura 5.103 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.104 – Queda das pastilhas de CER2 nas paredes contínuas



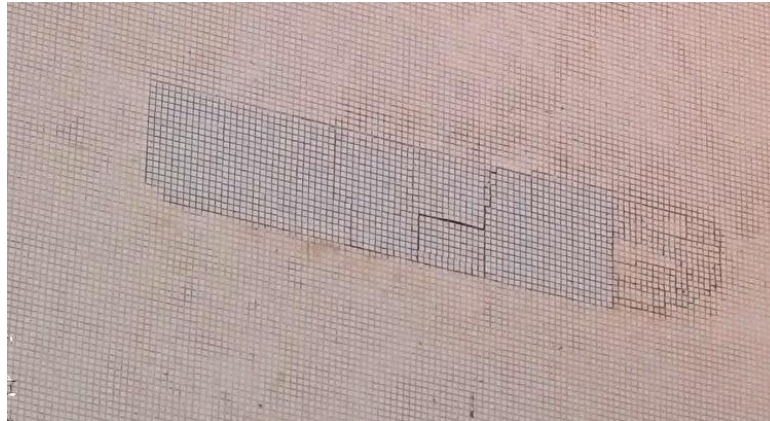
Fonte: A autora (2016).

Essa queda de cerâmica individual ocorre em razão de o sistema de assentamento dessas pastilhas ter sido realizado por meio de placas de pastilhas aderidas a uma camada de papel e, após o assentamento, esse papel era retirado; portanto, a pastilha fica de forma independente na fachada. Atualmente essas placas unem as pastilhas pelas laterais e, portanto, após o assentamento elas permanecem unidas.

A perda de massa do rejunte (Dt.j3) foi observada em poucos locais e teve sua causa associada à ausência de manutenção e desgaste do rejunte. Já a

deficiência de planeza e irregularidades no revestimento cerâmico nessa região foram observadas apenas na fachada nor-nordeste, em um local onde houve troca do revestimento para fins de manutenção (Figura 5.105).

Figura 5.105 – Dano do tipo E.s1 em CER2

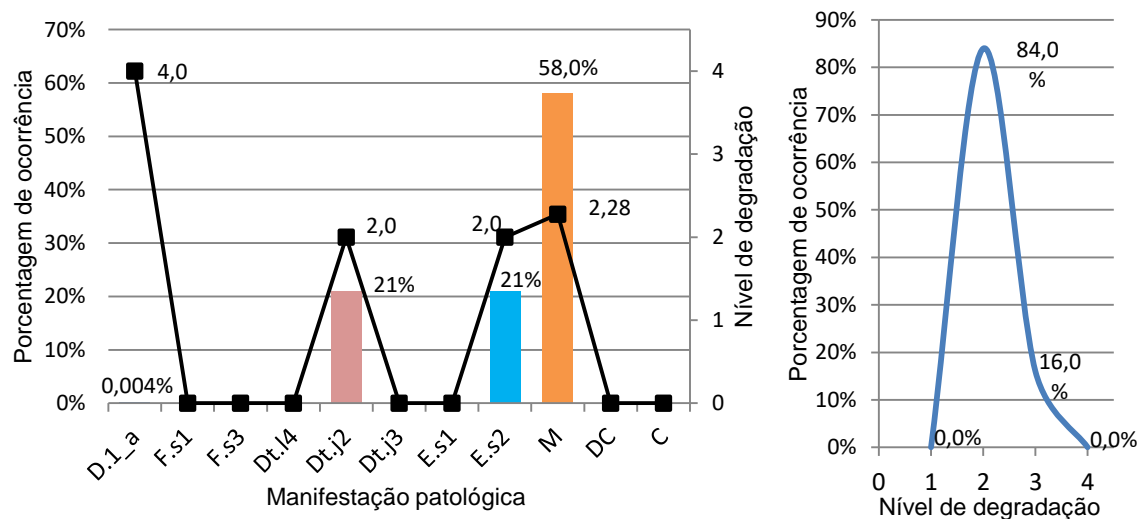


Fonte: A autora (2016).

- Aberturas de CER2

Para a região das aberturas, os resultados estão nos gráficos da Figura 5.106.

Figura 5.106 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas



Fonte: A autora (2016).

Nessa região, também foram detectadas as principais manifestações patológicas em maior quantidade e o descolamento da cerâmica na camada exterior de pastilhas individuais (Figura 5.107).

Figura 5.107 – Queda das pastilhas de CER2 nas aberturas

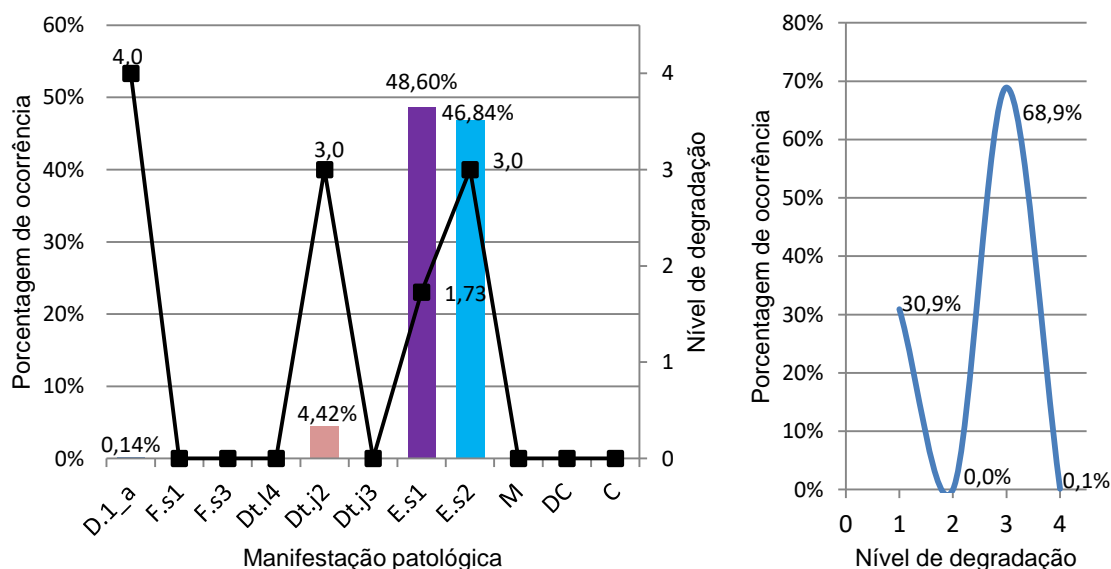


Fonte: A autora (2016).

- Sacadas de CER2

Na Figura 5.108, mostram-se os gráficos para a região das sacadas de CER1.

Figura 5.108 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas sacadas



Fonte: A autora (2016).

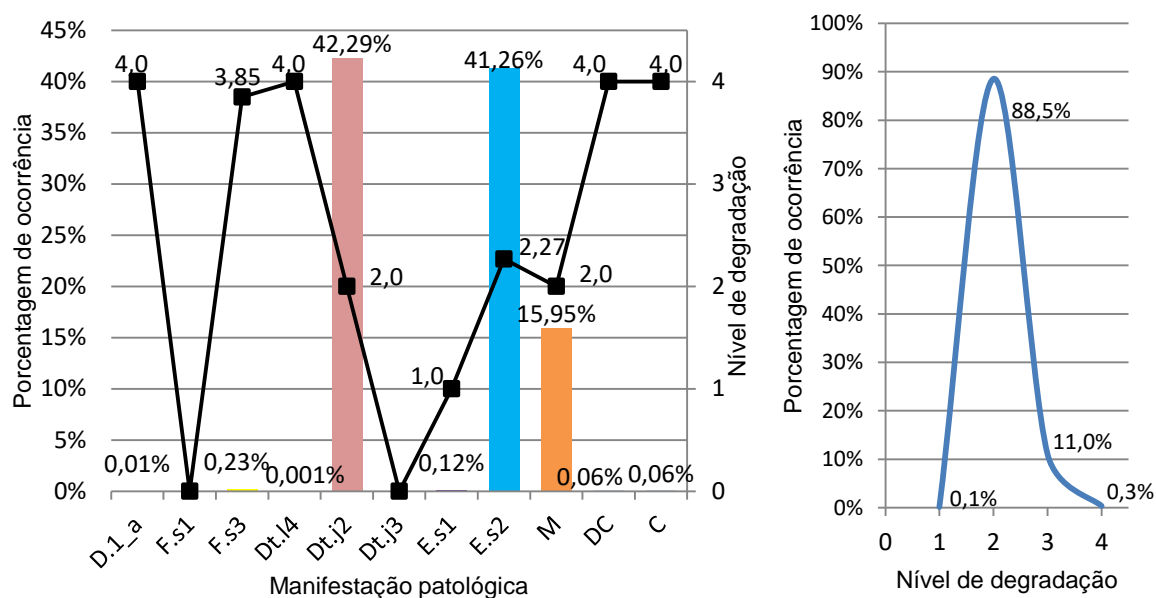
Observa-se, pelos gráficos, que essa região possui um comportamento diferenciado das citadas anteriormente. O maior dano observado foi a existência de irregularidades na superfície provenientes de reparos mal realizados. Em seguida, a alteração da cor e do brilho das placas cerâmicas devido ao tempo e à

incidência do solo. Não foi detectada sujeira nessa região, pois a cor escura da cerâmica impedia de observar esse tipo de alteração. Em pequena quantidade, assim como nas demais regiões, houve o desprendimento de cerâmicas individuais.

- Cantos e extremidades de CER2

Para a região de cantos e extremidades, os resultados estão na Figura 5.109.

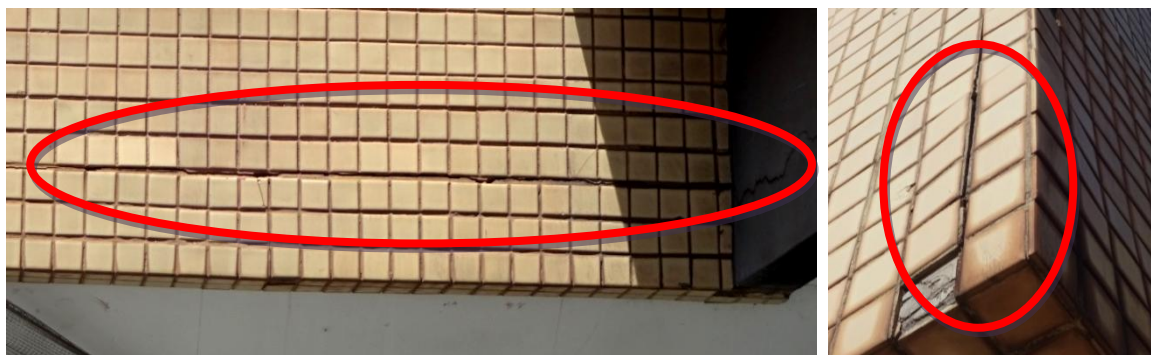
Figura 5.109 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades



Fonte: A autora (2016).

Nessa região, foram identificadas quase todas as manifestações patológicas existentes em CER2. As que ocorrem em maior quantidade são as principais que ocorrem em CER2: Dt.j2, E.s2 e M. A anomalia D.1_a também ocorre em pastilhas isoladas nessa região. Já as fissuras do tipo F.s3 estão localizadas em apenas um canto da fachada su-sudeste e em três pontos das fachadas lés-nordeste (Figura 5.110) e ocorrem justamente pelo característica descrita: zona de concentração de tensões.

Figura 5.110 – Fissuras do tipo F.s3 na fachada lés-nordeste de CER2



Fonte: A autora (2016).

A manifestação patológica Dt.l4 é a ocorrência de crateras nas placas cerâmicas e foi observada apenas em uma pastilha no canto inferior da fachada lés-nordeste. E.s1 também foi identificada apenas em um local dessa mesma fachada. Já a desagregação do concreto e a corrosão foram observadas na fachada nor-nordeste em um ponto (Figura 5.111).

Figura 5.111 – Desagregação do concreto e corrosão em CER2

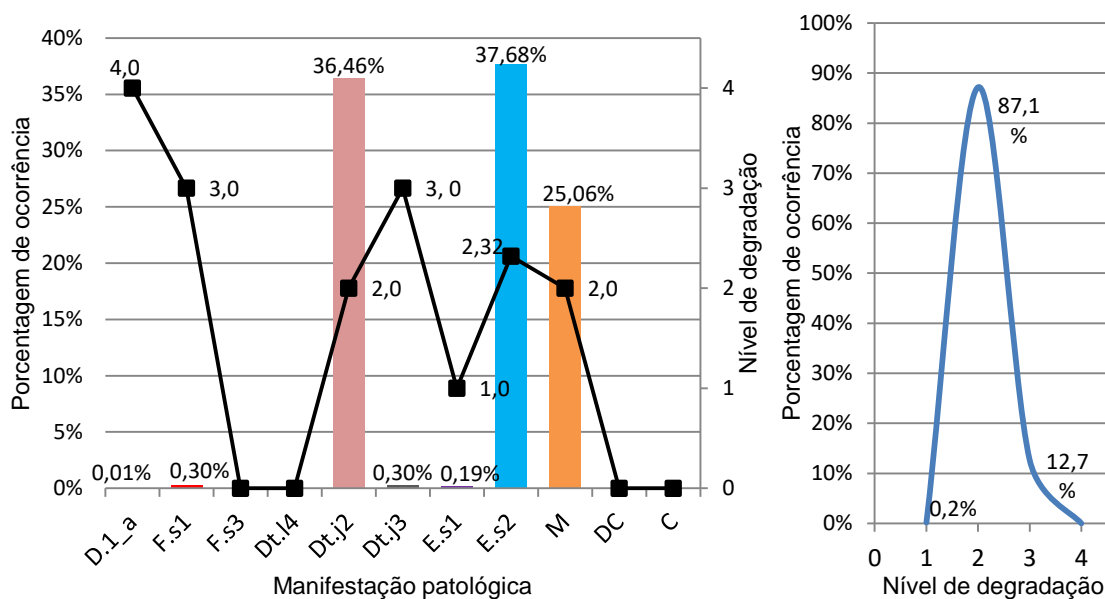


Fonte: A autora (2016).

- Transição entre pavimentos de CER2

Na Figura 5.112, apresentam-se os gráficos com a porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica e a porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação.

Figura 5.112 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos



Fonte: A autora (2016).

Destacam-se, pelo gráfico, para essa região as mesmas manifestações patológicas principais das regiões anteriores – Dt.j2, E.s2 e M – com níveis de degradação médios em torno de 2. Em relação ao deslocamento cerâmico D.1_a, a queda das pastilhas ocorre isoladamente e pontualmente. Nesta região, foi verificada a fissura no revestimento cerâmico do tipo F.s1, que se caracteriza por ser da base propagada para o revestimento. Essa fissura está na fachada oés-sudoeste, na transição entre pavimentos do 16.º andar e indica uma possível fissura entre a laje ou viga e a alvenaria que se propagou para o revestimento.

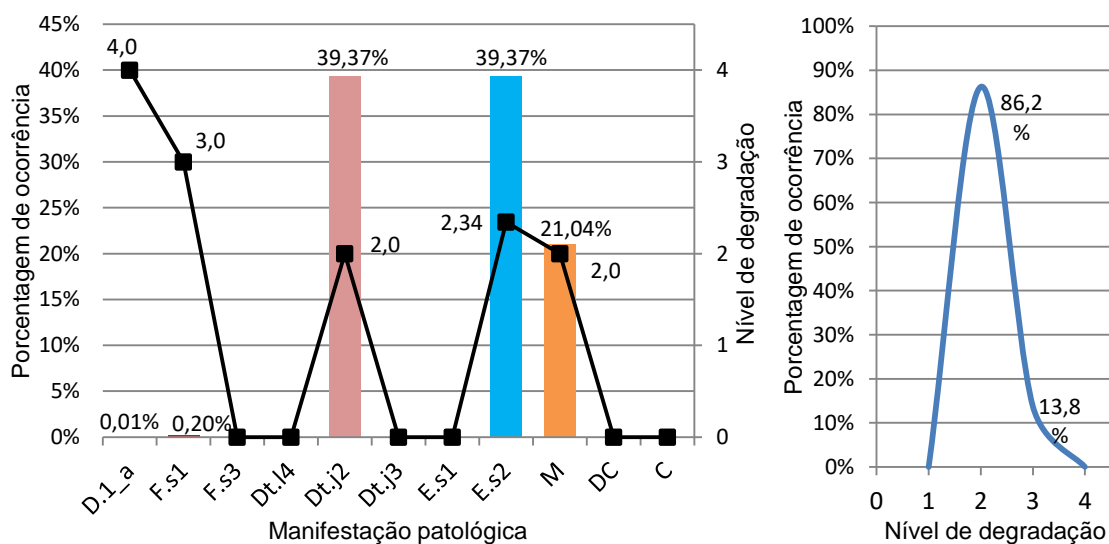
A perda de massa/fissura nos rejuntas (Dt.j3) foi identificada em três locais onde a existência de juntas de movimentação poderia impedir a ocorrência dessas manifestações patológicas.

As irregularidades do revestimento classificadas como E.s1 estão localizadas na fachada nor-nordeste no mesmo posicionamento mostrado na Figura 5.105, pois se trata de um local com duas regiões: paredes contínuas e transição entre pavimentos.

- Topo de CER2

Na Figura 5.113, mostram-se os resultados da região do topo de CER2.

Figura 5.113 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER2 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo



Fonte: A autora (2016).

Nessa região, Dt.j2, E.s2 e M também são as principais manifestações patológicas, e o deslocamento (D.1_a) ocorre com pastilhas isoladas e a fissura do tipo F.s1, base propagada para o revestimento, foi detectada na fachada oés-sudoeste (Figura 5.114).

Figura 5.114 – Fissura no topo de CER2



Fonte: A autora (2016).

Observa-se que, no edifício CER2, nas regiões de fachadas, as manifestações patológicas observadas não estão diretamente relacionadas com a região de ocorrência, à exceção das fissuras, pois, na transição entre pavimentos, nos cantos e extremidade e no topo, ocorrem concentrações de tensões específicas dessas regiões que podem provocar a fissuração do revestimento.

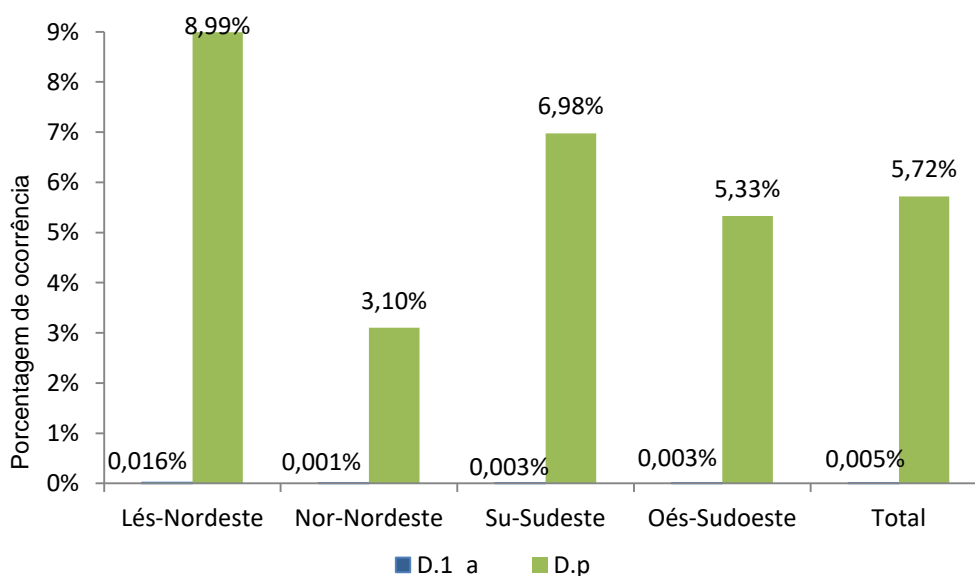
5.5.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER2

As manifestações patológicas serão estudadas em função do seu tipo:

- Descolamento do revestimento cerâmico

Há dois tipos de descolamento das cerâmicas: o primeiro (D.1_a) foi detectado pela inspeção visual e ocorre na camada exterior, entre a cerâmica e a argamassa de assentamento; e o segundo (D.p) foi constatado pelo teste de percussão que definiu os locais em que o revestimento apresenta som cavo (Figura 5.115).

Figura 5.115 – Porcentagem de ocorrência de D.1_a e D.p em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

Observa-se que quase não há descolamento do revestimento cerâmico do tipo D.1_a, mas, principalmente nas fachadas lés-nordeste e su-sudeste a queda

dessas pastilhas ocorre em locais com circulação alta de pessoas e carros. Como já mencionado, as pastilhas desprendem individualmente devido a sua forma de assentamento. Já o revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão está em maior proporção em relação às áreas das fachadas e foi feito anteriormente à análise do índice de manifestação patológica. É importante destacar que D.1_a apresenta comportamento similar à D.p em relação às fachadas: a nor-nordeste foi a que apresentou menor descolamento cerâmico e a lés-nordeste maior descolamento.

Sobre D.1_a, observou-se, nas fachadas que permitiam maior visibilidade, que, no local onde ocorreu a queda, havia uma pequena fissura na argamassa aderida à fachada, o que provavelmente causou desprendimento (Figura 5.116).

Figura 5.116 – Fissuras na argamassa nos locais de desprendimento cerâmico



Fonte: A autora (2016).

Em relação à D.p, observaram-se algumas particularidades. Na região das aberturas, nos cantos de bacias, havia uma constância de revestimentos ociosos, que pode ter sido ocasionada pela provável presença de trincas de vértice que fragilizaram a região (Figura 5.117).

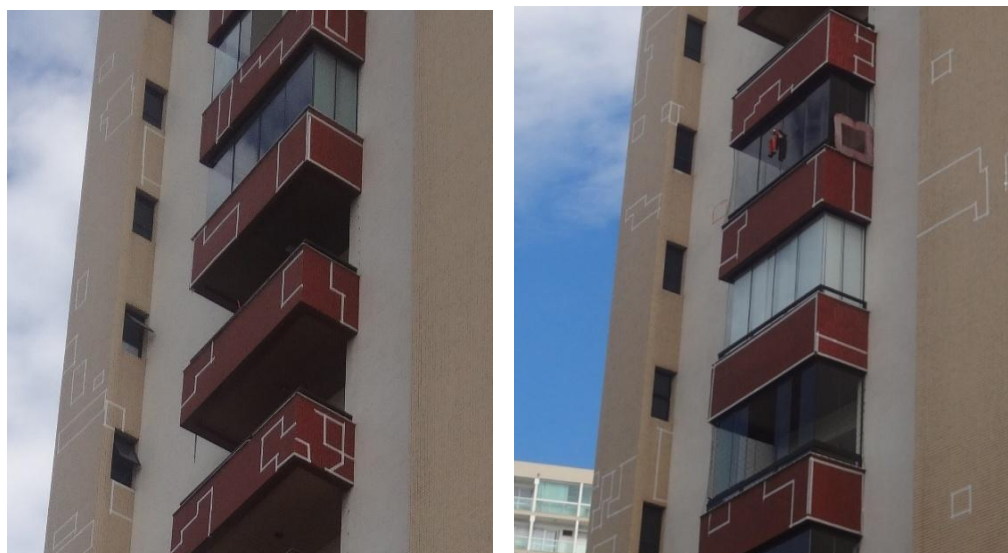
Figura 5.117 – Fissuras na argamassa nos locais de desprendimento cerâmico



Fonte: A autora (2016).

A região das sacadas da fachada su-sudeste foi a mais crítica e, em algumas varandas, todo o revestimento cerâmico estava comprometido, como pode ser visto na Figura 5.118.

Figura 5.118 – Sacadas com revestimento cerâmico comprometido

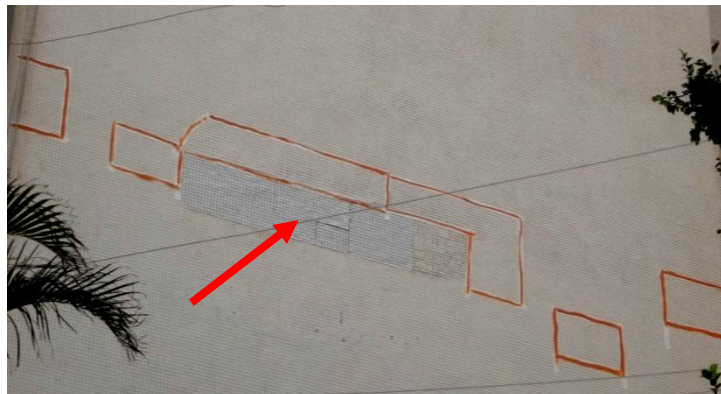


Fonte: A autora (2016).

É válido destacar que uma prática muito comum é a substituição do revestimento que apresenta som cavo apenas nos locais demarcados. Essa medida é eficaz em curto prazo, pois deve ser realizada uma inspeção periódica para constatar mais regiões que estavam em boas condições e começaram a se desprender. Esse exemplo pode ser visualizado na Figura 5.119, em que se mostra uma

região em que houve a troca do revestimento. Nessa inspeção se detectou que a área no entorno dessa região apresenta som cavo no teste de percussão.

Figura 5.119 – Região comprometida no entorno de revestimento já alterado



Fonte: A autora (2016).

- Fissuração no sistema de revestimento cerâmico

Há dois tipos de fissuração no revestimento cerâmico: F.s1 - da base propagada para o revestimento e F.s3 – em zonas de concentração de tensões na base. A F.s1 só foi detectada na fachada oés-sudoeste nas regiões do topo e transição entre pavimentos com nível de degradação igual a 3, correspondendo a 0,18% da área vistoriada dessa fachada. Já F.s3 está presente na região de cantos e extremidades das fachadas lés-nordeste (0,09%) e su-sudeste (0,01%), com níveis de degradação igual a 4 e 3, respectivamente. Essas manifestações patológicas não estão relacionadas à posição das fachadas, e sim às regiões de ocorrência.

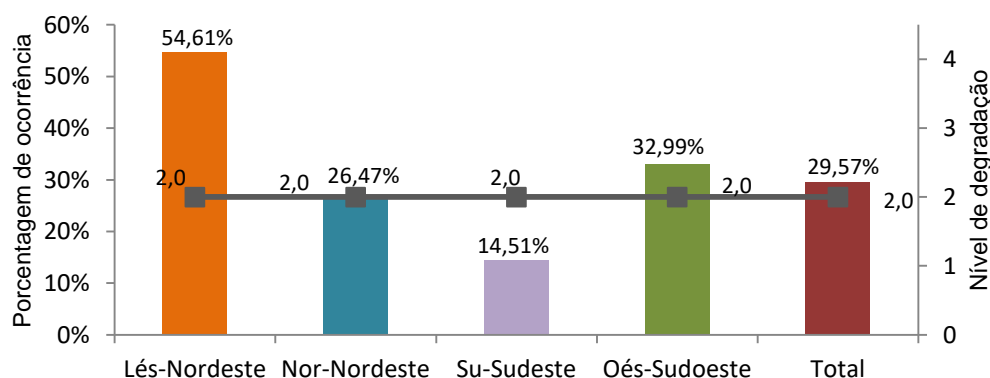
- Danos nas placas cerâmicas

Com relação aos danos nas placas cerâmicas, só foi detectado o Dt.l4 – pequenas crateras sobre a superfície. Essa manifestação patológica foi observada em um local de CER2: na região de cantos e extremidades da fachada lés-nordeste, correspondendo a 0,003% com nível de degradação 4. Essa anomalia foi pontual e, devido a sua localização, pode ter ocorrido algum choque mecânico que ocasionou esse dano, não especificamente oriundo da própria cerâmica.

- Danos nos rejuntas

Nos rejuntas das placas cerâmicas, foram detectadas alteração de cor (Dt.j2) com resultados expressos na Figura 5.120 e fissura/perda de massa no seio do material de preenchimento dos rejuntas (Dt.j3).

Figura 5.120 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j2 em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

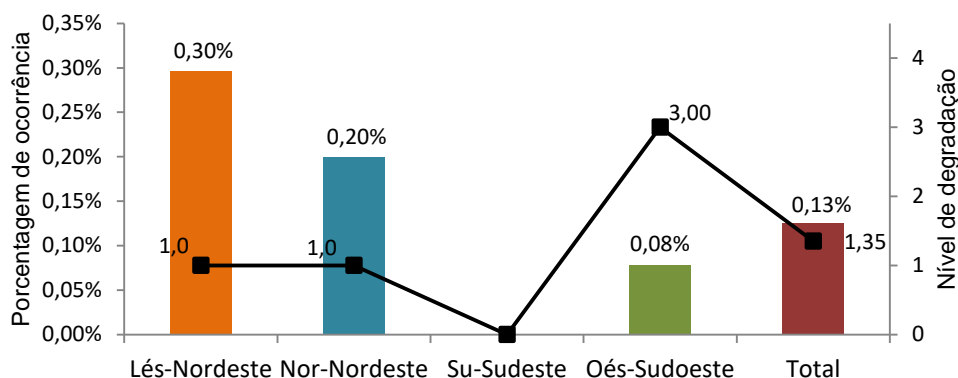
A alteração de cor nos rejuntas está associada à incidência do sol ao longo do tempo e também à sujeira acumulada. As fachadas de maior incidência são a lés-nordeste e oés-sudoeste, seguidas da nor-nordeste, que possui cerâmicas branca e bege que facilitam a visualização dessa alteração de cor.

A manifestação patológica Dt.j3 foi observada na fachada lés-nordeste (0,24%) e na fachada nor-nordeste (0,11%), com nível de degradação igual a 3.

- Manifestações patológicas de ordem estética

As manifestações patológicas de ordem estética são deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento - E.s1 (Figura 5.121); manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas - E.s2 (Figura 5.122); manchas e sujeiras – M (Figura 5.123).

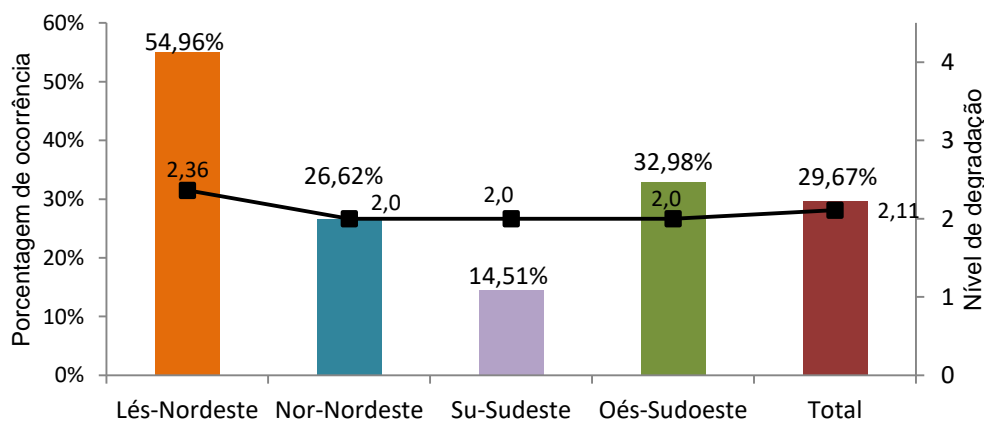
Figura 5.121 – Porcentagem de ocorrência de E.s1 em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

A ocorrência das irregularidades na superfície do revestimento foi detectada em regiões onde houve troca da cerâmica e em locais com erros de assentamento. Na fachada lés-nordeste, foram observadas em detalhes nas regiões das sacadas; na fachada nor-nordeste, em um local, analisado anteriormente, em que houve troca de revestimento; e, na fachada oés-sudoeste, nos mesmos detalhes presentes na fachada lés-nordeste.

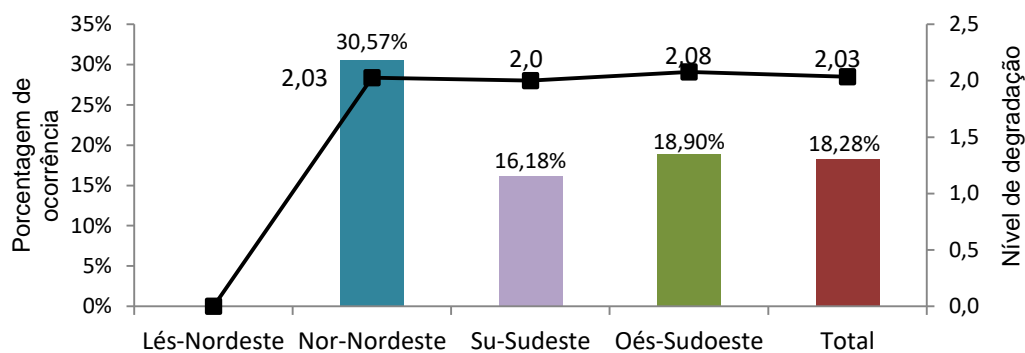
Figura 5.122 – Porcentagem de ocorrência de E.s2 em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

Com relação às alterações do brilho e da cor da cerâmica, pode-se relacionar com a posição das fachadas mediante a mesma análise feita para Dt.j2.

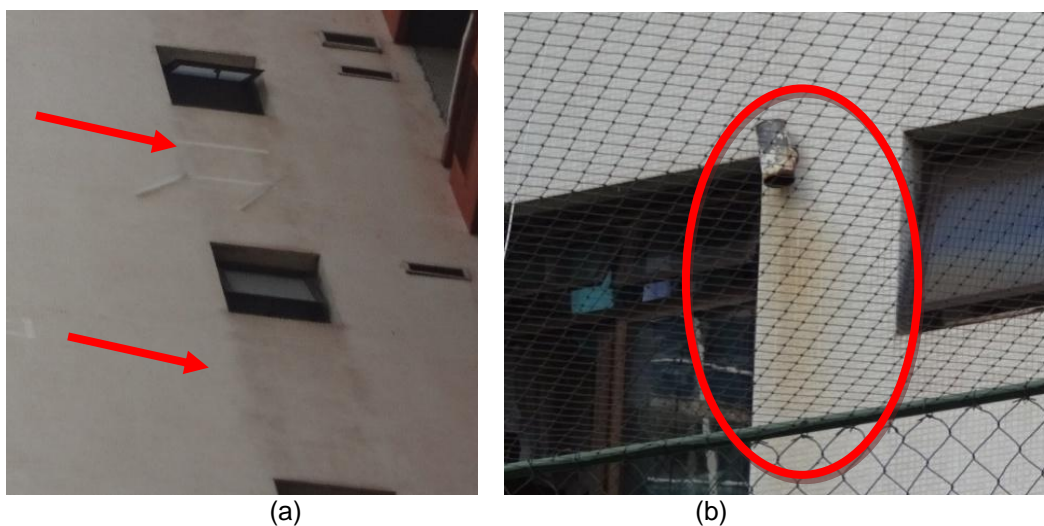
Figura 5.123 – Percentagem de ocorrência de M em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

Por fim, as manchas e sujeiras, mais especificamente as sujeiras, são mais incidentes na fachada nor-nordeste, que possui cerâmicas mais claras que facilitam a visualização. Já na fachada oés-sudoeste, essas sujeiras foram percebidas em grande parte da fachada, mas em alguns pontos, como na parte inferior das janelas (que não possuíam peitoril) e ao redor da saída dos exaustores (Figura 5.124).

Figura 5.124 – Sujeiras abaixo da janela (a) e ao redor da saída do exaustor (b)



Fonte: A autora (2016).

- Manifestações patológicas nas fachadas

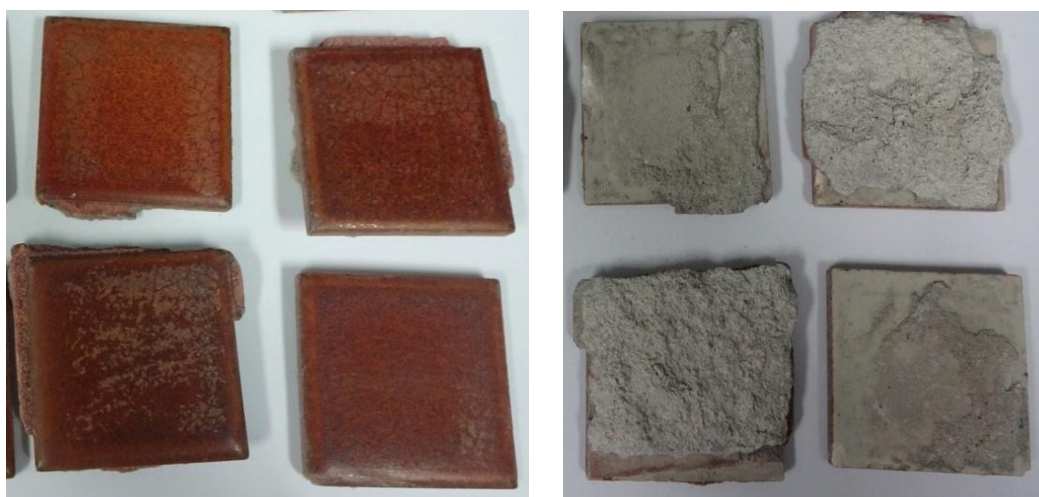
Foi verificado na região de cantos e extremidades, em um local da fachada nor-nordeste, corrosão e desagregação do concreto, equivalente a 0,02% da área vistoriada, com nível de degradação igual a 4, já comentado anteriormente.

5.5.4 Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER2

O edifício CER2 passou por uma manutenção, após a vistoria, na fachada sudeste. Foram retiradas todas as cerâmicas 4cm x 4cm da cor vinho que estavam assentadas nas varandas, pois elas apresentavam risco de queda em alguns pontos. Outro agravante era que, na parte inferior do edifício, passam muitos carros e pedestres. Após essa reforma, foram solicitadas ao edifício algumas peças para a realização dos ensaios no laboratório.

As cerâmicas estavam com argamassa bem aderida ao tardo e isso foi constatado pela dificuldade de remoção delas, o que não era esperado, pois as cerâmicas deslocadas apresentavam perda de aderência entre a cerâmica e argamassa de assentamento. Isso indica que provavelmente grande parte do revestimento que apresentou som cavo pelo teste de percussão estava com perda de aderência na camada de regularização da base e que esses casos de queda de pastilha individuais podem estar relacionados ao tempo em aberto da argamassa de assentamento em alguns locais. Na Figura 5.125, mostram-se as cerâmicas com a parte esmaltada limpa e o tardo antes da limpeza.

Figura 5.125 – Cerâmicas de CER2 antes da limpeza do tardo



Fonte: A autora (2016).

Verifica-se que as cerâmicas apresentam gretamento, perda de brilho e perda de coloração, os quais, em grande parte da fachada, não eram detectados, pois as cerâmicas estavam sujas e/ou a distância não permitia essa visualização.

Na Figura 5.126, mostra-se a parte do tardoz limpa e identificada para início dos ensaios.

Figura 5.126 – Cerâmicas de CER2 após limpeza



Fonte: A autora (2016).

No ensaio de absorção de água, foram obtidos resultados para 20 amostras, e a média da absorção de água para cada 10 amostras e a absorção média final estão indicadas na Tabela 5.19.

Tabela 5.19 – Resultado da absorção de água das cerâmicas de CER2

Absorção 1	Absorção 2	Absorção média
0,1%	0,1%	0,1%

Fonte: A autora (2016).

Ao analisar a absorção de água de 0,1%, em relação ao limite máximo de 3% estabelecido pela norma britânica BS 5386-2: 2015, conclui-se que essa cerâmica está adequada para uso em fachadas de acordo com os parâmetros dessa propriedade. Essa conclusão exclui que o deslocamento esteja associado a esse fator. Entretanto, como também não foram obtidas informações sobre os tipos de argamassa e rejunte utilizados, não é possível afirmar que a especificação desses materiais foi de acordo com a classe de absorção da cerâmica. E, caso não tenha sido, pode-se dizer que foi uma causa para a perda de desempenho do revestimento.

O ensaio de expansão por umidade foi realizado em cinco amostras de cerâmicas, e o resultado obtido foi 0,49mm/m, conforme se mostra na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas de CER2 em mm/m

EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU Média
0,64	0,53	0,75	0,21	0,32	0,49

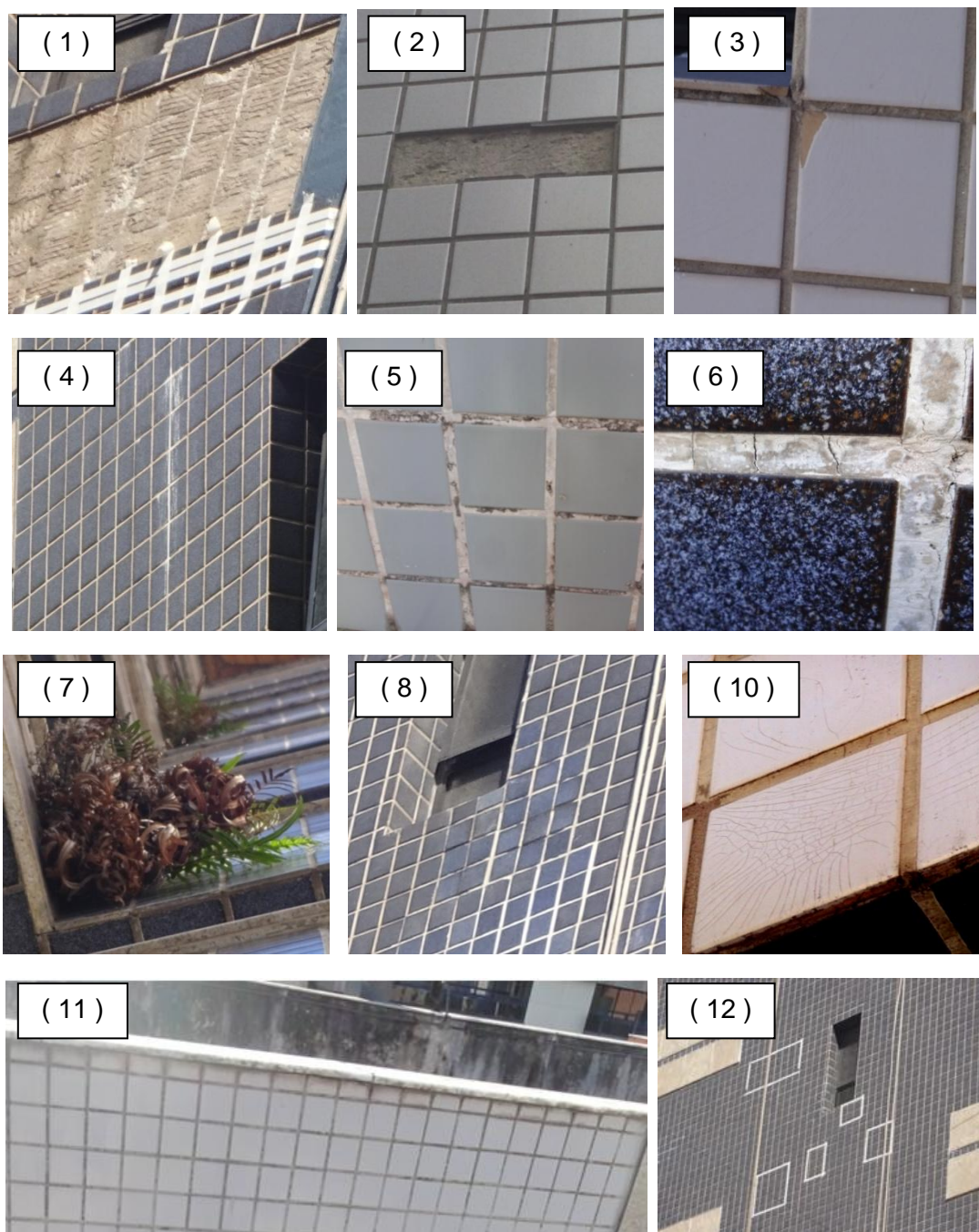
Fonte: A autora (2016).

Esse resultado está abaixo, porém próximo ao limite máximo estabelecido na norma de 0,6mm/m. Somado à questão de que o ensaio prescrito pela norma pode não condizer com os resultados reais (BAUER; RAGO, 2000), indica que essa propriedade não pode ser negligenciada e que pode ser uma das causas do deslocamento das placas cerâmicas dessa cor no edifício CER2.

5.6 EDIFÍCIO CER3

As seguintes manifestações patológicas foram observadas no edifício CER3 (Figura 5.127): (1) descolamento na camada exterior – D.1_a; (2) descolamento do sistema de revestimento cerâmico na interface material de assentamento/reboco - D.s1; (3) deterioração das placas cerâmicas – esmagamento ou lascamento das bordas - Dt.l1; (4) deterioração dos rejuntas – eflorescência - Dt.j1; (5) deterioração dos rejuntas – alteração de cor - Dt.j2; (6) deterioração dos rejuntas – fissura/perda de massa no seio do material de preenchimento dos rejuntas - Dt.j3; (7) deterioração dos rejuntas – organismos vegetais – Dt.j5 (8) manifestações patológicas de ordem estética – deficiência de planeza ou existência de irregularidades na superfície do revestimento - E.s1; (9) manifestações patológicas de ordem estética – manchas, alteração de cor ou alteração de brilho das placas cerâmicas - E.s2; (10) manifestações patológicas de ordem estética – fissuração ou gretamento do esmalte das placas cerâmicas - E.s3; (11) manchas e sujeiras – M; (12) revestimento que apresenta som cavo pelo teste de percussão – D.p.

Figura 5.127 – Manifestações patológicas constatadas em CER3



Fonte: A autora (2016).

5.6.1 Índice de manifestação patológica (IMP) de CER3

Na Tabela 5.21 e Tabela 5.22, estão os resultados dos índices de manifestações patológicas do edifício CER3 e das áreas que apresentaram som cavo pelo teste de percussão (D.p) em CER3, respectivamente.

Tabela 5.21 – Índice de manifestação patológica em CER3

Fachada	Área líquida (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Noroeste	159,62	0,57	0,004
Sudoeste	339,74	67,13	0,20
Nordeste	324,02	30,84	0,10
Sudeste	312,26	20,62	0,07
Total	1135,64	119,16	0,10

Fonte: A autora (2016).

O IMP de CER3 de 0,10 foi baixo. A fachada noroeste foi a que apresentou o menor índice, que pode ser relacionado com a sua localização mais protegida da incidência direta dos agentes externos. Já a fachada sudoeste foi a com maior índice, principalmente pelas alterações de cor nos rejuntas, manchas e sujeiras nos revestimentos, mais visíveis nessa fachada do que nas demais.

Tabela 5.22 – Índice da manifestação patológica D.p em CER3

Teste de percussão			
Fachada	Área líquida vistoriada (m ²)	Área degradada (m ²)	IMP
Noroeste	0	-	-
Sudoeste	93,6	5,34	0,06
Nordeste	85,8	10,72	0,12
Sudeste	0	-	-
Total	179,4	16,06	0,09

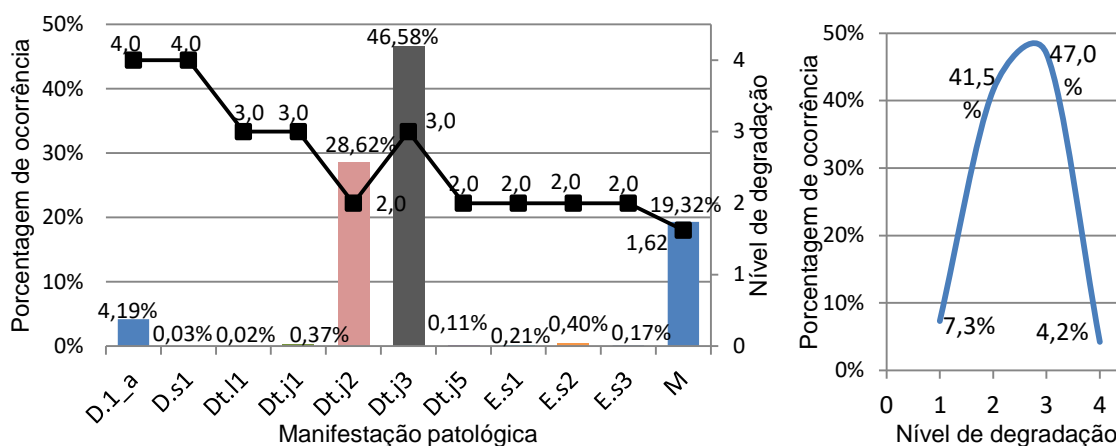
Fonte: A autora (2016).

Com relação aos resultados do teste de percussão, foi vistoriada apenas parte das fachadas sudoeste e nordeste por questões de viabilidade econômica e disponibilidade do edifício. A fachada nordeste apresentou o dobro de área degradada em relação à sudoeste. Esses resultados já eram esperados devido à existência de deslocamentos cerâmicos na fachada nordeste.

5.6.2 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas em CER3

A porcentagem de ocorrência de cada manifestação patológica observada em CER3 e os respectivos níveis de degradação estão expressos na Figura 5.128.

Figura 5.128 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação



Fonte: A autora (2016).

Observa-se que existem 11 tipos de manifestações patológicas. Entretanto, apenas quatro têm maior representatividade ante a inspeção visual: o descolamento cerâmico, a alteração de cor do rejuntas, a fissuração dos rejuntas e manchas e sujeiras no revestimento. Os demais danos ocorrem no edifício CER3, pontualmente em específicas regiões das fachadas. Quanto ao nível de degradação, verifica-se que as anomalias apresentaram constância nesses níveis, o que indica que elas estão no mesmo estágio de degradação, e o nível de degradação médio do edifício foi 2,48.

A alteração de cor nos rejuntas foi observada em diversos locais das fachadas (Figura 5.129), cuja causa não foi determinada. Aparentemente, em alguns pontos ocorrem apenas o acúmulo de sujeira (pó preto), em outros parecem bolor e, nos demais, podem ser alterações dos compostos presentes nos rejuntas. Devido à falta de definição da causa e das reais proporções dessa manifestação patológica, foi considerado que ela apresenta nível de degradação igual a 2 para todos os pontos identificados.

Figura 5.129 – Alteração de cor nos rejuntas de CER3 (Dt.j2)



Fonte: A autora (2016).

As fissuras detectadas nos rejuntas apresentam o mesmo comportamento em todas as regiões de fachadas: microfissuras perpendiculares ao alinhamento do rejunte (Figura 5.130). Essa anomalia pode ter sido ocasionada por diversos fatores ao longo dos anos, como a movimentação da estruturas, incidência dos agentes externos, descolamento dos revestimento e ausência de juntas de movimentação. Entretanto, a causa exata não foi possível definir neste trabalho. O nível de degradação igual a 3 foi atribuído a todas as regiões com esse tipo de anomalia.

Figura 5.130 – Fissuras nos rejuntas de CER3 (Dt.j3)



Fonte: A autora (2016).

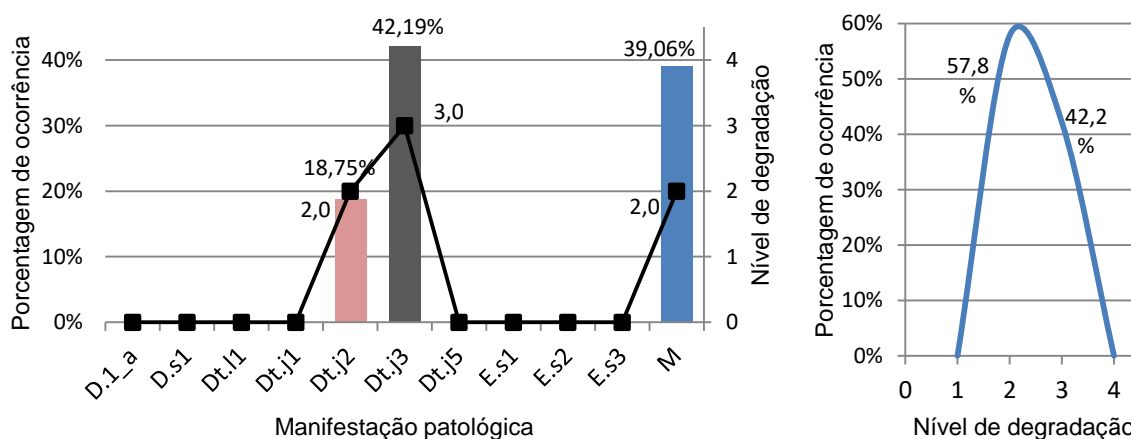
5.6.2.1 Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas por região de fachada de CER3

As regiões de sacadas e juntas não serão avaliadas, pois nas sacadas não há revestimento cerâmico e, no edifício, não existe nenhum tipo de junta. Com isso, apenas seis regiões estão detalhadas a seguir:

- Nível do solo de CER3

Na região do nível do solo foram verificados três tipos de manifestações patológicas com as porcentagens de ocorrência e os níveis de degradação, conforme mostram os gráficos da Figura 5.131.

Figura 5.131 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no nível do solo



Fonte: A autora (2016).

Apenas na fachada nordeste existe a região do nível do solo e observou-se que as manchas encontradas eram provenientes da umidade ascensional no local (Figura 5.132), pois se trata de uma área comum do edifício que apresenta pontos de infiltração de água e umidade.

Figura 5.132 – Manchas e sujeiras no nível do solo de CER3

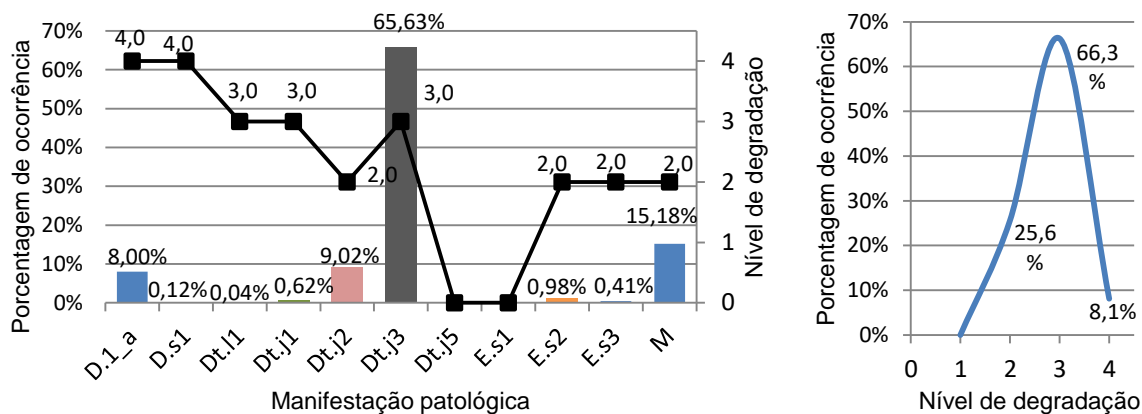


Fonte: A autora (2016).

- Paredes contínuas de CER3

Para a região das paredes contínuas, os resultados estão nos gráficos da Figura 5.133.

Figura 5.133 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas paredes contínuas



Fonte: A autora (2016).

À exceção das anomalias Dt.j5 e E.s1, todas as demais estão presentes nessa região. A fissuração no rejunte foi a de maior ocorrência, com 65,63%, seguida das manchas e sujeiras com 15,18%, que estão associadas principalmente à alta poluição na cidade de Vitória e à ausência de manutenção nas fachadas (Figura 5.134).

Figura 5.134 – Manchas e sujeiras nas paredes contínuas de CER3



Fonte: A autora (2016).

Em relação ao deslocamento cerâmico, foram observados dois tipos: entre a cerâmica e a argamassa de assentamento (D.1_a) e entre a argamassa de

assentamento e o reboco (D.s1). É importante destacar que, nas regiões mais visíveis, o condomínio pintou o reboco de cor similar à cerâmica, enquanto não realizavam a reforma (Figura 5.135). Uma das prováveis causas é a ausência de juntas de movimentação.

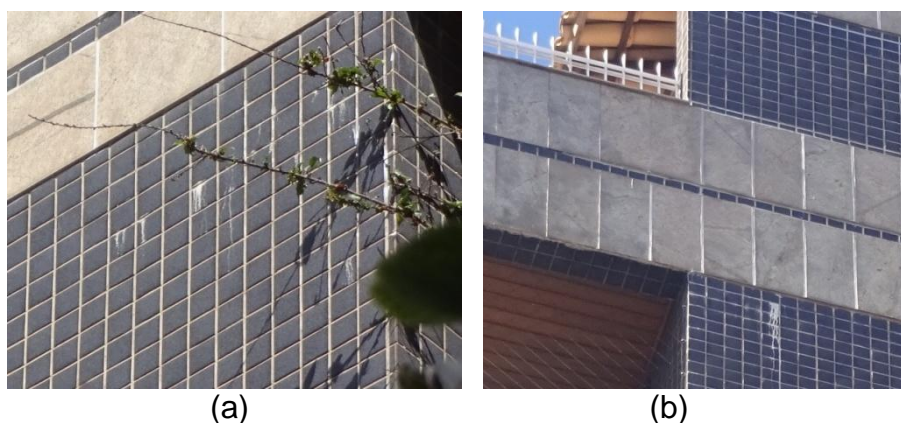
Figura 5.135 – Desplacamento cerâmico CER3 (D.1_a)



Fonte: A autora (2016).

Nesta região foi detectada uma placa cerâmica com lascamento da borda (Dt.I1), ocasionado por algum dano mecânico ou durante o assentamento. Já com relação aos danos nos rejuntas, também foram observados dois pontos com eflorescência nessa região: na Figura 5.136 “a”, está logo abaixo da jardineira da varanda e, na Figura 5.136 “b”, abaixo da área da cobertura. Ambos os locais são propensos à infiltração de água, que é um fator para que ocorra essa anomalia.

Figura 5.136 – Eflorescência nos rejuntas de CER3 (Dt.j1)



Fonte: A autora (2016).

As manifestações patológicas de ordem estética ocorreram pontualmente: alteração da cor e/ou brilho foi observada em uma pequena região no primeiro

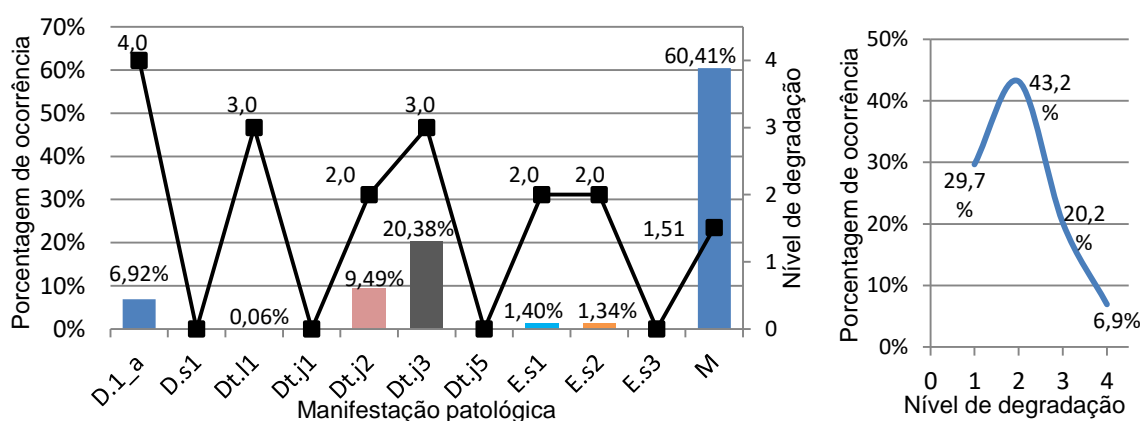
pavimento da fachada sudoeste e o gretamento no último pavimento da fachada nordeste.

Pela curva da porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação, observa-se que o nível 2 está associado somente à fissuração nos rejuntas, o nível 4 aos deslocamentos cerâmicos e o nível 3 ao somatório da ocorrência das demais anomalias. Ou seja, a degradação nesse edifício está diretamente relacionada com a ocorrência de cada tipo de dano.

- Aberturas de CER3

Os resultados da região de aberturas de CER3 estão expressos na Figura 5.137.

Figura 5.137 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nas aberturas



Fonte: A autora (2016).

Assim como em outras regiões as principais manifestações patológicas com maior ocorrência foram a alteração de cor dos rejuntas, a fissuração dos rejuntas e manchas e sujeiras, é importante destacar que as sujeiras foram observadas principalmente abaixo de janelas sem peitoris (Figura 5.138).

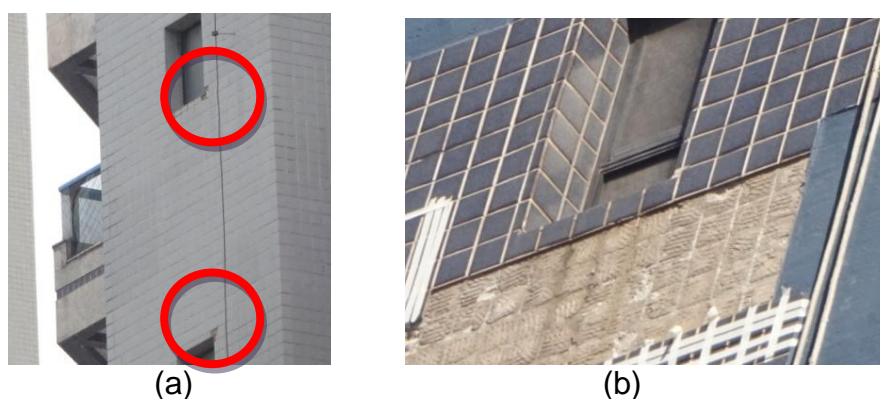
Figura 5.138 – Manchas e sujeiras abaixo das aberturas de CER3



Fonte: A autora (2016).

O deslocamento cerâmico ocorre próximo às bacias dos banheiros e das escadas (Figura 5.139 “a”). Uma das causas dessa anomalia é a ausência de juntas de movimentação e dessolidarização (Figura 5.139 “b”). Já o lascamento da borda ocorreu apenas em uma cerâmica próxima à janela da área de serviço por algum choque mecânico ou durante o assentamento. Por fim, as duas anomalias relacionadas à estética do revestimento cerâmico foram a falta de planeza, que foi ocasionada pelo assentamento incorreto das cerâmicas (neste caso, novas cerâmicas colocadas em locais de queda das placas) e a perda do brilho/alteração de cor das placas em uma pequena região da fachada sudoeste.

Figura 5.139 – Deslocamento cerâmico na região de aberturas de CER3



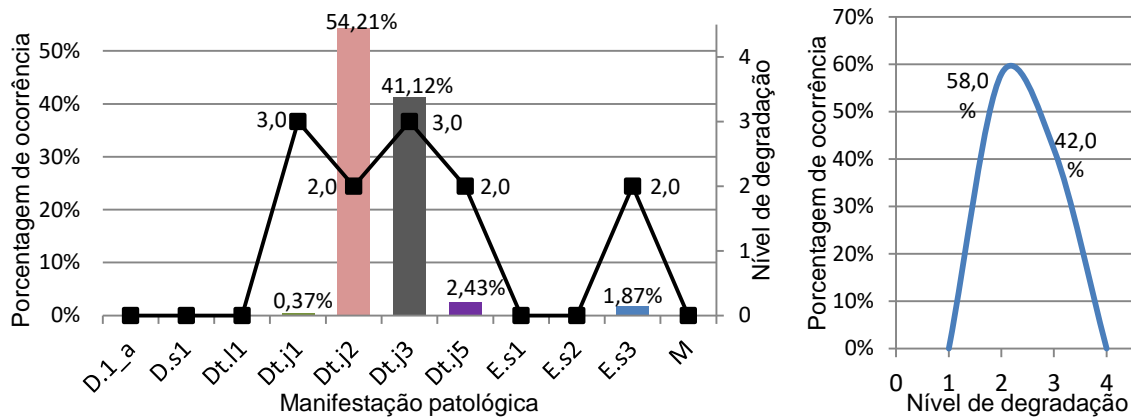
Fonte: A autora (2016).

Apesar da diversidade de manifestações patológicas, a maioria apresenta baixo nível de degradação, pois são solucionadas por meio de manutenções periódicas. Já as anomalias com níveis 3 e 4 devem ser estudadas e solucionadas com maior rigor.

- Cantos e extremidades de CER3

Na região de cantos e extremidades, foram encontrados os resultados expressos nos gráficos da Figura 5.140.

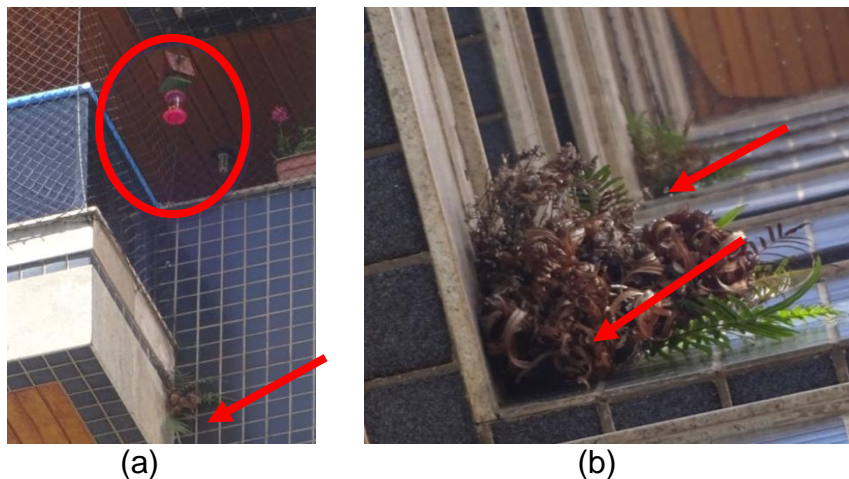
Figura 5.140 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação nos cantos e extremidades



Fonte: A autora (2016).

Nessa região, destacam-se as anomalias de fissuração e alteração de cor nos rejuntas, assim como nas demais regiões. Entretanto, apenas nos cantos foi observado o crescimento de vegetação (Dt.j5) no rejuntas e percebe-se que não existe manutenção há tempos tendo em vista o tamanho dessas plantas. Esse dano foi observado na fachada noroeste no 3.º e no 6.º pavimento tipo (Figura 5.141).

Figura 5.141 – Crescimento de vegetação nos rejuntas de CER3



Fonte: A autora (2016).

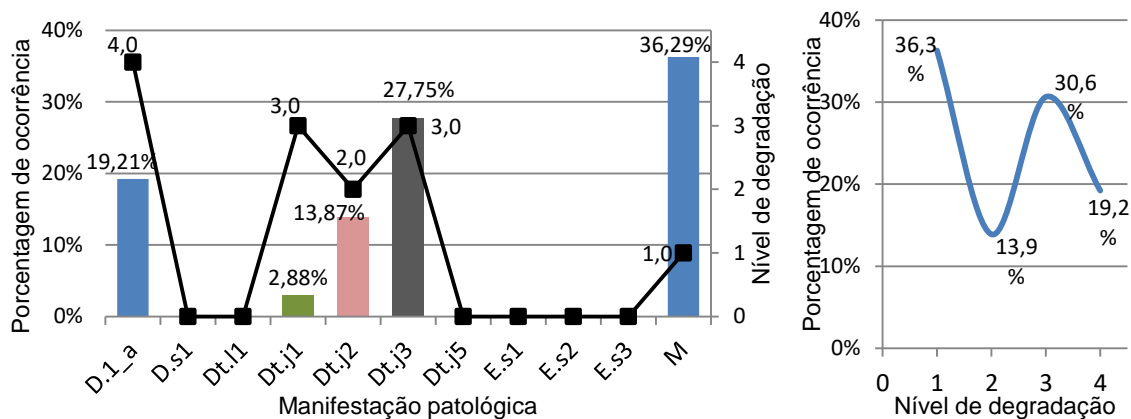
Verifica-se, na Figura 5.141 “b”, que no 6.º pavimento tipo acima da vegetação há um recipiente com água, próprio para alimentação de pássaros. Isso indica que esses pássaros podem ter propiciado o crescimento dessas plantas aliado à presença de umidade nesses locais.

Já a eflorescência no rejunte (Dt.j1) ocorre ao lado da região de paredes contínuas e o gretamento (E.s3) foi observado na fachada noroeste, na extremidade inferior. Como na região de paredes contínuas, essa anomalia ocorre nas cerâmicas de cor branca. Pode-se associar a facilidade de percepção do gretamento em cerâmica de cor clara à sua tonalidade. Quanto à cerâmica de cor azul, por apresentar um esmalte e uma textura que podem retardar e impedir o gretamento e por possuir tom escuro não se observou nela essa anomalia.

- Transição entre pavimentos de CER3

Os resultados da região de transição entre pavimentos estão na Figura 5.142.

Figura 5.142 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação na transição entre pavimentos



Fonte: A autora (2016).

As manifestações patológicas Dt.j2, Dt.j3 e M estão entre as de maior ocorrência nessa região com análises já comentadas. Nessa região também ocorre o deslocamento cerâmico entre a placa e a argamassa de assentamento (19,21%), e uma das causas pode ser a ausência de juntas de movimentação que usualmente são colocadas para absorver as diferenças de movimentações dos diversos materiais existentes. Quanto à eflorescência no rejunte, esta ocorre na

região próxima ao banheiro, e a infiltração de água deste local pode propiciar o surgimento dessa anomalia (Figura 5.143).

Figura 5.143 – Eflorescência nos rejuntas de CER3

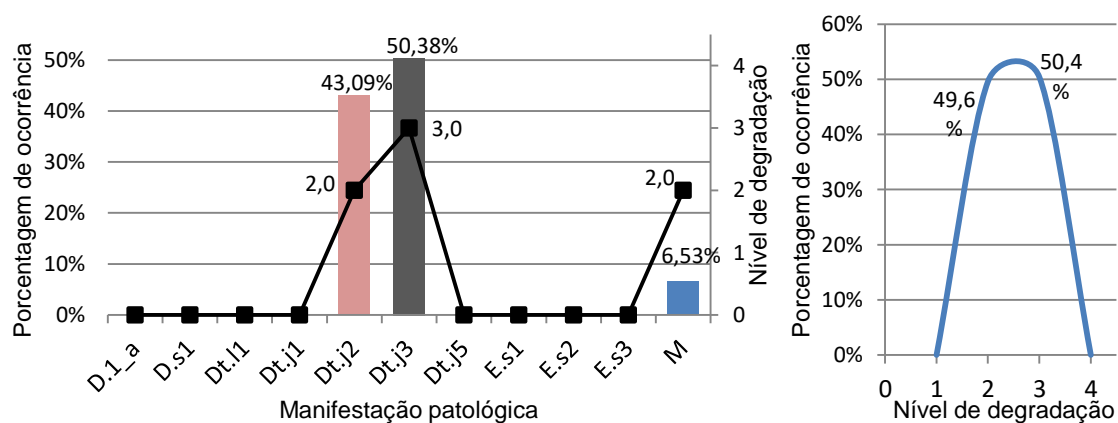


Fonte: A autora (2016).

- Topo de CER3

Na região do topo, foram identificados três tipos de manifestações patológicas com porcentagens de ocorrência e níveis de degradação, conforme se ilustra na Figura 5.144.

Figura 5.144 - Porcentagem de ocorrência e nível de degradação das manifestações patológicas de CER3 e porcentagem de ocorrência dos níveis de degradação no topo



Fonte: A autora (2016).

A alteração de cor no rejunte e a fissuração foram observadas em grande quantidade nessa região. Relativamente às manchas, elas foram observadas próximo ao platibanda (Figura 5.145).

Figura 5.145 – Manchas e sujeiras no topo de CER3



Fonte: A autora (2016).

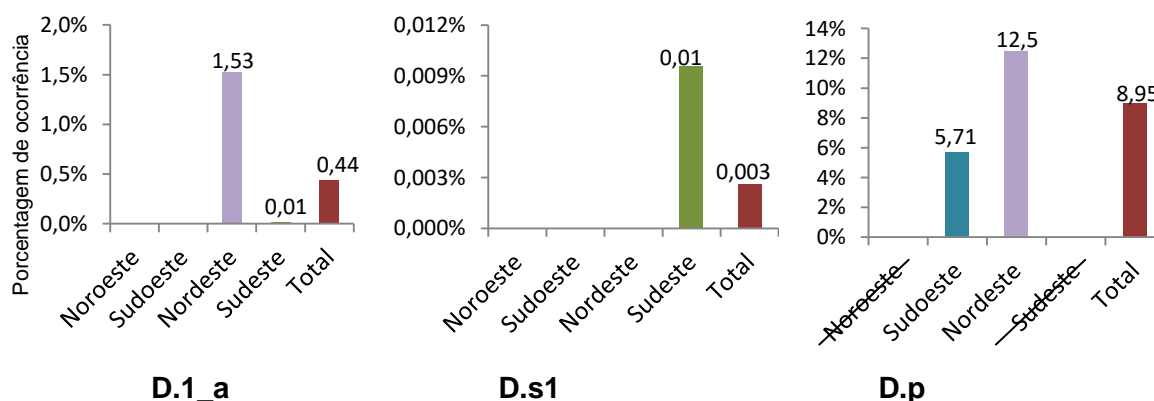
5.6.3 Porcentagem de manifestação patológica por orientação de fachada de CER3

A seguir, as análises são realizadas em função dos tipos de manifestações patológicas verificadas em CER3.

- Descolamento do revestimento cerâmico

Há três tipos de deslocamento cerâmico no edifício CER3 – D.1_a; D.s1 e D.p – nos quais as porcentagens referentes às áreas afetadas de cada fachada estão apresentados na Figura 5.146. O teste de percussão só foi realizado nas fachadas sudoeste e nordeste, por isso não há resultados nas fachadas noroeste e sudeste.

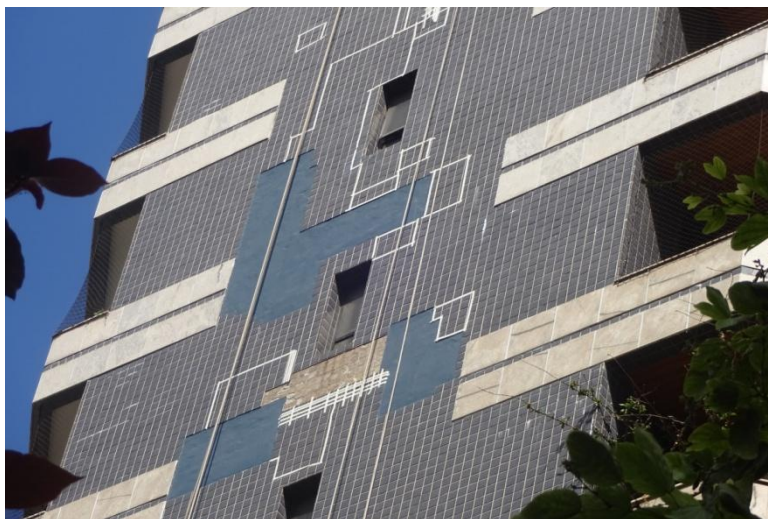
Figura 5.146 – Porcentagem de ocorrência de D.1_a, D.s1 e D.p em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

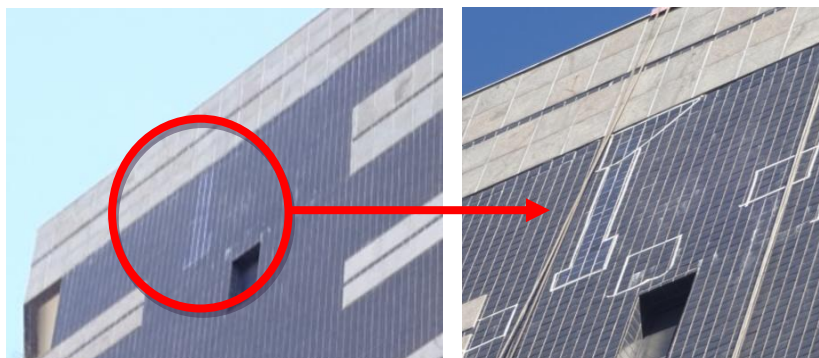
Constata-se que, ao comparar D.1_a e D.p, verifica-se que a fachada nordeste é a de maior ocorrência desse tipo de anomalia e, nessa fachada, foram observadas algumas particularidades. Como em CER2, a região no entorno de um revestimento retirado se tornou frágil, ou seja, uma área em que pode ocorrer deslocamento, e isso foi verificado pela marcação das áreas que apresentaram som cavo pelo teste de percussão (Figura 5.147). Outra observação foi uma área em que houve a troca do revestimento cerâmico há uns anos (não especificada pela comissão do edifício), quando novamente foi detectado deslocamento do tipo D.p, conforme se mostra na Figura 5.148.

Figura 5.147 – Regiões de D.p no entorno de D.1_a em CER3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.148 – Regiões de D.p no entorno de D.1_a em CER3

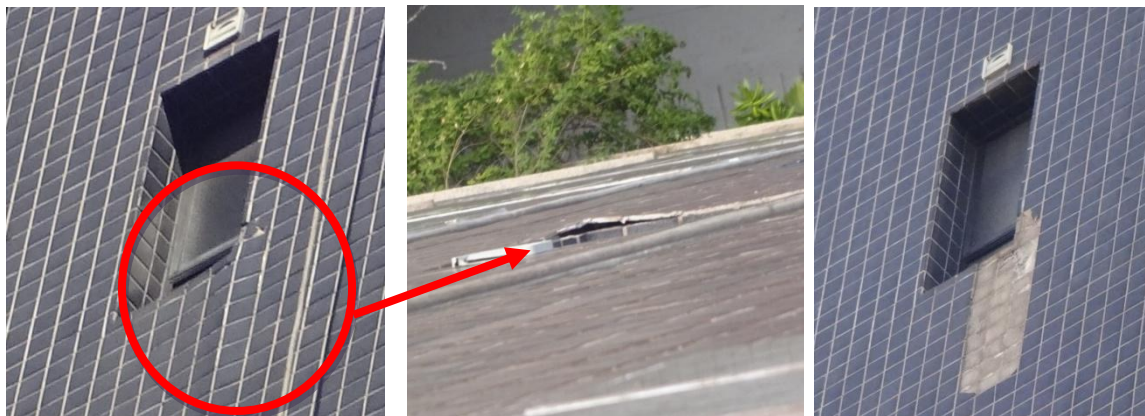


Fonte: A autora (2016).

Antes de realizar o teste de percussão, foi observado um revestimento estufado, abaixo da báscula do banheiro, com risco iminente de queda. Assim, com a

autorização do condomínio, esse revestimento foi retirado logo após a realização do ensaio (Figura 5.149).

Figura 5.149 – Revestimento estufado em CER3



Fonte: A autora (2016).

Como esperado, a fachada nordeste é a mais degradada com relação a essas anomalias e recebe maior incidência da radiação solar. E a fachada sudoeste tem menor incidência do sol e apresenta somente o tipo D.p, mas com metade da área que ocorre na nordeste. Fatores como a ausência de juntas de movimentação e dessolidarização são constantes em todas as fachadas e ainda ambos os lados são simétricos em relação aos pavimentos tipos; portanto, pode-se associar também a algum erro de execução nessa fachada ou uso de argamassas inapropriadas. Como a construtora do edifício faliu durante a obra e os moradores deram sequência com a contratação de outras empresas, o controle de qualidade e a padronização dos procedimentos podem ter sido negligenciados. Na fachada sudeste em que houve deslocamento de duas cerâmicas (D.1_a) na quina das aberturas das janelas da escada, associa-se essa anomalia à característica de concentração de tensões nessa região, com a possível existência de fissuras de vértice e/ou a ausência de juntas e/ou assentamento inadequado.

Por fim, com relação ao desprendimento D.s1, que ocorreu em apenas um local da fachada sudeste, associa-se a algum erro pontual do revestimento. Ressalta-se que o teste de percussão não foi realizado nas fachadas sudeste e noroeste e em algumas partes das fachadas sudoeste e noroeste, mas, se tivesse sido feito, seria interessante para entender melhor o comportamento do revestimento.

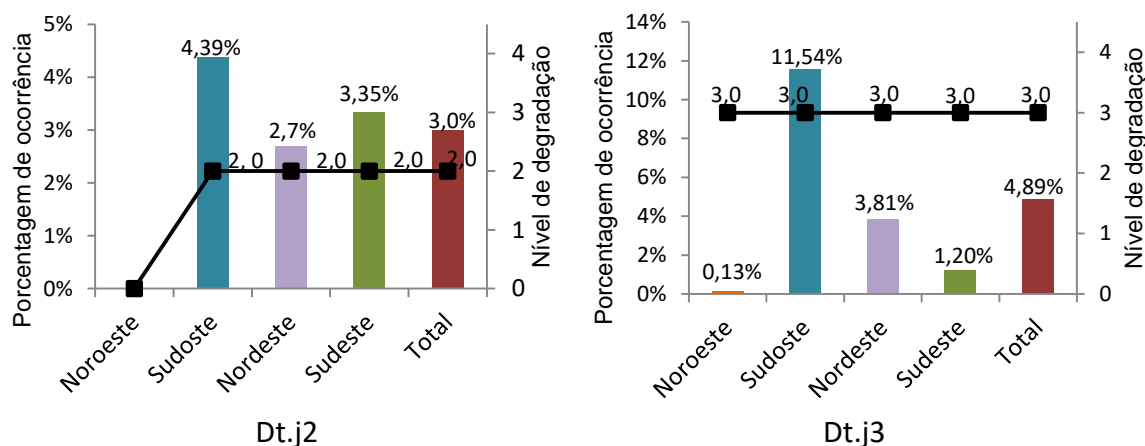
- Danos nas placas cerâmicas

Com relação ao lascamento de bordas (Dt.I1) identificado em duas cerâmicas da fachada nordeste, as análises já foram feitas e essa anomalia equivale a 0,01% da área vistoriada da fachada nordeste e 0,002% da área total das fachadas.

- Danos nos rejuntas

Foram detectados quatro tipos de danos nos rejuntas sendo que ocorreu eflorescência (Dt.j1) nas fachadas sudoeste e nordeste, respectivamente, com 0,04% e 0,09% da área vistoriada dessas fachadas e nível de deterioração médio igual a 3. Essa anomalia foi observada em locais com possível infiltração de água proveniente da parte interna do edifício. A água em contato com os compósitos do rejunte pode ter ocasionado essa manifestação patológica. Com relação aos danos do tipo Dt.j2 e Dt.j3, os resultados estão nos gráficos da Figura 5.150.

Figura 5.150 – Porcentagem de ocorrência de Dt.j2 e Dt.j3 em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

Ambos os danos foram de maior ocorrência nesse edifício, com maior quantidade na fachada sudoeste. Para as fissuras e alteração de cor nos rejuntas, pode haver uma correlação em virtude de a fachada noroeste ter sido a de menor ocorrência, pois está mais protegida das ações externas.

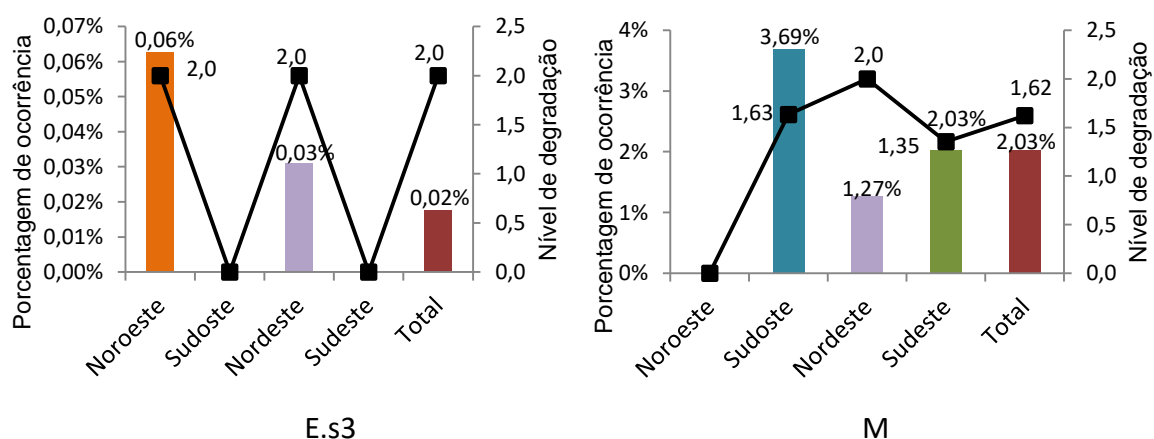
O crescimento de organismos vegetais nos rejuntas (Dt.j5) corresponde a 0,08% da área vistoriada da fachada noroeste, com nível de deterioração médio igual a

2. Observa-se que os níveis de degradação foram constantes para cada manifestação patológica, o que indica que a degradação foi uniforme de acordo com o dano.

- Manifestações patológicas de ordem estética

Quanto às manifestações patológicas de ordem estética, foram verificados também quatro tipos. A deficiência de planeza (E.s1) ocorre apenas na fachada nordeste e corresponde a 0,08% da vistoriada, e a alteração de cor/brilho das placas (E.s2) foi observada apenas na fachada sudoeste (0,14% da área vistoriada). Já os resultados dos danos dos tipos E.s3 e M estão demonstrados na Figura 5.151.

Figura 5.151 – Porcentagem de ocorrência de E.s3 e M em relação às áreas das fachadas vistoriadas



Fonte: A autora (2016).

O gretamento (E.s3) foi observado apenas nas cerâmicas de cor branca e em dois locais pontuais nas fachadas noroeste e nordeste. Já as manchas e sujeiras foram encontradas com baixos níveis de degradação e com causas associadas à poluição e também próximo às aberturas com ausência de peitoris.

5.6.4 Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade nas placas de CER3

Parte das cerâmicas desse edifício foi obtida da mesma forma de CER1. Durante o teste de percussão, foi detectada uma área com risco iminente de queda e,

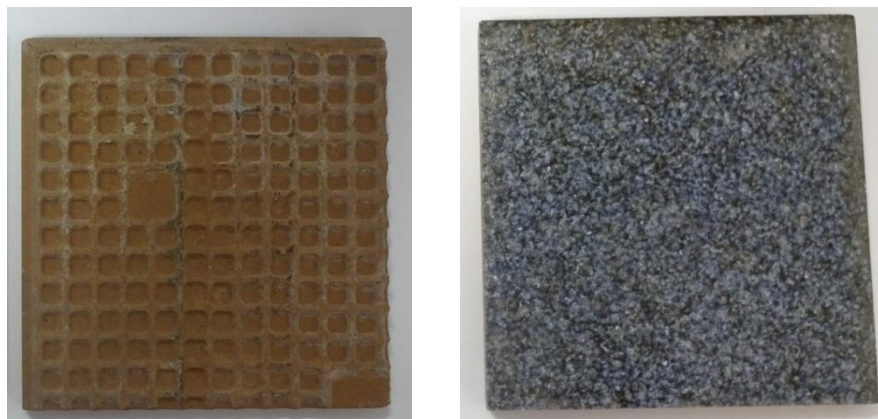
após autorização do condomínio, as cerâmicas foram retiradas (Figura 5.152) e levadas para o LEMAC. A outra parte das cerâmicas utilizadas estava em um depósito do prédio, pois foram compradas para reposição das peças em alguns pontos deslocados (Figura 5.153).

Figura 5.152 – Cerâmicas retiradas da fachada de CER3



Fonte: A autora (2016).

Figura 5.153 – Cerâmicas novas de CER3



Fonte: A autora (2016).

Com isso, foram realizados ensaios nas cerâmicas originais retiradas da fachada e nas cerâmicas com a mesma aparência da original. Ambos os tipos possuem o mesmo tamanho (10cm x 10cm) e mesma coloração (azul-escuro), apenas o desenho do tardo é diferenciado, como pode ser visto nas Figura 5.152 e Figura 5.153.

É importante destacar que, em algumas cerâmicas, os cordões de argamassa estavam visíveis, indicando que o tardo não estava completamente preenchido

(Figura 5.154). Outra observação importante é que, diferentemente das cerâmicas de CER1 e CER2 que foram muito difíceis de limpar, as de CER3 foram limpas facilmente e em poucos minutos. Esse fator já era esperado, pois a maioria dos deslocamentos ocorre entre a cerâmica e a argamassa de assentamento. Ou seja, a argamassa era mais fraca e mais porosa em relação à das cerâmicas de CER1 e CER2.

Figura 5.154 – Cordões de argamassa visíveis nas cerâmicas de CER3



Fonte: A autora (2016).

As cerâmicas retiradas da fachada apresentaram absorção de água de 7,4% (média obtida de dez amostras). Já as cerâmicas novas apresentaram absorção de água de 10,5% (média de dez amostras) (Tabela 5.23).

Tabela 5.23 – Resultado da absorção de água das cerâmicas antigas e novas de CER3

Absorção de água	
Cerâmicas antigas	Cerâmicas novas
7,4%	10,5%

Fonte: A autora (2016).

Para os dois tipos de cerâmica, os resultados estão acima dos limites definidos pela norma britânica BS 5385-2: 2015, de 3%, pelo Centro Cerâmico do Brasil. Com isso, esse revestimento não é indicado para a utilização em fachadas e essa propriedade pode ser uma das causas para o deslocamento cerâmico detectado no edifício CER3.

Com relação à diferença dos resultados entre os tipos de cerâmica, existem quatro principais fatores que influenciam nas características das placas cerâmicas: 1) composição da massa; 2) distribuição granulométrica e formato das partículas; 3) grau de compactação antes da queima, denominado compacidade; e 4) condições de queima. (PRADO et al., 2008). Por exemplo, quanto maior a temperatura de queima, menores a porosidade e a absorção (ROVERI et al., 2007; PRADO et al., 2008).

Outra diferença visível entre ambos os tipos é a geometria do tardoz, a qual, na cerâmica nova, possui muitas reentrâncias em comparação com a da cerâmica retirada da fachada que é mais uniforme.

No ensaio de expansão por umidade, as cerâmicas antigas apresentaram média (cinco amostras) de 0,25mm/m (Tabela 5.24) e as novas média (13 amostras) de 0,19mm/m (Tabela 5.25).

Tabela 5.24 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas antigas de CER3 em mm/m

EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU Média
0,05	0,15	0,20	0,51	0,36	0,25

Fonte: A autora (2016).

Tabela 5.25 – Resultado da expansão por umidade das cerâmicas novas de CER3 em mm/m

EU 1	EU 2	EU 3	EU 4	EU 5	EU 6	EU 7	EU 8	EU 9	EU 10	EU 11	EU 12	EU 13	EU média
0,15	0,30	0,30	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,25	0,30	0,25	0,19

Fonte: A autora (2016).

Ambos os tipos de cerâmicas estão com a EU abaixo do limite máximo definido pela norma de 0,6mm/m. Portanto, por esse parâmetro, seria adequado para utilizá-las em fachadas. Entretanto, como apresentaram alta absorção de água, não deveriam ser usadas em revestimentos externos.

5.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS ENCONTRADOS

Neste tópico, os edifícios vistoriados serão analisados de forma comparativa. Essa análise foi feita separadamente para os dois grupos de revestimento externo: grupo ARG, dos edifícios em argamassa com pintura, e o grupo CER, dos edifícios com revestimento cerâmico.

5.7.1 Edifícios do grupo ARG

Foram vistoriados três edifícios com acabamento em argamassa com pintura, com idade superior a 30 anos. Durante a seleção dos edifícios, buscaram-se edifícios mais novos, a maioria dos quais, porém, apresentava apenas manchas e sujeiras como manifestações patológicas mais visíveis. Com isso, no intuito de avaliar o comportamento de maior variedade de danos dentro dos edifícios autorizados para vistoria, selecionaram-se ARG1, ARG2 e ARG3.

- Índices de manifestações patológicas

Com relação aos resultados globais dos edifícios, na Tabela 5.26 apresentam-se a idade e os resultados do nível de degradação médio e do índice de manifestação patológica (IMP) para ARG1, ARG2 e ARG3.

Tabela 5.26 – Idade, nível de degradação e IMP dos edifícios do grupo ARG

Edifício	Idade (anos)	Nível de degradação médio	IMP
ARG1	55	2,87	0,54
ARG2	40	2,78	0,55
ARG3	32	2,26	0,19

Fonte: A autora (2016).

Observa-se que o nível de degradação do edifício é proporcional à idade dele. Ou seja, quanto mais antigo o prédio, maior o seu nível de degradação. Como todos os edifícios estudados não realizavam manutenção nas fachadas, esses resultados já eram esperados, visto que os edifícios se degradam ao longo dos anos.

Com relação ao IMP, os edifícios ARG1 e ARG2 apresentaram valores maiores que ARG3 e muito próximos. Esses dois edifícios são mais antigos, entretanto ARG2 sofre, além das ações externas e do envelhecimento natural, problemas de infiltração de água proveniente dos apartamentos, o que contribui para esse IMP elevado e próximo de ARG1.

Buscou-se uma correlação entre os resultados dos índices de manifestações patológicas por orientação de fachadas (Apêndice M), porém não há nenhuma similaridade nos dados obtidos que possam ser analisados conjuntamente. Essa ausência de relação pode ser atribuída às incidências das manifestações patológicas que não estão fortemente influenciadas pela incidência dos agentes externos.

- Manifestações patológicas

Na Tabela 5.27, apresentam-se os resultados da porcentagem de ocorrência, índice de manifestação patológica e nível de degradação das manifestações patológicas de cada edifício.

Tabela 5.27 - Porcentagem de ocorrência (%), índice de manifestação patológica (IMP) e nível de degradação (ND) das manifestações patológicas de ARG

		Manifestações patológicas								
		Fissuras e trincas	Umidade	Desagregação. do concreto	Manchas e sujeiras	Vegetação parasit.	Vesícula	Desc. do reboco	Desc. da pintura	Corrosão
ARG1	%	12%	29,4%	-	56,6%	-	-	0,6%	1,4%	-
	IMP	0,065	0,16	-	0,31	-	-	0,03	0,008	-
	ND	3,12	2,7	-	3,67	-	-	3,67	3,0	-
ARG2	%	21,2%	35,45%	0,71%	29,62%	0,7%	1,03%	2,5%	8,61%	0,18%
	IMP	0,12	0,2	0,004	0,16	0,004	0,006	0,01	0,05	0,001
	ND	2,23	2,84	-	2,56	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
ARG3	%	15,2%	1,7%	0,8%	81%	0,05%	-	0,4%	0,1%	0,8%
	IMP	0,03	0,003	0,001	0,15	0,0001	-	0,001	0,0002	0,001
	ND	2,37	2,34	4,0	2,2	3,0	-	4,0	3,77	4,00

Fonte: A autora (2016).

As fissuras e trincas, umidade e as manchas e sujeiras foram as manifestações patológicas com maior ocorrência em todos os edifícios vistoriados, o que era esperado, por serem manifestações patológicas características de edifícios com esse tipo de revestimento externo. Esses danos também foram detectados em fachadas analisadas por Carvalho (2014) e comentados por Gaspar e Brito (2011). Os descolamentos do reboco e da pintura também foram observados nos três edifícios, mas com menor porcentagem de ocorrência.

Para melhor análise das fissuras e das respectivas causas, além do mapeamento por meio do levantamento fotográfico, Ceotto, Nabuk e Nakakura (2005) recomendam a verificação da ocorrência de som cavo na região fissurada, o que não foi viável nos edifícios do grupo ARG.

As manchas e sujeiras que, em grande parte, estão associadas à poluição e à presença de umidade nas fachadas caracterizaram maior ocorrência em todos os edifícios; entretanto, em ARG1, o nível de degradação associado é 3,67. Esse nível é alto e retrata a situação do edifício que não passa por manutenção há muitos anos e, ao longo dos anos, essa degradação tenderá a piorar se não houver interferência. Esse edifício também apresenta alto nível de degradação para fissuras e trincas.

A desagregação do concreto e a corrosão não foram observadas em ARG1. Uma das causas pode estar relacionada com espessura das camadas de revestimento (emboço e reboco) que protegem a estrutura.

A umidade foi mais incidente e com maior degradação nos edifícios ARG1 e ARG2, entretanto as causas não podem ser relacionadas. Em ARG1, esse dano ocorre, em grande parte, no topo por ser a região mais exposta às intempéries e faltar rufo adequado. Já em ARG2, além da incidência no topo, essa manifestação patológica é principalmente proveniente de infiltração de água da parte interna do edifício (cozinhas, áreas de serviço e banheiros) e agravada pelas características do reboco.

Com relação à desagregação do concreto e à corrosão em ARG2 e ARG3, os pontos de maior incidência foram os peitoris em concreto que, por serem

elementos arquitetônicos que recebem o impacto direto da chuva, tenderão a se degradar mais se não houver manutenção e/ou não se utilizarem materiais adequados com correta execução.

As vesículas foram detectadas apenas em ARG2 devido à presença de torrões de argila em diversos pontos avaliados no reboco. Esses torrões não foram vistos, ao serem analisadas as camadas de revestimento de ARG1 e ARG3, mesmo com a presença de argila também no traço dos revestimentos desses dois edifícios.

É importante destacar que uma manifestação patológica pode dar início à formação de outra (CARVALHO, 2014), ou seja, a presença de umidade causa manchas no revestimento, facilita a fixação das partículas provenientes da poluição atmosférica, pode ocasionar descolamento da pintura, além de propiciar o crescimento de organismos vegetais. A ocorrência de fissuras facilita a penetração de água da chuva que colabora no processo de corrosão das armaduras e conseqüente deslocamento do concreto e do reboco. Assim, é possível dizer que a presença de água em diversas formas de ocorrência na fachada é responsável, direta ou indiretamente, pela ocorrência de grande parte das manifestações patológicas nos edifícios ARG, conforme constatado também por Lourenço, Luso e Almeida (2006).

- Regiões de fachadas

No nível do solo, a umidade e o descolamento da pintura foram detectados nos três edifícios com maior degradação em ARG1 e ARG2 e o descolamento da pintura em ARG2. Essas duas manifestações patológicas estão relacionadas quanto à sua ocorrência, pois a umidade degrada o revestimento que, com o tempo, pode apresentar descolamento da pintura. A presença de umidade era esperada nessa região por estar em contato com o solo e facilitar a ascensão de água por capilaridade. O nível de degradação aproximado nessa região foi em torno de 3, o que indica que os danos precisam ser recuperados.

Na região de paredes contínuas, as fissuras e trincas, as manchas e sujeiras e o descolamento da pintura ocorre em todos os prédios. O descolamento da pintura em ARG3 ocorre pontualmente pela presença de uma umidade local, mas, nos

demais edifícios, está associado à degradação da fachada. Já as fissuras e trincas são manifestações patológicas que ocorrem em paredes contínuas pela movimentação térmica do revestimento e no encontro entre estrutura e alvenaria.

Nas aberturas, as fissuras comuns aos edifícios são as de vértice, mas também foram detectadas fissuras paralelas às aberturas. Todas as fissuras nessa região possuem nível de degradação aproximadamente igual a 2. Com relação à umidade, esta ocorre devido à ausência de peitoril e à infiltração proveniente da parte interna do edifício, assim como as manchas e sujeiras nessa região relacionadas à umidade. Essas mesmas anomalias foram observadas por Gaspar e Brito (2005) na região de aberturas, com níveis de degradação similares. Os autores identificaram as mesmas causas: região de concentração de tensões nos cantos das aberturas, umidade e manchas e sujeiras por erro de detalhamento dos peitoris.

A região das sacadas em ARG2 é uma das mais afetadas e com maior deterioração. Quanto aos cantos e extremidades, as fissuras, umidade e manchas e sujeiras são comuns aos três edifícios. A região das juntas quase não apresentou manifestações patológicas.

Já na transição entre pavimentos e o topo, foram observadas fissuras e manchas e sujeiras nos três edifícios, mas o topo apresentou maior nível de degradação.

- Método do cachimbo

A realização desse ensaio é importante para definir a capacidade de impermeabilização dos revestimentos em relação à ação conjunta da água proveniente da chuva com o vento que incidem na fachada. Essa impermeabilização tem por objetivos: “atrasar no tempo o momento em que água atinge o substrato; limitar a quantidade de água absorvida pelo substrato; favorecer a secagem do revestimento, mantendo a água junto ao substrato durante o mínimo tempo possível” (LNEC, 1999 apud GONÇALVES, 2010).

Apesar dos vários fatores que podem influenciar nos resultados deste ensaio (como a umidade do revestimento, tipo de argamassa, presença de

manifestações patológicas) e na dificuldade de realizar em edifícios em uso (execução do ensaio em poucos pontos), a realização deste método auxiliou na obtenção de dados sobre os revestimentos.

Os resultados dos pontos realizados diretamente sobre o reboco estão resumidos na Tabela 5.28.

Tabela 5.28 – Resultados do método do cachimbo nos pontos diretamente sobre o reboco

Edifício	1.º ponto		2.º ponto	
	Abs. (ml)	Tempo (min)	Abs. (ml)	Tempo (min)
ARG1	1,1	15	-	-
ARG2	4,0	3	4,0	13
ARG3	4,0	3,5	4,0	8

Fonte: A autora (2016).

O edifício ARG1 foi o que apresentou menores índices de absorção de água devido às características do reboco no ponto ensaiado: uniforme e provavelmente com alto teor de cimento. Entretanto, é importante destacar que se tentou realizar o ensaio em outros pontos, em uma região com descolamento da pintura, mas o cachimbo não aderiu devido à presença de grãos soltos do reboco. Essa região estava localizada próxima ao nível do solo e aparentemente estava sem a camada de pintura há anos; com isso, o reboco pode ter perdido seu desempenho.

Já ARG2 e ARG3 apresentaram características de reboco similares com relação à presença de barro em seus traços, e os resultados da absorção de água, pelo método do cachimbo, também foram próximos.

Os primeiros pontos de ambos absorveram grande quantidade de água em pouco tempo. Para o edifício ARG2, esse resultado pode ser associado à presença de pequenas fissuras que não estavam visíveis; já para o edifício ARG3, a textura pulverulenta, com superfície irregular e pouco compacta, foram as causas para esse resultado. Dados similares foram obtidos por Paravisi (2008) para outros traços de argamassa.

Com relação aos demais pontos, a absorção de água também foi elevada para os dois edifícios e as causas podem ser associadas à composição do reboco e forma de execução.

Para melhor resultado, o ideal seria a realização do ensaio em demais pontos da fachada para verificar esses resultados, principalmente no edifício ARG3, cujo reboco apresentava textura muito pulverulenta. Entretanto, não foi viável, pois danificaria mais as fachadas dos edifícios, o que não foi autorizado pelos responsáveis. Já, no edifício ARG2, a aparência do reboco era compacta, mas porosa e com presença de torrões de argila.

Para os pontos em que o ensaio foi realizado sobre a pintura nos edifícios, os resultados encontrados (Tabela 5.29) foram coerentes e de acordo com o esperado.

Tabela 5.29 – Resultados do método do cachimbo nos pontos com acabamento em pintura

Edifício	Máxima absorção de água (ml)	
	1.º ponto	2.º ponto
ARG1	0,1	0,0
ARG2	0,8	0,6
ARG3	0,0	0,0

Fonte: A autora (2016).

Ao analisar os resultados, observa-se que, apesar da idade do edifício e da ausência de manutenção nas fachadas, ARG1 obteve absorção de água nula no segundo ponto e apenas 0,1ml no primeiro ponto, ou seja, baixa absorção de água. Nesse primeiro ponto, havia uma película solta da tinta que reduziu o seu desempenho. Esses resultados mostram que pode ter ocorrido uma influência do reboco, pois, nesse edifício, o reboco foi o que apresentou resultados mais baixos de absorção de água.

Apesar de o edifício ARG3 apresentar alta absorção de água no reboco, ele possui acabamento com tinta texturizada. Com isso, sobre a pintura, os pontos não apresentaram permeabilidade à água pelo método do cachimbo em 15 minutos. E, entre os edifícios, foi o que obteve melhor desempenho. Esse

resultado era previsto, pois a textura, em comparação com acabamento liso, apresenta maior resistência à penetração de chuva e películas mais espessas (SENNA, 2011).

Já o edifício ARG2 foi o que apresentou maior absorção de água quando comparado aos demais edifícios. Esse resultado pode ser associado à característica do reboco, que apresentou alto índice de absorção de água, quando comparado ao do ARG1, e também a alguns fatores, como a propriedade da tinta e ausência de manutenção.

Entretanto, Senna (2011) realizou ensaios com método do cachimbo em paredes com acabamento em tinta texturizada e obteve índice de até 0,5ml de absorção de água, inferior aos valores obtidos em ARG2 com pintura lisa. Isso indica que, apesar de ARG2 apresentar menor desempenho na camada de pintura, não foram obtidos índices elevados.

Com relação aos resultados observados pelo método cachimbo, é possível realizar algumas análises. O edifício ARG2 foi o que apresentou pior comportamento com relação à absorção de água e também alto nível de degradação. Com isso, a vegetação presente em alguns pontos de sua fachada ocorre devido à presença de umidade nesses locais e também à alta absorção de água obtida nesse revestimento. O descolamento da pintura também foi mais acentuado nesse edifício, correlacionando com os resultados de absorção de água e a presença de umidade.

Já ARG3 possui alta incidência de manchas e sujeiras, pois a textura, devido à sua rugosidade elevada, tem grande tendência de acumular sujeiras (SENNA, 2011). Já a umidade presente em poucas regiões da fachada está relacionada à infiltração de água proveniente da parte interna do edifício, o que pode ser relacionado com o bom desempenho obtido pela camada de pintura desse edifício.

5.7.2 Edifícios do grupo CER

O grupo CER é composto por três edifícios, nos quais o revestimento cerâmico é predominante. O critério de seleção dos edifícios foram a existência de deslocamento cerâmico visível, pois indicava que a fachada estava com perda de desempenho, e a autorização para realizar o teste de percussão. Nesses edifícios, foram vistoriadas apenas as áreas com cerâmicas.

- Índices de manifestações patológicas

Na Tabela 5.30 estão as idades e os resultados do nível de degradação médio e do índice de manifestação patológica (IMP) de cada edifício.

Tabela 5.30 – Nível de degradação e IMP dos edifícios do grupo CER

Edifício	Idade (anos)	Nível de degradação médio	IMP
CER1	38 (20)	2,33	0,24
CER2	30	2,05	0,78
CER3	22	2,48	0,1

Fonte: A autora (2016).

Observa-se que, no edifício CER1, são apresentadas duas idades: 38 anos, que é a idade desde a entrega do edifício, e 20 anos, que é a idade após a reforma das fachadas com substituição da pintura por revestimento cerâmico. Para efeitos comparativos com os demais edifícios, será considerado o da idade do revestimento cerâmico, que foi o vistoriado (20 anos), considerando que a estrutura, o substrato e a maioria do reboco são originais da edificação.

Após essa consideração, verifica-se que CER2, com maior idade, está com menor nível de deterioração quando comparado a CER1 e CER3. Isso pode ser atribuído às poucas regiões de deslocamento (as áreas de som cavo detectadas no teste de percussão não entram no cálculo deste nível e do IMP do edifício) e à existência de manifestações patológicas com menor nível de degradação (como manchas e sujeiras, alterações de cor na cerâmica).

Entretanto, o IMP desse edifício foi elevado quando comparado aos demais, o que indica que esse fator individualmente não caracteriza a gravidade de degradação percebida visualmente no edifício. A maioria das manifestações patológicas de CER2 está relacionada com a estética, como alteração de cor das placas, manchas e sujeiras e alteração de cor dos rejuntas.

Ao analisar CER1 e CER3, constata-se que CER3, mais antigo dois anos, apresentou maior nível de degradação e menor IMP. Isso indica que, apesar da menor incidência das manifestações patológicas, estas apresentaram uma degradação maior ao longo do tempo. Já CER1 possui maior área degradada com menor nível de deterioração, justificada pela presença de manchas e sujeiras em grande parte da fachada, o que não era tão percebido em CER3.

- Manifestações patológicas e regiões de fachada

Na Tabela 5.31, mostram-se, para efeitos de comparação, os resultados da porcentagem de ocorrência, do índice de manifestação patológica e do nível de degradação (ND) das manifestações patológicas dos edifícios do grupo CER. E, na Tabela 5.32, mostra-se o IMP de D.p.

Tabela 5.31 – Porcentagem de ocorrência (%), índice de manifestação patológica (IMP) e nível de degradação (ND) das manifestações patológicas de CER

		Manifestações patológicas															
		D.1_a	D.s1	F.s1	F.s3	Dt.l1	Dt.l4	Dt.j1	Dt.j2	Dt.j3	Dt.j5	E.s1	E.s2	E.s3	M	DC	C
CER1	%	1,63	18,19							0,36	0,19	0,40	0,34	3,42	75,5		
	IMP	0,01	0,09							0,002	0,001	0,002	0,002	0,02	0,37		
	ND	4	4							3	2,53	1	3	2	1,91		
CER2	%	0,01		0,07	0,02		0,0001		38,01	0,09		0,16	38,13		23,5	0,01	0,01
	IMP	1×10^{-5}		5×10^{-4}	2×10^{-4}		1×10^{-7}		0,3	7×10^{-4}		0,001	0,3		0,18	5×10^{-5}	0,2
	ND	4		3	3,85		4		2	3		1,35	2,11		2,03	4	4
CER3	%	4,19	0,03			0,02		0,37	28,62	46,58	0,11	0,21	0,40	0,17	19,3		
	IMP	0,004	3×10^{-5}			2×10^{-5}		4×10^{-4}	0,03	0,05	1×10^{-4}	2×10^{-4}	4×10^{-4}	2×10^{-4}	0,02		
	ND	4	4			3		3	2	3	2	2	2	2	1,62		

Fonte: A autora (2016).

Tabela 5.32 - IMP total de D.p

		TOTAL
CER1	Cerâmicas escura + clara	0,16
	Cerâmica escura (vinho 10X10)	0,20
	Cerâmica clara (branca 10x10 + bege 20x10)	0,14
CER2	Cerâmicas escura + clara	0,06
	Cerâmica escura (vinho 2x2 e 4x4)	0,17
	Cerâmica clara (branca 2x2 e Bege 4x4)	0,04
CER3 (escura)		0,09

Fonte: A autora (2016).

As manifestações patológicas de ordem estética foram as mais observadas nos três edifícios: irregularidades na superfície, alteração de cor e/ou brilho nas placas e manchas e sujeiras, além de danos no rejunte relacionado à fissuração nos rejuntas, deslocamento entre a cerâmica e argamassa de assentamento e regiões que apresentaram som cavo pelo teste de percussão.

As manchas e sujeiras foram as de maior ocorrência em CER1 e CER2 e era esperado em CER3, pois é um dano comumente visualizado em fachadas sem manutenção de limpeza. Porém, CER3 apresentou fissuração e alteração de cor nos rejuntas com maiores IMP. Esses danos nos rejuntas estão presentes em vários locais no edifício CER3, pois foi possível visualizar diversos pontos de rejuntas preenchidos com silicone, que, segundo moradores, foi uma solução para impedir infiltrações de água.

A manifestação patológica do tipo D.p, caracterizada pelo revestimento que apresenta som cavo no teste de percussão, foi avaliada separadamente, pois a área vistoriada visualmente é diferente da área vistoriada nesse teste. Assim, os resultados do IMP desse dano estão na Tabela 5.32, separados de acordo com a coloração das cerâmicas.

O IMP de CER1 foi o maior para D.p, seguido do de CER3 e CER2. Entretanto, dentro dessa análise, não foi considerada a cor da cerâmica que, como mostram os resultados, influencia nesse tipo de manifestação patológica.

Ao analisar CER1, as cerâmicas escuras apresentaram maior IMP em relação às claras, ou seja, maior área com som cavo pelo teste de percussão. Contudo, essa diferença não foi tão grande quanto em CER2, pois como já avaliado, o substrato de CER1 estava muito comprometido, associando o deslocamento principalmente a essa causa. Em CER2, o IMP das cerâmicas escuras foi 0,17 e das claras 0,04. Esse resultado retrata com precisão a situação do edifício, visto que 98% da área das fachadas foi vistoriada.

Os resultados, para a comparação dos IMP de D.p, por orientação cardinal de fachada, estão no Apêndice M. Pode-se concluir que, no edifício CER3, as

fachadas que recebem menos influência da radiação solar são as que apresentam menos deslocamento.

A região ao nível do solo pode ser avaliada melhor apenas em CER1. Pela idade do edifício, era uma característica construtiva da época todo o perímetro estar em contato direto com o térreo. Nas paredes contínuas e nas aberturas, o deslocamento cerâmico e as manifestações patológicas de ordem estética são danos comuns aos três edifícios.

- Ensaios de absorção de água e expansão por umidade

Com as cerâmicas retiradas das fachadas, foram realizados os ensaios de absorção de água e expansão por umidade. Os resultados estão resumidos na Tabela 5.33.

Tabela 5.33 – Resultados dos ensaios de absorção de água e expansão por umidade dos edifícios CER

	ABS. (%)	EU (mm/m)
CER1	9,1	0,15
CER2	0,1	0,49
CER3	7,4	0,25

Fonte: A autora (2016).

As cerâmicas dos edifícios CER1 e CER3 são similares na aparência: tamanho 10cm x 10cm, tardo poroso e com mesmo desenho; mesmo fabricante, cor escura. Entretanto, a cerâmica de CER3 possui uma coloração mais clara no tardo e o acabamento brilhante texturizado.

Já as cerâmicas de CER2 são diferentes das dos demais edifícios: tamanho 4x4, tardo liso; acabamento com superfície lisa e brilhante. Assim, como era previsto, as cerâmicas de CER1 e CER3 apresentaram maior absorção de água em relação às de CER2. Essa característica pode ser atribuída principalmente à característica lisa do tardo de CER2. Ao analisar a absorção de água, apenas a cerâmica de CER2 é indicada para fachadas, pois está com índice menor que o recomendado pela norma britânica (3%) e pelo Centro de Cerâmica do Brasil (6%). Com isso, avalia-se que, durante a especificação dos materiais, não houve

uma correta avaliação das propriedades das cerâmicas e esse fator pode ter contribuído para o deslocamento cerâmico nos edifícios CER1 e CER3.

Outra questão importante é que o conhecimento da absorção de água da placa cerâmica é essencial para a especificação das argamassas utilizadas para rejuntas e para o assentamento. Especificações incompatíveis reduzem o desempenho e a vida útil do revestimento e podem levar ao colapso do sistema.

Já com relação à expansão por umidade, esta propriedade física, de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 13818, é a principal para análise em cerâmicas que serão utilizadas em fachadas. Isso porque, no revestimento externo, as placas estão expostas diretamente às intempéries e assentadas em um pano único. Assim, uma expansão acima do limite pode gerar tensões maiores e provocar o deslocamento. Os rejuntas e as juntas absorvem a expansão prevista de ocorrer, mas, na ausência de juntas de movimentação e dessolidarização e na utilização incorreta de materiais de preenchimento dessas juntas e rejuntas, esta expansão pode gerar o deslocamento das cerâmicas.

Apesar de os resultados das cerâmicas dos três edifícios estarem abaixo do limite estabelecido pela norma de 0,6mm/m, é importante destacar que a metodologia de ensaio prescrita na norma é questionada por alguns pesquisadores que afirmam que, pelo método da fervura, a EU é menor do que a de fato ocorre na fachada. Com isso, os resultados obtidos nesse ensaio, se fossem realizados por outro método, poderiam ser maiores.

- Matriz de correlação

Com base nos quadros de Silvestre e Brito (2008) e Antunes (2010), de classificação das causas no sistema de revestimento cerâmico, foi elaborado o Quadro 5.2 com as prováveis causas das manifestações patológicas detectadas nos edifícios CER1, CER2, CER3. As causas foram separadas de acordo com a origem: falhas de projeto, erros de execução, comportamento em uso, ações externas, falhas de manutenção.

Quadro 5.2 - Classificação das prováveis causas no sistema de revestimento cerâmico

C – A Falhas de projeto	
C – A1 escolha de materiais incompatível, omissa ou não adequada à utilização	
C – A2 revestimento externo não conforme com as características da base (estrutura/alvenaria)	
C – A3 prescrição de colagem simples em vez de dupla	
C – A4 inexistência de juntas de assentamento de movimentação ou estruturais	
C – A5 especificação incorreta de peitoris	
C – A6 ausência de pingadeiras	
C – A7 ausência de vergas e contravergas nas aberturas	
C – A8 ausência de impermeabilização no nível do solo	
C – B Erros de execução	
C – B1 utilização de materiais não prescritos e/ou incompatíveis entre si	C – B10 não execução de juntas
C – B2 aplicação em condições ambientais extremas	C – B11 revestimento externo não conforme com as características da base (estrutura/alvenaria)
C – B3 desrespeito pelos tempos de espera entre as várias fases de execução	C – B12 execução incorreta de peitoris
C – B4 aplicação em bases sujas, pulverulentos ou não regulares	C – B13 ausência e/ou execução incorreta de pingadeiras
C – B5 desrespeito pelo tempo em aberto da argamassa colante	C – B14 ausência e/ou execução incorreta de vergas e contravergas nas aberturas
C – B6 espessura inadequada do material de assentamento	C – B15 - ausência e/ou execução de impermeabilização no nível do solo
C – B7 contato incompleto placa cerâmica/material de assentamento	
C – B8 colagem simples em vez de dupla	
C – B9 utilização de material de assentamento ou de preenchimento dos rejuntas de retração elevada	
C – C Comportamento em uso	
C – C1 choques contra o RCA	C – C3 concentração de tensões na base
C – C2 vandalismo / grafite	C – C4 acomodação estrutural
C – D Ações Ambientais	
C – D1 vento	C – D5 focos de umidade
C – D2 radiação solar	C – D6 ação biológica
C – D3 choque térmico	C – D7 poluição atmosférica
C – D4 lixiviação dos materiais do RCA que contêm cimento	C – D8 envelhecimento natural
	C – D9 incidência da chuva
C – E Falha de manutenção	
C – E1 falta de limpeza do sistema revestimento cerâmico ou de zonas adjacentes	C – E2 ausência / erro de troca de componentes do sistema revestimento cerâmico

Fonte: A autora (2016)

Com base nesse quadro e nas manifestações patológicas observadas em CER1, CER2 e CER3, foi elaborada a matriz de correlação manifestações patológicas X causas prováveis (Tabela 5.34).

Tabela 5.34 - Matriz de correlação: manifestações patológicas X causas prováveis

	Ed. CER	1/2/3	2	2/3	3	2/3	1/2/3	1/3	1/2/3	1/2/3	1/3	1/2/3	2
	C/MP	D.1_a D.s1 D.p	F.s1 F.s3	Dt.I1 Dt.I4	Dt.j1	Dt.j2	Dt.j3	Dt.j5	E.s1	E.s2	E.s3	M	DC/C
Falhas de projeto	A1	1/2/3	2		3	3	1/2/3			1/2/3	1/2/3		
	A2	1/2/3	2				1/2/3						
	A3	1/3											
	A4	1/2/3	2				1/2/3				1/2/3		
	A5	1/3				2/3						1/2/3	
	A6					2/3						1/2/3	
	A7	1/2/3											
	A8	1						1					
Erro de execução	B1	1/2/3	2		3	3	1/2/3			1/2/3	1/2/3		
	B2	1/2/3											
	B3	1/2/3											
	B4	1											
	B5	1/3											
	B6	1/3											
	B7	1/3											
	B8	1/3											
	B9		2				1/2/3						
	B10	1/2/3	2				1/2/3				1/2/3		
	B11	1/2/3	2				1/2/3						
	B12	1/3				2/3						1/2/3	
	B13					2/3						1/2/3	
	B14	1/2/3											
	B15	1/2/3						1					
Ações acidentais	C1			2/3									
	C2											1	
	C3	1/2/3	2				1/2/3				1/2/3		
	C4	1/2/3	2				1/2/3						
Ações ambientais	D1	1/2/3				2/3		1/3		1/2/3		1/2/3	
	D2	1/2/3				2/3	3	1/3		1/2/3			
	D3	1/2/3					3				1/2/3		
	D4				3								
	D5	1/3			3			1/3					
	D6					3	3	1/3					
	D7					2/3						1/2/3	
	D8	1/2/3	2			2/3	1/2/3			1/2/3			
	D9	1/2/3									1/2/3	1/2/3	
Falha de manutenção	E1					2/3		1/3				1/2/3	
	E2	1/2/3	2	2/3		2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	1/2/3		2

Fonte: A autora (2016).

Ao analisar verticalmente a matriz, observam-se manifestações patológicas que possuem mais causas associadas. Constatou-se que o descolamento do revestimento cerâmico nos três edifícios é o que possui mais causas relacionadas e oriundas de todas as etapas. Com isso, ressalta-se a importância do acompanhamento técnico durante a especificação, execução, uso e manutenção desse tipo de revestimento, principalmente devido aos danos ocasionados com a queda do revestimento.

Para as manifestações patológicas de deterioração das placas cerâmicas (Dt.l), as causas estão associadas apenas ao uso e à manutenção. Já a deterioração nas juntas (Dt.j) e de ordem estéticas (E.s2, E.s3 e M) estão associadas às causas de todas as etapas; com isso, apesar de aparentemente serem manifestações patológicas com menor risco, precisam de cuidado e acompanhamento específico. A ausência de planeza no revestimento (Es.1) é uma particularidade, pois está relacionada apenas à má execução no assentamento das cerâmicas. Para a desagregação do concreto e a corrosão, por se tratar de manifestações patológicas estruturais, as causas não estão todas especificadas e relacionou-se apenas a ausência de manutenção.

Para análise, no sentido horizontal da matriz de correlação, avaliam-se as causas mais recorrentes. Observa-se que as provenientes das ações externas, como ações do vento e do sol, o choque térmico e outras são as que geram maior degradação no revestimento cerâmico. Essas análises corroboram os resultados obtidos por Antunes (2010). Essas ações externas não podem ser eliminadas, mas devem ser analisadas para definir a melhor escolha dos materiais, como as argamassas de assentamento, as cerâmicas, os rejuntas e o material de preenchimento das juntas, para que minimizem a ação direta dessas causas (SILVESTRE; BRITO, 2011). A análise da orientação cardinal da fachada para avaliar a influência da incidência da chuva e do sol, assim como utilização de elementos arquitetônicos (como coberturas, peitoris, entre outros), são soluções arquitetônicas que podem ser adotadas para reduzir o impacto das ações externas.

As causas associadas aos demais fatores também são muito incidentes para todas as manifestações patológicas. Daí se ressalta a importância de avaliar e entender todas as etapas de execução e as ações às quais as fachadas serão expostas.

Os três edifícios do tipo CER, por serem antigos, não possuíam mais as informações relacionadas à especificação dos materiais; e, quanto aos que forneceram projetos de fachadas, tratava-se apenas da arquitetura com pouco detalhamento e sem especificações de juntas. Com isso, as causas relacionadas ao projeto e à execução podem ser associadas aos dois fatores ou apenas a um deles.

Outra informação importante é a ausência de manuais de manutenção, hoje exigidos por norma, mas que, no passado, não eram exigidos nem valorizados. À vista disso, grande parte das manifestações patológicas está associada à falta de manutenção e/ou falta de acompanhamento técnico para a execução de reformas.

5.7.3 Análise Final

Ao avaliar os resultados obtidos, conclui-se que todos os edifícios precisam realizar manutenções em suas fachadas: para os edifícios do grupo ARG, correções de fissuras e trincas, tratamento da corrosão do aço, limpeza das fachadas e pintura com tinta adequada; já para os edifícios do grupo CER, os edifícios CER1 e CER2, aconselha-se a troca do revestimento por apresentar grande área com risco de deslocamento; para CER3, aconselha-se a realização do teste de percussão nas demais fachadas, para identificar se é um problema pontual das fachadas de cerâmica com cor mais escura ou global da edificação, mas deve ser feita uma avaliação de todo rejunte.

Foi observado que alguns edifícios realizam manutenção periódica em equipamentos, como elevadores, bombas, portões, que comprometem a segurança imediata dos moradores. Mas as avaliações das fachadas, assim como das instalações elétricas, hidráulicas, além das avaliações estruturais, ficam em segundo plano. Lourenço Filho (2009) avaliou que uma das causas desse problema é que, na maioria dos casos, os síndicos são leigos e não percebem a

importância de um plano de manutenção, para a qual é preciso contratar equipes qualificadas que realizem o projeto, especifiquem os materiais e executem a obra. Mais: é válido realizar um estudo do melhor tipo de revestimento para o edifício, em função do custo-benefício e características da edificação.

Com relação à região das fachadas (como aberturas, nível do solo), constatou-se que o conhecimento das manifestações patológicas que incidem nesses locais é válido no sentido de buscar alternativas para evitar e/ou minimizar a ocorrência desses danos.

Já o índice de manifestação patológica e o nível de degradação calculado foram eficazes na análise dos edifícios com revestimento em argamassa com pintura e forneceram parâmetros que indicam que o mais antigo apresentou maior degradação, considerando que os três não realizam manutenção.

6 CONCLUSÕES

Para a avaliação das manifestações patológicas em fachadas, foram vistoriados seis edifícios na cidade de Vitória-ES e, para melhor análise, foi necessário entender o histórico de cada edifício. Para isso, os documentos gerados (detalhados no Apêndice) foram fundamentais para garantir a padronização das inspeções e permitir a continuação desta pesquisa em trabalhos futuros. Com isso, foram obtidos dados referentes a essas fachadas que permitem inicialmente realizar um banco de dados com as informações e características das fachadas vistoriadas.

Constatou-se que a etapa de realização dos ensaios forneceu informações complementares sobre os revestimentos externos dos edifícios. O teste de percussão mostrou que, apesar de aparentemente o revestimento cerâmico estar aderido sem nenhum tipo de manifestação patológica aparente, a área pode estar danificada e apresentar risco de deslocamento. Entretanto, as limitações de locais para a realização desses ensaios impediram a obtenção de resultados que correspondessem à área total das fachadas. O método do cachimbo permitiu conhecer mais o comportamento do reboco e da pintura nos quais não há nenhuma informação sobre o traço, a forma de aplicação e o tipo de tinta devido à época em que foi feito. Porém, esses ensaios forneceram resultados limitados devido às suas restrições e à realização de poucos pontos nos edifícios.

Já os ensaios realizados em laboratório, de absorção de água e expansão por umidade, também forneceram informações importantes para analisar a viabilidade do uso dessas cerâmicas em revestimentos externos. Todavia, não foi viável realizar com todos os tipos de cerâmica, pois era necessário retirar das fachadas, já que elas não são mais comercializadas. Concluiu-se que as cerâmicas 10cm x 10cm dos edifícios CER1 e CER3 não são adequadas para o uso em fachadas, pois apresentaram alto índice de absorção de água. Esse fator pode ser uma das causas do deslocamento cerâmico nesses dois edifícios. Com relação à expansão por umidade, as cerâmicas dos três edifícios foram aprovadas no ensaio.

Com os resultados da quantificação das manifestações patológicas, foi possível calcular o índice de manifestação patológica (IMP). Esse IMP apresentou uma correlação com a idade do edifício para os edifícios do grupo ARG. O nível de degradação geral dos edifícios desse mesmo grupo também apresentou essa correlação e foi maior nos edifícios mais antigos. Ou seja, esses parâmetros foram eficazes para avaliar inicialmente a situação do edifício. E com isso, pode-se concluir que as fachadas do edifício ARG1 se encontram em pior estado, seguidas das de ARG2 e das de ARG3.

Já para os edifícios do grupo CER, a análise desses índices não ocorreu conforme o grupo ARG. O IMP e o nível de degradação de CER1 não puderam ser comparados satisfatoriamente com os demais. Esse prédio é o mais antigo (38 anos) e possuía acabamento externo em pintura, porém o assentamento da cerâmica só ocorreu há 20 anos; com isso, sua idade considerada é de 20 anos. Apesar da idade mais recente do revestimento externo, o reboco, o substrato e toda a estrutura do edifício são mais antigos. Já entre CER2 e CER3, o que apresentou maior IMP (CER2) foi o de menor nível de degradação, o que indica que apenas a análise quantitativa não avalia a real situação do edifício.

Outro fator importante nos edifícios do grupo CER foi que os resultados do teste de percussão foram analisados à parte e não fazem parte do IMP e nível de degradação total do edifício. Com isso, esses parâmetros poderiam ser diferentes com inclusão desses resultados, mas não foi viável, pois o ensaio não pôde ser realizado na área total dos edifícios. Isso poderia ser avaliado melhor no tratamento dos dados, se os edifícios não fossem tratados como amostras únicas, e sim subdivididos em trechos de fachadas com características similares a serem avaliadas.

Apesar disso, os resultados do IMP obtido pelo teste de percussão mostram um indicativo quanto à cor das cerâmicas. As cerâmicas de cor escura apresentaram maior área com som cavo em relação às de cores claras, o que indica que estas terão maior probabilidade de deslocamento. Já o IMP obtido por orientação cardinal das fachadas indica para os edifícios CER1 e CER2 que as fachadas com menos incidência da radiação solar (sudeste, lé-s-nordeste e su-sudeste) foram as

que sofreram maior deslocamento e, no edifício CER3, a fachada com maior incidência solar (nordeste) foi a de maior ocorrência desse deslocamento.

Com relação às manifestações patológicas de maior ocorrência, nos edifícios do grupo ARG foram diagnosticadas as fissuras e trincas, manchas e sujeiras e a umidade. Já nos edifícios do grupo CER, a deterioração dos rejuntas e as manifestações patológicas relacionadas à estética do revestimento foram as de maior ocorrência. Ao analisar o deslocamento cerâmico, este estava acentuado apenas em CER1, mas os três edifícios apresentaram, nas áreas inspecionadas, grande ocorrência de revestimento com som cavo.

As manchas e sujeiras foram danos comuns aos seis edifícios. Quanto às causas, a deposição de partículas provenientes da poluição atmosférica, principalmente o “pó preto” característico da cidade de Vitória, foi a principal associada aos seis prédios.

A análise das regiões de fachadas permitiu identificar as manifestações patológicas características de determinadas regiões. Para os edifícios do grupo ARG, foi identificado, ao nível do solo, a presença de umidade. Já nas aberturas, observaram-se as fissuras de vértice, umidade, manchas e sujeiras abaixo dos peitoris; nas paredes contínuas, as fissuras mapeadas, as ocasionadas pela movimentação térmica e as incidentes nos encontros entre estrutura e alvenaria; com relação aos níveis de degradação, as regiões do nível do solo, sacada e topo foram as que apresentaram níveis acima de 3, o que indica o limite de vida útil.

Para os edifícios com revestimento cerâmico, a matriz de correlação anomalias X causas prováveis foi uma importante ferramenta para identificar a origem dos danos. Constatou-se que o descolamento do revestimento cerâmico foi o que apresentou mais causas associadas, ou seja, trata-se de uma anomalia complexa que deve ser estudada melhor desde a especificação do material até a definição da manutenção. Também foi percebido que as causas provenientes das ações externas (como chuva, sol, variação de temperatura) contribuem para o surgimento e/ou aumento de diversas anomalias; com isso, faz-se necessário o estudo aprofundado de cada ação sobre as fachadas da cidade de Vitória.

Por fim, deduziu-se que a eficácia da metodologia com a sistematização da obtenção dos dados nas vistorias e a forma do tratamento foram consideradas positivas para o entendimento do edifício como um todo. Observou-se também que, quanto maior o número de informações sobre as características construtivas, o histórico do edifício e a qualidade do revestimento e dos materiais (obtidas através de ensaios), melhor a análise das causas das manifestações patológicas. Com isso, constatou-se que o diagnóstico dos edifícios deve ser baseado na análise conjunta dos dados.

É importante destacar que as análises realizadas neste trabalho consideram as extensões das manifestações patológicas e a degradação quanto ao estado de deterioração. Entretanto, fatores como a urgência de reparo, o risco associado e o custo não foram considerados. Observou-se, assim, que as manchas e sujeiras nos dois revestimentos e os danos nos rejunte e placas de cerâmicas do revestimento cerâmico receberam a mesma importância de manifestações patológicas mais graves, como o deslocamento (de cerâmica, reboco e/ou concreto). Isso porque os deslocamentos visíveis nos edifícios vistoriados ocupavam uma área menor, mesmo considerando um alto nível de degradação para esses danos. Para confirmar essa análise, é necessária a realização de estudos que considerem uma diversidade maior de parâmetros de deterioração e comparar com os utilizados neste trabalho.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este estudo foi realizado no intuito de iniciar uma linha de pesquisas relacionada à inspeção de fachadas cidade de Vitória-ES para identificar as manifestações patológicas, as causas e sistematizar os dados para formar um banco de dados. Para isso, sugere-se o avanço desta pesquisa:

- Consolidar a metodologia mediante amostras de edifícios similares, com alturas parecidas, mesmo tipo de revestimento externo e idades próximas. Subdividir os edifícios em panos de fachadas similares para melhor tratamento dos dados.

- Identificar as principais manifestações patológicas de cada tipo de revestimento externo (cerâmica, pintura e pedra) e sugerir novas classificações das anomalias e causas identificadas para realizar matrizes de correlação.
- Analisar as manifestações patológicas por região de fachada por meio do fator de correção proposto por Souza (2016).
- Realizar ensaios complementares para diagnósticos mais aprimorados.
- Estudar a influência das ações externas (incidência do sol, chuva dirigida, variação de temperatura, névoa salina) atuantes nas fachadas de Vitória.
- Utilizar novas tecnologias, como veículo aéreo não tripulado, câmeras termográficas e máquinas de alta resolução nas inspeções de fachadas.
- Aprimorar a utilização dos níveis de degradação, considerando parâmetros como custo de reparo, gravidade e consequências do dano.
- Realizar análise de previsão de vida útil das fachadas com banco de dados já consolidado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA DIAS, L.; CARASEK, H. **Avaliação da permeabilidade e da absorção de água de revestimento de argamassa pelo método do cachimbo**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 5., 2003. São Paulo. Anais. São Paulo: USP, 2003. p. 519- 531.

ALVAREZ, C. E.; G. G.; PANETO, M. R. F. M. **Apostila de Conforto I e II: Térmico, Acústico, Lumínico, Ar Condicionado**. Vitória: Ufes, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

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

_____. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

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

_____. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2014.

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

_____. **NBR 16280**: Reformas em edificações – Sistema de gestão de reformas. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.

ANTUNES, G. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal: 2010. 178p.

BALARAS, C.; DASCALAKI, E.; DROUTSA, P. KONTOYUANNIDIS, D. **BDAG - Building deterioration assessment guidelines**. Investimmo Report 02-097, EU-Growth Program, Athens, January 2004. 281 p.

BARBOSA, A. S. **Estudo Numérico–Computacional e Analítico do Choque Térmico em Fachadas de Edificações**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de tecnologia. Distrito Federal: 2013. 275p.

BAUER, R. J. F.; RAGO, F. **Expansão por Umidade de Placas Cerâmicas para Revestimento**. Revista Cerâmica Industrial. 5 (3) Maio/Junho, 2000. Disponível em < http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_7.pdf>

BRANDT, E.; WITTCHEN, K. B. **EPIQR – a New Surveying Tool for Maintenance and Refurbishment**. Durability of Building Materials and Components. M.A. Lacasse and D.J. Vanier. Institute for Research in Construction, Canada, 1999. pp. 1576-1584. Disponível em <<https://www.irb.fraunhofer.de/CIBlibrary/search-quick-result-list.jsp?A&idSuche=CIB+DC2139>> Acesso em 25 jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 – Trabalho em altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2012. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR35/NR-35-2016.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2016.

British Standard. **BS 5385-2: 2015**. Wall and floor tiling - Part 2: Design and installation of external ceramic, natural stone and mosaic wall tiling in normal conditions - Code of practice. United kingdom.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. Boletim Técnico: BT/PCC/301. São Paulo: EPUSP, 2001, 12 p.

Centro Cerâmico do Brasil. Disponível em <<http://www.ccb.org.br/>>. Acesso em 21 jul, 2016.

CEOTTO, L. H.; NABUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas: boas práticas em Projeto, Execução e Avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. Recomendações Técnicas HABITARE, v. 1, 96p

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

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575: 2013**. Fortaleza: 2013.

CHAGAS, S. V. M. **Estudo e proposta de um modelo de resistência à fadiga de argamassa de revestimento em estado plano e tridimensional de tensões**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho – Portugal, 2009. 176p.

CONSTRUÇÃO Mercado – Negócios de Incorporação e Construção. **Prédio teste tem 70% de estruturas metálicas**. Editora PINI. Edição 141, 2013. Disponível em: < <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/141/artigo299166-1.aspx>>. Acesso em 26 de abril de 2015.

CÓRDOBA, P.A.F. **Levantamento Fotogramétrico de Monumentos Arquitetônicos. Estudo de Caso Palácio Itamaraty – Brasília, DF**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-016A/12, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012. 156 p.

COSTA, M. S. **Identificação de Danos em Fachadas de Edificações por meio de Imagens Panorâmicas Geradas por Plataforma Robótica Fotográfica**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-007/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014. 184p.

DEL MAR, C.; P. **Desempenho ao longo do tempo de um elemento, instalação ou sistema construtivo**. Disponível em <<http://www.consultoriaeanalise.com/2010/11/desempenho-ao-longo-do-tempo-de-um.html>> Acesso em 17 ago. 2016.

DITTMAR, V. **Drohnen sollen Schäden an Brücken aufzeigen**. Disponível em: <<http://www.nordbayern.de/region/fuerth/drohnen-sollen-schaden-an-brucken-aufzeigen-1.4976440>> Acesso em 20 jul. 2016.

ESQUIVEL, J. F. T. **Avaliação da influência do choque térmico na aderência dos revestimentos de argamassa**. - Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2009. 262p.

FLORES-COLEN, I; BRITO, J. **A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies**. In: journal of Construction and Building Materials, v. 24, 2010, p.1718-1729.

FLORES-COLEN, I.; BRITO, J.; FREITAS, V. P. **Expedient *in situ* test techniques for predictive maintenance of rendered façades**. Journal of Building Appraisal. V. 2 Nº 2, 2006. 142-156.

FREITAS, V. P.; ALVES, S. M. M. **www.patorreb.com - Novas Funcionalidades**. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto, 2015. Disponível em <http://www.apfac.pt/eventos/seminario_patologias_de_sistemas_de_isolamento_termico_pelo_exterior_2015/03%20Patorreb%20Novas%20Funcionalidades.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2015.

FIORITO, A J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos – Estudos e Procedimentos de Execução**, Editora Pini. São Paulo, 1994.

GALBUSERA, M. M. **Application of the factor method to the prediction of the service life of ceramic external wall claddings**. Tese de Doutorado. Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2013.

GASPAR, P. **Metodologia para o cálculo da durabilidade de rebocos exteriores correntes**. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.

GASPAR, P. **Vida útil das construções: Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção. Aplicação a rebocos de edifícios correntes**. Tese de Doutorado em Ciências de Engenharia, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2009.

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.

GASPAR, P.; BRITO, J. de. **Limit States and Service Life of Cement Renders on Façade**. In: Journal of Materials in Civil Engineering, 23(10), 2011. 1396-1404.

GEYER, R. M. T. **Influência do choque térmico na aderência de azulejos ao substrato**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 1994.120p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GOOGLE MAPS – **Street View**. Disponível em:
<<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 22 de Maio de 2015.

GONÇALVES, A. E. N. **Estudo da influência dos factores de aplicação no desempenho de argamassas de revestimento recorrendo a técnicas de ensaio in-situ**. Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2010. 197p.

GUIMARÃES, L. E.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Proposta de metodologia para avaliação comparativa do grau de deterioração em edificações**. In: VII Congreso Latino Americano de Patología de La Construcción e IX Congreso de Control de Calidad em La Construcción, 2003. Mérida, Yucatán, México Anais. CONPAT 2003, Vol II: Patología, p. VIII. 9 -16.

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

IBAPE/SP - de São Paulo. **Inspeção Predial a Saúde dos Edifícios**. São Paulo, 2012.

JUNGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis.assa**. - Dissertação de

Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2003. 141p.

JUST, A. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife. Boletim Técnico.** Universidade de São Paulo - Escola. São Paulo: 2001.

LANZINHA, J.C.; FREITAS, V.P; CASTRO GOMES, J.P. **Metodologias de diagnóstico e intervenção na reabilitação de edifícios.** Congresso Construção 2001, IST, Lisboa, Portugal, Dez. 2001. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/269994609_METODOLOGIAS_DE_DIAGNOSTICO_E_INTERVENCAO_NA_REABILITACAO_DE_EDIFICIOS>. Acesso em 21 ago. 2016.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para diagnóstico e recuperação,** Boletim Técnico: BT/PCC/06. São Paulo: EPUSP, 1986, 29 p.

LOPES, C. A. **DURABILIDADE NA CONSTRUÇÃO - Estimativa da vida útil de revestimentos cerâmicos de fachadas.** Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

LOURENÇO FILHO, H. **Análise e Proposições de Prazos de Garantia e Planos de Manutenção para Subsistemas Convencionais de Edificações Residenciais no Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal: 2009. 110p.

LOURENÇO, P. B., LUSO, E., ALMEIDA, M. G. **Defects and moisture problems in building from historical city centres: a case studying in Portugal.** Building and Environment, V. 41, 223-234, 2006.

MASTERS, L. W.; BRANDT, E. **Systematic methodology for service life. Prediction of building materials and components.** RILEM Recommendations, CIB W80/RILEM 71-PSL'FINAL REPORT, vol 22, 1989. 23p.

MELO JUNIOR, C., M. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil. Goiânia: 2010. 204p.

MENEZES, R. R.; CAMPOS, L. F.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. **Aspectos fundamentais da expansão por umidade: revisão Parte II: Cinética de expansão e sua determinação.** Revista Cerâmica. Nº 52, 2006. 114-124.

MILL, T.; ALT, A.; LIAS, R. **Combined 3D building surveying techniques--terrestrial laser scanning (TLS) and total station surveying for BIM data management purposes.** In Journal of Civil Engineering and Management. 19(S1), 2013. S23-S32.

- MOREIRA, T., V. **Análise da sensibilidade dinâmica de edifícios com estruturas esbeltas**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Engenharia Civil. Rio de Janeiro: 2002. 241p.
- MOSCOSO, Y. F. M. **Estudo Numérico e experimental das tensões atuantes na argamassa colante de fachadas de edificações sob ação da fadiga termomecânica** Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de tecnologia. Distrito Federal: 2013. 142p.
- NASCIMENTO, G. B. **Caracterização e utilização de pó-de-pedra em revestimentos para restauração de edificações históricas em estilo art déco**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2008. 189p.
- NETO, N. **Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos de pedra natural**. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.
- OLIVEIRA, C. S. P. **Análise Crítica de Experiências e Discussão de Estratégias para Implantação de Leis de Inspeção de Elementos de Fachadas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2013.
- OLIVEIRA, M. A. **Método de avaliação de necessidade e prioridade de reabilitação de edifícios de Instituições Federais de Ensino Superior**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil, Goiânia, 2013. 234p.
- PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachadas com aplicação manual de argamassa**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008. 181p.
- PATORREB**. Grupo de estudo da patologia da construção. <www.patorreb.com> Acesso em 25 nov. 2014.
- PAULO, P. V.; BRANCO, F. A.; BRITO, J. **Using Orthophotography Based on BuildingsLife Software to Inspect Building Facades**. In: Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 28(5), 2014.
- PEZZATO, L., M. **Patologias no sistema revestimento cerâmico: um estudo de caso em fachadas**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: 2010. 162p.
- POLISSENI, A., E. **Método de campo para avaliar a capacidade impermeabilizante de revestimento de parede**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986. 140p.

PREFEITURA de Vitória. **História de Vitória**. Disponível em <http://www.vitoria.es.gov.br/cidade/historia-de-vitoria> Acesso em 10 de abril de 2015.

RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas: levantamento do estado da arte**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia Civil. São Paulo: 2006. 158p.

ROVERI, C. D.; ZANARDO, A.; MORENO, M. M. T. **Variação da cor e propriedades cerâmicas com o aumento da temperatura de queima de uma argila proveniente da formação Corumbataí, região de Piracicaba, SP**. Revista Cerâmica. Nº 53, 2007. 436-441.

SÁ JUNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras; 2009. 101 p.

SANATEC - Saneamento e Serviços Técnicos de Engenharia Ltda. **Projeto de Restauração: Imóvel Sede do Iphan-ES**. Caderno de Estudos – Vol. II. Diagnóstico. Vitória; 2011.

SENNA, F. A. B. **Influência do substrato em argamassa no desempenho do revestimento em pintura texturizada acrílica**. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011. 150p.

SHOHET, I, M; ROSENFELD, Y.; PUTERMAN, M.; GILBOA, E.I. **Deterioration patterns for maintenance management – a methodological approach**. In: 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Vancouver 1999, p. 1666–78.

SILVA, A. F. F. **Previsão da vida útil de revestimentos de pedra natural de paredes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2009. 137p.

SILVA, M. 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, Publicação E.TD-006A/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.198 p.

SILVA, R. L. A. S.; SOARES, P. R. F. T.; SILVA, A. K. B. **Análise de Risco Utilizando a Ferramenta FMEA em um Gerador de Vapor**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, 2008.

SILVESTRE, J.; BRITO, J. **Ceramic tiling in building façades: Inspection and pathological characterization usin na expert system**. Construction and Building Materials, Elsevier, v. 25, 1560-1571, 2011.

SILVESTRE, J e BRITO, J. **Inspeção e diagnóstico de revestimentos cerâmicos aderentes**, Revista Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n30/Pag%2068.pdf> >. Acesso em: 22 de mar. de 2015.

SOUSA, R. D. B. **Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2008. 122p.

SOUZA, J. S. **Evolução da degradação de fachadas - efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação 07A/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. 114p.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010. 84p.

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

TRÉS JUNIOR, D. **Relatório Técnico de Inspeção Predial – Ed. Parecer técnico**. Vitória: 2013.

UCHÔA, J. C. B. **Procedimento Numérico e Experimental para Avaliação da Resistência à Fadiga de Sistemas de Revestimento**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

ULIANA, J. G; FALCÃO, A. F. O.; SOARES, R. B.; MAIOLI, R. N.; VIEIRA, G. L. **Estudo da incidência de manifestações patológicas em fachadas de edifícios localizados em região litorânea**. Artigo. 1º Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. Foz do Iguaçu: 2014.

VASCONCELOS, D. S. C.; SOUTO, M. S. M. L.; GOMES, M. L. B.; MESQUITA, A. M. **A Utilização das Ferramentas da Qualidade como Suporte a Melhoria do Processo de Produção – Estudo de Caso na Indústria Têxtil**. XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A - MODELO DO *CHECKLIST*

FICHA DE VISTORIA DE FACHADAS - EDIFÍCIO

Responsável pela vistoria: _____ Data: _____

DADOS GERAIS

Edifício: _____

Endereço: _____ CEP: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Telefone da portaria /administração: _____

Síndico: _____ Zelador: _____

Administradora: _____ Contato: _____ Telefone: _____

DADOS DA CONSTRUÇÃO

Tipo de uso atual:

Residencial Comercial Industrial Outros: _____

Tipo de uso original: _____

Idade (anos): _____ Construtora: _____

Início da obra: _____ Término da obra: _____

Nº Pavimentos: _____ Nº Subsolos: _____

Nº de Blocos: _____ Nº de unidades por bloco: _____

Descrição dos pavimentos (área de lazer, cobertura, portaria...):

SISTEMA CONSTRUTIVO ATUAL

Projetos: Legenda: S (Sim) N(Não)

Arquitetônico: _____ Fachadas: _____

Executivo: _____ Juntas: _____

Estrutural: _____ Outros: _____

Alvenaria: Legenda: S (Sim) N(Não)

Bloco de concreto: _____ Concreto Armado: _____

Bloco cerâmico: _____ Outros: _____ Quais? _____

Tijolo maciço: _____

Estrutura:

Laje de concreto armado: _____ Tipo: _____

Laje protendida: _____

Outra: _____ Quais? _____

Revestimento:

Projeto de Revestimento: Sim Não

Juntas na fachada: Sim Não

Posicionamento das juntas (Vertical, horizontal...):

Observações do revestimento: (camadas, espessura, material, traço, dosagem...):

Tipos de acabamentos nas fachadas:

Pintura
 Pedra

Cerâmica
 ACM

Outros: _____

Observações:

Pintura/Cerâmica

Projeto de Pintura/Cerâmica: Sim Não

Especificação de materiais: _____

Tonalidade do acabamento: _____

Observações:

HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO

Problemas relevantes (na fundação, alterações no projeto) durante as etapas de projeto e execução:

MANUTENÇÃO

Manual de operação, uso e manutenção

Existe manual de operação, uso e manutenção:

Sim

Não

Comentar o que descreve o manual em relação às fachadas:

Plano de Manutenção

Existe uma plano formal de manutenção:

Sim

Não

Segue a ABNT NBR 5674: 2012:

Sim

Não

Se sim, qual o procedimento:

Condições de Manutenção da Fachadas:

Rotina Preventiva Corretiva Outros: _____

Descrever os procedimentos, produtos e equipamentos utilizados e periodicidade:

Laudo de Inspeção Predial

Já foi realizado algum tipo de inspeção com emissão de laudo técnico:

Sim

Não

Se sim, quando e quais as informações obtidas:

DADOS / INFORMAÇÕES E ENTREVISTA

Nome do informante: _____ Telefone: _____

Categoria:

Morador Funcionário Outros: _____

Foram realizadas alterações nas fachadas:

Sim Não

Comentar em quais fachadas, de que forma, quando e quem fez?

Houve algum outro tipo de intervenção no edifício:

Sim Não

Comentar quais, de que forma, quando e quem fez?

FACHADAS

Croqui com definição da orientação cardinal das fachadas:

Área bruta das fachadas:

Proteção das fachadas

Existência de elementos de proteção de fachadas:

Rufos	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Peitoril	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>
Molduras	Sim <input type="checkbox"/>	Não <input type="checkbox"/>

Outros: _____

APÊNDICE B - FICHA DE ENSAIO – MÉTODO DO CACHIMBO

FICHA DE ENSAIO - MÉTODO DO CACHIMBO

Edifício: _____

Temperatura: _____ Umidade relativa do ar: _____

Ponto: _____ Altura: _____

Tempo	Leitura (ml)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Observações do ponto:

Ponto: _____ Altura: _____

Tempo	Leitura (ml)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Observações do ponto:

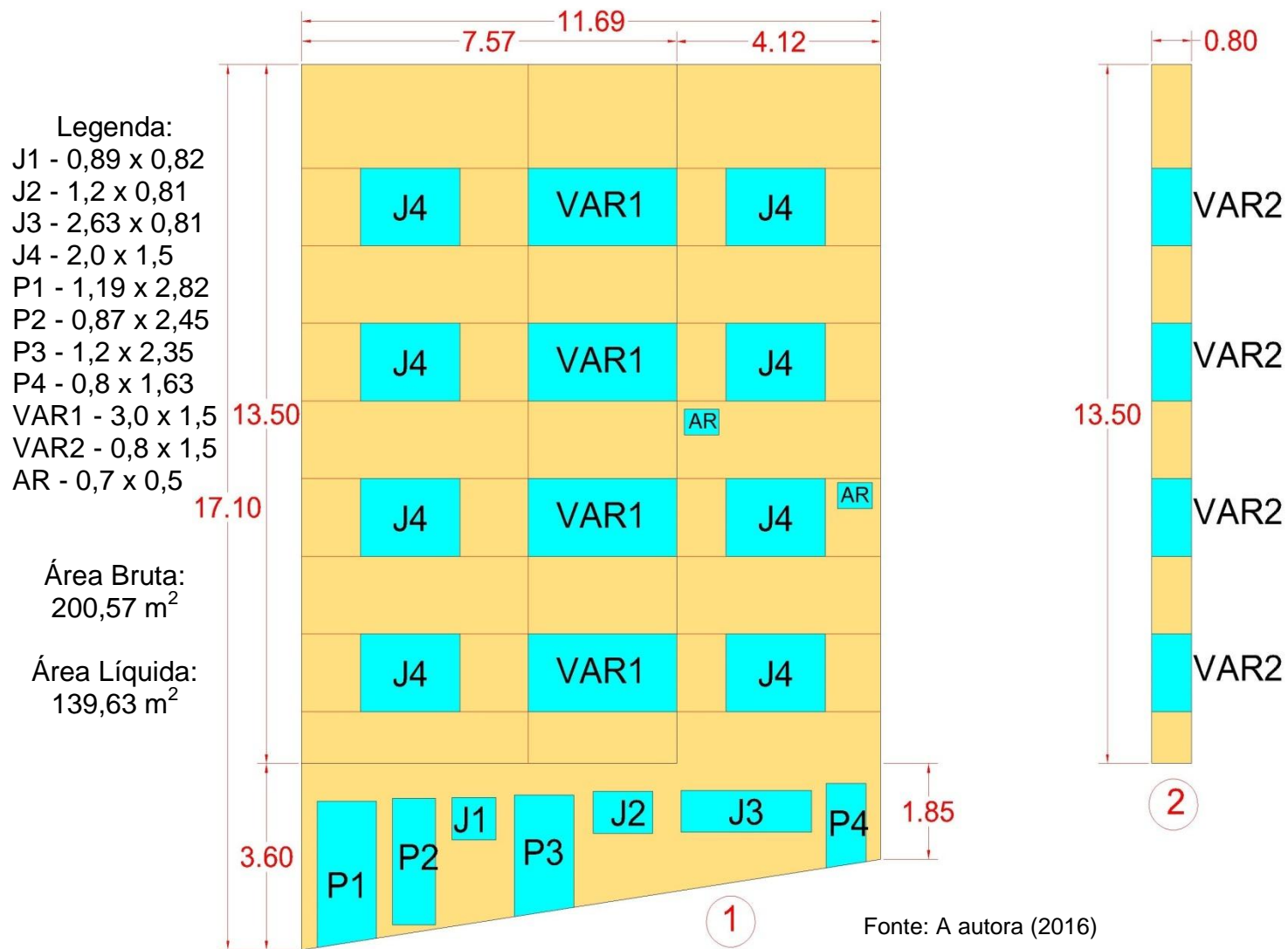
**APÊNDICE C - FICHA DE QUANTIFICAÇÃO – EDIFÍCIOS COM
REVESTIMENTO CERÂMICO**

FICHA DE QUANTIFICAÇÃO (Revestimento em cerâmica)		
Edifício:		
Prumada:		Orientação da fachada:
Localização		Manifestações Patológicas
Andar	Região	Classificação das anomalias - Índice de deterioração - Área
1º	Nível do solo	
	Paredes contínuas	
	Aberturas	
	Sacadas	
	Cantos e extremidades	
	Juntas	
	Transição entre pavimentos / Juntas	
	Paredes contínuas	
	Aberturas	
	Sacadas	
	Cantos e extremidades	
	Juntas	
	Transição entre pavimentos / Juntas	
	Paredes contínuas	
	Aberturas	
	Sacadas	
	Cantos e extremidades	
	Juntas	
	Transição entre pavimentos /	
	Topo	

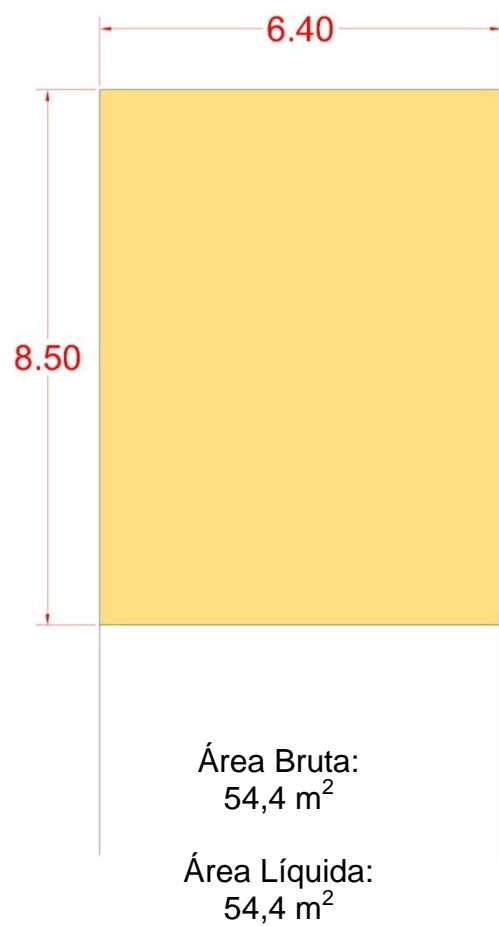
**APÊNDICE D - FICHA DE QUANTIFICAÇÃO – EDIFÍCIOS COM
REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS**

APÊNDICE E - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG1

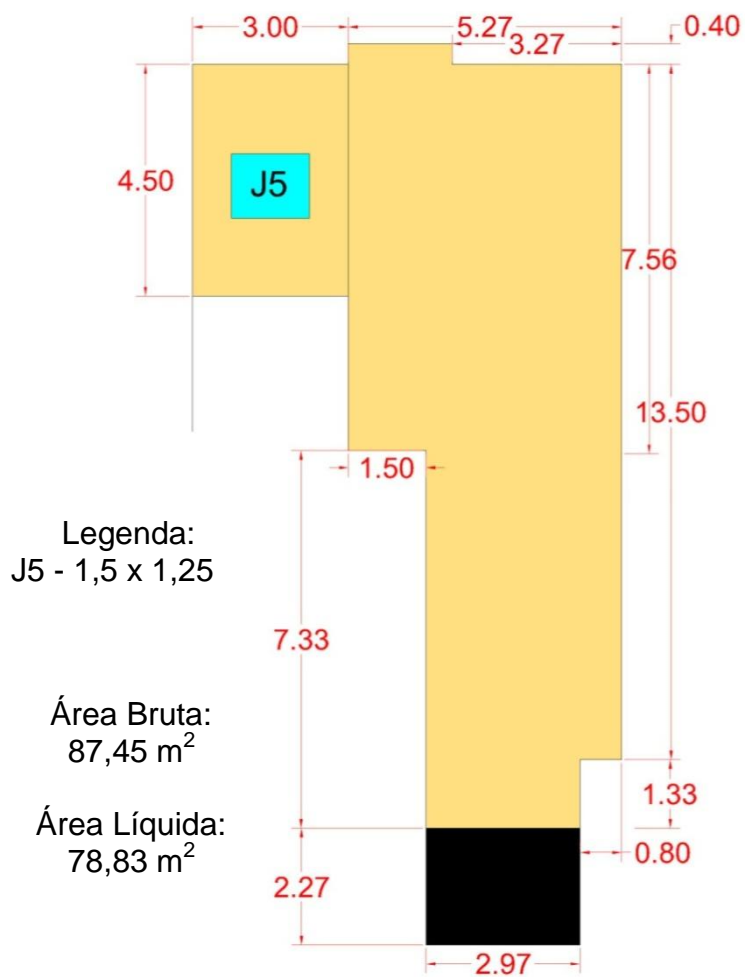
Edifício ARG1 – Fachada Su-Sudeste (Frente)



Edifício ARG1 – Fachada Lés-nordeste
(Lateral Direita)

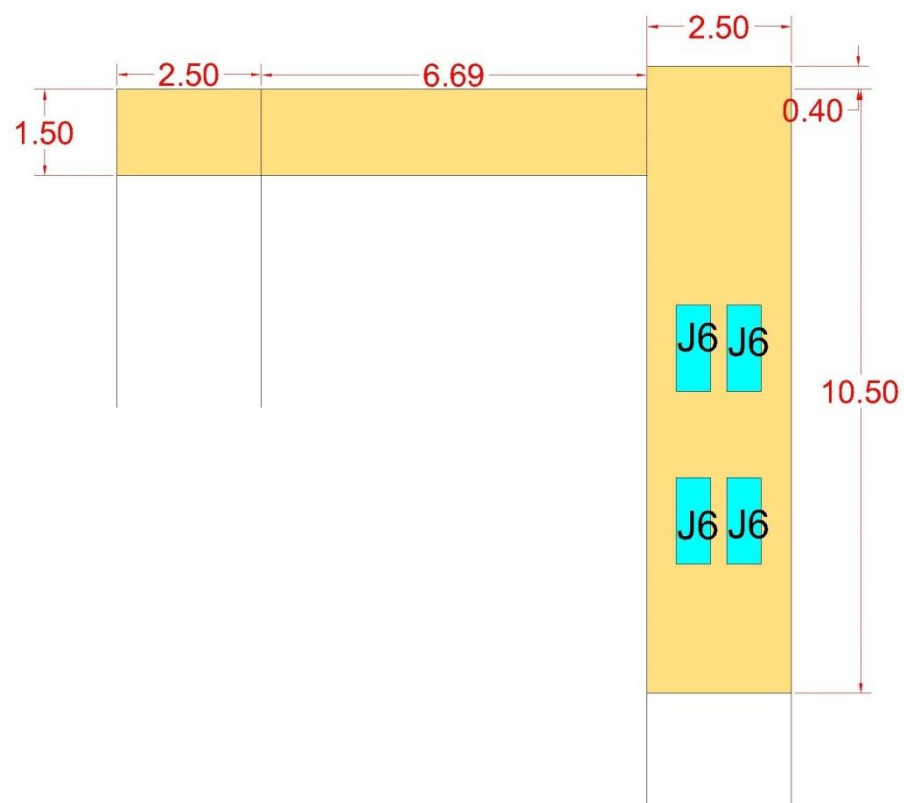


Edifício ARG1 – Fachada Oés-sudoeste
(Lateral Esquerda)



Fonte: A autora (2016)

Edifício ARG1 – Fachada Nor-noroeste
(Fundos)



Legenda:
J6 - 0,6 x 1,5

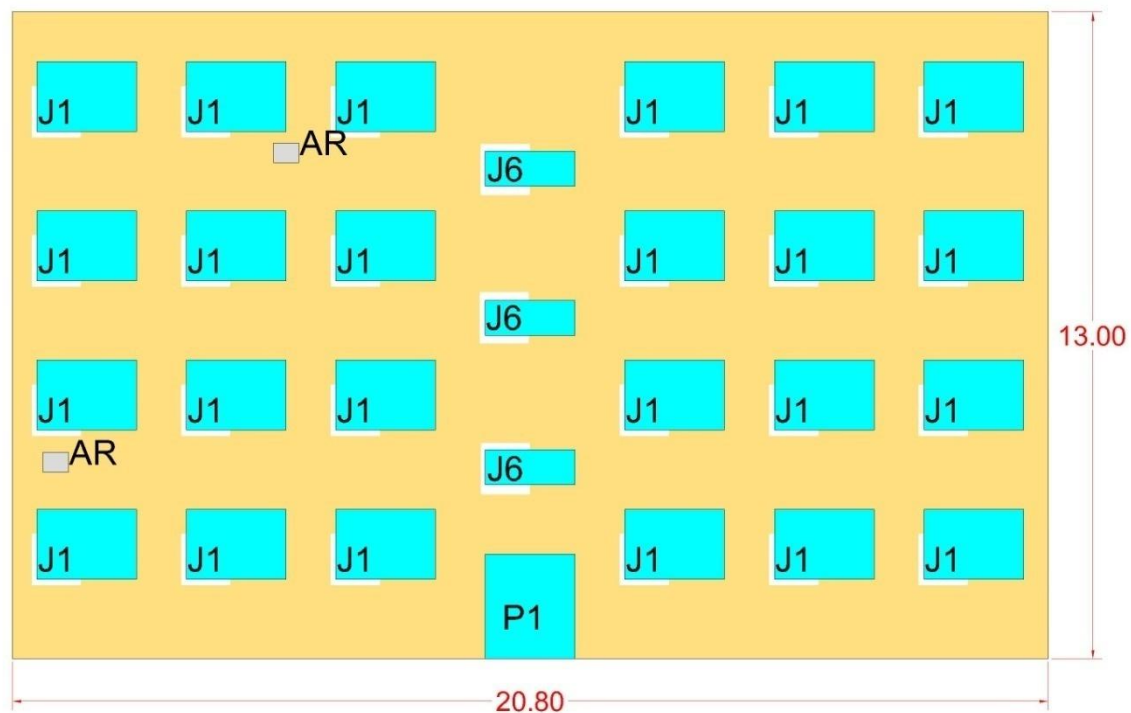
Área Bruta:
41,04m²

Área Líquida:
37,44m²

Fonte: A autora (2016)

APÊNDICE F - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG2

Edifício ARG2 – Fachada Nor-nordeste - NNE
(Frente)

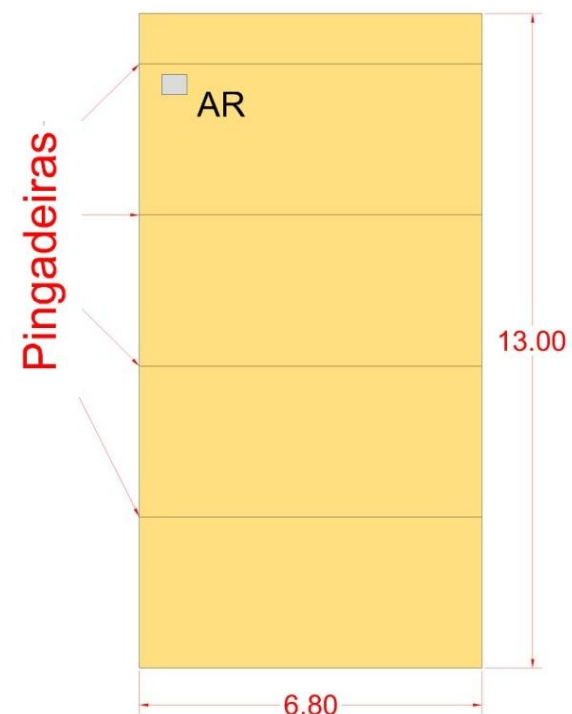


Legenda:
 J1 - 2,0 x 1,4
 J6 - 1,8 x 0,70
 P1 - 1,8 x 2,10
 AR - 0,5 x 0,4

Área Bruta: 270,4 m²
 Área Líquida: 199,02 m²

Fonte: A autora (2016).

Edifício ARG2 – Fachada Lés-sudeste - ESE
(Lateral Esquerda)



Legenda:
 AR - 0,5 x 0,4
 Área Bruta: 88,4 m²
 Área Líquida: 88,2 m²

Edifício ARG2 – Fachada Su-sudeste (Fundos)



Legenda:

- J1 - 2,0 x 1,4
- J2 - 0,8 x 0,7
- J3 - 0,4 x 0,7
- J4 - 2,1 x 1,27
- J5 - 2,0 x 0,75
- AR - 0,5 x 0,4

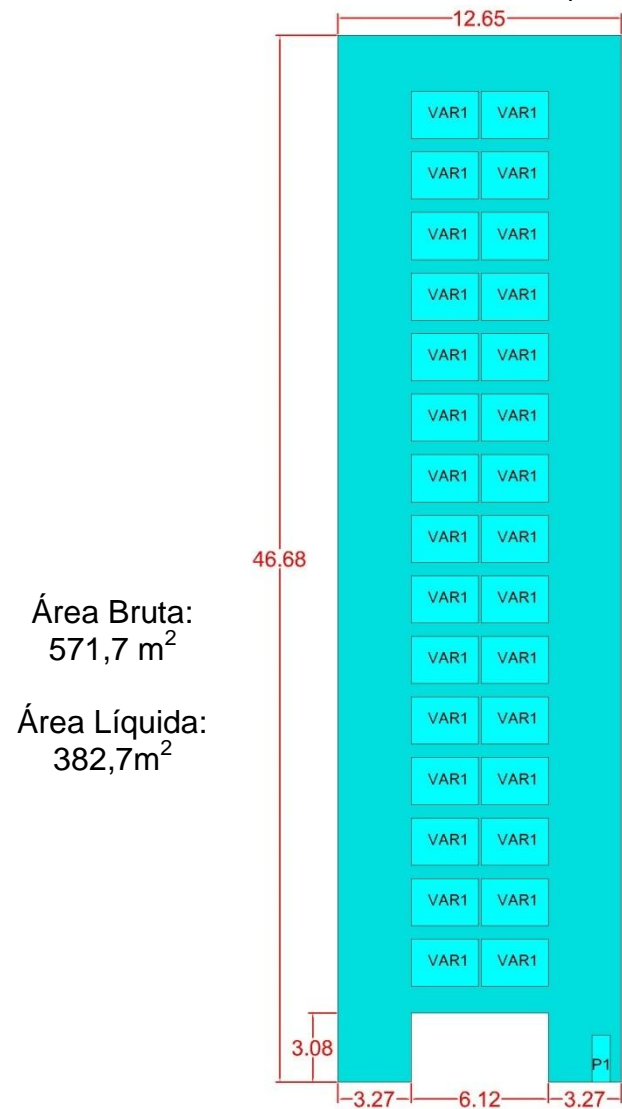
Área Bruta:
296,4 m²

Área Líquida:
246,29 m²

Fonte: A autora (2016).

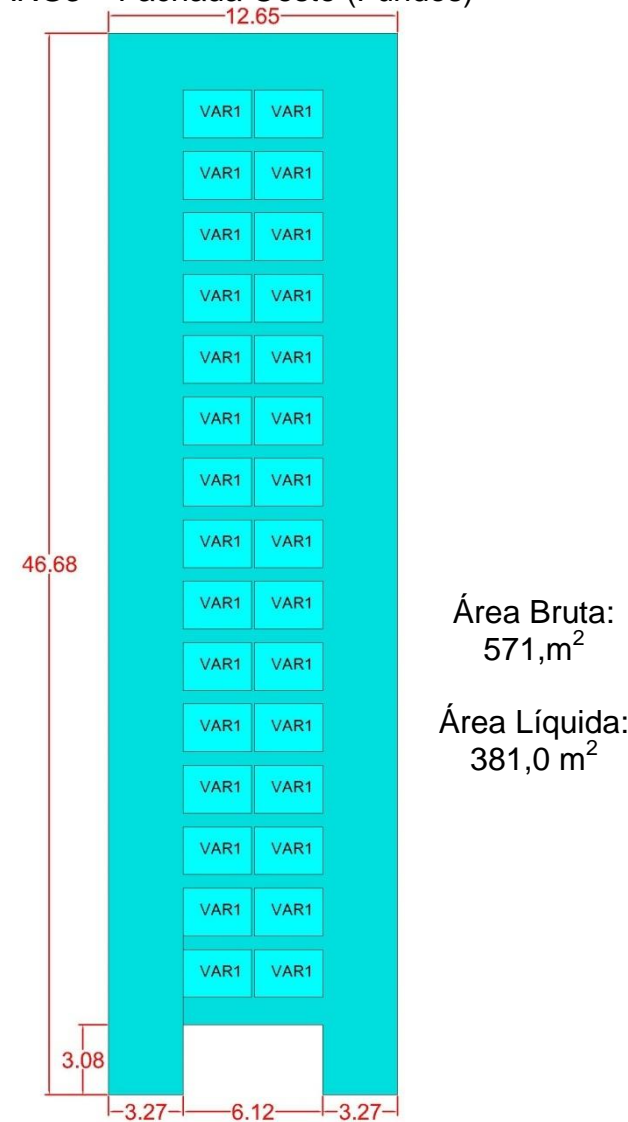
APÊNDICE G - CROQUIS DO EDIFÍCIO ARG3

Edifício ARG3 – Fachada Leste (Frente)



Edifício ARG3 – Fachada Oeste (Fundos)

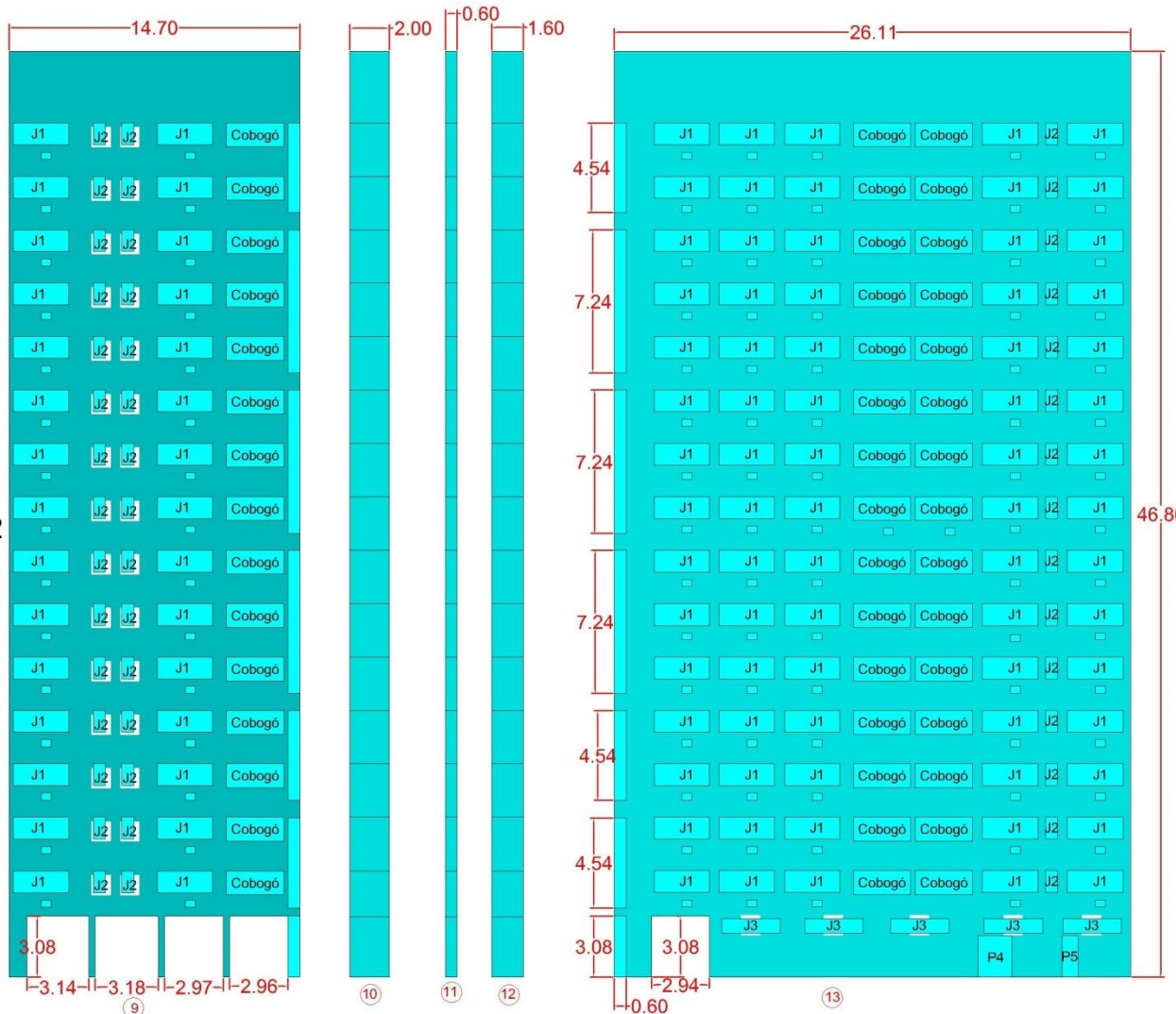
Legenda:
VAR1 - 3,0 x 2,1
P1 - 0,8 x 2,1



Fonte: A autora (2016).

Edifício ARG3 – Fachada Norte (Lateral Direita)

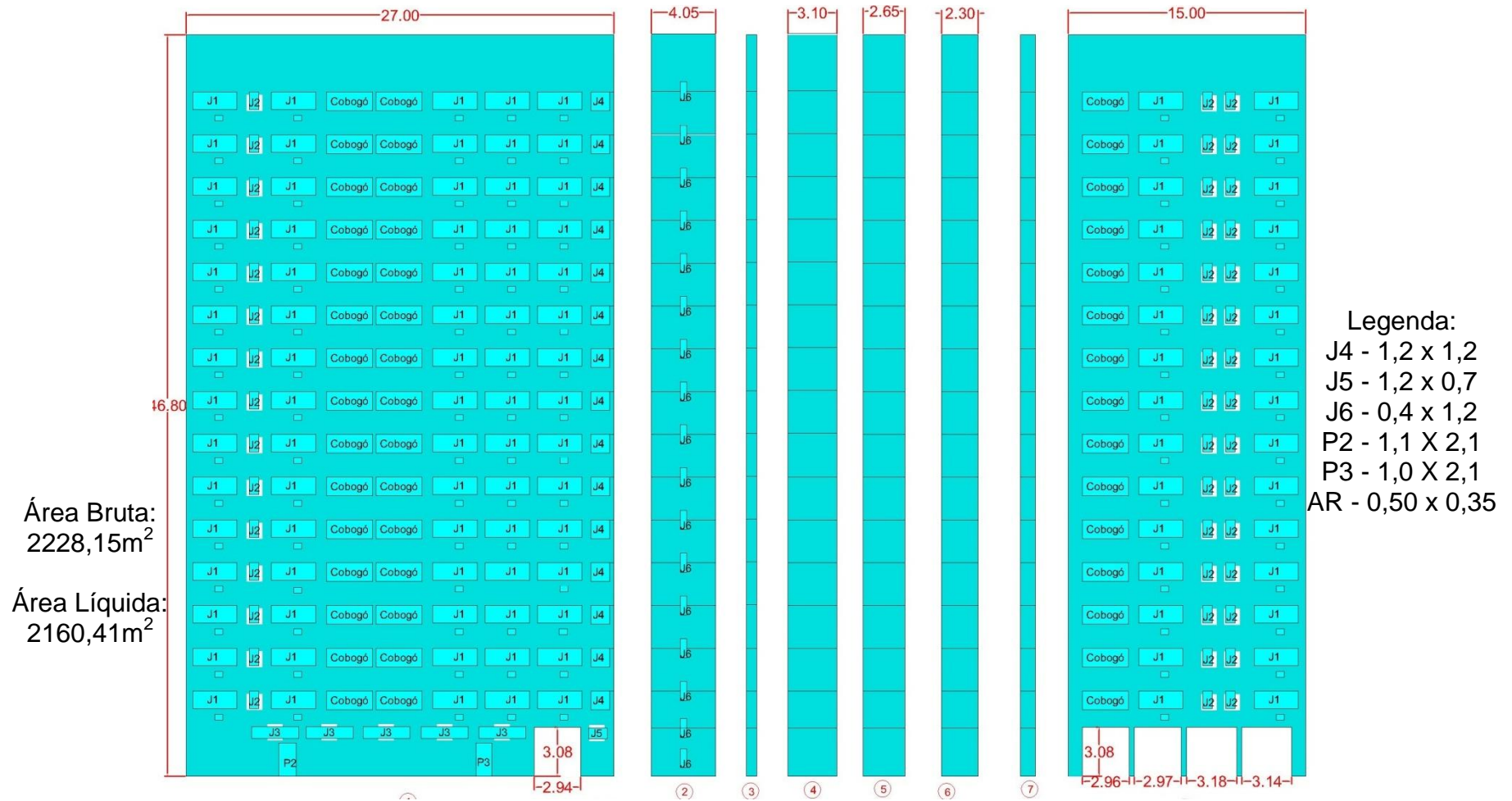
- Legenda:
 J1 - 2,8 x 1,1
 J2 - 0,6 x 1,1
 J3 - 2,96 x 0,72
 Cobogó - 2,9 x 1,2
 P4 - 1,7 X 2,1
 P5 – 0,8 X 2,1
 AR - 0,50 x 0,35



Área Bruta:
 2228,15 m²
 Área Líquida:
 1591,28 m²

Fonte: A autora (2016).

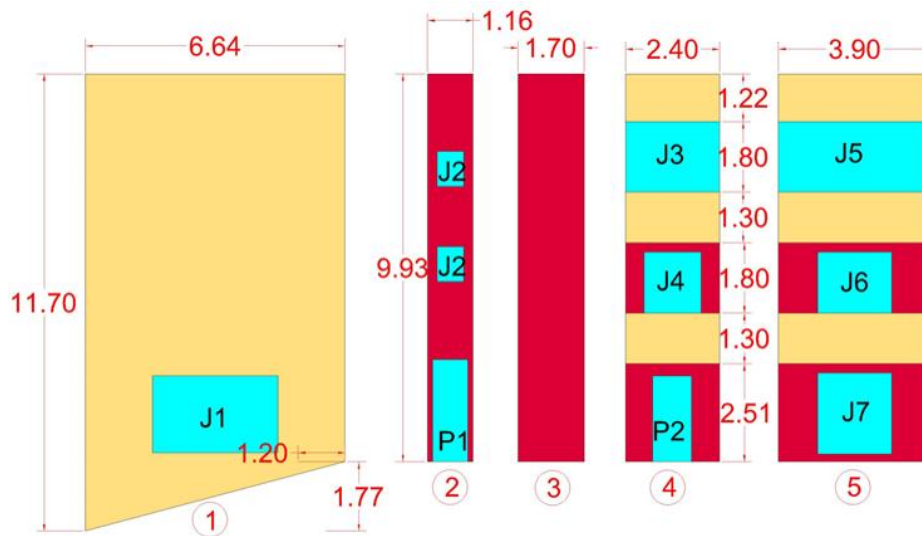
Edifício ARG3 – Fachada Sul (Lateral Esquerda)



Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE H - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER1

Edifício CER1 – Fachada Leste (Frente)



Área Bruta:
286,79m²

Área Líquida:
235,54m²

Legenda:

J1 - 3,2 x 1,97

J2 - 0,68 x 0,9

J3 - 2,4 x 1,8

J4 - 1,46 x 1,56

J5 - 3,9 x 1,8

J6 - 1,9 x 1,56

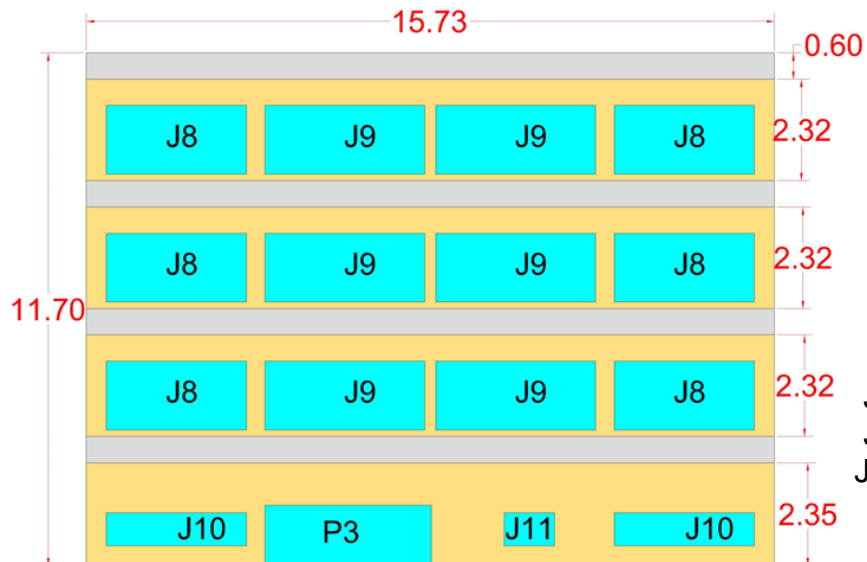
J7 - 1,9 x 2,08

P1 - 0,9 x 2,62

P2 - 0,99 x 2,2

Fonte: A autora (2016).

Edifício CER1 – Fachada Norte (Lateral Direita)



Área Bruta:
184m²

Área Líquida:
70,86m²

Legenda:

J8 - 3,2 x 1,57

J9 - 3,65 x 1,57

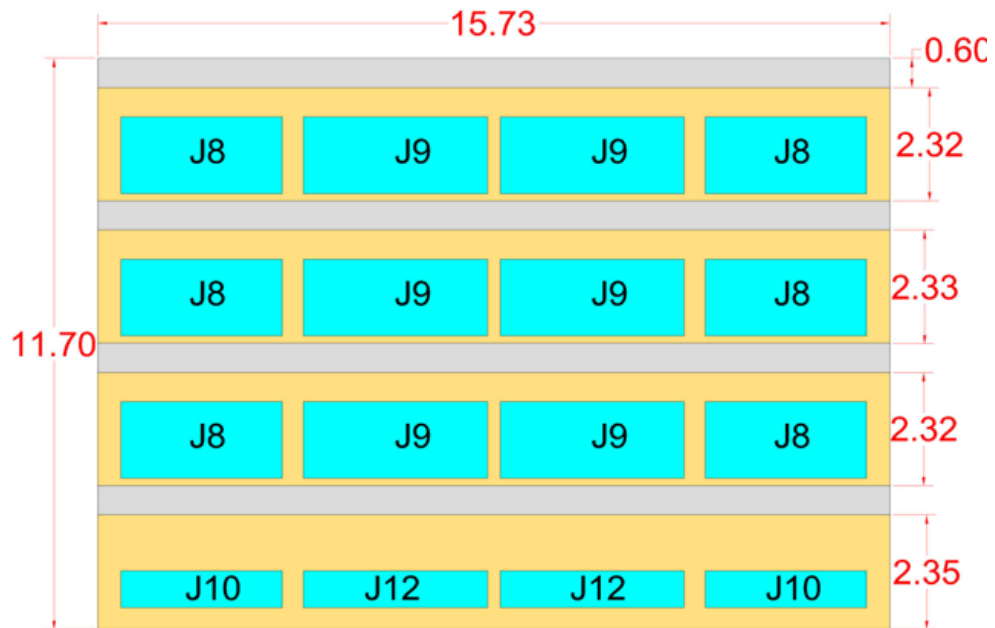
J10 - 3,2 x 0,75

J11 - 1,15 x 0,75

P3 - 3,8 x 1,38

Fonte: A autora (2016).

Edifício CER1 – Fachada Sudeste (Lateral Esquerda)



Área Bruta:
184m²

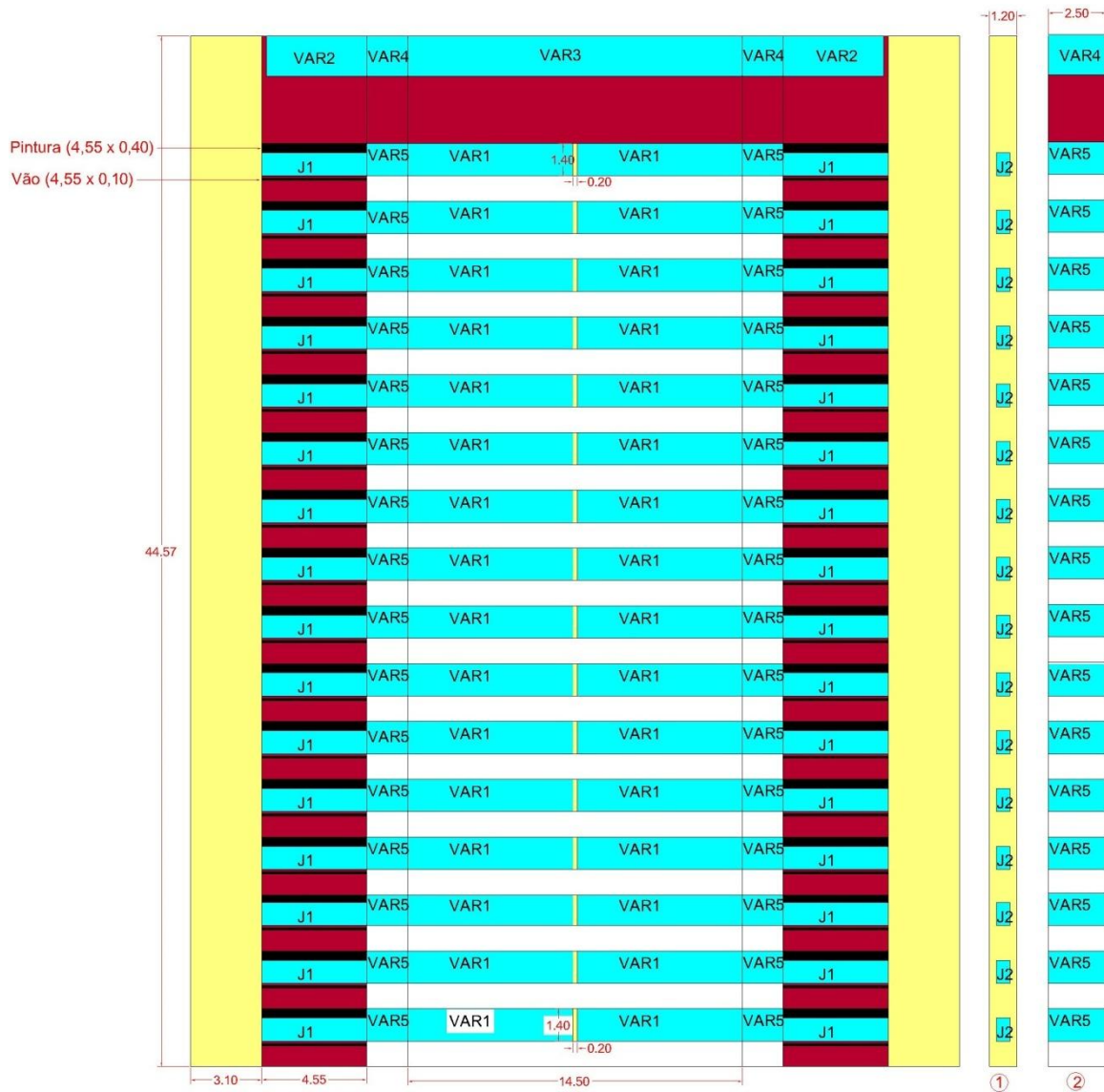
Legenda:
J12 - 3,65 x 0,75

Área Líquida:
71,5m²

Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE I - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER2

Edifício CER2 – Fachada Sudeste (Frente)



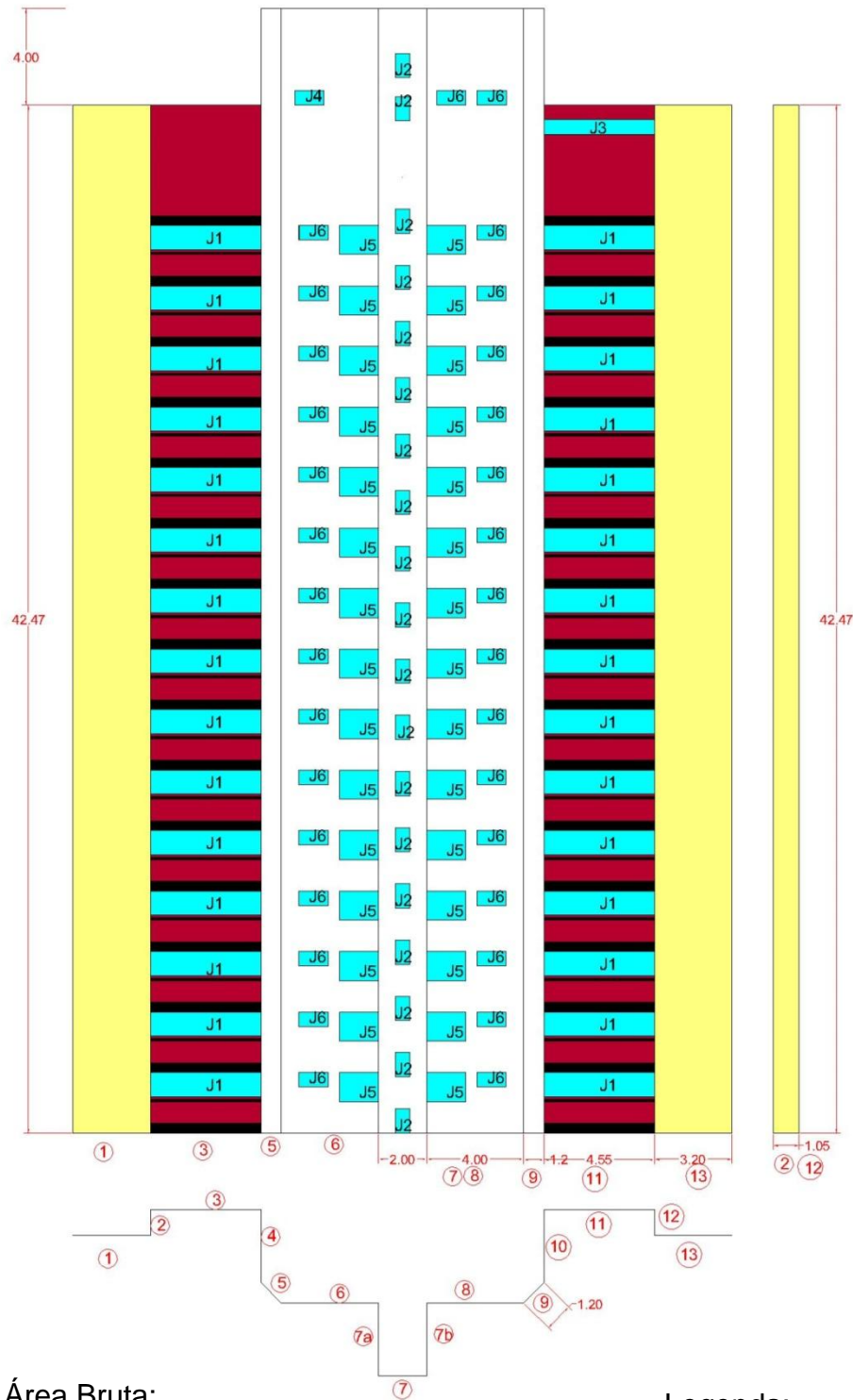
Área Bruta:
1658m²

Área Líquida:
593,34m²

Legenda:
J1 - 4,55 x 1,0
J2 - 0,6 x 1,0
VAR1 - 7,15 x 1,4
VAR2 - 4,35 x 1,74
VAR3 - 14,5 x 1,74
VAR4 - 2,5 x 1,74
VAR5 - 1,4 x 1,74

Fonte: A autora (2016).

Edifício CER2 – Fachada Oés-sudoeste (Fundos)



Área Bruta:
1322,5m²

Área Líquida:
1031,08m²

Legenda:

J3 - 4,55 x 0,6

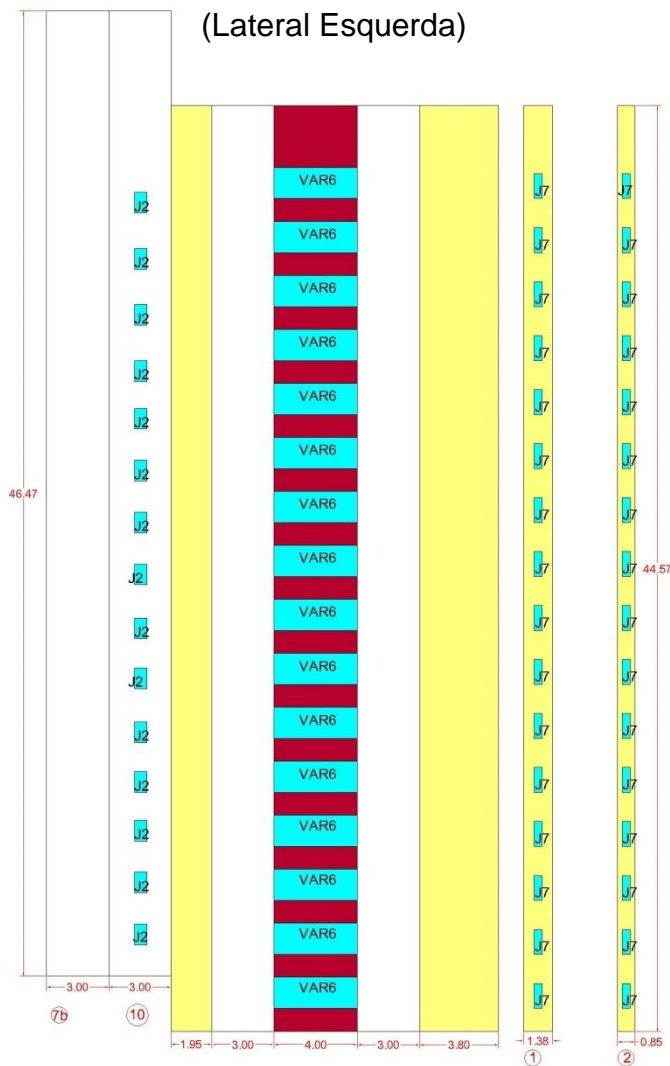
J4 - 1,25 x 0,6

J5 - 1,6 x 1,2

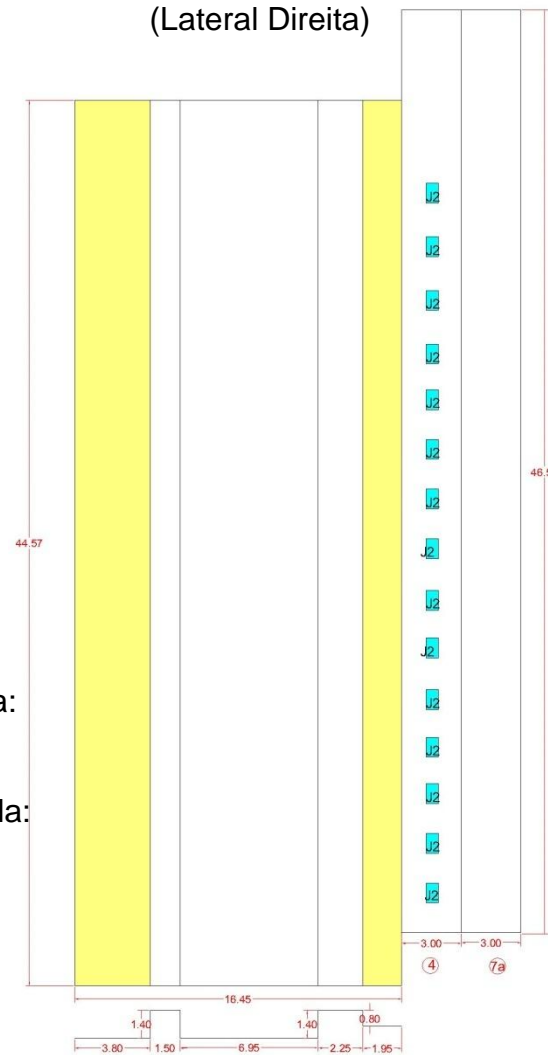
J6 - 1,2 x 0,6

Fonte: A autora (2016).

Edifício CER2 – Fachada Su-sudeste
(Lateral Esquerda)



Edifício CER2 – Fachada Nor-nordeste
(Lateral Direita)



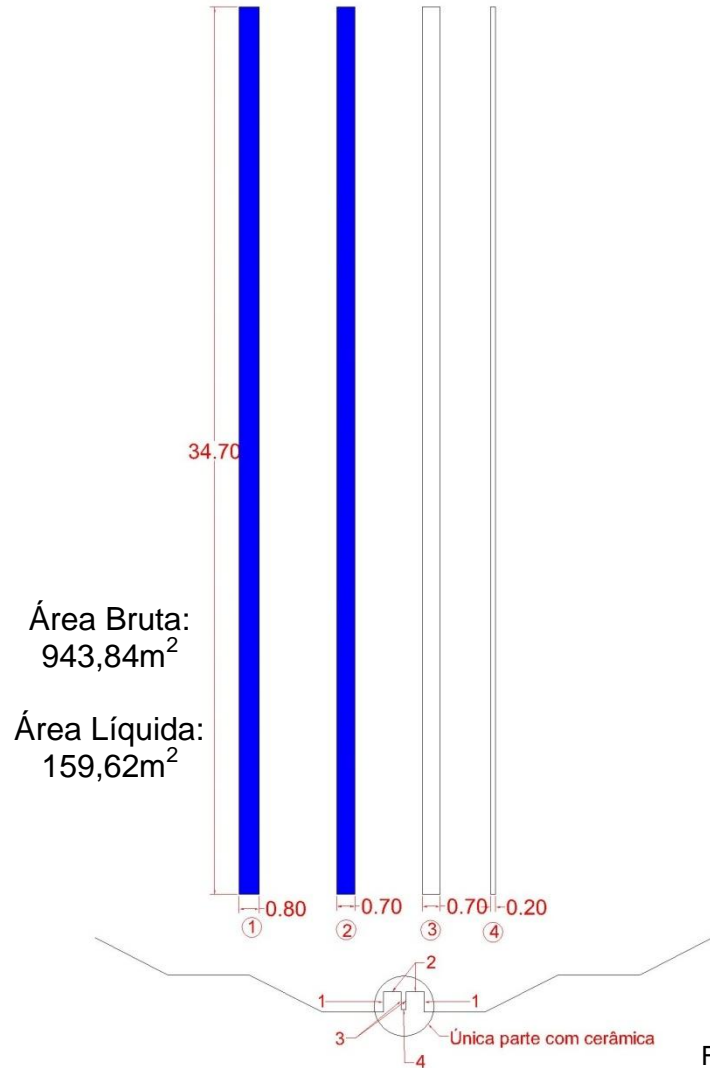
Legenda:
J7 - 0,4 x 1,2
VAR6 - 5,6 x 1,5

Área Bruta: 1196,07m² Área Bruta: 1012m²
Área Líquida: 1013,31m² Área Líquida: 1003m²

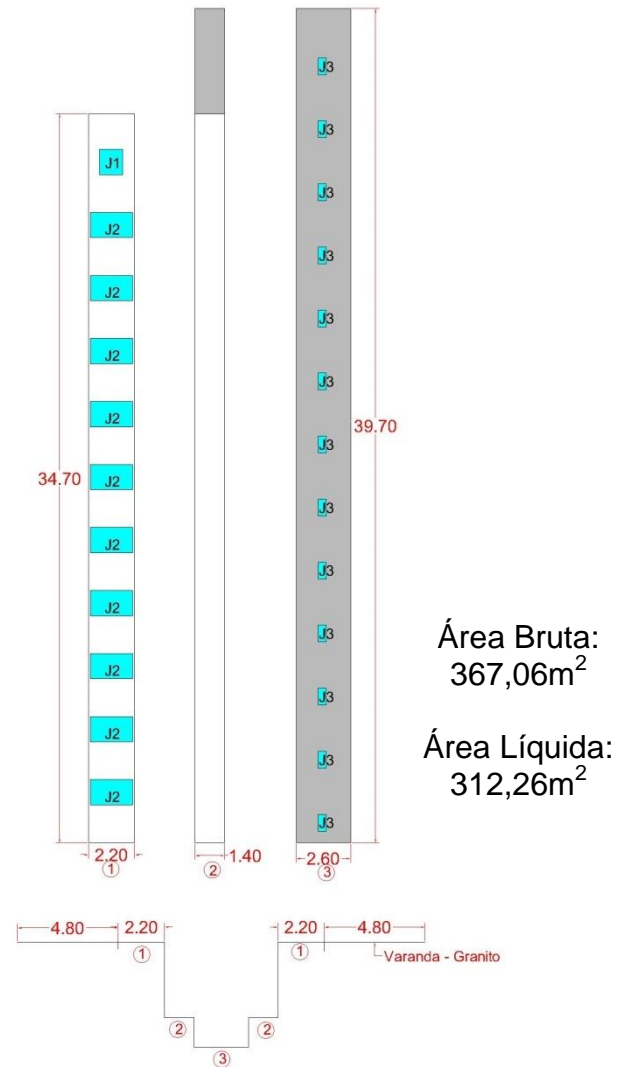
Fonte: A autora (2016).

APÊNDICE J - CROQUIS DO EDIFÍCIO CER3

Edifício CER3 – Fachada Noroeste (Frente)



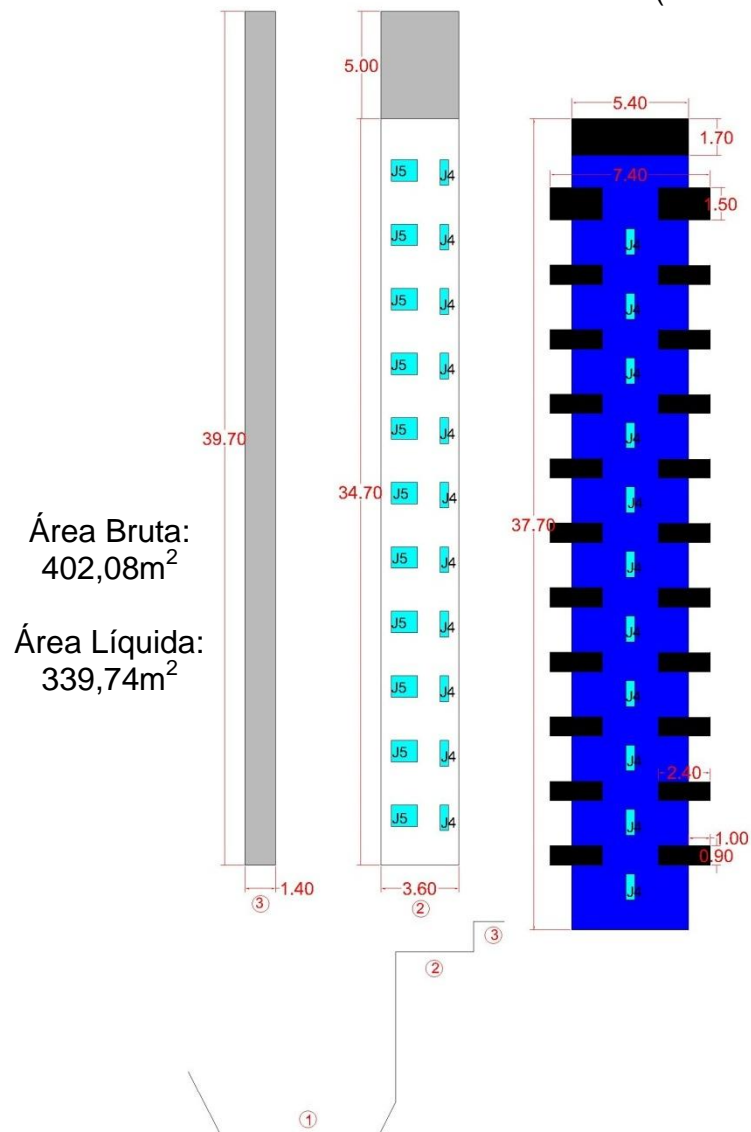
Edifício CER3– Fachada Sudeste (Fundos)



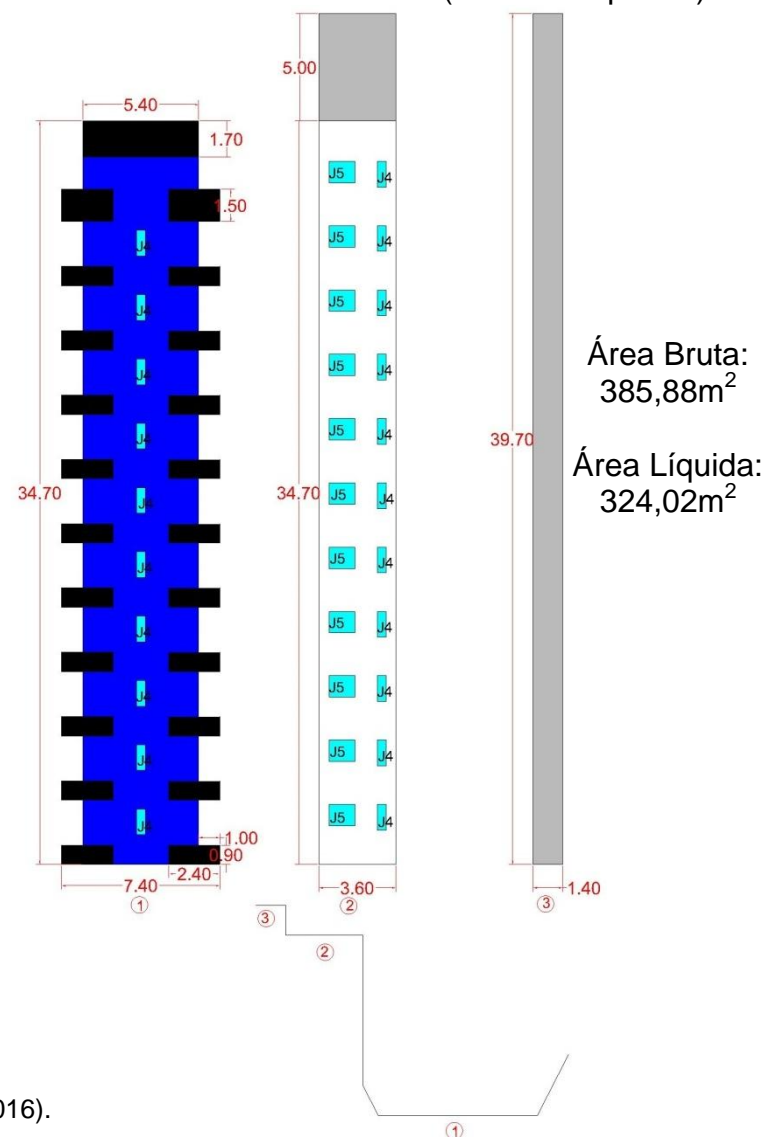
Legenda:
 J1 - 1,10 x 1,20
 J2 - 2,00 x 1,20
 J3 - 0,40 x 0,80

Fonte: A autora (2016).

Edifício CER3 – Fachada Sudoeste (Lateral Direita)



Edifício CER3 – Fachada Nordeste (Lateral Esquerda)



Legenda:
J4 - 0,40 x 1,20
J5 - 1,20 x 1,00

Fonte: A autora (2016).

**APÊNDICE K - RESULTADOS DOS ENSAIOS DE EXPANSÃO POR UMIDADE
EM PLACAS CERÂMICAS**

- Edifício CER1

Tabela 1 – Resultado do Ensaio de Expansão por Umidade das cerâmicas do Edifício CER1.

Ensaio Expansão por Umidade							
CER1							
Cerâmica	Posição 1			Posição 2			EU Médio (mm/m)
	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	
E1	98,40	98,41	0,10	98,38	98,39	0,10	0,10
E2	98,04	98,06	0,20	97,98	98,00	0,20	0,20
E3	98,25	98,25	0,00	98,33	98,34	0,10	0,05
E4	98,26	98,28	0,20	98,16	98,17	0,10	0,15
E5	98,72	98,74	0,20	98,67	98,69	0,20	0,20
E6	98,66	98,69	0,30	98,79	98,81	0,20	0,25
E7	98,33	98,37	0,41	98,44	98,48	0,41	0,41
E8	98,38	98,38	0,00	98,21	98,23	0,20	0,10
E9	98,50	98,51	0,10	98,45	98,46	0,10	0,10
E10	98,42	98,43	0,10	98,25	98,26	0,10	0,10
E11	98,53	98,53	0,00	98,67	98,69	0,20	0,10
E12	98,70	98,70	0,00	98,63	98,63	0,00	0,00
Expansão por Umidade							0,15

Fonte: A autora (2016).

- Edifício CER2

Tabela 2 – Resultado do Ensaio de Expansão por Umidade das cerâmicas do Edifício CER2.

Ensaio Expansão por Umidade							
CER2							
Cerâmica	Posição 1			Posição 2			EU Médio (mm/m)
	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	
E1	46,85	46,86	0,21	46,80	46,85	1,07	0,64
E2	46,87	46,90	0,64	46,88	46,90	0,43	0,53
E3	46,85	46,88	0,64	46,73	46,77	0,86	0,75
E4	46,99	47,00	0,21	46,95	46,96	0,21	0,21
E5	47,36	47,37	0,21	47,59	47,61	0,42	0,32
Expansão por Umidade							0,49

Fonte: A autora (2016).

- Edifício CER3 – Cerâmica nova

Tabela 3 – Resultado do Ensaio de Expansão por Umidade das cerâmicas novas do Edifício CER3.

Ensaio Expansão por Umidade							
CER3 (Cerâmica nova)							
Cerâmica	Posição 1			Posição 2			EU Médio (mm/m)
	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	
E1	98,94	98,96	0,20	98,78	98,79	0,10	0,15
E2	99,35	99,40	0,50	98,41	98,42	0,10	0,30
E3	99,34	99,36	0,20	99,43	99,47	0,40	0,30
E4	99,71	99,72	0,10	99,23	99,24	0,10	0,10
E5	99,72	99,73	0,10	99,18	99,20	0,20	0,15
E6	100,20	100,20	0,00	100,13	100,16	0,30	0,15
E7	98,52	98,54	0,20	99,22	99,23	0,10	0,15
E8	98,86	98,88	0,20	99,05	99,06	0,10	0,15
E9	98,81	98,82	0,10	98,68	98,69	0,10	0,10
E10	99,39	99,40	0,10	99,16	99,17	0,10	0,10
E11	99,06	99,08	0,20	98,61	98,64	0,30	0,25
E12	100,41	100,43	0,20	99,36	99,40	0,40	0,30
E13	99,69	99,70	0,10	99,66	99,70	0,40	0,25
Expansão por Umidade							0,19

Fonte: A autora (2016).

- Edifício CER3 (Cerâmica antiga)

Tabela 4 – Resultado do Ensaio de Expansão por Umidade das cerâmicas antigas do Edifício CER3.

Ensaio Expansão por Umidade							
CER3 (Cerâmica antiga)							
Cerâmica	Posição 1			Posição 2			EU Médio (mm/m)
	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	L1 (mm)	L0 (mm)	EU	
E1	98,60	98,60	0,00	98,70	98,71	0,10	0,05
E2	98,14	98,16	0,20	98,28	98,29	0,10	0,15
E3	98,14	98,18	0,41	98,26	98,26	0,00	0,20
E4	98,56	98,64	0,81	98,73	98,75	0,20	0,51
E5	98,20	98,24	0,41	98,12	98,15	0,31	0,36
Expansão por Umidade							0,25

Fonte: A autora (2016).

**APÊNDICE L RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM
PLACAS CERÂMICAS**

- Edifício CER1

Tabela 5 – Resultado do Ensaio de Absorção de Água das cerâmicas do Edifício CER1.

Ensaio de Absorção				Ensaio de Absorção			
CER1				CER1			
Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)	Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)
1A	131,59	142,78	8,5	11A	132,21	144,42	9,2
2A	131,53	142,09	8,0	12A	131,98	145,06	9,9
3A	128,7	140,67	9,3	13A	132,98	144,03	8,3
4A	131,52	142,07	8,0	14A	131,59	142,64	8,4
5A	127,9	139,64	9,2	15A	131,07	144,18	10,0
6A	130,82	142,8	9,2	16A	132,46	143,93	8,7
7A	128,92	141,52	9,8	17A	129,84	141,69	9,1
9A	132,24	143,47	8,5	19A	132,6	144,07	8,7
10A	130,83	143,09	9,4	20A	126,27	139,29	10,3
Absorção			8,9	Absorção			9,2

Fonte: A autora (2016).

- Edifício CER2

Tabela 6 – Resultado do Ensaio de Absorção de Água das cerâmicas do Edifício CER2.

Ensaio de Absorção				Ensaio de Absorção			
CER2				CER2			
Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)	Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)
1A	29,129	29,148	0,1	11A	28,092	28,109	0,1
2A	28,971	28,987	0,1	12A	28,060	28,087	0,1
3A	27,534	27,547	0,0	13A	28,174	28,203	0,1
4A	27,911	27,929	0,1	14A	26,531	26,547	0,1
5A	27,586	27,603	0,1	15A	27,975	27,991	0,1
6A	26,540	26,560	0,1	16A	26,449	26,476	0,1
7A	28,431	28,453	0,1	17A	27,933	27,954	0,1
8A	28,054	28,078	0,1	18A	27,073	27,100	0,1
9A	27,691	27,712	0,1	19A	27,500	27,523	0,1
10A	29,336	29,359	0,1	20A	27,716	27,744	0,1
Absorção			0,1	Absorção			0,1

Fonte: A autora (2016).

- Edifício CER3

Tabela 7 – Resultado do Ensaio de Absorção de Água das cerâmicas novas e usadas do Edifício CER3.

Ensaio de Absorção			
CER3 (Cerâmica nova)			
Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)
1	137,44	152,43	10,9
2	136,32	150,77	10,6
3	133,62	147,69	10,5
4	135,30	149,91	10,8
5	132,67	146,15	10,2
6	134,04	148,33	10,7
7	133,56	147,49	10,4
9	132,66	146,20	10,2
10	138,37	152,43	10,2
Absorção			10,5

Ensaio de Absorção			
CER3 (Cerâmica usada)			
Cerâmica	M1 (g)	M2 (g)	Abs (%)
1	140,73	151,16	7,4
2	135,11	146,07	8,1
3	134,08	144,86	8,0
4	134,41	144,18	7,3
5	135,77	145,42	7,1
6	137,98	147,27	6,7
7	139,01	148,32	6,7
9	134,14	144,35	7,6
10	141,2	151,36	7,2
Absorção			7,4

Fonte: A autora (2016).

**APÊNDICE M – TABELAS-RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS
EDIFÍCIOS**

Tabela 8 – Resultados do Índice de Manifestação Patológica por orientação cardeal de fachada de cada edifício

	Norte	Nor-nordeste	Nordeste	Lés-nordeste	Leste	Lés-sudeste	Sudeste	Su-sudeste	Sul	Su-sudoeste	sudoste	Oés-sudoeste	Oeste	Noroeste	Nor-noroeste
ARG1				0,48				0,28				0,96			0,76
ARG2		0,24				0,41				0,86					
ARG3	0,18				0,31				0,16				0,19		
CER1	0,53			0,04			0,6								
CER2		0,84		1,1				0,45				0,85			
CER3			0,1				0,07				0,2			0,004	

Fonte: A autora (2016).

Tabela 9 - IMP total e por orientação de fachada de D.p

		TOTAL	Norte	Nor-nordeste	Nordeste	Lés-nordeste	Sudeste	Su-sudeste	Sudoste	Oés-sudoeste	Noroeste
CER1	Cerâmicas escura + clara	0,16	0,07			0,17	0,22				
	Cerâmica escura (Vinho 10X10)	0,20				0,20					
	Cerâmica clara (Branca 10x10 + bege 20x10)	0,14	0,07				0,22				
CER2	Cerâmicas escura + clara	0,06		0,03		0,09		0,07		0,05	
	Cerâmica escura (Vinho 2x2 e 4x4)	0,17		-		0,16		0,32		0,08	
	Cerâmica clara (Branca 2x2 e Bege 4x4)	0,04		0,03		0,06		0,03		0,05	
CER3 (escura)		0,09			0,12		-		0,06		-

Fonte: A autora (2016).