

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

Jéssica Deise Bersch

**DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA AS FACHADAS DO
PRÉDIO HISTÓRICO *CHÂTEAU* – UFRGS**

Porto Alegre
novembro 2018

JÉSSICA DEISE BERSCH

**DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA AS FACHADAS DO
PRÉDIO HISTÓRICO *CHÂTEAU* - UFRGS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheira Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero
Coorientadora: Rafaela Falcão Socoloski

Porto Alegre
novembro 2018

JÉSSICA DEISE BERSCH

**DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PARA AS FACHADAS DO
PRÉDIO HISTÓRICO *CHÂTEAU* - UFRGS**

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

Porto Alegre, novembro de 2018

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Orientadora

Profa. Rafaela Falcão Socoloski
MSc. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Coorientadora

BANCA EXAMINADORA

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

Camila Mokwa Zanini
(UFRGS)
MSc. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

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

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

Dedico este trabalho à minha mãe, Mariléa, que sempre me apoiou e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação esteve ao meu lado, e a meu pai, Luciano, que desde pequena me acompanha pelas estrelas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Angela por toda a atenção e carinho com que conduziu a orientação desse trabalho. Sua dedicação, conhecimento e gosto pelo que ensina proporcionaram o desenvolvimento de um trabalho que me orgulha. Meu muito obrigada por me fazer crescer pessoal e profissionalmente, e toda a minha admiração por você!

Agradeço à Rafaela pela orientação, pelo acompanhamento, pelas sugestões e pelo seu jeito especial de ser e de ensinar.

Agradeço à Fernanda, à Caroline e à Graci, pela atenção e pelo apoio na realização dos ensaios.

Agradeço pela possibilidade de estudar na UFRGS e de realizar essa pesquisa no Laboratório de Materiais e Tecnologia do Ambiente Construído (LAMTAC) do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE). Obrigada aos laboratoristas Ari e Airton.

Agradeço à banca examinadora, pela sua disponibilidade e contribuições. À Camila, um agradecimento especial pelo auxílio na obtenção da documentação referente à história do *Château*, essencial para esse trabalho. À Laís, pela dedicação e pelas sugestões especiais.

Agradeço à minha mãe Mariléa, que é tudo. Obrigada por me apoiar e encorajar, por me incentivar a seguir meus sonhos e por me esperar com muito amor nos fins de semana. Agradeço também ao meu pai, Luciano, por me iluminar e proteger durante esses anos desafiadores.

Agradeço ao meu irmão João Pedro por ser quem ele é, uma criança maravilhosa, cheia de energia e de alegria, que enche meu coração.

Agradeço ao Caco, meu padasto, e ao Caquinho, meu irmão de coração, por sempre estarem presentes na minha vida.

Agradeço ao Dudu, meu namorado, pela motivação, paciência, amor e companheirismo. Obrigada também por me auxiliar na execução dos ensaios.

Agradeço aos meus amigos da faculdade e da vida, e à minha família por me tornarem quem eu sou e por me incentivarem a fazer aquilo que me encanta.

Agradeço a todos os meus professores pelo exemplo e pelo conhecimento, que foram essenciais para a minha formação como pessoa e como futura engenheira civil.

O essencial é invisível aos olhos.

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

Este trabalho apresenta o diagnóstico das manifestações patológicas do revestimento de argamassa das fachadas do prédio histórico *Château* e uma proposta de intervenção. A partir da revisão de literatura, foram caracterizados os revestimentos de argamassa de cal utilizados em edifícios antigos e definidas as formas de desenvolvimento, causas e consequências das manifestações patológicas que os degradam. Com auxílio de informações fornecidas pelo Setor de Patrimônio Histórico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, também foi contextualizada a edificação objeto de estudo. A realização de ensaios de laboratório e de campo permitiu a identificação de fissuras, descolamentos, deslocamentos, quebras, desagregação, vesículas, manchamentos, biodeterioração, presença de sais e danos na pintura. Foram executados, além da investigação documental e levantamento visual de danos, os ensaios de percussão, termografia, reconstituição de traço, teste qualitativo de sais solúveis e prospecção estratigráfica de pintura. Ainda, foi realizada uma avaliação quantitativa das manifestações patológicas, a partir da aplicação do Método de Mensuração da Degradação. Observou-se que as regiões de topo e sóculo das fachadas são as mais degradadas, sendo frequente a presença de fissuras, manchamento e danos na pintura. A orientação das fachadas, a incidência de sol e de chuva dirigida são influentes no desenvolvimento de danos, especialmente o manchamento por sujidade e a biodeterioração; a fachada norte apresentou menor área degradada em relação às demais. Com as soluções de intervenção propostas, buscou-se a conservação e consolidação dos materiais, evitando-se sua substituição. Entre as soluções, figuram a selagem de fissuras com argamassas de cal e areia e a consolidação de descolamentos e desagregações com injeção de substâncias consolidantes fluidas, também à base de cal. Argamassas compatíveis com as existentes são a proposta para renovar regiões de deslocamento e quebras. Para manchamentos, sugere-se a limpeza e, se necessário, a aplicação de produtos recomendados e para problemas com umidade, soluções pouco intrusivas, como a selagem dos pontos de entrada de água. Danos na pintura podem ser solucionados pela remoção da tinta degradada e aplicação de nova camada, em material adequado, com base em cal ou silicato, por exemplo. Foram desenvolvidas fichas contendo o diagnóstico e propostas de intervenção. Em todo o trabalho, o valor histórico, arquitetônico e cultural da edificação foi respeitado, buscando-se valorizá-la como prédio histórico.

Palavras-chave: Prédio Histórico. Revestimento de argamassa.
Manifestações Patológicas. Diagnóstico. Intervenção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O <i>Château</i> – configuração original (de 1908 a 1949)	27
Figura 2 - Representação esquemática de fissuras horizontais	37
Figura 3 - Fissuras mapeadas no revestimento de argamassa	39
Figura 4 - Fissuras geométricas contornando os componentes da alvenaria.....	39
Figura 5 - Descolamento com empolamento da argamassa de cal do revestimento	41
Figura 6 - Desagregação em revestimento de argamassa.....	43
Figura 7 - Vesícula no revestimento de argamassa, resultante da hidratação retardada de grânulos de óxido de cálcio livres	44
Figura 8 - Manchamento no revestimento de fachada	44
Figura 9 – Forma das edificações ensaiadas para avaliação do manchamento	48
Figura 10 - Molhamento apresentado por fachadas de diferentes volumetrias e entornos	48
Figura 11 – Manchamento causado por umidade ascensional do terreno.....	50
Figura 12 - Mancha de umidade de infiltração em parede.....	50
Figura 13 - Mancha de bolor em parede induzida pela umidade de condensação	51
Figura 14 - Biodeterioração em reboco - biofilme	53
Figura 15 - Eflorescência do tipo II em revestimento de argamassa.....	54
Figura 16 - Ilustração da criptoflorescência	55
Figura 17 - Diferentes zonas observadas na área de umidade ascensional de paredes de alvenaria.....	56
Figura 18 – Bolhas, descolamento e descascamento decorrentes dos efeitos da umidade sobre a pintura	58
Figura 19 - Mapa atual representativo da antiga região da Várzea	60
Figura 20 - Interior do <i>Château</i> – configuração original (de 1908-1949)	61
Figura 21 - Campus Centro da UFRGS – Quarteirão 1	62
Figura 22 - Destaque do conjunto arquitetônico composto pelos edifícios Castelinho (à esquerda), Observatório Astronômico (centro) e <i>Château</i> (à direita): o Largo Paganini (final da década de 1900)	63
Figura 23 - Somatório do calor diário recebido pelas superfícies verticais em Porto Alegre..	64
Figura 24 - Curva a (linha contínua): frequência das chuvas (% de horas do total); curva b (linha tracejada): precipitação (% do total)	64
Figura 25 - Curva a (linha contínua interna): velocidade média do vento durante a chuva em m/s; curva b (linha tracejada): intensidade média horizontal das chuvas em mm/h; curva c (linha contínua externa): intensidade média vertical das chuvas em mm/h ..	65
Figura 26 - Grau de exposição das fachadas à chuva dirigida na região de Porto Alegre em função de suas orientações.....	65
Figura 27 - Planta baixa esquemática do <i>Château</i>	66

Figura 28 - Representação da fachada norte do <i>Château</i>	66
Figura 29 - Detalhes construtivos do <i>Château</i>	67
Figura 30 - Detalhe do lanternim no torreão do <i>Château</i> (em 2009)	67
Figura 31 - Detalhe da sacada e dos tijolos de vidro	68
Figura 32 - Modificação no pé-direito e platibanda da fachada sul do <i>Château</i>	69
Figura 33 - Legenda para mapa de danos.....	72
Figura 34 - Representação das amostras em planta baixa	73
Figura 35 - Fachada norte - ala esquerda	74
Figura 36 - Fachada norte - ala direita	74
Figura 37 - Fachada sul - ala esquerda.....	74
Figura 38 - Fachada sul - ala direita.....	75
Figura 39 - Fachada oeste.....	75
Figura 40 - Fachada leste	75
Figura 41 - Torreão dividido em amostras menores – vista pela fachada norte.....	76
Figura 42 - Torreão dividido em amostras menores – vista pela fachada sul	76
Figura 43 - Martelo de borracha e ilustração da execução do ensaio de percussão	77
Figura 44 - Localização dos pontos de extração na fachada sul - ala direita	81
Figura 45 - Localização dos pontos de extração na fachada leste	81
Figura 46 - Extração de amostra de argamassa com formão e martelo	82
Figura 47 - Extração de amostra com furadeira com serra copo	82
Figura 48 - A1 - vista superior.....	83
Figura 49 - A1 - vista lateral.....	83
Figura 50 - A1 - vista lateral - lado 1	83
Figura 51 - A1 - vista lateral - lado 2.....	83
Figura 52 - A2 - porção 1 - face externa	84
Figura 53 - A2 - porção 1 - face interna.....	84
Figura 54 - A2 – porção 2 - face externa	84
Figura 55 - A2 - porção 2 - face interna.....	84
Figura 56 - A2 - porção 3 - face externa	84
Figura 57 - A2 - porção 3 - face interna.....	84
Figura 58 - A3 - face externa.....	85
Figura 59 - A3 - face interna	85
Figura 60 - A4 - porção 1 - face externa	85
Figura 61 - A4 - porção 1 - face interna.....	85
Figura 62 - A4 - porção 2 - face externa	86

Figura 63- A4 - porção 2 - face interna.....	86
Figura 64 - A4 - porção 3 - face externa	86
Figura 65 - A4 - porção 3 - face interna.....	86
Figura 66 - A4 - porção 4 - face externa	86
Figura 67 - A4 - porção 4 - face interna.....	86
Figura 68 - A5 - face externa.....	87
Figura 69 - A5 - face interna	87
Figura 70 - A5 - vista lateral.....	87
Figura 71 - Pontos de extração das amostras 1, 4 e 5	87
Figura 72 - A6 - face externa.....	88
Figura 73 - A6 - face interna	88
Figura 74 - A6 - vista lateral.....	88
Figura 75 - A7 - face externa.....	88
Figura 76 - A7 - face interna	88
Figura 77 - A7 - vista lateral.....	89
Figura 78 - A2 - filtro com finos	93
Figura 79 - A2 - areia seca	93
Figura 80 - A3 - filtro com finos	93
Figura 81 - A3 - areia seca	93
Figura 82 - A4 – filtro com finos.....	93
Figura 83 - A4 - areia seca	93
Figura 84 - A5 - filtro com finos	94
Figura 85 - A5 - areia seca	94
Figura 86 - A6 - filtro com finos	94
Figura 87 - A6 - areia seca	94
Figura 88 - A7 - filtro com finos	94
Figura 89 - A7 - areia seca	94
Figura 90 - Amostras antes do embutimento em resina.....	97
Figura 91 - Amostras após o preenchimento da forma com resina	97
Figura 92 - Amostras embutidas em resina na politriz	98
Figura 93 - Amostras e filtros de papel.....	99
Figura 94 - A2 - solução turva.....	99
Figura 95 - Coloração azul que indica presença de nitrato na solução	100
Figura 96 - Bisturi utilizado no ensaio de prospecção estratigráfica de pintura	101
Figura 97 - Execução do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura	101

Figura 98 - Sistema cromático utilizado - catálogo de cores	102
Figura 99 - Comparação da amostra com o catálogo de cores	102
Figura 100 - Pontos para ensaio de prospecção de pintura - fachada norte - ala esquerda	103
Figura 101 - Pontos para ensaio de prospecção de pintura - fachada norte - ala direita.....	103
Figura 102 - Divisão da fachada em regiões	105
Figura 103 - Divisão da extremidade em regiões	105
Figura 104 - Ilustração da aplicação da malha à fachada oeste e das regiões para aplicação do MMD	105
Figura 105 - Mapa de danos da fachada norte - ala esquerda	111
Figura 106 - Mapa de danos da fachada norte - ala direita	112
Figura 107 - Mapa de danos do torreão	113
Figura 108 - Mapa de danos da fachada sul - ala esquerda.....	114
Figura 109 - Mapa de danos da fachada sul - ala direita.....	115
Figura 110 - Mapa de danos das fachadas oeste e leste	116
Figura 111 - Localização na ala esquerda da fachada norte com possível foco de criptoflorescência	117
Figura 112 - Possibilidade de criptoflorescência na fachada norte - ala esquerda	117
Figura 113 - Aspecto das manifestações patológicas do <i>Château</i> em dias sem chuva.....	118
Figura 114 - Aspecto das manifestações patológicas do <i>Château</i> em dias chuvosos.....	118
Figura 115 - Compilado de imagens - termografia da fachada norte - ala direita.....	119
Figura 116 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala direita – temperaturas diferenciadas	120
Figura 117 - Região da figura 116 com manifestações patológicas identificadas com a termografia.....	120
Figura 118 - Instalação de torneira após a construção.....	120
Figura 119 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala direita – descolamento em região mais fria que as adjacentes	121
Figura 120 - Região da figura 119 com manifestações patológicas identificadas com a termografia.....	121
Figura 121 - Mecanismo do transporte de calor em zonas de descolamento	122
Figura 122 - Compilado de imagens - termografia da fachada norte - ala esquerda.....	122
Figura 123 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala esquerda.....	123
Figura 124 - Região da figura 123 com manifestações patológicas identificadas com a termografia.....	123
Figura 125 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala esquerda – temperatura elevada do sóculo em relação às regiões adjacentes.....	123
Figura 126 - Região da figura 125 com manifestações patológicas identificadas com a termografia.....	123

Figura 127 - Compilado de imagens - termografia da fachada sul - ala esquerda	124
Figura 128 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – região mais fria que as adjacentes no corpo do prédio.....	125
Figura 129 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – região mais fria que as adjacentes no sóculo	125
Figura 130 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região identificada pela termografia com temperaturas inferiores, apresentada pelas figuras 128 e 129	125
Figura 131 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – presença de umidade e descolamentos do revestimento	126
Figura 132 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região analisada com termografia apresentada pela figura 131	126
Figura 133 - Compilado de imagens - termografia da fachada sul - ala direita	127
Figura 134 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala direita – zona mais fria próxima ao solo	127
Figura 135 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região analisada com termografia apresentada pela figura 134	127
Figura 136 - Compilado de imagens - termografia da fachada leste	128
Figura 137 - Detalhe de termografia - fachada leste – destaques com temperaturas elevadas em relação às áreas adjacentes	129
Figura 138 - Região com argamassa aplicada à edificação em período posterior à construção, referente à figura 137	129
Figura 139 - Compilado de imagens - termografia da fachada oeste	129
Figura 140 - Detalhe de termografia - fachada oeste – área com temperatura mais elevada que as adjacentes.....	130
Figura 141 - Fachada oeste em região analisada com termografia e apresentada pela figura 140.....	130
Figura 142 - Detalhe de termografia - fachada oeste.....	131
Figura 143 - Detalhe de termografia - fachada oeste.....	131
Figura 144 - Vista interna da fachada oeste – configuração original (em 1911)	131
Figura 145 - Localização de possível porta na fachada oeste - interferência pós-construção	131
Figura 146 - Compilado de imagens - termografia do torreão	132
Figura 147 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - tipo de argamassa 1	133
Figura 148 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - tipo de argamassa 2	133
Figura 149 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 2 - face externa	134
Figura 150 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 2 - face interna	134
Figura 151 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 3 - face interna	134
Figura 152 - Observação em lupa estereoscópica – A2 embutida em resina - porção 1 face externa	135

Figura 153 - Observação em lupa estereoscópica – A2 embutida em resina - porção 1 face externa	135
Figura 154 - Observação em lupa estereoscópica – A3 íntegra – face externa.....	136
Figura 155 - Observação em lupa estereoscópica – A3 íntegra – face interna	136
Figura 156 - Observação em lupa estereoscópica – A3 embutida em resina.....	136
Figura 157 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 – face externa....	137
Figura 158 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 – face interna	137
Figura 159 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 2 – face externa....	137
Figura 160 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 2 – face interna	137
Figura 161 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 3 – face externa....	138
Figura 162 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 3 – face interna	138
Figura 163 - Observação em lupa estereoscópica – A4 embutida em resina – porção 1.....	138
Figura 164 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – face externa.....	139
Figura 165 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – face externa.....	139
Figura 166 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – lado interno	139
Figura 167 - Observação em lupa estereoscópica – A5 embutida em resina.....	140
Figura 168 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – face externa.....	141
Figura 169 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – face interna	141
Figura 170 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – vista lateral da interface entre camadas – foco na camada externa	141
Figura 171 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – vista lateral da interface entre camadas – foco na camada interna.....	141
Figura 172 - Observação em lupa estereoscópica – A6 embutida em resina – entrada da pintura nos poros.....	142
Figura 173 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face externa.....	142
Figura 174 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face interna	142
Figura 175 - Observação em lupa estereoscópica – A7 embutida em resina.....	143
Figura 176 - Observação em lupa estereoscópica – A7 embutida em resina – presença de filamentos	143
Figura 177 - Curvas granulométricas do agregado das amostras de reconstituição de traço.	147
Figura 178 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A2.....	148
Figura 179 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A3.....	148
Figura 180 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A4.....	148
Figura 181 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A5.....	148
Figura 182 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A6.....	149
Figura 183 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A7.....	149
Figura 184 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A2	151

Figura 185 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A3	151
Figura 186 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A4	151
Figura 187 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A5	151
Figura 188 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A6	152
Figura 189 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A7	152
Figura 190 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - camadas de tinta	156
Figura 191 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - camadas de tinta	156
Figura 192 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – camadas de tinta.....	156
Figura 193 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 - vista lateral das camadas	157
Figura 194 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – vista lateral.....	158
Figura 195 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face externa.....	159
Figura 196 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – vista lateral das camadas .	159
Figura 197 - Hipótese: histórico de cores do <i>Château</i> – paramentos lisos da fachada.....	160
Figura 198 - Hipótese: histórico de cores do <i>Château</i> – detalhes como pingadeiras	161
Figura 199 - Gráfico de barras apresentando os resultados do FD_{TOTAL}	162
Figura 200 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada norte - ala esquerda.....	166
Figura 201 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada norte - ala direita	167
Figura 202 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada sul - ala esquerda	168
Figura 203 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada sul - ala direita.....	169
Figura 204 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 1	170
Figura 205 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 2	170
Figura 206 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 3	170
Figura 207 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 4	170
Figura 208 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 5	171
Figura 209 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 6	171
Figura 210 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 7	171
Figura 211 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 8	171
Figura 212 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 9	172
Figura 213 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 10.....	172
Figura 214 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 11.....	172
Figura 215 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 12.....	172
Figura 216 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada oeste	173
Figura 217 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada leste.....	174
Figura 218 - Reparação de fissura em alvenaria com bandagem de dessolidarização	179

Figura 219 - Hierarquia de intervenção em argamassas	180
Figura 220 - Aplicação superficial de TiO ₂ às fachadas do Castelinho e observação após seis meses da aplicação	187

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Reações de calcinação, hidratação e carbonatação	33
Quadro 2 – Data, horário e condições climáticas durante a obtenção de imagens com câmera termográfica	79
Quadro 3 - Informações referentes aos pontos de extração de amostras	82
Quadro 4 – Etapas do ensaio de reconstituição de traço (a, b: preparação da amostra; c: trituração da amostra; d: amostra triturada; e: umedecimento da amostra seca em estufa com água deionizada; f: adição de solução de HCl na proporção 4:1; g: reação com solução ácida; h: agitação com bastão de vidro; i: aspecto final das amostras após o fim da reação com a solução ácida; j: filtragem das soluções em momento inicial; k: filtragem das soluções em momento avançado).....	91
Quadro 5 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas por região de cada amostra das fachadas do <i>Château</i>	107
Quadro 6 - Teste qualitativo de sais solúveis	152
Quadro 7 - Pontos de realização do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura nos paramentos lisos da fachada e avaliação das cores	155
Quadro 8 - Pontos de realização do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura nos detalhes da fachada como pingadeiras e avaliação das cores.....	161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massa das amostras após trituração, secagem em estufa e resfriamento em dessecador.....	90
Tabela 2 - Massa dos finos retidos no filtro após secagem em estufa e resfriamento em dessecador.....	95
Tabela 3 - Massa da areia seca após secagem em estufa e resfriamento em dessecador.....	95
Tabela 4 - Traço em massa - cálculo proposto por Teutonico (1988)	144
Tabela 5 - Traço em massa - cálculo proposto pelo NTPR (UFBA).....	144
Tabela 6 - Composição granulométrica, dimensão máxima e módulo de finura do agregado das amostras de reconstituição de traço.....	146
Tabela 7 - Composição granulométrica média, dimensão máxima e módulo de finura do agregado das amostras de reconstituição de traço.....	149
Tabela 8 - Resultados para FD_{TOTAL}	163

LISTA DE SIGLAS

ITP - Instituto Técnico-Profissional

LAMEF - Laboratório de Metalurgia Física

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MMD - Método de Mensuração da Degradação

NBR - Norma Brasileira

NTPR - Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração

RELINTER - Secretaria de Relações Internacionais

SEDETEC - Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico

SPH - Setor de Patrimônio Histórico

UFBA - Universidade Federal da Bahia

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

A1 - amostra 1

A2 - amostra 2

A3 - amostra 3

A4 - amostra 4

A5 - amostra 5

A6 - amostra 6

A7 - amostra 7

$A_{d(n)}$ - área da manifestação patológica na amostra da fachada

$A_{dr(n)}$ - área danificada de determinada manifestação patológica em determinada região

AgCl - cloreto de prata

AgNO₃ - nitrato de prata

$A_{r(m)}$ - área da região da amostra com menor área

$A_{r(x)}$ - área total da região em análise

A_t - área total da amostra da fachada

BA - biodeterioração - animais

BaCl₂ - cloreto de bário

BaSO₄ - sulfato de bário

BI - biodeterioração - insetos

BM - biodeterioração - manchamento

BV - biodeterioração - vegetação

CaCO_3 - carbonato de cálcio

CaO - óxido de cálcio ou cal virgem

Ca(OH)_2 – cal extinta, cal hidratada ou hidróxido de cálcio

CC_r - coeficiente de correção das regiões

CF - sais - criptoflorescência

Cl^- - íon cloreto

CO_2 - anidrido carbônico

DC - descolamentos

DE - desagregação

DP - deslocamentos

EF - sais - eflorescência

FD - fator de danos

FD_{RC} - fator de danos da região corrigido

FD_{TOTAL} - fator de danos total da fachada

FI - fissuras

HCl - ácido clorídrico

HNO_3 - ácido nítrico

H_2O - água

H_2SO_4 - ácido sulfúrico

MU - manchamento por umidade

MS - manchamento por sujidade

PB - pintura - bolha

PC - pintura - microfissuras/craquelamento

PD - pintura - descascamento

PVA - polivinil-acetato

QU - quebras

SO_4^{-2} - íon sulfato

VE - vesículas

VUP - vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	DIRETRIZES DA PESQUISA	29
2.1	JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	29
2.2	OBJETIVOS	30
2.2.1	Objetivo Geral	30
2.2.2	Objetivos Específicos	30
2.3	LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES	30
3	REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE CAL EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS	32
3.1	O CICLO DA CAL EM ARGAMASSAS ANTIGAS	33
3.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERVENÇÃO EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE CAL	33
4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	36
4.1	FISSURAS	36
4.2	DESCOLAMENTOS, DESPLACAMENTOS E QUEBRAS	40
4.3	DESAGREGAÇÃO	42
4.4	VESÍCULAS	43
4.5	MANCHAMENTO	44
4.6	UMIDADE	49
4.7	BIODETERIORAÇÃO	51
4.8	EFLORESCÊNCIAS	53
4.9	DANOS NA PINTURA	57
5	OBJETO DE ESTUDO: O PRÉDIO HISTÓRICO CHÂTEAU	59
5.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO	59
5.1.1	Histórico	59
5.1.2	Localização e entorno	62
5.1.3	Características arquitetônicas do <i>Château</i>	65
5.1.4	Intervenções realizadas no <i>Château</i>	68
5.2	ANÁLISES E ENSAIOS REALIZADOS	70
5.2.1	Investigação documental	70
5.2.2	Levantamento visual e mapeamento de danos nas fachadas	71
5.2.3	Percussão	77
5.2.4	Termografia	78

5.2.5	Reconstituição de traço	80
5.2.5.1	Extração de amostras de argamassa de revestimento	80
5.2.5.2	Ensaio de reconstituição de traço	89
5.2.6	Observação das amostras em lupa estereoscópica	96
5.2.7	Teste qualitativo de sais solúveis	98
5.2.8	Prospecção estratigráfica de pintura.....	101
5.3	MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA DEGRADAÇÃO	104
5.3.1	Levantamento de dados	104
5.3.2	Tratamento dos dados.....	106
5.3.3	Análise preliminar dos dados	109
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
6.1	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS	110
6.1.1	Mapas de danos.....	110
6.1.2	Termografia.....	118
6.1.3	Reconstituição de traço	132
6.1.4	Teste qualitativo de sais solúveis	152
6.1.5	Prospecção estratigráfica de pintura.....	154
6.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA DEGRADAÇÃO	162
7	PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	176
7.1	FISSURAS.....	176
7.2	DESCOLAMENTOS, DESPLACAMENTOS E QUEBRAS	179
7.3	DESAGREGAÇÃO	182
7.4	VESÍCULAS	183
7.5	MANCHAMENTO.....	183
7.6	UMIDADE	184
7.7	BIODETERIORAÇÃO	185
7.8	EFLORESCÊNCIAS	187
7.9	DANOS NA PINTURA	188
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	191
	REFERÊNCIAS	194
	APÊNDICE A.....	202
	APÊNDICE B.....	213
	APÊNDICE C.....	217
	APÊNDICE D.....	221

APÊNDICE E.....	237
APÊNDICE F.....	245

1 INTRODUÇÃO

Em 1964, a Carta de Veneza caracterizou as obras monumentais dos povos como o testemunho vivo de suas tradições seculares. Os monumentos históricos podem ser compreendidos como grandes trabalhos artísticos ou como trabalhos modestos que adquiriram significado cultural ao longo dos anos. Nesse sentido, um monumento histórico, segundo a Carta de Veneza, não representa apenas um trabalho arquitetônico, mas também uma configuração urbana ou rural que evidencia a existência de uma civilização, de um desenvolvimento ou de um evento histórico. A conservação desses monumentos pressupõe manutenção permanente e pode ser favorecida pela sua utilização para algum propósito social, desde que limitadas alterações de configuração e decoração (ICOMOS, 1964).

Identifica-se, na maior parte do patrimônio cultural construído no mundo, a presença de argamassa, cujo uso difundiu-se por acompanhar as construções executadas com alvenaria (HUGHES, 2012). Argamassas de cal com diferentes agregados, geralmente locais, foram utilizadas em acabamentos exteriores e interiores de edifícios durante milênios, e seu uso perdurou nas edificações até meados do século XX, quando ocorreu sua gradual substituição por argamassas de cimento, iniciada entre o fim do século XIX e o início do século XX (BARBERO-BARRERA *et al.*, 2014; VEIGA *et al.*, 2004).

Os revestimentos de argamassa em fachadas, elementos constituintes do invólucro exterior dos edifícios, estão constantemente expostos às ações climáticas, de impacto mecânico e ambiental, podendo, portanto, necessitar intervenções. As fachadas são fundamentais na concepção arquitetônica e na valorização dos espaços em que as edificações se inserem, assim como nas trocas entre os ambientes exterior e interior. Sendo assim, uma vez que os revestimentos protegem as paredes das fachadas, sua manutenção assume grande importância na conservação das construções (FLORES-COLEN *et al.*, 2009; VEIGA *et al.*, 2004).

No início do século XX, por volta de 1900, foram construídos os primeiros edifícios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre. Sua configuração estava diretamente relacionada à evolução urbana da cidade, suas características históricas, socioeconômicas e ambientais (TONIOLI, 2014). Entre os edifícios construídos no período

está o *Château*, inaugurado em 24 de janeiro de 1908, para sediar o Instituto Técnico-Profissional (ITP) (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

O *Château* é uma edificação histórica protegida em âmbito estadual, declarado integrante do patrimônio cultural do Estado do Rio Grande do Sul conforme a Lei Estadual nº 11.525, de 15 de setembro de 2000 (RIO GRANDE DO SUL, 2000). O prédio, construído entre 1906 e 1908, localiza-se no Campus Centro da UFRGS e está ilustrado em sua configuração original pela figura 1 (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

Figura 1 - O *Château* – configuração original (de 1908 a 1949)



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Uma vez que as construções degradam-se com o passar do tempo, mesmo com ações empreendidas no sentido da preservação do *Château*, observa-se que há danos e manifestações patológicas em suas fachadas, que podem causar desconforto físico e estético aos usuários (ICOMOS, 2004; DEVINCENZI; TONIOLI, 2016; SILVA, 2014). A degradação e suas causas podem ser identificadas através de observação, investigação e análise histórica, ou seja, através do diagnóstico, que conduz à formação de conceitos e opiniões sobre as soluções a serem adotadas (ICOMOS, 2004). A identificação e a implementação dessas soluções permitem que se prolongue a vida útil do revestimento

externo. Nesse contexto, o presente trabalho pretende diagnosticar as manifestações patológicas e propor soluções de intervenção para as fachadas do prédio histórico *Château*, a fim de possibilitar a sua conservação e de sua identidade para que continue servindo à sociedade como espaço e como memória do passado.

O capítulo 1 deste trabalho introduz e define brevemente os assuntos que serão abordados nos capítulos subsequentes, além de apresentar o prédio histórico *Château*, objeto de estudo da pesquisa. O capítulo 2 apresenta a justificativa para a pesquisa, seus objetivos, limitações e delimitações. No capítulo 3, são caracterizados os revestimentos de argamassa à base de cal em fachadas de edifícios antigos e o ciclo da cal; também são apontadas algumas considerações sobre a intervenção nesses revestimentos. No capítulo 4, são descritos os principais tipos de manifestações patológicas que ocorrem em revestimentos de argamassa, suas características e possíveis causas. O capítulo 5 apresenta a contextualização referente ao objeto de estudo, o prédio histórico *Château*, incluindo suas características históricas, sua localização, seu entorno, suas características arquitetônicas e intervenções realizadas. Ainda, nesse capítulo é descrita a metodologia adotada para diagnosticar as manifestações patológicas e as técnicas que serão utilizadas para avaliar os danos nas fachadas do *Château*. No capítulo 6 são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa para que, no capítulo 7, sejam apresentadas as soluções propostas para intervenção na edificação. Por fim, no capítulo 8 são desenvolvidas as considerações finais do presente trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Neste capítulo, serão apresentadas as diretrizes para esta pesquisa, incluindo as razões que a justificam e viabilizam, seus objetivos, limitações e delimitações.

2.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

A conservação de uma edificação pode garantir diversos benefícios à sociedade em que se insere. Quando se trata de um prédio histórico, destaca-se entre esses benefícios sua função como patrimônio. Nesse sentido, a edificação adquire significado e interage com a humanidade ao representar evidências de sociedades do passado e gerar sensações de pertencimento nas sociedades modernas, contribuindo assim, para a construção de sua identidade (WIJESURIYA *et al.*, 2016).

Outro benefício resultante da conservação de edificações quando comparada a uma possível demolição e construção de edificação nova é a redução da energia incorporada, ou seja, a redução da energia necessária para extrair, processar, entregar e instalar os materiais de construção (JACKSON, 2005). A conservação do patrimônio histórico, representado, nesta pesquisa, pelo prédio histórico *Château*, pode configurar-se também como uma forma de desenvolvimento sustentável (ICOMOS, 2004).

Uma das formas de proteção das alvenarias e das estruturas dos edifícios antigos eram os revestimentos exteriores com base em cal, que funcionavam inclusive como camada de sacrifício (VEIGA *et al.*, 2004). É essencial, portanto, para a conservação e reabilitação desses edifícios, o conhecimento das características das argamassas de cal e das alvenarias de suporte. Esse conhecimento possibilita a correta avaliação do estado de conservação do edifício, dificultando ou impedindo o desenvolvimento de novas manifestações patológicas ou o agravamento das existentes e, ainda, permite o planejamento das intervenções com materiais adequados e compatíveis aos existentes e com a durabilidade requerida (CARVALHO, 2014).

Apesar dos investimentos e do desenvolvimento técnico-científico na área de conservação do patrimônio, a compreensão da realidade das construções antigas, sua reabilitação e utilização

configuram-se como desafios (ICOMOS, 2004). Insere-se, nesse contexto, a presente pesquisa, que visa propor uma solução de intervenção para as fachadas do prédio histórico *Château*, com a identificação de seu estado de conservação e diagnóstico de suas manifestações patológicas, podendo contribuir, assim, para a cultura da preservação do patrimônio edificado da UFRGS e da sociedade.

2.2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho estão classificados em objetivo geral e objetivos específicos e serão descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é apresentar o diagnóstico e uma proposta de intervenção para as fachadas do prédio histórico *Château*, a fim de oferecer uma solução para sanar ou reduzir as manifestações patológicas identificadas.

2.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- a) diagnosticar as manifestações patológicas existentes no revestimento de argamassa das fachadas do *Château*;
- b) analisar quantitativamente as manifestações patológicas existentes no *Château*, identificando as principais, assim como as regiões com maior incidência e, conseqüentemente, o foco de atuação de uma possível intervenção;
- c) analisar a melhor forma de intervenção para as fachadas do *Château* e elaborar uma proposta de intervenção.

2.3 LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

As limitações do trabalho envolvem os métodos de levantamento de danos, uma vez que o alcance para a realização dos ensaios e para a extração de amostras foi limitado pela altura da escada disponível para utilização. O número de amostras extraídas para reconstituição de traço e o número de ensaios de prospecção estratigráfica de pintura também se configuram

como limitações, pois dependem de autorização do órgão responsável pela preservação do patrimônio histórico da UFRGS. Por fim, os métodos de ensaio adotados foram definidos de acordo com a disponibilidade de equipamentos da Universidade. O estudo foi delimitado exclusivamente pelo revestimento de argamassa do sistema de vedação vertical externo das paredes das fachadas, não sendo avaliados esquadrias, cobertura, elementos metálicos e revestimentos internos.

3 REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE CAL EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

As paredes dos edifícios antigos apresentam constituição e funcionamento diferentes das paredes de edifícios modernos. As paredes antigas não impediam, por exemplo, a penetração de umidade, pois, sendo mais espessas, porosas e permeáveis, eram capazes de admitir a entrada de água na alvenaria (VEIGA; TAVARES, 2002; VEIGA, 2005).

Segundo Veiga (2005), com a finalidade de se obter impermeabilização satisfatória, proteção e durabilidade elevadas, a execução dos revestimentos antigos era cuidadosa, recorrendo-se à técnica multicamada, com camadas finas e diferenciadas. Veiga (2005) acrescenta que os revestimentos eram, em geral, formados por camadas de regularização e proteção, sobre as quais se aplicavam camadas de acabamento e decoração.

As camadas de regularização e proteção, compostas, por vezes, de diversas subcamadas, consistiam em argamassas de cal e areia, com ou sem adições minerais e aditivos orgânicos, e apresentavam deformabilidade e porosidade crescentes das camadas internas para as externas, o que possibilitava um bom comportamento frente às deformações estruturais e à água (VEIGA, 2005).

Em relação ao acabamento, camadas de massas finas de pasta de cal, eventualmente com pedra, de granulometria decrescente do interior para o exterior, compunham o chamado guarnecimento, responsável pela proteção do revestimento e cujo destacamento propiciava uma rápida degradação. A coloração das superfícies era obtida com a adição de agregados, terras ou pigmentos minerais na massa da última camada do guarnecimento, ou ainda com pintura de cal contendo pigmentos ou adições minerais (VEIGA, 2005).

Para que se compreenda melhor o comportamento dos revestimentos de argamassa à base de cal, é interessante caracterizar as reações químicas que ocorrem no seu processo de endurecimento e aumento de resistência mecânica. Além disso, os cuidados que devem ser observados em intervenções nesse tipo de revestimento, considerando sua compatibilidade com os materiais modernos e de uso corrente, também devem ser destacados.

3.1 O CICLO DA CAL EM ARGAMASSAS ANTIGAS

O ciclo da cal aérea, matéria prima para as argamassas antigas, inicia com a calcinação, uma reação altamente endotérmica do calcário ou de outra fonte de carbonato de cálcio (CaCO_3). Com a calcinação ocorre a liberação, em temperaturas normalmente próximas a 900°C , de anidrido carbônico (CO_2) e a formação de cal virgem (CaO). A etapa intermediária do ciclo é a hidratação do CaO , uma reação exotérmica com a água (H_2O), que resulta na formação do hidróxido de cálcio, conhecido como cal extinta ou hidratada (Ca(OH)_2) (CINCOTTO, 1988; GUIMARÃES, 2014).

Para obtenção da argamassa fresca, são adicionadas areia e água de amassamento ao Ca(OH)_2 . Ocorre, então, o endurecimento da argamassa por carbonatação, etapa em que o Ca(OH)_2 da argamassa fresca reage com o CO_2 disponível no ar, formando CaCO_3 e liberando água de hidratação e de amassamento (CINCOTTO, 1988; GUIMARÃES, 2014). As reações de calcinação, hidratação e carbonatação podem ser visualizadas no quadro 1.

Quadro 1 - Reações de calcinação, hidratação e carbonatação

ETAPAS	REAÇÕES
Calcinação	$\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
Hidratação	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$
Carbonatação	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(fonte: adaptado de CINCOTTO, 1988; GUIMARÃES, 2014)

Caso a cal seja dolomítica, a cal virgem passa a conter óxido de magnésio e a cal hidratada, hidróxido de magnésio. O processo de hidratação é sempre mais lento para cales contendo óxido de magnésio e ocorre simultaneamente à carbonatação (CINCOTTO, 1988; GUIMARÃES, 2014).

3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INTERVENÇÃO EM REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE CAL

As intervenções não podem ser responsáveis pelo aparecimento de manifestações patológicas mais graves do que aquelas que pretendiam reparar, por isso, devem respeitar os modelos de

funcionamento originais dos prédios históricos (VEIGA; TAVARES, 2002). A solução de argamassa de reparo a ser aplicada em revestimentos deve ser durável e compatível com os materiais antigos e, sendo assim, a busca por essa compatibilidade conduz à utilização crescente de argamassas de cal nas intervenções (SILVA *et al.*, 2015). A seleção das matérias-primas e da tecnologia de aplicação dessas argamassas nos revestimentos é fundamental para sua qualidade e durabilidade (VEIGA *et al.*, 2004).

Em relação ao uso da cal no contexto moderno da construção civil, os padrões estão principalmente voltados para a aplicação da cal hidratada, comercializada pronta para uso, ou seja, que dispensa o processo de hidratação em obra antes da mistura, como ocorria no preparo da argamassa original de edificações históricas (FARIA *et al.*, 2008). Argamassas de cal hidratada, de acordo com Faria *et al.* (2008), apresentam bom comportamento comparando-se suas propriedades às de argamassas de cal virgem submetidas ao processo de hidratação, especialmente considerando-se a capilaridade, o que assegura características favoráveis para a proteção de prédios históricos.

Silva *et al.* (2015) reconhecem, no entanto, a perda da experiência tradicional no preparo e aplicação de argamassas de cal e algumas desvantagens relacionadas à sua utilização, como a baixa resistência inicial e o lento endurecimento. Por outro lado, de acordo com Holmström (1981), o uso do cimento para intervenção em edifícios antigos pode causar danos à construção original devido à sua dureza, alto módulo de deformação e impermeabilidade e também devido à possível presença de sais solúveis em sua composição.

Silva *et al.* (2015) sugerem, como alternativa, a utilização de argamassas mistas para aplicação em edificações antigas; dessa forma, podem ser combinadas as vantagens de ligantes com propriedades hidráulicas e da cal aérea. A cal aérea contribui na trabalhabilidade das argamassas, retenção de água e permeabilidade, dessa forma, ampliando as chances de compatibilidade com os materiais existentes, enquanto os ligantes hidráulicos, como cal hidráulica ou cimento, podem contribuir no aumento da resistência da argamassa nas idades iniciais e na redução do tempo de pega, facilitando sua aplicação.

Uma vez que a pintura das edificações, até a metade do século XX, era comumente executada à base de cal, a aplicação de tintas modernas em edificações históricas também requer cuidados relacionados à compatibilidade, já que são mais resistentes e impermeáveis. A incompatibilidade entre uma pintura nova e o revestimento antigo pode acelerar a degradação

dos materiais, além de gerar efeitos visuais diferenciados em relação ao aspecto apresentado pela edificação em sua forma original (FONSECA, 2006).

4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS COM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

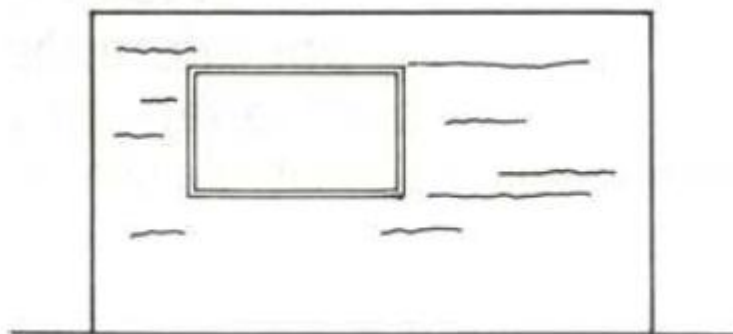
Condições de exposição e agentes agressivos interagem com as edificações produzindo fenômenos físicos, químicos e biológicos. Caso esses fenômenos conduzam à queda no desempenho da edificação, configuram-se como manifestações patológicas (LICHTENSTEIN, 1986). No caso do revestimento de argamassa, mais especificamente, os fenômenos patológicos originam-se de fatores externos ao revestimento, da má aplicação ou do mau proporcionamento da argamassa e, ainda, do tipo e qualidade dos materiais utilizados no seu preparo (CINCOTTO, 1989). Neste capítulo, serão caracterizadas as principais manifestações patológicas identificadas em revestimentos de argamassa de fachada e suas causas, enfatizando-se aspectos relacionados a seu desenvolvimento em prédios históricos.

4.1 FISSURAS

O aparecimento de fissuras nos revestimentos das edificações pode danificar ou reduzir o seu desempenho em relação à estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústico, entre outros fatores, além de gerar efeitos estéticos desagradáveis e poder ser indicativo de problemas estruturais (THOMAZ, 1989). Cincotto (1989) destaca que as características dos materiais utilizados na argamassa de revestimento e suas condições de execução podem ser responsáveis pelo aparecimento de fissuras horizontais, mapeadas e geométricas. Outros tipos de fissuras aparentes em revestimentos podem ser consequência de recalques de fundação, movimentações estruturais, dilatações térmicas diferenciadas e características das pinturas aplicadas.

As fissuras horizontais do revestimento, segundo Cincotto (1989), aparecem ao longo de toda a parede, e suas aberturas são variáveis. Podem gerar descolamento do revestimento em placas e, quando aplicada percussão, apresentam som cavo. A figura 2 representa as fissuras horizontais no revestimento.

Figura 2 - Representação esquemática de fissuras horizontais



(fonte: THOMAZ, 1989)

De acordo com Thomaz (1989), esse tipo de fissura manifesta-se em revestimentos com cales mal hidratadas, que apresentam teores elevados de óxidos livres de cálcio ou de magnésio. Esses óxidos tendem a hidratar-se com o aparecimento de umidade no revestimento ao longo de sua vida útil e, como resultado da hidratação, expandem, podendo inclusive dobrar de volume. O aumento de volume pode, então, originar as fissuras horizontais, que acompanham as juntas de assentamento da alvenaria, além de outras manifestações patológicas, como descolamentos e desagregações, que serão detalhadas na sequência deste trabalho.

As fissuras horizontais são mais comuns na parte alta das paredes, onde os esforços de compressão resultantes do seu peso próprio são menores (THOMAZ, 1989). A presença de argilominerais expansivos na argamassa também pode dar origem às fissuras horizontais (CINCOTTO, 1989).

De acordo com Silva *et al.* (2015), três anos de cura a seco são suficientes para argamassas à base de cal aérea apresentarem propriedades físicas estáveis, entre elas a porosidade, propriedades relacionadas ao comportamento em relação à água e resistência mecânica. Dessa forma, no prédio histórico *Château*, a hidratação retardada das cales originalmente aplicadas à edificação possivelmente não dará origem a novas manifestações patológicas, a não ser àquelas que tenham surgido logo após a sua aplicação.

Em relação às fissuras mapeadas, verifica-se que podem se distribuir por toda a superfície do revestimento, gerando, por vezes, descolamento desse revestimento em placas que desagregam facilmente. O principal fator de origem das fissuras mapeadas é a retração da argamassa, sempre associada a uma contração volumétrica na estrutura da pasta hidratada (CINCOTTO, 1989; BASTOS, 2001).

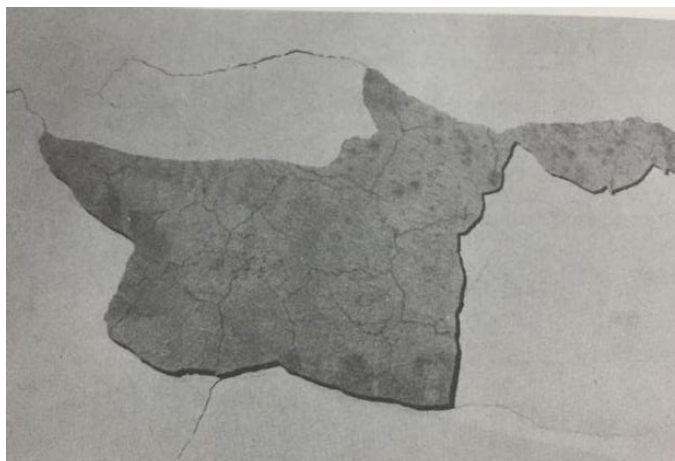
De acordo com Bastos (2001), a perda de água é a principal causa da retração. As argamassas são expostas, logo após a sua mistura, a um ambiente com umidade relativa inferior a 100% e sujeitas à ação do sol e do vento; sendo assim, podem sofrer perdas intensas de água por evaporação, além de possível perda de água por sucção do substrato. Fatores intrínsecos, referentes a características e propriedades da argamassa, e fatores extrínsecos, aqueles que interagem externamente, influenciam no aparecimento da retração e, conseqüentemente, no desempenho mecânico da argamassa.

Os fatores intrínsecos consistem na composição da argamassa, incluindo o teor de agregados, sua composição granulométrica, o formato e a natureza dos grãos, o aglomerante utilizado, a relação água/aglomerante e a espessura da camada aplicada. Exemplifica-se a influência dos fatores intrínsecos na retração considerando-se que, por exemplo, a perda de água no estado fresco ocorre através dos capilares, cujo diâmetro médio depende da proporção água/materiais secos na mistura e do teor e finura dos aglomerantes e da areia. Outro exemplo a ser considerado relaciona-se à espessura da camada de argamassa aplicada, que quanto menor for, ocasiona maiores percentuais de perda de água e menor tempo para atingi-los (BASTOS, 2001).

Quanto aos fatores extrínsecos que atuam sobre a argamassa, influenciando no aparecimento da retração, destacam-se os agentes atmosféricos, como o vento e o sol, e as características do substrato. Se aplicadas sobre substratos porosos, as argamassas podem estar sujeitas, além da evaporação, a perdas de água por sucção, que são mais intensas que a evaporação nas primeiras horas de contato entre a argamassa e o substrato (BASTOS, 2001).

As fissuras mapeadas no revestimento, ocasionadas pela retração, são ilustradas pela figura 3. Na figura, é possível observar as diferenças de distanciamento entre as fissuras mapeadas apresentadas pelo emboço e pelo reboco.

Figura 3 - Fissuras mapeadas no revestimento de argamassa



(fonte: THOMAZ, 1989)

Já as fissuras geométricas nos revestimentos, de acordo com Cincotto (1989), contornam os componentes da alvenaria e ocorrem principalmente devido às movimentações higrótérmicas desses componentes. Segundo Thomaz (1989), a ocorrência desse tipo de fissura depende essencialmente do módulo de deformação das argamassas de revestimento, sendo vantajoso que sua capacidade de deformação seja superior à da parede em si. Essas fissuras são usualmente bem distribuídas e com aberturas reduzidas, podendo ser maiores nos encontros entre paredes ou em outras junções. A figura 4 ilustra as fissuras geométricas no revestimento de argamassa.

Figura 4 - Fissuras geométricas contornando os componentes da alvenaria



(fonte: CINCOTTO, 1989)

O IPHAN (2005) apresenta ainda causas para fissuras nas extremidades de vergas e peitoris. Entre as possíveis causas para esse tipo de fissuras figuram os movimentos vibratórios

causados pelo tráfego intenso de veículos nas proximidades das edificações, que inclusive é capaz de acelerar o desenvolvimento de fissuras existentes. Escavações e alterações nas vizinhanças também podem dar origem a esse tipo de fissuras, uma vez que geram, inclusive, recalques em fundações corridas.

4.2 DESCOLAMENTOS, DESPLACAMENTOS E QUEBRAS

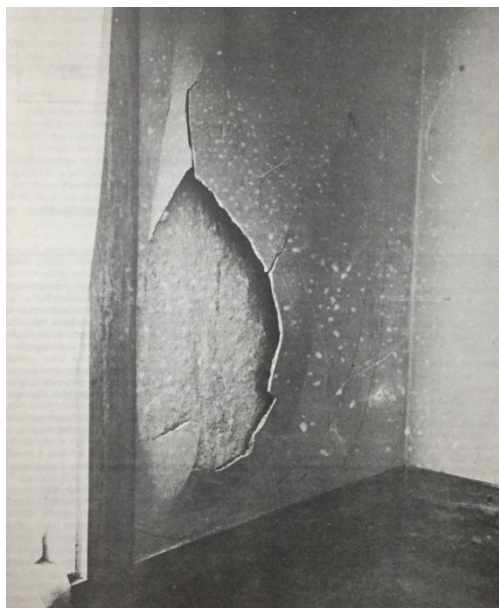
De acordo com Bauer (1997), os descolamentos consistem na separação de uma ou mais camadas do revestimento de argamassa e podem abranger desde áreas restritas até a totalidade de uma superfície de alvenaria. Cincotto (1989) subdivide essa manifestação patológica em descolamento com empolamento, descolamento com pulverulência e descolamento em placas, sendo esse último chamado, no presente trabalho, de deslocamento.

O descolamento com empolamento ocorre quando a superfície do reboco descola do emboço. Como resultado, formam-se bolhas que aumentam progressivamente de diâmetro (CINCOTTO, 1989). Para Bauer (1997), essa manifestação ocorre devido à expansão na argamassa já endurecida, após a conclusão da obra, o que está relacionado à presença de cal parcialmente hidratada ou cal contendo hidróxido de magnésio. Esse tipo de descolamento pode ser identificado com o ensaio de percussão, uma vez que o reboco passa a apresentar som cavo (CINCOTTO, 1989).

Conforme descrito no item 4.1, pode-se considerar que a estabilidade das propriedades físicas das cales ocorre em cerca de três anos após a sua aplicação. Em prédios históricos, portanto, a não ser que tenham sido realizadas intervenções com aplicação de nova argamassa à base de cal aérea, é pouco provável o descolamento com empolamento em função da hidratação retardada da cal.

O IPHAN (2005) cita ainda entre as causas do descolamento com empolamento a perda de aderência resultante da penetração de água entre o reboco e a alvenaria, a aplicação de uma camada de reboco forte sobre outra de base mais fraca e a espessura excessiva da camada de reboco. Na figura 5, é apresentado o aspecto de um descolamento de reboco de argamassa de cal com empolamento.

Figura 5 - Descolamento com empolamento da argamassa de cal do revestimento



(fonte: CINCOTTO, 1989)

No descolamento com pulverulência, a película de tinta que reveste a argamassa descola e arrasta o reboco, que passa a se desagregar com facilidade; essa manifestação patológica também gera som cavo sob percussão (CINCOTTO, 1989). De acordo com Bauer (1997), a desagregação e o conseqüente esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente são características do descolamento com pulverulência.

Bauer (1997) cita como principais causas para o aparecimento do descolamento com pulverulência a aplicação da pintura antes da carbonatação da cal contida na argamassa, a utilização de adições sem propriedades aglomerantes ou até mesmo um traço pobre em aglomerante para a argamassa, além da aplicação de argamassa com a qualidade comprometida devido ao longo período de estocagem ou à estocagem inadequada. Cincotto (1989) adiciona às causas o excesso de finos no agregado e a excessiva espessura da camada de reboco. O IPHAN (2005) ainda cita como causa do descolamento com pulverulência a contaminação do reboco por sais. Verifica-se também que a evolução das fissuras existentes no revestimento pode, eventualmente, ser responsável pelo aparecimento de descolamentos.

Por fim, o descolamento em placas, ou deslocamento, representa a deficiência de aderência entre as camadas de argamassa ou entre a argamassa e a base (BAUER, 1997). Caso a placa esteja endurecida e difícil de quebrar, as causas prováveis para a manifestação patológica concentram-se principalmente nas características da superfície da base, que pode ser muito

lisa, estar impregnada com substância hidrófuga ou não apresentar camada de chapisco. Outra causa relacionada é a aplicação de camada de argamassa muito espessa. Caso a placa, apesar de endurecida, seja quebradiça e desagregue facilmente, as possíveis causas são a ausência de camada de chapisco ou a pobreza em agente aglomerante. Nos dois casos, ao ser submetido à percussão, o revestimento apresenta som cavo (CINCOTTO, 1989). Criptoflorescências, manifestações patológicas descritas no item 4.8 deste capítulo, também podem dar origem a deslocamentos.

Neste trabalho, serão denominados quebras os deslocamentos de argamassa causados, visivelmente, por solicitações decorrentes de impacto mecânico externo à edificação, choques ou batidas e não por motivos decorrentes da composição do revestimento de argamassa, da forma de sua execução ou de outros processos intrínsecos ao revestimento durante sua vida útil.

4.3 DESAGREGAÇÃO

A desagregação ocorre em argamassas frágeis, que apresentam perda de coesão e consequente desunião de seus componentes, além de perda de considerável parcela das partículas que as compõem. Essa manifestação patológica surge devido à cristalização de sais decorrente da presença de umidade e devido à execução de rebocos sem dureza superficial, que são frágeis e não apresentam suas partículas bem unidas. Figuram também como causas da desagregação a presença de pintura pouco permeável, a ação de micro-organismos ou organismos que liberem ácidos que agem sobre a argamassa e ainda reações químicas entre os constituintes do revestimento e compostos naturais ou artificiais contidos na atmosfera (BRITO, 2004). A figura 6 representa a desagregação em um revestimento de argamassa.

Figura 6 - Desagregação em revestimento de argamassa



(fonte: BRITO, 2004)

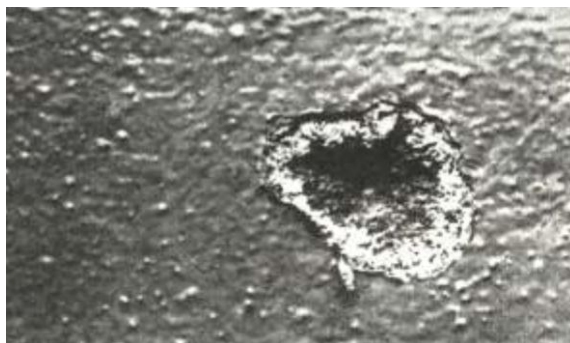
4.4 VESÍCULAS

As vesículas são pequenos buracos que se distribuem em pontos isolados do revestimento e ocorrem devido à presença de materiais dispersos na argamassa que apresentam variações volumétricas ao longo da sua vida útil. As vesículas podem ser identificadas pelo empolamento da pintura, com partes internas das empolas na cor branca, preta ou vermelho acastanhado, de acordo com a origem do material causador da manifestação (CINCOTTO, 1989; THOMAZ, 1989; BAUER, 1997).

Grânulos de óxido de cálcio livres isolados na argamassa, após se expandirem devido à hidratação retardada, podem formar empolas com partes internas na cor branca; destaca-se, novamente, que existe um período limitado após a execução da argamassa em que as propriedades físicas da cal aérea se modificam. A presença de pirita ou matéria orgânica na areia pode originar empolas com o interior preto e, finalmente, concreções ferruginosas na areia podem se manifestar como empolas de interior vermelho acastanhado (CINCOTTO, 1989; THOMAZ, 1989; BAUER, 1997).

De acordo com o IPHAN (2005), vesículas também podem se originar da aplicação de uma camada de pintura sobre outra existente e de má qualidade; o umedecimento da pintura antiga pela nova pode provocar a sua dilatação e conseqüente formação da vesícula. Na figura 7 pode ser visualizado um exemplo dessa manifestação patológica.

Figura 7 - Vesícula no revestimento de argamassa, resultante da hidratação retardada de grânulos de óxido de cálcio livres



(fonte: THOMAZ, 1989)

4.5 MANCHAMENTO

De acordo com Vallejo (1990), o processo de manchamento é complexo, pois, apesar de ser essencialmente visual e estético, pode estar relacionado a problemas físicos e químicos nos materiais do revestimento. Theissing (1984) complementa, afirmando que o manchamento pode ser primário, consistindo na deposição de partículas de cor diferente da fachada, ou secundário, quando ocorre interação entre as partículas depositadas e a superfície, influenciada pelas condições micrometeorológicas do local. A figura 8 ilustra o manchamento no revestimento de fachadas, nesse causado por deposição de sujeira e com limites em “dentes de serra” devido ao escoamento da água da chuva (PETRUCCI, 2000).

Figura 8 - Manchamento no revestimento de fachada



(fonte: PETRUCCI, 2000)

Petrucci (2000) agrupa os agentes causadores de manchamento em fatores extrínsecos, representando as condições ambientais às quais a edificação está exposta, e fatores intrínsecos, referentes aos materiais constituintes da edificação e à sua forma. Os fatores extrínsecos englobam contaminantes atmosféricos e agentes climáticos e os fatores intrínsecos abrangem as propriedades relacionadas aos materiais utilizados no revestimento e à forma construída.

Os principais agentes causadores do manchamento por sujidade em fachadas são o pó atmosférico e as fumaças pretas (VIEIRA, 2005). Esses contaminantes, fatores extrínsecos, aderem à superfície principalmente por gravidade e por tensão superficial, na presença de umidade no ar e na superfície, e tendem a permanecer aderidos de forma estável (VALLEJO, 1990).

Em relação aos agentes climáticos atuantes como fatores extrínsecos, destaca-se a chuva dirigida, cuja intensidade e direção interferem no aparecimento do manchamento, pois são capazes de redistribuir as partículas poluentes. As paredes das fachadas apresentam um limite de capacidade de absorção de água por capilaridade dependente dos materiais que a constituem. No momento em que essa capacidade é ultrapassada, inicia-se a formação de uma película de água e seu escoamento. Essa película arrasta as partículas de manchamento ao longo de caminhos preferenciais de escoamento e as deposita quando o fluxo de água enfraquece ou termina (THEISSING, 1984).

O vento arrasta as partículas poluentes após a sua dissolução em grandes volumes de ar, portanto, apresenta efeito benéfico para as regiões próximas às fontes poluidoras, porém pode arrastar as partículas de sujidade até regiões distantes do local. Nas regiões mais expostas das fachadas, como as arestas laterais ou as áreas próximas à cobertura, o efeito abrasivo e de limpeza em seco do vento é importante; já nas regiões mais baixas da fachada, onde a velocidade do vento é menor, assim como em locais abrigados por saliências e obstáculos, a força de abrasão fica reduzida e inferior à taxa de deposição de partículas de sujidade (THEISSING, 1984; VALLEJO, 1990). Vieira (2005) ressalta a importância do estudo da influência da orientação das fachadas em relação ao impulso do vento e da chuva, cuja ação conjunta representa um dos principais responsáveis pelo aparecimento de danos nas fachadas.

A temperatura como fator extrínseco atua na dispersão e diluição de agentes contaminantes. Em condições normais, uma temperatura mais elevada é benéfica porque contribui na redução da umidade relativa e do risco de condensação, responsáveis pelo aumento da capacidade de aderência de partículas ao revestimento, além de favorecer a evaporação da água absorvida pelo material da fachada. Em situação de inversão térmica, no entanto, passa a se apresentar como um fator negativo, pois impede a dispersão das partículas contaminantes (VALLEJO, 1990).

O último agente climático apresentado como atuante no desenvolvimento do manchamento é a umidade relativa do ar. Quanto mais elevada for, maior o número de partículas que se depositam e aderem à superfície, gerando pátinas de sujidade mais enegrecidas em relação a situações com umidade relativa inferior (VALLEJO, 1990).

Em relação a fatores intrínsecos do manchamento, Petrucci (2000) explica que materiais porosos podem sujar em profundidade, uma vez que a água que penetra por capilaridade pode conduzir partículas de sujidade. Caso os capilares sejam muito finos e numerosos, a poeira se deposita principalmente em sua entrada e o revestimento no entorno suja-se pronunciadamente; caso haja poucos capilares e de diâmetro maior, a sujidade ocorre em profundidade e fica menos aparente. Theissing (1984) adiciona que, em fachadas de materiais porosos, a água que escorre é, em grande parte, absorvida antes de atingir a base do edifício e, conseqüentemente, a maior parte da sujidade acumula-se em sua região inferior.

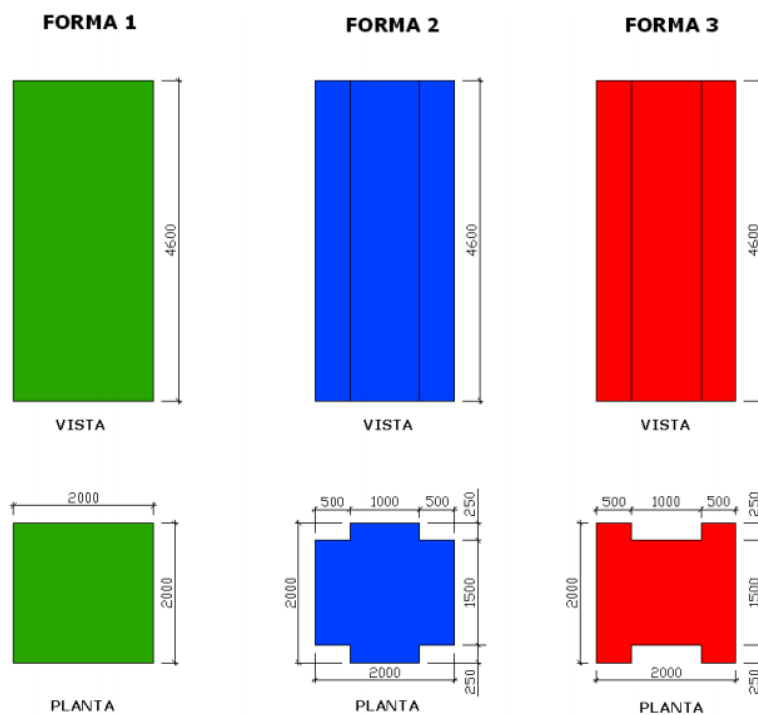
A textura dos materiais contribui na deposição e adesão das partículas de sujidade. Uma textura rugosa torna mais sensível e facilitado o desenvolvimento do manchamento por sujidade. A intensidade do fenômeno em revestimentos com texturas lisas é essencialmente dependente do meio ambiente em que estão inseridos. Já uma textura polida torna-se favorável para qualquer situação (VALLEJO, 1990). Perez (1988) adiciona que superfícies lisas permitem que o fluxo de água se concentre gerando desgastes superficiais; por outro lado, superfícies rugosas espalham os fluxos, possibilitando que se distribuam homogêaneamente e não gerem desgastes superficiais pronunciados. Ainda em relação à composição da fachada, Perez (1988) explica que a dureza da superfície está relacionada à dinâmica do impacto da água sobre ela e, quanto maior for essa dureza, menor a capacidade de penetração e acúmulo de água.

Petrucci (2000) afirma que a geometria da fachada é o principal meio para controlar os efeitos do escoamento da água da chuva sobre seus paramentos e o aparecimento de manchas devido às sujidades atmosféricas. Em superfícies horizontais superiores de elementos reentrantes ou salientes, por exemplo, as partículas contaminantes aderem com maior facilidade e permanecem estáveis. Já em planos verticais, o aparecimento de manchas dependerá da exposição do local, sua orientação e abrigo e, de acordo com a geometria da edificação, podem ser formados canais para o escoamento (VALLEJO, 1990).

A geometria dos detalhes arquitetônicos também influencia no processo de manchamento. Detalhes como frisos, molduras e cimbalhas, utilizados nas fachadas de edificações históricas, apresentam a função de impedir a concentração da água da chuva e descolar a lâmina de água que se forma sobre as paredes (VIEIRA, 2005). A partir da análise da influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas de edificações do patrimônio cultural do Centro Histórico de Porto Alegre, Vieira (2005) constatou que, diferentemente de detalhes com acabamentos côncavos, convexos ou arredondados, detalhes com acabamentos retos não redirecionam a água para a superfície da fachada. Por isso, para exercerem sua função de proteção, as molduras côncavas, convexas ou arredondadas devem ser precedidas de frisos com acabamento reto. Ainda, a dimensão dos detalhes de proteção é fundamental para sua atuação; dimensões entre 40 mm e 90 mm para detalhes horizontais e entre 10 mm e 20 mm para detalhes verticais são suficientes.

Combinando fatores intrínsecos e extrínsecos, Poyastro (2011) avaliou a influência da forma construída e da volumetria das edificações no manchamento das fachadas submetendo edificações de três formas diferentes à chuva dirigida e a uma incidência de vento em ângulo de 0°; as formas das edificações utilizadas nos ensaios estão ilustradas pela figura 9. Os ensaios foram realizados considerando-se três diferentes entornos, sendo um deles constituído por prédios altos, outro por prédios à meia altura e o último consistindo na edificação isolada. Os resultados, ilustrados pela figura 10, demonstraram que a forma da edificação, suas reentrâncias e saliências praticamente não influenciam no padrão de molhamento apresentado pelas fachadas. Em todas as configurações, as zonas mais afetadas pela infiltração de água e, conseqüentemente, mais suscetíveis ao manchamento por escoamento são o topo e as zonas próximas às arestas verticais da fachada em que incide o vento. Além disso, edificações isoladas apresentam menor molhamento de fachada, logo, os entornos não protegem as edificações da chuva dirigida e do manchamento a ela relacionado.

Figura 9 – Forma das edificações ensaiadas para avaliação do manchamento



(fonte: POYASTRO, 2011)

Figura 10 - Molhamento apresentado por fachadas de diferentes volumetrias e entornos

RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CHUVA DIRIGIDA			
Ângulo de incidência do vento = 0°			
	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
ENTORNO 1 (prédio isolado)			
ENTORNO 2 (entorno baixo)			
ENTORNO 3 (entorno alto)			

(fonte: POYASTRO, 2011)

Para analisar a ação do vento isoladamente sobre as edificações, Poyastro (2011) as submeteu a diferentes ângulos de incidência desse agente climático. Nesse caso, no entanto, as edificações de entorno passam a atuar positivamente protegendo a edificação principal. Os agentes vento e chuva, portanto, apresentam diferentes formas de atuação sobre as edificações, o que pode ser responsável por diferenças no aparecimento do manchamento.

4.6 UMIDADE

A umidade é uma das ações mais graves a que as edificações estão sujeitas, pois pode originar condições insalubres e acelerar a degradação dos materiais (HENRIQUES, 2007). Os problemas relacionados à umidade podem se manifestar em todos os componentes construtivos e, em geral, um conjunto de causas é responsável pela sua aparição (PEREZ, 1988). Grinzato *et al.* (2002) destacam que os danos relacionados à umidade em prédios históricos são secundários apenas em relação a problemas estruturais. As manifestações desse fenômeno nas edificações podem ser classificadas em seis principais categorias:

- a) umidade de construção: incorporada durante a construção da edificação em materiais confeccionados com água, como argamassas ou concretos, ou em materiais que demandam água para sua colocação, como os tijolos. Essa umidade se mantém durante determinado período após a conclusão da obra, até iniciar sua redução e desaparecimento. Durante a evaporação da umidade de construção podem surgir anomalias generalizadas ou localizadas. Devido à evaporação da água, alguns materiais podem expandir e deslocar, além disso, com a consequente redução da temperatura superficial nos materiais durante a evaporação, podem surgir pontos de condensação. Materiais com teores de água superiores ao normal podem apresentar manchas de umidade ou condensações (PEREZ, 1988; HENRIQUES, 2007);
- b) umidade ascensional do terreno/de absorção e capilaridade: caracterizada por Perez (1988) como a absorção de água do solo pelas fundações e posterior migração para fachadas e pisos. Segundo Henriques (2007), condições como o contato de zonas de paredes com a água do solo, a elevada capilaridade dos materiais constituintes das paredes e a inexistência ou deficiência de barreiras estanques contribuem no desenvolvimento do fenômeno. A altura de ascensão da água é função da porosidade dos materiais e é limitada ao ponto em que a taxa de água evaporada é igual à de água absorvida por capilaridade. A figura 11 ilustra a umidade ascensional do terreno;

Figura 11 – Manchamento causado por umidade ascensional do terreno



(fonte: HENRIQUES,2007)

- c) umidade de infiltração: consiste na penetração da água da chuva pela envoltória externa da edificação (PEREZ, 1988). Henriques (2007) explica que as gotas de chuva podem penetrar diretamente em fissuras ou juntas mal vedadas ou que a lâmina de água que se forma devido à continuidade da chuva pode escorrer pela superfície e, então, resultar na penetração da água por capilaridade ou pela sobrepressão gerada pelos ventos. Esse fenômeno se manifesta na forma de manchas de umidade de dimensões variadas nos revestimentos interiores das paredes externas, que costumam desaparecer em períodos secos. Junto às manchas, pode ocorrer biodeterioração na forma de bolor, além de eflorações, criptoflorescências ou condensações. Na figura 12 pode ser visualizado um exemplo de mancha de umidade de infiltração;

Figura 12 - Mancha de umidade de infiltração em parede



(fonte: HENRIQUES, 2007)

- d) umidade de condensação: resultado da condensação do vapor d'água em superfícies ou no interior dos materiais, em condições de arrefecimento de massas de ar e no limite de saturação correspondente à determinada temperatura (HENRIQUES, 2007; PEREZ, 1988). Henriques (2007) destaca que esse fenômeno é dependente das características de isolamento térmico, temperatura interior, ocupação/geração de vapor e ventilação dos ambientes. As condensações superficiais podem conduzir à biodeterioração, com formação de bolor, como pode ser visualizado na figura 13;

Figura 13 - Mancha de bolor em parede induzida pela umidade de condensação



(fonte: HENRIQUES, 2007)

- e) umidade acidental: resultante, por exemplo, de vazamentos em sistemas de distribuição ou coleta de água das edificações (PEREZ, 1988);
- f) umidade devida a fenômenos de higroscopicidade dos materiais: decorrente da presença de sais solúveis na composição de materiais de construção que, na presença de umidade, podem migrar até as superfícies e cristalizar, formando eflorescências ou criptoflorescências. Os principais sais associados a esse fenômeno são os carbonatos, sulfatos, nitritos e nitratos. As anomalias decorrentes da higroscopicidade são a formação de manchas de umidade em locais com elevada concentração de sais e a degradação do revestimento; essas anomalias podem permanecer no revestimento durante o ano todo (HENRIQUES, 2007).

4.7 BIODETERIORAÇÃO

A biodeterioração é uma manifestação patológica resultante da interação entre os materiais e os diferentes tipos de usos a que se destinam, o ambiente em que se inserem e a variedade de seres vivos existentes, sendo que esse tipo de relação pode ser bastante complexo (ALLSOPP *et al.*, 2004). A argamassa de revestimento, nessa manifestação patológica, é deteriorada por

organismos ou micro-organismos vivos, como algas, musgos, líquens, fungos, plantas diversas e até mesmo animais de pequeno porte (BRITO, 2004).

Allsopp *et al.* (2004) classificam a biodeterioração nas seguintes formas básicas através das quais pode se manifestar:

- a) biodeterioração física ou mecânica: ocorre devido à ruptura ou distorção dos materiais pelo crescimento ou movimentação do organismo, que não se alimenta do material;
- b) biodeterioração estética ou sujidade: causada pela presença de um organismo ou de seus produtos metabólicos. O desempenho do material não é, em princípio, afetado, porém sua aparência fica danificada;
- c) biodeterioração por assimilação química: ocorre quando o organismo utiliza o material como alimento ou fonte de energia;
- d) biodeterioração por dissimulação química: representa o dano químico sofrido pelo material, cuja origem não é a retirada de nutrientes pelo organismo, mas sim a deposição de resíduos, incluindo compostos ácidos ou pigmentados, que podem desfigurar e danificar o material.

Os agentes biológicos de degradação e os problemas que originam podem ser divididos em quatro grupos, de acordo com Allsopp *et al.*¹ (2010 apud GUERRA, 2012):

- a) crescimento de fungos e bactérias: pode afetar a resistência estrutural dos materiais, provocar manchas e alterações de ordem estética, além de causar problemas à saúde dos usuários das edificações contaminadas. Guerra (2012) acrescenta que o problema popularmente conhecido como bolor resulta da ação de fungos;
- b) ação de insetos: prejudica a resistência do material atacado, causa alterações estéticas e pode causar problemas à saúde dos usuários. Esses organismos buscam alimentos e alojamento nos materiais;
- c) roedores e pássaros: dão origem a danos mecânicos e podem ser prejudiciais à saúde;
- d) líquens, organismos fototróficos e plantas superiores: podem causar problemas estruturais e estéticos.

A umidade presente nas edificações está diretamente relacionada ao aparecimento da biodeterioração. Superfícies como os revestimentos de argamassa, pintados ou não, quando úmidas, são naturalmente colonizadas por células microbianas presentes no ar. Essa

¹ ALLSOPP, D.; SEAL, K. J.; GAYLARDE, C. **Introduction to biodeterioration**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2010.

² MASCARÓ, L. R. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1986.

³ Informação obtida no Jéssimo Deise de Souza Pontes Alegri DE CIVIL E ENGENHARIA 2018. Criação total do *Château*,

colonização forma um biofilme ativo, capaz de acumular partículas de sujeira e outros materiais, além de micro-organismos, como bactérias e fungos, que podem ser causadores de doenças e alergias (GAYLARDE; MORTON, 1999). A figura 14 apresenta um exemplo de biofilme, caracterizando a biodeterioração em rebocos.

Figura 14 - Biodeterioração em reboco - biofilme



(fonte: BRITO, 2004)

4.8 EFLORESCÊNCIAS

Segundo Uemoto (1988a), eflorescências são depósitos salinos que se formam nos elementos da edificação devido à exposição a intempéries. Uemoto (1988a) explica que o fenômeno pode alterar a aparência do elemento construtivo em que se desenvolve e ainda degradá-lo em função da agressividade de seus sais constituintes. Esses sais são, principalmente, de metais alcalinos, como sódio e potássio, e alcalino-terrosos, como cálcio e magnésio, solúveis ou parcialmente solúveis em água. Na ocorrência de chuva, com a saturação do elemento, os sais são dissolvidos e migram para a superfície. Após a evaporação da água, formam-se os depósitos salinos.

Os fatores que influenciam na formação da eflorescência são o teor de sais solúveis nos materiais, a presença de água e a pressão hidrostática, responsável pelo deslocamento da solução salina até a superfície. Para que a eflorescência se desenvolva, os três fatores devem

ocorrer simultaneamente. Existem ainda outros fatores que contribuem para a ocorrência dessa manifestação patológica: a quantidade de solução salina que se desloca, o tempo de contato, a elevação da temperatura, que favorece a solubilização dos sais e a evaporação da água, e a porosidade dos componentes, que permite que a solução migre (UEMOTO, 1988a).

Uemoto (1988a) explica que existem três diferentes tipos de eflorescências. O tipo I consiste em um depósito salino branco, pulverulento e muito solúvel em água e pode se apresentar, entre outros, em superfícies de alvenaria aparente ou com revestimento de argamassa. Esse tipo de eflorescência costuma afetar o elemento construtivo apenas esteticamente e os sais característicos desse caso são os sulfatos de sódio e de potássio ou sulfatos de cálcio e magnésio. Bauer (1997) indica entre as fontes de origem prováveis desses sais os agregados, os tijolos e a água de amassamento.

O tipo II é menos comum e configura-se como um depósito salino branco com aspecto de escorrimento, bastante aderente e pouco solúvel em água. Esse tipo de eflorescência apresenta efervescência em contato com ácido clorídrico. O sal responsável pelo desenvolvimento dessa manifestação é o carbonato de cálcio, pouco solúvel em água. No caso das argamassas com cal, a origem do carbonato de cálcio é devida à presença de cal não hidratada que, em contato com a água, dissolve e deposita-se sobre a superfície, carbonatando. Em geral, esse tipo de eflorescência não representa perigo à estabilidade, apenas gera efeitos estéticos negativos e difíceis de remover (UEMOTO, 1988a). Na figura 15 pode ser visualizado um exemplo de eflorescência do tipo II.

Figura 15 - Eflorescência do tipo II em revestimento de argamassa



(fonte: UEMOTO, 1988a)

O último tipo de eflorescência, tipo III, manifesta-se na forma de depósitos salinos brancos entre juntas de alvenaria aparente, fissuradas devido à expansão da argamassa de assentamento, e não ocorre com frequência (UEMOTO, 1988a). Nesse caso, o sal responsável é o sulfato de cálcio, originado, segundo Bauer (1997), dos tijolos e da água de amassamento.

Caso a cristalização dos sais ocorra sob a superfície do revestimento, o fenômeno passa a ser denominado criptoflorescência. A criptoflorescência geralmente ocorre devido à presença de argamassas ou pinturas impermeáveis, que não permitem que os sais atinjam sua superfície externa, resultando, assim, na sua cristalização abaixo da camada impermeável. As consequências da criptoflorescência, ilustrada pela figura 16, são o deslocamento do revestimento, manchas de umidade cobrindo a faixa da parede com reboco descolado e presença de sais solúveis no material constituinte do reboco (IPHAN, 2005).

Figura 16 - Ilustração da criptoflorescência

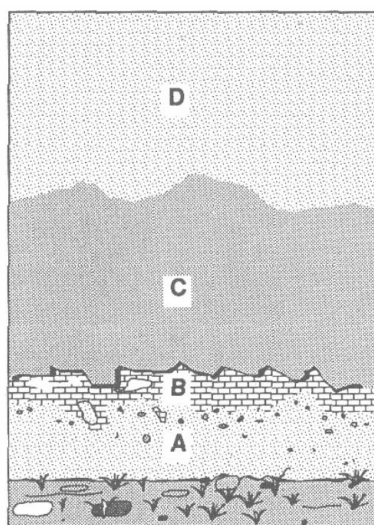


(fonte: adaptado de IPHAN, 2005)

Arnold e Zehnder (1989) estudaram a distribuição em altura dos sais em áreas atingida pela umidade ascensional em alvenarias e identificaram quatro zonas: A, B, C e D, ilustradas pela figura 17. A zona A localiza-se na base do sóculo e apresenta-se menos deteriorada que a zona B. A maioria das eflorescências aparece na zona B, que, em geral, é onde se localiza a maior parte das pinturas, argamassas e pedras desintegradas. Essas eflorescências são principalmente de sais de sulfato de sódio, sulfato de magnésio, sulfato de potássio e nitrato

de potássio, assim como de carbonato de sódio, ou seja, sais de solubilidade fraca a moderada. A zona C normalmente apresenta aspecto escuro e úmido, podendo apresentar altura de centímetros ou até metros; nessa zona, acumulam-se cloretos e nitratos. A zona D representa a alvenaria sã. As paredes degradadas não apresentam, necessariamente, as quatro zonas bem definidas; em casos de deterioração avançada, a zona A também pode se apresentar completamente degradada e a zona C pouco desenvolvida ou pouco visível.

Figura 17 - Diferentes zonas observadas na área de umidade ascensional de paredes de alvenaria



(fonte: ARNOLD; ZEHNDER, 1989)

Essa distribuição dos sais em altura ocorre porque a solução proveniente do solo, que se desenvolve como umidade ascensional na alvenaria, contém diversos sais e cada um deles apresenta diferentes atividades iônicas; a precipitação de cada uma das fases salinas ocorre em sequência espacial de acordo com essas atividades. Devido ao fenômeno da evaporação, os sais pouco solúveis, contendo principalmente sulfatos e carbonatos, tornam-se supersaturados e precipitam em níveis mais baixos, enquanto os sais mais solúveis, como os cloretos e nitratos continuam subindo. Os sais mais solúveis cristalizam e provocam deterioração apenas quando submetidos a condições especiais como, por exemplo, quando o clima em que a edificação se insere torna-se muito seco. O mais comum, no entanto, é que esses solutos permaneçam em solução e se acumulem durante toda a vida da edificação, podendo absorver por condensação mais umidade do que o necessário para saturar os seus poros e, assim, espalhar a umidade em grandes áreas das paredes (ARNOLD; ZEHNDER, 1989).

4.9 DANOS NA PINTURA

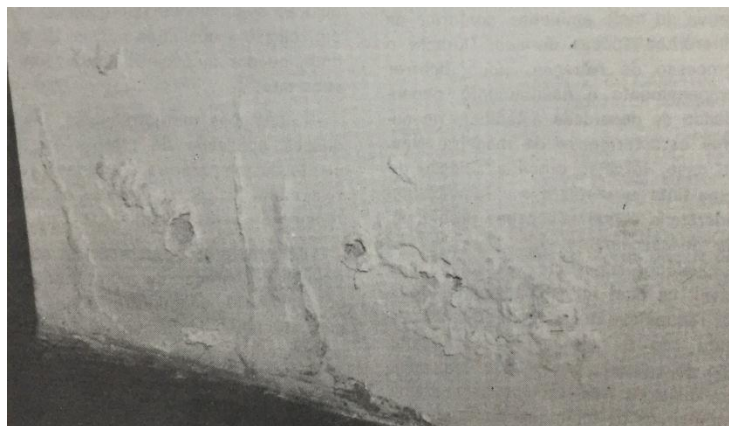
De acordo com Uemoto (1988b), em geral, duas ou três demãos de pintura são aplicadas aos substratos para protegê-los e decorá-los, e eventuais repinturas são requeridas. Por isso, nem sempre a degradação da pintura é considerada um defeito, a não ser que ocorra após um período curto de sua aplicação.

Entre os danos que se manifestam na película de pintura aplicada sobre o revestimento da fachada estão o surgimento de bolhas, estufamento e descascamento, que ocorrem devido à deficiência na aderência entre a película de pintura e o substrato. Primeiramente, podem se desenvolver as bolhas e o estufamento da tinta, e, posteriormente, pode ocorrer sua evolução para o descascamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS, 2017).

O descascamento ou descolamento da pintura consiste em sua escamação ou perda de aderência, podendo estar associado à pulverulência da película. Uemoto (1988b) aponta as seguintes causas:

- a) deficiência ou ausência de preparação do substrato: aplicação da pintura em substrato muito liso, sujo, com substâncias oleosas, eflorescências ou partículas soltas, ou ainda em superfícies porosas, que absorvem o veículo da tinta mantendo apenas pigmentos e cargas na superfície, que são pulverulentos e facilmente removíveis;
- b) aplicação em substrato instável: a tinta aplicada de forma prematura transforma-se em uma película impermeável sobre a argamassa e impede a saída da umidade, que fica presa na interface com a superfície de aplicação. Outro tipo de ocorrência é com a formação de película impermeável em substratos com alto teor de sais, que se depositam na interface com a película devido à evaporação e capilaridade. Ainda, pode ocorrer devido à aplicação de tinta em substratos sujeitos à expansão ou desagregação com a umidade e temperatura, conforme exemplificado pela figura 18;

Figura 18 – Bolhas, descolamento e descascamento decorrentes dos efeitos da umidade sobre a pintura



(fonte: UEMOTO, 1988b)

- c) aplicação em base úmida: refere-se à aplicação de tintas com baixa resistência a álcalis sobre substrato úmido e alcalino ou à aplicação de tinta, formando película impermeável, em base muito úmida com a consequente condensação de água na interface e posterior descolamento da película.

Ainda em relação aos danos na pintura, destacam-se as microfissuras, que são fissuras estreitas, rasas e descontínuas, decorrentes da aplicação de uma camada muito grossa de material para pintura ou de tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do revestimento. Além disso, a pintura pode apresentar manchas resultantes de eflorescência, da alcalinidade natural da cal quando aplicada em rebocos ainda não curados ou de sais solúveis que migram e afloram na superfície (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS, 2017).

Em relação à pintura em prédios históricos, devem ser observadas as possíveis consequências da aplicação de tintas plásticas, acrílicas ou de PVA (polivinil-acetato); essas tintas apresentam uma composição química capaz de formar películas sobre a base, que não são tão porosas como as resultantes de pinturas à base de cal, correntes até a metade do século XX. Dessa forma, a passagem do vapor d'água pode ficar comprometida, sendo a umidade resultante possível fonte de manifestações patológicas, como o descascamento da pintura e o desenvolvimento de biodeterioração (CASALINHO, 2013).

5 OBJETO DE ESTUDO: O PRÉDIO HISTÓRICO *CHÂTEAU*

Neste capítulo, o prédio histórico *Château*, objeto de estudo do presente trabalho, será contextualizado em seus aspectos históricos e construtivos e, posteriormente, serão apresentadas as investigações e os ensaios realizados para explorar as características do objeto e verificar a ocorrência de manifestações patológicas.

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO

Para que se compreenda a importância da conservação do *Château* é fundamental o entendimento de sua história e de seu significado. Além disso, para melhor caracterização e identificação das manifestações patológicas que o degradam é essencial conhecer suas características arquitetônicas, materiais, detalhes construtivos e intervenções a que foi submetido.

5.1.1 Histórico

De 1835 a 1845, ocorreu no Rio Grande do Sul a Revolução Farroupilha, período em que o núcleo urbano da cidade de Porto Alegre permaneceu protegido por fortificações. Uma grande área alagadiça e plana denominada Várzea, que se estendia desde o antigo portão de entrada da cidade, a noroeste da atual Praça Argentina, até o alinhamento da avenida Venâncio Aires, incluindo toda a extensão do Parque Farroupilha, era mantida desocupada, uma vez que foi doada ao governo do estado com a condição de ser mantida como área pública para uso da população. Após o término da Revolução Farroupilha, as trincheiras foram retiradas e a cidade passou a se expandir: a região da Várzea gradualmente urbanizou-se, iniciando pela criação da Praça Argentina (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016). A região em que se inseria a Várzea pode ser visualizada na figura 19.

Figura 19 - Mapa atual representativo da antiga região da Várzea



(fonte: adaptado de Google Earth, 2018)

Em 1889, ocorreu a queda do Império e a Proclamação da República no Brasil. A partir de então, durante quase 40 anos, o Rio Grande do Sul foi governado por um único partido, o Partido Republicano Rio-Grandense, de cunho positivista, comandado inicialmente por Júlio de Castilhos, sucedido por Borges de Medeiros. Nesse período, Porto Alegre modificava suas características econômicas e urbanas: a população e o comércio cresciam, assim como o beneficiamento de produtos coloniais, a imigração e a industrialização. Ainda, eram criados serviços, infraestruturas, prédios públicos e escolas superiores (ABREU FILHO, 2006; TONIOLI, 2014).

Os positivistas consideravam que a educação, de caráter técnico-profissional, configurava-se como uma alavanca de progresso social e que o ensino superior deveria ocorrer em instituições autônomas mantidas pela comunidade, de forma que o governo do estado apoiava a iniciativa particular, mas não a subsidiava. Nesse contexto, a partir da iniciativa de engenheiros militares positivistas e professores da Escola Militar de Porto Alegre, foi instituída, em agosto de 1896, a Escola de Engenharia, que entrou em funcionamento em 1897. O objetivo da sua criação era formar mão-de-obra qualificada para participar do desenvolvimento industrial do estado. Em 1900, a Escola de Engenharia de Porto Alegre passou a ocupar um terreno em frente à Praça Argentina, na esquina da avenida João Pessoa, sendo esse o primeiro prédio do Campus Centro da UFRGS (TONIOLI, 2014; DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

Em 1906, inserida em um movimento nacional que objetivava o oferecimento de instrução profissional a jovens economicamente menos favorecidos para que pudessem vencer suas

dificuldades econômicas e desenvolver a indústria e o país, a Escola de Engenharia de Porto Alegre criou o ITP, rebatizado de Instituto Parobé em 1917 (HASSEN, 1996; CUNHA, 2000; DEVINCENZI; TONIOLI, 2016). De acordo com Hassen (1996), desde sua origem o ensino técnico-profissional no ITP era gratuito e preparava mestres e contramestres. Eram oferecidos um curso diurno, de preparação elementar e técnica, e um noturno, que visava ao aperfeiçoamento de operários e atendia os menores que não podiam frequentar o curso diurno. O ensino técnico compreendia construções mecânicas, trabalhos em madeira, artes do edifício e artes gráficas.

Inicialmente, as atividades do ITP eram realizadas em pavilhões provisórios e nos porões da sede da Escola de Engenharia. Mais tarde, em 24 de janeiro de 1908, foi inaugurado o *Château*, prédio próprio do ITP e objeto do presente trabalho, projetado pelo engenheiro-arquiteto Manoel Barbosa de Assumpção Itaquí e executado por Francisco Andrighetto e Paolo Paganini (MORAES, 2003; TONIOLI, 2014; DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

Além do *Château*, cujo interior está ilustrado pela figura 20 e que abrigava inicialmente a Serralheria, a Marcenaria, o almoxarifado e um ambulatório, o ITP compreendia ainda outros prédios: o Castelinho, uma portaria de alvenaria e prédios de madeira, que serviam à parte prática do ensino (MORAES, 2003; TONIOLI, 2014). Em 2018, o *Château* abriga o Laboratório de Metalurgia Física da UFRGS (LAMEF), a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico (SEDETEC), a Secretaria de Relações Internacionais (RELINTER) e o Zenit, Parque Científico e Tecnológico da UFRGS.

Figura 20 - Interior do *Château* – configuração original (de 1908-1949)



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

5.1.2 Localização e entorno

O *Château* localiza-se em Porto Alegre, no Quarteirão 1 do Campus Centro da UFRGS, que se situa entre as avenidas João Pessoa, Osvaldo Aranha, Rua Sarmiento Leite e a Praça Argentina (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016). O *Château* compõe um conjunto chamado Largo Paganini junto aos prédios históricos Castelinho e Observatório Astronômico, também projetados por Manoel Itaquí entre 1906 e 1909, na fase que se configura como primeira ampliação da Escola de Engenharia (MORAES, 2003). A localização do Campus Centro e dos prédios do Largo Paganini é apresentada pela figura 21.

Figura 21 - Campus Centro da UFRGS – Quarteirão 1



(fonte: adaptado de Google Maps, 2018)

Segundo Moraes (2003), os três prédios do Largo Paganini compõem uma “perspectiva urbana”, sendo o Observatório Astronômico, que apresenta mais detalhes arquitetônicos, enfatizado como prédio central. O *Château* localiza-se ao lado da Escola de Engenharia sendo sua função ligar o conjunto de prédios do Largo Paganini à Escola. O Castelinho, menor dos

prédios, foi implantado de forma a apontar o encaminhamento da Avenida Osvaldo Aranha para o lado. A figura 22 ilustra a configuração do Largo Paganini logo após a sua construção.

Figura 22 - Destaque do conjunto arquitetônico composto pelos edifícios Castelhino (à esquerda), Observatório Astronômico (centro) e *Château* (à direita): o Largo Paganini (final da década de 1900)



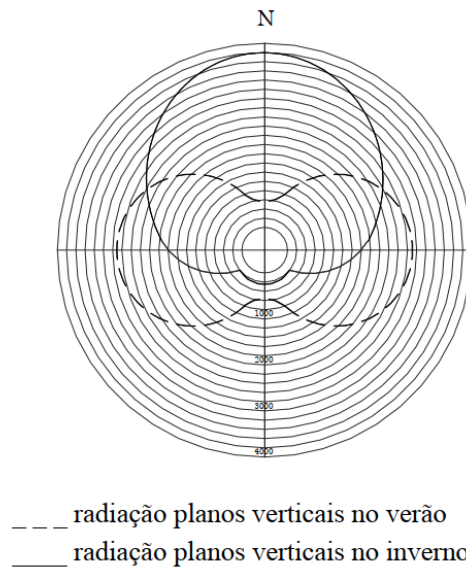
(fonte: TONIOLI, 2014)

Em relação ao clima no entorno da edificação, na cidade de Porto Alegre a temperatura média anual é de 19,6°C. A média anual das temperaturas mínimas é de 15,6°C, variando entre média de 10,4°C no mês de julho e 20,7°C em fevereiro; já a média anual das temperaturas máximas é 25,1°C, e varia entre os extremos de 19,5°C de média em julho e 30,3°C em janeiro. Ao longo do ano, no entanto, a temperatura pode variar de -2,4°C a 40,7°C. A umidade relativa média anual é de 76%, variando entre 71% em dezembro e 82% em junho (MASCARÓ, 2009; WREGGE *et al.*, 2012).

A figura 23 ilustra a incidência de radiação solar na cidade em que se localiza o *Château*. No inverno, os raios de sol incidem especialmente sobre a fachada norte das edificações, enquanto a incidência na fachada sul é muito reduzida. No verão, a maior incidência de raios solares ocorre nas fachadas leste e oeste; nas fachadas norte e sul, a incidência passa a ser similar (MASCARÓ², 1986 apud LERSCH 2003).

² MASCARÓ, L. R. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1986.

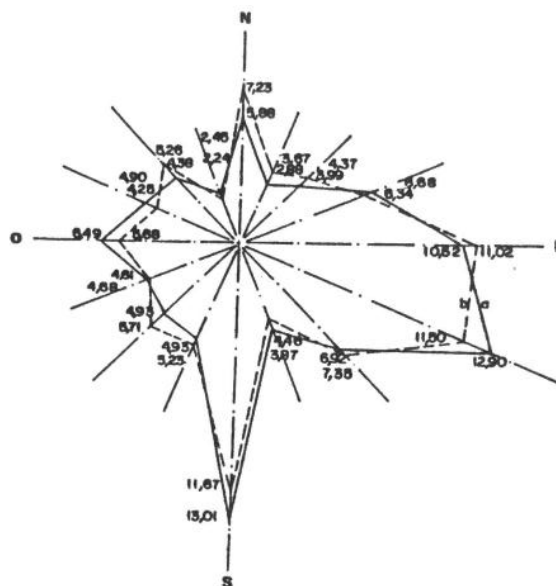
Figura 23 - Somatório do calor diário recebido pelas superfícies verticais em Porto Alegre



(fonte: MASCARÓ², 1986 apud LERSCH 2003)

De acordo com Silva e Giralt (1995), em Porto Alegre há maior frequência de chuva dirigida nas direções leste (E), leste-sudeste (ESE) e sul (S), considerando-se a totalidade de horas com chuva, conforme ilustrado pela curva a na figura 24; dessa forma, constata-se que a grande maioria dos ventos portadores de chuva em Porto Alegre é proveniente desses setores. O total de precipitação é mais intenso nessas mesmas regiões, como ilustrado pela curva b.

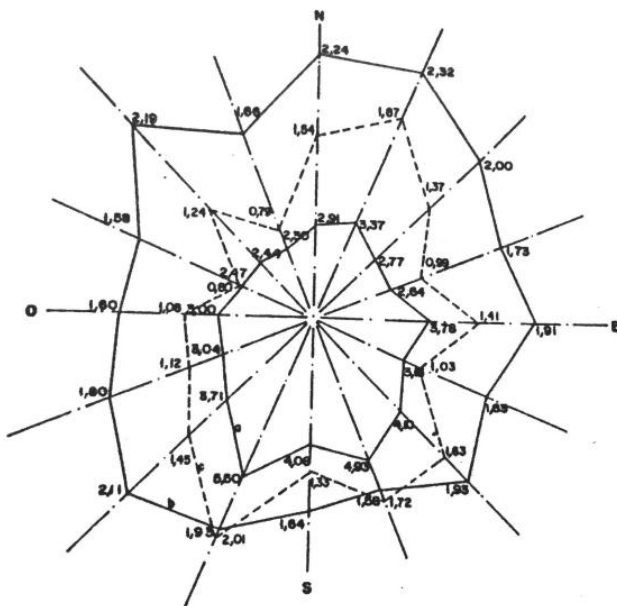
Figura 24 - Curva a (linha contínua): frequência das chuvas (% de horas do total); curva b (linha tracejada): precipitação (% do total)



(fonte: SILVA e GIRALT, 1995)

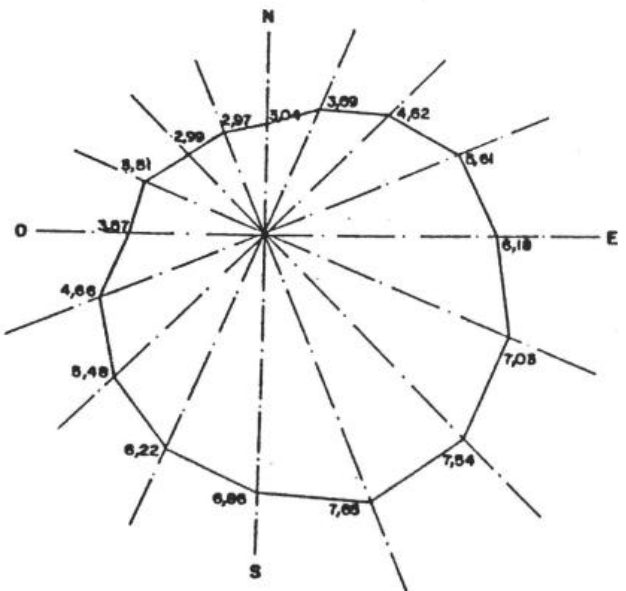
Na figura 25, pode-se perceber que existe uma homogeneidade razoável na distribuição da intensidade horizontal das chuvas; a intensidade vertical, no entanto, é superior na direção sul-sudoeste (SSO), em função da alta velocidade do vento nessa região, e na direção norte-nordeste (NNE), em que há maior intensidade horizontal. Finalmente, a figura 26 apresenta o grau de exposição das fachadas à chuva dirigida na região de Porto Alegre em função de suas orientações, sendo o maior grau de exposição atingido na região sul-sudeste (SSE).

Figura 25 - Curva a (linha contínua interna): velocidade média do vento durante a chuva em m/s; curva b (linha tracejada): intensidade média horizontal das chuvas em mm/h; curva c (linha contínua externa): intensidade média vertical das chuvas em mm/h



(fonte: SILVA e GIRALT, 1995)

Figura 26 - Grau de exposição das fachadas à chuva dirigida na região de Porto Alegre em função de suas orientações



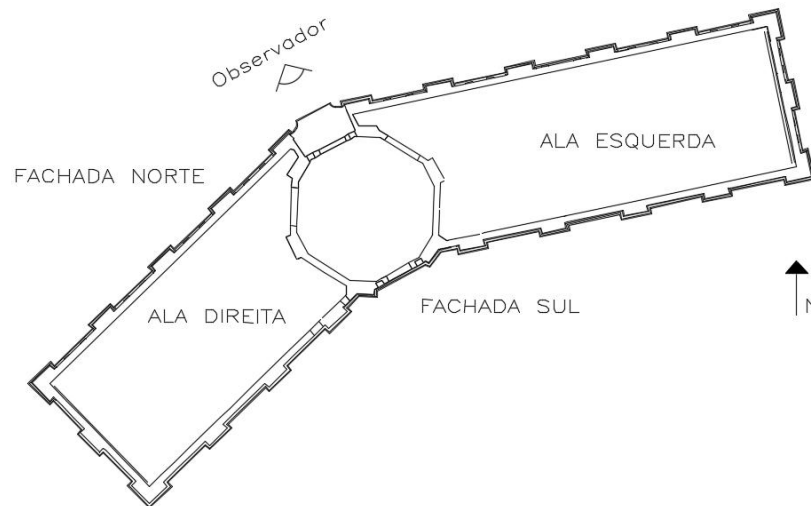
(fonte: SILVA e GIRALT, 1995)

5.1.3 Características arquitetônicas do *Château*

O *Château* foi concebido com duas alas térreas de pé-direito alto, de 5,35m, articuladas em torno de um torreão hexagonal com dois pavimentos (MORAES, 2003), conforme ilustrado pela planta baixa esquemática e representação da fachada norte apresentadas pelas figuras 27 e 28. As fundações do prédio são diretas do tipo sapata contínua, executadas com pedras de granito, e as paredes são autoportantes, ou seja, apresentam função estrutural, são espessas e

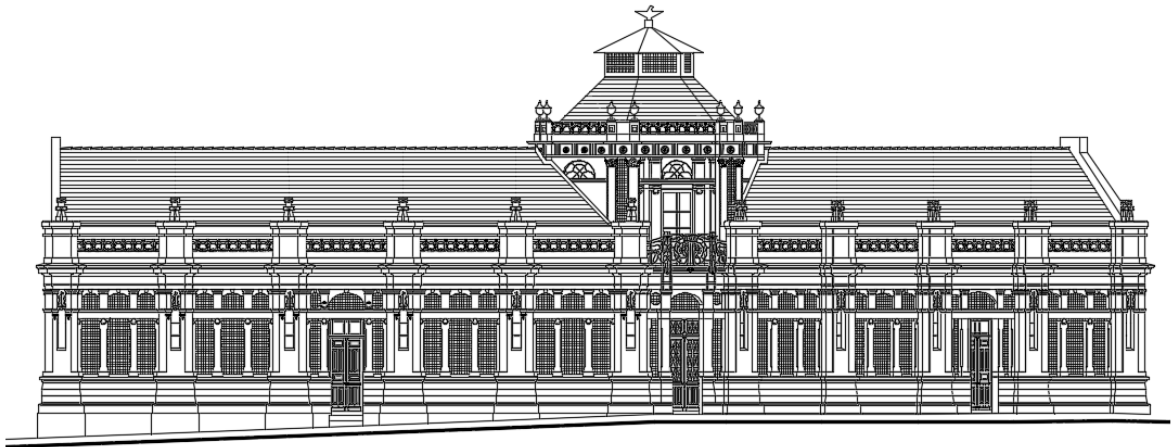
foram construídas com alvenaria assentada com argamassa de areia e cal (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016; MORAES, 2003).

Figura 27 - Planta baixa esquemática do *Château*



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

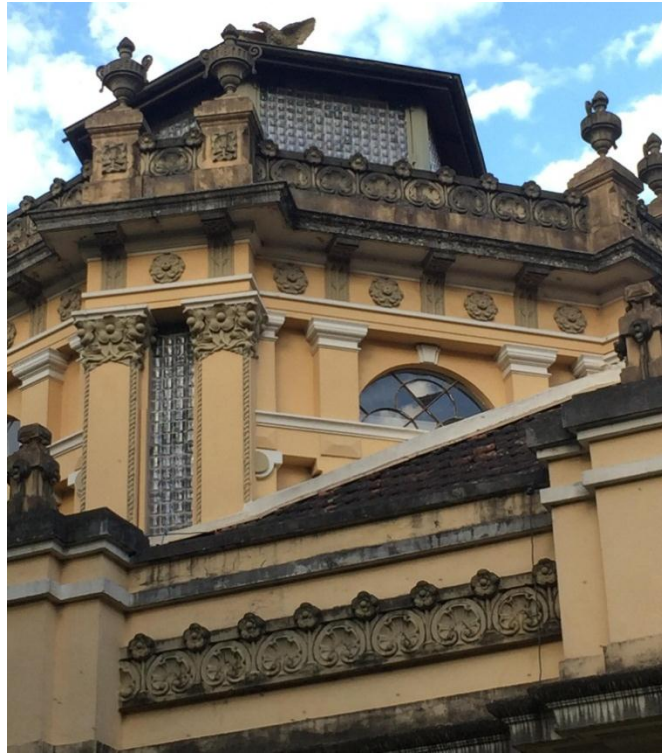
Figura 28 - Representação da fachada norte do *Château*



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Tijolos de vidro do tipo pavê e detalhes como flores e conchas em material cimentício compõem a fachada da edificação, conforme exemplificado pela figura 29. Além disso, no torreão há um lanternim que apresenta, também, tijolos de vidro do tipo pavê e a escultura de uma ave no topo (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016), e pode ser visualizado na figura 30.

Figura 29 - Detalhes construtivos do *Château*



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 30 - Detalhe do lanternim no torreão do *Château* (em 2009)



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

No torreão, há também uma sacada, em cujo guarda-corpo de ferro desenvolvem-se linhas suaves e linhas agressivas, juntamente com flores e folhas (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016). A figura 31 ilustra a sacada e os tijolos de vidro do *Château*.

Figura 31 - Detalhe da sacada e dos tijolos de vidro



(fonte: foto da autora, 2018)

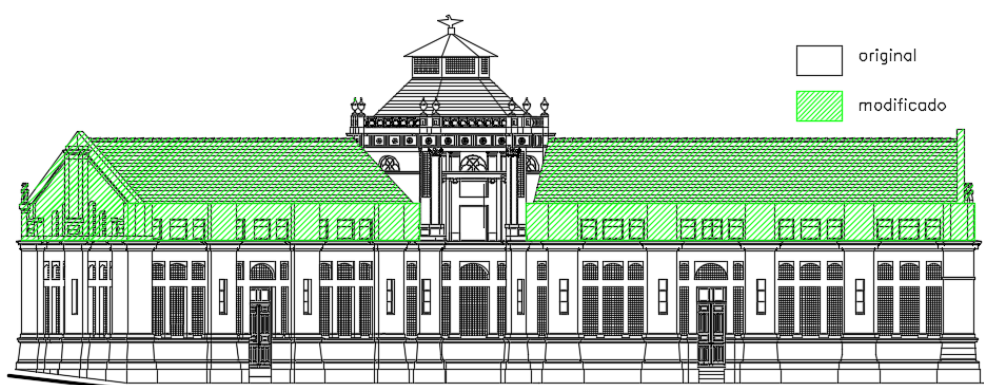
5.1.4 Intervenções realizadas no *Château*

Qualquer tipo de alteração física em uma edificação, seja na etapa de diagnóstico, seja na de reparação, caracteriza uma intervenção. Existem diversas formas de intervir em uma edificação: no caso de um prédio histórico, por exemplo, o restauro permite recuperar a forma da construção em determinado período de interesse, a partir da remoção ou adaptação de trabalhos posteriores. Para adaptar a edificação a um novo uso, executa-se uma intervenção do tipo reabilitação, que deve conservar elementos com valor histórico significativo. Em relação à estrutura, caso solicitações maiores forem agir sobre a edificação, é necessário executar um reforço. A manutenção consiste na execução de atividades que permitam a conservação do bem e, finalmente, a conservação visa à manutenção da construção em seu estado presente, permitindo intervenções limitadas que melhorem seus níveis de segurança (ICOMOS, 2004).

Anos após a sua construção, no início da década de 1950, a execução de intervenções alterou substancialmente a espacialidade do *Château*. Foi construído um entrespaço de madeira apoiado em vigas de concreto que dividiu as alas direita e esquerda, que apresentavam pé-direito alto, em dois pavimentos. Além disso, o nível da cobertura foi elevado e, conseqüentemente, o pé-direito e a volumetria externa foram modificados e elementos

decorativos da platibanda posterior da edificação foram removidos, como ilustrado pela figura 32. Não havia continuidade entre os novos pavimentos e o torreão, sendo o acesso a eles por escadas independentes. Na década de 1980, a cobertura do torreão ruiu e o entrepiso foi perdido por falta de manutenção. No fim da década seguinte, as escadas e os mezaninos foram demolidos devido ao colapso da cobertura sobre as alas (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

Figura 32 - Modificação no pé-direito e platibanda da fachada sul do *Château*



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

O *Château* foi, então, submetido a um processo de *retrofit*. De acordo com Vale (2006), esse processo envolve renovação e atualização, mas preserva características intrínsecas da edificação, combinando ações de reparo, reabilitação, restauração, entre outros. No seu planejamento adotou-se como premissa a manutenção do segundo pavimento das alas e a elevação do nível da cobertura, consideradas, segundo Devincenzi e Tonioli (2016), alterações já incorporadas ao edifício. No torreão, o entrepiso foi reconstruído em nível com as alas, diferentemente do que ocorria anteriormente; dessa forma, perdeu-se o acesso à sacada, mas foi possibilitada a criação de um terceiro pavimento no torreão (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

A obra foi realizada em etapas. Em 1999, foi reconstruída a cobertura. Em julho de 2003, concluiu-se a construção da estrutura dos entrepisos com a utilização de aço, o que possibilitou a clara diferenciação entre os materiais novos e os antigos. Em agosto de 2004, concluiu-se a terceira etapa da obra. Nessa etapa, foram substituídas instalações hidrossanitárias, elétricas, de telecomunicações e para-raios, restauradas as fachadas e construídas paredes divisórias em alvenaria, vidro e gesso acartonado. Além disso, foram

executados contrapisos e pisos em granito e madeira, pintura das paredes, foram restauradas as esquadrias e o assoalho de madeira e recuperadas as janelas, recolocando-se os tijolos de vidro característicos do estilo arquitetônico do prédio histórico em estudo (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

Destaca-se que na restauração do *Château* concluída em 2004, a solução de intervenção aplicada ao reboco danificado dos revestimentos dos panos de fachada, torreão, cimalhas e platibandas foi a retirada das partes com irregularidades e danos e sua substituição por um reboco compatível com os remanescentes originais. Ainda, o reboco do sóculo, que estava comprometido, foi totalmente retirado e substituído (trabalho não publicado)³.

5.2 ANÁLISES E ENSAIOS REALIZADOS

O conhecimento adequado do estado de conservação do revestimento de argamassa de uma edificação histórica serve como subsídio para as decisões a serem tomadas caso haja interesse em realizar a sua manutenção (CASCUDO; CARASEK, 1997). Sendo assim, a execução das análises e dos ensaios descritos no presente capítulo apresenta como objetivo a caracterização do revestimento da fachada do *Château* e, além disso, a identificação das manifestações patológicas que apresenta. O diagnóstico das manifestações patológicas é possibilitado pela investigação documental e de campo, mapeamento de danos e ensaios laboratoriais (BAUER *et al.*, 2010; SILVA, 2014).

5.2.1 Investigação documental

A investigação documental da edificação é realizada no intuito de se encontrar registros e informações a respeito de características arquitetônicas, orientação das fachadas e sua tipologia, tipos de uso, sistemas estrutural e construtivo, especificações do sistema de revestimento e a frequência de manutenções e reparos (SILVA, 2014). O Setor de Patrimônio Histórico da UFRGS (SPH) possui um acervo de fotografias do *Château* e histórico da edificação, que permitem conhecer características do seu revestimento ao longo do tempo,

³ Informação obtida no memorial de especificações técnicas relacionado à restauração total do *Château*, elaborado em 2001 e fornecido pelo Setor do Patrimônio Histórico SPH/UFRGS – Área de Pesquisa e Documentação.

assim como das intervenções a que esteve sujeito. Além disso, diversos projetos, incluindo os projetos arquitetônicos das fachadas da edificação, fazem parte da documentação.

5.2.2 Levantamento visual e mapeamento de danos nas fachadas

O mapeamento de danos destaca as regiões das fachadas com manifestações patológicas, possibilitando a posterior quantificação da incidência dos danos e a definição de sua gravidade (SILVA, 2014). No presente trabalho, o mapeamento foi realizado por meio do levantamento visual e do ensaio de percussão e não houve definição da gravidade dos danos.

O levantamento ou inspeção visual consiste, basicamente, em identificar em campo, no local da edificação, os detalhes e tipos de revestimento da fachada, as manifestações patológicas existentes ou suas causas, além de fatores externos interferentes, como fontes de poluição, agentes agressivos, direção das chuvas e ventos. Durante o levantamento visual, foram realizados registros fotográficos das manifestações patológicas identificadas, os quais servem como documentação e auxiliam na resolução de dúvidas durante a identificação de suas causas (CASCUDO; CARASEK, 1997). O ensaio de percussão será descrito no item 5.2.3 deste capítulo. Na figura 33 é apresentada a legenda para o mapa de danos do *Château*.

Figura 33 - Legenda para mapa de danos

LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

- Fissuras (FI)
 - Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
 - Deslocamento (DP)
 - Quebra (QU)
 - Desagregação superficial (DE)
 - Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escorrimento, se claro (C), se escuro (E), sem escorrimento (S).
- Manchamento por umidade (MU)
 - Manchamento por sujeira (MS)
 - Biodeterioração – manchamento (BM)
 - Biodeterioração – vegetação (BV)
 - Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
 - Biodeterioração – insetos (BI)
 - Sais – eflorescência (EF)
 - Sais – criptoflorescência (CF)
 - Pintura – bolha (PB)
 - Pintura – descasamento (PD)
 - Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)

(fonte: adaptado de trabalho não publicado⁴, 2018)

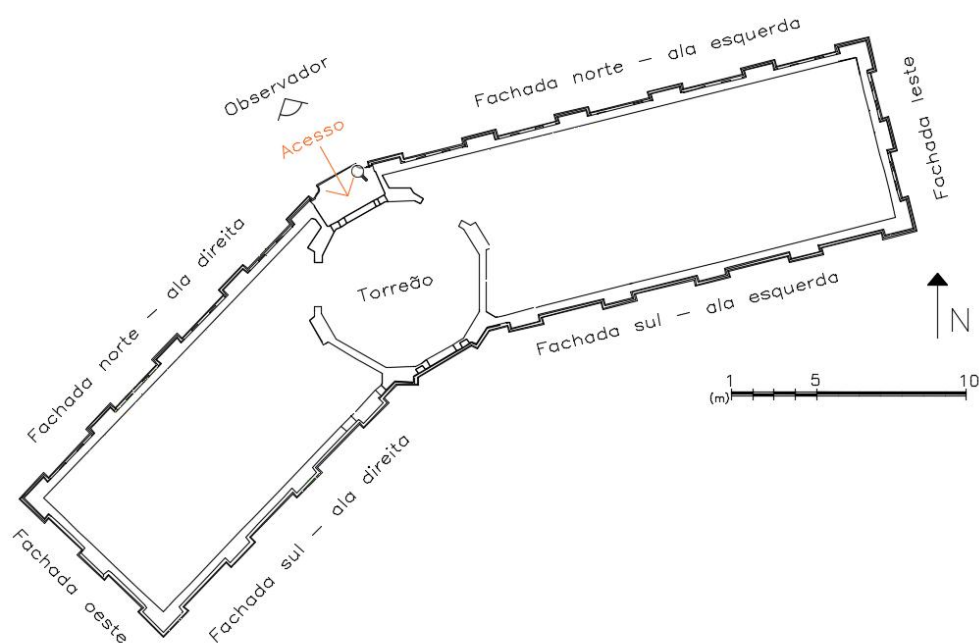
O mapeamento de danos foi representado sobre o desenho técnico das fachadas do *Château*. Em função das diferentes orientações das alas e do torreão da edificação, as fachadas foram divididas em amostras, conforme apresentam-se voltadas para norte, sul, leste e oeste. Esse é um dos critérios utilizados por Silva (2014) para sistematizar o mapeamento de danos de suas amostras; as amostras, para Silva (2014) eram diferentes edifícios. No presente trabalho, como apenas uma edificação é objeto de estudo, essa classificação torna-se o próprio critério de divisão em amostras. Silva (2014) ainda classifica as amostras de acordo com sua idade, sua constituição como empenas ou prumadas, de acordo com o seu andar e região; para o *Château*, aplica-se apenas a divisão por região, a ser considerada somente no item 5.3 deste trabalho, referente ao Método de Mensuração da Degradação.

A partir da divisão das fachadas do *Château* em amostras de acordo com sua orientação, torna-se possível visualizá-las frontalmente, em verdadeira grandeza. Para isso, foram feitas adaptações nos projetos fornecidos pelo SPH da UFRGS à autora, uma vez que estes não consideram apenas vista frontal.

⁴ Informação obtida no relatório técnico de análise do revestimento das fachadas do prédio da Rádio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, elaborado por Angela Borges Masuero, Laís Zucchetti, Fernanda Lamego Guerra, Caroline Giordani e Rafaela Falcão Socoloski em Porto Alegre, no ano de 2018.

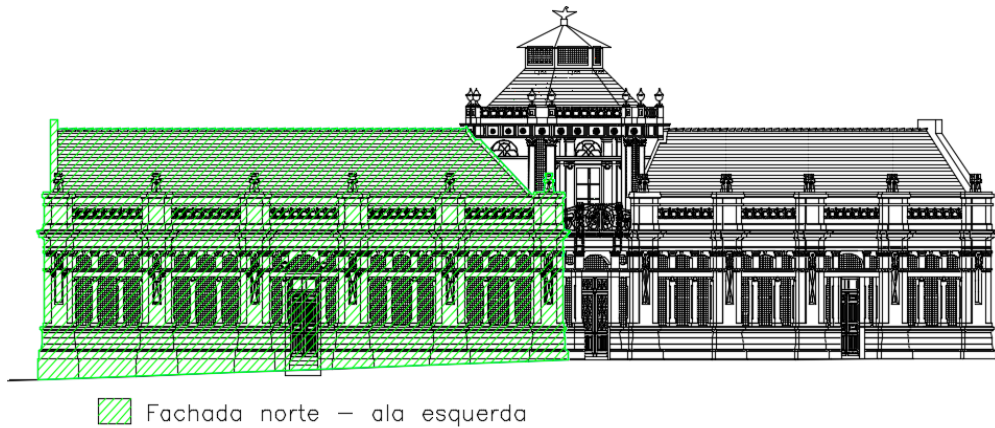
A seguir, são apresentadas as amostras de fachada em que o *Château* foi dividido para representação do mapa de danos: fachada norte – ala esquerda, fachada norte – ala direita, fachada sul – ala esquerda, fachada sul – ala direita, torreão, fachada leste e fachada oeste. O torreão foi dividido em 12 amostras menores que apresentam diferentes orientações entre si, relacionadas à sua base hexagonal ou ao encaixe com o telhado. Na figura 34, a divisão das fachadas está ilustrada em planta baixa, e nas figuras 35 a 42, estão destacadas a localização e a área abrangida por cada uma das amostras da fachada. Os mapas de danos serão apresentados no capítulo 6 e analisados quantitativamente a partir do MMD (SILVA, 2014).

Figura 34 - Representação das amostras em planta baixa



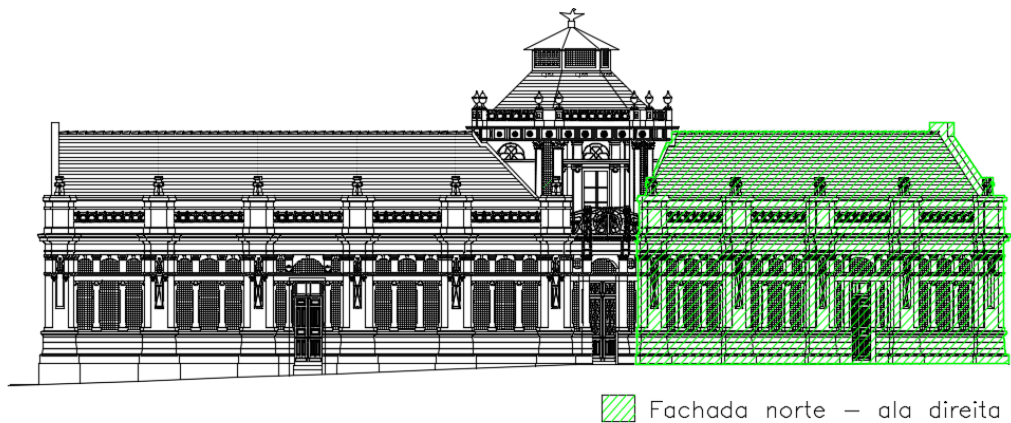
(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 35 - Fachada norte - ala esquerda



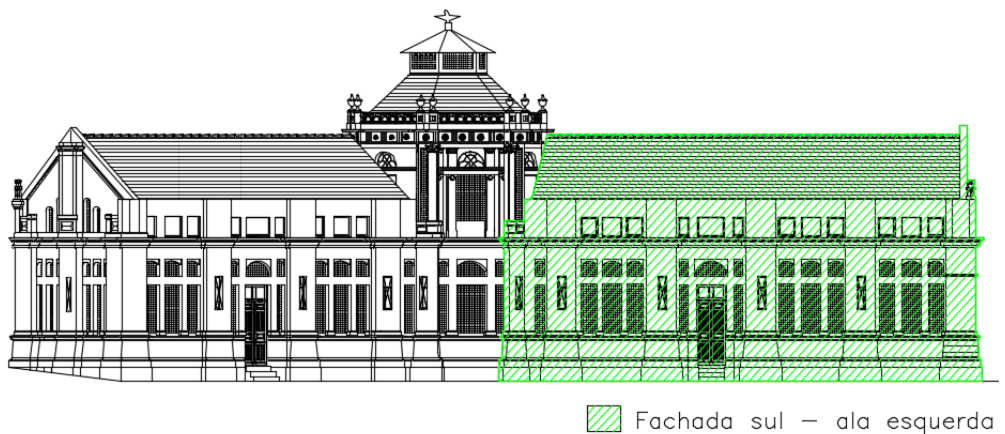
(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 36 - Fachada norte - ala direita



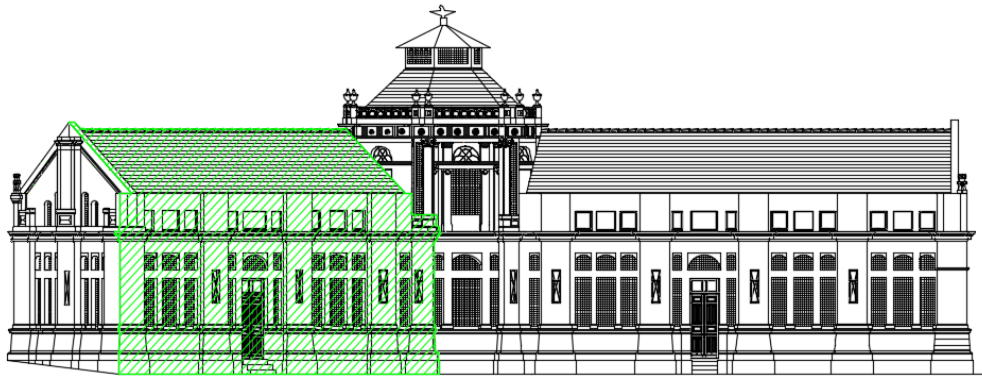
(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 37 - Fachada sul - ala esquerda



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 38 - Fachada sul - ala direita



■ Fachada sul – ala direita

(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 39 - Fachada oeste

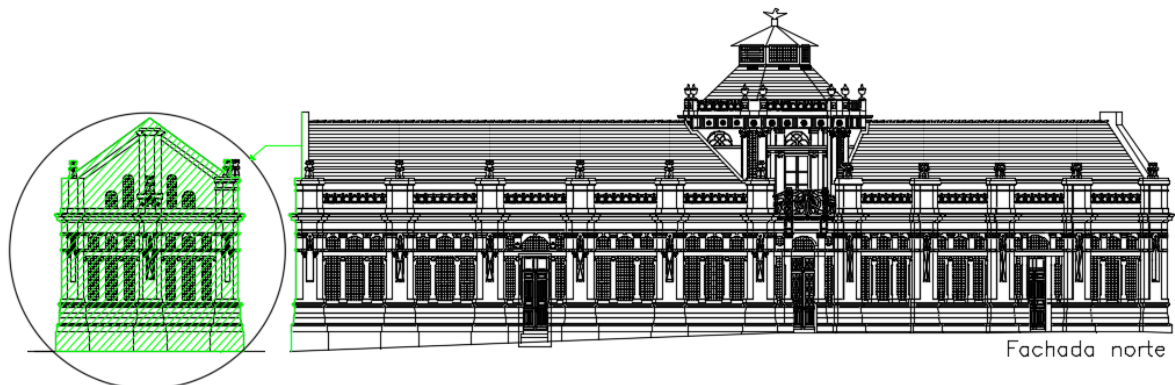


■ Fachada oeste

Fachada sul

(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 40 - Fachada leste

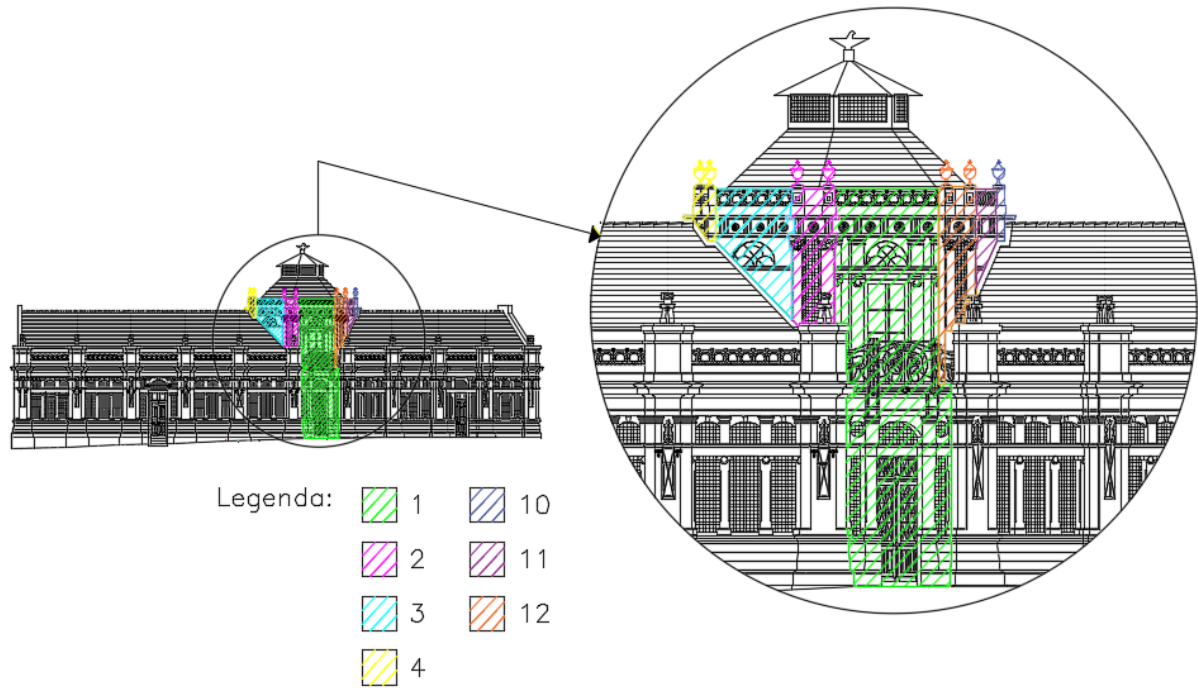


■ Fachada leste

Fachada norte

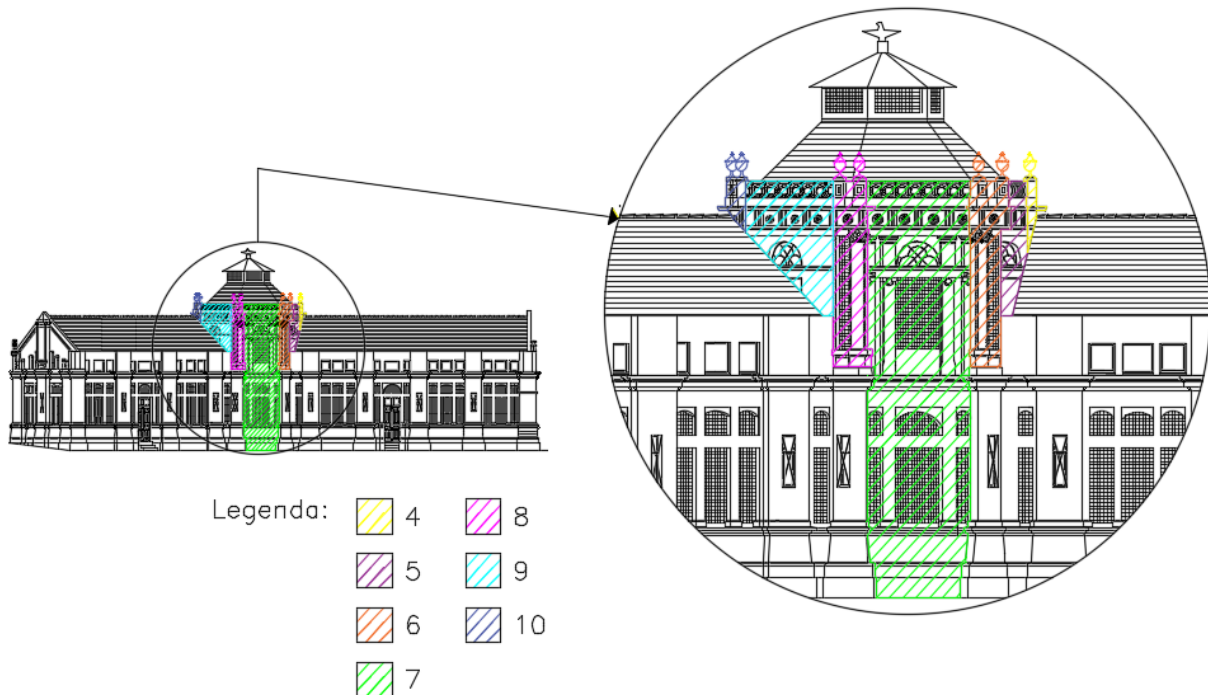
(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 41 - Torreão dividido em amostras menores – vista pela fachada norte



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 42 - Torreão dividido em amostras menores – vista pela fachada sul



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

5.2.3 Percussão

De acordo com a norma NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), a avaliação da aderência do revestimento de argamassa com a base e entre suas camadas constituintes pode ser realizada com o ensaio de percussão. Esse ensaio é realizado através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo. As áreas do revestimento que apresentam som cavo sob percussão são aquelas que apresentam problemas de aderência.

No *Château*, o ensaio de percussão foi executado com martelo de borracha ao longo de todo o perímetro das fachadas. A altura do ensaio limitou-se à escada disponível para utilização e ao nível do entorno da edificação, sendo possível um alcance da base até cerca de 3 a 4 metros de altura das fachadas. Além disso, apenas foi possível executá-lo na amostra 1 do torreão, pois, além da limitação de altura, o acesso à amostra 7 é impedido pela presença dos aparelhos de ar condicionado instalados na edificação. O martelo de borracha utilizado e uma ilustração da execução do ensaio podem ser visualizados na figura 43. Os resultados do ensaio de percussão serão apresentados no mapa de danos, no capítulo 6.

Figura 43 - Martelo de borracha e ilustração da execução do ensaio de percussão



(fonte: foto da autora, 2018)

5.2.4 Termografia

A termografia é uma técnica não destrutiva para diagnóstico que consiste no mapeamento das temperaturas de uma edificação com a utilização de uma câmera termográfica. Esse mapeamento pode servir como base para a obtenção de diversos parâmetros da edificação como, por exemplo, a estrutura de suas paredes, condições higrométricas e ainda propriedades térmicas. Para o *Château*, um prédio histórico, a termografia apresenta ainda a vantagem de poder identificar a sua forma antiga e transformações executadas ao longo do tempo (GRINZATO *et al.*, 2002).

Bauer e Leal (2013) destacam a importância de dois fatores na aplicação da técnica termográfica: a temperatura dos objetos e sua emissividade, ou seja, sua capacidade intrínseca de emitir radiação. É necessário que um fluxo de calor envolva a edificação resultando em uma distribuição de temperaturas a ser detectada. A técnica pode ser passiva, quando esse fluxo de calor origina-se naturalmente das condições que envolvem o local e da inércia térmica da edificação, ou ativa, quando uma fonte artificial de calor é aplicada (GRINZATO *et al.*, 2002).

Grinzato *et al.* (2002) ressaltam a importância de uma escolha correta de condições climáticas e horário para a execução do ensaio, que dependem da orientação da edificação, sua utilização, os materiais constituintes e sua forma. Bauer e Leal (2013) sugerem que a técnica termográfica seja realizada no início da manhã ou no começo da noite, uma vez que a temperatura exterior é mais baixa e há pouca incidência de radiação solar direta nas fachadas.

A termografia tem sido utilizada para o mapeamento e monitoramento da umidade nas edificações e, conseqüentemente, para a análise de sua degradação. Grinzato *et al.* (2002) afirmam que um aumento na umidade em uma região pode torná-la mais quente ou mais fria, dependendo das condições de seu entorno e características geométricas, porém, quando submetidas às mesmas condições, áreas úmidas são mais frias que as secas.

No *Château*, utilizou-se a câmera termográfica do modelo FLIR T400 e as imagens foram obtidas nas últimas semanas do inverno ao fim da tarde, a fim de que o revestimento de argamassa já houvesse absorvido calor suficiente para possibilitar o contraste das temperaturas nas imagens, ou no período da manhã, em que a temperatura exterior à

edificação ainda é mais baixa. O quadro 2 apresenta as datas, horários e condições climáticas durante a obtenção das imagens com a câmera termográfica.

Quadro 2 – Data, horário e condições climáticas durante a obtenção de imagens com câmera termográfica

FACHADA	DATA	HORÁRIO	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS
Norte – ala esquerda	12/09/2018	17:48 – 18:00	Temperatura entre 15°C e 24°C, umidade relativa do ar 58%
Norte – ala direita	12/09/2018	18:06 – 18:18	Temperatura entre 15°C e 24°C, umidade relativa do ar 58%
Torreão – amostras 1, 2, 3, 4, 10, 11 e 12	12/09/2018	18:00 – 18:09	Temperatura entre 15°C e 24°C, umidade relativa do ar 58%
Torreão – amostras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10	19/09/2018	09:54 – 10:02	Temperatura entre 15°C e 29°C, umidade relativa do ar 78%
Sul – ala esquerda	19/09/2018	09:24 – 09:53	Temperatura entre 15°C e 29°C, umidade relativa do ar 78%
Sul – ala direita	17/09/2018	17:26 – 18:04	Temperatura entre 17°C e 24°C, umidade relativa do ar 68%
Leste	13/09/2018	18:15 - 18:25	Temperatura entre 14°C e 26°C, umidade relativa do ar 54%
Oeste	19/09/2018	10:05 – 10:22	Temperatura entre 15°C e 29°C, umidade relativa do ar 78%

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Antes da captação das imagens, foi realizada a calibração do equipamento e a inserção de parâmetros, como a emissividade do material, condições climáticas e a distância de obtenção das imagens. Utilizou-se 0,92 como emissividade para o revestimento de argamassa do *Château* e as condições de temperatura e umidade do local foram monitoradas durante a execução do ensaio; as distâncias aproximadas para obtenção das imagens variaram entre 3m e 15m, sendo ajustadas manualmente conforme a fachada da edificação em observação e as

possibilidades de posicionamento da câmera. As imagens obtidas com o ensaio de termografia assim como sua análise serão apresentadas no capítulo 6.

5.2.5 Reconstituição de traço

A reconstituição de traço permite que se determinem as proporções dos componentes da argamassa histórica: ligantes, finos e agregados. Para possibilitar a execução da reconstituição de traço, fez-se necessária a extração de amostras, realizada com autorização do SPH da UFRGS e descrita no item a seguir. Na sequência, será descrito o procedimento para o ensaio de reconstituição de traço.

5.2.5.1 Extração de amostras de argamassa de revestimento

De acordo com Veiga *et al.* (2004), antes do início da extração das amostras devem estar bem definidos e diferenciados os materiais empregados na edificação ao longo do tempo e sua distribuição. Uma vez que não foram encontrados registros documentais da localização de todas as argamassas de revestimento aplicadas no *Château* para reparação ou manutenção ao longo do tempo, buscou-se empiricamente definir os locais para extração das amostras em diferentes pontos da fachada, procurando-se encontrar, preferencialmente, argamassa histórica original e não argamassa de restauro.

Veiga *et al.* (2004) sugerem ainda que os ensaios e técnicas empregados na análise das amostras devem estar definidos antes da extração, pois são determinantes na quantidade e nos requisitos das amostras. Portanto, definiu-se que as amostras extraídas seriam direcionadas à reconstituição de traço, teste qualitativo de sais solúveis e observação em lupa estereoscópica.

Na extração das amostras, principalmente de prédios históricos, deve-se buscar a destruição mínima do edifício, ou seja, a porção retirada deve ser a menor possível e, depois da recolha das amostras, as lacunas originadas devem ser fechadas com materiais e técnica adequados, a fim de que não contribuam na degradação da fachada (VEIGA *et al.*, 2004). Nesse sentido, os pontos de extração das amostras do *Château* foram definidos em conjunto com os profissionais responsáveis pelo patrimônio histórico da UFRGS (SPH), de forma a modificarem o mínimo possível a aparência estética da fachada. Esses pontos foram posicionados em locais discretos, sendo a maioria na fachada sul, que é inacessível ao público em geral. Nas figuras 44 e 45, respectivamente, são apresentados esquemas da localização das

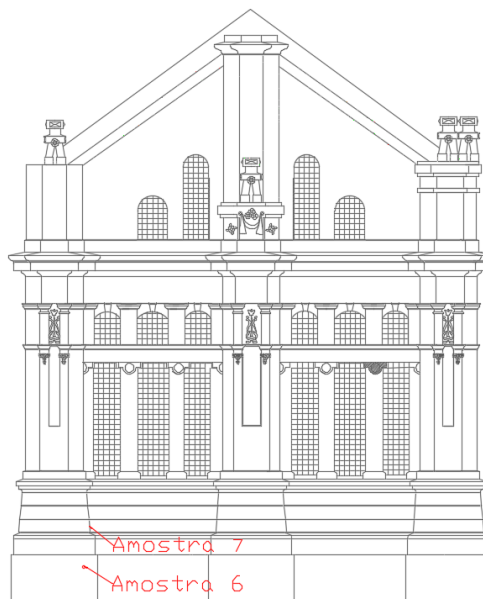
seis amostras extraídas para análise e da amostra 7, encontrada deslocada junto à edificação. No quadro 3, são apresentadas outras informações referentes à localização dos pontos de extração das amostras e sua profundidade.

Figura 44 - Localização dos pontos de extração na fachada sul - ala direita



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 45 - Localização dos pontos de extração na fachada leste



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Quadro 3 - Informações referentes aos pontos de extração de amostras

IDENTIFICAÇÃO	ORIENTAÇÃO DA FACHADA	LOCAL	ALTURA DO SOLO	PROFUNDIDADE APROXIMADA DA EXTRAÇÃO
Amostra 1	Sul – ala direita	Corpo do prédio	1,65m	4,5cm
Amostra 2	Sul – ala direita	Sóculo	0,76m	5cm
Amostra 3	Sul – ala direita	Corpo do prédio	1,25m	3,5cm
Amostra 4	Sul – ala direita	Corpo do prédio	1,65m	7cm
Amostra 5	Sul – ala direita	Corpo do prédio	1,65m	5cm
Amostra 6	Leste	Sóculo	0,74m	3cm
Amostra 7	Leste	Corpo do prédio	1,45m	2,4cm

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Inicialmente, a fim de que a extração apresentasse o menor grau destrutivo possível, buscou-se extrair as amostras com a utilização de furadeira de broca fina e formão com martelo, como pode ser visualizado na figura 46. No entanto, devido à resistência oferecida pela argamassa à extração com esses instrumentos, a partir da amostra 2, passou a se utilizar furadeira com serra copo de diâmetro 50mm, ilustrada pela figura 47.

Figura 46 - Extração de amostra de argamassa com formão e martelo



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 47 - Extração de amostra com furadeira com serra copo



(fonte: foto da autora, 2018)

Na sequência, serão caracterizadas brevemente as amostras extraídas. A amostra 1, que será chamada de A1, apresenta um encontro entre argamassas de diferentes tipos, possivelmente de diferentes épocas, pois parte dessa argamassa apresenta aspecto visualmente poroso, diferente do aspecto do restante da amostra. Em função da dificuldade de se separar os diferentes tipos de argamassa, essa amostra não foi submetida aos ensaios de reconstituição de traço e análise de sais. As figuras 48 a 51 ilustram a A1 e a interface entre suas argamassas diferentes, indicadas pelos números 1 e 2 na figura 49.

Figura 48 - A1 - vista superior



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 49 - A1 - vista lateral



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 50 - A1 - vista lateral - lado 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 51 - A1 - vista lateral - lado 2



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 2, chamada de A2 e retirada do sóculo do prédio, dividiu-se em três porções menores; essa amostra mostrou-se bastante resistente à extração. Uma pequena espessura em contato com o ambiente externo e com pintura amarela foi perdida, pois se descolou do restante ainda dentro da serra copo e não foi possível recuperá-la. As figuras 52 a 57 apresentam a A2. As porções foram numeradas de 1 até 3, sendo 1 a porção mais externa e 3 a

porção em contato com a alvenaria. Uma vez que a profundidade da amostra foi até a alvenaria, na face interna do fragmento 3 pode-se visualizar argamassa de assentamento.

Figura 52 - A2 - porção 1 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 53 - A2 - porção 1 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 54 - A2 - porção 2 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 55 - A2 - porção 2 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 56 - A2 - porção 3 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 57 - A2 - porção 3 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 3, A3, apresentou-se mais resistente à extração e com coloração mais cinzenta do que as demais amostras extraídas no corpo do prédio, além de ser aparentemente pouco porosa, o que pode sugerir que seja constituída por argamassa com base em cimento. As figuras 58 e 59 apresentam a A3.

Figura 58 - A3 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 59 - A3 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 4, chamada no decorrer do trabalho de A4, também se dividiu em porções menores. Essa amostra foi extraída ao lado da A1, próxima ao seu lado 2, indicado na figura 49, em que se observou a possível presença de argamassa histórica. As figuras 60 a 67 ilustram as diferentes porções e faces da A4.

Figura 60 - A4 - porção 1 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 61 - A4 - porção 1 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 62 - A4 - porção 2 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 63- A4 - porção 2 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 64 - A4 - porção 3 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 65 - A4 - porção 3 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 66 - A4 - porção 4 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 67 - A4 - porção 4 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 5, A5, foi retirada próximo à A4, novamente na busca por argamassa histórica; nos dois casos, foi liberado muito pó durante a extração. Nas figuras 68 a 70, pode-se visualizar a

A5 e, na figura 71, está ilustrada a proximidade entre os pontos de extração das amostras 1, 4 e 5.

Figura 68 - A5 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 69 - A5 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 70 - A5 - vista lateral



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 71 - Pontos de extração das amostras 1, 4 e 5



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 6, chamada de A6 e localizada no sóculo do *Château*, foi a mais resistente de todas à extração; conforme descrito anteriormente a respeito da intervenção na edificação, em relação à substituição da argamassa do sóculo, é muito provável que essa amostra apresente uma camada de reparo. A A6 pode ser visualizada nas figuras 72 a 74; na figura 74, podem ser visualizadas duas camadas de argamassa.

Figura 72 - A6 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 73 - A6 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 74 - A6 - vista lateral



(fonte: foto da autora, 2018)

A amostra 7, conforme descrito anteriormente, foi encontrada já deslocada junto à edificação. Essa amostra, chamada de A7, pode ser visualizada nas figuras 75 a 77.

Figura 75 - A7 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 76 - A7 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 77 - A7 - vista lateral



(fonte: foto da autora, 2018)

5.2.5.2 Ensaio de reconstituição de traço

Para a execução do ensaio de reconstituição de traço, aplicou-se o método proposto por Teutonico (1988) com adaptações sugeridas pelo Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (NTPR) da Universidade Federal da Bahia (UFBA). As amostras extraídas foram cuidadosamente preparadas, removendo-se a película de tinta e separando-se as diferentes camadas que compõem o revestimento, conforme ilustrado nas etapas “a” e “b” do quadro 4.

O método para reconstituição de traço divide-se em duas grandes fases: coleta/exame/dissolução do ligante e separação/filtragem/peneiramento. A primeira fase inicia com a extração de amostras de tamanho adequado descrita anteriormente (são necessários aproximadamente 40g ou 50g), seguida de exame e registro das suas características. Na sequência, parte das amostras deve ser triturada até se transformar em pó, guardando-se o restante para outras análises (TEUTONICO, 1988). A trituração das amostras do *Château* foi realizada com pistilo e martelo de borracha; as amostras, em geral, apresentaram-se bastante resistentes, sendo necessário, por vezes, dividi-las em porções menores com auxílio de martelo e chave de fenda. A quantidade observada de agregados quebrados em função disso foi considerada não relevante, ou seja, em princípio não influencia o resultado final. A etapa “c” do quadro 4 ilustra o processo de trituração e a imagem “d” apresenta o aspecto de uma das amostras triturada.

Após a trituração das amostras, registrou-se a massa de cada uma delas. As amostras trituradas foram, então, secas em estufa a 60°C durante aproximadamente 24 horas, até se confirmar a secagem completa pela constância da massa, com variação menor do que 1%, conforme apresentado pela tabela 1. Essa variação consiste no quociente da diferença da massa obtida após a retirada da amostra da estufa em relação à massa inicial, obtida antes de

sua colocação na estufa, pela massa inicial. As amostras foram mantidas em dessecador com vácuo para retornarem à temperatura ambiente; a massa das amostras após dessecador também é apresentada na tabela 1. Utilizou-se a porção 2 da A2 para execução do ensaio e a porção 4 da A4.

Tabela 1 - Massa das amostras após trituração, secagem em estufa e resfriamento em dessecador

AMOSTRA	MASSA APÓS A TRITURAÇÃO [g]	MASSA APÓS 26h EM ESTUFA [g]	MASSA APÓS 28h EM ESTUFA [g]	VARIAÇÃO ENTRE 26h e 28h [%]	MASSA APÓS DESSECADOR [g]
2	35,81	34,97	34,99	0,06	35,03
3	49,29	48,69	48,74	0,10	48,82
4	50,05	49,41	49,51	0,20	49,58
5	43,00	42,39	42,45	0,14	42,52
6	36,75	36,45	36,45	0,00	36,45
7	40,36	39,85	39,90	0,13	39,91

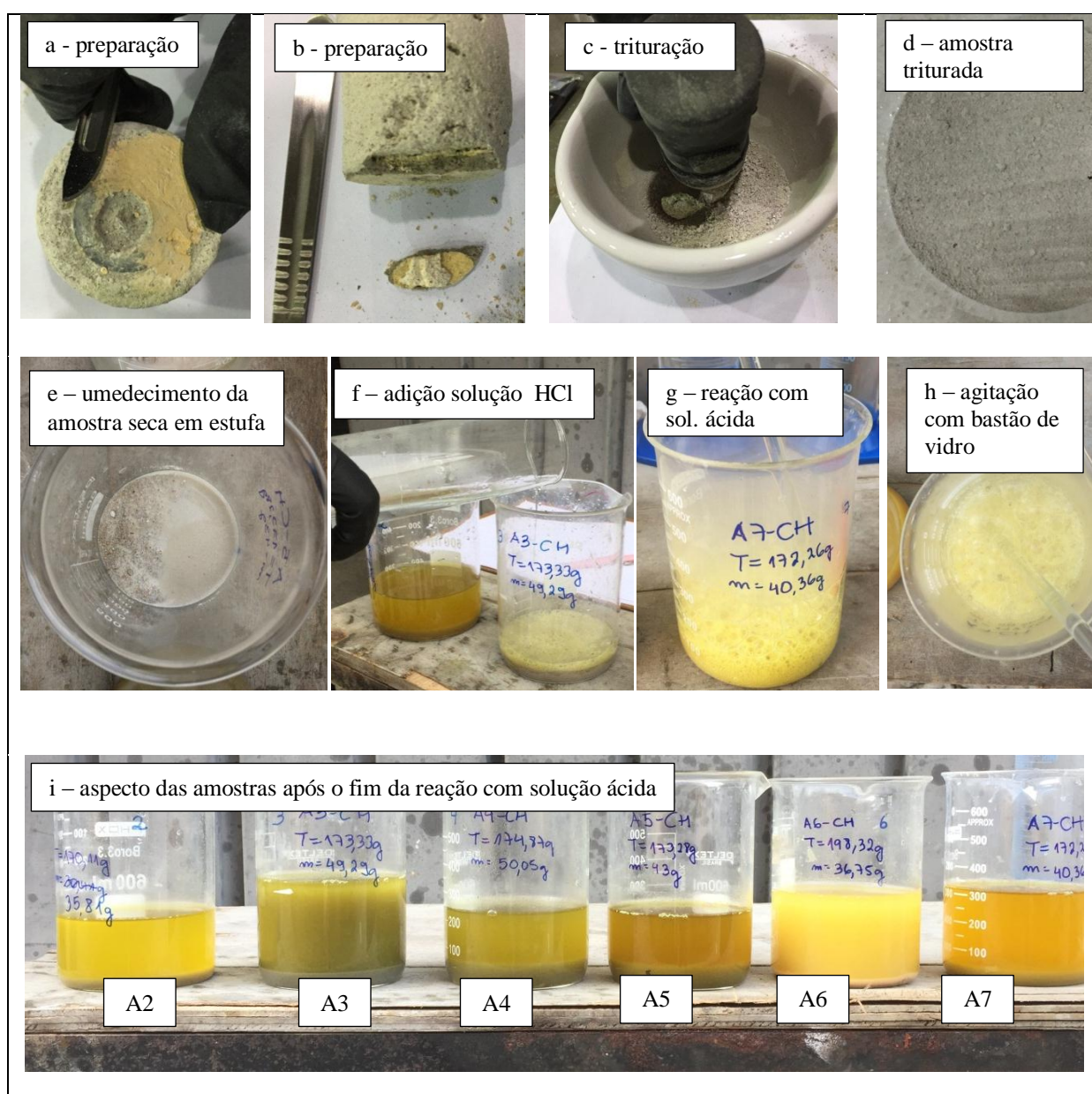
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Teutonico (1988) indica que a conclusão da primeira fase do ensaio ocorre com a adição de uma solução de água deionizada e ácido clorídrico (HCl) na proporção 4:1 às amostras, até a dissolução total do ligante. As amostras do revestimento do *Château* foram umedecidas com água deionizada antes da adição da solução, como pode ser visualizado na etapa “e” do quadro 4. Na sequência, a solução foi adicionada e agitada com auxílio de um bastão de vidro, conforme ilustrado pelas etapas “f”, “g” e “h” do quadro 4. A dissolução total do ligante ocorre quando cessa o aparecimento de bolhas, representando o fim da reação, conforme demonstrado pela etapa “i” no quadro 4.

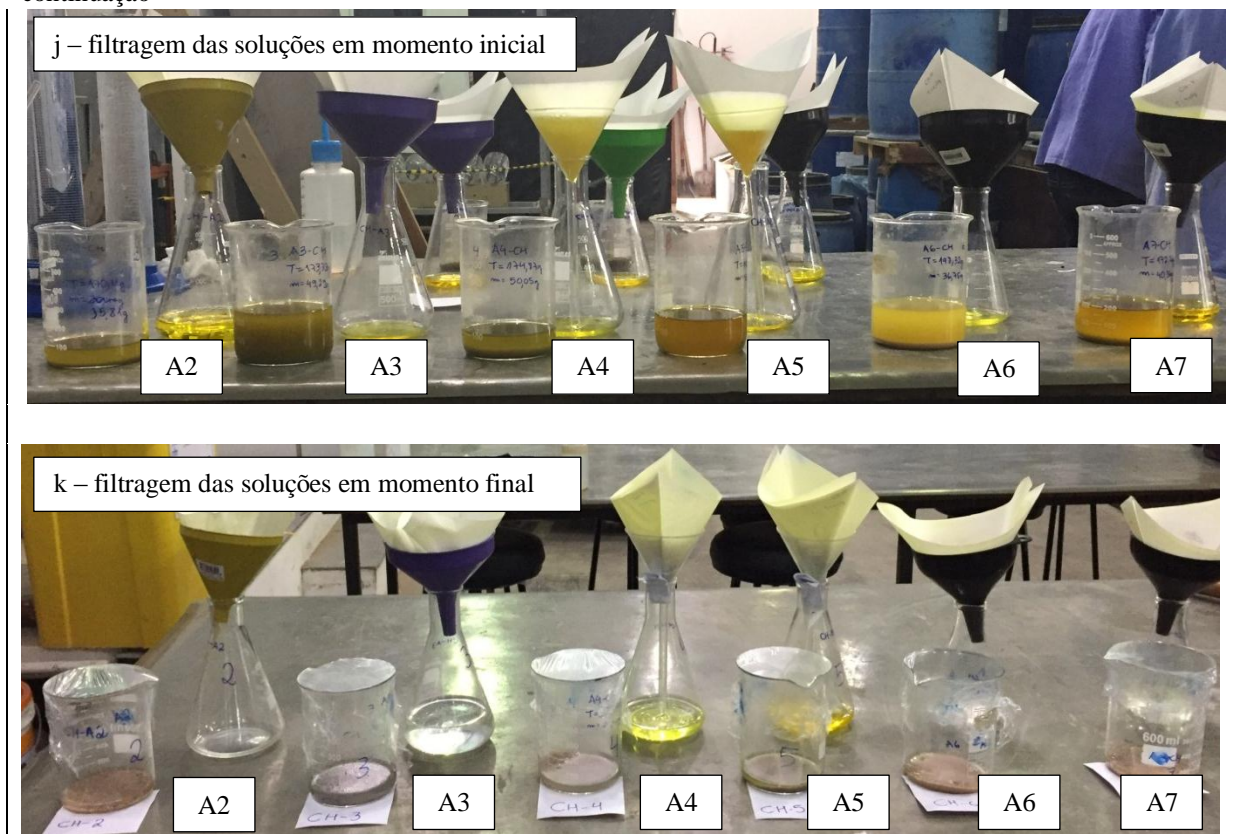
A segunda etapa do ensaio de reconstituição de traço pelo método de Teutonico (1988) inicia com a utilização de um papel filtro dobrado de forma a adaptar-se a um funil. O papel filtro destinado a cada amostra foi identificado e sua massa foi registrada. Na sequência, procedeu-se à filtragem da solução obtida na primeira etapa. A completa dissolução do ligante foi confirmada pingando algumas gotas de HCl na amostra. À solução com os finos resultante do ataque com ácido foi lentamente adicionada água deionizada e, com auxílio de um bastão de vidro, agitou-se o líquido para suspender os finos. O líquido foi lentamente derramado sobre o

papel filtro, tomando-se cuidado para que as partículas de areia permanecessem no fundo do béquer. O processo de filtragem foi repetido até que a água adicionada ao béquer ficasse cristalina, ou seja, até que no béquer restassem apenas agregados. No quadro 4, as etapas “j” e “k” apresentam a filtragem das soluções em momento inicial e avançado, respectivamente.

Quadro 4 – Etapas do ensaio de reconstituição de traço (a, b: preparação da amostra; c: trituração da amostra; d: amostra triturada; e: umedecimento da amostra seca em estufa com água deionizada; f: adição de solução de HCl na proporção 4:1; g: reação com solução ácida; h: agitação com bastão de vidro; i: aspecto final das amostras após o fim da reação com a solução ácida; j: filtragem das soluções em momento inicial; k: filtragem das soluções em momento avançado)



continuação



(fonte: elaborado pela autora, 2018)

Os filtros com finos e os béqueres com a areia foram levados à estufa para secagem a 60°C até se atingir a constância de massa. As figuras 78 a 89, que apresentam os filtros com finos e a areia seca, permitem visualizar previamente diferenças entre as características dos materiais, a serem analisadas mais profundamente com os resultados, no capítulo 6. Nota-se, no entanto, que o material retido nos filtros da A6 apresenta coloração bastante diferenciada em relação aos demais, que tendem a ser acinzentados. Pode-se, também, visualizar previamente diferenciações em seus agregados; a A2, por exemplo, parece apresentar predominância de material menos fino que a A3, enquanto a A7 aparentemente apresenta agregados mais grossos que a A4.

Figura 78 - A2 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 79 - A2 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 80 - A3 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 81 - A3 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 82 - A4 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 83 - A4 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 84 - A5 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 85 - A5 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 86 - A6 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 87 - A6 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 88 - A7 - filtro com finos



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 89 - A7 - areia seca



(fonte: foto da autora, 2018)

As massas obtidas para os finos e para a areia seca estão apresentadas pelas tabelas 2 e 3, respectivamente. Nas tabelas, também são apresentadas as massas obtidas após o resfriamento

do material em dessecador. Nota-se que os finos das amostras 5 e 6 não atingiram constância de massa junto com os demais, e, por isso, permaneceram mais tempo em estufa a 60°C.

Tabela 2 - Massa dos finos retidos no filtro após secagem em estufa e resfriamento em dessecador

AMOSTRA	MASSA ANTES DA ESTUFA [g]	MASSA APÓS 25h EM ESTUFA [g]	MASSA APÓS 27h EM ESTUFA [g]	VARIAÇÃO [%]	MASSA APÓS DESSECADOR [g]
2	2,3	2,32	-	0,87	2,32
3	8,63	8,63	-	0,00	8,69
4	3,99	4,00	-	0,25	4,21
5	5,26	3,92	3,88	-1,02	-
6	6,69	6,81	6,75	-0,88	-
7	2,52	2,54	-	0,79	2,62

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Tabela 3 - Massa da areia seca após secagem em estufa e resfriamento em dessecador

AMOSTRA	MASSA ANTES DA ESTUFA [g]	MASSA APÓS 25h EM ESTUFA [g]	VARIAÇÃO [%]	MASSA APÓS DESSECADOR [g]
2	25,54	25,53	-0,04	25,61
3	28,45	28,44	-0,04	28,50
4	29,52	29,49	-0,10	29,54
5	23,70	23,69	-0,04	23,74
6	23,80	23,79	-0,04	23,81
7	26,73	26,71	-0,07	26,73

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Para a massa total das amostras, apresentada na tabela 1, será considerado o valor após 28h em estufa. Já para as massas dos finos retidos em filtro e da areia seca, apresentadas nas tabelas 2 e 3, serão utilizados os valores após 25h em estufa, com exceção dos finos das amostras 5 e 6, para os quais serão aplicados os valores após 27h. Em todos os casos, não

serão utilizadas as massas após resfriamento em dessecador devido à realização das pesagens em dia chuvoso e por ter sido identificada falha no vácuo do dessecador.

O cálculo do traço da argamassa será apresentado de duas maneiras diferentes. A primeira delas é a proposta por Teutonico (1998), em que a partir dos resultados obtidos no ensaio, são calculadas diretamente as proporções de massa de areia/massa da amostra (%) e de massa de finos/massa da amostra (%), obtendo-se um traço a partir da massa de carbonato de cálcio, finos e agregados. O ligante consumido durante o ensaio consiste na diferença entre o material antes do ataque com ácido e o material resultante no béquer e no filtro, após o ataque. A massa de finos corresponde ao material retido no filtro somado aos finos passantes na peneira 0,075mm do ensaio de granulometria, mencionado na sequência; esses finos também são considerados como ligante. A massa total de agregados, portanto, é descontada da massa de finos contida no fundo das peneiras.

A segunda forma de cálculo, específica para argamassa histórica, é sugerida pelo NTPR, também a partir do ensaio com o método de Teutonico (1998). Esse cálculo correlaciona a massa de carbonato de cálcio identificada no ensaio com a massa molar de hidróxido de cálcio, de 74g para argamassa histórica, permitindo obter o traço com o reagente da carbonatação da cal aérea e não com o seu produto. Nesse caso, o material contido nos filtros é considerado inicialmente como argila.

Para melhor caracterizar os agregados presentes na argamassa das amostras, determinou-se, por fim, sua granulometria. O ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR NM 248 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003) com as peneiras de abertura 0,075µm, 150µm, 300µm, 600µm, 1,18mm, 2,38mm, 4,75mm.

5.2.6 Observação das amostras em lupa estereoscópica

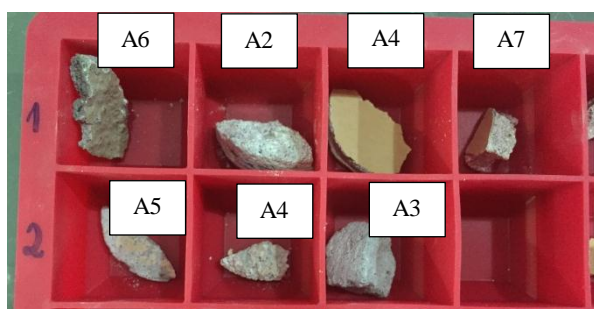
De acordo com Veiga *et al.* (2004), a lupa estereoscópica, que permite observações com baixas ampliações, em geral, de até 100 vezes, é uma das técnicas mais utilizadas para identificar, a partir de propriedades óticas, materiais de origem vegetal, mineral e camadas presentes nas amostras extraídas. A lupa estereoscópica utilizada para obtenção das imagens do *Château* é do modelo ZEISS Stemi 508doc Stereomicroscope, com lente ocular de aumento de 10 vezes e lente objetiva com aumento de 2 vezes. As imagens são diretamente

repassadas ao computador com o software ZEN, fornecido pelo fabricante, que apresenta diversas ferramentas, como a inserção de marcas de escala e setas.

Após a extração das amostras do *Château*, foram obtidas na lupa imagens das amostras íntegras. Buscou-se posicionar as amostras de forma a possibilitar a visualização da distribuição dos agregados e suas características, aderência entre o aglomerante e o agregado, aspecto do aglomerante, além da identificação das camadas de reboco e de tinta.

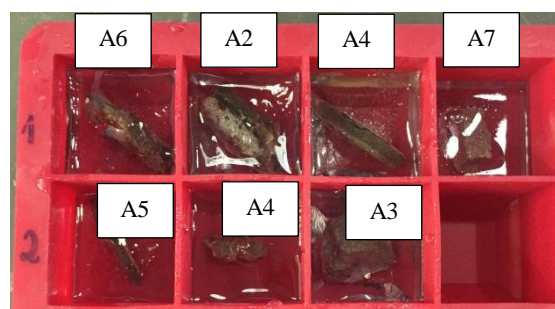
Posteriormente, pequenas porções das amostras foram embutidas em resina poliéster cristal e polidas com lixas d'água em laboratório. Embutir as amostras possibilita que sua superfície se torne menos rugosa e sem grandes saliências, reduzindo dificuldades com o foco na obtenção das imagens. Veiga *et al.* (2004) indicam que a obtenção de imagens de superfícies polidas facilita a diferenciação das camadas, especialmente de pintura. As figuras 90 e 91, respectivamente, apresentam as amostras antes do embutimento e após, ainda nas formas. Na figura 92, pode-se visualizar as amostras na politriz. A A1, uma vez que foi desqualificada para os ensaios de reconstituição de traço e teste qualitativo de sais, também não foi embutida em resina para observação com lupa estereoscópica. Mesmo assim, foi observada íntegra com a lupa.

Figura 90 - Amostras antes do embutimento em resina



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 91 - Amostras após o preenchimento da forma com resina



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 92 - Amostras embutidas em resina na politriz



(fonte: foto da autora, 2018)

Foram, ainda, obtidas na lupa estereoscópica imagens dos agregados resultantes do ensaio de reconstituição de traço. Essas imagens permitem melhor caracterização dos agregados e comparação de suas diferenças. As imagens serão apresentadas no capítulo 6 conforme sua relevância para discussão dos resultados dos ensaio, especialmente de reconstituição de traço e de prospecção estratigráfica de pintura.

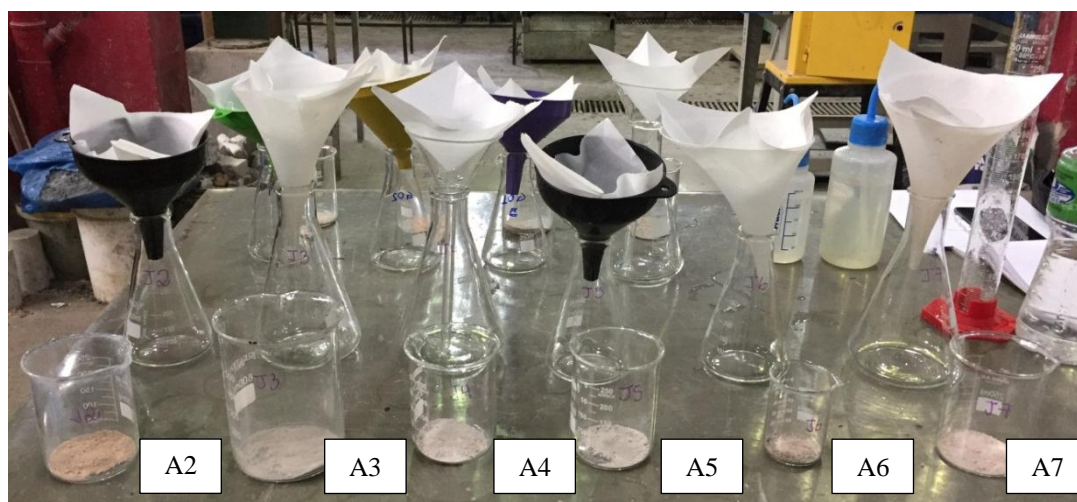
5.2.7 Teste qualitativo de sais solúveis

A análise dos sais presentes na argamassa de revestimento do *Château* foi executada em pequenas quantidades das mesmas amostras extraídas para a reconstituição de traço, descrita anteriormente. O ensaio foi executado com base no método de Teutonico (1988) adaptado pelo NTPR (UFBA) e permite uma análise qualitativa dos sais solúveis, com a identificação dos tipos de íons presentes na amostra. Essas informações facilitam a constatação da forma de deterioração e suas causas.

A película de tinta, novamente, foi cuidadosamente removida e as amostras submetidas à moagem com pistilo e martelo de borracha até a obtenção de 10g de um pó fino e homogêneo. Na sequência, as amostras foram misturadas com aproximadamente 80 ml de água deionizada em um béquer e a solução foi agitada vigorosamente com bastão de vidro, até ocorrer a dissolução dos sais. A solução, juntamente com os sólidos, foi depositada em um filtro de papel, conforme ilustrado pela figura 93; espera-se que o líquido filtrado se apresente transparente, demonstrando que contém apenas os sais dissolvidos e não outros finos em suspensão. A solução da A2, no entanto, após passar pelo filtro, apresentou-se turva, como pode ser visualizado na figura 94; por isso, conforme sugerido pelo NTPR (UFBA), foi

mantida em repouso até que os finos decantassem e foi filtrada novamente, obtendo-se, então, um líquido cristalino.

Figura 93 - Amostras e filtros de papel



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 94 - A2 - solução turva

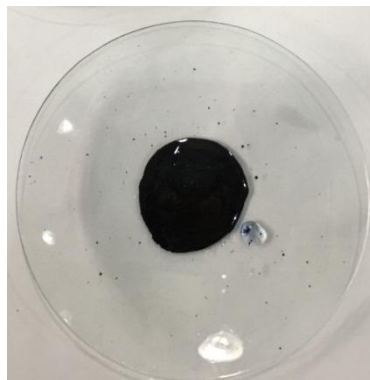


(fonte: foto da autora, 2018)

Para analisar a presença de nitratos, uma pequena quantidade das soluções foi colocada em placas de vidro e cinco gotas do reativo 1% difenilamina em ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado foram adicionadas. O aparecimento de coloração azul, conforme ilustrado pela figura 95, é indicativo da presença de nitrato. O NTPR (UFBA) sugere que seja realizado um

teste em branco com água deionizada, para comparação e análise qualitativa da quantidade de sais nas amostras.

Figura 95 - Coloração azul que indica presença de nitrato na solução



(fonte: foto da autora, 2018)

Para a verificação da presença de cloretos em solução (Cl), foram adicionadas pequenas quantidades das soluções preparadas em tubos de ensaio; novamente, foi realizado um teste em branco com água deionizada para comparação. Cinco gotas de ácido nítrico (HNO_3) concentrado e, posteriormente, cinco gotas de solução de 1% de nitrato de prata (AgNO_3) em água deionizada foram adicionadas a cada tubo de ensaio, de acordo com o método de Teutonico (1988) adaptado pelo NTPR (UFBA). A formação de um precipitado branco de cloreto de prata (AgCl) com conseqüente turvação são indicativos da presença de cloretos na solução.

A pesquisa de íons sulfato na solução (SO_4^{2-}) também foi realizada com tubos de ensaio; nesse caso, as amostras também foram comparadas com um teste em branco com água deionizada. De acordo com o NTPR (UFBA), cinco gotas de HCl concentrado e, na seqüência, outras cinco gotas de solução de 5% de cloreto de bário (BaCl_2) em água deionizada devem ser adicionadas à amostra. A precipitação do sulfato de bário (BaSO_4), que se apresenta branco na solução, ou seja, gera turvação, indica a presença de sulfatos (TEUTONICO, 1988).

Os resultados, portanto, são obtidos a partir da comparação das amostras com os testes em branco. A qualificação da presença de sais consiste em classificá-la como ausente, pequena quantidade, média quantidade ou grande quantidade, de acordo com as características de cor e turvação apresentadas.

5.2.8 Prospecção estratigráfica de pintura

Com a prospecção estratigráfica de pintura objetiva-se contar e identificar as camadas de cores aplicadas na edificação ao longo do tempo. A execução da prospecção das cores consiste na raspagem com bisturi das camadas de tinta apresentadas pelos elementos das fachadas, formando pequenos quadrados ou “janelas”, onde se possa analisar as camadas e medir suas cores. A raspagem deve ser executada até confirmar-se que o reboco encontrado não está sobreposto a uma camada de reboco mais antiga (FONSECA, 2006). A figura 96 apresenta o bisturi utilizado no ensaio de prospecção estratigráfica de pintura no *Château* e a figura 97 exemplifica as “janelas” de prospecção e o método de execução do ensaio. Na figura 97, os números caracterizam cada uma das camadas de tinta encontradas, sendo os valores crescentes da camada externa, que recebe o número 1, até a última camada interna identificada.

Figura 96 - Bisturi utilizado no ensaio de prospecção estratigráfica de pintura



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 97 - Execução do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura



(fonte: foto da autora, 2018)

Após a raspagem, pode-se fazer a avaliação da cor de forma simples e econômica comparando a olho nu a amostra cuja cor se deseja avaliar e uma amostra padrão de um sistema cromático. Segundo Fonseca (2006), existem diversos sistemas cromáticos no mercado, cada um com suas especificidades. Em relação à definição das cores nesses sistemas, Doyle (2002) explica que existem três dimensões: matiz, valor e croma. O matiz relaciona-se ao nome da cor, por exemplo, azul, amarelo; o valor representa o grau de claridade da cor, que pode variar de muito escuro até muito claro; croma significa a força de uma cor e o intervalo vai de muito fraco a muito forte. Cada uma das dimensões pode ser modificada sem alterar as demais. O sistema cromático utilizado na identificação das camadas de cores do *Château* é um catálogo de cores comercial, ilustrado pela figura 98, sendo a cor definida ao se comparar o catálogo à amostra a ser caracterizada, como pode ser visualizado na figura 99; não foi realizada comparação com catálogos de cores de sistemas de classificação internacional, como o NCS (*Natural Color System*), em função de o laboratório de desenvolvimento da pesquisa não possuir esse material.

Figura 98 - Sistema cromático utilizado - catálogo de cores



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 99 - Comparação da amostra com o catálogo de cores



(fonte: foto da autora, 2018)

A “janela” raspada para mostrar a camada de tinta deve ter tamanho adequado para não gerar alterações na comparação das cores. Segundo Fonseca (2006), no entanto, esse método de avaliação da cor não é suficientemente preciso. Deficiências no aparelho visual do observador e julgamentos subjetivos, modificação de tonalidade em função do contraste com cores adjacentes e a execução da observação em dias nublados, com sol ou com sombra podem influenciar na comparação das cores.

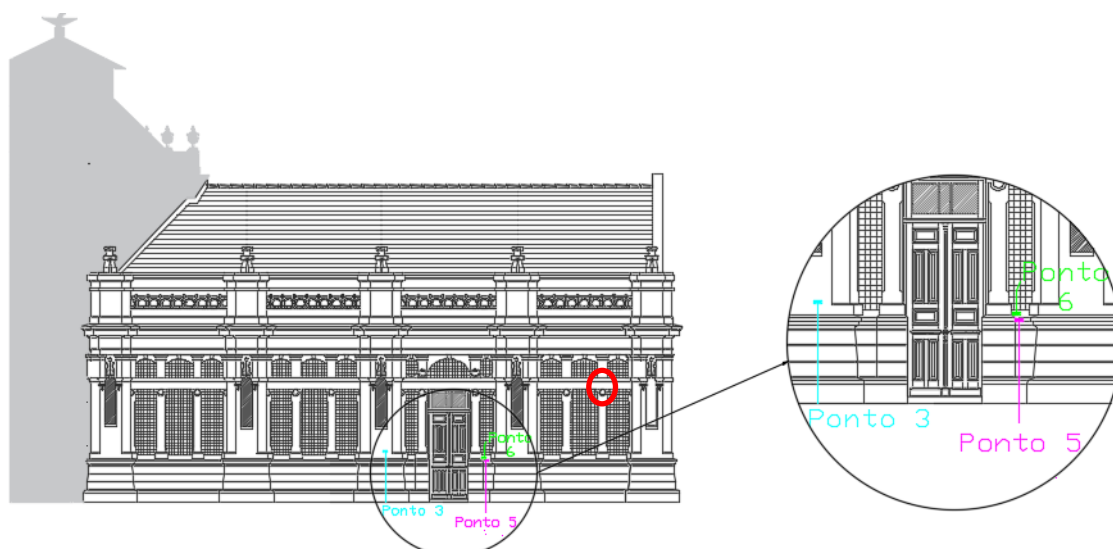
No *Château*, conforme ilustrado pelas figuras 100 e 101, o ensaio foi realizado nos paramentos lisos da edificação – pontos 1, 2 e 3 e nos detalhes como pingadeiras – pontos 4, 5 e 6. Não foi possível realizar o ensaio nos detalhes circulos em vermelho, em função da limitação da altura da escada disponível.

Figura 100 - Pontos para ensaio de prospecção de pintura - fachada norte - ala esquerda



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 101 - Pontos para ensaio de prospecção de pintura - fachada norte - ala direita



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

5.3 MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA DEGRADAÇÃO

O MMD proposto por Silva (2014) com ênfase em fachadas com revestimento cerâmico permite a quantificação da degradação e a estimativa da vida útil de fachadas e será, no presente trabalho, aplicado com algumas alterações para quantificar e analisar a degradação no *Château*, cuja fachada é revestida com argamassa. Silva (2014) apresenta quatro grandes etapas para a aplicação do MMD: o levantamento de dados, o tratamento dos dados, a análise preliminar dos dados e a análise final. A análise final, que envolve o fator custo, não será desenvolvida, uma vez que requer coeficientes que ponderam danos encontrados em diferentes edificações e, portanto, não consta no escopo deste trabalho.

5.3.1 Levantamento de dados

O levantamento de dados utiliza as informações obtidas a partir das análises e ensaios realizados, descritos no item 5.2. Silva (2014) indica a classificação das amostras como o próximo passo para aplicação do MMD. No *Château*, as amostras utilizadas são as porções em que a fachada foi dividida para o mapeamento de danos. Às amostras das fachadas foram aplicados ainda os seguintes critérios de divisão sugeridos por Silva (2014):

- a) classificação por região;
- b) sobreposição de uma malha para contagem das anomalias.

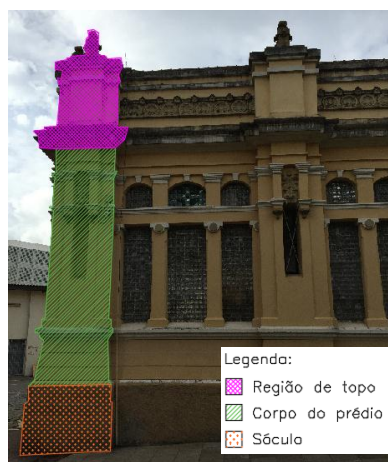
Para sobreposição da malha, as fachadas do *Château* foram divididas primeiramente em três regiões identificadas como região de topo, corpo do prédio e sóculo, destacadas na figura 102. Ainda, a extremidade de cada uma das fachadas foi analisada separadamente do restante da sua área, conforme ilustrado pela figura 103, devido às suas condições mais intensas de exposição aos fatores climáticos, por exemplo. A malha apresenta aberturas de 0,50m x 0,50m, resultando em áreas de 0,25m² sendo iniciada na parte inferior esquerda de cada região (SILVA, 2014; SOUZA, 2016). A figura 104 ilustra a sobreposição da malha à fachada oeste e os limites de cada uma das regiões.

Figura 102 - Divisão da fachada em regiões



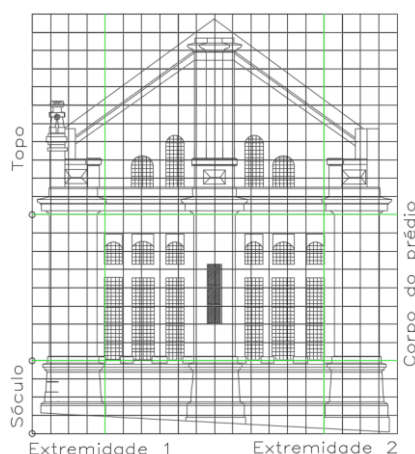
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 103 - Divisão da extremidade em regiões



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 104 - Ilustração da aplicação da malha à fachada oeste e das regiões para aplicação do MMD



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Para a aplicação do MMD, foram identificadas no mapeamento de danos as manifestações patológicas que se desenvolvem nas fachadas e que foram previamente descritas no capítulo 4, buscando-se estabelecer relações de causa e efeito, já que os fenômenos associados ao seu aparecimento são complexos (SILVA, 2014). Dessa forma, adaptando-se a metodologia utilizada por Silva (2014) para revestimentos cerâmicos ao *Château*, cujo revestimento é de argamassa, as manifestações patológicas caracterizadas para avaliar a evolução da degradação nas fachadas e seus respectivos códigos são:

- a) fissuras (FI);
- b) descolamentos (DC);
- c) deslocamentos (DP);
- d) quebras (QU);
- e) desagregação (DE);
- f) vesículas (VE);
- g) manchamento por umidade (MU);
- h) manchamento por sujidade (MS);
- i) biodeterioração – manchamento (BM);
- j) biodeterioração – vegetação (BV);
- k) biodeterioração – animais (BA);
- l) biodeterioração – insetos (BI);
- m) sais – eflorescência (EF);
- n) sais – criptoflorescência (CF);
- o) pintura – bolha (PB);
- p) pintura – descascamento (PD);
- q) pintura – microfissuras/craquelamento (PC).

5.3.2 Tratamento dos dados

Após a conclusão do levantamento dos dados deve ser efetuada a quantificação da ocorrência das manifestações patológicas. A contagem foi realizada utilizando-se como base uma ficha que identifica as amostras e suas regiões, além de cada tipo de manifestação patológica em estudo. No quadro 5, é apresentada uma ficha adaptada às características do *Château* (SILVA, 2014). Na ficha são utilizados os códigos apresentados em 5.3.1.

Quadro 5 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas por região de cada amostra das fachadas do *Château*

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra:																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo																	
Corpo do prédio																	
Topo																	

(fonte: adaptado de SILVA, 2014)

Os danos foram quantificados por contagem simples da seguinte forma: o número de unidades de malha que ocupam corresponde ao número de unidades do respectivo dano; multiplicando-se as unidades do dano por 0,25m² obtém-se a área correspondente, necessária para o cálculo dos fatores de degradação das fachadas. Com a quantificação dos danos e sua conversão em área, podem ser calculados fatores de danos (FD), que permitem, a definição de um parâmetro inicial para análise da degradação, pois, quanto maior o valor resultante, mais intenso é o processo de degradação (SILVA, 2014).

A área das amostras e das regiões considera somente as células opacas da malha. Dessa forma, células que contenham somente aberturas, esquadrias ou coberturas não são contabilizadas; pelo contrário, células que apresentam uma parcela de revestimento de fachada e outra de aberturas ou coberturas serão consideradas no cálculo da área.

De acordo com Souza (2016), pode-se calcular o FD em função da degradação em geral ou nas regiões. O fator de danos total (FD_{TOTAL}) está relacionado à área total da amostra e consiste no somatório do FD de cada anomalia, podendo, portanto, assumir valores maiores do que 1,00, pois podem existir sobreposições de manifestações patológicas dentro de uma mesma célula da malha. A limitação desse fator é não considerar a influência e importância de cada manifestação patológica na evolução da degradação. O FD_{TOTAL}, segundo Souza (2016), é calculado com a equação 1:

$$FD_{TOTAL} = \sum \frac{A_{d(n)}}{A_t} \quad (\text{equação 1})$$

Sendo:

FD_{TOTAL} = fator de danos total da fachada;

$A_{d(n)}$ = área da manifestação patológica na amostra da fachada (m²);

A_t = área total da amostra da fachada (m²).

Pode-se, ainda, calcular o fator de danos da região corrigido (FD_{RC}), em que há enfoque nas regiões em que se divide cada amostra. Uma vez que as regiões apresentam áreas diferenciadas entre si, para permitir a comparação entre a extensão das manifestações patológicas nas diferentes regiões, deve ser aplicado um coeficiente de correção. A degradação é medida em área degradada e regiões com maior área apresentam, em geral, maiores índices de degradação do que os que ocorrem em áreas menores. O coeficiente de correção pode ser calculado conforme indicado pela equação 2 (SOUZA, 2016):

$$CC_r = \frac{A_{r(m)}}{A_{r(x)}} \quad (\text{equação 2})$$

Sendo:

CC_r = coeficiente de correção das regiões;

$A_{r(m)}$ = área da região da amostra com menor área (m²);

$A_{r(x)}$ = área total da região em análise (m²).

Após o cálculo do coeficiente de correção das regiões pode-se aplicá-lo para o cálculo do FD_{RC} . A equação 3 representa o cálculo desse índice (SOUZA, 2016):

$$FD_{RC} = \left(\frac{\sum Ad_{r(n)}}{A_t} \right) \times CC_r \quad (\text{equação 3})$$

Sendo:

FD_{RC} = fator de danos da região corrigido;

$A_{dr(n)}$ = área danificada de determinada manifestação patológica em determinada região (m²);

A_t = área total da amostra da fachada (m²);

CC_r = coeficiente de correção da região em análise.

5.3.3 Análise preliminar dos dados

Nessa etapa do MMD, Silva (2014) sugere o estudo da degradação considerando a análise de fatores de danos com a observação da influência de cada tipo de manifestação patológica, permitindo a tipificação do seu comportamento. No capítulo 6, será apresentada uma análise crítica dos dados utilizados para estimar o nível de degradação da edificação, verificando hipóteses que possam explicar as causas e o progresso dos fenômenos patológicos. Nesse sentido, será analisada a influência do tipo de manifestação patológica, da orientação das fachadas e das regiões em que se dividem as amostras das fachadas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, é apresentado o diagnóstico das manifestações patológicas do *Château* e são discutidos os resultados dos ensaios; também é aplicado o método de mensuração da degradação para se avaliar quantitativamente as manifestações patológicas identificadas. Dessa forma, serão obtidas as informações necessárias para embasar a proposição de soluções de intervenção que permitam preservar a vida útil da edificação.

6.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

A seguir, serão apresentados os resultados dos ensaios realizados na edificação. Junto aos resultados, será realizada uma análise do que representam a fim de que, no próximo capítulo, possam ser propostas soluções para os problemas identificados.

6.1.1 Mapas de danos

A partir do levantamento visual da fachada e do ensaio de percussão, foram elaborados os mapas de danos do *Château*, sendo um mapa para cada amostra da edificação definida no item 5.2.2. Os mapas podem ser visualizados nas figuras 105 a 110 na seguinte sequência: fachada norte – ala esquerda, fachada norte – ala direita, torreão, fachada sul – ala esquerda, fachada sul – ala direita e, por fim, fachadas oeste e leste. Na representação das amostras das fachadas, foi também ilustrada a continuação da edificação, a fim de facilitar o entendimento de sua posição e orientação.

Figura 105 - Mapa de danos da fachada norte - ala esquerda

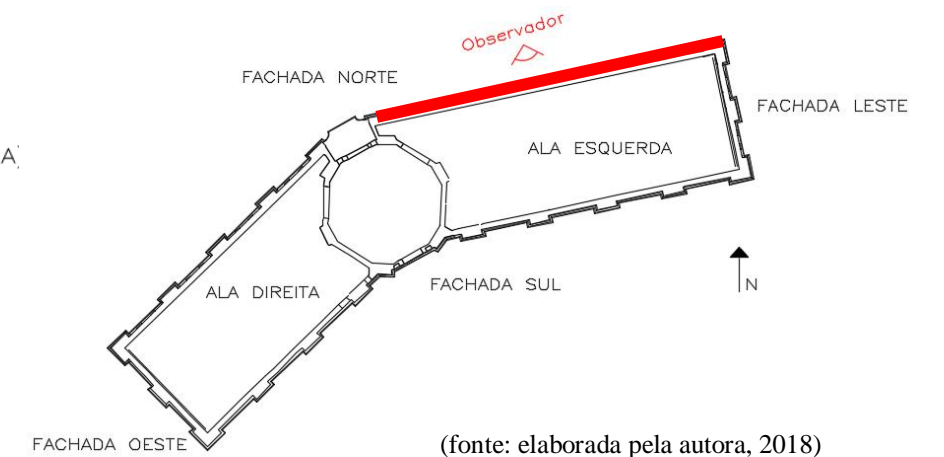


LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

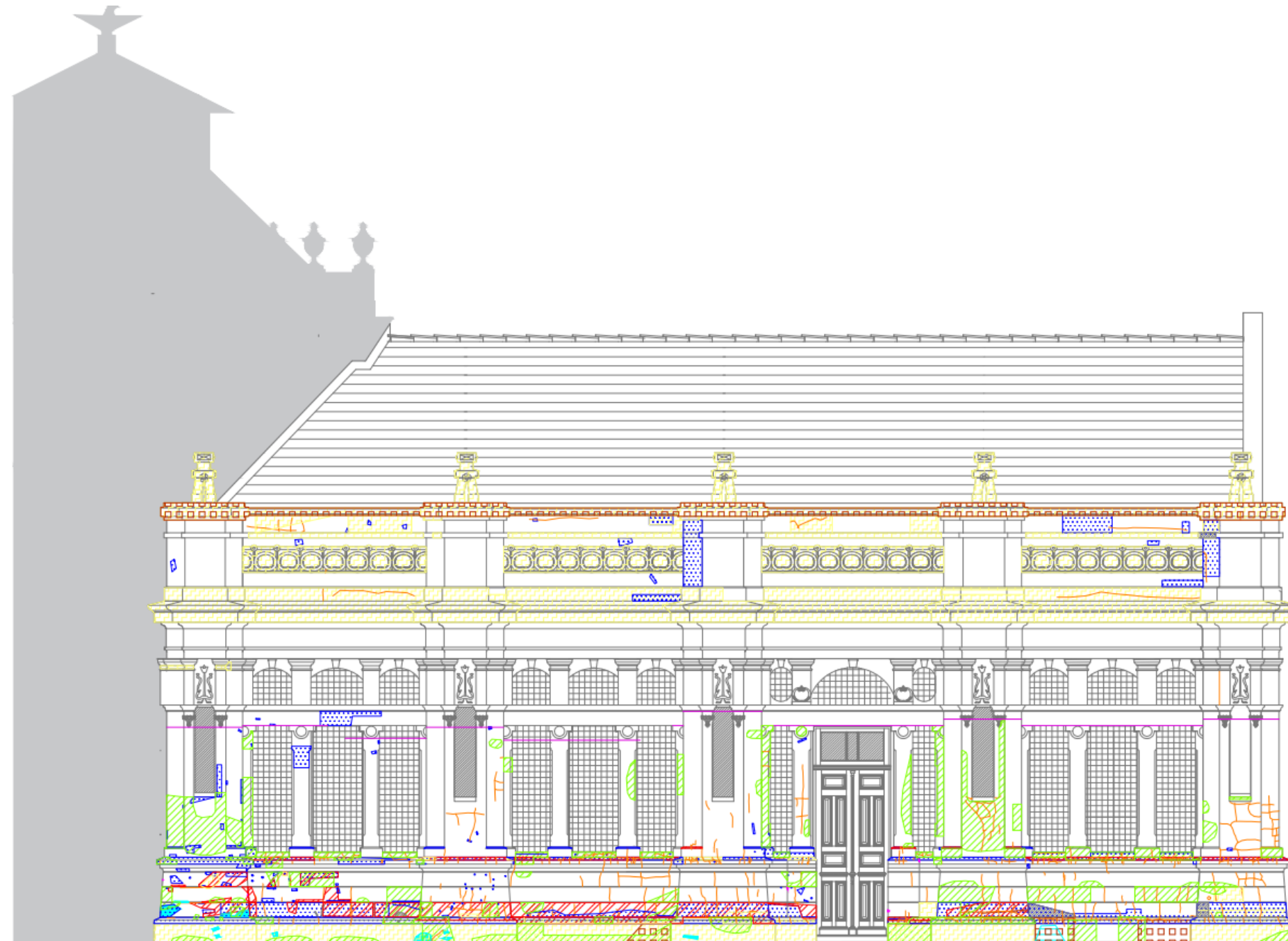
- Fissuras (FI)
- Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
- Deslocamento (DP)
- Quebra (QU)
- Desagregação superficial (DE)
- Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escoamento, se claro (C), se escuro (E), sem escoamento (S).
- Manchamento por umidade (MU)
- Manchamento por sujeira (MS)
- Biodeterioração – manchamento (BM)

- Biodeterioração – vegetação (BV)
- Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
- Biodeterioração – insetos (BI)
- Sais – eflorescência (EF)
- Sais – criptoflorescência (CF)
- Pintura – bolha (PB)
- Pintura – descolamento (PD)
- Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)
- Limites do ensaio de percussão



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 106 - Mapa de danos da fachada norte - ala direita

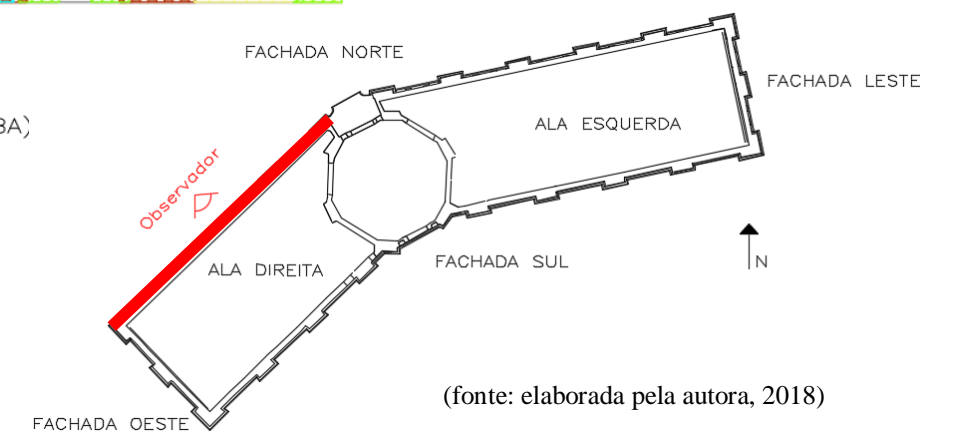


LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

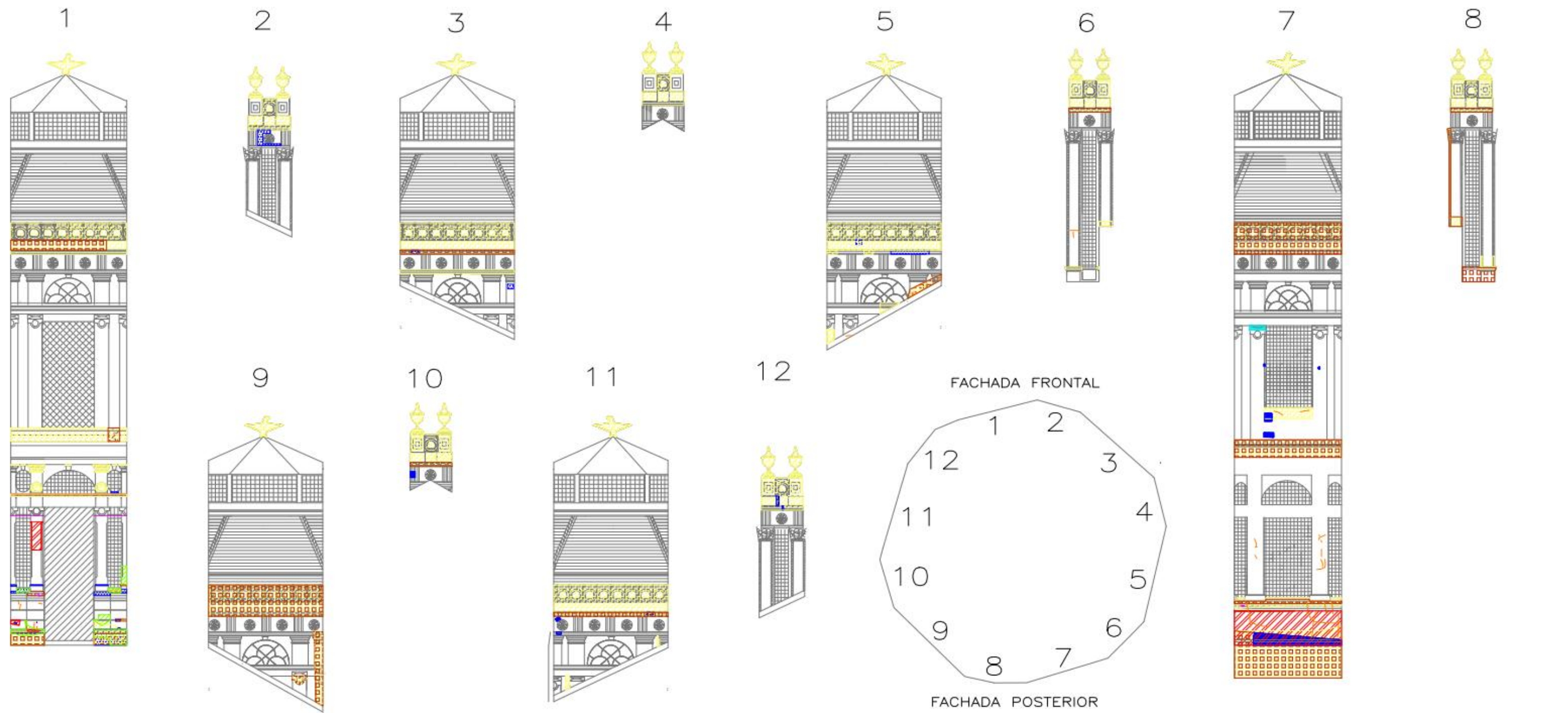
- Fissuras (FI)
- Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
- Desplacamento (DP)
- Quebra (QU)
- Desagregação superficial (DE)
- Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escorrimento, se claro (C), se escuro (E), sem escorrimento (S).
- Manchamento por umidade (MU)
- Manchamento por sujidade (MS)
- Biodeterioração – manchamento (BM)

- Biodeterioração – vegetação (BV)
- Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
- Biodeterioração – insetos (BI)
- Sais – eflorescência (EF)
- Sais – criptoflorescência (CF)
- Pintura – bolha (PB)
- Pintura – descolamento (PD)
- Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)
- Limites do ensaio de percussão



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 107 - Mapa de danos do torreão

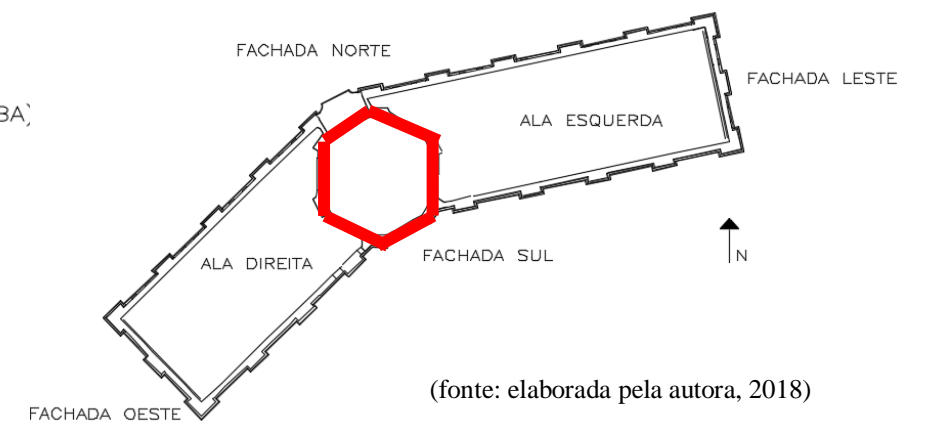


LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

- Fissuras (FI)
- Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
- Desplacamento (DP)
- Quebra (QU)
- Desagregação superficial (DE)
- Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escurimento, se claro (C), se escuro (E), sem escurimento (S).
- Mancharmento por umidade (MU)
- Mancharmento por sujeira (MS)
- Biodeterioração – mancharmento (BM)

- Biodeterioração – vegetação (BV)
- Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
- Biodeterioração – insetos (BI)
- Sais – eflorescência (EF)
- Sais – criptoflorescência (CF)
- Pintura – bolha (PB)
- Pintura – descolamento (PD)
- Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)
- Limites do ensaio de percussão



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 108 - Mapa de danos da fachada sul - ala esquerda

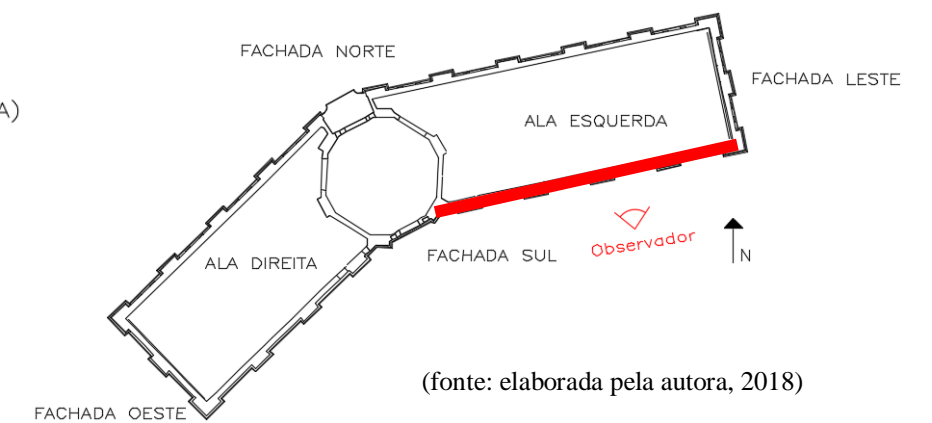


LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

- Fissuras (FI)
- Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
- Deslocamento (DP)
- Quebra (QU)
- Desagregação superficial (DE)
- Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escorrimento, se claro (C), se escuro (E), sem escorrimento (S).
- Mancharamento por umidade (MU)
- Mancharamento por sujeira (MS)
- Biodeterioração – manchamento (BM)

- Biodeterioração – vegetação (BV)
- Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
- Biodeterioração – insetos (BI)
- Sais – eflorescência (EF)
- Sais – criptoflorescência (CF)
- Pintura – bolha (PB)
- Pintura – descolamento (PD)
- Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)
- Limites do ensaio de percussão



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 109 - Mapa de danos da fachada sul - ala direita

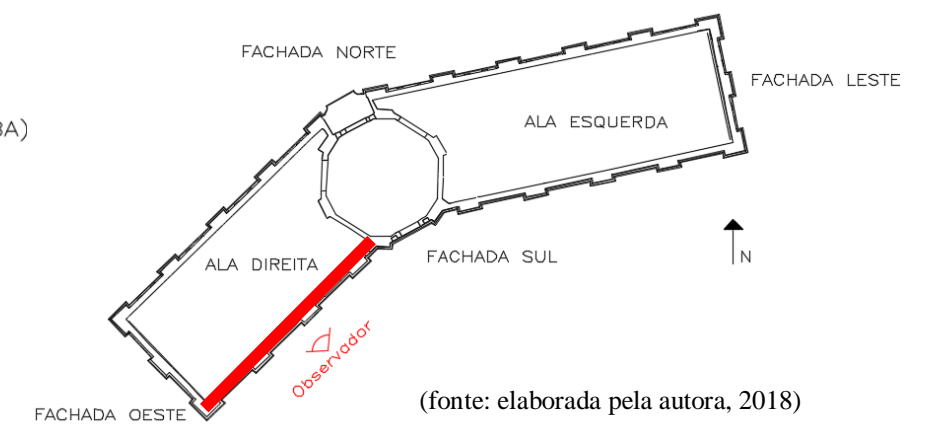


LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

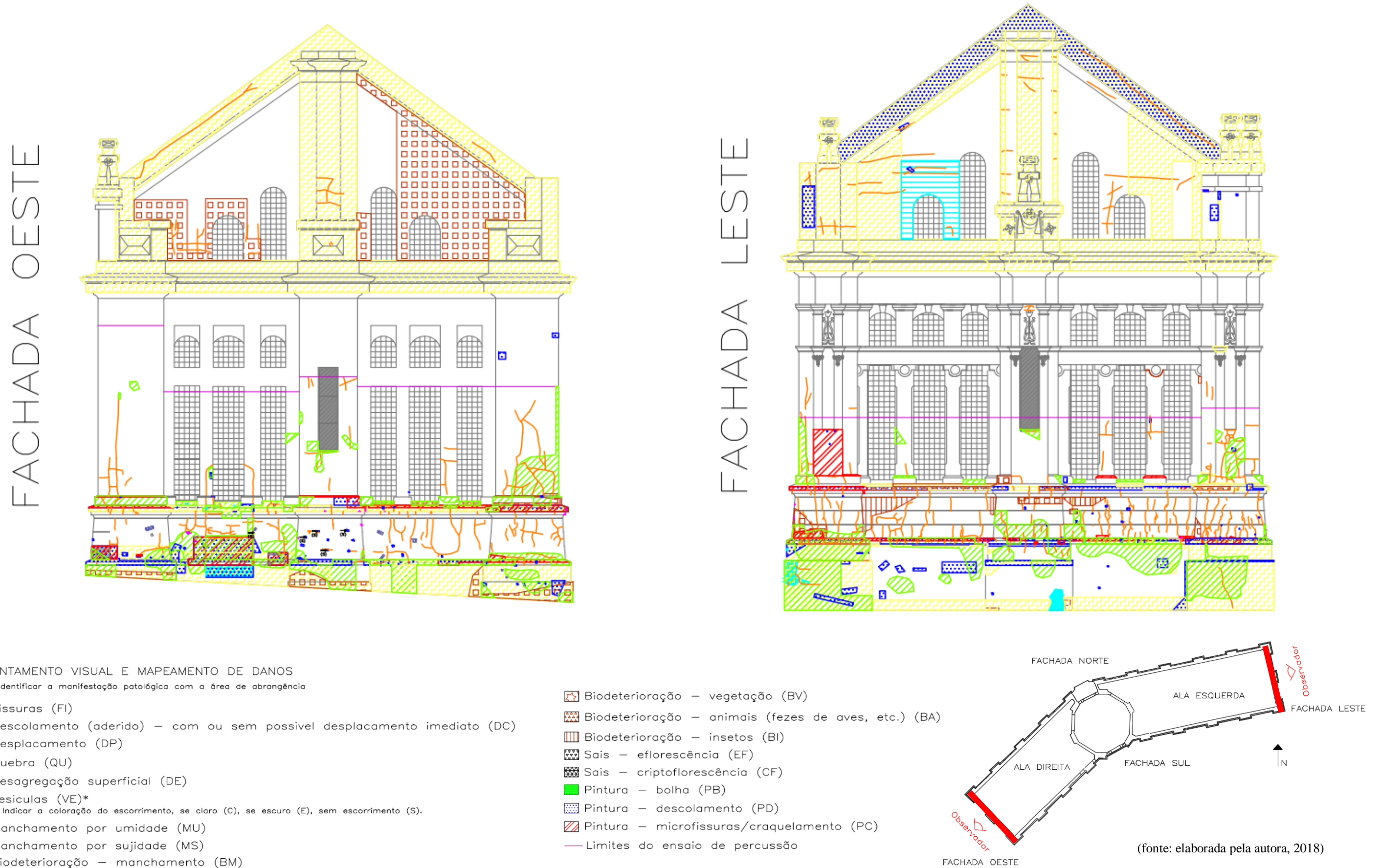
- Fissuras (FI)
- Descolamento (aderido) – com ou sem possível deslocamento imediato (DC)
- Deslocamento (DP)
- Quebra (QU)
- Desagregação superficial (DE)
- Vesículas (VE)*
- *Obs.: Indicar a coloração do escoamento, se claro (C), se escuro (E), sem escoamento (S).
- Manchamento por umidade (MU)
- Manchamento por sujeira (MS)
- Biodeterioração – manchamento (BM)

- Biodeterioração – vegetação (BV)
- Biodeterioração – animais (fezes de aves, etc.) (BA)
- Biodeterioração – insetos (BI)
- Sais – eflorescência (EF)
- Sais – criptoflorescência (CF)
- Pintura – bolha (PB)
- Pintura – descolamento (PD)
- Pintura – microfissuras/craquelamento (PC)
- Limites do ensaio de percussão



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

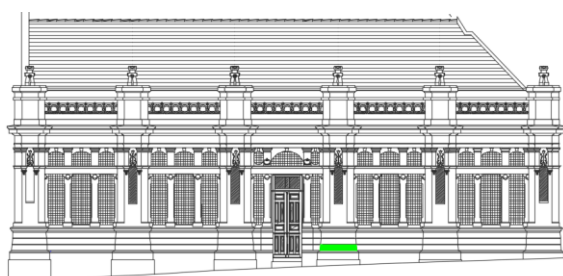
Figura 110 - Mapa de danos das fachadas oeste e leste



Não foram registradas em mapas de danos as manifestações patológicas identificadas em reentrâncias laterais e saliências da edificação; foram registradas apenas as manifestações identificadas sobre as áreas da fachada retratadas em verdadeira grandeza, vista frontal, nos projetos. Identificou-se, porém, que na maioria dos casos as manifestações patológicas nas reentrâncias e saliências apresentam uma coerência e continuidade com aquelas apresentadas pelas áreas adjacentes, apesar de, em alguns casos, as áreas afetadas apresentarem-se em diferentes estados de degradação. O apêndice A apresenta um levantamento fotográfico realizado na edificação a fim de ilustrar as manifestações patológicas que ocorrem em suas reentrâncias laterais e saliências.

Não foram identificadas na edificação as manifestações patológicas biodeterioração causada por animais e eflorescência. A criptoflorescência também não foi registrada no mapa de danos, no entanto, no sóculo da ala esquerda da fachada norte foi identificado um possível foco dessa manifestação patológica, que está ilustrada pelas figuras 111 e 112. Uma vez que a presença de sais não foi confirmada neste local específico através de teste qualitativo, pois não houve extração de amostra no local em função de não ser um ponto discreto e de haver possibilidade de deslocamento do revestimento, a ocorrência da criptoflorescência é somente uma hipótese. Considerando-se, no entanto, a identificação de sais solúveis em outras amostras do revestimento do *Château*, como será apresentado no item 6.1.4, pode-se afirmar que essa edificação está sujeita à ocorrência de eflorescências e criptoflorescências.

Figura 111 - Localização na ala esquerda da fachada norte com possível foco de criptoflorescência



■ Possibilidade de ocorrência de criptoflorescência

fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura 112 - Possibilidade de criptoflorescência na fachada norte - ala esquerda



(fonte: foto da autora, 2018)

A comparação entre as figuras 113 e 114 permite visualizar a diferença de aspecto das manifestações patológicas relacionada à presença de umidade em função da ocorrência de chuvas. Em dias chuvosos, as regiões que aparentemente retêm mais umidade são aquelas em que o manchamento por sujidade e biodeterioração apresenta-se mais escuro; a umidade descendente, portanto, implica que os danos identificados sejam visualizados com maior destaque.

Figura 113 - Aspecto das manifestações patológicas do *Château* em dias sem chuva



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 114 - Aspecto das manifestações patológicas do *Château* em dias chuvosos



(fonte: foto da autora, 2018)

6.1.2 Termografia

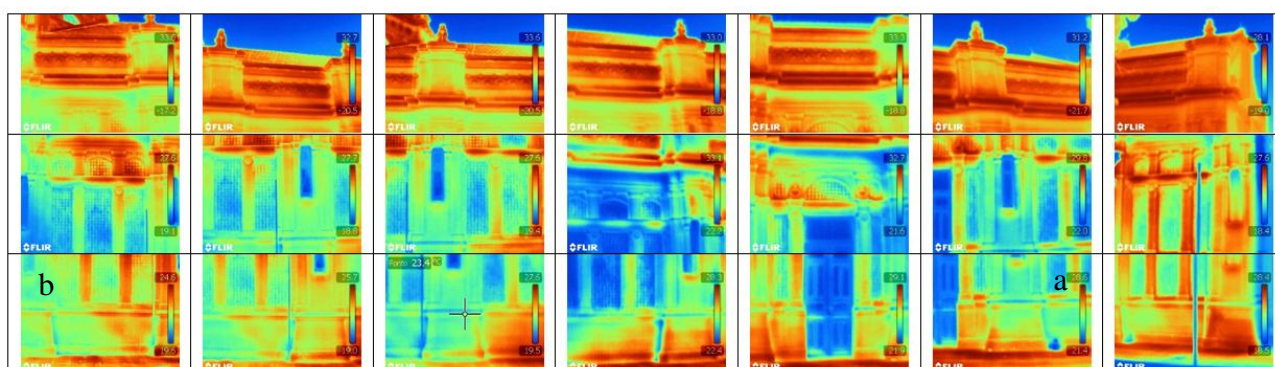
Nesse item, serão analisadas as imagens obtidas com câmera termográfica e o que elas indicam a respeito da edificação em estudo. Para todas as fachadas do *Château*, as imagens

obtidas foram compiladas, ou seja, essas imagens foram dispostas de acordo com sua posição relativa na fachada, no entanto, existem distorções devido à angulação e à distância de obtenção das imagens. Devido a esses fatores, também há variações na escala das temperaturas entre as imagens, em geral, dentro dos extremos 18°C e 33°C; o que está sendo analisado no compilado de imagens, porém, é a temperatura relativa entre as áreas da fachada e não seus valores absolutos. A cor azul está associada a temperaturas baixas e a cor vermelha a temperaturas elevadas.

As imagens foram compiladas para facilitar a análise das diferentes temperaturas em toda a extensão das fachadas. Optou-se por essa forma de apresentação especialmente porque cada uma das imagens abrange uma área relativamente pequena ao se comparar com a área total da fachada, em função do distanciamento obtido com a câmera termográfica de acordo com a proximidade do *Château* em relação às edificações adjacentes.

A figura 115 apresenta o compilado de imagens obtidas na fachada norte – ala direita do *Château*. A região de topo da fachada apresenta temperaturas elevadas em comparação com o corpo do prédio, de maneira uniforme ao longo de toda sua extensão. A extremidade à direita do corpo do prédio, adjacente à fachada oeste, apresenta temperaturas mais elevadas que o restante da fachada na ala em análise. O sóculo apresenta temperaturas elevadas em comparação ao corpo do prédio, que aumentam em direção à base da edificação.

Figura 115 - Compilado de imagens - termografia da fachada norte - ala direita

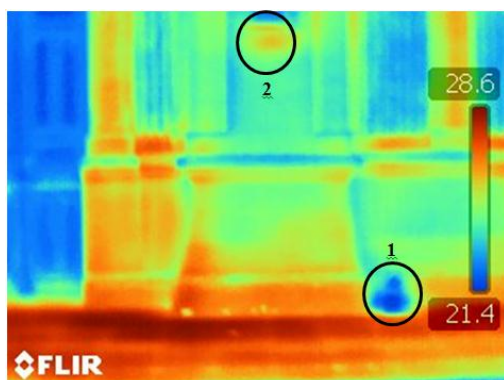


(fonte: fotos da autora, 2018)

Na figura 116, cuja localização corresponde à posição identificada com a letra a na figura 115 e cuja aparência real é ilustrada pela figura 117, visualiza-se uma mancha azul escura na base

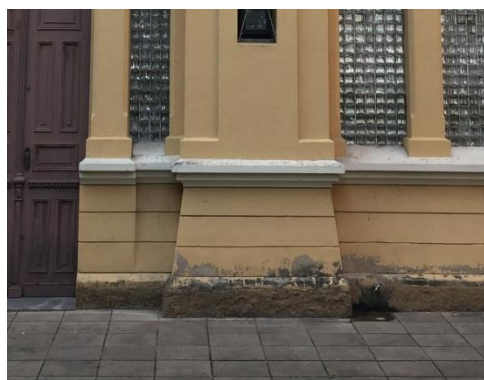
do sóculo, assinalada pelo círculo 1. Essa mancha corresponde a uma região úmida, resultante da instalação de uma torneira na edificação em momento posterior à construção, ilustrada pela figura 118. Logo abaixo da janela, ainda na figura 116, o círculo 2 destaca uma região do revestimento com temperatura superficial mais alta que a das regiões adjacentes. De acordo com Mario (2011), regiões com temperaturas superiores podem indicar descolamento do revestimento, o que foi confirmado nesse caso com o ensaio de percussão. Nessa região com maior temperatura também existem fissuras; de fato, ocorrem diferenças de temperatura entre regiões com e sem fissuras das fachadas, pois o ar atua como uma camada de isolamento, dificultando a transferência de energia térmica ao longo da sua extensão (FREITAS *et al.*, 2013).

Figura 116 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala direita – temperaturas diferenciadas



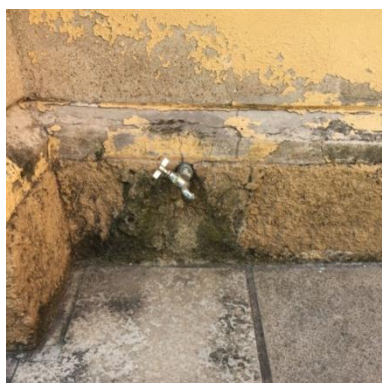
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 117 - Região da figura 116 com manifestações patológicas identificadas com a termografia



(fonte: foto da autora, 2018)

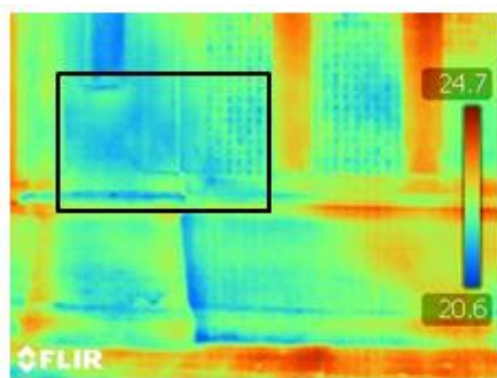
Figura 118 - Instalação de torneira após a construção



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 119, referente à localização identificada na figura 115 com a letra b, é interessante observar que o descolamento da argamassa na região em destaque, identificado no ensaio de percussão, está em uma região de temperatura mais baixa que as adjacentes, diferentemente do que foi apresentado para a figura 116; a região em estudo também pode ser visualizada na figura 120. Isso ocorre em função do fluxo de temperatura, já que a transferência de calor sofre alterações caso a parede apresente algum tipo de vazio (FREITAS *et al.*, 2013). De acordo com Mario (2011), uma vez que o calor se desloca de ambientes com temperatura superior para outros com temperatura inferior, caso o ambiente externo em relação à parede com o revestimento se apresente com temperatura superior à do interno, o calor se desloca do sentido exterior para o interior do prédio. Nas zonas de descolamento, a formação de um bolsão de ar aquecido resulta em temperatura superficial mais alta, uma vez que nessa zona o transporte de calor é dificultado pelo descolamento. O bolsão, portanto, quando se localiza no ambiente de temperatura inferior, faz com que a temperatura superficial do revestimento seja menor que a do seu entorno. O mecanismo do transporte de calor em relação ao descolamento é ilustrado pela figura 121.

Figura 119 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala direita – descolamento em região mais fria que as adjacentes



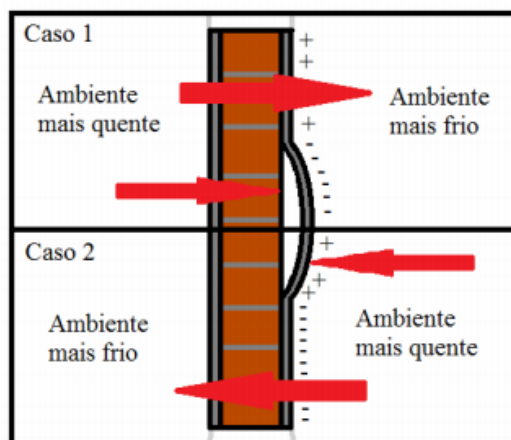
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 120 - Região da figura 119 com manifestações patológicas identificadas com a termografia



(fonte: foto da autora, 2018)

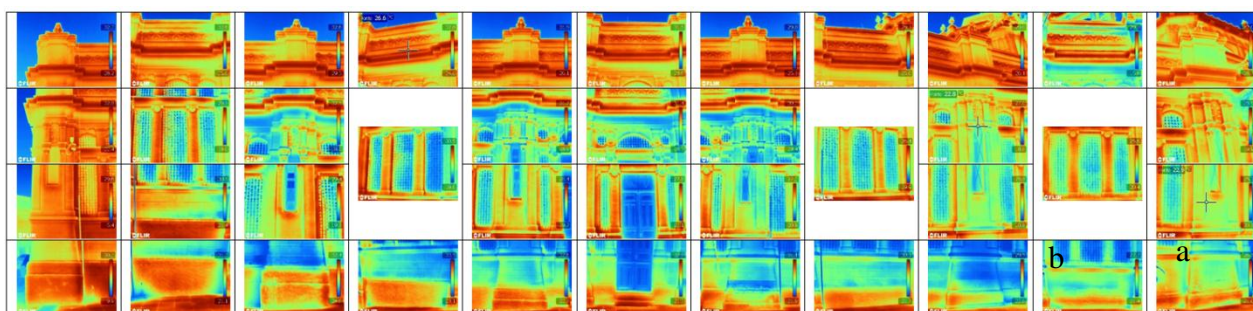
Figura 121 - Mecanismo do transporte de calor em zonas de descolamento



(fonte: MARIO, 2011)

Na figura 122, é apresentado um compilado de imagens de termografia obtidas na ala esquerda da fachada norte. Observam-se, novamente, temperaturas mais elevadas na região de topo e na porção do sóculo mais próxima do solo. Na região superior do sóculo, no entanto, são identificadas temperaturas mais baixas. O corpo do prédio, em geral, apresenta temperaturas intermediárias entre os limites identificados.

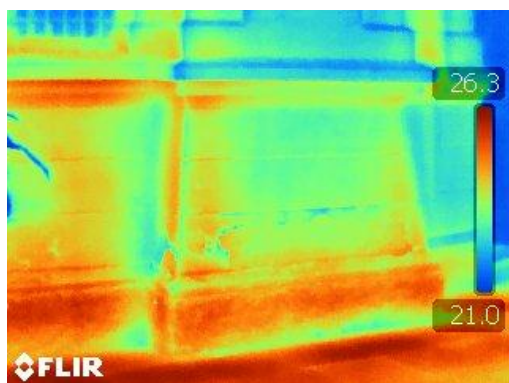
Figura 122 - Compilado de imagens - termografia da fachada norte - ala esquerda



(fonte: fotos da autora, 2018)

Na figura 123, relacionada à região assinalada com a letra a na figura 122, pode-se visualizar o contorno das manifestações patológicas de deslocamento e descascamento da pintura apresentadas pela figura 124. As temperaturas elevadas no extremo inferior do sóculo podem estar relacionadas ao deslocamento do revestimento no local, confirmado pelo ensaio de percussão e apresentado no mapa de danos.

Figura 123 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala esquerda



(fonte: foto da autora, 2018)

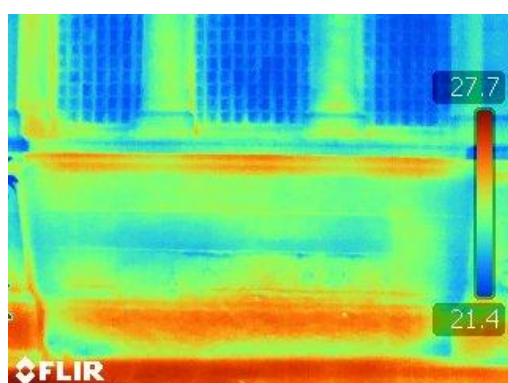
Figura 124 - Região da figura 123 com manifestações patológicas identificadas com a termografia



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 125, correspondente à letra b demarcada na figura 122, percebe-se, novamente, a presença de uma região de temperaturas elevadas próximas à base do sóculo do *Château*; a ocorrência dessa situação, comum na fachada norte, está vinculada à provável presença de bolsões de ar devidos ao descolamento do revestimento. A figura 126 ilustra a região em análise pela figura 125.

Figura 125 - Detalhe - termografia na fachada norte - ala esquerda – temperatura elevada do sóculo em relação às regiões adjacentes



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 126 - Região da figura 125 com manifestações patológicas identificadas com a termografia



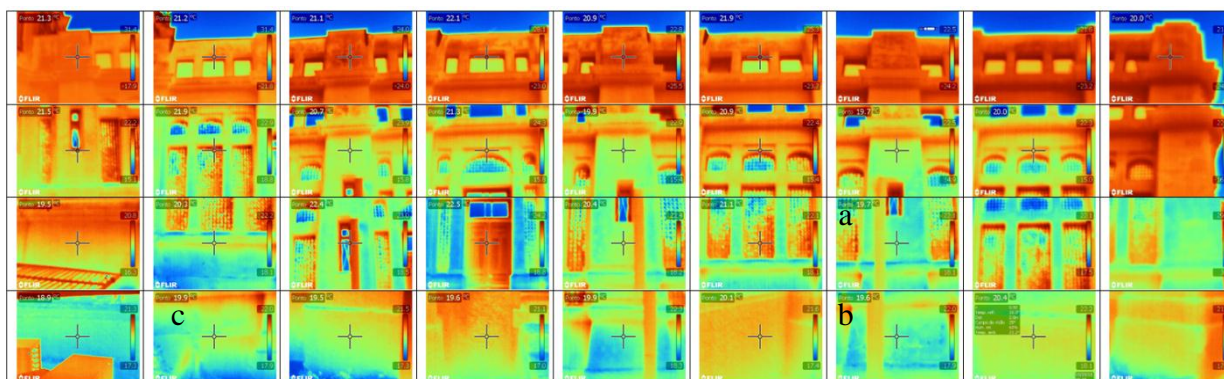
(fonte: foto da autora, 2018)

Na fachada norte, portanto, a termografia não identificou a presença de umidade ascensional do solo na edificação. Existem regiões com temperaturas mais baixas, especialmente localizadas no corpo do prédio, possivelmente relacionadas à sua umidade superior em

relação às regiões adjacentes, que pode ser resultante da infiltração de água do ambiente externo. As regiões de topo e sóculo na fachada norte apresentam temperaturas mais elevadas que o corpo do prédio.

A figura 127 expõe um compilado de imagens obtidas durante o ensaio de termografia na ala esquerda da fachada sul. Novamente, a região de topo apresenta temperaturas mais elevadas em comparação às demais áreas dessa fachada; essa região apresenta manchamento por sujeidade e biodeterioração, possivelmente potencializados pelas elevadas temperaturas. Observa-se, no entanto, que o sóculo não aparece com temperaturas tão elevadas quanto às da região de topo, como foi verificado na fachada norte. A ocorrência de zonas mais frias próximas ao solo pode ser indicativa da presença de umidade ascensional que, no entanto, não atinge alturas elevadas na edificação, restringindo-se à própria região do sóculo.

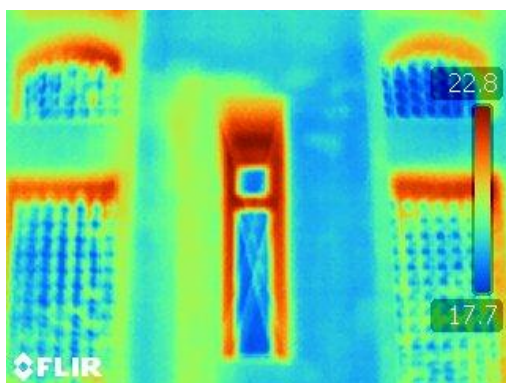
Figura 127 - Compilado de imagens - termografia da fachada sul - ala esquerda



(fonte: fotos da autora, 2018)

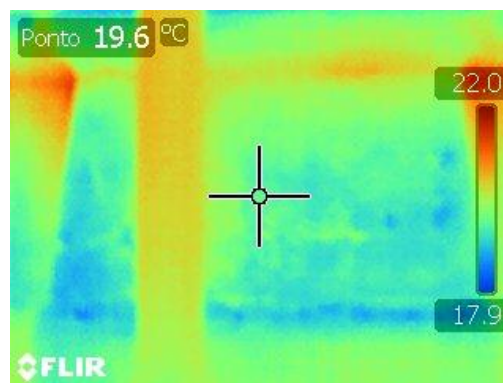
As figuras 128 e 129 identificadas, respectivamente, com as letras a e b na figura 127, ilustram a presença de umidade no corpo do prédio e no sóculo da ala esquerda da fachada sul. No mapa de danos, identificou-se descolamento do revestimento, biodeterioração, descascamento da pintura, manchamento e craquelamento da pintura na região, o que pode confirmar a presença de umidade. A figura 130 ilustra a aparência real da fachada sul nessa região que foi furada em intervenção posterior à construção; a área com temperaturas mais baixas da figura 129 parece seguir a configuração da sujeidade apresentada pela figura 130.

Figura 128 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – região mais fria que as adjacentes no corpo do prédio



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 129 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – região mais fria que as adjacentes no sóculo



(fonte: foto da autora, 2018)

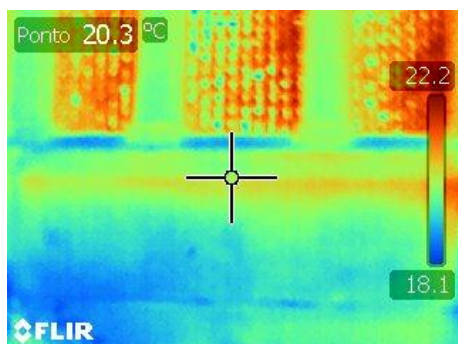
Figura 130 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região identificada pela termografia com temperaturas inferiores, apresentada pelas figuras 128 e 129



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 131, apresenta-se a região identificada com a letra c na figura 127; a cor azul pode indicar a presença de umidade no revestimento, corroborado pelo seu aspecto, apresentado pela figura 132. Ainda, em meio à cor azul da figura 131, as porções com temperaturas mais elevadas podem estar associadas à presença de bolsões de ar resultantes de descolamento do revestimento, que foi confirmado com o ensaio de percussão.

Figura 131 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala esquerda – presença de umidade e descolamentos do revestimento



(fonte: foto da autora, 2018)

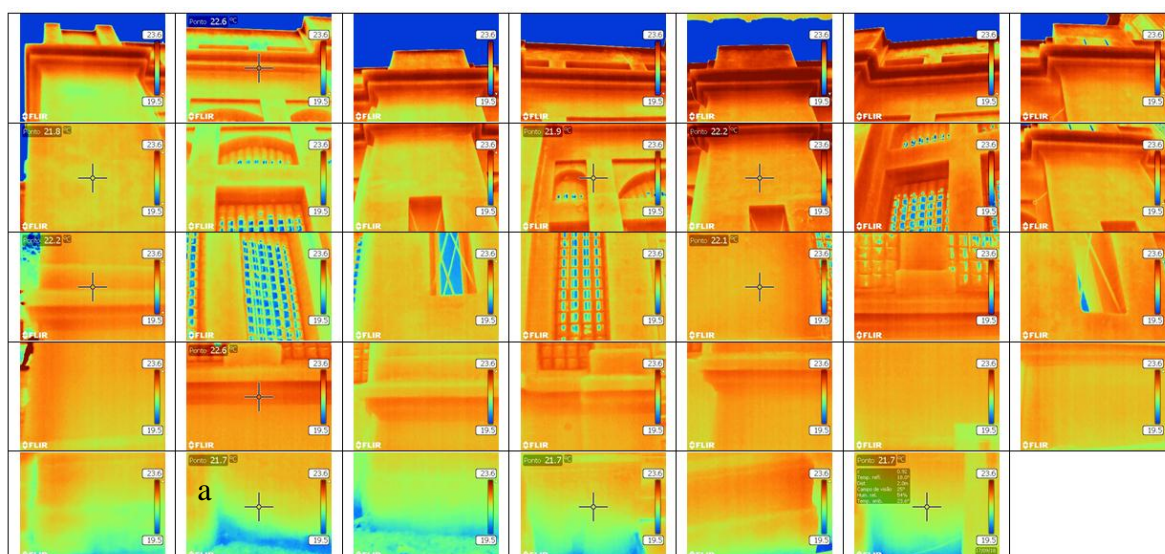
Figura 132 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região analisada com termografia apresentada pela figura 131



(fonte: foto da autora, 2018)

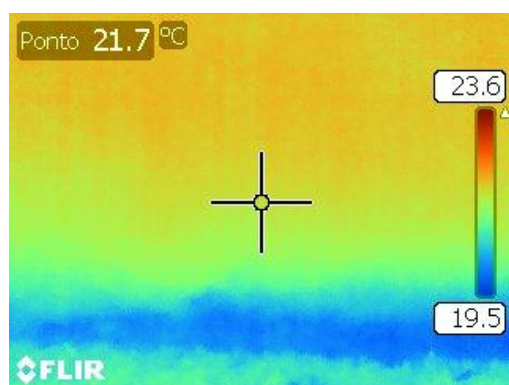
Na figura 133, é apresentado um compilado de imagens obtidas com câmera termográfica na ala direita da fachada sul. Em função da proximidade dessa fachada com uma edificação adjacente, as imagens abrangem áreas menores que as das outras fachadas e por isso a sua disposição ficou prejudicada. Pode-se perceber uma maior uniformidade de temperaturas no revestimento em relação às outras fachadas analisadas, ocorrendo coloração azul apenas no contato da edificação com o solo, conforme ilustrado pelas figuras 134 e 135, relacionadas à região demarcada com a letra a na figura 133. A coloração azul está relacionada a temperaturas mais baixas, possivelmente resultantes da ocorrência de umidade ascensional, que se restringe à zona inferior do sóculo.

Figura 133 - Compilado de imagens - termografia da fachada sul - ala direita



(fonte: fotos da autora, 2018)

Figura 134 - Detalhe de termografia - fachada sul - ala direita – zona mais fria próxima ao solo



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 135 - Aparência real da fachada sul - ala esquerda em região analisada com termografia apresentada pela figura 134

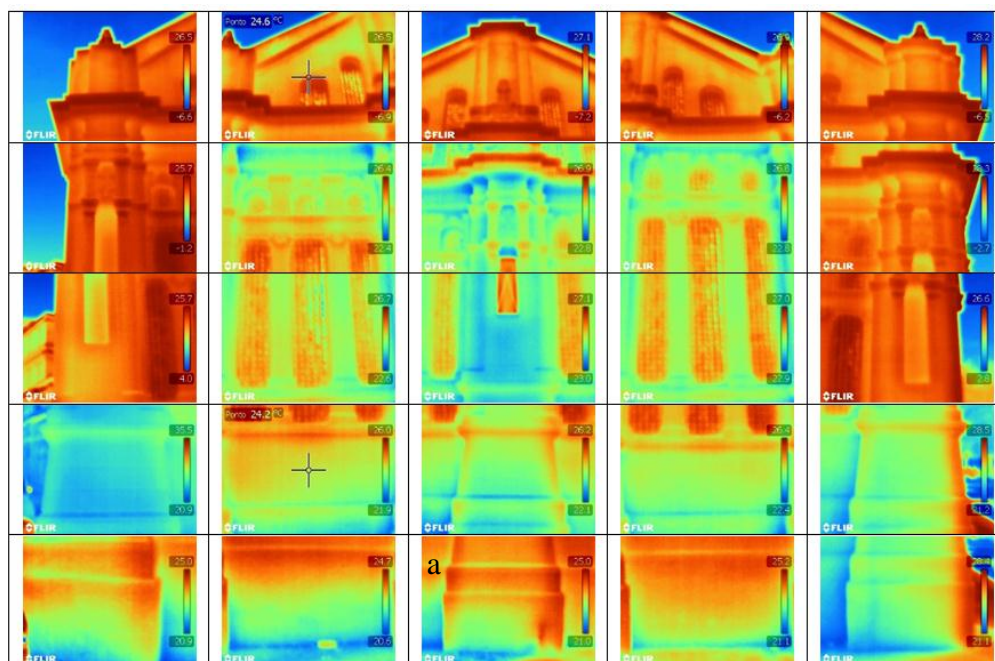


(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 136, é apresentado um compilado de imagens referentes ao ensaio de termografia na fachada leste. Nesse caso, próximo à base do sóculo, identifica-se novamente a presença de uma região azulada, ou seja, o revestimento apresenta temperatura superficial inferior, indicando presença de umidade. Essa zona úmida, no entanto, não atinge alturas elevadas, pois está presente apenas na região de contato com o solo. Novamente, a região de topo

apresenta temperaturas elevadas. As extremidades esquerda e direita da fachada leste encontram-se em temperaturas elevadas ao serem comparadas com o centro da fachada.

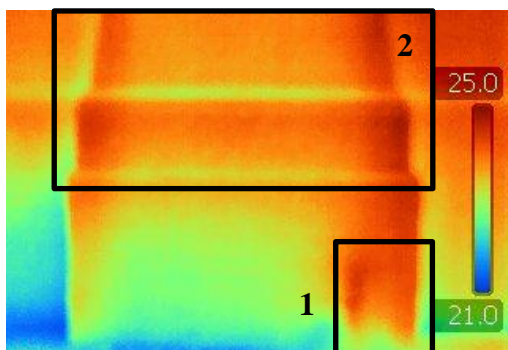
Figura 136 - Compilado de imagens - termografia da fachada leste



(fonte: fotos da autora, 2018)

Na figura 137, cuja localização está identificada com a letra a na figura 136, o destaque 1 apresenta uma região com temperatura elevada em relação à área adjacente; isso ocorre porque no local foi aplicada argamassa de revestimento em uma intervenção posterior à construção; em função de sua coloração e aspecto visual, apresentados pela figura 138, essa argamassa possivelmente apresenta cimento como ligante. No destaque 2, a temperatura elevada pode estar relacionada à presença de bolsões de ar, vinculados ao descolamento do revestimento identificado no ensaio de percussão.

Figura 137 - Detalhe de termografia - fachada leste – destaques com temperaturas elevadas em relação às áreas adjacentes



(fonte: foto da autora, 2018)

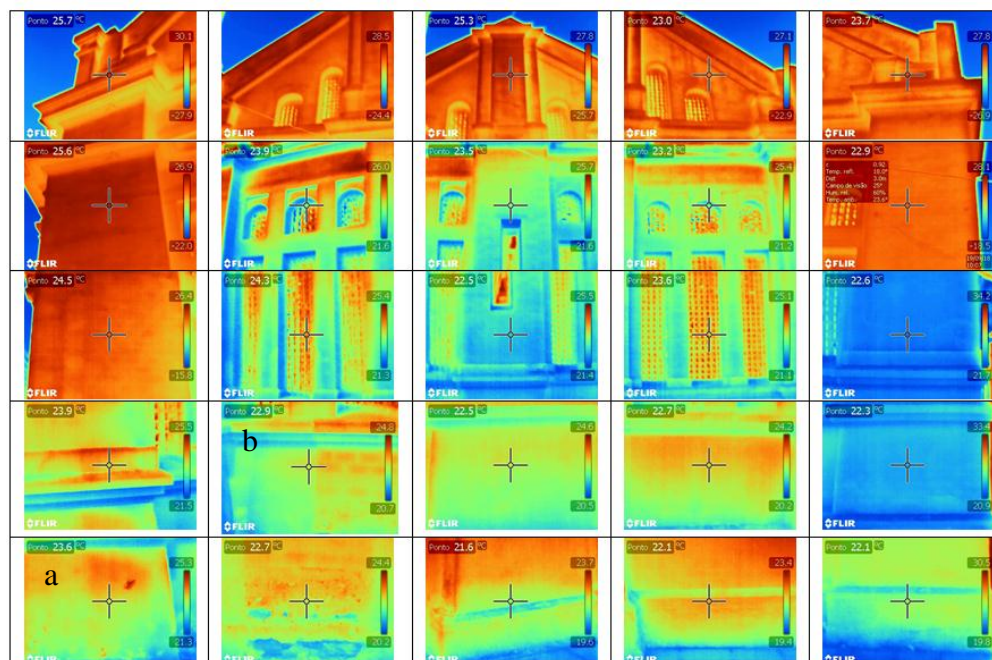
Figura 138 - Região com argamassa aplicada à edificação em período posterior à construção, referente à figura 137



(fonte: foto da autora, 2018)

Na fachada oeste, foram obtidas as imagens apresentadas pela figura 139. Temperaturas mais elevadas ocorrem na região de topo e extremidades esquerda e direita dessa fachada, e cores mais claras compreendem o restante da fachada, de maneira similar ao que ocorre na fachada leste. Nas regiões próximas ao sóculo, existem regiões demarcadas na cor azul, que, portanto, podem apresentar-se úmidas.

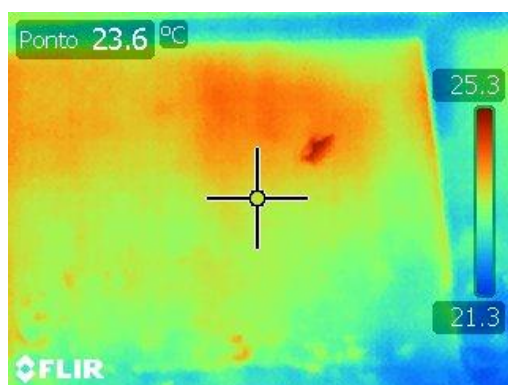
Figura 139 - Compilado de imagens - termografia da fachada oeste



(fonte: fotos da autora, 2018)

A figura 140, relacionada à região da fachada oeste identificada com a letra a na figura 139, apresenta um bolsão com temperatura superior à região adjacente; isso poderia estar relacionado a um descolamento do revestimento, no entanto, esse descolamento não foi confirmado no ensaio de percussão. Por outro lado, na figura 141, percebe-se que a região com tom avermelhado mais escuro corresponde a um descascamento da pintura, que está associado à desagregação superficial da argamassa.

Figura 140 - Detalhe de termografia - fachada oeste – área com temperatura mais elevada que as adjacentes



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 141 - Fachada oeste em região analisada com termografia e apresentada pela figura 140



(fonte: foto da autora, 2018)

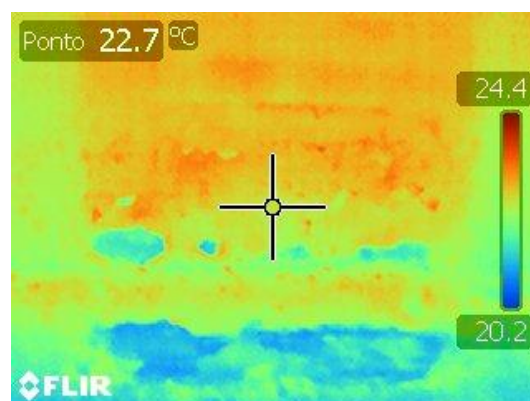
Nas figuras 142 e 143, identificou-se, a partir da termografia, a constituição diferenciada na alvenaria da fachada oeste. Essa região foi modificada com uma porta em algum momento da história do *Château* posterior à sua construção, conforme sugerem as fissuras localizadas no provável contorno da antiga porta e a documentação fornecida pelo SPH da UFRGS, incluindo a figura 144 que apresenta a fachada oeste em 1911, em que se pode perceber que originalmente a porta não existia. A localização dessa porta e o aspecto real da alvenaria estão ilustrados pela figura 145; essa localização corresponde ao destaque com a letra b na figura 139.

Figura 142 - Detalhe de termografia - fachada oeste



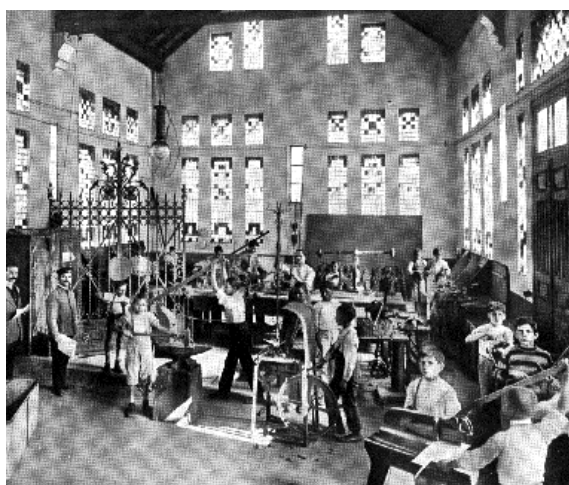
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 143 - Detalhe de termografia - fachada oeste



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 144 - Vista interna da fachada oeste – configuração original (em 1911)



(fonte: SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

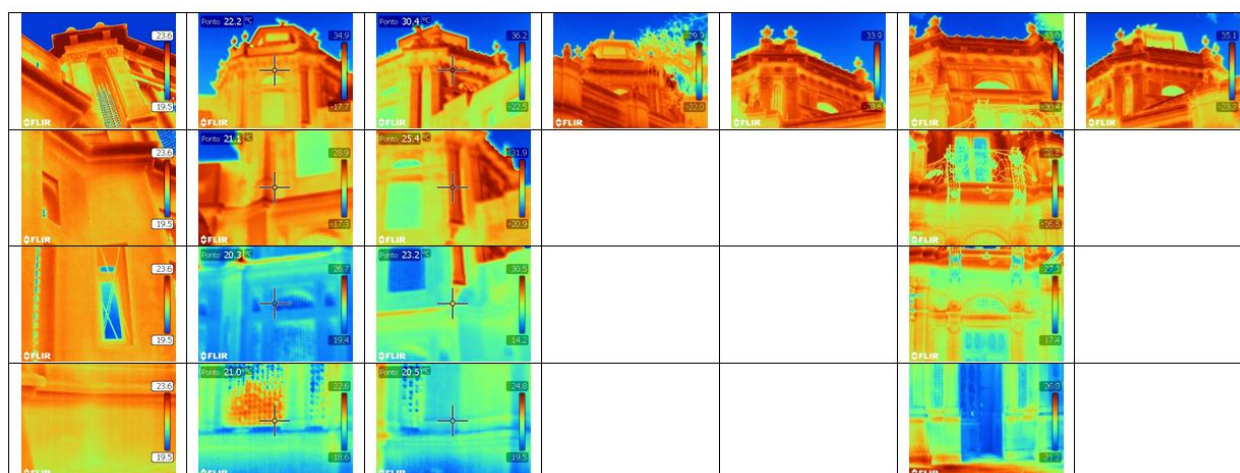
Figura 145 - Localização de possível porta na fachada oeste - interferência pós-construção



(fonte: foto da autora, 2018)

Por fim, são apresentadas as imagens obtidas na termografia do torreão, em forma de compilado na figura 146. As regiões mais altas seguem a tendência de apresentar temperaturas mais elevadas. Próximo ao solo, a temperatura dos revestimentos apresenta-se reduzida.

Figura 146 - Compilado de imagens - termografia do torreão



(fonte: fotos da autora, 2018)

É generalizada, portanto, a ocorrência de temperaturas elevadas na região de topo das fachadas, principalmente acima da cimalha. Nessa região, também é frequente a ocorrência de manchamento por sujidade e biodeterioração, que podem estar associados às elevadas temperaturas. Em relação à umidade, foram identificadas nas fachadas sul, leste e oeste e no torreão zonas com temperaturas mais baixas nos primeiros centímetros acima do solo; apenas na fachada sul são atingidas zonas mais altas pela umidade ascensional.

6.1.3 Reconstituição de traço

Antes da apresentação dos resultados do ensaio de reconstituição de traço propriamente ditos, serão discutidas as observações das amostras íntegras em lupa estereoscópica. Essa observação é pertinente para ilustração das granulometrias e traços identificados, assim como para a escolha da porção da amostra submetida ao ensaio.

Primeiramente, no entanto, as figuras 147 e 148 apresentam a diferença de coloração, de interação entre aglomerante e agregado e também de aspecto e dimensão dos agregados entre os dois tipos de argamassa que constituem a A1. Uma vez que essas diferentes argamassas não se dispõem em camadas sobrepostas, mas sim em porções adjacentes lateralmente, justifica-se a desconsideração dessa amostra nos ensaios de reconstituição de traço e teste qualitativo de saís.

Figura 147 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - tipo de argamassa
1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 148 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - tipo de argamassa
2



(fonte: foto da autora, 2018)

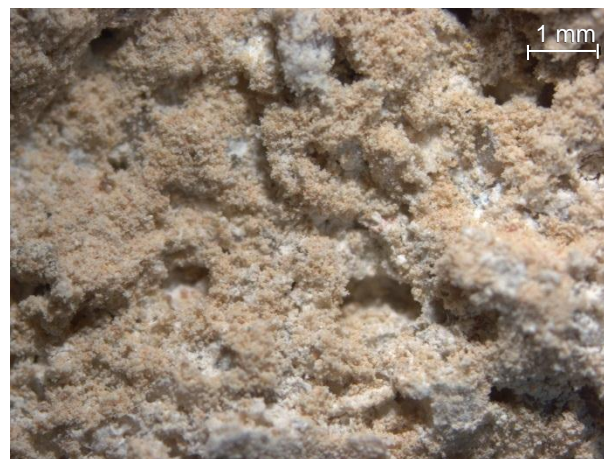
Nas figuras 149 a 151 podem ser visualizadas características da A2, que se dividiu em três porções menores no momento da extração. Percebe-se que externamente, na porção 1, existe uma região de cor mais escura em meio à área adjacente, pintada em tom de cinza. Na figura 149, pode-se observar a interação do aglomerante com os agregados, que parece estar bem consolidada. As figuras 150 e 151 permitem a visualização de agregados finos. A figura 151 corresponde, provavelmente, à argamassa de assentamento, pois, nessa face, juntamente com a amostra houve extração de parcela do tijolo. De qualquer forma, é válido observar a diferença entre essa argamassa e a da figura 149, que parece apresentar maior quantidade de aglomerante envolvendo os agregados. Na figura 151, é interessante observar em destaque os cristais formados, que podem, por exemplo, representar a cristalização de sais (SOUSA *et al.*, 2005).

Figura 149 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 2 - face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 150 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 2 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 151 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – porção 3 - face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Nas figuras 152 e 153, ainda referentes à A2, observa-se a diferença de cor entre a camada de argamassa externa, cinza escuro e possivelmente com adição de cimento, e a camada interna, mais clara e com alguns agregados maiores. A camada externa é provavelmente resultante de intervenção externa sobre o sóculo da edificação e, em grande parte, destacou-se do restante da amostra. O memorial de especificações técnicas relacionado à restauração do *Château* nos primeiros anos do século XX indica que o reboco do sóculo havia sido substituído (trabalho não publicado)³. Nesse caso, reafirma-se a possibilidade de ter sido executada uma

intervenção nessa região da edificação e de pelo menos parte da argamassa da A2 não ser original.

Figura 152 - Observação em lupa estereoscópica – A2 embutida em resina - porção 1 face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 153 - Observação em lupa estereoscópica – A2 embutida em resina - porção 1 face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

As figuras 154 e 155 apresentam as faces externa e interna da A3. Nota-se que o aglomerante apresenta coloração acinzentada, reforçando a hipótese de ser uma argamassa aplicada posteriormente com base em cimento. Os agregados visualizados parecem bem aderidos ao aglomerante e são menores que os observados na A2. De acordo com as figuras apresentadas, a A3 aparenta ser pouco porosa.

Figura 154 - Observação em lupa estereoscópica – A3 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 155 - Observação em lupa estereoscópica – A3 íntegra – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 156, observa-se que a A3 recebeu a aplicação de uma camada de argamassa de intervenção semelhante à camada interna. Essas argamassas estão separadas por camadas de pintura.

Figura 156 - Observação em lupa estereoscópica – A3 embutida em resina



(fonte: foto da autora, 2018)

As figuras 157 a 162 ilustram observações realizadas na A4 íntegra. As figuras relacionadas à porção 1 permitem visualizar características da pintura da amostra, tanto na face externa quanto na face interna. Nota-se, observando as figuras 158 e 159 que as camadas de tinta se romperam, permanecendo parte de cada camada na face interna da porção 1 e o restante na face externa da porção 2. As figuras 159 e 160 permitem a identificação de agregados de

0,5mm a 1mm na mistura. Na face externa da porção 3, figura 161, observa-se a presença de agregados finos não inseridos na mistura da argamassa, assim como observado anteriormente na A2. Analisando a uma maior distância, como na figura 64, esses agregados parecem formar uma película de pintura. Na figura 162 identifica-se um filamento, possivelmente relacionado à biodeterioração e a boa interação entre aglomerante e agregado. Nas figuras relacionadas à A4, pode-se visualizar poros e até pequenas fissuras, como ocorre na face interna da porção 3; essa amostra, portanto, é possivelmente mais porosa que a A3.

Figura 157 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 158 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 159 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 2 – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 160 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 2 – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 161 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 3 – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

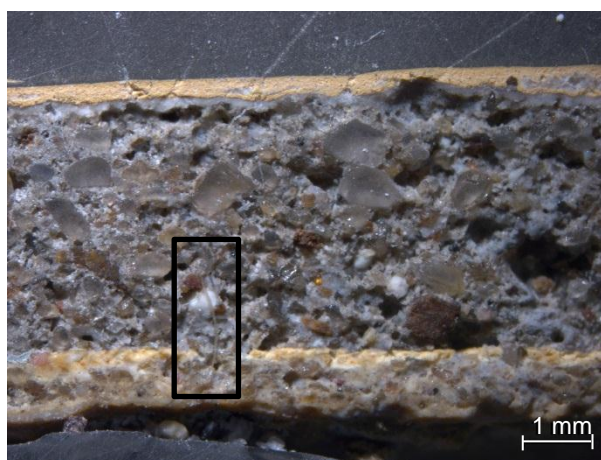
Figura 162 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 3 – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 163 é apresentada uma imagem lateral da porção 1, obtida após o embutimento da A4 em resina. Percebe-se que a argamassa dessa porção é mais escura que as demais e é provavelmente resultante de intervenção. Podem ser identificadas camadas de pintura aplicadas antes e após a intervenção. Os agregados são arredondados e de dimensões variadas; é interessante observar o filamento destacado na imagem, possivelmente de origem biológica.

Figura 163 - Observação em lupa estereoscópica – A4 embutida em resina – porção 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 164, que ilustra a face externa da A5, podem ser visualizados cristais brancos sobre a película de tinta amarela; esses cristais poderiam ser sais que cristalizaram, formando pequenas eflorescências, não identificáveis a olho nu. A figura 165 demonstra a baixa porosidade que a A5 parece apresentar. Na figura 166 é possível identificar agregados de dimensões variadas dentro da mistura, variando de pequenas frações de milímetro até dimensões superiores a 1,5mm.

Figura 164 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 165 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 166 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – lado interno

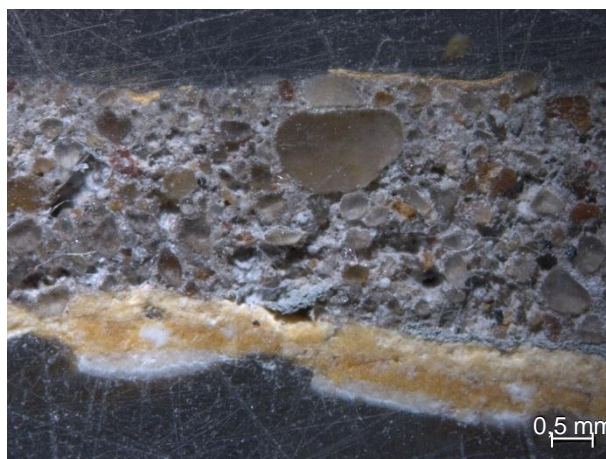


(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 167, podem ser visualizadas as camadas externas identificadas na A5; nota-se que há camadas de pintura nos dois extremos, o que indica que foi aplicada uma camada de

argamassa de cerca de 4mm em intervenção externa, aparentemente mais acinzentada que a argamassa visível na figura 166. Essa camada externa não foi triturada para utilização na reconstituição de traço.

Figura 167 - Observação em lupa estereoscópica
– A5 embutida em resina



(fonte: foto da autora, 2018)

As figuras 168 a 171 permitem observar o comportamento da argamassa da A6. Nota-se que a camada de pintura amarela externa é bastante porosa, permitindo, inclusive, o aparecimento e a saliência dos agregados que a compõem. Caso a A6 seja realmente porosa, pode ser devido à sua localização no sóculo da edificação, funcionando como camada de sacrifício para proteger as regiões mais altas da fachada. A figura 169 permite a visualização da interação entre aglomerante e agregado; existem agregados de tamanhos variados.

Nas figuras 170 e 171 identifica-se a interface entre as duas camadas que compõem a A6, que também aparecem na figura 74. A camada menos espessa, externa, apresenta coloração cinza, sendo possivelmente composta de cimento e aplicada em intervenção posterior à edificação; a camada interna apresenta coloração mais clara, podendo apresentar cal em sua composição. Os agregados da camada externa são mais claros e com dimensões inferiores aos da camada interna.

Figura 168 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 169 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 170 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – vista lateral da interface entre camadas – foco na camada externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 171 - Observação em lupa estereoscópica – A6 íntegra – vista lateral da interface entre camadas – foco na camada interna



(fonte: foto da autora, 2018)

A figura 172, obtida após o embutimento da amostra, permite uma melhor visualização dos agregados da camada externa, que não foi triturada para a reconstituição de traço. Os agregados são arredondados com dimensões variadas.

Figura 172 - Observação em lupa estereoscópica – A6 embutida em resina – entrada da pintura nos poros



(fonte: foto da autora, 2018)

As figuras 173 e 174, obtidas da A7 em lupa estereoscópica, permitem afirmar, em relação à face externa, que a camada de pintura é menos porosa quando comparada à da A6, por exemplo; a tinta, no entanto, não se apresenta como uma camada homogênea, pois existem pequenas partículas mais escuras em sua superfície. Internamente, a A7 parece ser uma amostra porosa, pois a interação entre agregados e aglomerante deixa vazios que podem permitir a percolação da água.

Figura 173 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 174 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face interna



(fonte: foto da autora, 2018)

O aglomerante apresenta coloração branca, característica da cal, como pode ser visualizado na figura 175, que apresenta as camadas da A7 embutida em resina. Na figura 176, é interessante observar os filamentos presentes na argamassa, possivelmente de origem biológica.

Figura 175 - Observação em lupa estereoscópica – A7 embutida em resina



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 176 - Observação em lupa estereoscópica – A7 embutida em resina – presença de filamentos



(fonte: foto da autora, 2018)

A seguir, serão apresentados os resultados para o traço da argamassa das amostras 2 a 7 do *Château*. Na tabela 4 são apresentados os resultados para os traços obtidos de acordo com as recomendações de cálculo do método de Teutonico (1988). Na tabela 5, o cálculo dos traços segue as recomendações do NTPR (UFBA); na última coluna, somando os valores de ligante e argila, é apresentado o traço em massa ligante : agregados, de maneira análoga ao calculado pelo método de Teutonico (1988).

Tabela 4 - Traço em massa - cálculo proposto por Teutonico (1988)

AMOSTRA	LIGANTE CONSUMIDO [g]	MASSA TOTAL SECA [g]	MASSA AGREGADOS SECOS [g]	MASSA FINOS SECOS [g]	MASSA LIGANTE [g]	TRAÇO EM MASSA
2	7,14	34,99	25,37	2,48	9,62	1:2,64
3	11,67	48,74	28,16	8,91	20,58	1:1,37
4	16,02	49,51	29,3	4,19	20,21	1:1,45
5	14,88	42,45	23,58	3,99	18,87	1:2,45
6	5,91	36,45	23,65	6,89	12,8	1:1,85
7	10,65	39,9	26,7	2,55	13,2	1:2,02

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Tabela 5 - Traço em massa - cálculo proposto pelo NTPR (UFBA)

AMOSTRA	MASSA DOS FINOS SECOS [g]	MASSA DA AMOSTRA SECA [g]	MASSA DA AREIA SECA [g]	MASSA DE HIDRÓXIDO [g]	TRAÇO EM MASSA LIGANTE: ARGILA: AREIA	TRAÇO EM MASSA LIGANTE : AGREGADOS
2	2,30	34,99	25,53	5,30	1:0,43:4,82	1:3,36
3	8,63	48,74	28,44	8,64	1:1,00:3,29	1:1,65
4	4,00	49,51	29,49	11,85	1:0,34:2,49	1:1,86
5	3,88	42,45	23,69	11,01	1:0,35:2,15	1:1,59
6	6,75	234,77	23,79	4,37	1:1,54:5,44	1:2,14
7	2,54	39,90	26,71	7,88	1:0,32:3,39	1:2,56

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Considerando que a massa de argila atue como ligante, nota-se que os traços da tabela 5, que considera a massa de hidróxido de cálcio e não de carbonato de cálcio, resultam mais pobres que os da tabela 4. A A2 apresenta o traço mais pobre, ou seja, com menor proporção do ligante na massa total da amostra, seguida pelas amostras 5 e 7. A amostra com traço mais rico foi a A3, que também foi a que apresentou mais resistência à trituração, seguida pelas amostras 4 e 6. As amostras 4 e 5, apesar de terem sido retiradas com somente cerca de 20cm de distância entre si, apresentam traços diferentes.

O prédio da Rádio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, construído entre 1920 e 1921 e cujo restauro foi concluído em 2002, apresenta traço médio em massa de 1:2,66 (ligante : agregados) encontrado em ensaio de reconstituição de traço e calculado segundo o método de Teutonico (1988) (trabalho não publicado)⁴. Comparando-se com os resultados obtidos para o *Château*, nota-se que o traço da argamassa da A2 calculado na tabela 4 assemelha-se a esse valor; as demais amostras são mais ricas, especialmente a A3, cujo aspecto visual indica ser constituída de cimento.

O Instituto Eletrotécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que teve sua construção iniciada em 1908, ano de inauguração do *Château*, apresenta traços de 1:2,33 e 1:2,51, calculados segundo o método de Teutonico (1988); o traço de uma amostra correspondente à ampliação do edifício em 1951 apresentou-se mais pobre, 1:4,7 em massa (trabalho não publicado)⁵. O traço da A5 situa-se entre 1:2,33 e 1:2,51, conforme visualizado na tabela 4. Os traços das amostras 3, 4, 6 e 7 mostram-se mais ricos que os identificados no Instituto Eletrotécnico, enquanto o traço da amostra 2 é mais pobre. Considerando as recomendações de cálculo do NTPR (UFBA), o traço da A7 apresenta-se semelhante ao do prédio da Rádio e do Instituto Eletrotécnico.

Existe certa dificuldade em se estimar um único traço para uma possível intervenção no *Château* em função da variação entre os valores obtidos e devido aos diferentes aspectos visuais e de resistência aparente das amostras. O traço médio da argamassa do *Château* considerando todas as amostras, no entanto, de acordo com a tabela 4, seria de 1:1,96 e, de acordo com a tabela 5, de 1:0,66:3,60, ou ainda, de 1:2,16. Caso fosse desconsiderada a amostra 3, possivelmente resultante de intervenção posterior com cimento, o traço médio resultante seria de 1:2,08 considerando-se a primeira forma de cálculo e de 1:0,60:3,66 ou 1:2,29 considerando-se a segunda forma.

A tabela 6 apresenta os resultados do ensaio de granulometria, incluindo a dimensão máxima dos agregados de cada amostra e o seu módulo de finura. O módulo de finura foi calculado de acordo com as recomendações da NBR NM 248 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003). Os valores de material retido nas peneiras foram utilizados

⁵ Informação obtida em trabalho apresentado na disciplina de Patologia das Edificações, ministrada pela prof. Angela Borges Masuero, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

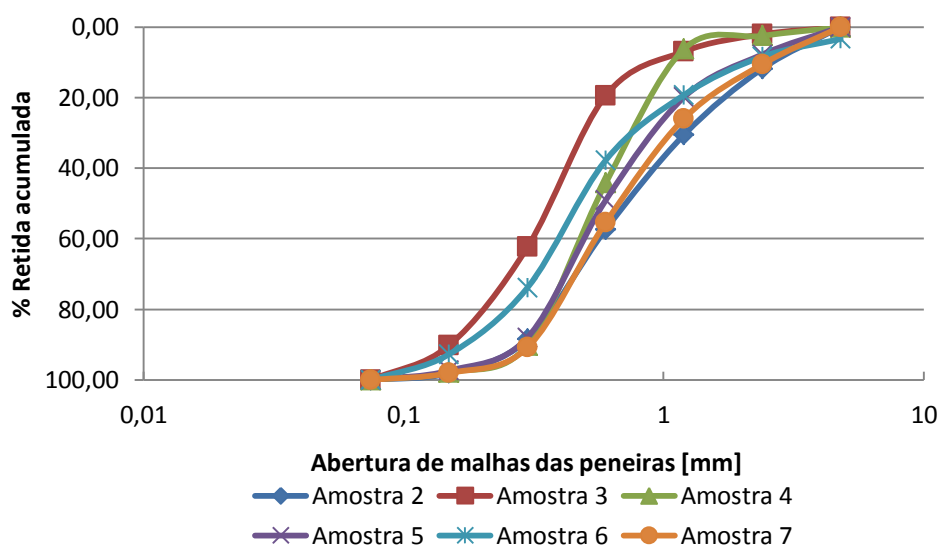
para os cálculos, dessa forma, não foi considerada a parcela inferior a 0,075mm, que atua como ligante e que foi assim contabilizada no cálculo do traço. Na figura 177, são apresentadas as curvas granulométricas do agregado de todas as amostras submetidas ao ensaio de reconstituição de traço.

Tabela 6 - Composição granulométrica, dimensão máxima e módulo de finura do agregado das amostras de reconstituição de traço

ABERTURA DE MALHA DA PENEIRA [mm]	% DE MATERIAL RETIDO					
	AMOSTRA					
	2	3	4	5	6	7
4,8	0,00	0,00	0,00	0,00	3,39	0,00
2,4	11,78	2,07	2,50	7,77	5,00	10,55
1,2	18,75	4,85	3,73	12,10	10,85	15,38
0,6	26,78	12,48	37,96	29,17	18,48	29,44
0,3	31,19	42,97	45,96	38,94	36,12	35,43
0,15	9,61	27,82	7,69	9,38	18,86	7,24
0,075	1,89	9,81	2,15	2,63	7,29	1,96
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
DIMENSÃO MÁXIMA	2,4	2,4	2,4	2,4	4,8	2,4
MÓDULO DE FINURA	3,86	2,81	3,41	3,62	3,35	3,81

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 177 - Curvas granulométricas do agregado das amostras de reconstituição de traço



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Na figura 177, percebe-se que as amostras 2, 5, 6 e 7 apresentam comportamento similar, enquanto a A3 apresenta predominância de agregados mais finos. A A4 apresenta comportamento correspondente ao das amostras 2, 5, 6 e 7 a partir da peneira com malha de abertura 1,2 mm, apresentando menor proporção de grãos mais grossos quando comparada às demais. Mais uma vez, a diferença de comportamento da A3 sugere que ela tenha sido proveniente de uma intervenção mais recente, reforçando a hipótese de sua constituição integral com o ligante cimento.

Apesar de a A6 apresentar o segundo menor módulo de finura entre todas as amostras consideradas, ela é a única que apresenta grãos com diâmetro superior a 4,8mm. Esses grãos são classificados como graúdos pela NBR 7211 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005). As demais amostras apresentam apenas agregados miúdos.

As figuras 178 a 183 apresentam os agregados distribuídos na sequência das peneiras. Com a figura 179, justifica-se o menor módulo de finura da A3 em relação às demais amostras e seu diferente comportamento na curva granulométrica, devido à maior proporção de finos. Nota-se ainda que na A3 os agregados apresentam coloração acinzentada.

Em geral, no entanto, com base nas imagens, os agregados possivelmente apresentam composição predominantemente silicosa, da mesma forma que os observados no prédio da

Rádio da UFRGS². Na figura 180, representativa da A4, é visível a maior proporção de finos quando comparada à A7, por exemplo, cuja maior representatividade do material grosso é identificável na figura 183.

Figura 178 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 179 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A3



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 180 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A4



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 181 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A5



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 182 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A6



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 183 - Agregados distribuídos após ensaio de granulometria - A7



(fonte: foto da autora, 2018)

Na tabela 7, é apresentada a composição granulométrica média para as amostras submetidas ao ensaio de reconstituição de traço. Foram desconsiderados os resultados da granulometria da A3, cujo comportamento é diferente das demais, assim como a constituição dos agregados.

Tabela 7 - Composição granulométrica média, dimensão máxima e módulo de finura do agregado das amostras de reconstituição de traço

ABERTURA DE MALHA DA PENEIRA [mm]	% DE MATERIAL RETIDO - MÉDIA
4,8	0,62
2,4	8,05
1,2	20,01
0,6	48,80
0,3	86,56
0,15	96,91
0,075	100,00
DIMENSÃO MÁXIMA	4,8
MÓDULO DE FINURA	3,61

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

A composição granulométrica média do agregado do *Château* apresenta módulo de finura superior ao encontrado para o agregado do prédio da Rádio da UFRGS, de valor 2,87

(trabalho não publicado)⁴. Esse valor está mais próximo do módulo de finura da A3, que foi desconsiderada para o cálculo dos valores médios do *Château*.

Por outro lado, as curvas granulométricas do Instituto Eletrotécnico permitem a obtenção de um valor médio para o módulo de finura das três amostras de 3,64, praticamente o mesmo valor encontrado para as amostras do *Château* (trabalho não publicado)⁵. Ressalta-se que uma das três amostras do Instituto Eletrotécnico é proveniente de uma fachada resultante de ampliação da edificação na década de 1950, o que pode indicar que as amostras são de períodos diferentes; em função do aspecto visual e das diferenças entre as composições granulométricas das amostras do *Château*, no entanto, infere-se que as argamassas constituintes de suas amostras também tenham sido aplicadas em períodos diferentes, justificando a comparação.

A seguir, são apresentadas as imagens dos agregados obtidas com lupa estereoscópica; outras figuras estão disponíveis no apêndice B. À exceção da A6, todas amostras apresentaram apenas agregados miúdos. A figura 184, referente à A2, demonstra que seus agregados, em geral, não apresentam formatos arredondados, mas sim angulosos; quanto mais finos os agregados, mais transparente é seu aspecto.

A figura 185, relacionada à A3, permite a visualização de agregados mais arredondados que os da A2 e com coloração mais clara; é interessante observar que os agregados acinzentados observados anteriormente na verdade são aglomerados de agregados menores unidos por material cinza. Isso foi percebido a olho nu no momento da execução do ensaio de reconstituição de traço, por isso, fez-se um teste pingando gotas de ácido clorídrico; não houve, no entanto, reação, o que indica que o material cinza não apresenta propriedades aglomerantes ou que, em função do método de Teutonico (1988) ser específico para argamassas históricas, o ácido não foi capaz de atacar todo o aglomerante da A3.

Os agregados da A4, ilustrados pela figura 186, são bastante semelhantes aos da A2, apesar da maior proporção de finos constatada através do módulo de finura. Os agregados da A5, que podem ser visualizados na figura 187, apresentaram coloração distinta da observada nas amostras citadas anteriormente, aproximando-se de tons rosados. Os agregados da A6, apresentados na figura 188 são arredondados, mas sua coloração é semelhante aos das demais amostras, com exceção da A5. Por fim, os agregados da A7 assemelham-se aos da A5, como pode ser visualizado na figura 189.

Na figura 184, referente à A2, pode-se visualizar a presença de agregados mais grossos que nas imagens das demais amostras. De acordo com Stefanidou e Papayianni (2005), esses agregados podem contribuir na estabilidade volumétrica das argamassas de cal, desde que adequadamente compactadas para se reduzir os poros capilares.

Figura 184 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 185 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A3



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 186 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A4



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 187 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A5



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 188 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A6



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 189 - Observação em lupa estereoscópica – agregados A7



(fonte: foto da autora, 2018)

6.1.4 Teste qualitativo de sais solúveis

A partir do teste qualitativo de sais solúveis foram obtidos os resultados apresentados no quadro 6. No quadro, o símbolo “-” representa ausência do sal, “+” representa pequena quantidade, “++” representa média quantidade e, por fim, o símbolo “+++” representa grande quantidade do sal em teste, de acordo com a quantidade de precipitado na solução. Essa classificação é sugerida pelo NTPR (UFBA). No apêndice C, imagens apresentam as amostras após a aplicação dos reagentes, permitindo a sua classificação em relação à presença dos sais solúveis nitrato, cloreto e sulfato.

Quadro 6 - Teste qualitativo de sais solúveis

AMOSTRA	NITRATO	CLORETO	SULFATO
2	-	+	-
3	-	+++	++
4	-	+	-
5	-	+++	-
6	-	+	+
7	-	+	-

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Em nenhuma das amostras foi identificada a presença de nitratos. Nitratos, de acordo com Guterres (2009), são provenientes do solo adubado ou contaminado; no Instituto Eletrotécnico, localizado no mesmo quarteirão do *Château*, também não foi identificado esse tipo de sal, o que pode sugerir que o solo da área não apresenta nitratos em quantidade suficiente para migrar e contaminar o revestimento da fachada (trabalho não publicado)⁵. É positiva a ausência desse sal, pois, quando presente em grandes quantidades no solo torna-se difícil conter sua migração, uma vez que é facilmente renovada com a circulação da água (GUTERRES, 2009).

Todas as amostras apresentaram cloretos, sendo em grande quantidade nas amostras 3 e 5. A fonte mais comum do cloreto é a própria água de amassamento utilizada na argamassa; esse tipo de sal pode ser também proveniente de aditivos aceleradores, improvável no caso de argamassa histórica, ou da utilização imprópria de ácido clorídrico em soluções de limpeza (GUTERRES, 2009).

Cloretos também foram encontrados em todas as amostras testadas no Instituto Eletrotécnico (trabalho não publicado)⁵. O ensaio de cloretos realizado na Igreja Nossa Senhora das Dores, a igreja mais antiga de Porto Alegre, cuja construção iniciou no início do século XIX, também identificou a presença de cloretos em 10 das 18 amostras testadas; o teste realizado na igreja permitiu avaliação quantitativa, sendo que em 70% dos casos a durabilidade do reboco estava comprometida, mesmo que fosse evitada a ocorrência da umidade ascensional, e nos outros 30% dos casos a carga de sais foi considerada exagerada (trabalho não publicado)⁶.

Os sulfatos apareceram em média quantidade na A3 e pequena quantidade na A6. Esse tipo de sal apresenta como provável fonte os tijolos, a água de amassamento e a reação entre tijolo, cimento e agregados. Inclusive, os processos modernos de fabricação do cimento induzem ao acréscimo de largas quantidades de sulfato no produto (GUTERRES, 2009). A identificação de sulfato, portanto, reafirma a hipótese de a A3 apresentar como ligante o cimento e indica que a A6, cuja camada externa foi testada, sendo provavelmente resultante de intervenção posterior, como demonstrado nas figuras 170 e 171, também presente esse material.

⁶ Informação obtida em trabalho apresentado na disciplina de Patologia das Edificações, ministrada pela prof. Angela Borges Masuero, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

Em duas das três amostras testadas no Instituto Eletrotécnico também foi identificada a presença de sulfatos (trabalho não publicado)⁵. Da mesma forma, sua presença foi constatada em todas as 18 amostras submetidas ao teste quantitativo de sulfatos na Igreja Nossa Senhora das Dores; foram identificadas desde amostras cuja concentração de sulfatos dificilmente causaria o aparecimento de manifestações patológicas até situações em que a carga de sais foi classificada com exagerada, causando danos (trabalho não publicado)⁶.

Uma vez que o teste realizado no *Château* é qualitativo, não é possível classificar em níveis os danos causados pelos sais às amostras. Apesar da identificação de sais solúveis em todas as amostras, em nenhum dos pontos de extração constatou-se a ocorrência de eflorações; no entanto, a combinação da presença de água com a pressão hidrostática adequada, aliada à quantidade de sal disponível, pode dar origem a essa manifestação patológica. Nota-se uma coerência entre os sais identificados na edificação histórica em estudo e nas demais edificações históricas de Porto Alegre apresentadas neste item a título de comparação.


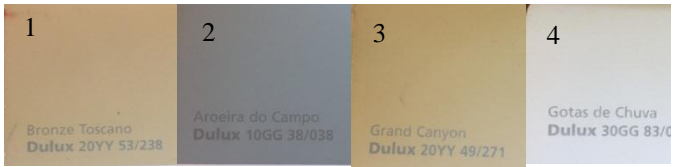

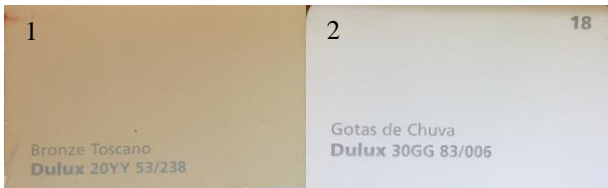

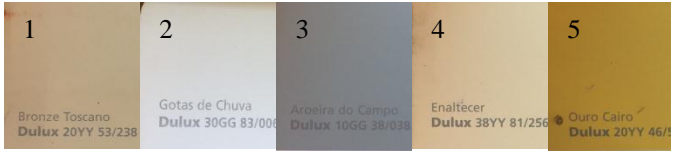
6.1.5 Prospecção estratigráfica de pintura

O ensaio de prospecção estratigráfica de pintura foi realizado em diferentes pontos das fachadas do *Château*. Primeiramente, estão apresentados os resultados dos ensaios nos paramentos lisos das fachadas; o quadro 7 apresenta as imagens dos três pontos de realização do ensaio nessa região e das avaliações de cores realizadas.

No ponto 1, foram identificadas quatro camadas de pintura antes de se localizar o reboco, demarcado pela janela 5. O ponto 2 localiza-se logo abaixo do ponto 1; nota-se, no entanto, que foram apenas identificadas a camada de pintura externa e outra camada na cor branca, sendo a janela 3 representativa do reboco. Na avaliação das cores do ponto 2, a cor identificada para a janela 1 é a mesma cor da janela 1 do ponto 1; a cor da janela 2, corresponde à da janela 4 do ponto 1.

No ponto 3, foram identificadas 5 camadas de pintura. Assim como na janela 2 do ponto 2, existe uma camada em tom branco logo abaixo da camada de pintura externa. Por outro lado, da mesma forma que no ponto 1, foi identificada uma camada cinza escuro. Diferentemente do ponto 1, no entanto, no ponto 3 foram encontradas duas camadas em diferentes valores e cromas de amarelo; na janela 4 há um tom de amarelo mais claro e fraco, podendo ser resultante de mistura de outra camada branca com o amarelo da pintura 5, mais escuro e forte.

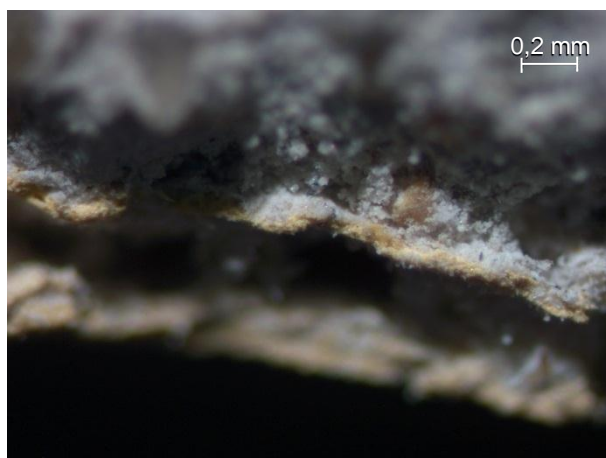
Quadro 7 - Pontos de realização do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura nos paramentos lisos da fachada e avaliação das cores

PONTO	PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE PINTURA	AVALIAÇÃO DAS CORES
1		
2		
3		

(fonte: elaborado pela autora, 2018)

A fim de complementar e auxiliar na análise dos resultados do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura dos paramentos lisos das fachadas, a seguir são apresentadas imagens obtidas com lupa estereoscópica. As figuras 190 e 191 correspondem à A1, que foi desconsiderada nos demais ensaios, porém, demonstram a existência de duas camadas de tinta na cor amarela separadas por uma camada de material branco no ponto de extração da amostra.

Figura 190 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - camadas de tinta



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 191 - Observação em lupa estereoscópica - A1 íntegra - camadas de tinta



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 192, referente à A2, visualiza-se a existência de uma camada de tinta na cor cinza externamente a uma camada de tinta na cor amarelo. Essas camadas, no entanto, não eram as camadas mais externas no ponto da extração; uma pequena camada de argamassa foi perdida em função do contato com a serra copo, conforme descrito anteriormente. Dessa forma, considerando-se que ao realizar a extração a área de localização da amostra apresentava-se pintada com matiz amarelo, infere-se que existe pelo menos mais uma camada dessa cor externamente à cinza, podendo apresentar diferente valor e croma em relação à camada em tom amarelo mais interna identificada.

Figura 192 - Observação em lupa estereoscópica – A2 íntegra – camadas de tinta

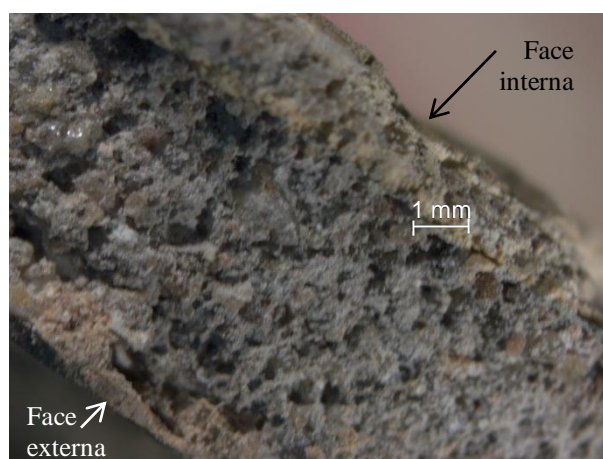


(fonte: foto da autora, 2018)

As camadas de pintura da A3 foram apresentadas no item referente à reconstituição de traço pela figura 156. A camada de argamassa externa apresenta-se pintada com tinta na cor amarela, assim como o restante dos paramentos lisos do corpo do prédio; após uma camada de aproximadamente 2mm de argamassa de intervenção, identifica-se uma camada de pintura cinza esverdeada, seguida por uma camada de amarelo claro e outra camada de pintura amarelo escuro.

De acordo com as figuras 157 e 158, referentes à porção 1 da A4 e apresentadas junto às imagens da amostra íntegra no item 6.1.3, a sua face externa apresenta cor amarela e, na face interna, é possível visualizar uma camada de cor cinza esverdeada sobreposta por camadas mais antigas de cor amarela, branca e mais duas camadas de diferentes valores e croma do matiz amarelo. Entre as camadas de tinta da face externa e interna da porção 1, as figuras 163 e 193 permitem ainda identificar a aplicação de uma camada fina de argamassa; essa argamassa apresenta coloração cinza, portanto, é possível que apresente cimento como aglomerante. Na figura 163, no entanto, não é possível visualizar a camada de tinta cinza; é possível, porém, identificar que existem duas camadas externas na cor amarela separadas por uma camada branca.

Figura 193 - Observação em lupa estereoscópica – A4 íntegra – porção 1 - vista lateral das camadas



(fonte: foto da autora, 2018)

Na figura 194, relacionada à A5, identificam-se pelo menos quatro camadas de materiais diferentes. Externamente, uma pequena camada de argamassa, assim como ocorre na A4. Com a figura 164, visualiza-se a camada de pintura amarela externa a essa camada de

intervenção. Na sequência, observando-se as imagens 167 e 194, são identificadas uma camada de pintura cinza, uma de cor amarelo fraco e outra amarelo forte sobrepostas a uma camada branca e, então, à argamassa subjacente. A camada de pintura cinza apresenta espessura de cerca de 0,1mm, enquanto as camadas amarelas subjacentes apresentam aproximadamente 0,4mm de espessura.

Figura 194 - Observação em lupa estereoscópica – A5 íntegra – vista lateral



(fonte: foto da autora, 2018)

Em relação à A6, na figura 172 apresentada no item 6.1.3, pode ser visualizada externamente uma camada de pintura amarela, sobre uma camada branca e, então, uma camada de argamassa de intervenção. Nesse ponto, portanto, foram identificadas menos camadas de pintura que nos demais.

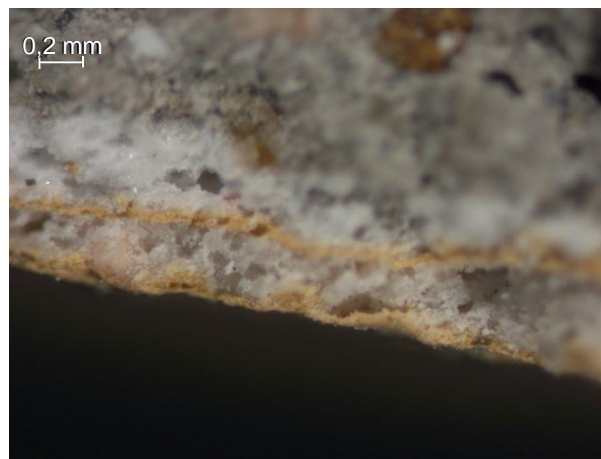
Na figura 195, que ilustra as características da A7, pode-se visualizar uma camada externa de cor amarelo sobreposta a outra camada de mesma cor; essas camadas estão separadas por uma camada fina de material branco de aproximadamente 0,3mm, como é apresentado pela figura 196. Confirma-se a aplicação de material branco identificada pela prospecção estratigráfica na janela 2 dos pontos 2 e 3. Nas figuras 175 e 176, identifica-se ainda outra camada branca abaixo das camadas mencionadas anteriormente e uma camada de argamassa de cerca de 0,5mm abaixo desta última. Não foram identificadas outras camadas de pintura na A7.

Figura 195 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – face externa



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura 196 - Observação em lupa estereoscópica – A7 íntegra – vista lateral das camadas



(fonte: foto da autora, 2018)

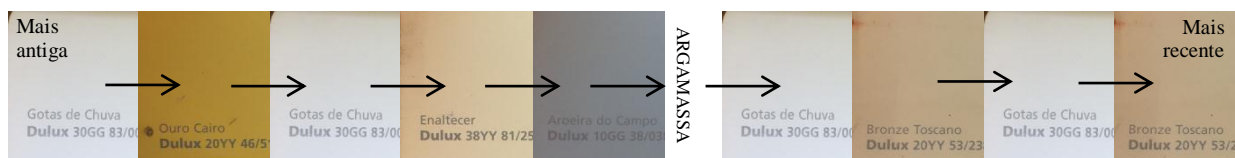
A partir da análise das características das prospecções estratigráficas de pintura e amostras extraídas, pode-se elaborar uma hipótese compilando todas as camadas identificadas. É importante observar que as camadas de pintura identificadas podem não ser as camadas mais antigas aplicadas à edificação, pois pode ter havido perdas em função de terem sido lixadas ou removidas ou ainda devido à agressividade do ambiente e tempo de exposição. Ainda, em outros pontos da edificação poderiam ter sido encontradas características diferenciadas.

A figura 197 apresenta o compilado de camadas identificadas para os paramentos lisos das fachadas do *Château*. A aplicação das cores ao longo do tempo segue o sentido das setas. Em nenhum dos pontos de prospecção e em nenhuma amostra puderam ser observadas todas as camadas de tinta, no entanto, a consolidação das cores observadas permitiu a elaboração da hipótese.

As camadas de material branco podem ter sido aplicadas como revestimento ou como fundo para outra cor; a camada mais interna identificada é branca. É possível que inicialmente o *Château* apresentasse cor amarela intensa, similar à identificada na janela 5 do ponto 3. Depois, há cor branca novamente, podendo funcionar como um fundo ou camada final. Na sequência, novamente recebeu pintura amarela, possivelmente mais clara que a anterior, como a janela 4 do ponto 3. Passou, então, a apresentar coloração cinza e, após uma intervenção incluindo fina camada de argamassa em algumas regiões da fachada, novamente foi aplicada

uma camada branca e outra amarela, como a identificada na janela 1 dos pontos 1, 2 e 3. As últimas camadas, nas cores branco e amarelo, se repetem.

Figura 197 - Hipótese: histórico de cores do *Château* – paramentos lisos da fachada



(fonte: fotos da autora, 2018)

Na sequência, serão apresentadas as avaliações de cor realizadas para os detalhes como pingadeiras; os resultados da prospecção estratigráfica de pintura e a avaliação de cores para os três pontos podem ser visualizados nas imagens apresentadas no quadro 8. No ponto 4, foram encontradas quatro camadas distintas, sendo a janela 5 correspondente ao reboco. Externamente, esses detalhes apresentam coloração branca; logo abaixo dessa camada de pintura, identificou-se outra de cor cinza igual à dos paramentos lisos da fachada, o que sugere que, em algum momento, os paramentos lisos e os detalhes em análise apresentavam uma única cor. Da mesma forma que no ponto 3, identificou-se uma camada de pintura amarela clara subjacente à cinza; abaixo dessa camada foi encontrada a coloração branca.

No ponto 5, novamente, confirma-se a existência de uma camada de tinta cinza abaixo da tinta branca externa, da mesma forma que ocorre no ponto 4. Na janela 3, no entanto, identificou-se uma camada de amarelo escuro, similar à da janela 5 no ponto 3.

No ponto 6, a existência da camada de tinta cinza abaixo da camada de pintura externa ocorre novamente. Abaixo dela identificou-se uma camada de material branco e, por fim, outra na cor amarelo escuro, semelhante à última janela do ponto 5.

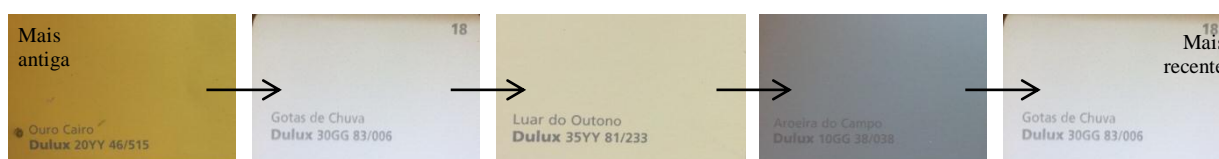
Quadro 8 - Pontos de realização do ensaio de prospecção estratigráfica de pintura nos detalhes da fachada como pingadeiras e avaliação das cores

PONTO	PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA DE PINTURA	CORES CATALOGADAS			
4		1 Luar Sedoso Dulux 30BB 83/001	2 Aroeira do Campo Dulux 10GG 38/038	3 Luar do Outono Dulux 35YY 81/233	4 Gotas de Chuva Dulux 30GG 83/006
5		1 Gotas de Chuva Dulux 30GG 83/006	2 Aroeira do Campo Dulux 10GG 38/038	3 Ouro Cairo Dulux 20YY 46/515	
6		1 Gotas de Chuva Dulux 30GG 83/006	2 Aroeira do Campo Dulux 10GG 38/038	3 Leite de Coco Dulux 25YY 85/108	4 Ouro Cairo Dulux 20YY 46/515

(fonte: elaborado pela autora, 2018)

Uma vez que não foram extraídas amostras nos detalhes em estudo, não existem imagens obtidas com lupa estereoscópica que auxiliem na avaliação de suas cores. Pode-se, no entanto, elaborar uma hipótese apenas com as prospecções estratigráficas de pintura realizadas, conforme ilustrado pela figura 198. A sequência de aplicação ao longo do tempo é indicada pelo sentido das setas. Nota-se que foram identificadas menos camadas que nos paramentos lisos. Pode ser elaborada uma hipótese considerando a possibilidade de o *Château* ter sido de uma única cor, conforme mencionado anteriormente e indicado pela figura 198, em que as camadas amarelo escuro, branco, amarelo claro e cinza são semelhantes em ordem cronológica às identificadas para os paramentos lisos, com exceção da camada final que, nesse caso, é branca.

Figura 198 - Hipótese: histórico de cores do *Château* – detalhes como pingadeiras



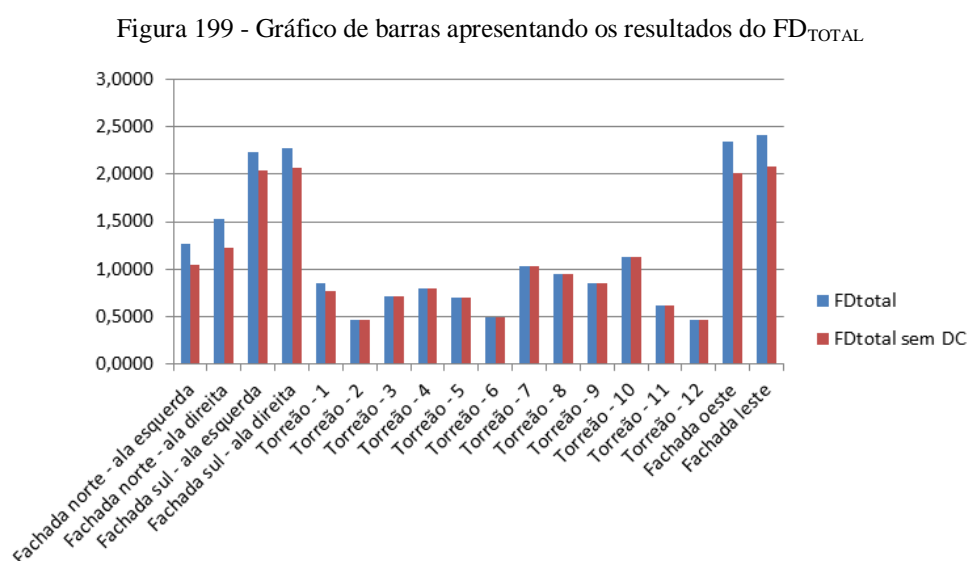
(fonte: fotos da autora, 2018)

A hipótese de cores identificadas para o *Château* é coerente com a prospecção realizada para seu restauro no início da década de 2000, que mostrou a presença de tonalidades amarelas e ocre nas primeiras camadas de pintura após o reboco, confirmando a possibilidade de a edificação ter sido pintada originalmente com essa gama de cores (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

6.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA DEGRADAÇÃO

As fichas para quantificação das manifestações patológicas por região de cada amostra das fachadas do *Château* preenchidas podem ser visualizadas no apêndice D, assim como a ilustração das fachadas com as manifestações patológicas sobrepostas pela malha. Conforme mencionado anteriormente, não foram registradas nos mapas de danos as manifestações patológicas de biodeterioração causada por animais, assim como eflorescências e criptoflorescências.

A figura 199 apresenta os resultados obtidos para o FD_{TOTAL} ; são apresentados dois valores, um deles incluindo o FD resultante do descolamento e outro o desconsiderando, uma vez que existem amostras em que o ensaio de percussão não foi realizado e, portanto, não há dados para avaliação. A tabela 8 apresenta os resultados obtidos para o FD_{TOTAL} das amostras do *Château*, demonstrando também a contribuição de cada um dos tipos de manifestação patológica.



(fonte: elaborado pela autora, 2018)

Tabela 8 - Resultados para FD_{TOTAL}

AMOSTRA	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC	FD_{TOTAL} sem DC
Fachada norte - ala esquerda	0,2281	0,2305	0,0204	0,0072	0,0108	0,0000	0,0000	0,4046	0,0900	0,0036	0,0000	0,0000	0,2185	0,0564	1,2701
Fachada norte - ala direita	0,2652	0,2993	0,0199	0,0057	0,0199	0,0000	0,0057	0,4227	0,0922	0,0000	0,0000	0,0000	0,2766	0,1220	1,5291
Fachada sul - ala esquerda	0,3385	0,1984	0,0104	0,0195	0,0026	0,0000	0,0195	0,6628	0,4773	0,0947	0,0208	0,0000	0,2296	0,1647	2,2387
Fachada sul - ala direita	0,4838	0,2094	0,0032	0,0195	0,0065	0,0000	0,0000	0,5925	0,2760	0,0747	0,0049	0,0016	0,3166	0,2938	2,2825
Torreão - 1	0,0485	0,0909	0,0000	0,0061	0,0000	0,0000	0,0000	0,3879	0,0848	0,0242	0,0000	0,0000	0,1152	0,0970	0,8545
Torreão - 2	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,0000	0,4667
Torreão - 3	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5098	0,1373	0,0000	0,0000	0,0000	0,0588	0,0000	0,7059
Torreão - 4	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8000
Torreão - 5	0,0370	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5185	0,0741	0,0000	0,0000	0,0000	0,0741	0,0000	0,7037
Torreão - 6	0,0244	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3902	0,0732	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4878
Torreão - 7	0,1087	-	0,0217	0,0109	0,0000	0,0000	0,0000	0,3967	0,3098	0,0000	0,0000	0,0000	0,0652	0,1141	1,0272

continuação

AMOSTRA	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC	FD _{TOTAL}	FD _{TOTAL} sem DC
Torreão - 8	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5385	0,4103	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9487	0,9487
Torreão - 9	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4630	0,3889	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8519	0,8519
Torreão - 10	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8000	0,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1333	0,0000	1,1333	1,1333
Torreão - 11	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4200	0,1400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0600	0,0000	0,6200	0,6200
Torreão - 12	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0667	0,0000	0,4667	0,4667
Fachada oeste	0,2946	0,3425	0,0236	0,0315	0,0748	0,0197	0,0000	0,7913	0,3583	0,0000	0,0000	0,0000	0,2480	0,1654	2,3497	2,0072
Fachada leste	0,3562	0,3297	0,0358	0,0394	0,0000	0,0000	0,0573	0,8530	0,1254	0,0000	0,0394	0,0000	0,4373	0,1362	2,4099	2,0802

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Analisando os resultados apresentados, verifica-se que as fachadas leste, oeste, sul – ala esquerda e sul – ala direita apresentam os maiores valores de FD_{TOTAL} , semelhantes entre si. Na sequência, apresentam-se os valores de FD_{TOTAL} da fachada norte – ala direita, das amostras 10 e 7 do torreão e da fachada norte – ala esquerda. O FD_{TOTAL} é decrescente nas amostras menores do torreão na sequência 8, 9, 4, 1, 3, 5, 11, 6, 12 e 2. Há grande variação entre os valores identificados, sendo que o FD_{TOTAL} máximo, referente à fachada leste, é mais de quatro vezes superior ao valor mínimo, relacionado à amostra 2 do torreão.

Nas amostras em que foi analisado o descolamento, mesmo com a limitação de alcance, foram identificadas diferenças dentro dos extremos de 8,9% (fachada sul – ala esquerda) e 19,6% (fachada norte – ala direita) entre os resultados de FD_{TOTAL} considerando o resultado do descolamento e o desconsiderando. Existe, portanto, a possibilidade de que os valores de FD_{TOTAL} encontrados para as fachadas sejam superior aos apresentados na tabela 8, caso sejam obtidos resultados afirmativos de descolamento pelo ensaio de percussão para toda a sua extensão.

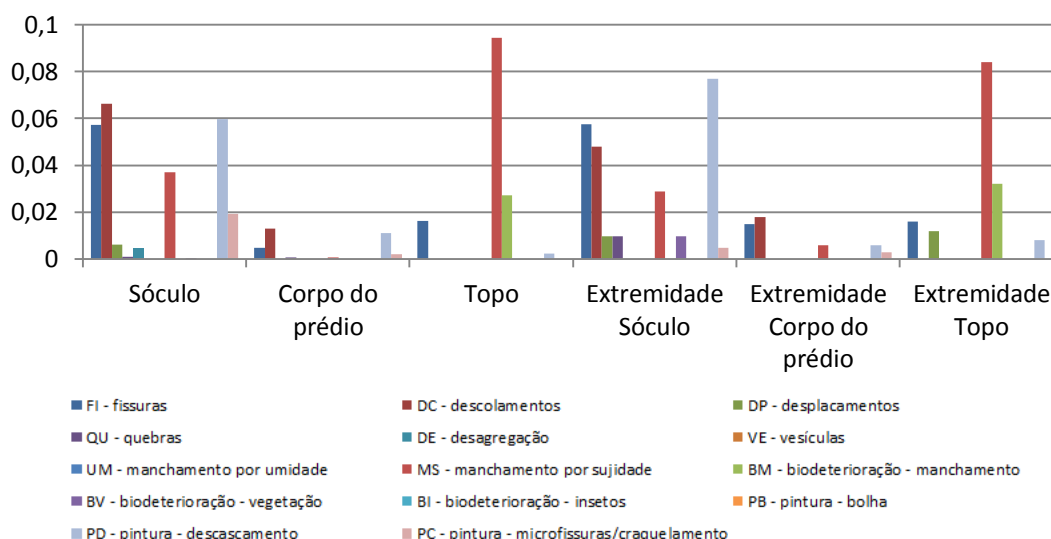
Em todas as amostras, a manifestação patológica predominante é o manchamento por sujidade. Na sequência, o descolamento apresenta-se como manifestação patológica mais encontrada nas duas alas da fachada norte; o manchamento por biodeterioração é a segunda manifestação com maior FD para a fachada sul – ala esquerda, para as amostras 3, 5 (juntamente ao descascamento da pintura), 6 a 11 do torreão e para a fachada oeste; o descascamento de pintura é a segunda maior manifestação nas amostras 1, 2 e 12 do torreão e também na fachada leste; a fissuração apresenta o segundo maior FD na fachada sul – ala direita, e, no caso da ala esquerda da fachada norte apresenta o mesmo valor que o manchamento por sujidade. Não foram identificadas outras manifestações patológicas para a amostra 4 do torreão, além do manchamento por sujidade.

O terceiro maior valor de FD que contribui para a soma do FD_{TOTAL} é o descascamento de pintura para as fachadas norte – alas direita e esquerda, sul – ala direita e para as amostras 10 e 11 do torreão. A fissuração é a terceira manifestação predominante para as amostras 5 e 6 do torreão, ala esquerda da fachada sul e para a fachada leste. O craquelamento da pintura aparece para as amostras 1 e 7 do torreão e o descascamento para a fachada oeste.

Em função de apresentarem valores de FD similares aos três maiores, destacam-se ainda a fissuração nas fachadas norte – ala direita e oeste, o descascamento de pintura na fachada sul – ala esquerda, o craquelamento da pintura nas duas alas da fachada sul e nas fachadas leste e oeste e o descolamento nas fachadas sul – ala direita e leste. Devido à variação dos valores de FD_{TOTAL} entre si e de os valores relacionados ao torreão que, em geral, apresenta-se principalmente na região superior do corpo do prédio e na região de topo, serem menores, justifica-se a análise dos fatores de dano por região.

Os resultados obtidos para o FD_{RC} serão apresentados em forma gráfica; a tabela contendo os valores dos resultados pode ser visualizada no apêndice E. Analisando-se os resultados obtidos para o FD_{RC} da ala esquerda da fachada norte, apresentados pela figura 200, percebe-se que a maior incidência de manifestações patológicas diferenciadas ocorre em número de oito, tanto na região do sóculo da extremidade quanto no sóculo do restante da fachada. Nos sóculos, as manifestações com maior FD_{RC} são o descolamento do revestimento, o descascamento da pintura e as fissuras. Os maiores valores de FD_{RC} , no entanto, referem-se ao manchamento por sujidade no topo em toda a extensão da fachada.

Figura 200 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada norte - ala esquerda

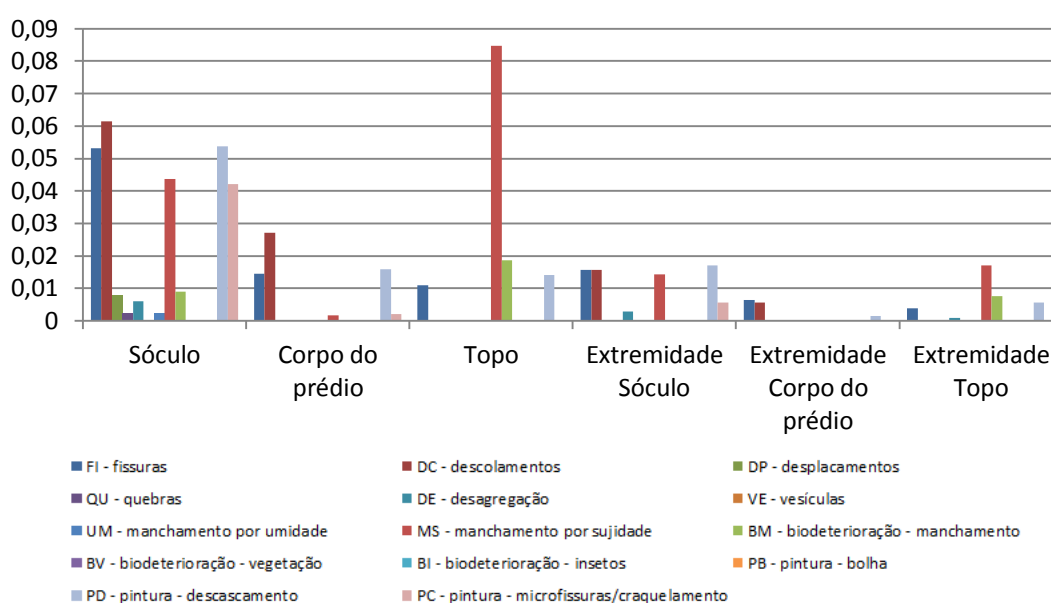


(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Na sequência, a análise do FD_{RC} da ala direita da fachada norte, apresentada pela figura 201, permite a identificação de que na extremidade dessa fachada a incidência de manifestações patológicas é inferior ao que ocorre no restante de sua extensão. Novamente, o maior valor de

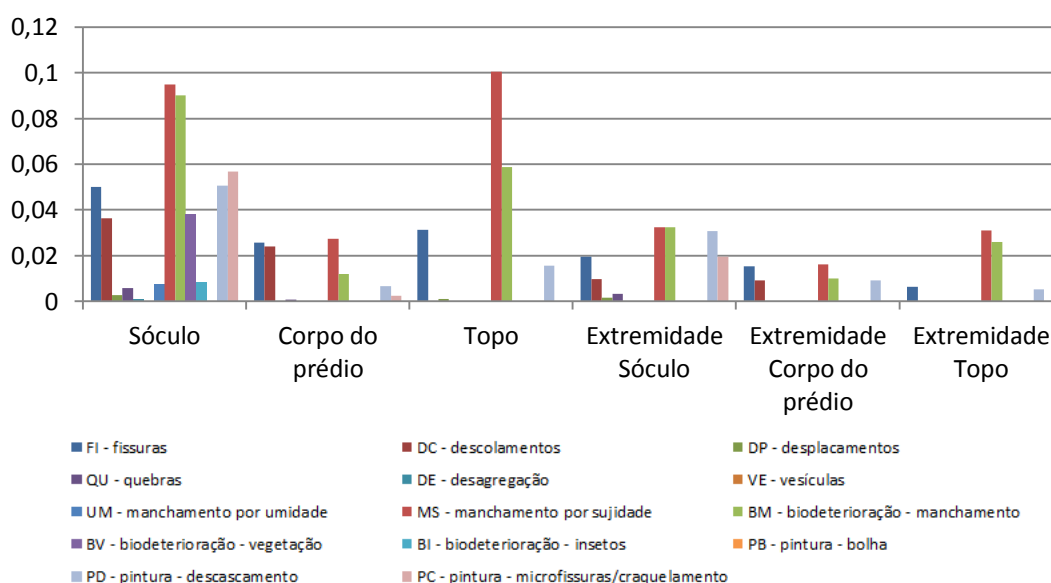
FD_{RC} relaciona-se ao manchamento por sujidade na região de topo, sendo que, na região de topo da extremidade esse valor é cerca de quatro vezes menor que no restante da extensão do topo na fachada. A maior diversidade de manifestações patológicas ocorre novamente no sóculo, destacando-se a fissuração, o descolamento do revestimento, o manchamento por sujidade, o descascamento e o craquelamento da pintura. Os valores máximos de FD_{RC} obtidos para a ala direita da fachada norte assemelham-se aos encontradas para a ala esquerda.

Figura 201 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada norte - ala direita



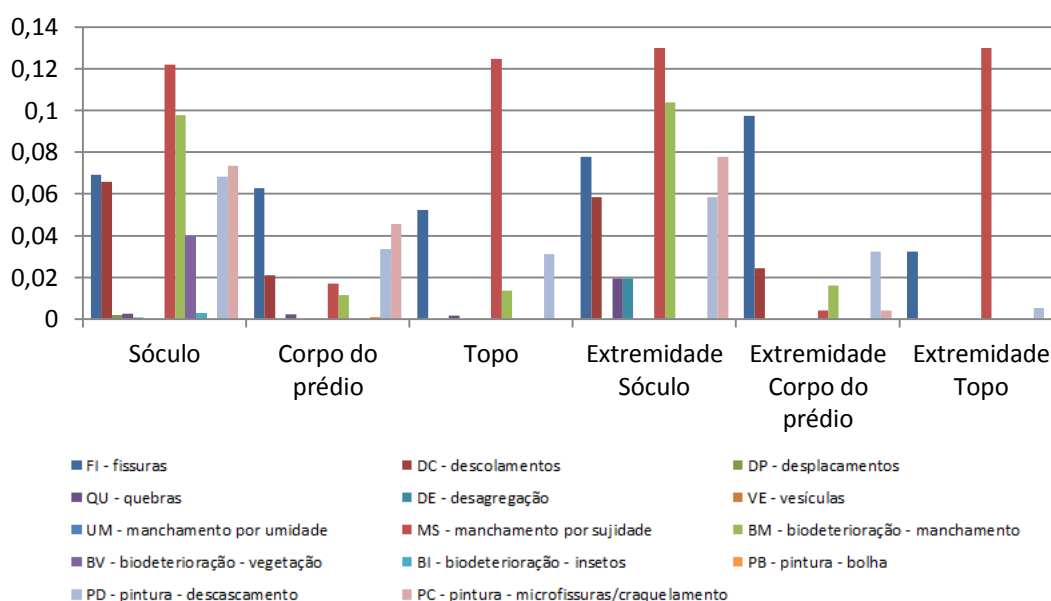
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Na ala esquerda da fachada sul, cujos resultados de FD_{RC} estão apresentados pela figura 202, o sóculo apresenta doze tipos diferentes de manifestações patológicas; considerando somente a extremidade da fachada, há oito tipos de manifestações no sóculo. Destacam-se, além dos mesmos tipos de manifestações identificados na ala direita da fachada norte, o manchamento causado pela biodeterioração, especialmente na região de topo, onde também ocorre o manchamento por sujidade.

Figura 202 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada sul - ala esquerda

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

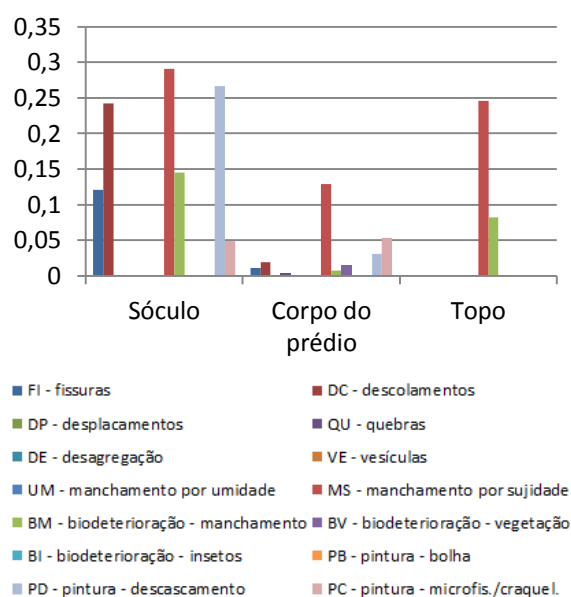
Na ala direita da fachada sul, os valores encontrados para os FD_{RC} e apresentados na figura 203 são, em geral, superiores aos apresentados anteriormente para as demais fachadas. A região do sóculo na extremidade da fachada apresenta índices semelhantes ao sóculo no restante de sua extensão, exceto pela ausência de vegetação de pequeno porte. As manifestações patológicas no corpo do prédio também assumem valores mais elevados que no restante das fachadas apresentadas, destacando-se a fissuração, o descascamento e o craquelamento de pintura. O manchamento por sujidade apresenta valores elevados em toda a região de sóculo e de topo da fachada. O valor máximo de FD_{RC} identificado para a fachada sul, referente ao manchamento por sujidade, é cerca de 32% maior que o encontrado para a fachada norte, relacionado à mesma manifestação patológica.

Figura 203 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada sul - ala direita

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

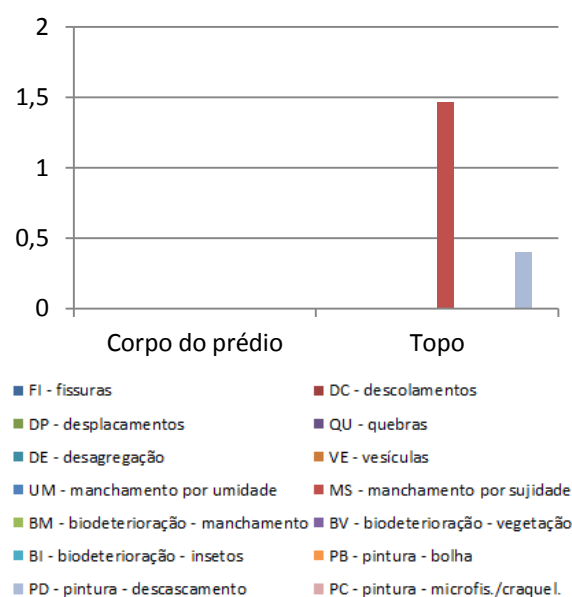
Em relação ao torreão, é geral em todas as suas amostras menores a ocorrência de valores elevados de FD_{RC} para o manchamento por sujidade no topo ao se comparar com os demais valores identificados, como pode ser visualizado nas figuras 204 a 215. Em alguns casos, também foram identificados na região de topo descascamento de pintura e manchamento por biodeterioração. No corpo do prédio, o manchamento por sujidade foi a manifestação patológica mais frequente, acompanhada pelo manchamento por biodeterioração, descolamento da pintura e fissuração. No sóculo do torreão, presente nas amostras 1 e 7, foram identificados sete diferentes tipos de manifestações patológicas, sendo mais representativas em função de seu valor de FD_{RC} a fissuração, o descolamento do revestimento, o manchamento por sujidade e por biodeterioração, o descascamento e o craquelamento da pintura. Existe maior variação entre os valores máximos de FD_{RC} entre as amostras menores do torreão comparando-se às fachadas apresentadas anteriormente, pois, em alguns casos, existe apenas uma região na amostra, resultando em coeficiente de correção unitário.

Figura 204 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 1



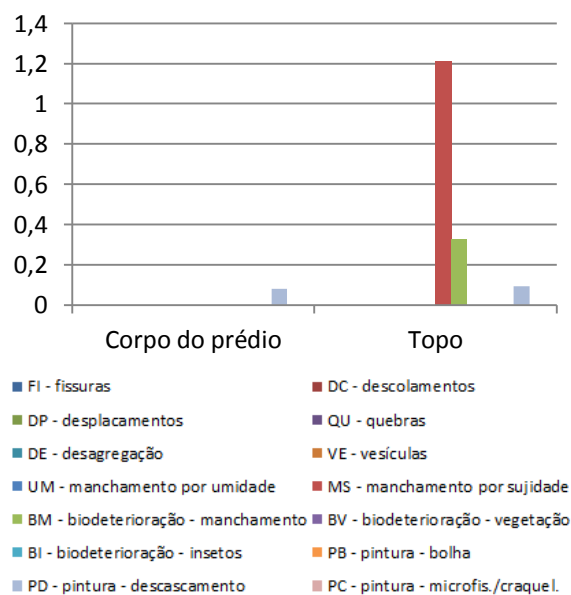
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 205 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 2



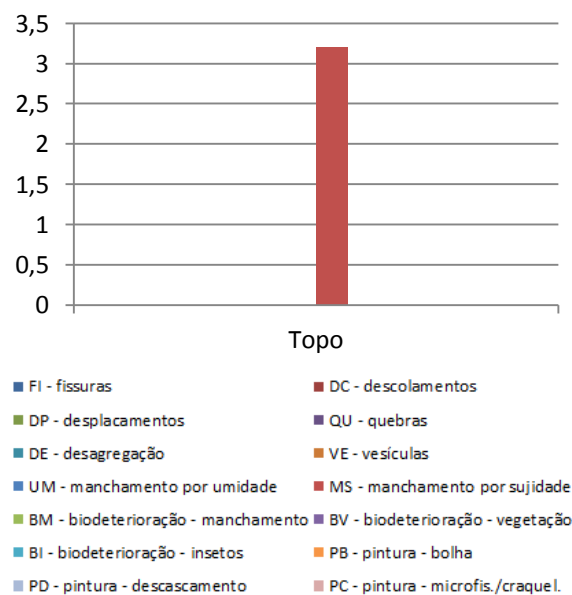
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 206 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 3



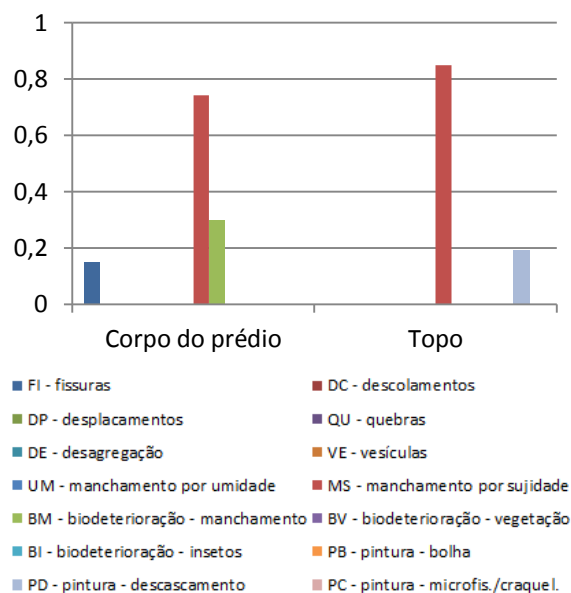
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 207 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 4



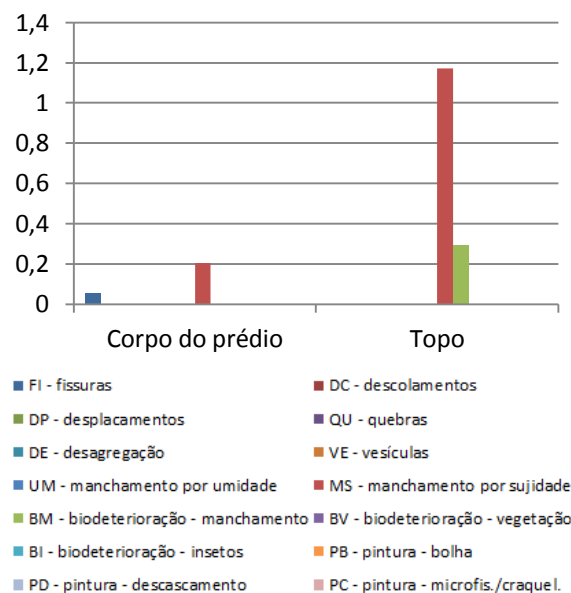
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 208 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 5



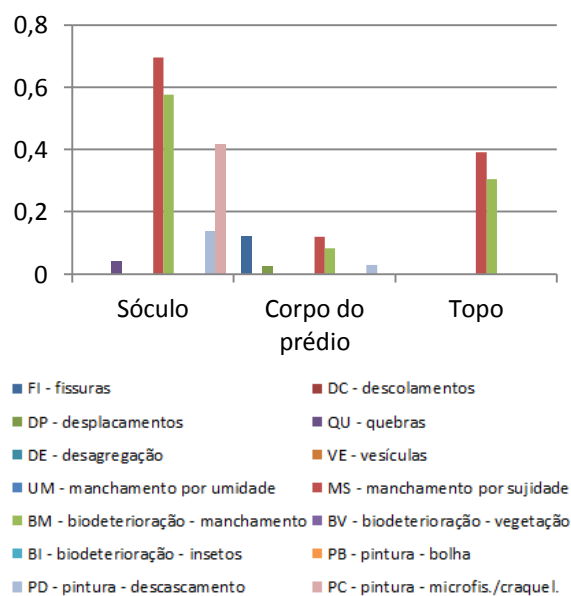
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 209 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 6



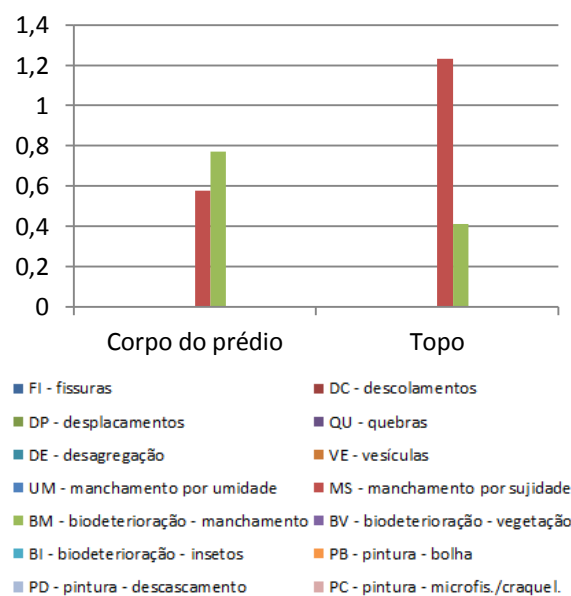
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 210 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 7



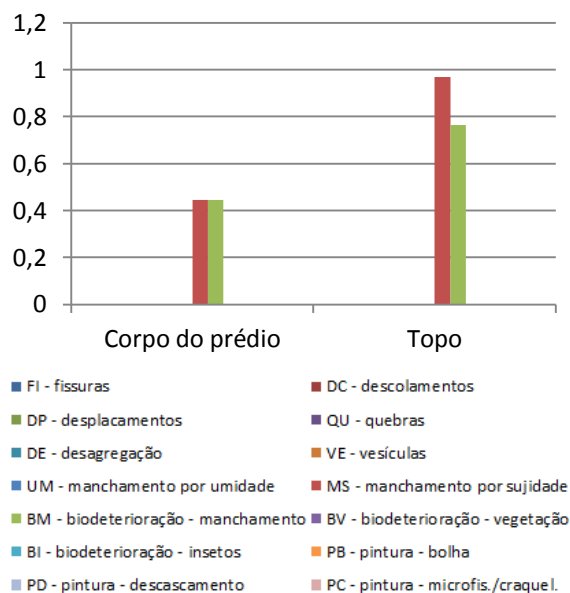
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 211 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 8



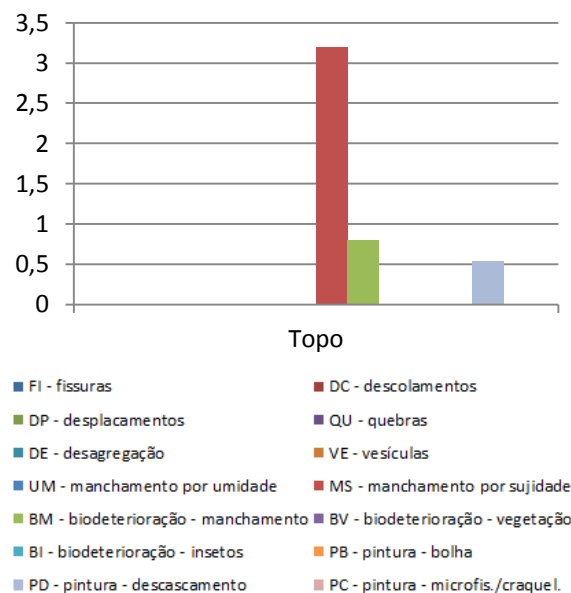
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 212 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 9



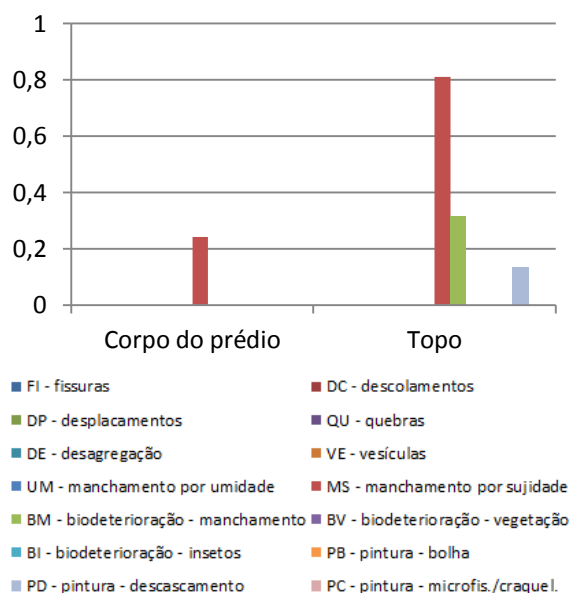
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 213 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 10



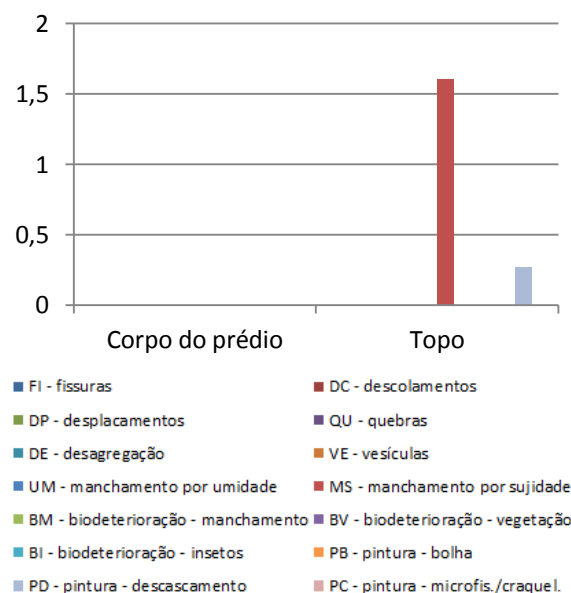
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 214 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 11



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura 215 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} do torreão - 12

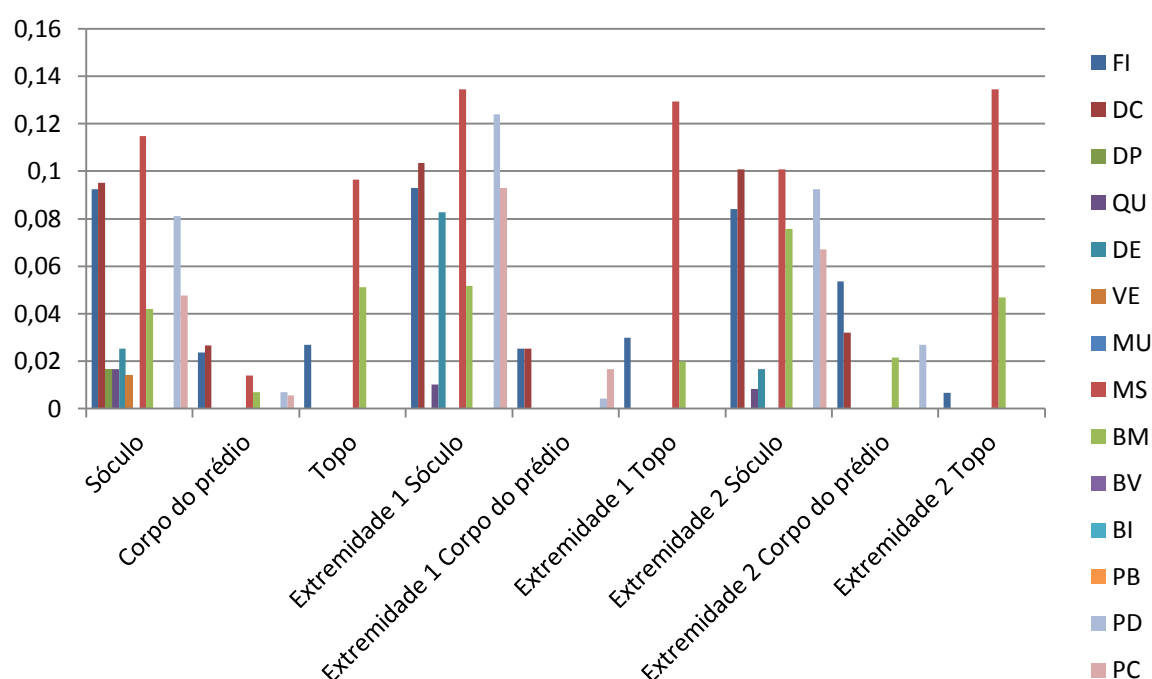


(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Na fachada oeste, cujos resultados de FD_{RC} são apresentados pela figura 216, destacam-se o manchamento por sujidade no topo e no sóculo, tanto nas extremidades quanto no restante da extensão das fachadas. Em todo o sóculo, são frequentes ainda a fissuração, o descolamento

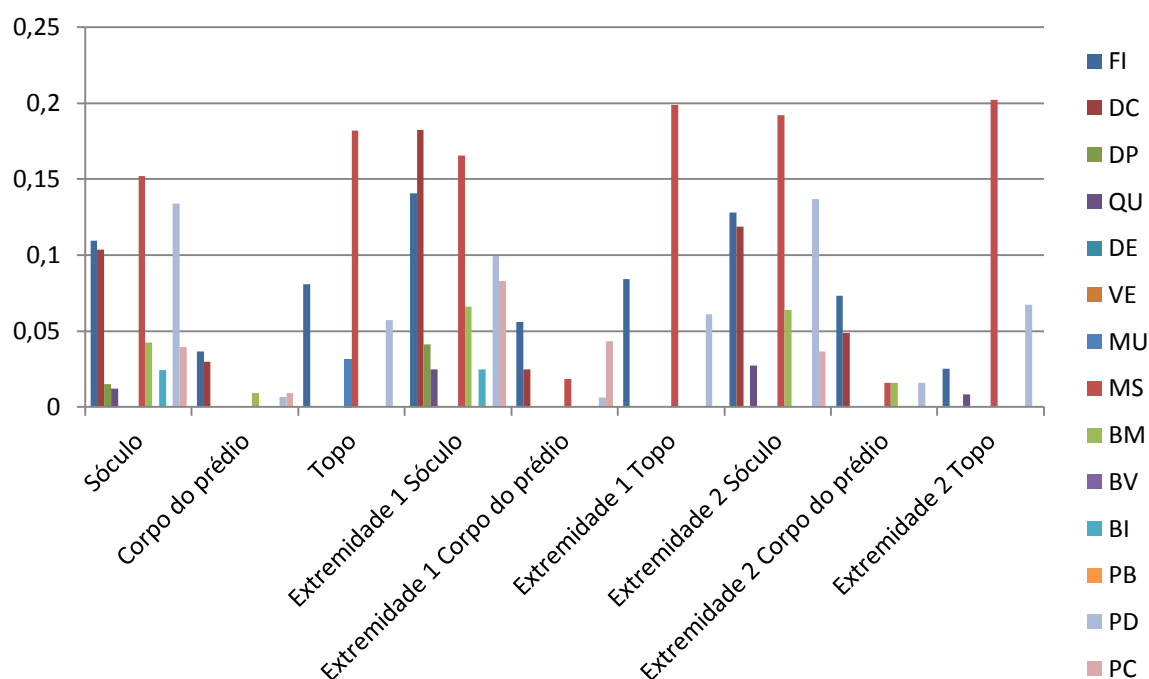
do revestimento, o manchamento por biodeterioração, o descascamento e o craquelamento da pintura. O manchamento por biodeterioração também se destaca na região de topo. No corpo do prédio, as barras representativas do FD_{RC} atingem valores, em geral, de até 0,02, exceto pela fissuração e o descolamento do revestimento na extremidade 2, que apresentam FD_{RC} de 0,05 e 0,03. Os valores máximos de FD_{RC} para a fachada oeste são superiores aos encontrados para as fachadas norte e sul, alcançando, aproximadamente, 0,14.

Figura 216 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada oeste



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Em relação à fachada leste, novamente verifica-se maior diversidade de manifestações patológicas no sóculo, conforme apresentado pela figura 217. Destacam-se a fissuração, o descolamento do revestimento, o manchamento por sujeidade e por biodeterioração, o descascamento e o craquelamento da pintura, da mesma forma que na fachada oeste. Em toda a extensão da região de topo destaca-se o manchamento por sujeidade, acompanhado pela fissuração e pelo descascamento da pintura; o FD_{RC} para sujeidade no topo é de aproximadamente 0,2, o maior valor encontrado entre todas as fachadas. No corpo do prédio, todos os valores de FD_{RC} são inferiores a 0,08, destacando-se a fissuração e o descolamento do revestimento.

Figura 217 - Gráfico de barras indicando FD_{RC} da fachada leste

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Observou-se, portanto, a partir da aplicação do MMD, que as regiões mais críticas em relação à ocorrência de manifestações patológicas em todas as amostras analisadas são o sóculo e o topo da edificação. Ou seja, o sóculo, cujo revestimento de argamassa foi refeito na restauração total concluída em 2004 e a região de topo, que sofreu intervenção para elevação do nível da cobertura em 1950, portanto, apresentam-se com FD_{RC} superiores ao do corpo do prédio (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016; trabalho não publicado³).

Em relação ao sóculo, sua textura rugosa pode se configurar como uma influência para a maior incidência de manifestações patológicas. Em relação ao corpo do prédio, os detalhes construtivos existentes como pingadeiras são protetores, possibilitando o descolamento da lâmina d'água e, assim, podendo protegê-lo do desenvolvimento de algumas manifestações patológicas.

Na fachada sul o valor máximo observado para o FD_{RC} é aproximadamente 40% superior ao observado na fachada norte; as fachadas leste e oeste também apresentam valores superiores aos da fachada norte. Ainda, a fachada leste apresenta valores maiores na avaliação de seus danos em relação à fachada oeste. A incidência ou ausência de sol, portanto, pode ser considerada como um fator importante no desenvolvimento dos danos, especialmente do

manchamento por sujidade e biodeterioração; ainda, o próprio grau de exposição das fachadas à chuva dirigida poderia ser considerado um fator influente para o aparecimento de danos, já que é mais intenso entre as fachadas sul e leste.

As manifestações patológicas mais frequentes na edificação são o manchamento, a fissuração e os danos na pintura. Os descolamentos do revestimento não foram avaliados em toda a extensão das fachadas, porém, nas fachadas em que foi executado o ensaio de percussão, essa manifestação se mostrou importante. As manifestações patológicas observadas no torreão parecem apresentar uma continuidade em relação às identificadas nas fachadas adjacentes.

7 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Após serem identificadas e analisadas as principais manifestações patológicas que ocorrem no *Château*, assim como a caracterização de sua argamassa de revestimento, nesse capítulo são propostas soluções com o objetivo de amenizar ou até mesmo eliminar os problemas encontrados a partir da aplicação de materiais e técnicas adequados. No apêndice F, são apresentadas fichas de manifestações patológicas, que consolidam informações como sua descrição, possíveis causas, as fachadas em que se desenvolvem, métodos de análise, registro fotográfico e sugestão de soluções.

De acordo com Brito (2004), as soluções propostas para as manifestações patológicas devem priorizar, inicialmente, a conservação do revestimento através de reparos pontuais e adequada manutenção; na sequência, caso essa intervenção mínima não seja capaz de solucionar os problemas a que se destina, podem ser adotadas técnicas de consolidação do material. A consolidação se justifica especialmente em casos de revestimentos com valores históricos, como é o caso do objeto de estudo do presente trabalho, ou ainda artísticos ou pela raridade do material. Finalmente, caso nenhuma dessas formas de intervenção seja suficiente para a edificação, podem ser necessárias a remoção e a substituição do revestimento.

7.1 FISSURAS

É importante observar que as soluções indicadas a seguir não devem ser aplicadas antes de se descartar a possibilidade de o componente fissurado comprometer a segurança estrutural da edificação histórica (THOMAZ, 1989). Cincotto (1988) sugere, especificamente para fissuras horizontais no revestimento, a sua renovação; para fissuras mapeadas, sugere a mesma solução, adicionando a renovação da pintura.

O IPHAN (2005) sugere que as fissuras sejam seladas, porém, fissuras provenientes de problemas estruturais devem ter suas causas resolvidas antes da selagem. Esse processo consiste na limpeza da área onde se encontra a fissura e no seu escariamento, seguida pelo preenchimento dos vazios com argamassa forte de cal e areia, pouco espessa, e, caso

necessário, o preenchimento de vazios maiores com tijolos ou pedras. Antes da aplicação da argamassa, a alvenaria deve ser molhada e as suas pedras ou tijolos levemente apicoados.

Pode-se buscar a recuperação de fissuras ativas cujos movimentos não sejam muito pronunciados com o próprio sistema de pintura da parede. O IPHAN (2010) recomendou, para prédios históricos de Porto Alegre, a aplicação de verniz acrílico em dispersão aquosa com pincel ou rolo. Thomaz (1989) sugere que o local da fissura seja reforçado com uma fina tela de náilon ou polipropileno de aproximadamente 10 cm. O material para pintura deve ser elástico e compatível com as características da parede.

O IPHAN (2010) sugere ainda outras técnicas, que foram direcionadas à recuperação de prédios históricos, entre eles o Palácio Piratini, em Porto Alegre. A aplicação de injeções de resina acrílica ou epóxi pode ser realizada em fissuras com larguras superiores a 1mm, resultando na colmatação superficial da argamassa e na conseqüente redução da entrada de umidade, e, dessa forma, no não prosseguimento do desenvolvimento do processo de degradação. Caso as fissuras apresentem diâmetros maiores, podem também ser obturadas com argamassa de revestimento. O grampeamento também é apresentado como sugestão; essa técnica consiste em unir partes soltas e fissuras através de um grampo.

Fissuras mapeadas também poderiam, em certos casos, além de receber preenchimento com nata de cal, ser resolvidas pelo seu preenchimento com selantes flexíveis, ou até mesmo por argamassas contendo aditivo expensor (trabalho não publicado)⁵. Ressalta-se, no entanto, que as características desses materiais devem ter sua compatibilidade com os materiais existentes conhecidas antes de sua aplicação, incluindo também o conhecimento de seus efeitos a longo prazo, a fim de que uma possível intervenção com selante flexível, por exemplo, não venha a resultar no descolamento da argamassa histórica (ICOMOS, 2004).

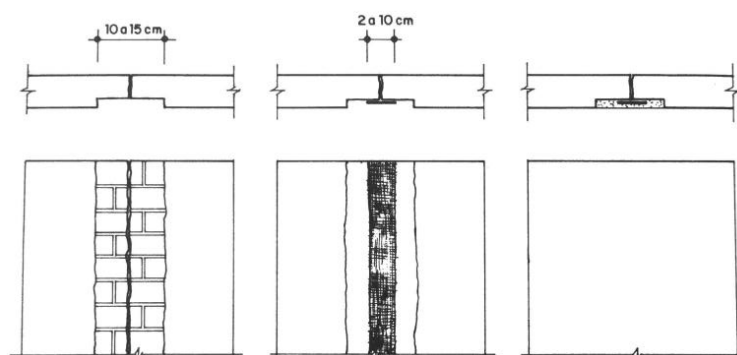
Em relação aos selantes flexíveis, Thomaz (1989) sugere que sejam compostos por poliuretano, silicone, ou outros materiais e que antes da sua aplicação, seja aberto um sulco em formato de “vê”, com cerca de 20 mm de largura e 10 mm de profundidade. Caso a movimentação da fissura seja muito intensa, a abertura da cavidade pode ser retangular e sugere-se a aplicação de uma membrana de separação, constituída, por exemplo, de fita crepe. Antes da aplicação do selante, a poeira aderente à parede deve ser removida; no momento da

aplicação, é essencial que a parede esteja seca. O selante deve ser consistente e não apresentar retração acentuada devido à evaporação de seus componentes voláteis.

No caso das fissuras relacionadas a movimentações higrotérmicas da própria parede ou até mesmo devido a enfraquecimentos no revestimento relacionados à presença de aberturas ou tubulações, Thomaz (1989) sugere a aplicação de bandagem para recuperação da área fissurada. Para isso, uma faixa de 10 cm a 15 cm do revestimento da parede deve ser removida, a bandagem deve ser distribuída regularmente nos dois lados da fissura com largura entre 2 cm e 10 cm. Deve-se, então, aplicar o chapisco e a argamassa, que deve apresentar baixo módulo de deformação e ser compatível com os materiais utilizados na edificação. A bandagem, dessa forma, proporcionará a dessolidarização entre o revestimento e a parede na região da fissura; quanto maior a sua largura, menores as tensões no revestimento provocadas pela abertura da fissura e menor a probabilidade dessa fissura se pronunciar novamente no revestimento. A bandagem pode ser constituída de polietileno, fita crepe ou outros materiais, devendo se avaliar a interação desse material com a argamassa de revestimento do prédio histórico. Ressalta-se, porém, que sempre que possível seja evitada a retirada da argamassa, priorizando-se soluções para os problemas que não ocasionem perda de material.

Brito (2004) sugere a colocação de uma tira de mastique ao longo da fenda e indica que esse tipo de solução também poderia ser aplicado nas fissuras que surgem na interface de materiais diferentes, como ocorre na fachada oeste do *Château*, onde as fissuras formam o contorno de uma possível porta implantada em algum momento da história da edificação. Conforme mencionado anteriormente, os efeitos a longo prazo dessa solução devem ser previamente avaliados, a fim de que a movimentação entre os diferentes materiais não cause o descolamento da argamassa histórica. A figura 218 ilustra a aplicação da bandagem de dessolidarização entre a parede e o revestimento. Recomenda-se que a determinação do traço da argamassa a ser aplicada considere os resultados obtidos no ensaio de reconstituição, apresentados no capítulo anterior.

Figura 218 - Reparação de fissura em alvenaria com bandagem de dessolidarização



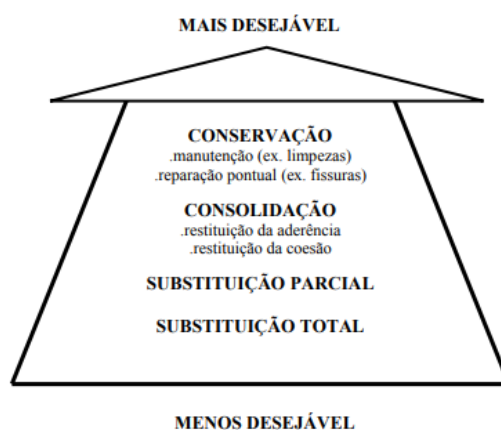
(fonte: THOMAZ, 1989)

Para as fissuras que ocorrem somente no revestimento sem alcançar o substrato, sendo praticamente imperceptíveis a olho nu e que não prejudiquem a durabilidade e funcionalidade da argamassa, Brito (2004) sugere que não sejam aplicadas soluções para reparação a fim de evitar a ocorrência de manchas e diferenças no aspecto final. É necessário, porém, avaliar as condições de impermeabilização no local em que se desenvolvem.

7.2 DESCOLAMENTOS, DESPLACAMENTOS E QUEBRAS

Em relação a descolamentos, deslocamentos e quebras, a figura 219 indica a hierarquia preferencial para as soluções aplicadas. A primeira opção para intervenção em prédios históricos deve ser sempre a conservação, seguida pela consolidação dos materiais, sendo menos desejável a substituição dessa argamassa, seja ela parcial ou total. Isso se deve ao valor histórico que os materiais apresentam (COUTO, A. B.; COUTO, J. P., 2007). A proposição de soluções para os descolamentos envolve ainda a identificação de suas causas e de sua extensão, a fim de evitar a progressão da manifestação patológica e a execução de reparos antieconômicos (CINCOTTO, 1988).

Figura 219 - Hierarquia de intervenção em argamassas



(fonte: COUTO, A. B.; COUTO, J. P., 2007)

Couto A. B. e Couto J. P. (2007) sugerem que, para degradações profundas pontuais em argamassas com elevado valor histórico, arquitetônico ou artístico, a intervenção seja realizada por meio de conservação, consolidação e reparação localizada com materiais compatíveis e idênticos aos originais, aplicando-se técnicas tradicionais ou até especializadas. Caso a degradação profunda seja generalizada, é indicada diretamente a consolidação do revestimento. No presente trabalho, degradações profundas estão relacionadas ao descolamento da argamassa; as exigências para a intervenção relacionadas a essa manifestação patológica são reversibilidade, no sentido de permitir a remoção da intervenção e o retorno à condição pré-existente, e aspecto idêntico ao original.

Fonseca e Gonçalves (2017) indicam como intervenção para os descolamentos por perda de aderência injeções de substâncias consolidantes. As argamassas injetáveis são consideradas boas opções para a restituição da aderência quando comparadas com outros produtos cujas propriedades são desconhecidas ou diferentes dos substratos originais. O material injetado preenche os vazios resultantes do descolamento e restabelece a aderência entre o revestimento e o substrato.

A injeção de materiais para conservação de superfícies arquitetônicas inicia pela preparação do substrato. É importante que sujidades e detritos localizados nos vazios, inclusive atrás do revestimento descolado, sejam removidos; essa remoção pode ser efetuada com a utilização de equipamentos de aspiração ou com a realização de pequenos furos na superfície. Água e até mesmo soluções de água com álcool podem contribuir na limpeza dos detritos; a pré-molhagem da região de descolamento é interessante inclusive para facilitar a passagem da

argamassa injetada, desde que não permaneça água em excesso nos vazios (BIÇER-ŞİMŞİR; RAINER, 2013).

Após a preparação do substrato, a argamassa pode ser injetada na face descolada do revestimento, em contato com o substrato, de acordo com técnicas que dependem da área, alinhamento e acessibilidade do descolamento. Caso o descolamento possa ser acessado pelo seu topo, a substância consolidante pode ser ali introduzida e se distribuir por gravidade; é comum, ainda, sua injeção com seringas de tamanho adequado. Em superfícies descoladas muito extensas, podem ser utilizados tubos para a injeção do consolidante. Muitas vezes, especialmente caso os revestimentos sejam frágeis, é necessário protegê-los ou escorá-los; ainda, a aplicação de pressão ao revestimento durante o processo de injeção pode resultar em melhor contato e adesão entre as interfaces. O último passo da injeção para consolidação é a limpeza e conferência da superfície; as substâncias injetadas podem fluir e reaparecer em locais diferentes dos esperados (BIÇER-ŞİMŞİR; RAINER, 2013).

O material e a técnica de aplicação devem proporcionar compatibilidade mecânica e química em relação ao revestimento original, especialmente por se tratar de patrimônio histórico e cultural. A resistência mecânica do material injetado deve ser similar à do reboco existente, mas menor, para evitar a criação de tensões excessivas no material original. A absorção de água por capilaridade e a permeabilidade ao vapor de água do material injetado e do reboco existente também devem ser similares. Dentre os materiais consolidantes orgânicos, estão as resinas de poliéster, acrílicas, vinílicas e epoxídicas; como consolidantes inorgânicos de origem mineral, pode-se utilizar a cal, o cimento ou o gesso (BIÇER-ŞİMŞİR; RAINER, 2013; FONSECA; GONÇALVES, 2017). Uma vez que a argamassa é histórica, sugere-se a injeção de argamassa de cal ou a execução de testes para verificação da compatibilidade com outros materiais.

Além da compatibilidade, é importante que as substâncias injetadas sejam fluidas o suficiente e sejam capazes de manter a coesão entre seus componentes. A retração dos materiais consolidantes deve ser mínima, assim como a presença de sais solúveis em sua composição (BIÇER-ŞİMŞİR; RAINER, 2013).

Para o deslocamento, Cincotto (1988) sugere a renovação da camada de revestimento. Em relação às quebras, também é necessária a aplicação de uma nova argamassa. A argamassa

aplicada deve ser compatível com as existentes em áreas adjacentes à intervenção, para que não seja responsável pela ocorrência de novos descolamentos em função de seu comportamento e propriedades distintas. Novamente, a compatibilidade recebe destaque e, conseqüentemente, a importância da execução de ensaio de reconstituição de traço.

A substituição da argamassa deve iniciar pela remoção do volume danificado até a base da alvenaria. O material solto ou fracamente aderido, eflorescências e crescimentos biológicos devem ser removidos por meio de escovação com cerdas duras, seguida pela aplicação de fungicidas, caso necessário. Antes da aplicação da argamassa, deve ser executado o corte da argamassa de assentamento até uma profundidade de aproximadamente 1,6 cm, a fim de proporcionar melhor aderência. A alvenaria deve ser umedecida para reduzir a sucção da água de amassamento e, por fim, aplica-se uma camada de emboço, possivelmente composta de cal e areia grossa, texturizada com desempenadeira dentada, novamente para proporcionar melhor aderência entre os materiais. Finalmente, é aplicado o reboco, consistindo em uma argamassa de cal e areia fina (IPHAN, 2005). Cincotto (1988) indica ainda que primeiramente seja efetuado o apicoamento da base e a aplicação de chapisco ou outro material que melhore a aderência do novo reboco, além da remoção de sujidades e produtos hidrófugos.

Em consonância com a hierarquia de intervenção em argamassas apresentada na figura 219, a fim de não se perder o material histórico, indica-se que, sempre que possível seja aplicada a solução de consolidação, recorrendo-se, prioritariamente à injeção de material com base em cal. Apenas em casos mais graves, que comprometam condições de segurança, ou ainda em casos de deslocamento e quebra indica-se diretamente a substituição do reboco com valor histórico, devendo ser removido o menor volume possível.

7.3 DESAGREGAÇÃO

Para a desagregação com perda de coesão e pulverulência, Brito (2004) indica a consolidação do revestimento, caso o grau seja reduzido e, caso contrário, a substituição parcial da argamassa. Couto, A. B. e Couto, J. P. (2007) sugerem que seja realizada a conservação e, se necessário, também indicam a consolidação da argamassa, em caso de revestimento com valor histórico, arquitetônico ou artístico elevado. As recomendações se aplicam tanto para degradações superficiais pontuais quanto generalizadas e apresentam como premissa a utilização de materiais compatíveis e idênticos, com técnicas tradicionais ou especializadas

que permitam a reversibilidade da intervenção e resultem em aspecto idêntico ao apresentado originalmente.

7.4 VESÍCULAS

No *Château*, foram identificadas vesículas somente na fachada oeste. Tratando-se de revestimento de prédio histórico, no entanto, poderiam ser adotadas novamente as recomendações de Couto, A. B. e Couto, J. P. (2007) para degradação superficial pontual, buscando-se primeiramente realizar a intervenção por meio de conservação e consolidação do revestimento de argamassa com o uso de injeções de materiais consolidantes compatíveis com os existentes, a fim de respeitar a história, o contexto e os materiais do *Château*. Cincotto (1988) sugere a renovação da camada de reboco; essa solução, no entanto, é menos desejável para a edificação em estudo. Caso seja executada, porém, deve-se observar a aplicação de uma argamassa que não cause danos ao revestimento existente.

7.5 MANCHAMENTO

A execução de limpeza dos revestimentos é recomendada como meio de remoção de manchamentos por crostas negras, colonizações biológicas e sujidades generalizadas. Veiga *et al.* (2007) caracterizam a limpeza aplicada às fachadas de revestimento de argamassa com acabamento de marmorite do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em Lisboa, construído entre 1950 e 1952. A intervenção nessa edificação foi orientada pelo princípio da máxima conservação, minimizando remoções e substituições de material original, assim como a quantidade de operações executadas sobre o revestimento.

No LNEC, a limpeza foi executada por via úmida e por via seca. Para a limpeza úmida, utilizou-se jato de água a baixa pressão, 50 bar, para remoção de sujidades generalizadas e jato com pressão de 70 bar, inclinação de 45° e uma distância de 15 a 30 cm para remoção de crostas negras e manchamentos intensos causados por biodeterioração. Esses níveis de pressão mostraram-se adequados para as características de resistência do revestimento da edificação, não afetando sua integridade física. A limpeza por via seca foi realizada com microabrasão, apenas em zonas onde manchas escuras e outras manchas resultantes de biodeterioração permaneceram mesmo após a limpeza úmida; a pressão, nesse caso, era de 1 a

2 bar, variando de acordo com o suporte e sujidade. Utilizou-se farinha de sílica como substância abrasiva (VEIGA *et al.*, 2007).

As técnicas de limpeza aplicadas às fachadas do LNEC podem ser indicadas como soluções adequadas para as fachadas do *Château*, considerando-se que em ambos os casos objetiva-se mínima intervenção. Sugere-se, porém, que sejam realizados testes antes da aplicação às fachadas do *Château* como um todo, a fim de se identificar possíveis alterações necessárias para não danificar a integridade do revestimento.

7.6 UMIDADE

Em relação à umidade ascensional, a partir dos ensaios realizados, verificou-se que sua ocorrência está relacionada principalmente à fachada sul, ao torreão e às fachadas leste e oeste. Mesmo nessas fachadas, no entanto, a umidade parece restringir-se à região próxima ao solo. Deve-se avaliar cautelosamente, portanto, a execução de intervenção relacionada a essa manifestação patológica. O memorial de especificações técnicas desenvolvido para a restauração total do *Château* concluída em 2004 inclusive descarta a necessidade de drenagem perimetral externa, uma vez que não constatou a presença umidades ascendentes na edificação (trabalho não publicado)³.

Caso se verifique, no entanto, o agravamento da umidade ascensional, as soluções possíveis de serem aplicadas envolvem a execução de valas drenantes periféricas, o rebaixamento do lençol freático ou ainda o tratamento superficial do terreno, evitando a chegada da água à superfície do revestimento. A execução de valas drenantes periféricas é interessante, pois afasta o terreno das fundações, permitindo que haja um espaço de ventilação e evaporação ou drenagem, dependendo de a vala ser preenchida por agregados ou não. Dessa forma, a quantidade de água absorvida pelas paredes e a altura por ela atingida é reduzida (IPHAN, 2005).

A ascensão da água nas paredes também pode ser impedida através da redução da seção absorvente ou da implantação de barreiras físicas e químicas na parede, que são técnicas invasivas, geram perda de material e podem modificar suas características, por isso, não estão entre as mais aconselhadas na hierarquia de intervenções em argamassas históricas (IPHAN, 2005; HENRIQUES, 2007).

A umidade ascensional poderia, além disso, ser minimizada pela retirada da água em excesso das paredes por meio de eletro-osmose ou de drenos atmosféricos (HENRIQUES, 2007). A eletro-osmose, técnica pela qual a água é removida da parede com a utilização de eletrodos, apesar de ser menos agressiva, em geral é pouco eficaz e inadequada caso a resistência elétrica do terreno seja elevada (SOCOLOSKI, 2015). No caso das fachadas posteriores do *Château*, orientadas para o sul, a execução de uma calçada ou piso no entorno da edificação aliadas à impermeabilização e execução de drenos já poderia contribuir evitando a ascensão da umidade nas paredes.

As manifestações patológicas resultantes da umidade de precipitação ou de infiltração, destacando-se a umidade descendente (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016), especialmente na região de topo, podem ser minimizadas com o tratamento das deficiências de estanqueidade das paredes e das fissuras que permitem a infiltração da água. De acordo com o IPHAN (2005), em casos de problemas com a estanqueidade das paredes externas, o reboco úmido em áreas com manchas indicadoras de infiltração deve ser removido, as fissuras devem ser seladas, conforme explicado no item 7.1 deste capítulo, e as juntas impermeabilizadas para, então, reaplicar reboco de boa execução e compatível com os materiais existentes.

Caso seja substituída a argamassa em uma região com incidência de manifestações patológicas causadas pela presença de umidade, Brito (2004) apresenta como sugestão a aplicação de argamassas drenantes. Em função de sua porosidade, essas argamassas apresentam uma rede de canais que facilita a evaporação da água; ainda, apresentam macroporos que permitem a deposição de sais e que suportam suas expansões. Ressalta-se, novamente, que a argamassa aplicada deve apresentar propriedades compatíveis com a existente, devendo-se observar os traços obtidos a partir da execução do ensaio de reconstituição de traço.

7.7 BIODETERIORAÇÃO

Antes de se intervir nas manifestações patológicas resultantes da biodeterioração, é necessário eliminar as fontes de umidade que permitem o seu desenvolvimento, iniciando pela secagem do material e, então, procedendo à sua limpeza. Para a ocorrência de mofo, o IPHAN (2005) indica limpeza com solução de 10% de hipoclorito de sódio, fazendo-se necessária, na sequência, a lavagem do revestimento com água limpa. Aguarda-se a secagem completa do

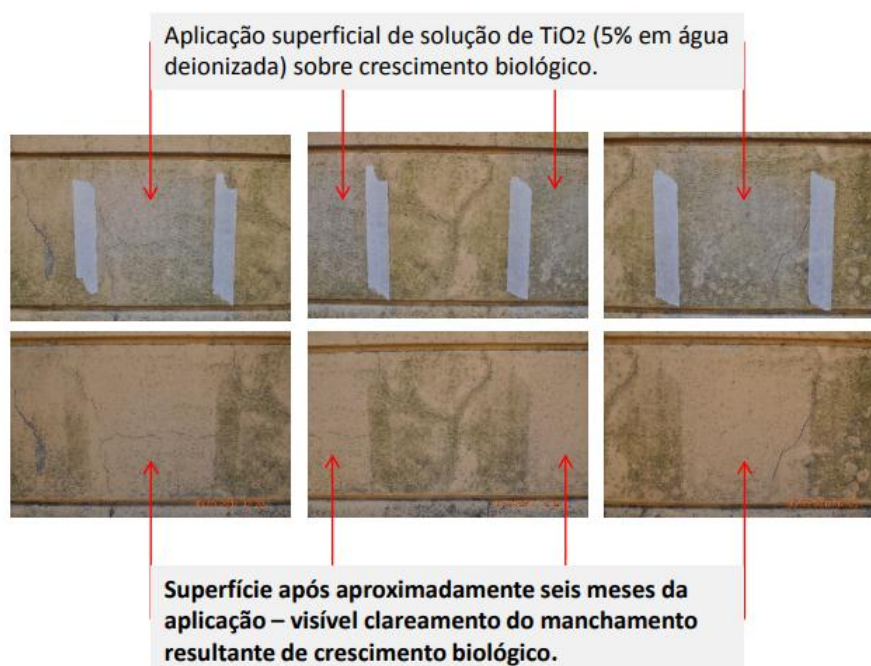
revestimento e aplica-se um produto fungicida, que pode ser retirado com escovação após três dias, quando é executado o acabamento e pintura da região danificada. Essa é a mesma técnica indicada por Henriques (2007).

Guerra (2012) sugere, em relação à deterioração por fungos filamentosos, o controle de fatores como temperatura e umidade, através do tratamento de pontes térmicas, especialmente entre diferentes materiais e zonas críticas. Ainda considerando a intervenção nas superfícies, Guerra (2012) indica a utilização de tinta à base de cal, desde que seja executada manutenção periódica, a fim de controlar as condições nutricionais para o desenvolvimento da biodeterioração. É importante considerar condições de manutenção e limpeza a fim de controlar a biodeterioração; a remoção de sujidade e poeira das superfícies, especialmente de ornatos e reentrâncias contribui no controle das condições nutricionais propícias ao desenvolvimento de fungos. Deve-se, além disso, inspecionar frequentemente as condições de estanqueidade da edificação, sanando fontes de infiltração.

Além disso, nanomateriais com propriedades fotocatalíticas apresentam importância crescente na área de conservação do patrimônio histórico, devido a seus efeitos antimicrobianos, autolimpantes e de degradação de partículas poluentes (KROFTOVÁ *et al.*, 2017). Entre os nanomateriais fotocatalíticos destaca-se o dióxido de titânio (TiO_2), hidrofílico, estável quimicamente, altamente oxidante, com disponibilidade adequada e de utilização relativamente econômica, reduzindo os impactos com gastos de manutenção de fachadas; estudos identificaram, inclusive, sua compatibilidade com materiais históricos com base em cal (FUJISHIMA *et al.*, 2000; GÓMEZ-ORTIZ *et al.*, 2013).

Dal Molin *et al.* (2017) aplicaram soluções de TiO_2 em 5% de água deionizada sobre crescimento biológico em fachadas de edificações históricas, mais especificamente, à fachada do Castelinho, localizado no Largo Paganini, em frente ao *Château*. Sua atuação resultou em um visível clareamento do manchamento resultante do crescimento biológico, conforme ilustrado pela figura 220. Essa, portanto, é uma técnica interessante para redução do manchamento por biodeterioração que degrada as fachadas do *Château*. Na figura 220, nota-se que a superfície de aplicação da solução ficou com aspecto esbranquiçado, em função da deposição do pó de TiO_2 ; as manchas brancas deixaram de existir após a lixiviação desse pó.

Figura 220 - Aplicação superficial de TiO_2 às fachadas do Castelinho e observação após seis meses da aplicação



(fonte: DAL MOLIN *et al.*, 2017)

A vegetação de pequeno porte, identificada no objeto de estudo, pode ser removida cuidadosamente. Caso se desenvolva vegetação de maior porte, é indicada a aplicação de herbicida na raiz e, na sequência, o corte de ramos e raízes. As colônias de insetos devem ser eliminadas com produtos adequados (IPHAN, 2005).

7.8 EFLORESCÊNCIAS

Não foi identificada a presença clara de eflorescências no *Château*; o teste qualitativo de sais mostrou, no entanto, que existem sais na edificação. Caso as eflorescências se tornem visíveis, sugere-se que os sais sejam removidos; essa operação é delicada e normalmente é realizada apenas em edificações com valor artístico importante.

Henriques (2007) indica que a remoção seja efetuada utilizando-se compressas de algodão ou papel absorvente embebidas em água destilada e colocadas sobre a zona afetada; esse tipo de compressa é mais comumente utilizado em afrescos. Para as demais regiões, sugere-se a utilização de compressas de celulose ou cal; dessa forma, devido à umidade, os sais serão transferidos para as compressas por efeito osmótico, reduzindo sua concentração na superfície

do revestimento (POSSER, 2004). Além disso, pode-se citar o uso de compressas de lama bentonítica. Destaca-se que, se não forem adotadas medidas para controlar as eflorescências, elas voltarão a aparecer na superfície; a impermeabilização configura-se como uma medida de prevenção.

O IPHAN (2005) sugere que as eflorescências sejam removidas por meio de escovação vigorosa com cerdas duras; essa técnica é mais agressiva e poderia ser aplicada em regiões onde as compressas não são capazes de efetuar a remoção dos sais solúveis. No memorial de especificações técnicas referentes à restauração do *Château*, essa última é a técnica apresentada para remoção de eflorescências, a partir da utilização de escova de aço e jato d'água (trabalho não publicado)³.

Ainda para as eflorescências, caso as paredes estejam úmidas, poderia ser aplicada uma camada de reboco de sacrifício, ou seja, uma camada de argamassa com baixo teor de ligantes aéreos, capaz de recolher os sais que migram para as superfícies. Essa camada deveria ser substituída sempre que necessário (POSSER, 2004; HENRIQUES, 2007). Essa solução, no entanto, é mais intrusiva que a remoção dos sais exclusivamente.

Em relação a criptoflorescências, o IPHAN (2005) recomenda que o acesso da água que dá origem à manifestação patológica seja impedido e que os sais sejam removidos também através de emplastos ou compressas, no caso de paredes com valor artístico elevado; nesse caso, é indicado que o processo seja acompanhado por um técnico especializado. A aplicação de uma camada porosa de reboco de sacrifício, destinada à cristalização dos sais durante a secagem gradual da alvenaria e que será substituída até cessar a ocorrência de criptoflorescências, é indicada apenas para paredes comuns. Portanto, tanto no caso de eflorescências como de criptoflorescências, a preferência é pela remoção dos sais a partir de compressas úmidas.

7.9 DANOS NA PINTURA

Como solução para os danos identificados na pintura, a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (2017) indica que as áreas afetadas sejam raspadas e lixadas e, caso a manifestação patológica seja originada por uma fonte de umidade, essa fonte deve ser eliminada. Sugere-se, então, a aplicação de um fundo preparador, a correção das imperfeições e a pintura com um

produto adequado às características da edificação. Ressalta-se que essa sugestão não é específica para revestimentos de edificações históricas.

Para a restauração do *Château* concluída em 2004, também foi indicada a raspagem e remoção da tinta em áreas com mofo, craquelamento, gorduras ou irregularidades. Recomendou-se que as superfícies pintadas estivessem coesas, secas e limpas. Após a vedação das fissuras, foi sugerida a aplicação de duas demãos de selador compatível com a tinta à base de PVA, sendo a primeira demão de tinta com diluição de 15% em fungicida aquoso incolor e 25% em água potável (trabalho não publicado)³.

Bezerra e Nappi (2012) explicam que a opção por tintas polivinílicas ou acrílicas por profissionais que atuam em restauros ocorre em função de sua facilidade de aplicação e possibilidade de replicação de cores. A norma NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) indica uma vida útil de projeto (VUP) mínima de 8 anos para pintura de fachadas; para nível de desempenho superior, considera VUP maior ou igual a 12 anos. Esses períodos devem ser observados para execução da repintura da edificação; no *Château*, sabe-se que o período decorrido desde a aplicação mais recente de tinta supera os períodos de VUP indicados pela NBR 15575-1. Dessa forma, pode-se inferir que, mesmo degradada, a tinta aplicada ao *Château* cumpriu sua função com desempenho adequado, não sendo suas propriedades responsáveis pelo surgimento de outras manifestações patológicas na edificação.

De acordo com o IPHAN (2005), no entanto, apesar da menor durabilidade, a pintura à base de cal é a mais aconselhada para edificações históricas em comparação às tintas polivinílicas ou acrílicas; a tinta a cal configura-se como uma opção econômica e fácil de aplicar, além de ser mais compatível com argamassas à base de cal. A utilização de tinta a cal originalmente nas paredes externas do *Château* foi inclusive confirmada por análises (DEVINCENZI; TONIOLI, 2016).

A caiação consiste, portanto, em uma pintura de origem mineral, não plastificada, que permite a migração de sais e a passagem da umidade da argamassa. Sua degradação ocorre gradativamente, iniciando pelo esmaecimento da coloração; na sequência, ocorre perda de aderência entre as partículas minerais, formando pó. O pó formado, no entanto, não danifica o

reboco, diferente do que ocorre com partículas sintéticas, que formam bolhas e carregam consigo camadas superficiais de agregados do revestimento (IPHAN, 2005).

A aplicação da pintura à base de cal ocorre em camadas horizontais e verticais alternadas, totalizando pelo menos cinco demãos. A tinta, fabricada com pasta de cal diluída em água, deve ser coada em peneiras finas antes de sua aplicação. Caso sejam adicionados pigmentos, devem ser priorizados os corantes naturais e deve ser observada a homogeneidade da mistura. Antes da aplicação da pintura, deve-se umedecer o substrato, a fim de que a água da tinta não seja absorvida muito rapidamente (IPHAN, 2005).

Para pintura de fachadas de edificações históricas, também é indicada a aplicação de tintas à base de silicato. Esse tipo de tinta apresenta entre suas características uma elevada permeabilidade e sua aplicação pode ser realizada sobre rebocos, superfícies caiadas, pedras naturais ou cerâmicas não vidradas, removendo-se outras camadas de tinta (CASALINHO, 2013).

Indica-se, portanto, preferencialmente a aplicação de tinta à base de cal ou silicato após a remoção das superfícies de pintura existentes danificadas. Para a escolha da cor, sugere-se a observação dos resultados da prospecção estratigráfica de pintura realizada no presente trabalho.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a importância do patrimônio construído mundial na formação da identidade das sociedades e a participação do *Château* como prédio testemunho da história da cidade de Porto Alegre e da UFRGS demonstrada ao longo deste trabalho, afirma-se a necessidade de preservá-lo e conservá-lo, para que continue cumprindo suas funções com desempenho e aparência estética satisfatórios. Destaca-se, ainda, que a própria busca pelo desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável passa pela manutenção das suas edificações e de seus materiais.

A compatibilidade dos materiais que compõem as fachadas de prédios históricos, assim como das técnicas construtivas a elas previamente aplicadas, com materiais e técnicas a serem adotados na realização de intervenções é um aspecto chave a ser observado. Com o passar do tempo, os materiais e as técnicas construtivas sofreram modificações que, muitas vezes, os tornaram incompatíveis com aqueles utilizados em períodos anteriores. A aplicação de materiais incompatíveis a prédios históricos pode dar origem a manifestações patológicas ou mesmo agravar as existentes.

Ainda em relação à evolução das construções ao longo do tempo, foi identificada a execução de manutenção e reparos durante a vida útil do *Château*, uma vez que as amostras extraídas apresentaram características diferenciadas entre si, incluindo camadas de material pertencentes a épocas diferentes, o que também foi comprovado através de registros do SPH. Destaca-se a importância do registro das intervenções realizadas nas edificações, assim como da possibilidade de distinção entre seus materiais originais e os incorporados posteriormente.

O diagnóstico da degradação das fachadas do *Château* identificou a presença de diferentes tipos de manifestações patológicas. A partir do levantamento visual e do ensaio de percussão foi possível mapear suas principais áreas degradadas, o que se mostra interessante, inclusive, para o acompanhamento dessas manifestações ao longo do tempo.

A termografia é uma técnica importante para a identificação de variações de temperatura que podem indicar descolamentos e presença de umidade e que muitas vezes não são perceptíveis no levantamento visual. A partir da aplicação dessa técnica identificou-se a ocorrência de

zonas mais frias na base dos sóculos das fachadas sul, leste, oeste e do torreão do *Château*, que podem estar relacionadas à ocorrência de umidade ascensional, mesmo que essa umidade não atinja alturas elevadas na edificação.

A reconstituição de traço e a posterior definição da granulometria dos agregados são essenciais não só para o melhor conhecimento do histórico, características dos materiais da edificação e confirmação de hipóteses a respeito de suas amostras, como também para possibilitar a aplicação de materiais compatíveis com os existentes em caso de intervenção. É interessante a comparação entre o traço e os agregados das diferentes amostras, pois apesar de todos apresentarem propriedades específicas, também apresentam semelhanças.

O teste qualitativo de sais solúveis permitiu identificar a existência de cloretos e sulfatos no revestimento do *Château*; esses sais não foram identificados a partir do levantamento visual, o que denota a importância da realização de ensaios. Mesmo assim, caso desenvolvam-se condições adequadas de umidade e pressão, esses sais podem migrar e expandir, podendo gerar deslocamentos e outras consequências prejudiciais ao desempenho da edificação.

A prospecção estratigráfica de pintura permite a observação do histórico de cores aplicadas à edificação; existem limitações, pois como é um ensaio pontual, é possível que nem todas as camadas de pintura do *Château* tenham sido identificadas. Identificou-se, porém, a aplicação de uma coloração cinza às suas fachadas em meio a diferentes camadas de tons branco e amarelo, o que, em geral, não seria possível de perceber apenas a partir do levantamento visual.

Com o MMD, as avaliações qualitativas a respeito das manifestações patológicas das fachadas do *Château* puderam ser quantificadas e analisadas mais criteriosamente. As regiões com maior incidência de danos são o sóculo e o topo, sendo menores os valores representativos das manifestações patológicas observadas na fachada norte do prédio histórico. O posicionamento da fachada e, portanto, a incidência de radiação solar e chuva dirigida foram, dessa forma, identificadas como fatores de influência na degradação da edificação.

As manifestações patológicas com maior representatividade nas fachadas do *Château* considerando-se os fatores de danos são o manchamento, tanto por sujidade quanto como por biodeterioração, as fissuras e os danos na pintura, incluindo especialmente o descascamento e o craquelamento ou microfissuração. Esses devem ser os focos principais a serem tratados em

uma possível intervenção na edificação, sendo as soluções relacionadas a essas manifestações patológicas de execução relativamente simples em comparação às necessárias para outras manifestações identificadas. Os descolamentos, apesar de não terem sido verificados em toda extensão da fachada, apresentaram participação importante nos mapas de danos do *Château*; seria interessante a avaliação de sua ocorrência em áreas elevadas das fachadas.

As soluções preferenciais para intervenção na edificação consideram a importância da conservação do material, propondo-se sua remoção e substituição apenas em casos mais graves, em que sua manutenção no local possa prejudicar ainda mais o revestimento como um todo. A fim de evitar o agravamento e a progressão das manifestações patológicas identificadas, seria interessante a execução de procedimentos de manutenção e conservação assim que possível, especialmente limpeza, consolidação das fissuras e descolamentos do revestimento e aplicação de uma nova camada de pintura em cor adequada.

Apesar da proposição de soluções, ressalta-se que uma análise cuidadosa das reentrâncias e saliências da edificação deve ser realizada durante a sua aplicação. Ainda, seria interessante um estudo mais aprofundado em relação às características de chuva e vento que atuam sobre o objeto de estudo, assim como a avaliação da porosidade de seus materiais.

Uma vez que os revestimentos de fachadas de prédios históricos apresentam especificidades, deve-se observá-las cautelosamente para que intervenções executadas possam sanar ou reduzir os danos gerados pelas manifestações patológicas que os degradam e não intensificá-los. Nesse sentido, este trabalho foi capaz de identificar as especificidades relacionadas ao *Château*, respeitando e valorizando suas características de patrimônio edificado, contribuindo, caso aplicado, na sua conservação e preservação para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- ABREU FILHO, S. B. de A. **Porto Alegre como Cidade Ideal: Planos e Projetos Urbanos para Porto Alegre**. 2006. 365 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8600>>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- ALLSOPP, D.; SEAL, K. J.; GAYLARDE, C. C. **Introduction to Biodeterioration**. 2nd. ed. New York: Cambridge University Press, 2004.
- ARNOLD, A.; ZEHNDER, K. Salt weathering on monuments. In: **La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo. Influenza dell'ambiente costiero e dello spray marino sulla pietra calcarea e sul marmo**. Atti del I° Simposio internazionale. Bari: Grafo, 1989. p. 31-58. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260552681_Salt_Weathering_on_Monuments>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTAS. **Tintas de qualidade: livro de rótulos da ABRAFATI: linha imobiliária**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2017.
- BARBERO-BARRERA, M. M.; MALDONADO-RAMOS, L.; VAN BALEN, K.; GARCÍA-SANTOS, A.; NEILA-GONZÁLEZ, F. J. Lime render layers: An overview of their properties. **Journal of Cultural Heritage**, Amsterdam, v. 15, n. 3, p. 326–330, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207413001581>>. Acesso em: 17 abr. 2018.
- BASTOS, P. K. X. **Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas de revestimento**. 2001. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://icposgrados.weebly.com/uploads/8/6/0/0/860075/tese_pedro_k1__x__bastos.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.
- BAUER, E.; CASTRO, E. K. de; ANTUNES, G. R. Patologias mais Correntes nas Fachadas de Edifícios em Brasília. In: **3º Congresso Português de Argamassas de Construção**, 2010, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: 2010. Não paginado. Disponível em: <http://www.apfac.pt/congresso2010/comunicacoes/Paper_13_2010.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BAUER, E.; LEAL, F. e C. B. **ARTIGO TÉCNICO 25 - Considerações Iniciais sobre a Termografia Aplicada à Inspeção de Fachadas**, 2013. Disponível em: <<http://materialsandmateriais.blogspot.com.br/2013/08/artigo-tecnico-25-consideracoes.html>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorganica. In: **II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**, 1997, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: 1997. p. 319–331. Disponível em: <<https://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/69-patologia-em-revestimento-de-argamassa-inorganica>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BEZERRA, A. L. F.; NAPPI, S. C. B. Identificação de cores de fachadas de edificações históricas. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio**, [s.l.], v. 5, n. 1. Não paginado, 2012. Disponível em: <<http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus/article/viewFile/202/178>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

BIÇER-ŞİMŞİR; RAINER, 2013. **Evaluation of Lime-Based Hydraulic Injection Grouts for the Conservation of Architectural Surfaces: A Manual of Laboratory and Field Test Methods**. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2013. Disponível em: <http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/evaluation_grouts.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BRITO, J. de. **Diagnóstico, patologia e reabilitação de revestimentos de paredes**. Lisboa: 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282117608_Diagnostico_Patologia_e_Reabilitacao_de_Revestimentos_de_Paredes>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CARVALHO, M. do C. N. G. de. **Reabilitação de revestimentos de paredes de edifícios antigos**. 2014. 119f. Dissertação (Mestrado em Construção e Reabilitação) - Instituto Superior Técnico - IST, Lisboa, 2014. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090412967/IST-MCR-Dissertacao-MCarmoCarvalho.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

CASALINHO, P. M. A. **Análise comparativa de pinturas para intervenções no patrimônio edificado em Pelotas no final do século XIX**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia do Ambiente Construído) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em: <http://prograu.ufpel.edu.br/uploads/biblioteca/dissertacao_paula_out_2013.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2018.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. Avaliação e restauração de revestimentos de argamassa. In: **II Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**, 1997, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: 1997. p. 383–393. Disponível em: <<https://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/75-avaliacao-e-restauracao-de-revestimentos-de-argamassa?start=20>>. Acesso em: 19 mai. 2018.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de edificações**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1988. p. 549-554.

_____. **Patologia das argamassas de revestimento. Análise e Recomendações.** 2. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

COUTO, A. B.; COUTO, J. P. Especificidades e exigências das argamassas na reabilitação de edifícios antigos. In: **2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção**, 2007, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: APFAC, 2007. Não paginado. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8347>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

CUNHA, L. A. **O ensino de ofícios nos primórdios da industrialização.** Brasília: Editora UNESP, 2000.

DAL MOLIN, D. C. C.; MASUERO, A. B. Dióxido de titânio: nanomaterial inovador para promover a autolimpeza de fachadas expostas ao microclima urbano e evitar a biodeterioração em prédios históricos. In: **SINDUSCON Premium 2016/2017**, 2017, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.sinduscons.com.br/premium2017/assets/uploads/UFRGS_3_concluido_-_corrigida_final.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

DEVINCENZI, D. S.; TONIOLI, R. M. **Château.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.

DOYLE, M. E. **Desenho a cores.** Tradução de Renate Schinke. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

FARIA, P.; HENRIQUES, F.; RATO, V. Comparative evaluation of lime mortars for architectural conservation. **Journal of Cultural Heritage**, [s.l.], v. 9, n. 3, p. 338-346, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207408000587>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. de; FREITAS, V. P. de. Métodos de Verificação do Desempenho em Serviço de Fachadas Rebocadas. In: **3º Encontro Sobre Patologia E Reabilitação De Edifícios - PATORREB**, 2009, Porto. **Anais eletrônicos...** Porto: FEUP, 2009. p. 651-655. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283795941_Metodos_de_Verificacao_do_Desempenho_em_Servico_de_Fachadas_Rebocadas>. Acesso em: 20 abr. 2018.

FONSECA, D. B da. **Tintas e pigmentos no patrimônio urbano pelotense: um estudo dos materiais de pintura das fachadas do século XIX.** 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Da Bahia, Salvador, 2006. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufba.br:8080/ri/handle/ri/11987>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

FONSECA, D. B.; GONÇALVES, M. R. F. Argamassa injetável para restabelecimento da aderência de revestimentos à base de cal com acabamento em escaiola. In: **1º Simpósio Científico ICOMOS Brasil**, 2017, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: ICOMOS, 2017. Não paginado. Disponível em: <<https://even3storage.blob.core.windows.net/anais/59725.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

FREITAS, J. G. de; CARASEK, H.; CASCUDO, O. Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 57-73, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273110509_Utilizacao_de_termografia_infraverm>

elha_para_avaliacao_de_fissuras_em_fachadas_com_revestimento_de_argamassa_e_pintura. Acesso em: 03 nov. 2018.

FUJISHIMA, A.; RAO, T. N.; TRYK, D. A. Titanium dioxide photocatalysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, [s.l.], v. 1, n. 21, p. 1-21, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389556700000022>>. Acesso em: 07 out. 2018.

GAYLARDE, C. C.; MORTON, L. H. G. Deteriogenic Biofilms on Buildings and their Control: a Review. **Biofouling**, Londres, v. 14, n. 1, p. 59-74, 1999. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08927019909378397>>. Acesso em: 22 set. 2018.

GÓMEZ-ORTIZ, N.; ROSA-GARCÍA, S. de la; GONZÁLEZ-GOMEZ, W.; SORIA-CASTRO, M.; QUINTANA, P.; OSKAM, G.; ORTEGA-MORALES, B. Antifungal Coatings Based on Ca(OH)₂ Mixed with ZnO/TiO₂ Nanomaterials for Protection of Limestone Monuments. **ACS Applied Materials & Interfaces**, [s.l.], v. 5, n. 5, p. 1556-1565, 2013. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/am302783h>>. Acesso em: 06 out. 2018.

GRINZATO, E.; BISON, P. G.; MARINETTI, S. Monitoring of ancient buildings by the thermal method. **Journal of Cultural Heritage**, Amsterdam, v. 3, n. 1, p. 21–29, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207402011597>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

GUERRA, F. L. **Biodeterioração de conjunto histórico do século XIX em Pelotas / RS: fungos filamentosos**. 2012. 168f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Tecnologia do Ambiente Construído) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Disponível em: <http://prograu.ufpel.edu.br/uploads/biblioteca/dissertacao_fernanda_lamego_guerra.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

GUIMARÃES, E. T. **Parametrical Studies of the Behavior of Aerial Lime Mortars**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, Braga, 2014. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/36183/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_ErikaGuimar%C3%A3es_a73479_2014.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2018.

GUTERRES, P. R. C. **Argamassas de reabilitação: estudo da sua utilização e do seu comportamento para o tratamento e recuperação de construções afetadas por eflorescências**. 2009. 265f. Tese (Doutorado e Especialização) – Universidade Federal do Rio de Janeiro e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, [s.l.], 2009. Disponível em: <<http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/17170/2/Tese%20Dout.%20Paulo%20Guterres.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

HASSEN, M. de N. A. **Escola de Engenharia - UFRGS: Um Século**. 1. ed. Porto Alegre: TOMO Editorial, 1996.

HENRIQUES, F. M. A. **Humidade em Paredes**. 4a ed. Lisboa: LNEC, 2007.

HOLMSTRÖM, I. Mortars, Cements And Grouts For Conservation And Repair. Some Urgent Needs For Research. In: **Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings**, 1981, Roma. **Anais eletrônicos...** Roma: International Center for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property, 1981. p. 19-24. Disponível em: <https://www.iccrom.org/sites/default/files/2018-02/1981_mortars_cements_rome_5031_light.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.

HUGHES, J. J. The role of mortar in masonry: an introduction to requirements for the design of repair mortars. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**, Cham, v. 45, n. 9, p. 1287–1294, 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-012-9847-9>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Manual de Conservação Preventiva para Edificações**. 2005. Disponível em: http://ipurb.bentogoncalves.rs.gov.br/uploads/downloads/IPHAN_Manual_de_conservao_preventiva.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

_____. **Programa Monumenta**: Porto Alegre. Brasília: IPHAN, 2010.

ICOMOS - CONSELHO INTERNACIONAL DE MONUMENTOS E SÍTIOS. **Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Patrimônio Arquitetônico**. 2004. Disponível em: <<http://icomos.fa.utl.pt/documentos/cartasdoutrina/icomosrecomendacoesestruturas.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

_____. **The Venice Charter 1964**. 1964. Disponível em: <https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2018.

JACKSON, M. Embodied Energy and Historic Preservation: A Needed Reassessment. **APT Bulletin: Journal of Preservation Technology**, Springfield, v. 36, n. 4, p. 47–52, 2005. Disponível em: <<https://blogs.umass.edu/honors391a-clouston/files/2012/08/1.3.-Embodied-Energy-and-Historic-Preservation-A-Needed-Reassessment1.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

KROFTOVÁ, K.; ŠMIDTOVÁ, M.; KUŘITKA I; Škoda D. Nanotechnology in the cultural heritage – influence of nanospeensions adopted by nanoparticles of TiO₂ for cleaning the surface of historical plasters. **The Civil Engineering Journal**, Tehran, v. 3-2017, n. 19, p. 216-221, 2017. Disponível em: <http://www.civilengineeringjournal.cz/archive/issues/2017/2017_3/3-2017-0019.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3674/000391182.pdf?...1>> . Acesso em: 19 dez. 2018.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das Construções. **Boletim técnico**, São Paulo, EPUSP, 1986.

MARIO, M. **Uso da termografia como ferramenta não destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas**. 2011. 68f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34409/000789733.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 23 nov. 2018.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Ambiência Urbana**. 3. ed. Porto Alegre: Masquatro. 2009.

MORAES, G. A. M. de. **A Contribuição de Manoel Itaqui para a Arquitetura Gaúcha**. 2003. 141 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4770>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

PEREZ, A. R. Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água pelas fachadas (1ª parte). In: **Tecnologia de edificações**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1988. p. 571-574.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. 2000. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1555/000351541.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 18 mai. 2018.

POSSER, N. D. **Proporcionamento de argamassas para reboco de recuperação**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/4750>> . Acesso em: 19 dez. 2018.

POYASTRO, P. C. **Influência da volumetria e das condições de entorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas por ação de chuva dirigida**. 2011. 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/56570>>. Acesso em: 16 ago. 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Assembleia Legislativa. Gabinete de Consultoria Legislativa. **Lei n. 11.525**, de 15 de setembro de 2000. Declara integrantes do patrimônio cultural do Estado os prédios históricos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/11.525.pdf>>.

Acesso em: 07 fev. 2018.

SILVA, A. C.; GIRALT, R. P. Estabelecimento de um índice de chuva dirigida para Porto Alegre. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Tecnologia e Qualidade na Habitação**, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** v. 2. Rio de Janeiro: Antac, 1995. p. 605-610.

SILVA, B. A.; PINTO, A. P. F.; GOMES, A. Natural hydraulic lime versus cement for blended lime mortars for restoration works. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 94, p. 346–360, 2015. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006181530004>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

SILVA, M. de N. B. da. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014. 198 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/teses/D14-6A-Maria-da-Silva.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

SOCOLOSKI, R. F. **Tratamento de umidade ascensional em paredes através de barreiras químicas por gravidade**. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127881/000972587.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

SOUSA, V.; PEREIRA, F. D.; BRITO, J. de. Rebocos Tradicionais: Principais Causas de Degradação. **Engenharia Civil – UM**, Braga, n. 23, p. 5-18, 2005. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num23/n_23_pag_05-18.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.

SOUZA, J. S. de. **Evolução da Degradação de Fachadas - Efeito dos Agentes de Degradação e dos Elementos Constituintes**. 2016. 118 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/20576>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

STEFANIDOU, M.; POPYIANNI, I. The role of aggregates on the structure and properties of lime mortars. **Cement & Concrete Composites**, [s. l.], v. 27, p. 914-919, 2005. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0958946505000570/1-s2.0-S0958946505000570-main.pdf?_tid=8610ab57-be6a-4119-8b1b-ead61abfecf4&acdnat=1541244325_7757f132da78defd07881e19329f5aaa>. Acesso em: 03 nov. 2018.

TEUTONICO, J. M. **A Laboratory Manual for Architectural Conservators**. Roma: [s.n.], 1988.

THEISSING, E. M. Survey of 62-SCF committee. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**. Cham, v. 17, n. 2, p. 167–172, 1984. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02473670>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1989.

TONIOLI, R. M. **Cidade e Universidade: Arquitetura e configuração urbana do Campus Centro da UFRGS**. 2014. 237 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/101861>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

UEMOTO, K. L. Patologia: danos causados por eflorescência. In: **Tecnologia de edificações**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1988. p. 561-564.

_____. Problemas de pintura na construção civil. In: **Tecnologia de edificações**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1988. p. 589-592.

VALE, M. S. do. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: Segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do Retrofit**. 2006. 207f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp019558.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

VALLEJO, F. J. L. Ensuciamiento de fachadas pétreas por la contaminación atmosférica. El caso de la ciudad de Valladolid, España. **Informes de la Construcción**, [s. l.], v. 41, n. 405, 1990. Disponível em: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/1469/2363>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

VEIGA, M. do R.; AGUIAR, J.; SILVA, A. S.; CARVALHO F. **Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos**. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004.

VEIGA, M. do R. Comportamento de rebocos para edifícios antigos: Exigências gerais e requisitos específicos para edifícios antigos. In: **Seminário “Sais solúveis em argamassas de edifícios antigos”**, 2005, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: 2005. Não paginado. Disponível em:

<https://www.academia.edu/868156/COMPORTAMENTO_DE_REBOCOS_PARA_EDIF% C3%8DCIOS_ANTIGOS_EXIG% C3%8ANCIAS_GERAIS_E_REQUISITOS_ESPEC% C3%8DFICOS_PARA_EDIF% C3%8DCIOS_ANTIGOS>. Acesso em: 24 abr. 2018.

VEIGA, M. do R.; TAVARES, M. Características das Paredes Antigas. Requisitos dos Revestimentos por Pintura. In: **Encontro A indústria das tintas no início do século XXI**, 2002, Lisboa. **Anais eletrônicos...** Lisboa: 2002. Não paginado. Disponível em: <http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/RVMT_APTETI.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2018.

VEIGA, R.; TAVARES, M.; MAGALHÃES, A. C. Restauro da fachada em marmorite de cal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Lisboa. Materiais, métodos e resultados. In: **VII Seminário Brasileiro de Tecnologia de Argamassas**, 2007, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: 2007. Não paginado. Disponível em: <http://conservarcal.lnec.pt/pdfs/SBTA_RVMTAC_FINAL.pdf> . Acesso em: 13 nov. 2018.

VIEIRA, A. de A. **Influência dos detalhes arquitetônicos no estado de conservação das fachadas de edificações do patrimônio cultural do centro histórico de Porto Alegre – estudo de caso**. 2005. 162 f. Trabalho de conclusão (Mestrado profissional) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10150>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

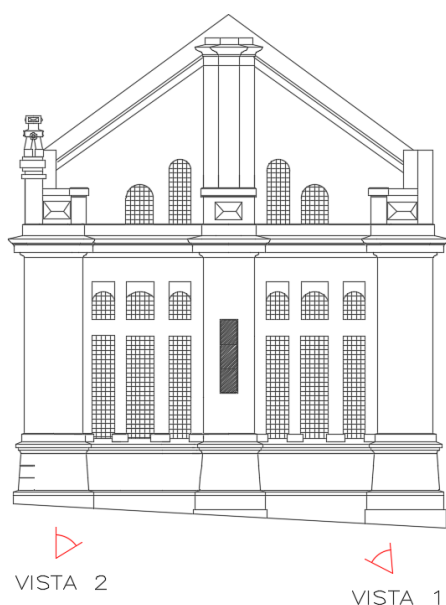
WIJESURIYA, G.; THOMPSON, J.; YOUNG, C. **Gestão do Patrimônio Mundial Cultural**. Paris: [s.n.], 2016.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. **Atlas climático da região Sul do Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012.

**APÊNDICE A – Levantamento fotográfico para ilustração das
manifestações patológicas de reentrâncias e saliências das fachadas do
*Château***

A seguir, são apresentadas as figuras A1 a A34, referentes ao levantamento fotográfico para ilustração das manifestações patológicas nas reentrâncias laterais e saliências das fachadas do *Château*. As figuras A1, A4, A8, A12, A16, A21, A28 e A31 indicam a direção das vistas para a obtenção das fotografias e sua localização na área da fachada.

Figura A1 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da fachada oeste



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A2 - Reentrâncias laterais e saliências da fachada oeste - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A3 - Reentrâncias laterais e saliências da fachada oeste - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A4 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada norte

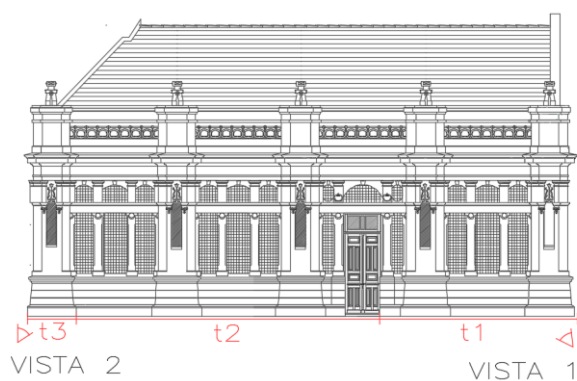


Figura A5 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada norte - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO
HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE
PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A6 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada norte - vista 2 - trecho t1



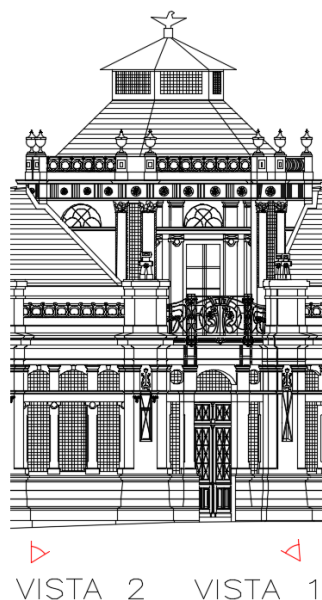
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A7 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada norte - vista 2 - trecho t2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A8 - Indicação da direção das vistas - levantamento das Reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada norte)



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A9 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada norte - vista 2 - trecho t3 e do torreão (amostras adjacentes à fachada norte) - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A10 - Reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada norte) - vista 2



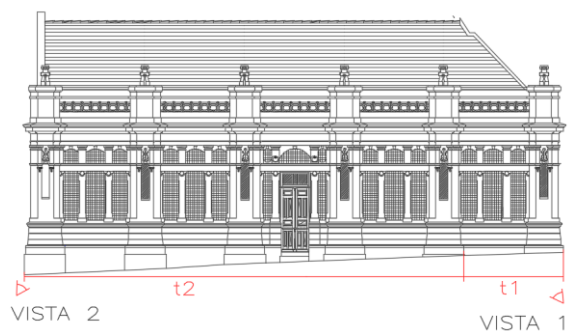
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A11 - Reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada norte) - vista 1 e da ala esquerda da fachada norte - trecho t1 - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A12 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da fachada norte



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A13 - Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da fachada norte - trecho t2 - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A14 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da fachada norte - trecho t1 - vista 2



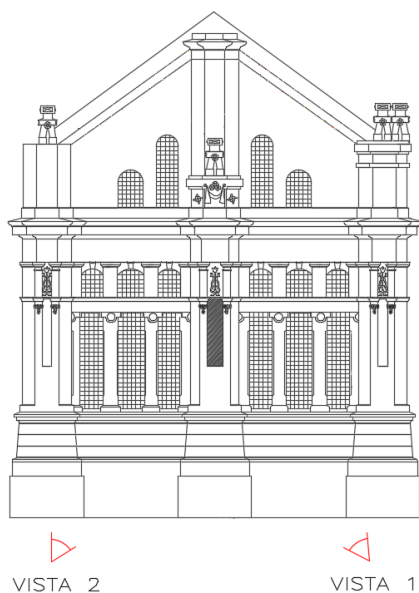
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A15 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da fachada norte - trecho t2 - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A16 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da fachada leste



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A17 – Reentrâncias laterais e saliências da fachada leste - vista 1



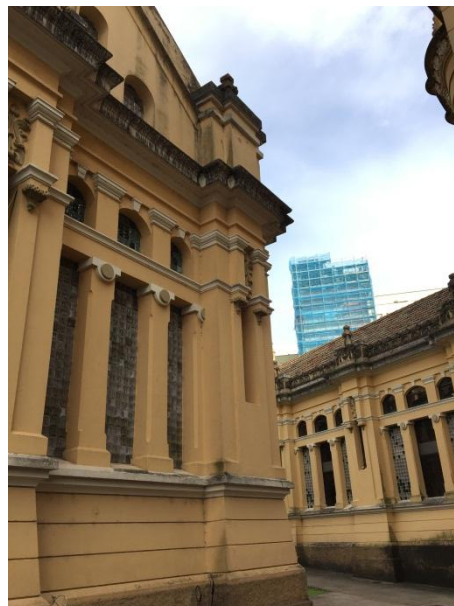
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A18 – Reentrâncias laterais e saliências da fachada leste - vista 1 - detalhe região de topo



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A19 – Reentrâncias laterais e saliências da fachada leste - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A20 – Reentrâncias laterais e saliências da fachada leste - vista 2 - detalhe região de topo



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A21 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da fachada sul

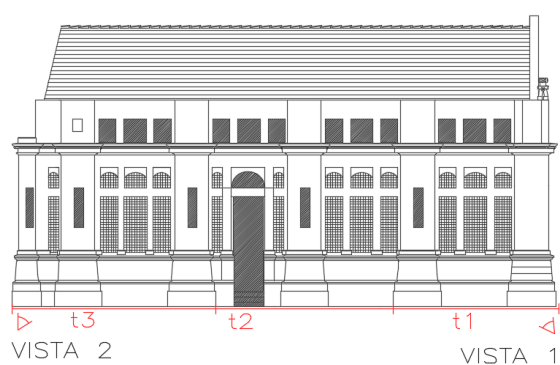


Figura A22 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t1 - vista 1



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A23 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t2 - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A24 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t3 - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A25 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t1 - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A26 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t2 - vista 2



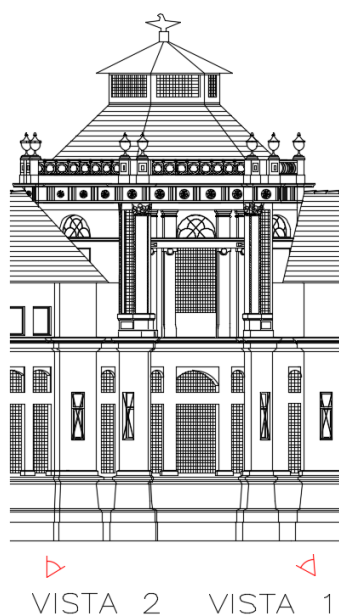
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A27 – Reentrâncias laterais e saliências da ala esquerda da ala esquerda da fachada sul – trecho t3 - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A28 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada sul)



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

Figura A29 - Reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada sul) - vista 1



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A30 - Reentrâncias laterais e saliências do torreão (amostras adjacentes à fachada sul) - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A31 - Indicação da direção das vistas - levantamento das reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada sul



Figura A32 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada sul - vista 1



(fonte: adaptado de SETOR DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO SPH/UFRGS – ÁREA DE PESQUISA E DOCUMENTAÇÃO, 2018)

(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A33 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada sul - vista 1 - detalhe sóculo



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura A34 - Reentrâncias laterais e saliências da ala direita da fachada sul - vista 2



(fonte: foto da autora, 2018)

**APÊNDICE B – Figuras adicionais dos agregados das amostras obtidas
com lupa estereoscópica**

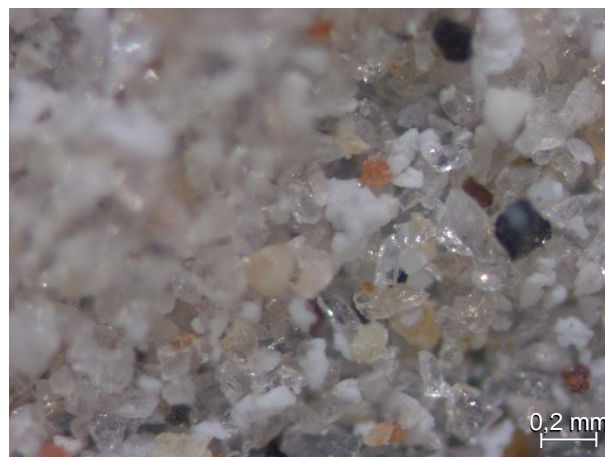
Neste apêndice, são apresentadas as figuras B1 a B12, obtidas com lupa estereoscópica dos agregados das amostras, adicionais às apresentadas ao longo do texto.

Figura B1 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B2 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A2



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B3 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A3



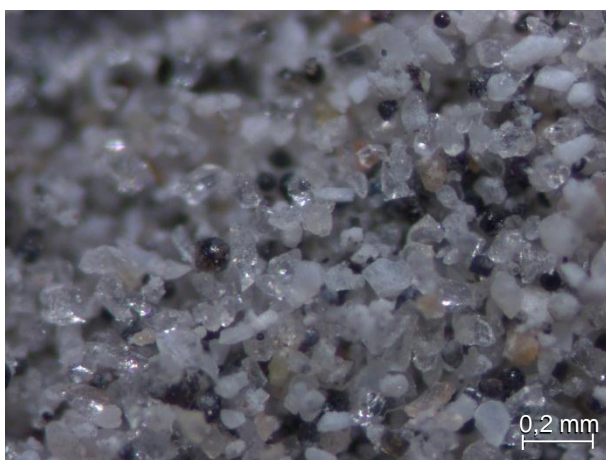
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B4 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A3



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B5 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A3



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B6 - Observação em lupa estereoscópica - agregados A4



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B7 - Observação em lupa estereoscópica
- agregados A4



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B8 Observação em lupa estereoscópica - agregados A5



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B9- Observação em lupa estereoscópica
- agregados A5



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B10 - Observação em lupa estereoscópica - agregados A6



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B11 - Observação em lupa estereoscópica - agregados A7



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura B12 - Observação em lupa estereoscópica - agregados A7

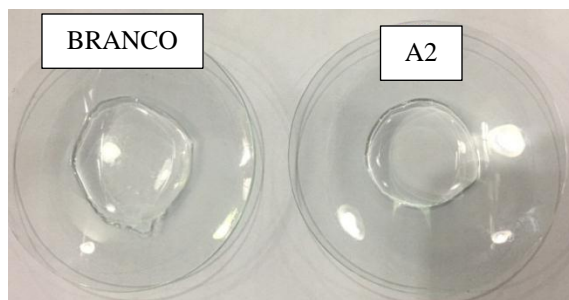


(fonte: foto da autora, 2018)

APÊNDICE C – Figuras referentes aos resultados do teste qualitativo de sais solúveis

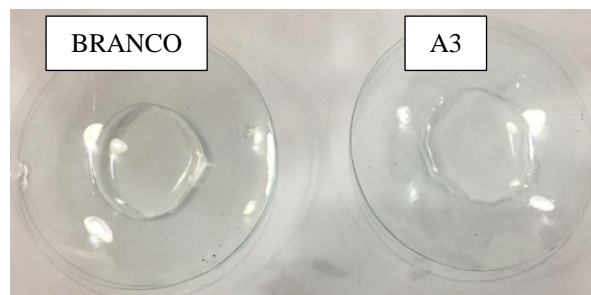
O apêndice C apresenta as figuras C1 a C15, que justificam a constatação da ocorrência ou da não ocorrência dos sais solúveis nitrato, cloreto e sulfato apresentada neste trabalho. A partir do precipitado formado, realizou-se a análise qualitativa e as amostras receberam as classificações ausência de sal, pequena, média e grande quantidade de sal.

Figura C1 - Teste qualitativo de nitrato na A2



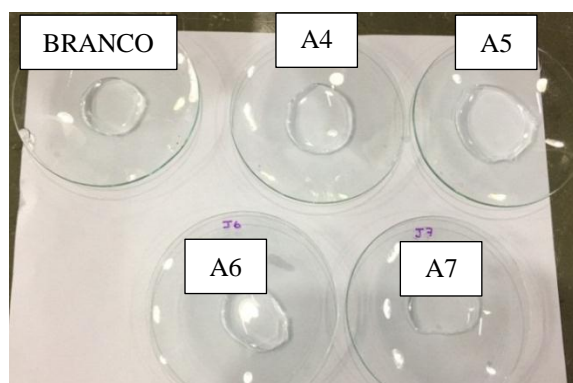
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C2 - Teste qualitativo de nitrato na A3



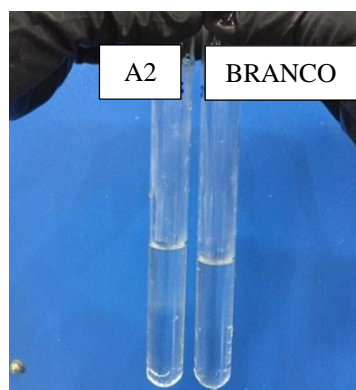
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C3 - Teste qualitativo de nitrato na A4, A5, A6 e A7



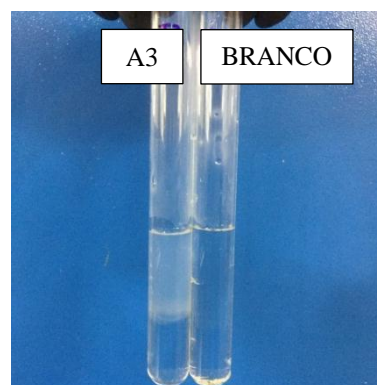
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C4 - Teste qualitativo de cloreto na A2



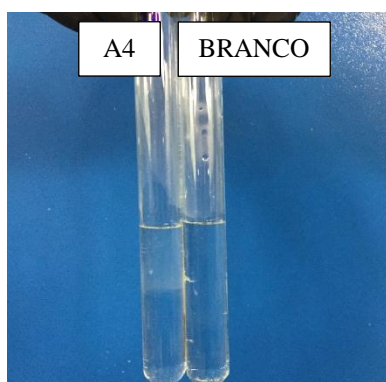
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C5 - Teste qualitativo de cloreto na A3



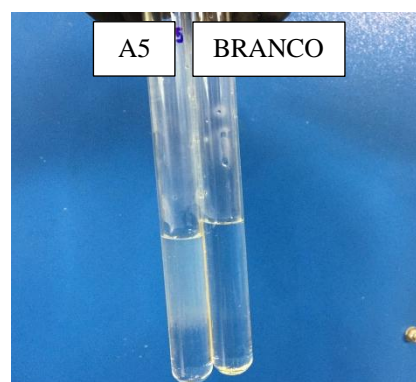
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C6 - Teste qualitativo de cloreto na A4



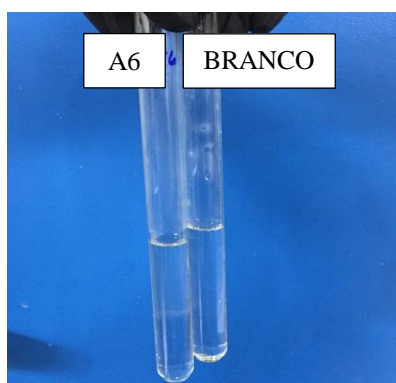
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C7 - Teste qualitativo de cloreto na A5



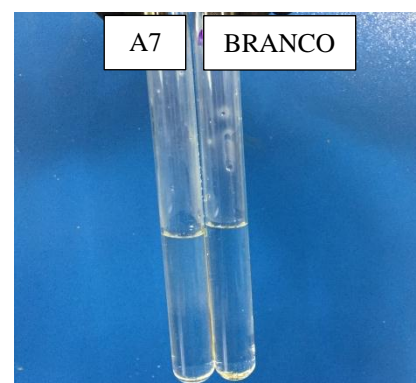
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C8 - Teste qualitativo de cloreto na A6



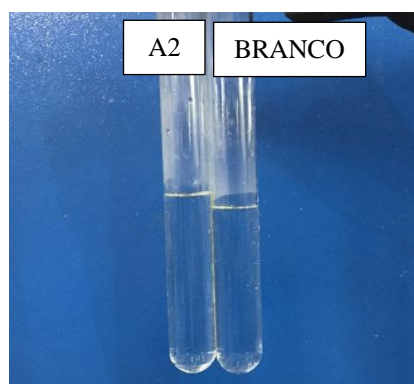
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C9 - Teste qualitativo de cloreto na A7



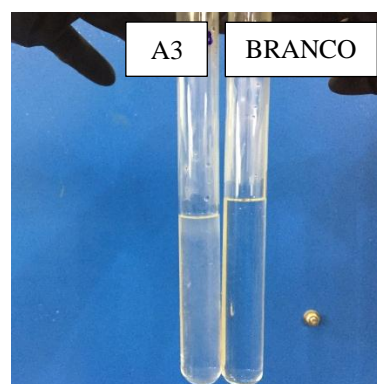
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C10 - Teste qualitativo de sulfato na A2



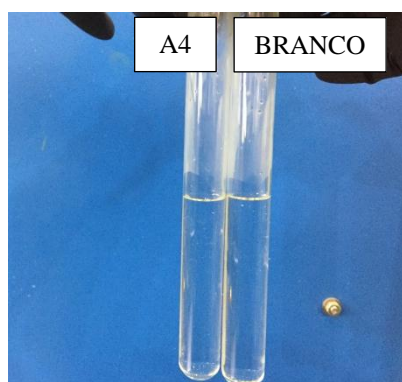
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C11 - Teste qualitativo de sulfato na A3



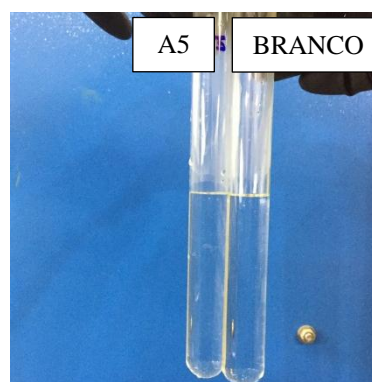
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C12 - Teste qualitativo de sulfato na A4



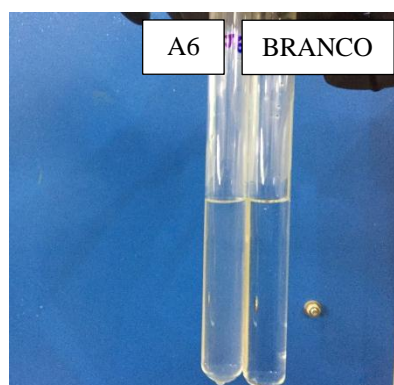
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C13 - Teste qualitativo de sulfato na A5



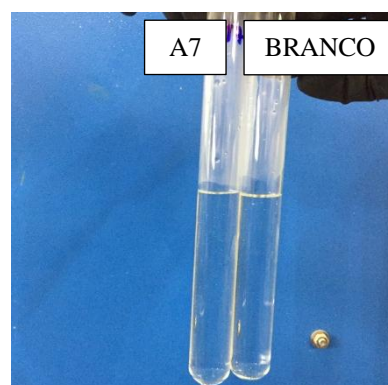
(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C14 - Teste qualitativo de sulfato na A6



(fonte: foto da autora, 2018)

Figura C15 - Teste qualitativo de sulfato na A7



(fonte: foto da autora, 2018)

**APÊNDICE D – Fichas para quantificação das manifestações patológicas
por região de cada amostra das fachadas do *Château***

Nesse apêndice, são apresentadas as quantificações das manifestações patológicas em cada região de todas as amostras das fachadas do *Château*. Conforme mencionado anteriormente, o ensaio de percussão foi limitado pela altura da escada disponível; sendo assim, não há dados para análise de descolamento na região de topo da edificação. Ainda, em relação ao torreão, apenas há dados relacionados ao descolamento no sóculo e corpo do prédio da amostra 1.

A figura D1 ilustra a legenda utilizada no mapa de danos, a qual é novamente aplicada para as figuras D2 a D8, que representam os mapas de danos sobrepostos pela malha utilizada na contagem das manifestações patológicas. Os quadros D1 a D18 representam as fichas de quantificação.

Figura D1 – Legenda utilizada no mapa de danos sobreposto pela malha

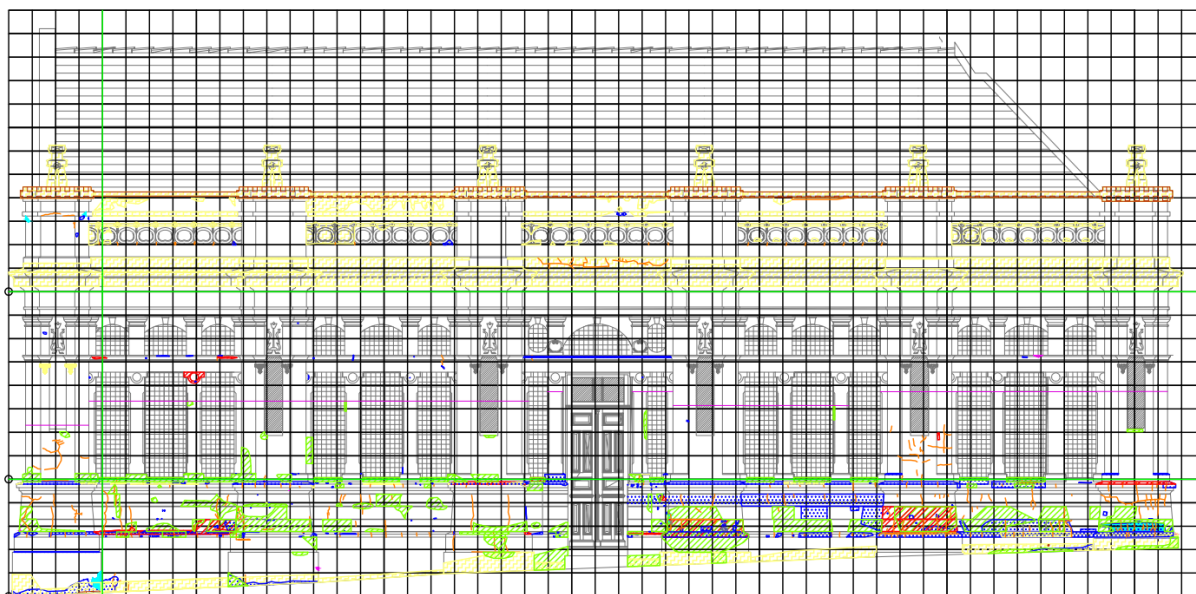
LEVANTAMENTO VISUAL E MAPEAMENTO DE DANOS

Obs.: Identificar a manifestação patológica com a área de abrangência

Fissuras (F)	Biodeterioração - vegetação (BV)
Descolamento (aderido) - com ou sem possível deslocamento imediato (DC)	Biodeterioração - animais (fezes de aves, etc.) (BA)
Desplacamento (DP)	Biodeterioração - insetos (BI)
Quebra (QU)	Sais - eflorescência (EF)
Desagregação superficial (DE)	Sais - criptoflorescência (CF)
Vesículas (VE)*	Pintura - bolha (PB)
*Obs.: Indicar a coloração do escurecimento, se claro (C), se escuro (E), sem escurecimento (S).	Pintura - descolamento (PD)
Manchamento por umidade (MU)	Pintura - microfissuras/craquelamento (PC)
Manchamento por sujeira (MS)	Limites do ensaio de percussão
Biodeterioração - manchamento (BM)	Delimitação das regiões

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D2 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada norte - ala esquerda



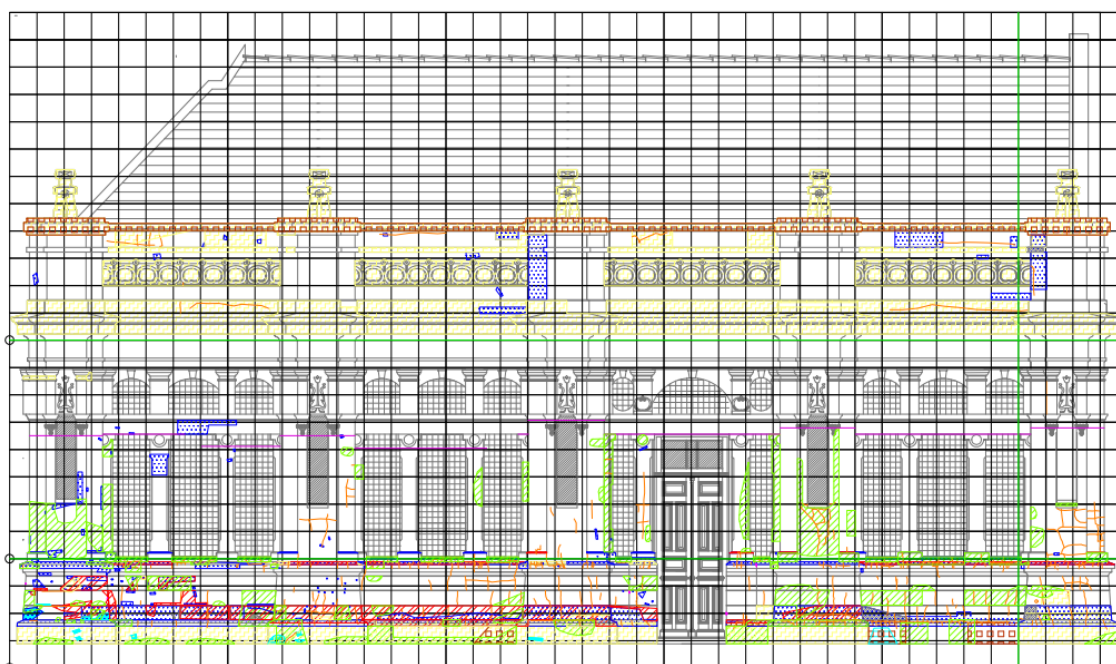
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D1 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada norte - ala esquerda

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada norte – ala esquerda																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	113	131	12	2	9	0	0	73	0	1	0	0	0	0	0	118	38
Corpo do prédio	16	45	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	38	7
Topo	40	-	0	0	0	0	0	233	67	0	0	0	0	0	0	6	0
Extremid. Sóculo	12	10	2	2	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	16	1
Extremid. Corpo do prédio	5	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Extremid. Topo	4	-	3	0	0	0	0	21	8	0	0	0	0	0	0	2	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D3 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada norte - ala direita



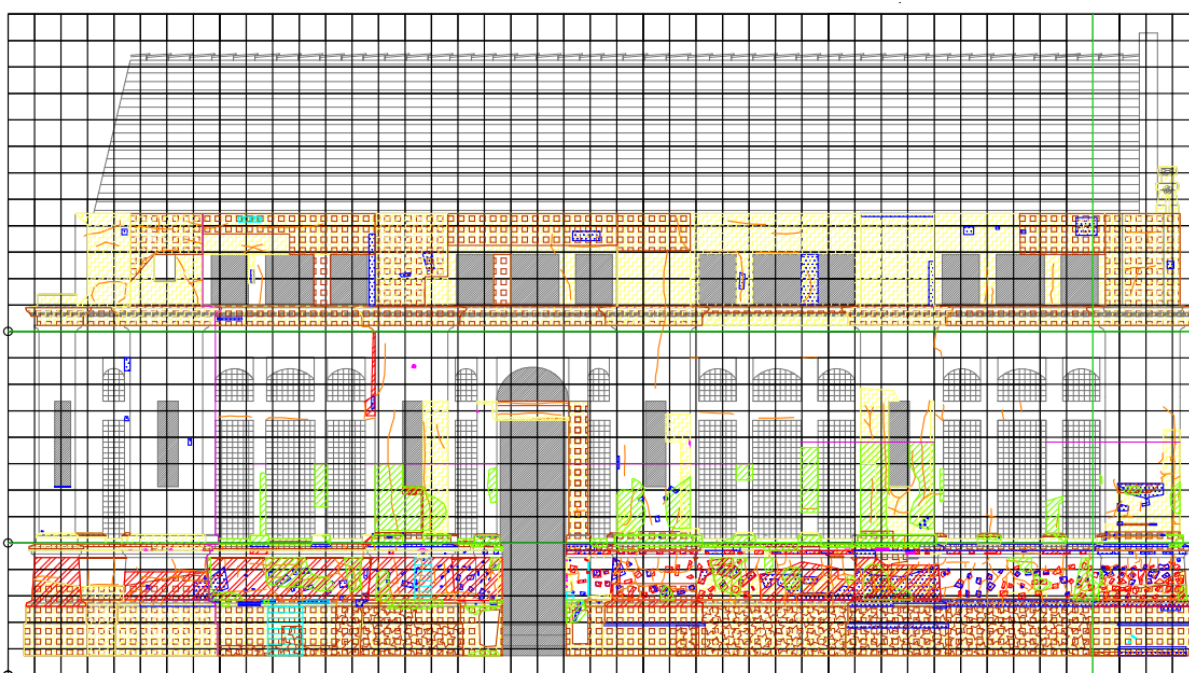
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D2 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada norte - ala direita

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada norte – ala direita																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	96	111	14	4	11	0	4	79	16	0	0	0	0	0	0	97	76
Corpo do prédio	43	81	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	47	6
Topo	24	-	0	0	0	0	0	186	41	0	0	0	0	0	0	31	0
Extremid. Sóculo	11	11	0	0	2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	12	4
Extremid. Corpo do prédio	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Extremid. Topo	4	-	0	0	1	0	0	18	8	0	0	0	0	0	0	6	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D4 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada sul - ala esquerda



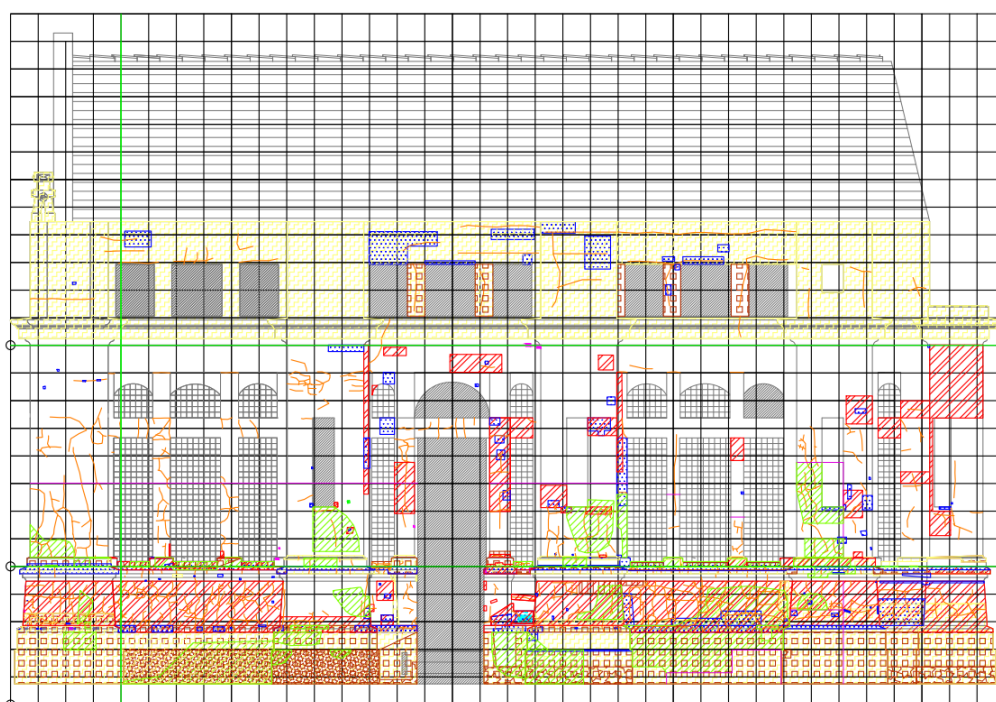
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D3 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada sul - ala esquerda

Château – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada sul – ala esquerda																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	95	69	5	11	2	0	15	180	171	73	0	16	0	0	0	96	108
Corpo do prédio	74	69	0	2	0	0	0	79	35	0	0	0	0	0	0	19	7
Topo	60	-	2	0	0	0	0	192	112	0	0	0	0	0	0	30	0
Extremid. Sóculo	12	6	1	2	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	19	12
Extremid. Corpo do prédio	15	9	0	0	0	0	0	16	10	0	0	0	0	0	0	9	0
Extremid. Topo	5	-	0	0	0	0	0	24	20	0	0	0	0	0	0	4	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D5 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada sul - ala direita



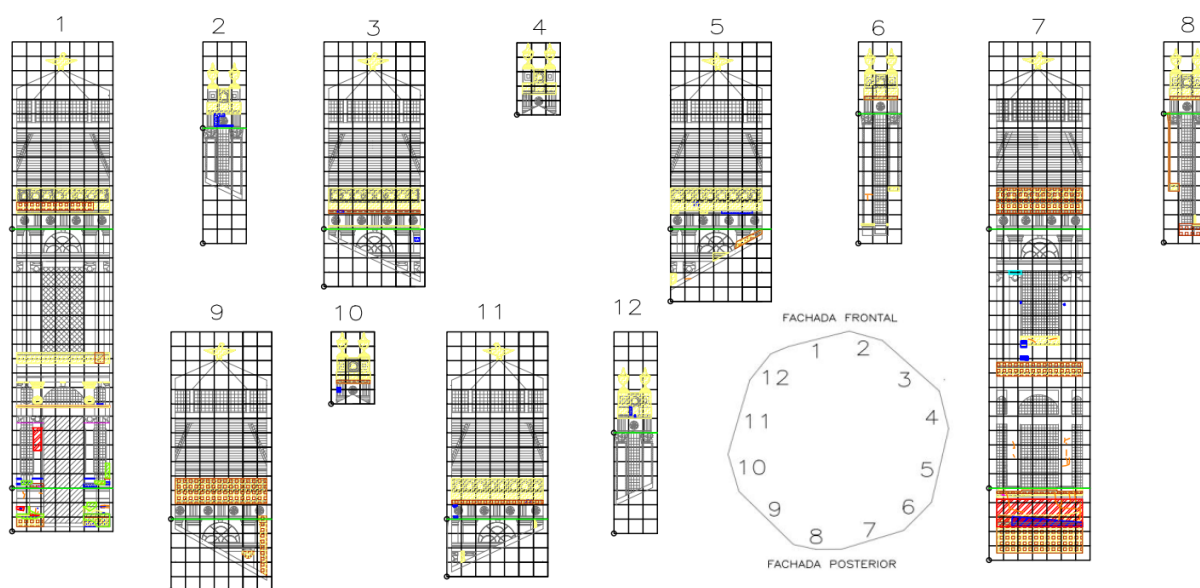
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D4 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada sul - ala direita

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada sul – ala direita																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	80	76	2	3	1	0	0	141	113	46	0	3	0	0	0	79	85
Corpo do prédio	114	38	0	4	0	0	0	31	21	0	0	0	0	0	1	61	83
Topo	62	-	0	2	0	0	0	148	16	0	0	0	0	0	0	37	0
Extremid. Sóculo	12	9	0	3	3	0	0	20	16	0	0	0	0	0	0	9	12
Extremid. Corpo do prédio	24	6	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	8	1
Extremid. Topo	6	-	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	1	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D6 - Mapa de danos sobreposto pela malha - torreão



((fonte: elaborada pela autora, 2018))

Quadro D5 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão - 1

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão - 1																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	5	10	0	0	0	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	11	2
Corpo do prédio	3	5	0	1	0	0	0	34	2	4	0	0	0	0	0	8	14
Topo	0	-	0	0	0	0	0	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D6 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão - 2

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 2																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D7 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão - 3

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 3																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	26	7	0	0	0	0	0	0	2	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D8 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão - 4

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 4																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D9 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 5

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 5																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	2	-	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	4	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D10 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 6

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 6																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	1	-	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D11 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 7

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 7																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	2	0	0	0	35	29	0	0	0	0	0	0	7	21
Corpo do prédio	20	-	4	0	0	0	0	20	14	0	0	0	0	0	0	5	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D12 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 8

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 8																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D13 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 9

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 9																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	19	15	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D14 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 10

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 10																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	0	0	2	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D15 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 11

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 11																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	18	7	0	0	0	0	0	0	3	0

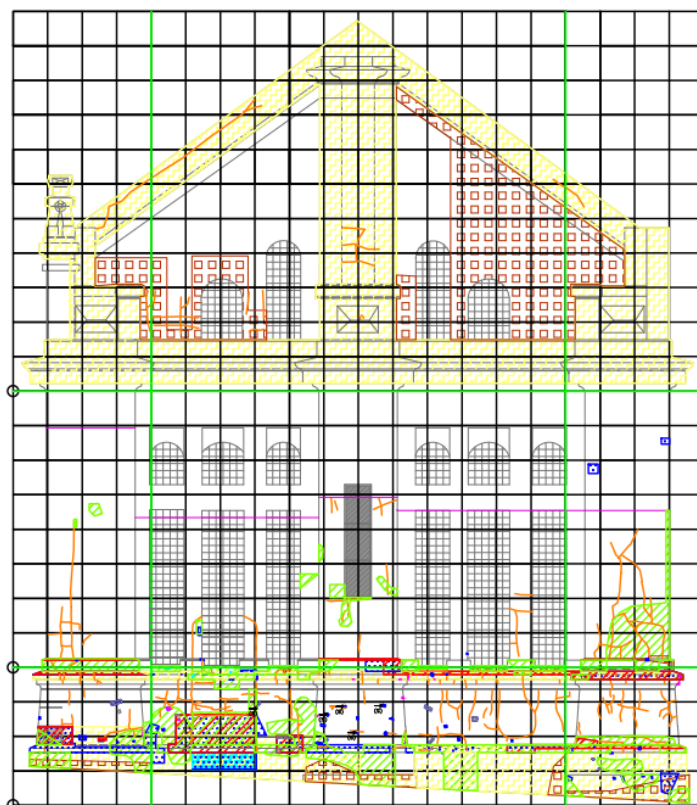
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D16 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada do torreão – 12

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Torreão – 12																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corpo do prédio	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Topo	0	-	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D7 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada oeste



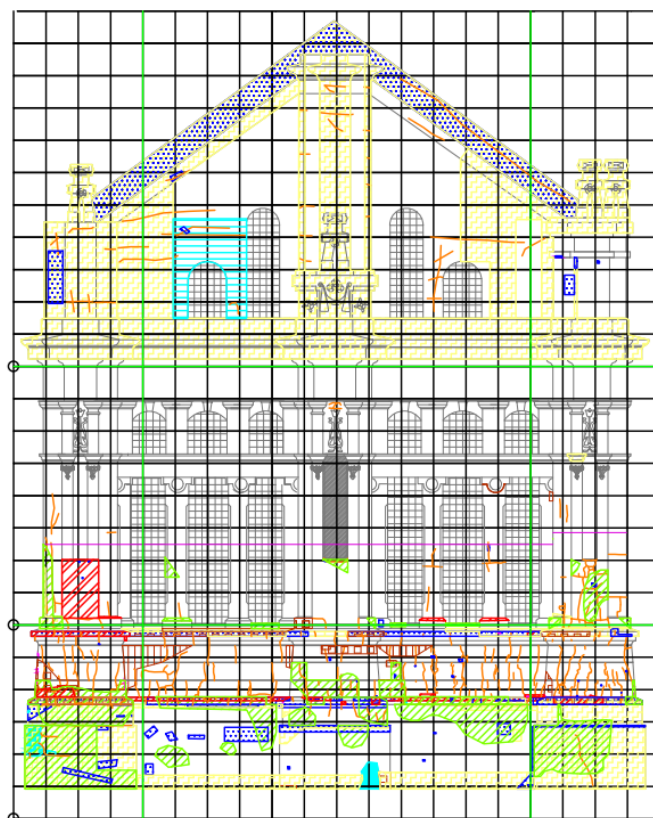
(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D17 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada oeste

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada oeste																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	33	34	6	6	9	5	0	41	15	0	0	0	0	0	0	29	17
Corpo do prédio	17	19	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	5	4
Topo	22	-	0	0	0	0	0	79	42	0	0	0	0	0	0	0	0
Extremid. 1 - Sóculo	9	10	0	1	8	0	0	13	5	0	0	0	0	0	0	12	9
Extremid. 1 - Corpo do prédio	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Extremid. 1 - Topo	6	-	0	0	0	0	0	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Extremid. 2 - Sóculo	10	12	0	1	2	0	0	12	9	0	0	0	0	0	0	11	8
Extremid. 2 - Corpo do prédio	10	6	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0
Extremid. 2 - Topo	1	-	0	0	0	0	0	20	7	0	0	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Figura D8 - Mapa de danos sobreposto pela malha - fachada leste



(fonte: elaborada pela autora, 2018)

Quadro D18 - Ficha para quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada leste

<i>Château</i> – Quantificação das manifestações patológicas no revestimento da fachada																	
Amostra: Fachada leste																	
Região	Tipo de manifestação patológica																
	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BA	BI	EF	CF	PB	PD	PC
Sóculo	36	34	5	4	0	0	0	50	14	0	0	8	0	0	0	44	13
Corpo do prédio	16	13	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	4
Topo	41	-	0	0	0	0	16	92	0	0	0	0	0	0	0	29	0
Extremid. 1 - Sóculo	17	22	5	3	0	0	0	20	8	0	0	3	0	0	0	12	10
Extremid. 1 - Corpo do prédio	9	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Extremid. 1 - Topo	11	-	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	8	0
Extremid. 2 - Sóculo	17	22	5	3	0	0	0	20	8	0	0	3	0	0	0	12	10
Extremid. 2 - Corpo do prédio	9	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Extremid. 2 - Topo	11	-	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	8	0

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

APÊNDICE E – Resultados de FD_{RC} para as amostras das fachadas do
Château

No apêndice E é apresentada a tabela E1 contendo os resultados de FD_{RC} para as amostras das fachadas do *Château*. A fim de se facilitar a visualização dos resultados, esses valores foram apresentados ao longo do texto do trabalho em formato gráfico.

Tabela E1 - Resultados de FD_{RC} para as amostras das fachadas do *Château*

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m ²]	CCr	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	EM	BV	BI	PB	PD	PC
	Sóculo	47,50	0,11	0,0571	0,0662	0,0061	0,0010	0,0045	0,0000	0,0000	0,0369	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0596	0,0192
	Corpo do prédio	82,50	0,06	0,0047	0,0131	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0111	0,0020
	Topo	59,25	0,08	0,0162	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0944	0,0272	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000
Fachada norte - ala esquerda	Extremidade Sóculo	5,00	1,00	0,0576	0,0480	0,0096	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0288	0,0000	0,0096	0,0000	0,0000	0,0768	0,0048
	Extremidade Corpo do prédio	8,00	0,63	0,0150	0,0180	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0060	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0060	0,0030
	Extremidade Topo	6,00	0,83	0,0160	0,0000	0,0120	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0840	0,0320	0,0000	0,0000	0,0000	0,0080	0,0000
	Sóculo	41,00	0,10	0,0531	0,0614	0,0077	0,0022	0,0061	0,0000	0,0022	0,0437	0,0089	0,0000	0,0000	0,0000	0,0537	0,0421
	Corpo do prédio	67,50	0,06	0,0145	0,0272	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0158	0,0020
Fachada norte - ala direita	Topo	49,75	0,08	0,0109	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0848	0,0187	0,0000	0,0000	0,0000	0,0141	0,0000
	Extremidade Sóculo	4,00	1,00	0,0156	0,0156	0,0000	0,0000	0,0028	0,0000	0,0000	0,0142	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0170	0,0057

continuação

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m ²]	CCr	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC
Fachada norte - ala direita	Extremidade Corpo do prédio	8,00	0,50	0,0064	0,0057	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000
	Extremidade Topo	6,00	0,67	0,0038	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0170	0,0076	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057	0,0000
	Sóculo	49,25	0,10	0,0500	0,0363	0,0026	0,0058	0,0011	0,0000	0,0079	0,0948	0,0901	0,0384	0,0084	0,0000	0,0506	0,0569
Fachada sul - ala esquerda	Corpo do prédio	74,75	0,07	0,0257	0,0239	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0274	0,0121	0,0000	0,0000	0,0000	0,0066	0,0024
	Topo	49,50	0,10	0,0314	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1006	0,0587	0,0000	0,0000	0,0000	0,0157	0,0000
	Extremidade Sóculo	5,00	1,00	0,0194	0,0097	0,0016	0,0032	0,0000	0,0000	0,0000	0,0324	0,0324	0,0000	0,0000	0,0000	0,0308	0,0194
Fachada sul - ala direita	Extremidade Corpo do prédio	8,00	0,63	0,0152	0,0091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0162	0,0101	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0000
	Extremidade Topo	6,25	0,80	0,0065	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0311	0,0259	0,0000	0,0000	0,0000	0,0052	0,0000
	Sóculo	37,50	0,13	0,0693	0,0658	0,0017	0,0026	0,0009	0,0000	0,0000	0,1221	0,0978	0,0398	0,0026	0,0000	0,0684	0,0736
Fachada sul - ala direita	Corpo do prédio	59,00	0,08	0,0627	0,0209	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0171	0,0116	0,0000	0,0000	0,0006	0,0336	0,0457
	Topo	38,50	0,13	0,0523	0,0000	0,0000	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,1248	0,0135	0,0000	0,0000	0,0000	0,0312	0,0000
	Extremidade Sóculo	5,00	1,00	0,0779	0,0584	0,0000	0,0195	0,0195	0,0000	0,0000	0,1299	0,1039	0,0000	0,0000	0,0000	0,0584	0,0779

continuação

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m²]	CCR	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC
Fachada sul - ala direita	Extremidade	8,00	0,63	0,0974	0,0244	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0162	0,0000	0,0000	0,0000	0,0325	0,0041
	Corpo do prédio	6,00	0,83	0,0325	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1299	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054	0,0000
Torreão - 1	Sóculo	4,50	1,00	0,1212	0,2424	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2909	0,1455	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2667	0,0485
	Corpo do prédio	28,75	0,16	0,0114	0,0190	0,0000	0,0038	0,0000	0,0000	0,1290	0,0076	0,0152	0,0000	0,0000	0,0000	0,0304	0,0531
	Topo	8,00	0,56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2455	0,0818	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Torreão - 2	Corpo do prédio	3,75	1,00	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Topo	3,75	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,4667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4000	0,0000
Torreão - 3	Corpo do prédio	4,75	1,00	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0784	0,0000
	Topo	8,00	0,59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2108	0,3260	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0931	0,0000
Torreão - 4	Topo	3,75	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Torreão - 5	Corpo do prédio	5,25	1,00	0,1481	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7407	0,2963	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Topo	8,25	0,64	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8485	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1886	0,0000
Torreão - 6	Corpo do prédio	6,75	0,52	0,0506	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

continuação

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m²]	CCR	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC
Torreão - 6	Topo	3,50	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,1707	0,2927	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Sóculo	8,75	0,91	0,0000	-	0,0000	0,0398	0,0000	0,0000	0,0000	0,6957	0,5764	0,0000	0,0000	0,0000	0,1391	0,4174
Torreão - 7	Corpo do prédio	29,25	0,27	0,1189	-	0,0238	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1189	0,0832	0,0000	0,0000	0,0000	0,0297	0,0000
	Topo	8,00	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3913	0,3043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Corpo do prédio	6,00	0,63	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5769	0,7692	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Torreão - 8	Topo	3,75	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2308	0,4103	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Corpo do prédio	5,50	1,00	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,4444	0,4444	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Torreão - 9	Topo	8,00	0,69	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,9676	0,7639	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Topo	3,75	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3,2000	0,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,5333	0,0000
Torreão - 10	Corpo do prédio	4,50	1,00	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2400	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Topo	8,00	0,56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,8100	0,3150	0,0000	0,0000	0,0000	0,1350	0,0000
	Corpo do prédio	3,75	1,00	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Torreão - 12	Topo	3,75	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2667	0,0000

continuação

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m ²]	CGI	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC
	Sóculo	12,00	0,27	0,0924	0,0952	0,0168	0,0168	0,0252	0,0140	0,0000	0,1148	0,0420	0,0000	0,0000	0,0000	0,0812	0,0476
	Corpo do prédio	24,00	0,14	0,0238	0,0266	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0140	0,0070	0,0000	0,0000	0,0000	0,0070	0,0056
	Topo	27,50	0,12	0,0269	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0965	0,0513	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Extremidade 1 Sóculo	3,25	1,00	0,0930	0,1034	0,0000	0,0103	0,0827	0,0000	0,0000	0,1344	0,0517	0,0000	0,0000	0,0000	0,1240	0,0930
	Extremidade 1 Corpo do prédio	8,00	0,41	0,0252	0,0252	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,0168
Fachada oeste	Extremidade 1 Topo	6,75	0,48	0,0299	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1294	0,0199	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Extremidade 2 Sóculo	4,00	0,81	0,0840	0,1008	0,0000	0,0084	0,0168	0,0000	0,0000	0,1008	0,0756	0,0000	0,0000	0,0000	0,0924	0,0672
	Extremidade 2 Corpo do prédio	6,25	0,52	0,0537	0,0322	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0215	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0269	0,0000
	Extremidade 2 Topo	5,00	0,65	0,0067	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1344	0,0470	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fachada leste	Sóculo	18,00	0,33	0,1096	0,1035	0,0152	0,0122	0,0000	0,0000	0,0000	0,1522	0,0426	0,0000	0,0244	0,0000	0,1339	0,0396
	Corpo do prédio	24,00	0,25	0,0365	0,0297	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0000	0,0000	0,0000	0,0068	0,0091


continuação

AMOSTRA	REGIÃO	ÁREA DA REGIÃO EM ANÁLISE [m ²]	CCr	FI	DC	DP	QU	DE	VE	MU	MS	BM	BV	BI	PB	PD	PC
	Topo	27,75	0,22	0,0810	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0316	0,1817	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0573	0,0000
	Extremidade 1 Sóculo	6,00	1,00	0,1408	0,1822	0,0414	0,0248	0,0000	0,0000	0,0000	0,1656	0,0663	0,0000	0,0248	0,0000	0,0994	0,0828
	Extremidade 1 Corpo do prédio	8,00	0,75	0,0559	0,0248	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0186	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0062	0,0435
Fachada leste	Extremidade 1 Topo	6,50	0,92	0,0841	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1988	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0612	0,0000
	Extremidade 2 Sóculo	6,00	1,00	0,1279	0,1187	0,0000	0,0274	0,0000	0,0000	0,0000	0,1918	0,0639	0,0000	0,0000	0,0000	0,1370	0,0365
	Extremidade 2 Corpo do prédio	6,75	0,89	0,0731	0,0487	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0162	0,0162	0,0000	0,0000	0,0000	0,0162	0,0000
	Extremidade 2 Topo	6,50	0,92	0,0253	0,0000	0,0000	0,0084	0,0000	0,0000	0,0000	0,2023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0674	0,0000

(fonte: elaborada pela autora, 2018)

APÊNDICE F – Fichas de danos

Neste apêndice, são apresentadas as informações referentes às manifestações patológicas descritas no presente trabalho de forma consolidada, em fichas. As fichas de manifestações patológicas 1 a 18 foram elaboradas com base nas apresentadas para o Instituto Eletrotécnico (trabalho não publicado)⁵.

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 1
	MANIFESTAÇÃO: FISSURAS HORIZONTAIS	
	PALAVRAS-CHAVE: CALES MAL HIDRATADAS, EXPANSÃO	2018

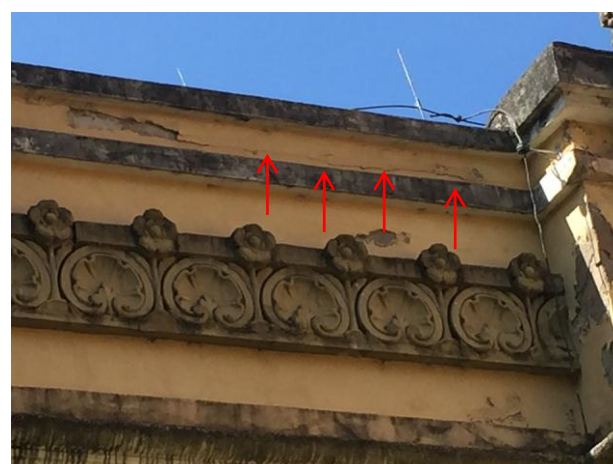
1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Aparecimento de fissuras horizontais de aberturas variáveis que podem gerar descolamento do revestimento em placas e são mais comuns na parte alta das edificações.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Presença de cales mal hidratadas na argamassa de revestimento no momento de sua aplicação. Os óxidos livres de cálcio ou magnésio hidratam com o aparecimento da umidade ao longo dos primeiros anos de sua vida útil e expandem, originando fissuras horizontais;
- Presença de argilominerais expansivos na argamassa.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Caso as fissuras não prejudiquem a durabilidade e funcionalidade do revestimento, pode-se buscar a solução com o próprio sistema de pintura da parede;
- Selagem das fissuras com argamassa de cal e areia;
- Em casos graves, renovação do revestimento e da pintura com materiais compatíveis com os existentes.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input checked="" type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: FISSURAS MAPEADAS	2
	PALAVRAS-CHAVE: RETRAÇÃO, CONTRAÇÃO	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Aparecimento de fissuras no revestimento em formatos similares a mapas.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Retração da argamassa associada à contração volumétrica da pasta hidratada;
- Influência de fatores intrínsecos, como as características dos agregados e a espessura da camada de argamassa aplicada;
- Influência de fatores extrínsecos, como agentes atmosféricos e características do substrato.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Caso as fissuras não prejudiquem a durabilidade e funcionalidade do revestimento, buscar a solução com o próprio sistema de pintura da parede;
- Preenchimento das fissuras com nata de cal, argamassa com aditivo expansor ou selantes flexíveis compatíveis com os materiais existentes;
- Em casos graves, renovação do revestimento e da pintura com materiais compatíveis.

3. FACHADAS:

- () NORTE - ALA ESQUERDA
 () NORTE - ALA DIREITA
 (x) SUL - ALA ESQUERDA
 (x) SUL - ALA DIREITA
 () LESTE
 (x) OESTE

() TORREÃO - 1

() TORREÃO - 2

() TORREÃO - 3

() TORREÃO - 4

() TORREÃO - 5

() TORREÃO - 6

() TORREÃO - 7


() TORREÃO - 8

() TORREÃO - 9

() TORREÃO - 10

() TORREÃO - 11

() TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 3
	MANIFESTAÇÃO: FISSURAS GEOMÉTRICAS	
	PALAVRAS-CHAVE: MOVIMENTAÇÕES HIGROTÉRMICAS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Aparecimento de fissuras no revestimento que contornam os componentes da alvenaria e são mais comuns em encontros entre paredes ou juntas. Usualmente bem distribuídas e com aberturas reduzidas.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Movimentações higrotérmicas da alvenaria e do revestimento;
- Módulo de deformação do revestimento inferior ao da parede.


6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Injeções de resina acrílica ou epóxi em fissuras com larguras superiores a 1mm;
- Preenchimento das fissuras com nata de cal, argamassa com aditivo expensor ou selantes flexíveis compatíveis com os materiais existentes;
- Se necessário, remoção do revestimento e aplicação de bandagem e mastique para dessolidarização. Aplicação de nova argamassa compatível com os materiais existentes.

3. FACHADAS:	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: FISSURAS EM ARESTAS, BORDAS E PINGADEIRAS	4
	PALAVRAS-CHAVE: MOVIMENTOS, ESCAVAÇÕES, ALTERAÇÕES	2018

<p>1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:</p> <p>Aparecimento de fissuras, em geral verticais, em arestas, bordas, pingadeiras e panos da fachada abaixo das janelas.</p>	<p>4. MÉTODO DE ANÁLISE:</p> <p>Inspeção visual.</p>																		
<p>2. CAUSAS POSSÍVEIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Movimentos vibratórios causados pelo tráfego intenso de veículos nas proximidades; - Escavações e alterações nas vizinhanças. 	<p>5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:</p> 																		
<p>3. FACHADAS:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">(x) NORTE - ALA ESQUERDA</td> <td style="width: 33%;">(x) TORREÃO - 1</td> <td style="width: 33%;">(x) TORREÃO - 7</td> </tr> <tr> <td>(x) NORTE - ALA DIREITA</td> <td>() TORREÃO - 2</td> <td>() TORREÃO - 8</td> </tr> <tr> <td>(x) SUL - ALA ESQUERDA</td> <td>() TORREÃO - 3</td> <td>() TORREÃO - 9</td> </tr> <tr> <td>(x) SUL - ALA DIREITA</td> <td>() TORREÃO - 4</td> <td>() TORREÃO - 10</td> </tr> <tr> <td>(x) LESTE</td> <td>() TORREÃO - 5</td> <td>() TORREÃO - 11</td> </tr> <tr> <td>(x) OESTE</td> <td>() TORREÃO - 6</td> <td>() TORREÃO - 12</td> </tr> </table>	(x) NORTE - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 1	(x) TORREÃO - 7	(x) NORTE - ALA DIREITA	() TORREÃO - 2	() TORREÃO - 8	(x) SUL - ALA ESQUERDA	() TORREÃO - 3	() TORREÃO - 9	(x) SUL - ALA DIREITA	() TORREÃO - 4	() TORREÃO - 10	(x) LESTE	() TORREÃO - 5	() TORREÃO - 11	(x) OESTE	() TORREÃO - 6	() TORREÃO - 12	<p>6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:</p> <p><u>REPARO:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Injeções de resina acrílica ou epóxi em fissuras com larguras superiores a 1mm; - Preenchimento das fissuras com nata de cal, argamassa com aditivo expensor ou selantes flexíveis compatíveis com os materiais existentes.
(x) NORTE - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 1	(x) TORREÃO - 7																	
(x) NORTE - ALA DIREITA	() TORREÃO - 2	() TORREÃO - 8																	
(x) SUL - ALA ESQUERDA	() TORREÃO - 3	() TORREÃO - 9																	
(x) SUL - ALA DIREITA	() TORREÃO - 4	() TORREÃO - 10																	
(x) LESTE	() TORREÃO - 5	() TORREÃO - 11																	
(x) OESTE	() TORREÃO - 6	() TORREÃO - 12																	

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 5
	MANIFESTAÇÃO: DESCOLAMENTOS	
	PALAVRAS-CHAVE: EMPOLAMENTO, PULVERULÊNCIA	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Separação de uma ou mais camadas do revestimento de argamassa.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Ensaio de percussão.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Empolamento: reboco descola do emboço formando bolhas que aumentam progressivamente. Relacionado à expansão na argamassa endurecida, devido à presença de cal parcialmente hidratada; à penetração de água entre o reboco e a alvenaria; à aplicação de uma camada de reboco forte sobre outra de base mais fraca e à espessura excessiva da camada de reboco.

- Pulverulência: película de tinta descola arrastando o reboco, que passa a desagregar com facilidade. Relacionado à aplicação de tinta antes da carbonatação da cal, ao traço pobre, à aplicação de argamassa com qualidade comprometida e à presença de sais.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Injeções de substâncias consolidantes fluidas, como argamassas injetáveis à base de cal;
- Em casos graves, substituição parcial ou total do revestimento por argamassa com características compatíveis às do material pré-existente.

3. FACHADAS*:

*o sinal “-” indica que o ensaio de percussão não foi executado na fachada em questão

(x) NORTE - ALA ESQUERDA
(x) NORTE - ALA DIREITA
(x) SUL - ALA ESQUERDA
(x) SUL - ALA DIREITA
(x) LESTE
(x) OESTE

(x) TORREÃO - 1

(-) TORREÃO - 2

(-) TORREÃO - 3

(-) TORREÃO - 4

(-) TORREÃO - 5

(-) TORREÃO - 6

(-) TORREÃO - 7

(-) TORREÃO - 8

(-) TORREÃO - 9

(-) TORREÃO - 10

(-) TORREÃO - 11

(-) TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 6
	MANIFESTAÇÃO: DESPLACAMENTOS	
	PALAVRAS-CHAVE: DESCOLAMENTO, PLACAS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Descolamento da argamassa de revestimento em placas.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual e ensaio de percussão.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Características da superfície da base nos casos em que a placa se apresenta endurecida e fácil de quebrar. A base pode ser muito lisa, estar impregnada com substância hidrófuga ou não apresentar chapisco;
- Aplicação de camada de argamassa muito espessa;
- Ausência de chapisco e pobreza em agente aglomerante caso a placa esteja quebradiça e com desagregação;
- Presença de sais.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Renovação da camada de revestimento com argamassa compatível com a pré-existente.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input checked="" type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 7
	MANIFESTAÇÃO: QUEBRAS	
	PALAVRAS-CHAVE: IMPACTOS, CHOQUES, BATIDAS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Quebra da argamassa de revestimento e sua separação da edificação em formas e volumes variados.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Impactos mecânicos externos à edificação, choques ou batidas e não motivos intrínsecos à composição e à aplicação do revestimento.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Renovação do revestimento na região da quebra com argamassa compatível com a pré-existente.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input checked="" type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 8
	MANIFESTAÇÃO: DESAGREGAÇÃO	
	PALAVRAS-CHAVE: FRÁGIL, PULVERULÊNCIA	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Perda de coesão e desunião entre os componentes da argamassa, acompanhada de perda considerável de suas partículas gerando pulverulência.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual e exame tátil simples.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Aplicação de argamassas frágeis;
- Cristalização de sais;
- Pintura pouco permeável;
- Ação de micro-organismos ou organismos que liberam ácidos que agem sobre a argamassa;
- Reações químicas entre constituintes do revestimento e da atmosfera.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Consolidação do revestimento com materiais compatíveis, como argamassas injetáveis consolidantes à base de cal;
- Em casos mais graves, substituição parcial da argamassa por materiais compatíveis com os pré-existentes.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: VESÍCULAS	9
	PALAVRAS-CHAVE: MATERIAIS DISPERSOS, VARIAÇÕES DE VOLUME	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Pequenos buracos que se distribuem em pontos isolados do revestimento. Podem ser identificadas pelo empolamento da pintura, com partes internas das empolas nas cores branco, preto ou vermelho.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Presença de materiais dispersos na argamassa que apresentam variações volumétricas ao longo de sua vida útil. Esses materiais podem ser grânulos de óxido de cálcio livres isolados que se expandem devido à hidratação retardada, pirita, matéria orgânica ou concreções ferruginosas;
- Aplicação de uma camada de pintura sobre outra existente e de má qualidade.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Consolidação do revestimento com materiais compatíveis, como argamassas injetáveis consolidantes à base de cal;
- Em casos mais graves, substituição parcial da argamassa por materiais compatíveis com os pré-existentes.

3. FACHADAS:	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 10
	MANIFESTAÇÃO: MANCHAMENTO POR SUJIDADE	
	PALAVRAS-CHAVE: FATORES EXTRÍNSECOS E INTRÍNSECOS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Deposição de partículas de cor diferente da apresentada pela fachada com possibilidade de ocorrência de reação.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Fatores extrínsecos como contaminantes atmosféricos e agentes climáticos: vento, temperatura e umidade;
- Fatores intrínsecos como os materiais utilizados no revestimento, sua porosidade, textura, geometria, detalhes arquitetônicos e volumetria da construção.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Limpeza por via úmida com jato de água;
- Limpeza por via seca com microabrasão onde a limpeza úmida não se mostrar suficiente.

3. FACHADAS:	(x) NORTE - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 1	(x) TORREÃO - 7
	(x) NORTE - ALA DIREITA	(x) TORREÃO - 2	(x) TORREÃO - 8
	(x) SUL - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 3	(x) TORREÃO - 9
	(x) SUL - ALA DIREITA	(x) TORREÃO - 4	(x) TORREÃO - 10
	(x) LESTE	(x) TORREÃO - 5	(x) TORREÃO - 11
	(x) OESTE	(x) TORREÃO - 6	(x) TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 11
	MANIFESTAÇÃO: UMIDADE ASCENSIONAL	
	PALAVRAS-CHAVE: ÁGUA, CAPILARIDADE	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Absorção de água do solo pelas fundações e posterior migração para fachadas e pisos.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual e termografia.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Condições de contato de zonas de paredes com a água no solo;
- Elevada capilaridade dos materiais constituintes das paredes;
- Inexistência ou deficiência de barreiras estanques.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Construção de calçada ou piso adjacente às fachadas da edificação com impermeabilização e execução de drenos;
- Em casos mais avançados, execução de valas drenantes periféricas, rebaixamento do lençol freático, tratamento superficial do terreno.

3. FACHADAS:	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input checked="" type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: UMIDADE DE INFILTRAÇÃO	12
	PALAVRAS-CHAVE: ÁGUA, CHUVA, PENETRAÇÃO	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Penetração da água da chuva pela envoltória externa da edificação formando manchas que costumam desaparecer em períodos secos. As manchas resultantes apresentam principalmente aspecto descendente e destacam o aspecto de degradação causado pela sujidade e pela biodeterioração.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual e termografia.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Penetração da água da chuva em fissuras ou juntas mal vedadas;
- Penetração da água da chuva por capilaridade ou sobrepressão resultante da ação dos ventos.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

REPARO:

- Tratamento das deficiências de estanqueidade e fissuras que permitem a penetração da água da chuva;
- Remoção do reboco úmido, selagem das fissuras, impermeabilização das juntas e aplicação de uma nova argamassa compatível com a pré-existente.

3. FACHADAS:

- NORTE - ALA ESQUERDA
- NORTE - ALA DIREITA
- SUL - ALA ESQUERDA
- SUL - ALA DIREITA
- LESTE
- OESTE

- TORREÃO - 1
- TORREÃO - 2
- TORREÃO - 3
- TORREÃO - 4
- TORREÃO - 5
- TORREÃO - 6

- TORREÃO - 7
- TORREÃO - 8
- TORREÃO - 9
- TORREÃO - 10
- TORREÃO - 11
- TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 13
	MANIFESTAÇÃO: BIODETERIORAÇÃO - VEGETAÇÃO	
	PALAVRAS-CHAVE: PLANTAS, VEGETAIS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Plantas de pequeno porte e superiores que crescem na edificação podendo causar problemas estruturais e estéticos.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Biodeterioração física ou mecânica em função de crescimento ou movimentação do organismo, que não se alimenta do material.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Remoção cuidadosa da vegetação de pequeno porte;
- Aplicação de herbicida nas raízes da vegetação de maior porte e corte de seus ramos e raízes.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: BIODETERIORAÇÃO – MANCHAMENTO/BIOFILME	14
	PALAVRAS-CHAVE: MICRO-ORGANISMOS, UMIDADE	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Manchas compostas por biofilme ativo, contendo além de sujeidade, micro-organismos, como bactérias e fungos, que podem ser causadores de doenças e alergias.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Crescimento de fungos e bactérias;
- Ação de insetos;
- Líquens e organismos fototróficos;
- Assimilação ou dissimulação química.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Controle de fontes de umidade e temperatura;
- Para mofo, limpeza com solução de 10% de hipoclorito, seguida de água limpa e aplicação de fungicida;
- Remoção de sujidades;
- Aplicação de pintura em material adequado par conter as condições nutricionais;
- Aplicação de soluções contendo dióxido de titânio (TiO₂);
- Aplicação de inseticida adequado quando houver presença de insetos.

3. FACHADAS: (x) NORTE - ALA ESQUERDA

(x) NORTE - ALA DIREITA

(x) SUL - ALA ESQUERDA

(x) SUL - ALA DIREITA

(x) LESTE

(x) OESTE

(x) TORREÃO - 1

() TORREÃO - 2

(x) TORREÃO - 3

() TORREÃO - 4

(x) TORREÃO - 5

(x) TORREÃO - 6

(x) TORREÃO - 7


(x) TORREÃO - 8

(x) TORREÃO - 9

(x) TORREÃO - 10

(x) TORREÃO - 11

() TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 15
	MANIFESTAÇÃO: CRIPTOFLORESCÊNCIA	
	PALAVRAS-CHAVE: SAIS SOLÚVEIS, UMIDADE	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Cristalização de sais sob a superfície do revestimento.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual. Teste qualitativo de sais.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Presença de sais solúveis nos materiais;
- Presença de água;
- Pressão hidrostática;
- Elevação da temperatura;
- Presença de argamassas ou pinturas impermeáveis, que não permitem que os sais atinjam sua superfície externa, resultando em sua cristalização abaixo da camada impermeável.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES: REPARO E MANUTENÇÃO:

- Remoção dos sais com compressas de algodão ou papel absorvente embebidas em água destilada nos afrescos; nas demais regiões, compressas de cal ou lama bentonítica.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA 16
	MANIFESTAÇÃO: BOLHAS NA PINTURA	
	PALAVRAS-CHAVE: ESTUFAMENTO, SUBSTRATO INSTÁVEL/ÚMIDO	2018

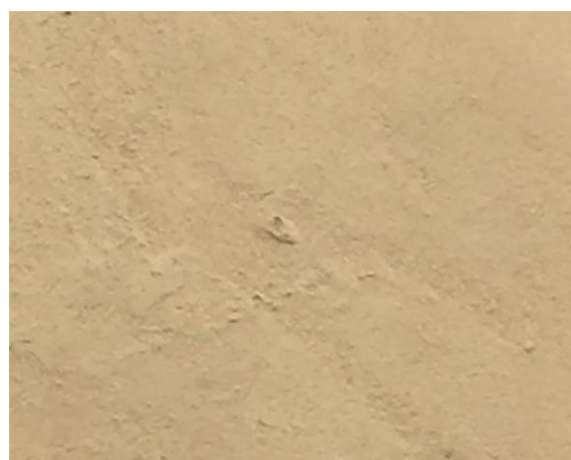
1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Bolhas na pintura que podem causar o estufamento da tinta e seu posterior descascamento.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Deficiência de aderência entre a película de pintura e o substrato;
- Deficiência ou ausência de preparação do substrato;
- Aplicação em substrato instável;
- Aplicação em base úmida;
- Aplicação de tintas que formam películas menos porosas que a resultante de pintura à base de cal.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Raspagem e remoção da tinta;
- Aplicação de tinta à base de cal ou silicato.

- | | | | |
|--------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 3. FACHADAS: | <input type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 1 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 7 |
| | <input type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 2 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 8 |
| | <input type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 3 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 9 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 4 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 10 |
| | <input type="checkbox"/> LESTE | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 5 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 11 |
| | <input type="checkbox"/> OESTE | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 6 | <input type="checkbox"/> TORREÃO - 12 |

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: DESCASCAMENTO DA PINTURA	17
	PALAVRAS-CHAVE: DESCAMAÇÃO, SUBSTRATO INSTÁVEL/ÚMIDO	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Descamação da película de pintura e perda de sua aderência.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:


- Deficiência ou ausência de preparação do substrato;
- Aplicação em substrato instável;
- Aplicação em base úmida;
- Bolhas e estufamento;
- Pulverulência da película;
- Aplicação de tintas que formam películas menos porosas que a resultante de pintura à base de cal.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Raspagem e remoção da tinta, incluindo zonas com mofo, gorduras ou irregularidades;
- Aplicação de tinta à base de cal ou silicato.

3. FACHADAS:	(x) NORTE - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 1	(x) TORREÃO - 7
	(x) NORTE - ALA DIREITA	(x) TORREÃO - 2	() TORREÃO - 8
	(x) SUL - ALA ESQUERDA	(x) TORREÃO - 3	() TORREÃO - 9
	(x) SUL - ALA DIREITA	() TORREÃO - 4	(x) TORREÃO - 10
	(x) LESTE	(x) TORREÃO - 5	(x) TORREÃO - 11
	(x) OESTE	() TORREÃO - 6	(x) TORREÃO - 12

	FICHA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	FICHA
	MANIFESTAÇÃO: MICROFISSURAS NA PINTURA	18
	PALAVRAS-CHAVE: CRAQUELAMENTO, FISSURAS	2018

1. DESCRIÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS:

Craquelamento da pintura que se manifesta como fissuras estreitas, rasas e descontínuas.

4. MÉTODO DE ANÁLISE:

Inspeção visual.

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



2. CAUSAS POSSÍVEIS:

- Aplicação de camada muito grossa de material para pintura;
- Tempo insuficiente de hidratação da cal antes da aplicação do revestimento.

6. SUGESTÃO DE SOLUÇÕES:

MANUTENÇÃO:

- Raspagem e remoção da tinta craquelada, incluindo zonas com mofo, gorduras ou irregularidades;
- Aplicação de tinta à base de cal ou silicato.

3. FACHADAS:	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA ESQUERDA	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 1	<input checked="" type="checkbox"/> TORREÃO - 7
	<input checked="" type="checkbox"/> NORTE - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 2	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 8
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA ESQUERDA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 3	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 9
	<input checked="" type="checkbox"/> SUL - ALA DIREITA	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 4	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 10
	<input checked="" type="checkbox"/> LESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 5	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 11
	<input checked="" type="checkbox"/> OESTE	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 6	<input type="checkbox"/> TORREÃO - 12