



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL**

Fernando Edgar Rieck

**PATOLOGIAS E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DOS BENS INTEGRADOS  
PÉTREOS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS RELIGIOSOS DE JABOATÃO E  
RECIFE**

Recife

2011

Fernando Edgar Rieck

PATOLOGIAS E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DOS BENS INTEGRADOS  
PÉTREOS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS RELIGIOSOS DE JABOATÃO E  
RECIFE

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de Minas  
da Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Engenharia Mineral

Área de concentração: Rochas  
Ornamentais

Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza

Recife

2011

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

R549p

Rieck, Fernando Edgar.

Patologias e condições de conservação dos bens integrados pétreos de monumentos históricos religiosos de Jaboatão e Recife / Fernando Edgar Rieck. - Recife: O Autor, 2011.

247 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, 2011.

Inclui Referências Bibliográficas e Apêndices.

1. Engenharia Mineral. 2. Patrimônio Cultural Material. 3. Bem Integrado. 4. Rochas Ornamentais. 5. Intemperismo. 6. Mapa de Danos. I. Souza, Júlio César de. II. Título.

UFPE

622.35 CDD (22. ed.)

BCTG/2011-110



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MINERAL

### PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA

DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE

**FERNANDO EDGAR RIECK**

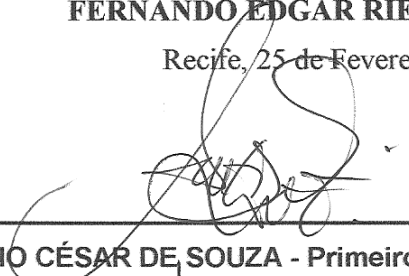
## **“PATOLOGIAS E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DOS BENS INTEGRADOS PÉTREOS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS RELIGIOSOS DE JABOATÃO E RECIFE”**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ROCHAS ORNAMENTAIS**

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do Dr. Eldemar de Albuquerque Menor, considera o candidato.

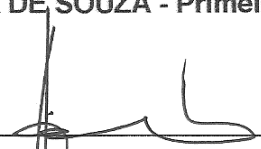
**FERNANDO EDGAR RIECK, Aprovado.**

Recife, 25 de Fevereiro de 2011.



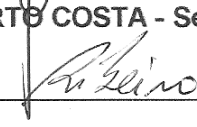
---

Dr. JÚLIO CÉSAR DE SOUZA - Primeiro Examinador Interno (UFPE)



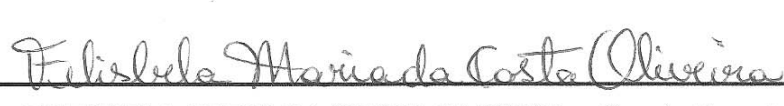
---

Dr. ANTÔNIO GILBERTO COSTA - Segundo Examinador Externo (UFMG)



---

Dr. ROBERTO CARLOS DA CONCEIÇÃO RIBEIRO - Terceiro Examinador Externo (UFRJ)



---

Dra. FELISBELA MARIA DA COSTA OLIVEIRA – Quarta Examinadora Interno - UFPE

Aos meus pais, Maria Emília e Delmar (*in memoriam*)

e ao meu irmão, Cristiano.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais pelo esforço de permitir e tornar possível minha caminhada até aqui, através da educação, carinho e incentivo em todos os desafios enfrentados. Ao meu irmão que, mesmo distante, sempre me incentivou e a todos os meus familiares que de alguma forma me ajudaram.

À família Rached por todo apoio dispensado durante o desenvolvimento e conclusão da dissertação, especialmente a arquiteta Mary Rached, minha amada, pela ajuda e compreensão sempre.

Ao meu orientador Julio Cesar de Souza e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Eldemar de Albuquerque Menor e Felisbela Maria da Costa Oliveira pela atenção quando solicitados. A secretária do Programa de Pós-Graduação, Voleide Barros Gomes sempre prestativa e eficiente, resolvendo as “brincas”.

Ao professor Armando Marsden e aos alunos Helder Vasconcelos e Nadyr Pedi do Laboratório de Micologia atrelado ao Departamento de Biologia pelo suporte na identificação do material microbiológico coletado.

Ao Geólogo Vanildo Mendes pela gentileza em conceder as lâminas petrográficas.

Aos meus colegas de mestrado, incluindo todos, desde os mais antigos aos mais novos.

Ao técnico João Carlos Cezar de Albuquerque do Laboratório de Materiais Avançados do Departamento de Física.

A 5ª SR IPHAN/PE por permitir o acesso e disponibilizar o material necessário, relacionado aos dois monumentos objetos de estudo.

Ao sacristão da Igreja de São Pedro dos Clérigos, Fernando Vieira, sempre pronto a ajudar.

A CAPES por ter disponibilizado a bolsa de estudo, possibilitando o desenvolvimento e conclusão da dissertação.

## RESUMO

No Patrimônio Cultural Material Brasileiro há o emprego da rocha em seus monumentos históricos. Em Pernambuco o uso de material pétreo ocorre com maior frequência em monumentos históricos religiosos, principalmente como bens culturais integrados. Estes, encontram-se vinculados à superfície construída, tanto de forma estrutural quanto ornamental, interna ou externamente. Este estudo trata das patologias e estado de conservação de rochas empregadas, na forma de blocos, em bens integrados vinculados ao frontispício da Igreja de São Pedro dos Clérigos, Recife, e da Igreja de Nossa Senhora da Piedade, Jaboatão dos Guararapes, monumentos históricos tombados no âmbito federal. A multidisciplinaridade que engloba o assunto demanda conhecimento em diversas áreas, transitando desde a ciência até o campo das artes. Nessas edificações seculares, seus materiais, inclusive o pétreo, estão expostos à ação do intemperismo físico, químico e biológico, tornando-os passíveis, através de processos ou mecanismos de alteração, às mais variadas formas de intemperismo ou patologias. Assim, o decaimento da substância pétreia está associado a fatores: intrínsecos, que dizem respeito às suas características; extrínsecos, denominados de constantes (agentes atmosféricos), aleatórios (processos de alteração físicos, químicos e biológicos), impostos (de projeto) e antrópicos (ação/atividade humana). Para a realização deste estudo foi necessária a elaboração de um diagnóstico sistematizado, que envolveu duas etapas: não destrutiva - levantamento de dados de campo com preenchimento de ficha cadastral; destrutiva - análises laboratoriais com a caracterização mineralógica (petrografia e difratometria de RX) e química (fluorescência de RX). A associação destas etapas resultou na caracterização do litotipo (beach rock ou arenito de mar) e em mapas de danos que identificam as patologias incidentes, permitindo determinar o estado de conservação dos blocos dos objetos estudados, registrando sua condição atual, tanto para seu monitoramento, quanto como subsídio para ações futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patrimônio cultural material, bem integrado, rochas ornamentais, intemperismo, mapa de danos.

## **ABSTRACT**

In the Brazilian Material Cultural Heritage there is the employment of rocks in its historical monuments. In Pernambuco the use of stony material happens more often in religious historical monuments, mostly as integrated cultural. These are attached to the surface of construction as much structurally as ornamental, inside and outside the building. This study deals with the pathologies and conservation status of the rocks employed in blocks of the integrated cultural attached to the frontispieces of Saint Peter of Clerics Church, Recife, and Our Lady of Mercy Church, Jaboatão dos Guararapes, both historical monuments are legally protected by federal laws. The multidisciplinary which comprehends the subject allows a wide knowledge about theme; it transits between fields of science to art, with emphasis in science approach. In these secular buildings their materials, including the stony, are exposed to the physical, chemical and biological weathering, making them susceptible, through processes or mechanisms of change, to various forms pathologies. Thus, the decay of stony substance is associated with two kinds factors: intrinsic, concerning their characteristics; and extrinsic, named constant (atmospheric agents), random (physical, chemical and biological change progress), imposed (by project) and anthropic (human action/ activity). The achievement of this study is given based on the systematic diagnosis, happening in two stages: non-destructive – field survey to fill out a registration form; destructive – lab analysis with mineralogical characterization (petrography and X-ray diffraction) and chemical characterization (X-ray fluorescence). The association of those stages results in the lithotype characterization (beach rock) and damage maps which identify the incidents pathologies, allowing to determine the conservation status of subjects' blocks, registering its current condition for its monitoring or as support for future actions.

**Keywords:** Material cultural heritage, integrated cultural, dimension stone, weathering, damage map.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO I

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1  | Diagrama (sem escala) com a divisão das cinco classes a partir dos componentes essenciais; compilado e modificado de FOLK (1974)                                                                                                                                                                                                                                                                    | 19 |
| Figura 1.2  | Grau de classificação ou seleção de sedimentos, observados a partir de lâminas delgadas, conforme Pettijohn et al (1973); compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996)                                                                                                                                                                                                              | 23 |
| Figura 1.3  | Gráfico com a classificação mineralógica dos arenitos com menos de 15% de matriz com grão fino proposta por Folk (1974); compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996)                                                                                                                                                                                                               | 26 |
| Figura 1.4  | Classificação dos arenitos segundo Dott (1964); compilado de Giannini (2000)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 27 |
| Figura 1.5  | Variações cíclicas diárias - dilatação (dia) e contração (noite), compilado e modificado de Torraca (2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 39 |
| Figura 1.6  | Distribuição da água nos poros de um material hidrofílico; compilado e modificado de Torraca (2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40 |
| Figura 1.7  | Processo do dano causado por congelamento; compilado e modificado de Torraca (2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 41 |
| Figura 1.8  | Processo de cristalização de sais no interior de um poro; compilado e modificado de Torraca (2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 42 |
| Figura 1.9  | Processo de eflorescência e subeflorescência a partir da influência das condições climáticas na cristalização de sais; compilado e modificado de Torraca (2009)                                                                                                                                                                                                                                     | 43 |
| Figura 1.10 | Tipos de alvenaria em rocha argamassada. (a) e (b) ordinária; (a) ruínas da parede externa do Convento da Igreja de Nossa Senhora de Nazaré, Cabo de Santo Agostinho/PE e (b) ruínas da muralha do Forte de São Pedro do Boldró, Fernando de Noronha/PE. (c) e (d) com aparelho irregular; (c) e (d) Forte de Nossa Senhora dos Remédios, Fernando de Noronha/PE. Fonte: autor                      | 84 |
| Figura 1.11 | Tipos de bens integrados pétreos vinculados a superfície construída dos monumentos religiosos; (a) cercadura da portada central, em calcário, da Igreja de Nossa Senhora das Graças (Seminário de Olinda), Olinda; (b) lavabo, em arenito, da Igreja de Nossa Senhora dos Remédios, Fernando de Noronha/PE; (c) arcada e colunas do claustro, em arenito, do Convento de Santo Antônio, Igarassu/PE | 86 |
| Figura 1.12 | Monumentos pertencentes ao primeiro período construtivo de Olinda, com o emprego de rocha calcária em seus bens integrados; (a) Igreja de Nossa Senhora das Neves; (b) Seminário das Graças e (c) Igreja de Nossa Senhora do Monte. Fonte: autor                                                                                                                                                    | 87 |
| Figura 1.13 | Igreja do Mosteiro de São Bento; (a) o emprego do arenito nos bens integrados do frontispício; (b) detalhe do frontão com o brasão Beneditino e volutas no arremate do objeto. Fotos: autor                                                                                                                                                                                                         | 87 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.14 | Fotos (a) e (b), o emprego do lioz no frontispício de monumentos religiosos; (a) Igreja de Conceição da Praia, Salvador; (b) Matriz da Boa Vista, Recife; fotos (c) e (d), o lioz utilizado nos bens integrados; (c) Igreja da Ordem Terceira de São Francisco e (d) Igreja da Ordem Terceira do Carmo, ambas em Recife. Fonte: autor | 89 |
| Figura 1.15 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade; (a) entorno a leste, sem barreiras físicas – naturais ou artificiais; (b) frontispício e seus bens integrados. Fonte: autor                                                                                                                                                                       | 91 |
| Figura 1.16 | Igreja de São Pedro dos Clérigos. (a) o monumento em seu contexto, destacando-se na paisagem; (b) frontispício e seus bens integrados. Fonte: autor                                                                                                                                                                                   | 92 |

## CAPÍTULO II

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2.1 | Organograma com as etapas metodológicas                                                                                                                                                                                                                                | 99  |
| Figura 2.2 | Lupa utilizada para captação das imagens e fotografias relativas ao material pétreo coletado (amostras). Fonte: autor                                                                                                                                                  | 101 |
| Figura 2.3 | Modelo da ficha de levantamento de campo – análise de observação macroscópica não destrutiva e a hierarquização dos campos de preenchimento com seus itens. Fonte: autor                                                                                               | 102 |
| Figura 2.4 | Cores definidas pelo autor para cada nível do estado de conservação dos blocos pétreos que compõem os bens integrados alvos de investigação                                                                                                                            | 105 |
| Figura 2.5 | Cores definidas pela referência adotada - ICOMOS (2008) – para cada grupo de patologias                                                                                                                                                                                | 107 |
| Figura 2.6 | Materiais utilizados para a coleta, fotos (a) e (b), e crescimento, foto (c), com a semeadura de material microbiológico – fungos. Foto (a) “swab” esterilizado; (b) tubo de ensaio e (c) placa de Petri. Fonte: (a) autor; (b) e (c) Héltton Vasconcelos              | 111 |
| Figura 2.7 | Materiais utilizados para a realização do teste: bandeja, copo de Becker e ácido clorídrico (HCl) a 10%. Fonte: autor                                                                                                                                                  | 112 |
| Figura 2.8 | Material utilizado para a análise petrográfica; fotos (a) e (b) – microscópio petrográfico marca Olympus, modelo BX 41; fotos (c) e (d) – lâminas delgadas, sendo (c) da face sã – referenciada 05 B e (d) da face intemperizada – referenciada PRETO 05. Fonte: autor | 113 |
| Figura 2.9 | Equipamento utilizado para a difração de RX; difratômetro marca Siemens, modelo D5000. Fonte: autor                                                                                                                                                                    | 114 |

## CAPÍTULO III

|            |                                                                                                                                                                                                             |     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.1 | Amostra 01 coletada no frontispício da INSP. (a) e (b) local da coleta - pilastra, base; (c) e (d) amostra 01 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor                                | 118 |
| Figura 3.2 | Amostra 02 coletada no frontispício da INSP. (a) e (b) local da coleta – portada lateral direita, ombreira direita; (c) e (d) amostra 02 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor     | 119 |
| Figura 3.3 | Amostra 01 coletada no frontispício da ISPC. (a) e (b) local da coleta – pórtico central, pedestal lado esquerdo, dado; (c) e (d) amostra 01 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor | 120 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.4  | Amostra 05 coletada junto ao frontispício da ISPC – pórtico central. (a) superfície interna e (b) superfície interna (mais clara) e superfície exposta (mais escura); ambas as superfícies apresentam homogeneidade quanto à cor e estrutura. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 120 |
| Figura 3.5  | Quadro comparativo entre as superfícies (internas e externas) das amostras coletadas na ISPC e INSP. Fonte: autor - fotos obtidas através das imagens captadas pela lupa (microscópio digital Digimicro)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 121 |
| Figura 3.6  | Identificação e ocorrência do arenito nos dois monumentos objetos de estudo – litotipo empregado nos blocos dos elementos estruturais e ornamentais dos objetos vinculados as superfícies construídas (fachadas). Fotos de (a) a (d) ISPC e de (e) até (h) INSP; foto (a) frontispício com seus bens integrados (cor bege); (b) fachada lateral direita – cunhal e cercadura da janela; (c) janela central (côro) acima do pórtico central – frontispício; (d) portada – fachada lateral direita; (e) frontispício com seus bens integrados que compõe os vãos e bases dos cunhais e pilastra; (f) base pilastra - frontispício; (g) brasão com seus ornatos em relevo - frontispício; (h) cunhal e cornija do beiral – fachada lateral esquerda. Fonte: autor | 122 |
| Figura 3.7  | Granulometria e textura do arenito utilizado nos bens integrados do frontispício da ISPC, mostrando o formato e esfericidade dos grãos com o predomínio de quartzo. AMOSTRA 01, fotos (a) e (b); AMOSTRA 05 fotos (c) e (d). As fotos (a) e (c) correspondem à face externa de ambas as amostras e (b) e (d) correspondem à face interna de ambas as amostras. Fonte: autor; todas as fotos tiradas a partir da captura da imagem pela lupa (microscópio) digital                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 124 |
| Figura 3.8  | Composição mineralógica da amostra 05, a partir da lâmina 05 B. Foto com nicóis não cruzados – LN. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 126 |
| Figura 3.9  | Fósseis - bioclastos identificados na lâmina 05 B: (a) foraminífero – nimulide na parte central em formato losangular e (b) alga calcária - alga vermelha rodoficea ao centro. Fotos (a) e (b) com nicóis não cruzados – LN e aumento de 40X. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 127 |
| Figura 3.10 | Fósseis - bioclasto identificado na lâmina 05 B: (a) e (b) molusco gastrópode ao centro da foto apresentando no interior de cada loggia (espaços internos) matéria orgânica. Foto (a) com nicóis não cruzados – LN e aumento de 40X e foto (b) com nicóis cruzados – LX e aumento de 40X. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 127 |
| Figura 3.11 | Difratograma com os resultados do ensaio de difratometria de RX da amostra 05 / ISPC. Fonte: Laboratório de Materiais Avançados - LMA/CCEN/UFPE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 129 |
| Figura 3.12 | Gráfico com os resultados do ensaio de análise química da amostra 01 / INSP e amostra 05 / ISPC. Fonte: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo/IGUSP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 131 |
| Figura 3.13 | Gráficos de precipitação mensal e diária. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 133 |
| Figura 3.14 | Gráfico com a distribuição da temperatura ao longo do ano com a variação ao longo do dia (24 horas). Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 133 |
| Figura 3.15 | Gráficos com variação da temperatura; à esquerda o gráfico mostra a variação ao longo do ano com as temperaturas mínimas, máximas e médias; à direita o gráfico apresenta a variação da temperatura ao longo do dia entre o mês mais quente e mais frio. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 134 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.16 | (a) frequência de ocorrência dos ventos conforme as estações do ano relacionado à orientação; (b) velocidades predominantes do vento, conforme a direção em Recife e Jaboatão dos Guararapes. Fonte: Software SOL-AR 6.2 - UFSC/ECV/LabEEE                                                                                                                                                                                                                            | 135 |
| Figura 3.17 | Incidência dos ventos com maior frequência de ocorrência sobre a Igreja de Nossa Senhora da Piedade: no inverno, em amarelo, do quadrante Sul e Sudeste e no verão, em vermelho, do quadrante Leste e Nordeste. Fonte: Google Earth 2010                                                                                                                                                                                                                              | 136 |
| Figura 3.18 | Incidência dos ventos com maior frequência de ocorrência sobre a Igreja de São Pedro dos Clérigos: no inverno, em amarelo, do quadrante Sul e Sudeste e no verão, em vermelho, do quadrante Leste e Nordeste. Fonte: Google Earth 2010                                                                                                                                                                                                                                | 137 |
| Figura 3.19 | Gráfico com a variação da umidade relativa (%) entre o mês mais quente (março) e o mês mais frio (junho). Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 137 |
| Figura 3.20 | Gráfico com a distribuição do total de horas de sol em função do mês. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 138 |
| Figura 3.21 | Carta solar, da INSP, mostrando a faixa de incidência direta do sol sobre o frontispício, orientado para o quadrante sul-sudoeste – SSO. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 139 |
| Figura 3.22 | Carta solar, da ISPC, mostrando a faixa de incidência direta do sol sobre o frontispício, orientado para o quadrante nordeste - NE. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 139 |
| Figura 3.23 | (a) implantação e orientação do monumento; (b) frontispício voltado para o quadrante Sul-Sudoeste – SSO; (c) fachada lateral esquerda, voltada para o quadrante Lés-Sudeste – ESE. Fonte: (a) Google Earth; (b) e (c) autor                                                                                                                                                                                                                                           | 143 |
| Figura 3.24 | (a) implantação e orientação do monumento; (b) frontispício voltado para o quadrante Nordeste (NE). Fonte: (a) Google Earth; (b) autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 144 |
| Figura 3.25 | Igreja de São Pedro dos Clérigos; fatores antrópicos causados pela ação humana. (a) ato de vandalismo com a pichação das paredes – fachada lateral direita; (b) e (c) intervenção técnica com o uso de materiais inadequados; (b) material não identificado usado para vedação das juntas entre os blocos – pórtico central; (c) argamassa em cimento cobrindo parte com perda da substância pétrea – cunhal direito, pedestal, parte inferior esquerda. Fonte: autor | 147 |
| Figura 3.26 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade; fatores antrópicos causados pela ação humana. (a) ato de vandalismo com a pichação das paredes e cantaria (pilastra) – fachada lateral esquerda; (b) intervenção técnica com o uso de materiais inadequados; argamassa em cimento cobrindo parte do bloco com perda da substância pétrea – portada lateral direita, verga, extremo lateral e aresta inferior - frontispício. Fonte: autor                                         | 148 |
| Figura 3.27 | Vista e partes da composição do pórtico central do frontispício da Igreja de São Pedro dos Clérigos/ISPC. Foto (a) bem integrado - pórtico central; (b) partes da composição do bem integrado - pórtico central; roxo - base, vermelho - corpo, verde - entablamento e amarelo – coroamento. Desenho técnico digital do pórtico central, modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN                                                               | 152 |
| Figura 3.28 | Quantificação e numeração dos blocos – pórtico central, frontispício, Igreja de São Pedro dos Clérigos/ISPC. Os blocos localizados por trás das colunas – denominados de almofadas têm a seguinte numeração: lado direito (de baixo para cima) – B15 a B22; lado esquerdo (de cima para baixo) – B68 a B75. Croqui a partir do desenho técnico digitalizado; modificado de IPHAN, 2008                                                                                | 153 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.29 | Base do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: pedestais laterais sob as colunas e pedestais menores, recuados, que compõe a cercadura. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                     | 154 |
| Figura 3.30 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada base. Fotos: (a) pedestal direito; (b) pedestal esquerdo; (c) aplique fitomorfo direito e (d) aplique fitomorfo esquerdo. Fonte: autor                                                                             | 156 |
| Figura 3.31 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes da base. Fotos: (a) 1-manchamento e depósito superficial; (b) 2-lascagem e descamação em placa; (c) 3-crosta negra; (d) 4-erosão; (e) 5-descamação em placa, crosta negra e erosão; (f) 6-fraturas e intervenção em argamassa – cimento. Fonte: autor | 157 |
| Figura 3.31 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes da base. Fotos: (g) 7-depósito superficial – tinta; (h) 8-excremento; (i) 9-lacunas/perdas/partes faltantes; (j) 10-coloração; (k) 11-fungo e (l) 12-sujidade e depósito superficial. Fonte: autor                                                    | 158 |
| Figura 3.32 | Corpo do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: apliques laterais, colunas e cercadura com pé direito – pilastra e capitel – impostas, arco pleno – saiméis, contrafechos e fecho, encimados nos extremos laterais pelos rins. Fonte: autor.                                                                                                             | 159 |
| Figura 3.33 | Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada corpo. Fotos: (a) coluna esquerda interna – base ática e fuste terço inferior; (b) aplique antropomorfo direito; (c) pé direito – cercadura direita e (d) arco pleno – cercadura direita. Fonte: autor                                                               | 162 |
| Figura 3.34 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (a) 1-fungo, perda e intervenção em argamassa - cimento; (b) 2-fraturas; (c) 3-crosta negra; (d) 4-erosão; (e) 5-intervenção em argamassa – cimento, incrustação, pitting, crosta negra; (f) 6-pitting. Fonte: autor                 | 163 |
| Figura 3.34 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (g) 7-incrustação; (h) 8-pitting e erosão; (i) 9-coloração e intervenção com material de vedação nas juntas; (j) 10-excremento. Fonte: autor                                                                                         | 164 |
| Figura 3.34 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (k) 11-lasca e (l) 12-pitting, erosão, excrementos e intervenção em argamassa - cimento. Fonte: autor                                                                                                                                | 165 |
| Figura 3.35 | Entablamento do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: parte inferior – arquitrave, central – friso e superior – cornija, todas ressaltadas nos extremos laterais e parte central. Fonte: autor                                                                                                                                                          | 165 |
| Figura 3.36 | Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada entablamento. Foto: entablamento lado direito – cornija; arquitrave e friso. Fonte: autor                                                                                                                                                                            | 167 |
| Figura 3.37 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do entablamento. Fotos: (a) 1-lasca e 2-crosta negra; (b) 3-coloração; (c) 4-incrustação. Fonte: autor                                                                                                                                                | 168 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.38 | Coroamento do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: frontão interrompido com as volutas nos extremos laterais e, no plano recuado, medalhão com sua ornamentação; nota-se a presença constante de pombos sobre os elementos desta parte da composição. Fonte: autor                                                                                                                                                  | 169 |
| Figura 3.39 | Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada coroamento. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 171 |
| Figura 3.40 | Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, em alguns blocos componentes do coroamento. Fotos: (a) bloco B49 - 1-presença de vegetação – porte pequeno; 2-presença de animais - pombos; 3-fratura; 4-crosta negra; (b) bloco B39 - 5-crosta negra; 6-incrustação; bloco B38 - 7-pitting; 8-intervenção em argamassa sobre as juntas - cimento; bloco B37 - 9-excremento. Fonte: autor | 172 |
| Figura 3.41 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo I – Fratura e Deformação sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                        | 177 |
| Figura 3.42 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo II – Destacamento sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                               | 178 |
| Figura 3.43 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo III – Perda de Material sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                         | 179 |
| Figura 3.44 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo IV – Descoloração e Depósito sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                    | 180 |
| Figura 3.45 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo V – Colonização Biológica sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                       | 181 |
| Figura 3.46 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das intervenções em argamassa sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                           | 182 |
| Figura 3.47 | Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC_F1NE_1PC_100B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                     | 183 |
| Figura 3.48 | Mapeamento do nível do estado de conservação dos blocos que compõem o pórtico central, conforme as cores da legenda adotada. Croqui a partir do desenho técnico digitalizado; modificado de IPHAN (2008). Fonte: 5ªSR/IPHAN                                                                                                                                                                                                                                   | 188 |
| Figura 3.49 | Quantificação, numeração e identificação dos bens integrados que compõem o frontispício da Igreja de Nossa Senhora da Piedade; em destaque os objetos escolhidos para estudo. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: 5ª SR/IPHAN                                                                                                                                                                                          | 189 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.50 | Vista e partes da composição da portada central da Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Foto (a) bem integrado - portada central - 1PC; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes com a numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN                                                                                                                                            | 191 |
| Figura 3.51 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada central. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada central. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 - alveolização e incrustação; (c) bloco B1 - 2 - lacuna/perda/partes faltantes e musgo (d) bloco B6 - 3 - alveolização, incrustação, sujidade e fungo. Fonte: autor                                                                        | 193 |
| Figura 3.51 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada central. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada central. Foto (e) bloco B2 - 4 - alveolização, incrustação e lacuna/perda/partes faltantes; (f) bloco B5 - 5 - alveolização; (g) bloco B3 - 6 - fratura; (h) bloco B4 - 7 - depósito superficial e incrustação. Fonte: autor                                                                                                       | 194 |
| Figura 3.52 | Mapa de danos da portada central da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP_F1SSO_1PC_6B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 195 |
| Figura 3.53 | Vista e partes da composição da portada lateral direita. Foto (a) bem integrado - portada lateral direita - 2PLD; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes com a numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN                                                                                                                                                                 | 197 |
| Figura 3.54 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada lateral direita. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada lateral direita. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 - pitting, incrustação, sujidade e alveolização; (c) bloco B6 - 2 - lacuna/perda/parte faltante, pitting, arredondamento e sujidade; (d) bloco B2 - (d) 3 - alveolização, fungo e incrustação - face frontal. Fonte: autor | 199 |
| Figura 3.54 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada lateral direita. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada lateral direita. Foto (e) bloco B2 - 4 - erosão - ilhargá; (f) bloco B5 - 5 - fratura, alveolização e erosão; (g) bloco B3 - 6 - fratura, intervenção em argamassa - cimento; (h) bloco B4 - 7 - fratura, erosão e sujidade. Fonte: autor                                                                                  | 200 |
| Figura 3.55 | Mapa de danos da portada lateral direita da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP_F1SSO_2PLD_6B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 201 |
| Figura 3.56 | Vista e partes da composição da janela torre sineira da Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Foto (a) bem integrado - janela torre sineira - 3JTS; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes à numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN                                                                                                                                     | 203 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.57 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 - pátina, fungo, sujeira. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                    | 205 |
| Figura 3.57 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (c) bloco B2 - 2 - manchamento, intervenção em argamassa - cimento arredondamento e erosão (ilharga); (d) bloco B7 - 3 - manchamento, alveolização, arredondamento, pitting e intervenção em argamassa - cimento; (e) bloco B3 - 4 - intervenção em argamassa - cimento; (f) bloco B6 - 5 - fratura, manchamento e intervenção em argamassa - cimento. Fonte: autor | 206 |
| Figura 3.57 | Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (g) bloco B4 e B5, sendo, respectivamente: 6 - alveolização, incrustação e pitting (intradorso) e 7 - crosta negra, descamação e perda. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                | 207 |
| Figura 3.58 | Mapa de danos da janela da torre sineira da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP_F1SSO_3JTS_7B. Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 208 |
| Figura 3.59 | Gráfico com o percentual de incidência das patologias presentes nos três bens integrados da INSP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 209 |
| Figura 3.60 | Mapeamento do nível do estado de conservação dos blocos que compõem as três partes de cada bem integrado objeto de estudo do frontispício da Igreja de Nossa Senhora de Piedade. (a) portada central – INSP_F1SSO_1PC_6B; (b) portada lateral direita – INSP_F1SSO_2PLD_6B; (c) janela torre sineira – INSP_F1SSO_3JTS_7B. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: 5ª SR/IPHAN                                                                                                                                                                | 213 |
| Figura 3.61 | Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – portada lateral esquerda, ombreira direita (ilharga) – altura da coleta de 180 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 02 - (c) <i>Aspergillus sp.</i> ; (d) <i>Penicillium sp.</i> Fotos (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b) e (c) e (d) Nadyr Pedi                                                                                                                                                                                          | 218 |
| Figura 3.62 | Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pilastra esquerda, pedestal; altura da coleta de 173 cm. Não há fotos do fungo identificado na amostra 03 - <i>Micelia sterilia</i> . Fonte: autor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 219 |
| Figura 3.63 | Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pórtico central, lado esquerdo, coluna direita interna, fuste terço inferior – altura da coleta de 288 cm; (c) fungo identificado na amostra 07 – fungo <i>Geotrichum candidum</i> . Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi                                                                                                                                                                                                              | 220 |
| Figura 3.64 | Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pilastra direita, base – altura da coleta de 210 cm; (c) fungo identificado na amostra 09 – fungo <i>Monodictys Levis</i> . Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi                                                                                                                                                                                                                                                                       | 221 |

- Figura 3.65 Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – cunhal direito, base – altura da coleta de 224 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 10 – (c) *Penicillium islandicum*; (d) *Aspergillus sydowii*. Fotos (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi 222
- Figura 3.66 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, janela torre sineira, taça – altura da coleta de 456 cm. Não há fotos do fungo identificado da amostra 01 - *Micelia sterilia*. Fonte: autor 223
- Figura 3.67 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, brasão – altura da coleta de 589 cm; (c) fungo identificado na amostra 02 – fungo *Penicillium implicatum*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi 223
- Figura 3.68 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, pilastra, pedestal – altura da coleta de 40 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 03 – (c) *Acremonium sp.*; (d) *Drechslera hawaiiensis*. Foto (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi 224
- Figura 3.69 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, portada entaipada, ombreira direita – altura da coleta de 190 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 05 – (c) *Aspergillus ustus*; (d) *Aspergillus flavus*. Foto (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi 225
- Figura 3.70 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, pilastra, pedestal – altura da coleta de 132 cm. Não há fotos do fungo identificado na amostra 06 - *Micelia sterilia*. Fonte: autor 226
- Figura 3.71 Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, janela, ombreira esquerda – altura da coleta de 187 cm; (c) fungo identificado na amostra 08 – fungo *Penicillium herquei*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi 227

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

|             |                                                                                                                                                                                                        |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.1  | Tipos fundamentais de textura das rochas ígneas relacionados ao tamanho dos grãos constituintes                                                                                                        | 15 |
| Tabela 1.2  | Classificação das rochas magmáticas ou ígneas pela porcentagem de sílica – SiO <sub>2</sub> – presente                                                                                                 | 16 |
| Tabela 1.3  | Principais minerais das rochas ígneas quanto à cor                                                                                                                                                     | 16 |
| Tabela 1.4  | Denominação das rochas magmáticas ou ígneas em função da predominância de minerais félsicos e máficos                                                                                                  | 16 |
| Tabela 1.5  | Componentes essenciais na classificação, a partir dos sedimentos, conforme Folk (1974)                                                                                                                 | 18 |
| Tabela 1.6  | Classificação das rochas sedimentares a partir da origem (COSTA, 1979; OLIVEIRA, 2002)                                                                                                                 | 20 |
| Tabela 1.7  | Classificação granulométrica de sedimentos detríticos ou clásticos e rochas sedimentares (modificado de GIANNINI; RICCOMINI, 2000)                                                                     | 21 |
| Tabela 1.8  | Classificação dos grãos de Pettijohn et al (1973) dividida em cinco categorias de arredondamento e duas de esfericidade; compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996)                  | 22 |
| Tabela 1.9  | Minerais essenciais e acessórios presentes nas rochas metamórficas (Costa, 1979; Oliveira, 2002)                                                                                                       | 29 |
| Tabela 1.10 | Tipos de texturas foliadas e suas características                                                                                                                                                      | 30 |
| Tabela 1.11 | Classificação das rochas metamórficas conforme Oliveira (2002)                                                                                                                                         | 31 |
| Tabela 1.12 | Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO I FRATURA E DEFORMAÇÃO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008)                               | 57 |
| Tabela 1.13 | Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO II DESTACAMENTO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008)                                      | 58 |
| Tabela 1.14 | Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO III CARACTERÍSTICAS INDUZIDAS PELA PERDA DE MATERIAL com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008) | 59 |
| Tabela 1.15 | Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO IV DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008)                           | 60 |
| Tabela 1.16 | Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO V COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008)                              | 61 |
| Tabela 1.17 | Tipos de alvenaria executados em rocha (modificado de CAVALCANTI, 1951)                                                                                                                                | 83 |
| Tabela 1.18 | Técnicas de corte em função do tempo e da operação                                                                                                                                                     | 96 |

|             |                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.19 | Categorias de ferramentas empregadas na cantaria (modificado de ALMEIDA, 2005) | 97 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|

## CAPÍTULO II

|            |                                                                                                                     |     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 2.1 | Grupos de patologias associadas ao processo de alteração atuante                                                    | 106 |
| Tabela 2.2 | Escalas e parâmetros de deterioração de rochas; modificado de Viles et al (1997) apud em Fitzner e Heinrichs (2002) | 108 |

## CAPÍTULO III

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 3.1  | Resultado do ensaio de análise química – fluorescência de RX, feito da amostra 01 / INSP e amostra 05 / ISPC, mostrando, em ambas, o elevado teor de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e cimento carbonático calcítico ( $\text{CaO}$ ). Fonte: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo / IGUSP | 130 |
| Tabela 3.2  | Grupos de patologias associadas ao processo de alteração atuante                                                                                                                                                                                                                                      | 149 |
| Tabela 3.3  | Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos do bem integrado alvo de estudo da ISPC, conforme o grupo das formas de intemperismo                                                                                                                                                  | 150 |
| Tabela 3.4  | Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos dos três objetos de estudo da INSP, conforme o grupo das formas de intemperismo                                                                                                                                                       | 150 |
| Tabela 3.5  | Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos dos objetos de estudo da INSP e ISPC conforme o grupo das formas de intemperismo                                                                                                                                                      | 151 |
| Tabela 3.6  | Elementos e suas partes componentes integrando a base da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes                                                                                                                                                                                  | 154 |
| Tabela 3.7  | Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos da base, associadas ao grupo e processo de alteração                                                                                                                                                                                    | 155 |
| Tabela 3.8  | Elementos e suas partes componentes integrando o corpo da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes                                                                                                                                                                                 | 160 |
| Tabela 3.9  | Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do corpo, associadas ao grupo e processo de alteração                                                                                                                                                                                   | 161 |
| Tabela 3.10 | Elementos e suas partes componentes integrando o entablamento da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes                                                                                                                                                                          | 166 |
| Tabela 3.11 | Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do entablamento, associadas ao grupo e processo de alteração                                                                                                                                                                            | 167 |
| Tabela 3.12 | Elementos e suas partes componentes integrando o coroamento da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes                                                                                                                                                                            | 170 |
| Tabela 3.13 | Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do coroamento, associadas ao grupo e processo de alteração                                                                                                                                                                              | 170 |
| Tabela 3.14 | Patologias identificadas, conforme o grupo, nas quatro partes da composição, sendo B – base (roxo), C – corpo (vermelho), E – entablamento (verde) e C – coroamento (amarelo)                                                                                                                         | 173 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 3.15 | Grupos e as patologias identificadas com a incidência nos blocos de cada parte da composição, sendo B – base (roxo), C – corpo (vermelho), E – entablamento (verde) e C – coroamento (amarelo); o total de blocos com a patologia e o percentual da alteração no objeto | 174 |
| Tabela 3.16 | Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada base                                                                                                                                                           | 184 |
| Tabela 3.17 | Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada corpo                                                                                                                                                          | 185 |
| Tabela 3.18 | Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada entablamento                                                                                                                                                   | 186 |
| Tabela 3.19 | Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada coroamento                                                                                                                                                     | 186 |
| Tabela 3.20 | Percentuais dos níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes as quatro partes da composição do bem integrado denominado pórtico central                                                                                                                      | 187 |
| Tabela 3.21 | Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da portada central – 1PC, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração                                                                                               | 191 |
| Tabela 3.22 | Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da portada lateral direita - 2PLD, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração                                                                                      | 197 |
| Tabela 3.23 | Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da janela torre sineira – 3JTS, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração                                                                                         | 204 |
| Tabela 3.24 | Patologias incidentes, conforme o grupo, nos três bens integrados objetos de estudo                                                                                                                                                                                     | 209 |
| Tabela 3.25 | Níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos de cada parte da composição dos três objetos de estudo                                                                                                                                            | 210 |
| Tabela 3.26 | Percentuais dos níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes às partes da composição de cada um dos objetos de estudo, denominados: portada central – 1PC; portada lateral direita – 2PLD e janela da torre sineira - 3JTS                                   | 211 |
| Tabela 3.27 | Amostras coletadas em que houve desenvolvimento (HD) e em que não houve desenvolvimento (NHD)                                                                                                                                                                           | 215 |
| Tabela 3.28 | Gêneros e espécies de fungos identificados                                                                                                                                                                                                                              | 215 |
| Tabela 3.29 | Incidência do gênero conforme o monumento                                                                                                                                                                                                                               | 215 |
| Tabela 3.30 | Incidência do gênero <i>Aspergillus</i> e suas espécies conforme o monumento                                                                                                                                                                                            | 216 |
| Tabela 3.31 | Incidência do gênero <i>Penicillium</i> e suas espécies conforme o monumento                                                                                                                                                                                            | 216 |
| Tabela 3.32 | Altura das coletas do material microbiológico – fungos                                                                                                                                                                                                                  | 217 |
| Tabela 3.33 | Variação de altura (H), em cm, das espécies dos gêneros comuns aos dois monumentos                                                                                                                                                                                      | 217 |

## SUMÁRIO

### INTRODUÇÃO

|                                                                              |   |
|------------------------------------------------------------------------------|---|
| INTRODUÇÃO                                                                   | 1 |
| Justificativa                                                                | 4 |
| Objetivos                                                                    | 5 |
| Conceitos e considerações preliminares                                       | 6 |
| O patrimônio cultural brasileiro: sua divisão e categorias                   | 7 |
| Breve histórico acerca da criação da categoria de bem cultural integrado     | 7 |
| Os termos preservação, conservação e restauração: conceitos e diferenciações | 8 |

### CAPÍTULO I

|           |                                                  |    |
|-----------|--------------------------------------------------|----|
| 1         | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA                            | 10 |
| 1.1       | Rochas e minerais                                | 11 |
| 1.1.1     | Os minerais                                      | 11 |
| 1.1.2     | As rochas                                        | 12 |
| 1.2       | As rochas e seus modos de formação               | 13 |
| 1.2.1     | Rochas magmáticas ou ígneas                      | 14 |
| 1.2.2     | Rochas sedimentares                              | 17 |
| 1.2.2.1   | Classificação das rochas sedimentares            | 18 |
| 1.2.2.1.1 | Rochas sedimentares detríticas ou clásticas      | 23 |
| 1.2.2.1.2 | Arenito                                          | 25 |
| 1.2.2.1.3 | Classificação dos arenitos                       | 26 |
| 1.2.3     | Rochas metamórficas                              | 27 |
| 1.3       | Principais fenômenos de alteração nas rochas     | 31 |
| 1.3.1     | Fatores de alteração nas rochas dos monumentos   | 32 |
| 1.3.1.1   | Os fatores de alteração intrínsecos ou endógenos | 32 |
| 1.3.1.2   | Os fatores de alteração extrínsecos ou exógenos  | 33 |
| 1.3.1.2.1 | Os fatores constantes                            | 34 |
| 1.3.1.2.2 | Os fatores aleatórios                            | 34 |

|           |                                                                                                               |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.1.2.3 | Os fatores impostos                                                                                           | 35 |
| 1.3.1.2.4 | Os fatores antropológicos ou antrópicos                                                                       | 36 |
| 1.3.2     | Os processos ou mecanismos de alteração a partir de agentes físicos, químicos e físico-químicos ou biológicos | 37 |
| 1.3.2.1   | As ações físicas                                                                                              | 38 |
| 1.3.2.1.1 | Expansão térmica                                                                                              | 39 |
| 1.3.2.1.2 | Expansão devido à umidade                                                                                     | 40 |
| 1.3.2.1.3 | Congelamento (clima glacial e temperado)                                                                      | 41 |
| 1.3.2.1.4 | Cristalização de sais                                                                                         | 41 |
| 1.3.2.1.5 | Eflorescência                                                                                                 | 42 |
| 1.3.2.1.6 | Subeflorescência                                                                                              | 42 |
| 1.3.2.1.7 | Ruptura pelas raízes de vegetação                                                                             | 43 |
| 1.3.2.1.8 | Vibrações                                                                                                     | 43 |
| 1.3.2.2   | As ações químicas                                                                                             | 44 |
| 1.3.2.2.1 | Hidratação                                                                                                    | 45 |
| 1.3.2.2.2 | Oxidação                                                                                                      | 46 |
| 1.3.2.2.3 | Dissolução                                                                                                    | 46 |
| 1.3.2.2.4 | Hidrólise                                                                                                     | 46 |
| 1.3.2.2.5 | Redução                                                                                                       | 46 |
| 1.3.2.3   | As ações biológicas ou físico-químicas ou de biodeterioração                                                  | 47 |
| 1.3.2.3.1 | Bactérias                                                                                                     | 48 |
| 1.3.2.3.2 | Fungos                                                                                                        | 49 |
| 1.3.2.3.3 | Algas                                                                                                         | 49 |
| 1.3.2.3.4 | Líquens                                                                                                       | 50 |
| 1.3.2.3.5 | Musgos                                                                                                        | 50 |
| 1.3.2.3.6 | Plantas                                                                                                       | 51 |
| 1.3.2.3.7 | Animais (pequeno porte)                                                                                       | 51 |
| 1.4       | A ocorrência de patologias associadas aos materiais rochosos empregados nos monumentos                        | 51 |
| 1.4.1     | Termos gerais e patologias: definições e caracterização                                                       | 53 |
| 1.4.1.1   | Termos gerais                                                                                                 | 55 |

|           |                                                                                                                          |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.1.1.1 | Alteração (alteration)                                                                                                   | 55 |
| 1.4.1.1.2 | Deterioração (deterioration)                                                                                             | 55 |
| 1.4.1.1.3 | Degradação (degradation)                                                                                                 | 55 |
| 1.4.1.1.4 | Ruína (decay)                                                                                                            | 55 |
| 1.4.1.1.5 | Dano (damage)                                                                                                            | 56 |
| 1.4.1.1.6 | Intemperismo (weathering)                                                                                                | 56 |
| 1.4.1.2   | Patologias                                                                                                               | 56 |
| 1.4.1.2.1 | GRUPO I – Fratura (crack) e deformação (deformation)                                                                     | 57 |
| 1.4.1.2.2 | GRUPO II – Destacamento (detachment)                                                                                     | 58 |
| 1.4.1.2.3 | GRUPO III - Características induzidas pela perda de material (features induced by material loss)                         | 59 |
| 1.4.1.2.4 | GRUPO IV – Descoloração (discoloration) e depósito (deposit)                                                             | 60 |
| 1.4.1.2.5 | GRUPO V - Colonização Biológica (biological colonization)                                                                | 61 |
| 1.5       | As origens e evolução das idéias de preservação, conservação e restauração: do Renascimento à contemporaneidade          | 62 |
| 1.5.1     | Os instrumentos legais de legislação, as cartas patrimoniais, a pesquisa documental e as normas técnicas – parte teórica | 74 |
| 1.5.1.1   | Instrumentos legais de legislação                                                                                        | 75 |
| 1.5.1.2   | Cartas patrimoniais                                                                                                      | 76 |
| 1.5.1.3   | Pesquisa documental                                                                                                      | 77 |
| 1.5.1.4   | Normas técnicas                                                                                                          | 78 |
| 1.5.2     | As análises não destrutivas e destrutivas – parte prática                                                                | 78 |
| 1.5.2.1   | Análise não destrutiva                                                                                                   | 78 |
| 1.5.2.2   | Análise destrutiva                                                                                                       | 79 |
| 1.6       | A geografia da arquitetura religiosa colonial no Brasil e Pernambuco                                                     | 80 |
| 1.7       | A evolução dos sistemas construtivos na arquitetura brasileira colonial: materiais e técnicas                            | 82 |
| 1.8       | A arquitetura religiosa colonial do Nordeste e seus bens integrados: o uso de materiais rochosos                         | 85 |
| 1.9       | Os monumentos objetos de estudo                                                                                          | 90 |
| 1.9.1     | Igreja de Nossa Senhora da Piedade – Jaboatão                                                                            | 90 |
| 1.9.2     | Igreja de São Pedro dos Clérigos – Recife                                                                                | 91 |
| 1.10      | A cantaria e o mestre canteiro                                                                                           | 93 |

|      |                                                            |    |
|------|------------------------------------------------------------|----|
| 1.11 | A exploração da rocha                                      | 95 |
| 1.12 | Ferramentas usadas na confecção de bens integrados pétreos | 96 |

## **CAPÍTULO II**

|         |                                                             |     |
|---------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 2       | MATERIAIS E MÉTODOS                                         | 98  |
| 2.1     | Primeira etapa: o levantamento de campo                     | 100 |
| 2.1.1   | Observação macroscópica: caracterização do litotipo         | 100 |
| 2.1.2   | Objetos escolhidos: hierarquia e descrição do bem integrado | 101 |
| 2.1.3   | Identificação e mapeamento das patologias                   | 107 |
| 2.1.4   | Levantamento fotográfico: banco de imagens                  | 109 |
| 2.2     | Segunda etapa: a análise laboratorial                       | 109 |
| 2.2.1   | Material microbiológico – fungos                            | 110 |
| 2.2.2   | Material pétreo                                             | 111 |
| 2.2.2.1 | Teste com ácido clorídrico – HCl a 10%                      | 111 |
| 2.2.2.2 | Análise petrográfica                                        | 112 |
| 2.2.2.3 | Difratometria de RX (DRX)                                   | 113 |
| 2.2.2.4 | Análise química                                             | 114 |

## **CAPÍTULO III**

|       |                                                                                          |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3     | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS                                                                 | 116 |
| 3.1   | Os fatores intrínsecos - material pétreo                                                 | 117 |
| 3.1.1 | Descrição macroscópica do material pétreo empregado nos objetos de estudo da ISPC e INSP | 122 |
| 3.1.2 | Teste com ácido clorídrico (HCl a 10%) – ISPC e INSP                                     | 125 |
| 3.1.3 | Análise petrográfica – ISPC                                                              | 125 |
| 3.1.4 | Difratometria de RX (DRX) – ISPC                                                         | 128 |
| 3.1.5 | Análise química – ISPC e INSP                                                            | 130 |
| 3.2   | Os fatores extrínsecos                                                                   | 132 |
| 3.2.1 | Fatores constantes                                                                       | 132 |
| 3.2.2 | Fatores aleatórios                                                                       | 141 |
| 3.2.3 | Fatores impostos                                                                         | 142 |

|         |                                                                                         |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.4   | Fatores antrópicos                                                                      | 145 |
| 3.3     | As patologias                                                                           | 148 |
| 3.3.1   | Igreja de São Pedro dos Clérigos – Pórtico central                                      | 151 |
| 3.3.1.1 | Estado de conservação - Pórtico central                                                 | 184 |
| 3.3.2   | Igreja de Nossa Senhora da Piedade – Frontispício                                       | 189 |
| 3.3.2.1 | Portada central                                                                         | 190 |
| 3.3.2.2 | Portada lateral direita                                                                 | 196 |
| 3.3.2.3 | Janela torre sineira                                                                    | 202 |
| 3.3.2.4 | Estado de conservação - portada central, portada lateral direita e janela torre sineira | 210 |
| 3.4     | Material microbiológico – fungos                                                        | 213 |

## **CAPÍTULO IV**

|     |                               |     |
|-----|-------------------------------|-----|
| 4   | CONCLUSÃO                     | 228 |
| 4.1 | Sugestões e trabalhos futuros | 233 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> | 235 |
|-----------------------------------|-----|

## **APÊNDICES**

|            |                                                                                                |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| APÊNDICE A | Ficha levantamento de campo – Análise de observação macroscópica não destrutiva da INSP e ISPC | 245 |
| APÊNDICE B | Mapas de danos dos bens integrados – ISPC e INSP                                               | 247 |

## INTRODUÇÃO

A rocha acompanha o desenvolvimento do Homem desde a Pré-História, utilizada seja como abrigo (cavernas) ou com a finalidade de confeccionar utensílios e ferramentas. Posteriormente, com a aplicação de técnicas de cantaria, passou a ser utilizada na construção de edificações dos mais distintos tipos, usos e funções, sejam de ordem civil, militar ou religiosa.

A arte da cantaria, através de seus artífices – canteiros ou cantéis transformou a rocha em material de uso freqüente nas edificações do passado, aplicada de forma estrutural ou ornamental; aparelhavam e esculpiam blocos pétreos a partir de técnicas de épocas anteriores (ainda hoje utilizadas), embelezando artisticamente edifícios considerados, no presente, como monumentos históricos.

O Patrimônio Cultural Material Brasileiro possui acervo dos mais ricos. O Estado de Pernambuco, no contexto nacional, contém exemplares significativos com destaque para seus monumentos de arquitetura religiosa, incidindo nestes o uso de materiais rochosos na composição de seus bens culturais integrados.

Esses bens culturais, que atravessaram, praticamente, todas as fases histórico-temporais do Brasil e em Pernambuco, possuem valor enquanto objeto de arte, bem como de memória e identidade com um legado que, nos dias de hoje, conscientiza e conecta a sociedade ao passado.

Construções seculares apresentam-se como “laboratórios de estudo a céu aberto” no que diz respeito à exposição ambiental dos materiais que as compõem, incidindo diretamente nas propriedades e características tecnológicas dos mesmos, tornando-os passíveis de alterações (patologias). Aires-Barros (1991b) coloca que todas as tipologias de monumentos históricos têm resistido durante muito tempo, alguns séculos, à ação da intempérie, mas a partir da acelerada industrialização (do séc. XX) o desgaste tem sido crescente. Fato este em consequência da forte alteração do ambiente promovido pela poluição atmosférica.

Considerando que, no Brasil, as práticas de conservação e manutenção permanentes, atreladas ao patrimônio material construído, não integram o conjunto

de ações das políticas de preservação executadas em qualquer esfera do Estado; recorrer à restauração depois que o edifício e seus materiais constituintes atingem elevado nível de degradação tem sido regra (IPHAN, 2001).

A importância da preservação destes bens culturais, especificamente bens integrados, passa pelo desenvolvimento direcionado de estudos e pesquisas e, principalmente, ações no âmbito da conservação garantindo a permanência da autenticidade e integridade de tais objetos, de suas propriedades e características evitando, em última instância, intervenções de restauro.

Preservar os bens constituintes do patrimônio cultural implica no reconhecimento dos valores artísticos e históricos que o objeto de intervenção possui. Ou seja, do seu caráter único e insubstituível, admitido como obra de arte e/ou documento histórico (GOMIDE; SILVA; BRAGA, 2005).

A pesquisa apresenta como alvo de investigação a identificação das patologias e condições de conservação encontradas nos bens integrados pétreos do patrimônio construído, tombado em âmbito federal, de arquitetura religiosa localizados nos municípios de Jaboatão dos Guararapes - Igreja de Nossa Senhora da Piedade e Recife - Igreja de São Pedro dos Clérigos, ambas na região litorânea do estado de Pernambuco. Os bens integrados avaliados sob tais aspectos encontram-se no exterior, nas fachadas frontais, ou frontispícios, dos monumentos.

Por tratar de tema multidisciplinar, o assunto abrange o campo técnico-científico e histórico-artístico, ou seja, transita da ciência à arte havendo uma relação entre todas estas áreas de conhecimento, pela significação cultural de tais objetos. Cabe ressaltar que a ênfase do estudo recai nas questões voltadas à área científica – fatores intrínsecos (rocha) e fatores extrínsecos (constantes, aleatórios, impostos e antrópicos) associados às alterações (patologias). Nos demais campos de conhecimento – técnico, histórico e artístico a pesquisa trata-os sucintamente.

Na área científica o estudo passa pelos fatores intrínsecos e extrínsecos. Arelados aos fatores intrínsecos, com a caracterização mineralógica e química, têm-se a transformação das rochas, empregadas nos monumentos, a partir da desagregação e decomposição de seus minerais em função dos fenômenos e processos de alteração (patologias), enquanto que os fatores extrínsecos englobam: os

constantes, relacionados com o ambiente (agentes atmosféricos) em que se encontra o monumento; os aleatórios, com as ações físicas, químicas e biológicas; os impostos, associados às questões projetuais (orientação, formas, relevos, etc) e os antrópicos, voltados à atividade humana (intervenções e vandalismo) mostrando como a relação de ambos os fatores (intrínsecos e extrínsecos) atuam e contribuem no decaimento dos materiais pétreos empregados nos monumentos.

Os monumentos alvos de investigação e seus bens integrados, objetos de estudo, por serem tombados estão amparados por diretrizes técnicas e legislativas voltadas e aplicadas aos mesmos. No campo técnico, a abordagem divide-se em teórica e prática, destacando-se, na pesquisa, a segunda.

O quesito teórico discorre sobre conceitos aplicados no âmbito do patrimônio cultural material, voltados à preservação, conservação e restauração, os instrumentos legais de legislação (específicos), os títulos de referência - as cartas patrimoniais, recomendações, documentos, etc, a evolução do pensamento preservacionista culminando na Teoria da Restauração (de Césare Brandi).

No quesito prático, o assunto engloba as análises, não destrutivas e destrutivas. Naquela com o registro fotográfico, análise macroscópica, além da metodologia de levantamento (mapeamento de danos) dos bens integrados pétreos resultando como produto final os mapas de danos; e, nestas, a partir da coleta de amostras, ensaios de caracterização dos materiais pétreos. Os ensaios, para a caracterização mineralógica, compreendem a análise petrográfica (lâminas delgadas) e a difratometria de RX (DRX) e para a caracterização química a fluorescência de RX do litotipo empregado, além do teste de reação ao ácido clorídrico (HCl) a 10% e material microbiológico (fungos).

Na área histórica o estudo passa pela identificação e conhecimento do monumento. Envolve pesquisa (fontes bibliográficas, arquivísticas, iconográficas, etc) com levantamento do histórico da edificação, suas fases construtivas, as intervenções feitas ao longo da sua existência (manutenção, conservação e/ou restauro), a relação, no caso específico, dos bens integrados analisados e a situação em que se encontram os materiais pétreos utilizados.

No campo artístico a pesquisa aborda a arte da cantaria com artífices utilizando suas ferramentas, aparelhando e dando formas, também em relevo, aos blocos pétreos, de litotipos distintos, caracterizando períodos e estilos.

### **Justificativa**

O patrimônio histórico edificado no estado de Pernambuco representa e apresenta-se como um dos acervos mais importantes do território nacional. Com ênfase nos monumentos de arquitetura religiosa, encontram-se, nestes, aplicação de materiais rochosos, tanto ornamentais, quanto estruturais, interna ou externamente.

Na trajetória histórico-temporal de monumentos da arquitetura religiosa, principalmente na região Nordeste do Brasil, a rocha sempre esteve presente na composição dos mesmos pela abundância e, obviamente, pela durabilidade desses materiais. O trabalho, no passado e presente, de artífices na arte da cantaria faz dos bens integrados objetos de destaque na composição do patrimônio religioso edificado.

Esta pesquisa possibilita um estudo analítico, técnico-científico e histórico-artístico, do material rochoso empregado e existente nos edifícios de arquitetura religiosa na região. Com isso, têm-se parâmetros, diretrizes e a necessidade, primeira, de manter estes bens integrados conservados, íntegros e protegidos por constituir parte do acervo tombado do Patrimônio Cultural Material Brasileiro.

O desenvolvimento da pesquisa permite a aquisição e ampliação dos conhecimentos técnico-científicos a fim de elaborar projetos voltados à conservação e manutenção dos materiais pétreos empregados nos bens integrados, preservando-os e contribuindo no que diz respeito à autenticidade e integridade de monumentos históricos seculares.

Assim a produção de documentação específica beneficiará os atores envolvidos diretamente na questão da proteção destes bens culturais: profissionais autônomos, pesquisadores e técnicos, tanto de universidades públicas e privadas, quanto de órgãos oficiais responsáveis pela salvaguarda do acervo patrimonial construído tombado.

## Objetivos

Acrescentar e agregar conhecimento a fim de aperfeiçoar métodos relativos às práticas de conservação e, em última instância, intervenções de restauro delegando parâmetros e diretrizes, isentando de ações danosas e incorretas sobre os litotipos aplicados.

Como objetivo principal pretende-se identificar os agentes e mecanismos de decaimento físico, químico e biológico que governam os processos de alterações (patologias) presentes nos materiais rochosos, sob diferentes condições, visando estabelecer uma base científica consistente que contribua para a efetiva preservação e conservação do patrimônio cultural edificado de Pernambuco, sendo parte integrante do acervo nacional.

Como objetivos específicos têm-se:

- Diagnosticar, mapear e identificar as patologias associadas aos bens integrados pétreos analisando as condições de conservação;
- Caracterizar mineralogicamente e quimicamente o material pétreo empregado, com o intuito de melhorar, posteriormente, as práticas de conservação e restauro nos monumentos protegidos por legislação e ações específicas;
- Comparar os dados coletados e analisados de cada monumento em função de fatores intrínsecos (substância pétrea) e fatores extrínsecos: condições ambientais, agentes da meteorização (intemperismo físico, químico e biológico), processos de alteração e patologias.

A seguir, com a finalidade de compreender a pesquisa, apresenta-se a estrutura da mesma mostrando os elementos textuais com a descrição dos capítulos e seus conteúdos.

O **Capítulo I – Revisão Bibliográfica** – discorre sobre o conteúdo do assunto, considerando a multidisciplinaridade que abrange o tema nas seguintes áreas: científica (sendo a ênfase, abordagem principal), técnica, histórica e artística (estas, sucintamente).

O **Capítulo II – Materiais e Métodos** – abordagem sobre os materiais e metodologias (diagnóstico com análises não destrutivas/campo e destrutivas/laboratorial) empregados na pesquisa com a finalidade de obter-se: os mapas de danos e dados referentes à caracterização mineralógica e química do material utilizado (pétreo) nos objetos de estudo (bens integrados) dos monumentos históricos escolhidos abrangendo o campo técnico e científico.

O **Capítulo III – Interpretação e Discussão dos Resultados** – expõe, interpreta e discute, de forma crítica, os resultados obtidos no diagnóstico compreendendo as duas etapas metodológicas: de campo (levantamento fotográfico e mapeamento das formas de intemperismo) e laboratorial (a partir das coletas de amostras de material pétreo e microbiológico – fungos) com as análises mineralógicas e químicas, relacionando fatores intrínsecos, extrínsecos e formas de intemperismo, alterações ou patologias.

O **Capítulo IV – Conclusão** – apresenta as considerações finais da pesquisa, bem como a sugestão para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

Posteriormente à exposição da matéria (elementos textuais), a pesquisa apresenta, complementando-a, os elementos pós-textuais: referências bibliográficas e apêndices.

### **Conceitos e considerações preliminares**

Por ser a pesquisa voltada às questões referentes a edifícios de caráter histórico-artístico que apresentam na sua composição o emprego de material pétreo, na produção de seus bens integrados, o tema desenvolve-se multidisciplinarmente, expandindo conhecimento em áreas diversas, mas afins, compreendendo desde a ciência à arte. Assim, preliminarmente, apresentam-se conceitos relacionados às questões voltadas ao Patrimônio Cultural pertinentes à pesquisa.

## **O Patrimônio Cultural Brasileiro: sua divisão e categorias**

Define-se Patrimônio Cultural como o conjunto de bens culturais, materiais e imateriais, detentores de valores históricos, artísticos e científicos definidores da identidade de uma comunidade, um Estado ou País, devendo ser preservados e transmitidos às gerações futuras (IPHAE, 2004).

Cabe à pesquisa deter-se apenas às questões voltadas ao patrimônio cultural material. Este, relacionado a qualquer evidência material, de ordem arquitetônica, urbanística e natural. Atualmente os bens culturais materiais dividem-se em três categorias: bens imóveis, bens móveis e bens integrados. Recorte e ênfase à última categoria de bens culturais materiais, objetos de estudo da pesquisa.

### **Breve histórico acerca da criação da categoria de bem cultural integrado**

No patrimônio construído os bens integrados sempre existiram, mas sem uma classificação determinada. São objetos pertencentes às edificações seculares de arquitetura civil, militar e religiosa com emprego e incidência maior associado à última.

No Brasil, até o início da década de 80, séc. XX, o patrimônio cultural era dividido em duas categorias de bens culturais: os bens imóveis e os bens móveis. Pela própria formação semântica, o conceito de ambas está definido. Aqueles relativos ao acervo arquitetônico, urbanístico e natural e, estes, à imaginária (imagens de santos), objetos de culto, mobiliário (sem ser embutido), paramentos (vestes), quadros, etc (COSTA, 1992).

Por não haver classificação, até aquele momento, dos bens integrados como uma categoria única de bem cultural material e que estes mesmos objetos, pertencentes aos bens imóveis, muitos, tinham importância e significação artística e histórica maior até que a própria arquitetura (edifício). Lúcio Costa, arquiteto de formação artística mais completa, foi o ponto de partida para tais discussões e questionamentos acerca do assunto (COSTA, 1992).

Assim, estes bens, *a priori*, possuíam uma categoria própria; esta, não se enquadrava nem na categoria de bem imóvel e, muito menos na de bem móvel, porém, participa

de ambas. Então, pela própria situação, os mesmos foram denominados de bens integrados fazendo parte desta categoria todos aqueles objetos que se encontram vinculados à superfície construída, seja interna ou externamente, e que, dela, só podem ser removidos com planejamento e cuidado, por técnicos habilitados para tal ação (COSTA, 1992).

Os bens integrados compõem-se de objetos de suportes diferenciados, produzidos não apenas em materiais pétreos e cerâmicos, mas também em madeira, metal e outros. Como exemplos: retábulos (madeira), armário de sacristia (embutido), forros (madeira), painéis parietais (madeira), gradis (ferro), etc. Já como exemplos de bens integrados com suporte rochoso têm-se: cunhais, pilastras, colunas, arcos, arcadas, cercaduras de vãos (portas, portadas, janelas, óculos, etc), lavabos, púlpitos, cimalhas, entablamentos, escadas, pias de água benta; e em suporte cerâmico painéis de azulejos monocromados e policromados.

### **Os termos preservação, conservação e restauração: conceitos e diferenciações**

Aqui serão abordados apenas os conceitos de tais termos. Posteriormente, no Capítulo I – Abordagem Técnica (parte teórica), será apresentada uma retrospectiva (sucinta) com as origens, pensamentos e teorias através dos tempos, a partir do Renascimento, mostrando a evolução até os dias de hoje de como tais conceitos são empregados nas intervenções de monumentos históricos.

Para a prática da intervenção há a necessidade de embasamento e conhecimento teórico específico de termos comumente empregados e associados aos bens culturais; compreender e diferenciá-los permite uma correta execução de ações sobre seus materiais (quais sejam seus suportes).

Conforme Zein e Di Marco (2007), no Brasil, os termos preservação e conservação são empregados quase que de forma indistinta, sendo os mais abrangentes no campo de atuação do patrimônio cultural material; englobam conjunto de ações de prevenção e proteção com o intuito de impedir a destruição de objetos que compõem as categorias de bens culturais citadas anteriormente.

A preservação visa a manutenção do estado da substância (matéria; no caso da pesquisa - material pétreo) e a desaceleração do processo, físico e/ou químico, de degradação pelo qual passa (CURY, 2000). Viñas (2005) define preservação como a atividade que evita alterações, em um bem cultural, ao longo do tempo, ou seja, a partir de ações de manutenção, inspeção e limpeza periódica do material rochoso ou substância têm-se a permanência do bem.

A conservação de bens culturais materiais objetiva a preservação da significação cultural de um bem, a partir de medidas de segurança e de manutenção - como inventariar, documentar, tratar, consolidar, recuperar, respeitando a substância (matéria ou material), assim como dar uso e função ao objeto. Caracteriza-se como uma intervenção voltada à manutenção (proteção contínua da substância) das condições físicas de um bem, com a finalidade de conter sua deterioração (CURY, 2000).

Dentre as três formas de intervir em um bem cultural, a restauração é considerada a mais complexa; visa, a partir de um conjunto de intervenções de caráter intensivo, baseado em metodologia e técnica específicas, o restabelecimento da substância (matéria) do bem em um estado anterior conhecido, fundamentado no respeito ao material original, aos documentos autênticos e marcas da sua passagem através do tempo, terminando quando começar a hipótese (CURY, 2000).

## **CAPÍTULO I**

### **1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Como exposto na introdução o tema é multidisciplinar abrangendo conhecimentos no campo científico, técnico, histórico e artístico. Mesmo com a complexidade das áreas afins, as mesmas interrelacionam-se.

No campo técnico-científico, esta interrelação compreende o comportamento dos materiais perante as solicitações e formas de transformações (alterações/patologias) originadas a partir de fatores intrínsecos e extrínsecos, implicando em conhecimento técnico (teórico e prático) para encontrar a correta forma de intervenção nos objetos pétreos.

No campo histórico-artístico o conhecimento e identificação do Bem a partir de pesquisa documental com o histórico da edificação, ou seja, como esta se desenvolveu ao longo de sua existência sob os aspectos já mencionados e, ainda, como tais materiais foram produzidos e trabalhados artisticamente.

A abordagem no campo científico, obviamente, tem como início a conceituação do material estudado na pesquisa (rochas) e seus constituintes (minerais), seguindo pelo modo de formação destas (ígneas, sedimentares e metamórficas).

Para uma correta intervenção (preservação, conservação ou restauração) nos materiais rochosos de um Bem, o conhecimento sobre os litotipos empregados (propriedades) é o primeiro passo, associando-os aos fenômenos de alteração (primários e/ou secundários), aos fatores de alteração (intrínsecos e extrínsecos), aos processos ou mecanismos de alteração a partir de agentes físicos, químicos e físico-químicos ou biológicos, culminando em patologias tanto sobre a superfície quanto internamente ao substrato pétreo.

## **1.1 Rochas e minerais**

O estudo das rochas e suas propriedades acontecem há muito tempo. Tema antigo tem referências vitruvianas e de tratadistas do Renascimento (OLIVEIRA, 2002). Conforme Aires-Barros (2001), primeiramente, para o estudo das rochas, deve-se saber quais são os minerais constituintes e qual o ambiente geológico em que o litotipo foi gerado, se em condições endógenas ou exógenas, sendo estes distintos.

Os ambientes endógenos estão localizados no interior da crosta terrestre ou sob a mesma, abrigados da água – anidros – e do oxigênio – redutores – encontrando-se a altas temperaturas (800°C a 1200°C) e, também, a altas pressões (alguns milhares de atmosferas). Os ambientes exógenos, acima da crosta terrestre, situam-se na interface privilegiada que põe em comum a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera (e também a biosfera); são ambientes oxigenados e hidratados com pressão e temperatura baixas (AIRES-BARROS, 2001).

### **1.1.1 Os minerais**

A origem de um mineral está condicionada a “ingredientes químicos” e às condições físicas (temperatura e pressão) que atuam no seu ambiente de formação, ou seja, minerais originados no interior da crosta terrestre (altas temperaturas e pressão) são geralmente diferentes daqueles formados na sua superfície (baixas temperaturas e pressão) (MADUREIRA FILHO; ATENCIO; McREATH, 2000).

O conceito de mineral, segundo Aires-Barros (2001) é:

“Substância natural, inorgânica, com estrutura cristalina específica e composição química mais ou menos bem definida, mas variando entre limites rigorosamente bem definidos”. Excluem-se desta definição os mineralóides (ex: opalas, hidróxidos de ferro e magnésio amorfos, etc). O arranjo cristalino, estrutural, dos minerais é algo de essencial a sua definição.

Na crosta terrestre os oito elementos químicos mais presentes, na ordem, são: o oxigênio (O), o silício (Si), o alumínio (Al), o ferro (Fe), o cálcio (Ca), o sódio (Na), o potássio (K) e o magnésio (Mg). Estes elementos são os principais constituintes dos

minerais mais comuns existentes na crosta terrestre, que se dividem em doze categorias.

As categorias, pela porcentagem de volume, são: plagioclásios (39%), feldspatos alcalinos (12%), quartzos (12%), piroxênios (11%), micas (5%), anfibólios (5%), olivinas (3%), minerais argilosos (4,6%), calcita (1,5%), dolomita (0,5%), magnetita (1,5%) e outros (4,9%) (AIRES-BARROS, 2001).

A partir destas doze categorias formam-se três grupos importantes de minerais:

- Silicatos com aproximadamente 92%, incluindo os plagioclásios, feldspatos alcalinos, quartzos, piroxênios, micas, anfibólios, olivinas e minerais argilosos;
- Carbonatos com aproximadamente 2%, incluindo a calcita e dolomita;
- Óxidos com aproximadamente 1,5% representados em especial pela magnetita

Pelo exposto, considerando-se os três grupos de minerais mais importantes encontrados na crosta terrestre e que constituem os sistemas químicos (as rochas) a partir de suas fases (minerais), têm-se as rochas silicáticas, especificamente as sílico-aluminosas, desde as ígneas, as sedimentares, as metamórficas e as rochas carbonatadas.

### **1.1.2 As rochas**

Rochas são massas formativas das partes que compõem a Terra, que mantém em cada caso certa uniformidade de composição e de características. O termo rocha implica coesão e dureza da formação (COSTA, 1979). Ainda, conforme Aires-Barros (2001), as rochas são sistemas químicos, mono ou polifásicos, resultantes do equilíbrio termodinâmico atingido pelas suas fases constituintes em determinados ambientes geológicos.

Madureira Filho; Atencio e McReath (2000) relatam que, dependendo do processo de formação, a força de ligação dos grãos constituintes varia, resultando em rochas “duras” e rochas “brandas”.

Para o estudo das rochas é importante o conhecimento da estrutura, relacionada à superfície externa (maciça, com cavidades, orientadas ou não, etc), bem como também da textura, que é função da granulação, tamanho, forma e relação dos grãos que compõem a rocha.

Cada grupo de rochas, a partir do modo de formação e da sua origem, apresenta propriedades (características) distintas e diferentes conteúdos em minerais essenciais e acessórios. Os minerais essenciais são aqueles sempre presentes e mais abundantes, determinando a nomenclatura da rocha; os minerais acessórios não são necessários para a classificação de uma determinada rocha (MADUREIRA FILHO; ATENCIO; McREATH, 2000).

Uma rocha é um conjunto mono ou polifásico, constituída por porções fisicamente homogêneas - as fases - chamadas minerais. Assim, há rochas monominerálicas (monofásicas, com um mineral) e rochas pluriminerálicas (com mais de um mineral).

Exemplo daquela, o mármore calcítico puro que apresenta apenas cristais de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) diferentemente orientados e, desta, o granito com a presença de quartzo ( $\text{SiO}_2$ ), feldspatos e micas.

## **1.2 As rochas e seus modos de formação**

Conforme a gênese as rochas são agrupadas da seguinte forma:

- Magmáticas ou ígneas
- Sedimentares
- Metamórficas

### **1.2.1 Rochas magmáticas ou ígneas**

O processo de formação ou a origem das rochas magmáticas ou ígneas dá-se em ambiente endógeno; localizadas em regiões profundas, são geradas sob altas temperaturas e pressões. São as rochas predominantes na crosta terrestre, com mais de setenta por cento em volume.

As rochas magmáticas ou ígneas formam-se a partir da consolidação, solidificação e resfriamento de massa ou material rochoso, fervente ou em fusão ígnea, vindas de regiões profundas da Terra (COSTA, 1979; MADUREIRA FILHO; ATENCIO; McREATH, 2000; WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970). Chamada de magma, tais massas ígneas quando arrefecem e solidificam-se no interior da crosta terrestre (meio endógeno) originam rochas intrusivas ou plutônicas. Quando atingem o exterior (meio exógeno) denominam-se lavas e originam rochas extrusivas ou vulcânicas (COSTA, 1979; MADUREIRA FILHO; ATENCIO; McREATH, 2000).

O magma formador das rochas intrusivas tem um resfriamento lento (consolida-se a grandes profundidades), permitindo e facilitando o crescimento de seus minerais, sendo estes visíveis macroscopicamente. Já a lava, formadora das rochas extrusivas, resfria-se muito mais rápido (consolida-se na superfície ou subsuperfície - profundidades menores que 4 km) o que restringe, muitas vezes, o crescimento de seus minerais.

Assim, diferencia-se, visualmente, uma rocha magmática ou ígnea, seja intrusiva ou extrusiva, pela textura a partir do tamanho (granulação – fina, média, grossa), forma (angular, alongada, etc) e arranjo (organização, disposição) de seus minerais constituintes em função da profundidade e temperatura em que foram geradas. Apresentam na composição, principalmente, minerais silicáticos – quartzo, feldspato, mica, piroxênio, anfibólio e olivina.

A textura das rochas magmáticas ou ígneas pode classificar-se em faneríticas, afaníticas e vitrosas. Entre as texturas faneríticas e afaníticas encontram-se rochas de textura porfírica (pórfiros) com cristais grandes (fenocristais), dispersos em uma massa de cristais menores.

Consideradas como tipos fundamentais de textura – faneríticas, afaníticas e vítreas, estas apresentam variedades texturais diversas, que serão apenas citadas. Tais

variedades, que podem estar associadas a um ou mais dos tipos fundamentais, são estas: textura gnaissóide, textura pegmatítica, textura gráfica, textura orbicular, textura ofítica e textura perlítica; outros aspectos texturais: textura vesicular, textura amigdalóide e textura miarolítica.

Tabela 1.1 - Tipos fundamentais de textura das rochas ígneas relacionados ao tamanho dos grãos constituintes.

| Tipos fundamentais de textura | Granulação (tamanho dos grãos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fanerítica</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grãos visíveis a olho nu, distintos uns dos outros.</li> <li>• Diâmetro superior a 5 mm (grossa) ou entre 5 mm e 1 mm (média); em muitos casos podem ser identificados sem auxílio de exame microscópico.</li> <li>• Rochas intrusivas – ex: granito (quartzo, feldspato) e gabro (plagioclásio cálcico, piroxênios, biotita).</li> </ul> |
| <b>Afanítica</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grãos muito pequenos, não visíveis a olho nu; não se diferenciam uns dos outros.</li> <li>• Diâmetro inferior a 1 mm; identificação por exame microscópico.</li> <li>• Rochas extrusivas – Ex: basalto (plagioclásio cálcico, piroxênios, biotita) e riolito (quartzo, feldspato).</li> </ul>                                             |
| <b>Vítrea</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelo resfriamento rápido, não a tempo de formar cristais (ausência de grãos), apenas substâncias amorfas. Ex: vidro vulcânico (obsidiana).</li> </ul>                                                                                                                                                                                     |

Com relação às formas de ocorrência, as rochas intrusivas agrupam-se em formas concordantes e formas discordantes. Aquelas incluem os lacólitos, “sills”, lopólitos e facólitos; enquanto estas incluem filões ou diques, chaminés ou “necks” e os batólitos, sem base conhecida, com os últimos constituindo massas enormes (COSTA, 1979).

Além da textura, relacionada à granulação, as rochas magmáticas ou ígneas apresentam outros critérios de classificação, associados aos minerais que compõem as rochas magmáticas ou ígneas tais como: a quantidade (porcentagem) de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e a cor.

Com relação à porcentagem de sílica ( $\text{SiO}_2$ ), as rochas magmáticas ou ígneas podem ser classificadas em ácidas, intermediárias, básicas e ultrabásicas, conforme tabela 1.2.

Tabela 1.2 - Classificação das rochas magmáticas ou ígneas pela porcentagem de sílica – SiO<sub>2</sub> – presente.

| <b>Tipo de rocha</b> | <b>SiO<sub>2</sub> (%)</b> |
|----------------------|----------------------------|
| Ácida                | > 65                       |
| Intermediária        | entre 52 e 65              |
| Básica               | entre 40 e 52              |
| Ultrabásica          | < 40                       |

Os principais minerais das rochas magmáticas ou ígneas dividem-se em félsicos e máficos. Os minerais félsicos apresentam cores claras e não contem Fe (ferro) nem Mg (magnésio), ou seja, não oxidam. Os minerais máficos apresentam cores escuras e contem Fe (ferro) e/ou Mg (magnésio), ou seja, oxidam-se; quando há quantidade maior de Mg (magnésio), oxida menos.

Tabela 1.3 - Principais minerais das rochas magmáticas ou ígneas quanto à cor.

| <b>Félsicos (claros)</b> | <b>Máficos (escuros)</b> |
|--------------------------|--------------------------|
| Feldspatos               | Piroxênios               |
| Quartzos                 | Anfibólios               |
| Feldspatóides            | Olivinas                 |
| Micas brancas            | Micas negras             |

Ainda, com relação à cor dos minerais – félsicos ou máficos - associados à predominância destes nas rochas magmáticas ou ígneas, pode-se denominar da seguinte forma: rochas leucocráticas, mesocráticas e melanocráticas, conforme tabela 1.4.

Tabela 1.4 - Denominação das rochas magmáticas ou ígneas em função da predominância de minerais félsicos e máficos.

| <b>Denominação</b>    | <b>Predominância de minerais máficos/félsicos</b>                                                                                   |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Leucocráticas</b>  | Predominam os minerais félsicos; rochas claras (branca, cinza-clara, vermelha). Menos de 30% de minerais escuros. Ex: Sienito.      |
| <b>Mesocráticas</b>   | Rochas de cor "média" (cinzenta média, verde média ou clara). Entre 30 e 60% de minerais escuros. Ex: Diorito.                      |
| <b>Melanocráticas</b> | Predominam os minerais máficos; rochas escuras (cinzento-escura e verde-escura, negra). Mais de 60% de minerais escuros. Ex: Gabro. |

### 1.2.2 Rochas sedimentares

As rochas sedimentares cobrem cerca de oitenta por cento da crosta terrestre (FOLK, 1974). Formadas em ambientes exógenos (acima da crosta terrestre), oxigenados e hidratados, depositadas estratificadamente em camadas, não são geradas a partir de altas pressões e temperaturas, como as rochas magmáticas ou ígneas e as metamórficas. São rochas secundárias, fruto da alteração dos minerais que as compõem.

A formação das rochas sedimentares geralmente ocorre de dois modos diferentes. Algumas pelo acúmulo mecânico de fragmentos de minerais e rochas e outras são depositadas por meios químicos (WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970).

Oliveira (2002) define e conceitua as rochas sedimentares em função da intemperização de rochas (de meio endógeno), formação de solos, pela erosão e transporte de sedimentos, principalmente pela ação hidráulica e eólica gerando rochas detríticas ou clásticas e rochas não detríticas.

A formação dá-se a partir do acúmulo de produtos da desagregação de rochas pré-existentes, de restos de seres vivos, ou ainda por precipitação química (COSTA, 1979).

Segundo Aires-Barros (2001) são produtos da transformação, em ambiente exógeno de rochas pré-existentes; resultam de longos e intensos processos de alteração meteórica das rochas, principalmente endógenas. Os produtos da meteorização são sede de transporte, no geral dos continentes para as bacias de deposição (os mares e oceanos).

Devido a sua formação, as rochas sedimentares apresentam os seguintes constituintes (COSTA, 1979; OLIVEIRA, 2002):

- Minerais que resistiram à meteorização (intemperismo)
- Minerais formados pela meteorização (intemperismo)
- Produtos da precipitação química
- Produtos biogênicos

Conforme Krynine (1948) apud Folk (1974) as rochas sedimentares apresentam três propriedades básicas: composição mineral, textura e estrutura.

Muitas rochas sedimentares apresentam estrutura estratificada (camadas), diferenciando-se quanto à composição, textura, cor, granulometria, presença ou não de fósseis e seu tipo (AIRES-BARROS, 2001; COSTA, 1979).

### 1.2.2.1 Classificação das rochas sedimentares

Folk (1974) faz uma classificação, fundamental, das rochas sedimentares a partir dos sedimentos. Estes consistem em três componentes essenciais que podem ser misturados em quase todas as proporções:

- (a) Componentes terrígenos;
- (b) Componentes aloquímicos;
- (c) Componentes ortoquímicos.

Sendo os componentes (b) e (c) considerados como constituintes químicos; (a) e (b) podem ser nomeados, coletivamente, como “fragmentados”. Os componentes terrígenos também são denominados e equivale-se a detríticos ou clásticos, podendo estes, ainda, ser usados como um termo coletivo, incluindo terrígenos e aloquímicos (FOLK, 1974).

Tabela 1.5 - Componentes essenciais na classificação, a partir dos sedimentos, conforme Folk (1974).

| COMPONENTES ESSENCIAIS | SEDIMENTOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Terrígenos</b>      | Sedimentos derivados de erosão de uma área fora da bacia de deposição, e levados para a bacia como sólidos. Ex: areia de quartzo ou de feldspato e minerais pesados, minerais de argila, ou seixos provenientes da erosão dos afloramentos de rochas mais velhas.                                                    |
| <b>Aloquímicos</b>     | Sedimentos precipitados da solução dentro da bacia de deposição, mas que são precipitações químicas "anormais", porque em geral eles foram mais tarde movidos como sólidos para o interior da bacia; têm um maior grau de organização do que simples precipitações. Ex: conchas quebradas ou inteiras, oólitos, etc. |
| <b>Ortoquímicos</b>    | Produzidos quimicamente dentro da bacia e mostram pouca ou nenhuma evidência de transporte significativo ou agregação em entidades mais complexas. Ex: calcita microcristalina, provavelmente alguns evaporitos, calcita ou enchimento dos poros com calcita ou quartzo em arenitos, substituição de minerais.       |

Baseado na proporção dos três componentes essenciais – terrígenos, aloquímicos e ortoquímicos, Folk (1974) divide em cinco classes as rochas sedimentares, conforme o diagrama apresentado na figura 1.1.



Figura 1.1 - Diagrama (sem escala) com a divisão das cinco classes a partir dos componentes essenciais; compilado e modificado de FOLK (1974).

Conforme o diagrama proposto por Folk (1974), relacionado aos componentes essenciais, as cinco classes apresentadas são representadas pelas letras iniciais dos tipos de rochas e denominam-se da seguinte forma:

T – ROCHAS TERRÍGENAS: a maioria das argiláceas, arenitos e conglomerados. Compreendem entre 65% a 75% da seção estratigráfica.

AI – ROCHAS ALOQUÍMICAS IMPURAS: muitos xistos fossilíferos; areia fossilífera ou calcário oolítico. Compreendem entre 10% a 15% da seção estratigráfica.

OI – ROCHAS ORTOQUÍMICAS IMPURAS: calcários argilosos microcristalinos. Compreendem entre 2% a 5% da seção estratigráfica.

A – ROCHAS ALOQUÍMICAS: fossilíferos, oolíticos, calcários ou dolomitos intraclásticos. Compreende entre 8% a 15% da seção estratigráfica.

O – ROCHAS ORTOQUÍMICAS: calcários ou dolomitos microcristalino; anidrita; variedades de quartzo. Compreende entre 2% a 8% da seção estratigráfica.

Williams; Turner e Gilbert (1970) denominam apenas duas espécies de componentes sedimentares: os detríticos ou alogênicos e os autigênicos. Já Giannini e Riccomini (2000) nomeiam os sedimentos de alóctones e autóctones. Mesmo com

denominações distintas entre estes autores e aquelas citadas por Folk (1974), apresentam o mesmo significado.

De detríticos ou alogênicos ou alóctones são chamados os minerais originados fora do local de deposição e transportados para dentro dele sob a forma de partículas sólidas, depositados mecanicamente. Autigênicos ou autóctones são os minerais que se originam exatamente onde se encontram (*in situ*) sem nenhum tipo de transporte, por precipitação química e/ou biológica (GIANNINI; RICCOMINI, 2000; WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970).

Williams; Turner e Gilbert (1970) relatam que a grande maioria das rochas sedimentares é formada por misturas de componentes essenciais – detríticos ou alogênicos e os autigênicos, classificadas de acordo com seus minerais principais

Pela grande variedade de rochas há certa dificuldade em esquematizar uma classificação satisfatória. Costa (1979) e Oliveira (2002) classificam as rochas sedimentares, por exemplo, tomando como base o critério “origem”: detrítica ou clástica e química ou biogênica ou não clásticas.

Dentro destes dois grupos principais, consideram-se agrupamentos definidos pela natureza dos constituintes essenciais, conforme indicado na tabela 1.6 (COSTA, 1979).

Tabela 1.6 - Classificação das rochas sedimentares a partir da origem (COSTA, 1979; OLIVEIRA, 2002).

|                        |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ROCHAS<br>SEDIMENTARES | Detríticas ou clásticas | <p><b>Arenáceas</b></p> <p><b>Móveis:</b> calhaus, cascalhos, areia, silte.</p> <p><b>Consolidadas:</b> conglomerados, arenitos.</p> <p><b>Argiláceas</b></p> <p><b>Móveis:</b> Argilas.</p> <p><b>Consolidadas:</b> Argilitos, xistos argilosos.</p>                                                                                                                                                         |
|                        | Química ou biogênica    | <p><b>Calcárias:</b> calcários coníferos, oolíticos, pisolíticos, argilosos, ferruginosos, fétidos, glauconíticos, dolomíticos.</p> <p><b>Silicosas:</b> sílex, jaspe, novaculite, geysieritos.</p> <p><b>Ferruginosas:</b> minérios de ferro, couraças ferruginosas.</p> <p><b>Carbonosas:</b> carvões (turfa, lenhita, hulha e antracita).</p> <p><b>Salinas:</b> Gesso e anidrita, sal-gema, potássio.</p> |

Em função do transporte, de origem hidráulica, eólica e glacial, sedimentos detríticos terrígenos são constituídos por fragmentos a partir da alteração (intemperismo) de rochas pré-existentes – ígneas, metamórficas e até sedimentares (ADAMS; MacKENZIE; GILFORD, 1996). Estes sedimentos, chamados de clastos, são erodidos das rochas e compostos, geralmente, em grande parte de minerais silicáticos (NICHOLS, 2009).

Assim, outra forma de classificação das rochas sedimentares e de seus sedimentos detríticos ou clásticos (fragmentos) pode ser feita pela granulometria, através do tamanho dos grãos presentes. A forma de classificação granulométrica mais utilizada é a aquela proposta por Udden e Wentworth, mais conhecida como escala de Wentworth. (ADAMS; MacKENZIE; GILFORD, 1996; GIANNINI; RICCOMINI, 2000; NICHOLS, 2009; TUCKER, 2003).

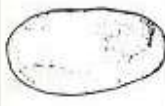
Tabela 1.7 - Classificação granulométrica de sedimentos detríticos ou clásticos e rochas sedimentares (modificado de GIANNINI; RICCOMINI, 2000).

| <b>Intervalo granulométrico (mm)</b>                             | <b>Classificação nominal dos sedimentos</b>                                         | <b>Denominação da rocha sedimentar segundo granulometria</b> |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| > 256<br>256 - 64<br>64 - 4<br>4 - 2                             | Matacão<br>Bloco ou calhau<br>Seixo<br>Grânulo                                      | Ruditos<br>Conglomerados<br>Brechas                          |
| 2 - 1<br>1 - 0,5<br>0,5 - 0,25<br>0,25 - 0,125<br>0,125 - 0,062  | Areia muito grossa<br>Areia grossa<br>Areia média<br>Areia fina<br>Areia muito fina | Arenitos                                                     |
| 0,062 - 0,031<br>0,031 - 0,016<br>0,016 - 0,008<br>0,008 - 0,004 | Silte grosso<br>Silte médio<br>Silte fino<br>Silte muito fino                       | Siltitos                                                     |
| < 0,004                                                          | Argila                                                                              |                                                              |

Pela análise de classificação granulométrica da escala de Wentworth (tabela 1.7) há grãos visíveis macroscopicamente, passíveis de identificação. Relacionada à granulometria, a textura das rochas sedimentares detríticas está em função das seguintes propriedades: tamanho e forma (angular ou arredondada) dos grãos (fragmento) que constituem as mesmas.

Pettijohn et al. (1973) apud Adams; Mackenzie e Guilford (1996) classificam os grãos em cinco categorias de arredondamento e duas de esfericidade – baixa e alta, conforme tabela 1.8.

Tabela 1.8 - Classificação dos grãos de Pettijohn et al (1973) dividida em cinco categorias de arredondamento e duas de esfericidade; compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996).

| MUITO ARREDONDADO                                                                 | ARREDONDADO                                                                       | SUB ARREDONDADO                                                                   | SUB ANGULOSO                                                                      | ANGULOSO                                                                            | MUITO ANGULOSO                                                                      |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  |  |  |  |  |  | BAIXA ESF. |
|  |  |  |  |  |  | ALTA ESF.  |

A maturidade de um sedimento referencia o grau de desenvolvimento que atinge os processos geradores do mesmo, conduzindo a sedimentos estáveis composicionalmente (minerais constituintes) e texturalmente (esfericidade e arredondamento) homogêneos, gerando grãos maduros. Nos sedimentos, geralmente se diferenciam os conceitos de maturidade mineralógica (composição) e maturidade textural (granulometria) (ADAMS; MacKENZIE; GILFORD, 1996).

A maturidade mineralógica está associada à retenção, pela rocha, dos sedimentos ou componentes minerais mais estáveis. Quanto à maturidade textural pode-se dizer que está associada ao grau de desenvolvimento que tem alcançado os processos de transporte e deposição, com ambos sendo ou não seletivos.

Pettijohn et al (1973) apud em Adams, Mackenzie e Guilford (1996) estima um grau de classificação ou seleção de sedimentos a partir da observação em lâminas delgadas, indicada na figura 1.2.

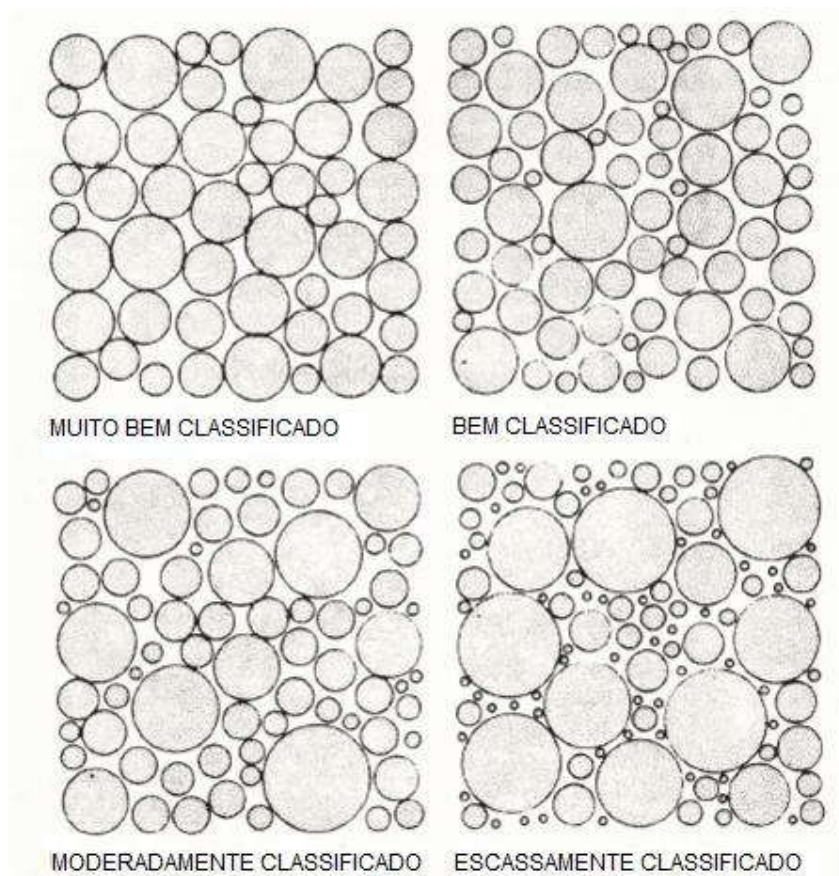


Figura 1.2 - Grau de classificação ou seleção de sedimentos, observados a partir de lâminas delgadas, conforme Pettijohn et al (1973); compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996).

#### 1.2.2.1.1 Rochas sedimentares detríticas ou clásticas

São rochas compostas por clastos, ou seja, aqueles sedimentos que tiveram transporte mecânico e sofreram quebra ou não; como sinônimo de clasto usa-se detrito (GIANNINI; RICCOMINI, 2000).

A nomenclatura das rochas detríticas ou clásticas inclui outras formas. Folk (1974) admite que possam ser chamadas de rochas terrígenas, já Adams; Mackenzie e Guilford (1996) nomeiam de rochas detríticas terrígenas; Nichols (2009) e Tucker (2003) de rochas clásticas terrígenas. Na dissertação a denominação usual será de rochas detríticas ou clásticas.

As rochas detríticas ou clásticas classificam-se em arenáceas e argilosas, conforme a forma de depósito (detrítico ou clástico) dos materiais, sendo as rochas arenáceas

divididas em móveis e consolidadas (presença de cimento), assim como as argilosas; ressaltando-se que o âmbito de estudo destina-se as primeiras (arenáceas).

Na classificação de rochas sedimentares proposta por Nichols (2009) os componentes minerais das rochas detríticas apresentam como constituintes principais grãos (quartzo, mica, feldspato, calcita, etc); fragmentos líticos (pedaços de diferentes rochas sendo estas calcárias, argiláceas, ígneas, metamórficas, etc); e material biogênico (litotipos distintos composto por conchas, material esquelético, detritos vegetais, algas/bactérias, ossos, etc).

Nas rochas detríticas a maturidade mineralógica, associada aos componentes minerais mais estáveis, apresenta na sua composição uma quantidade maior de grãos mais maduros, ou seja, quimicamente estáveis e fisicamente mais resistentes. Texturalmente a maturidade dos grãos de rochas detríticas pode ser avaliada pelo grau de classificação (tamanho dos grãos), proporção da matriz e do arredondamento dos sedimentos, em função do tamanho e resistência mecânica (grãos) que, geralmente, aumenta (esfericidade) com o transporte (ADAMS; MacKENZIE; GILFORD, 1996).

A composição das rochas detríticas inclui, geralmente, minerais estáveis (com relativa estabilidade, resistindo em graus variáveis de destruição), ou seja, aqueles que não se alteram essencialmente pelos processos sedimentares. Exemplo do quartzo que resiste bem em todos os ambientes sedimentares, sendo praticamente inalterável, sofrendo apenas redução de tamanho durante o transporte em função do atrito (COSTA, 1979; WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970).

Nas rochas detríticas arenáceas e consolidadas há presença de cimento, resultado da precipitação química de fluidos ao redor e entre os detritos ou clastos durante a diagênese, provocando um aumento na coesão, diminuindo a porosidade e permeabilidade. É um componente que pode existir ou não, com maior ou menor proporção. Tais cimentos podem ser, com maior frequência, de origem silicosa (quartzo, opala, etc), calcária (calcita e dolomita) e ferruginosa (hematita e goetita).

### 1.2.2.1.2 Arenito

Os monumentos objetos de estudo apresentam na composição de seus bens integrados blocos em arenito, vinculados a superfície externa das fachadas, compondo os vãos (portadas, portas, janelas, etc) com suas cercaduras e demais elementos ornamentais (cimalhas, frontão, etc) e estruturais (cunhais, entablamentos, etc).

O significado do termo arenito corresponde à areia litificada. A partir da sua gênese, de origem sedimentar é formado por areias quartzosas cimentadas, apresentando distintos tipos de cimento. Rocha pluriminerálica ou não, pode apresentar na sua composição mineralógica grãos de quartzo (mineral principal) e de feldspato, bem como fragmentos líticos, matriz e cimento; alguns tipos de arenitos contêm, além do quartzo, bastante feldspato (principalmente ortoclásio e microclina), e ainda minerais acessórios como a mica (biotita e muscovita), granada e outros minerais.

Nos arenitos a natureza do cimento presente se reconhece pela cor ou ensaios simples (bafejamento, reação ao ácido clorídrico); determina a nomenclatura, a compactidade, a cor, a porosidade, a permeabilidade, e de certa forma a composição química. As fraturas nos arenitos, geralmente, ocorrem no cimento.

A composição química dos arenitos varia muito; está em função dos minerais associados ao quartzo e à natureza do cimento, mas sempre compostos geralmente por sílica (COSTA, 1979).

Por haver grãos e minerais mecânica e fisicamente mais estáveis, o conceito de maturidade mineralógica ou composicional visto anteriormente tem utilidade neste litotipo arenáceo e consolidado. Folk (1974) e Tucker (2003) apresentam uma série estável de minerais detríticos, em ordem decrescente: quartzo, chert, muscovita, microclina, ortoclásio, plagioclásio, hornblenda, biotita, piroxênio e olivina.

Conforme a maturidade dos grãos os arenitos podem ser imaturos e maduros. Os grãos de arenitos imaturos são mais instáveis apresentando fragmentos líticos, feldspatos e minerais máficos (presença de Fe e/ou Mg). Os arenitos maduros de grãos mais estáveis são compostos de quartzo, alguns feldspatos e alguns fragmentos líticos. Os arenitos compostos basicamente por quartzo são denominados supermaduros (TUCKER, 2003).

### 1.2.2.1.3 Classificação dos arenitos

Os arenitos são sedimentos detríticos compostos por grãos de areia e silte grosso em grande quantidade, excluindo-se aqui os calcoarenitos, os calcários e os dolomitos clásticos (considerados como rochas calcárias). Ocorrem entre os arenitos limpos até aqueles onde a areia está misturada com argila e silte fino abundantes, mas a classificação acontece apenas por seus componentes detríticos (WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970).

Folk (1974) apresenta uma classificação mineralógica, clássica, para rochas que contém menos de 15% de matriz com grão fino a partir da determinação dos conteúdos de quartzo (Q), feldspato (F) e fragmentos de rocha (FR). Esta classificação não leva em consideração a matriz, cimento, micas, etc e recalculam as porcentagens dos componentes ao novo valor de 100%, constituído por Q + F + FR (ADAMS; MacKENZIE; GILFORD, 1996).

Assim os arenitos têm a seguinte classificação: quartzarenitos ou quartzo arenitos, arenitos feldspáticos ou arcósios (nomenclatura mais antiga) e litoarenitos ou arenitos líticos. A figura 1.3 apresenta a classificação de arenitos proposta por Folk (1974).

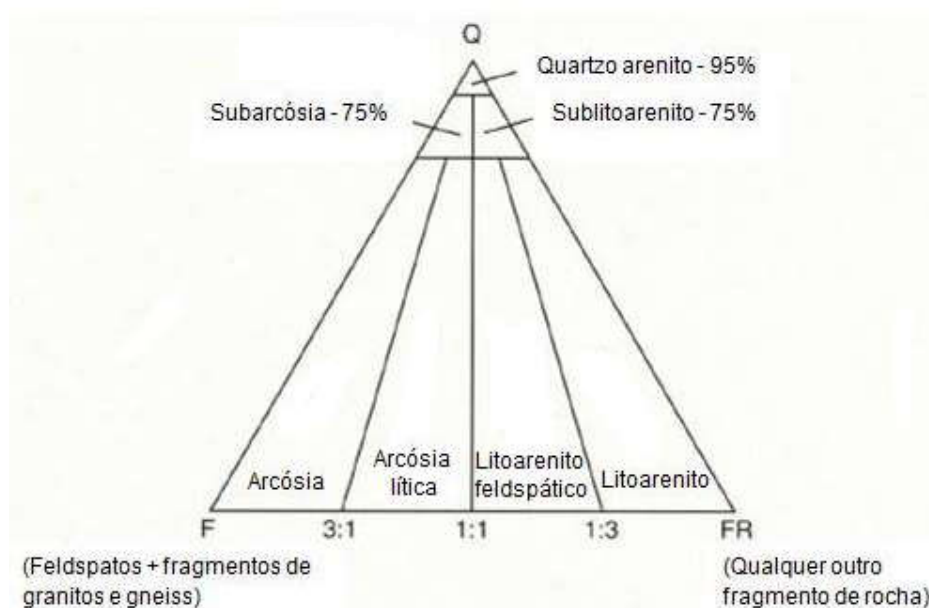


Figura 1.3 - Gráfico com a classificação mineralógica dos arenitos com menos de 15% de matriz com grão fino proposta por Folk (1974); compilado e modificado de Adams; Mackenzie e Guilford (1996).

Uma classificação aceita para os arenitos está baseada na porcentagem de seus componentes detríticos de quartzo (chert), feldspato, fragmentos líticos com estes relacionados à maturidade composicional, e a matriz da rocha ligada à maturidade textural (TUCKER, 2003). Esta classificação referencia a de Dott (1964), visualizada na figura 1.4.

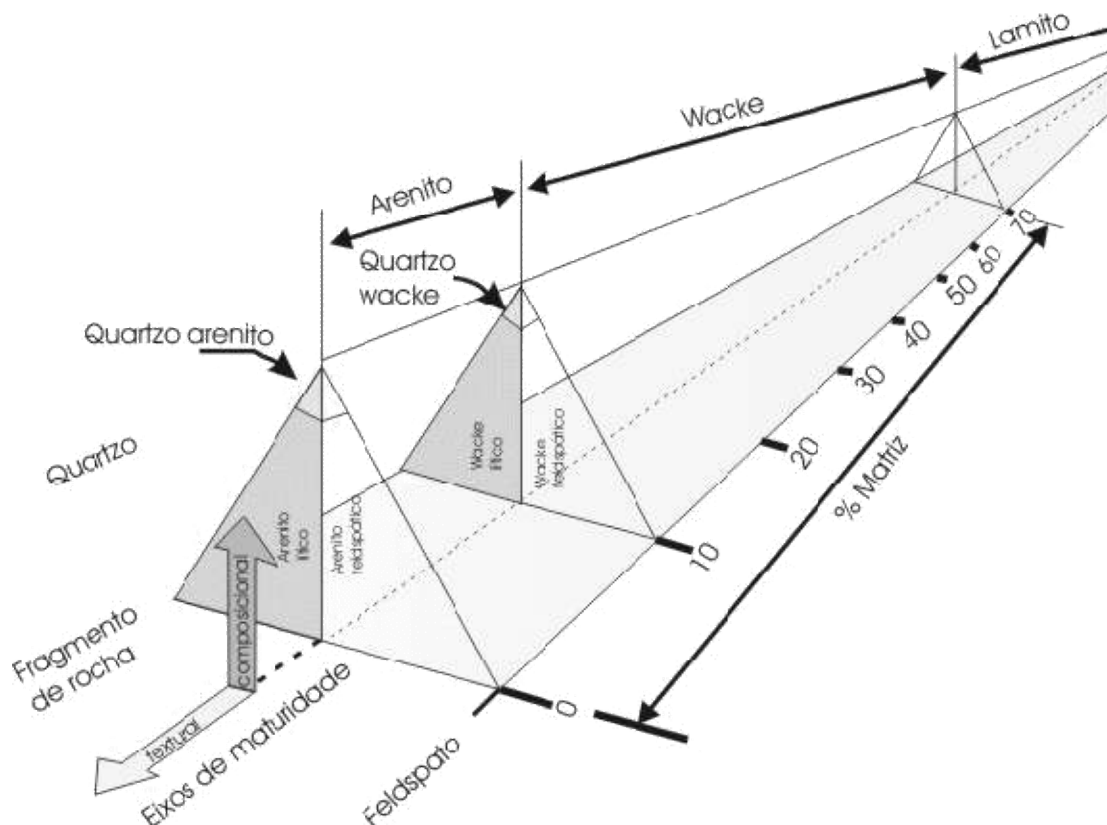


Figura 1.4 - Classificação dos arenitos segundo Dott (1964); compilado de Giannini (2000).

### 1.2.3 Rochas metamórficas

O processo geológico das rochas metamórficas dá-se em ambiente endógeno.

Formadas a partir de rochas pré-existent (magmáticas ou ígneas e sedimentares) e até mesmo de rochas metamórficas, são geradas a partir de fortes pressões e de temperaturas muito elevadas (principais agentes de metamorfismo), ocasionando transformação onde a pressão reorienta os minerais e a temperatura cristaliza ou recrystaliza-os (modificações na textura e composição mineral).

O metamorfismo divide-se em: orto para as rochas magmáticas ou ígneas e para relacionado às rochas sedimentares.

Ruberti, Szabó e Machado (2000) relatam que o metamorfismo desenvolve-se em diversos ambientes na crosta, variando o tamanho das áreas (diminutas a grandes extensões) em profundidades que vão de níveis crustais mais rasos até os mais profundos.

Costa (1979); Williams, Turner e Gilbert (1970) citam três tipos de metamorfismo, baseados em critérios de campo: de contato, regional e dinamometamorfismo ou de deslocamento. Font-Altaba e San Miguel (1980) referem-se a apenas dois, de contato e regional e Ruberti, Szabó e Machado (2000) além dos já citados e considerados como fundamentais – contato, regional e dinâmico, inclui os metamorfismos de soterramento, hidrotermal, de fundo oceânico e de impacto.

A explanação de cada forma de metamorfismo será sucinta, considerando apenas os fundamentais – de contato, regional e dinâmico (ou dinamometamorfismo, ou de deslocamento).

O metamorfismo de contato caracteriza-se pela formação de uma rocha dura e negra de granulação fina e totalmente recristalizada, chamada de cornubianito produzida pelo aumento de temperatura (FONT-ALTABA; SAN MIGUEL, 1980), a partir dos magmas e suas emanações nas rochas encaixantes (COSTA, 1979), formando auréolas de contato que sofrem transformações metamórficas devido ao calor magmático emanado durante o seu resfriamento; este tipo de metamorfismo transcorre sem deformação acentuada (RUBERTI; SZABÓ; MACHADO, 2000). As auréolas de contato são comumente estreitas, medindo pouco mais de algumas dezenas de metros perpendicularmente ao contato ígneo (WILLIAMS; TURNER; GILBERT, 1970).

O metamorfismo regional apresenta como principais fatores para a sua ocorrência a pressão e a temperatura, incidindo ao mesmo tempo em extensas regiões, com espessuras que podem ser muito consideráveis na crosta, relacionado geralmente a cinturões orogênicos nos limites de placas convergentes (COSTA, 1979; RUBERTI; SZABÓ; MACHADO, 2000).

O metamorfismo dinâmico ou dinamometamorfismo ou de deslocamento resulta essencialmente de pressões intensas e bruscas desenvolvidas em faixas ou zonas longas e estreitas de deformação e relativamente pouco profundas na crosta terrestre. Dos três tipos de metamorfismo considerados fundamentais o dinâmico produz modificações de menor intensidade, comparado ao regional ou o de contato (COSTA, 1979). Conforme Ruberti; Szabó e Machado (2000) o metamorfismo dinâmico provoca transformações na textura e estrutura, como microbandamento ou laminações.

Por serem formadas a partir de rochas pré-existentes, as rochas metamórficas apresentam vários minerais, presentes também em rochas magmáticas e sedimentares, sendo os minerais mais comuns o quartzo, o feldspato, as micas (brancas - muscovita e negras - biotita), anfibólios, piroxênios, a calcita, a dolomita, etc. Tais minerais, agora compondo as rochas metamórficas, apresentam composições distintas das rochas pré-existentes (ígneas e sedimentares).

Costa (1979) e Oliveira (2002), para a identificação macroscópica, dividem em dois grupos os minerais que podem estar presentes nas rochas metamórficas; no grupo I estão os mais comuns e importantes - minerais essenciais e no grupo II os minerais acessórios, conforme indicado na tabela 1.9.

Tabela 1.9 - Minerais essenciais e acessórios presentes nas rochas metamórficas (Costa, 1979; Oliveira, 2002).

| <b>Grupo I – Minerais Essenciais</b> | <b>Grupo II – Minerais Acessórios</b> |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Quartzo                              | Granadas                              |
| Feldspato                            | Estaurolitas                          |
| Biotita                              | Epídoto                               |
| Muscovita e Sericita                 | Zoisita                               |
| Anfibólio                            | Andaluzita                            |
| Calcita                              | Cianita                               |
| Clorita                              | Silimanita                            |
| Talco                                | Magnetita                             |
| Serpentina                           | Grafite                               |
| Dolomita                             | Turmalina                             |
| Piroxênios                           | Vesuvianita                           |

Dentre os minerais listados no grupo I (essenciais), presentes nas rochas metamórficas, com relação ao formato dos grãos o quartzo e o feldspato, geralmente, são mais ou menos arredondados ou lenticulares, ou em agregados; as

micas, cristalinas, formam camadas delgadas ou então lenticulas constituídas por placas irregulares ou palhetas (COSTA, 1979).

Com relação à textura das rochas metamórficas pode-se dizer que são holocristalinas, apresentando estrutura orientada, seguindo a direção da tensão de deformação, com foliação paralela – xistosidade (tendo poucas exceções – mármore e quartzitos), mais ou menos nítida, produto de fortíssimas pressões estando os minerais arranjados em camadas ou leitos de espessuras finas. Podem ser distinguidas as seguintes texturas foliadas: a gnáissica e a xistosa, cujas características são apresentadas na tabela 1.10

Tabela 1.10 - Tipos de texturas foliadas e suas características.

|                                              |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>T<br/>E<br/>X<br/>T<br/>U<br/>R<br/>A</b> | <b>Gnáissica</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foliação grosseira;</li> <li>• Presente em rochas de grão grosso, médio e fino;</li> <li>• Camadas, geralmente, de composição mineralógica distinta;</li> <li>• Pouco nítidas - indicadas apenas por minerais escuros</li> <li>• Bastante nítidas - contraste bem definido entre camadas de minerais escuros e minerais claros.</li> </ul> |
|                                              | <b>Xistosa</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foliação fina;</li> <li>• Presente em rochas de grão médio a fino ou em rochas de grãos muito pequenos, sem distinção macroscópica;</li> <li>• Geralmente as camadas têm composição sensivelmente igual.</li> </ul>                                                                                                                        |

Ainda, nas rochas metamórficas pode ocorrer outro tipo de textura, chamada de porfiroblástica. Este tipo de textura tem cristais bem desenvolvidos e de dimensões maiores, chamados de porfiroblastos, distintos dos grãos que formam a matriz da rocha. Os porfiroblastos quando tem forma alongada podem não estar orientados conforme as direções de foliação.

Quanto à classificação das rochas metamórficas, Costa (1979) afirma que a determinação a partir da origem (rochas ígneas ou rochas sedimentares) é muitas vezes difícil ou impossível através do simples exame macroscópico, porém pela determinação da composição química pode-se encontrar base de classificação, tendo como complemento a composição mineralógica e o grau de intensidade do metamorfismo.

A tabela 1.11 apresenta a classificação de rochas metamórficas proposta por Oliveira (2002).

Tabela 1.11 - Classificação das rochas metamórficas conforme Oliveira (2002).

|                                                                                            |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R<br>O<br>C<br>H<br>A<br>S<br><br>M<br>E<br>T<br>A<br>M<br>Ó<br>R<br>F<br>I<br>C<br>A<br>S | Foliadas ou geralmente foliadas       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gnaisses:</b> muito feldspato, quartzo, micas (biotita e muscovita) e hornblenda. Textura bandada.</li> <li>• <b>Leptinitos:</b> agregado fino de quartzo e feldspato.</li> <li>• <b>Micaxisto:</b> xistosidade acentuada. Folhas ou lâminas com constituição semelhante. Essencialmente de quartzo e mica.</li> <li>• <b>Anfibolitos:</b> intercaladas. Formação xisto-cristalina.</li> <li>• <b>Anfiboloxistos:</b> constituídas por anfibólio e quartzo.</li> <li>• <b>Cloritoxistos:</b> constituídos principalmente por clorita. Também sericita, albita, epidoto e actinolita. Cor verde a verde-escuro.</li> <li>• <b>Talcoxistos:</b> essencialmente talco. Pode conter: magnetita, cromita e anfibólio. Transição para não xistosas: esteatito (pedra sabão) associado à clorita.</li> <li>• <b>Filitos:</b> xistosidade acentuada. Grão fino. Quartzo, sericita e clorita.</li> <li>• <b>Ardósia:</b> moderada metamorfização. Pode conter fósseis.</li> </ul> |
|                                                                                            | Não foliadas ou em geral não foliadas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Quartzitos:</b> grãos finos de quartzo fortemente unidos.</li> <li>• <b>Mármore e rochas calco-silicosas</b></li> <li>• <b>Serpentinitos:</b> de rochas ígneas. Ricas em silicato de magnésio.</li> <li>• <b>Corneanas:</b> assemelham-se a basaltos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### 1.3 Principais fenômenos de alteração nas rochas

A alteração de uma rocha dá-se em função de agentes físicos e químicos naturais, promovendo, respectivamente, a desagregação e decomposição, transformando-a em outro produto natural em equilíbrio físico-químico com o meio ambiente (AIRES-BARROS, 1991b).

Conforme Aires-Barros (1991b) os principais fenômenos de alteração que incidem sobre as rochas são:

- Alteração deutérica, primária ou hipogênica: relacionada aos estágios tardios de consolidação magmática ou como sua consequência;

- Alteração meteórica, secundária ou supergênica: em função do ambiente, especialmente do clima, onde a rocha encontra-se empregada.

Como os materiais rochosos empregados nos monumentos estão em ambientes exógenos (superfície da crosta terrestre), evidencia-se o estudo sobre a meteorização (intemperismo), com a incidência de processos de alterações físicas, químicas e físico-químicas.

### **1.3.1 Fatores de alteração nas rochas dos monumentos**

Para a compreensão e estudo das alterações em rochas empregadas nos monumentos há que considerar dois fatores importantes: os fatores do próprio material – intrínsecos – e os fatores do ambiente em que a rocha se encontra – extrínsecos.

Além destes, Aires-Barros (1991a) acrescenta os fatores impostos relacionados às questões projetuais (forma, geometria, orientação geográfica, preparação das superfícies) e os fatores antropológicos ou antrópicos (intervenções, vandalismo, o turismo, a função do monumento ao longo da História).

O estudo de tais fatores possibilita descobrir e associar as alterações (patologias) encontradas nos materiais rochosos utilizados nos objetos vinculados à superfície construída (bens integrados) dos monumentos.

A caracterização dos fatores intrínsecos e extrínsecos relativos aos materiais rochosos dos monumentos permite avançar aos processos de alteração dos minerais (fases) que compõe o sistema (rocha).

#### **1.3.1.1 Os fatores de alteração intrínsecos ou endógenos**

As alterações dos materiais rochosos empregados nos monumentos estão relacionadas diretamente à petrografia do litotipo utilizado em função, principalmente, da sua mineralogia, textura e composição química.

As propriedades de uma rocha têm relação direta com seus minerais constituintes (composição mineralógica). Entende-se por propriedades (características) da rocha a textura, estrutura, cor, porosidade, permeabilidade aos gases e água, dureza, abrasividade, densidade, grau de alteração, etc.

A maioria dos materiais rochosos empregados nas técnicas de construção tradicionais são porosos e hidrofílicos (TORRACA, 2009). Com isso, destaque para as seguintes propriedades (características): a porosidade e como está configurado o sistema de poros; a superfície específica e as propriedades hídricas relacionadas ao movimento de fluidos no interior do material (BROTO, 2005).

Como dito anteriormente a rocha que compõe os bens integrados vinculados as superfícies dos monumentos alvos de investigação é o arenito. De origem sedimentar, detrítica, arenácea, consolidada, apresenta na sua composição mineralógica o quartzo como mineral essencial. Este, não se altera, podendo reduzir a dimensão apenas no transporte. Apresenta, também, o feldspato que sofre alteração em locais com climas quentes e úmidos (caso dos monumentos em estudo). Além dos constituintes minerais o arenito também é composto por matriz carbonática (mais sensível aos processos de alteração).

#### **1.3.1.2 Os fatores de alteração extrínsecos ou exógenos**

Os principais agentes, de ordem extrínseca, causadores de alteração (patologias) nas rochas são relacionados ao clima. Para o conhecimento dos fatores que geram alterações nas rochas empregadas nos monumentos deve ser feita uma abordagem climática (agentes atmosféricos) relacionando-a com os processos de alteração (agentes físicos, químicos e biológicos).

Broto (2005) relata que, nomeadamente os principais agentes agressores de materiais pétreos são: a água, os sais solúveis, organismos vivos e contaminantes atmosféricos. Associados aos mesmos, as rochas podem sofrer, ainda, degradações devido as suas características próprias e de como o material rochoso foi explotado e empregado (colocado) no edifício.

Frascá (2003) admite que a alteração de rochas inicie quando entra em contato com as condições atmosféricas reinantes na superfície terrestre; ou seja, no meio exógeno.

Tais fatores estão em função do ambiente em que a rocha empregada no monumento se encontra. Aires-Barros (1991a) divide em fatores constantes - definidores do microclima e fatores aleatórios – físicos, químicos e biológicos.

#### **1.3.1.2.1 Os fatores constantes**

Os fatores constantes estão em função da abordagem climática relacionados aos agentes atmosféricos que atuam diretamente sobre as rochas. São eles:

- Umidade relativa do ar
- Temperatura do ar
- Pressão atmosférica
- Insolação
- Ponto de orvalho
- Chuvas
- Conteúdo da atmosfera
- Ventos

#### **1.3.1.2.2 Os fatores aleatórios**

Os fatores ditos aleatórios têm relação direta com os agentes físicos, químicos e biológicos, causadores das alterações.

- Fatores físicos: relacionados aos fenômenos naturais – sismos, erupções vulcânicas, etc e vibracionais – tráfego, sinos e concertos musicais.

- Fatores químicos: relação direta com as reações químicas de oxidação, hidrólise, dissolução, hidratação e redução.
- Fatores biológicos: a partir das ações epilíticas ou endolíticas de micro e macrorganismos – bactérias, fungos, algas, líquens, vegetação (pequeno, médio e grande porte) além de animais, principalmente aves (pombos) e mamíferos (morcegos), com depósitos de excrementos e urina sobre a superfície dos materiais.

Os monumentos investigados se encontram em condições ambientais adversas, agressivas, já que estão em região costeira (litorânea) com clima quente e úmido, havendo presença de névoa salina (constante) e poluição atmosférica.

#### **1.3.1.2.3 Os fatores impostos**

Contribui como fator de alteração das rochas os parâmetros de projeto. Edifícios rebuscados, construídos em épocas passadas (seculares), tinham a influência histórica e artística dos estilos recorrentes ao período de execução da obra. No caso das edificações estudadas, estas apresentam bens integrados pétreos com elevado grau de acabamento, influência do Barroco, caracterizadas pelo movimento, jogos de luz e sombra pelos diferentes planos (relevo) e ornamentos de refinado acabamento com suas formas curvas e vivas.

A geometria planialtimétrica (volumétrica) com planos chapados, curvos ou angulosos; a orientação geográfica do monumento e a textura das superfícies dos materiais aplicados contribuem de forma direta no desenvolvimento de patologias.

Os exemplares de arquitetura religiosa com seus partidos arquitetônicos (projeto), composição e materiais empregados são modelos de edificações onde a ocorrência de alterações (patologias) são frequentes pelo tempo de exposição de seus materiais a condições adversas do meio em que se encontra (fatores extrínsecos).

Na pesquisa, os monumentos religiosos objetos de estudo enquadram-se nestes parâmetros de projeto em função da localização e orientação geográfica (implantação), geometria (volumetria) e os materiais rochosos aplicados (litotipos e superfícies destes).

A volumetria e orientação geográfica do monumento com suas superfícies expostas estão diretamente relacionadas às questões ambientais. Planos verticais externos (paredes) assim como os bens integrados pétreos vinculados aos mesmos, conforme a orientação geográfica somada à incidência de chuvas, ventos e insolação estão susceptíveis, segundo Aires-Barros (1991a), ao fenômeno de escorrência (secagem/molhagem) contribuindo para o aparecimento de patologias. Também se deve levar em consideração o tipo de textura da superfície exposta.

No caso dos monumentos objetos de estudo os bens integrados tem como litotipo o arenito, rocha de superfície rugosa que também apresenta trabalho artístico de cantaria em relevo. Tanto a rugosidade quanto o relevo contribuem, também, para o aparecimento de patologias sobre a superfície do material rochoso, associados a outros fatores que originam o decaimento pétreo.

#### **1.3.1.2.4 Os fatores antropológicos ou antrópicos**

Na evolução urbana, na transformação urbano-arquitetônica, os monumentos históricos são referências na paisagem. Por isso, na trajetória histórico-temporal de um monumento há uma relação forte com a sociedade remetendo à memória e identidade. Sendo assim, são edificações de destaque e deveriam ser cuidadas por todos a fim de preservar suas características de valor histórico e artístico.

Monumentos históricos, aqui de arquitetura religiosa (conventos, igrejas, etc), que na maior parte de suas vidas (seculares) não sofreram danos, mantendo suas partes (bens culturais materiais) preservadas pela determinação das funções e usos primitivos a que foram destinados, apresentam nos dias de hoje finalidade distinta das originais.

Os novos usos e funções atribuídas às edificações históricas bem como a evolução global do turismo, onde a fruição humana em grande escala com o edifício toma-se, de certa forma, maléfica, remetendo ao decaimento dos materiais aplicados. Sem falar na questão do vandalismo presente, e muito, contribuindo amplamente no que diz respeito à degradação das superfícies e materiais que compõem os edifícios do patrimônio cultural.

Baseado em Feilden (2003), a principal causa de alteração dos materiais empregados em monumentos históricos, inclusive pétreos, está relacionada, provavelmente, a atividade humana (ações de técnicos e turistas).

### **1.3.2 Os processos ou mecanismos de alteração a partir de agentes físicos, químicos e físico-químicos ou biológicos**

Os processos ou mecanismos de alteração através de agentes físicos, químicos e biológicos estão em função do tipo de deposição dos componentes da atmosfera (sólidos, líquidos e gasosos), sobre as superfícies das rochas de monumentos históricos. Há dois tipos de deposição: a seca e a úmida (AIRES-BARROS, 1991a).

Na deposição seca os componentes da atmosfera, seja ela normal ou poluída, atuam sobre as rochas do monumento sob a forma de partículas, gases ou aerossóis. Já na deposição úmida tais componentes agem através da chuva, incidindo nas superfícies dos materiais rochosos.

Os mecanismos de degradação consistem no desencadeamento de fenômenos que se sucedem, agindo sobre os materiais (LERSCH, 2003). Frequentemente esta sucessão de processos de decaimento dos materiais rochosos ocorrem ao mesmo tempo ou em uma sequência, a partir dos agentes físicos seguidos pelos químicos e por fim pelos biológicos (TORRACA, 2009).

As propriedades do material (em particular a resistência) podem ser reduzidas por processos de deterioração causados pela ação física, química, ou biológica. A velocidade de deterioração depende das propriedades dos materiais (como a porosidade) bem como sua manutenção (ICOMOS, 2001). Tais mecanismos de alteração incidentes sobre os materiais pétreos podem ser de ordem externa (superfície da rocha) ou de ordem interna (interior da rocha).

Assim, preservar as características dos materiais pétreos é uma importante tarefa no que diz respeito à conservação de edificações históricas, sendo a manutenção o melhor modo de obter resultados satisfatórios (ICOMOS, 2001).

Segundo Torraca (1998), apud Sanjad et al. (2008), os processos de alteração de materiais porosos são divididos em agentes físicos, químicos e biológicos (físico-

químico) promovendo o decaimento destes a fatores relacionados ao clima, à poluição, a esforços mecânicos, à proliferação de macro e microrganismos, à atividade humana e intervenções de restauro inadequadas.

Na meteorização (intemperismo) incidente sobre as rochas dos monumentos há a ocorrência de ações físicas, químicas e físico-químicas (biológicas) ocasionando a desagregação e a decomposição destes materiais.

Sanjad et al (2008) coloca que, originalmente, o termo intemperismo é utilizado para explicar os processos de alteração natural das rochas, mas tal palavra vem sendo empregada na descrição dos processos recentes de alteração de materiais rochosos empregados nos monumentos históricos.

Conforme Toledo; Oliveira e Melfi (2000), nos minerais e rochas o intemperismo age sobre as propriedades físicas (morfologia, resistência, textura, etc) e características químicas (composição química e estrutura cristalina) a partir de mecanismos modificadores associados às ações físicas (intemperismo físico), químicas (intemperismo químico) e quando ambas atuam em conjunto (intemperismo físico-químico ou biológico).

A classificação dos processos ou mecanismos de alteração (agentes) associados às causas da alteração (patologias) sobre os materiais rochosos são: ações ou fatores físicos, químicos e biológicos.

#### **1.3.2.1 As ações físicas**

As ações físicas apresentam como agentes principais a temperatura, o gelo, o vento, e as vibrações.

Os processos de alteração física provocam a desagregação do material rochoso por ações mecânicas sobre a textura e estrutura. Toledo; Oliveira e Melfi (2000) afirmam que todos os processos de desagregação das rochas, com a separação dos grãos minerais antes coesos e com sua fragmentação, transformando a rocha inalterada em material descontínuo e friável constituem o intemperismo físico. Com isso, as ações físicas compreendem:

- Expansão térmica
- Expansão devido à umidade
- Congelamento
- Cristalização de sais
- Eflorescência
- Subeflorescência
- Ruptura pelas raízes de vegetação
- Vibrações

#### 1.3.2.1.1 Expansão térmica

Os materiais vinculados à superfície construída externa de todo monumento estão sujeitos a variações cíclicas (diárias e sazonais) de temperatura, causando a dilatação e contração da rocha, incidindo sobre suas propriedades.

A partir da absorção de energia durante o dia em função da radiação solar (luz visível – raios infravermelhos e ultravioletas) a rocha expande-se. Durante a noite a rocha desprende esta energia, com a emissão de raios infravermelhos, contraindo-se (TORRACA, 2009).

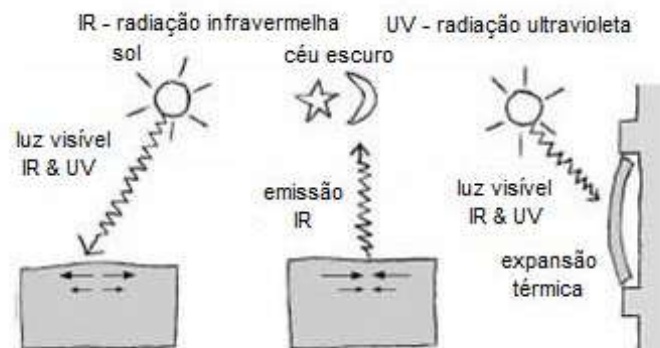


Figura 1.5 - Variações cíclicas diárias - dilatação (dia) e contração (noite), compilado e modificado de Torraca (2009).

As fases (minerais) constituintes do sistema químico (rocha) trabalham de forma diferenciada (coeficientes de dilatação distintos) pela composição de cada um, podendo acarretar em microfissuras e a conseqüente desagregação da rocha.

Tal mecanismo atua de forma direta, mais incisiva, na superfície externa da rocha pela exposição solar.

#### 1.3.2.1.2 Expansão devido à umidade

Ocorre a partir das solicitações em que a rocha é submetida, pela absorção de água, expandindo-a, e pela liberação, contraindo-a, acarretando importante estresse do material; pode acarretar transformações nas características físicas do litotipo.

Destaque para a seguinte forma de expansão de materiais pétreos devido à umidade: a ascensão capilar. A umidade por ascensão capilar nas rochas ocorre pela água originada no solo ascendendo por tubos hidrofílicos verticais. Tal umidade está ligada a porosidade da rocha; quanto menores os poros maior será a sucção de água pelos capilares.

A figura 1.6 mostra, esquematicamente, como ocorre a distribuição da água nos poros de um material hidrofílico, contribuindo para a expansão e contração da rocha, indicando na ilustração à esquerda a dimensão dos poros – grandes e capilares; na ilustração à direita a água preenche completamente os poros capilares e parcialmente o poro grande que apresenta, também, ar no seu interior.

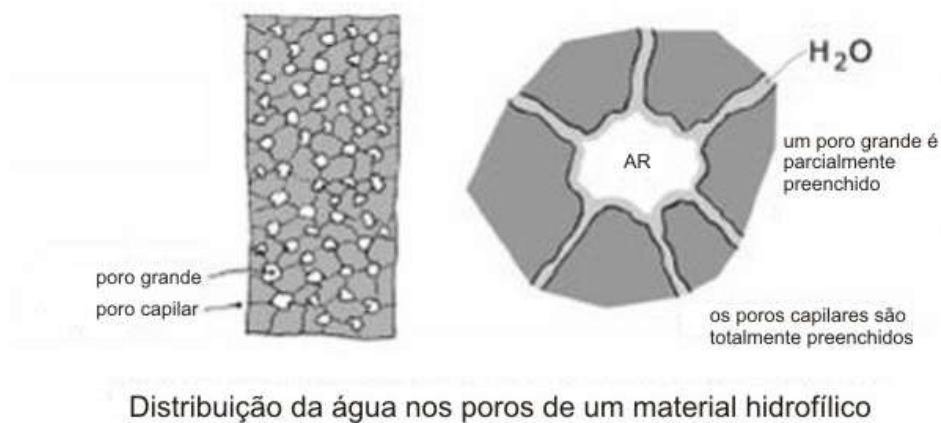


Figura 1.6 - Distribuição da água nos poros de um material hidrofílico; compilado e modificado de Torraca (2009).

### 1.3.2.1.3 Congelamento (clima glacial e temperado)

Este mecanismo de alteração, por questões climáticas óbvias, não ocorre onde os monumentos estudados na presente pesquisa encontram-se localizados.

O mecanismo age a partir da formação de cristais de gelo no interior dos poros das rochas. Moléculas de água, em estado líquido, passam para o estado sólido expandindo-se dentro dos poros ocasionando esforços internos na estrutura do material pétreo podendo gerar a desagregação do sistema (rocha).

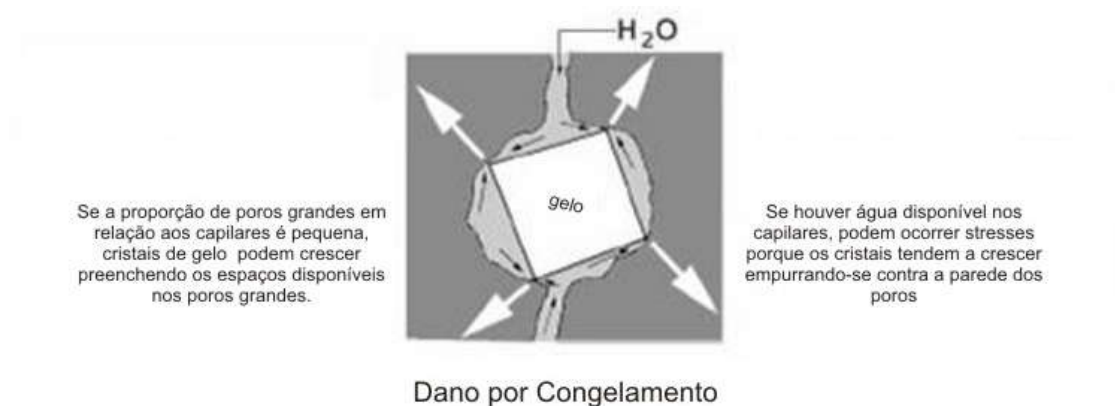


Figura 1.7 - Processo do dano causado por congelamento; compilado e modificado de Torracca (2009).

### 1.3.2.1.4 Cristalização de sais

Almeida (2005) relata que, no Brasil, a cristalização de sais é um dos maiores mecanismos de alteração dos materiais porosos e Frascá (2003) considera como um dos agentes intempéricos mais poderosos.

O mecanismo de alteração age quando sais solúveis se instalam nos poros da rocha; cristalizam-se pelo processo de evaporação, passando do estado líquido para o sólido expandindo-se no interior dos poros ocasionando tensões internas (estresses na estrutura interna) (ALMEIDA, 2005), conforme indica a figura 1.8.



Figura 1.8 - Processo de cristalização de sais no interior de um poro; compilado e modificado de Torraca (2009).

#### 1.3.2.1.5 Eflorescência

Processo que apresenta como causa direta a presença de umidade. A eflorescência aparece no material que contem sais solúveis, estes, carregados pela água até o exterior durante sua evaporação cristalizando sobre a superfície do mesmo, com formas geométricas lembrando flores (BROTO, 2005).

Begonha (1997) define eflorescência como o desenvolvimento de cristalização de sais solúveis sobre a superfície de meios porosos. Traduzem condições de evaporação intensa das soluções existentes no meio poroso.

Mesmo ocorrendo sobre as superfícies externas, fora dos poros do material, a eflorescência é um forte indicador de contaminação interna (subeflorescência) de materiais rochosos por sais solúveis, causadores de estresses no interior da rocha (ALMEIDA, 2005).

#### 1.3.2.1.6 Subeflorescência

A subeflorescência é mais nociva que a eflorescência já que os cristais se desenvolvem internamente no material, ou seja, no interior dos poros. Ambas as ações ocorrem com frequência em edificações históricas, mas a prevalência de uma sobre a outra é determinada principalmente pelas condições ambientais no entorno do monumento (TORRACA, 2009).

A figura 1.9 apresenta o processo de eflorescência, na superfície da rocha, e subeflorescência no interior da rocha com a influência das condições climáticas na cristalização de sais.

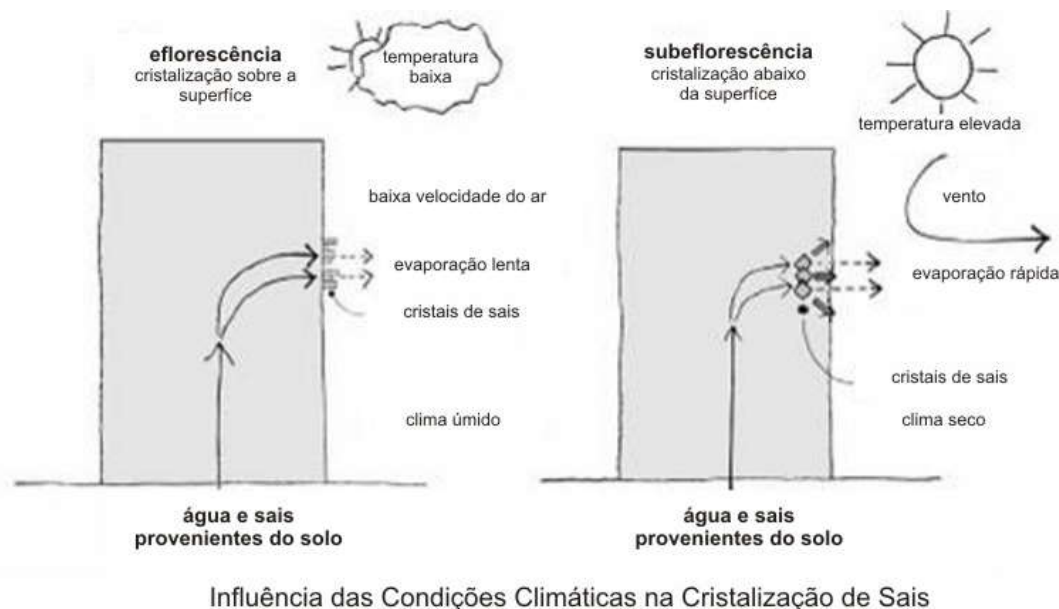


Figura 1.9 - Processo de eflorescência e subeflorescência a partir da influência das condições climáticas na cristalização de sais; compilado e modificado de Torraca (2009).

#### 1.3.2.1.7 Ruptura pelas raízes de árvores

As discontinuidades (fissuras, fendas, rachaduras, perdas de material) provocadas pelas tensões causadas pelo crescimento das raízes de árvores (pequeno, médio e grande porte) na superfície externa da rocha provocam a desagregação e ruptura permitindo, além deste, a ação de outros mecanismos de alteração, como o químico.

#### 1.3.2.1.8 Vibrações

A forma como as vibrações atuam sobre um edifício dependem das características destas – amplitudes e frequência e das características da edificação – densidade dos materiais, forma e tipo de construção (BROTO, 2005).

Monumentos podem sofrer a ação de vibrações, e consequentemente danos com a ruptura, desagregação e até perdas dos materiais rochosos, a partir do tráfego de veículos, sinos (arquitetura religiosa) e concertos musicais; de forma natural, através

de abalos sísmicos. Obviamente que as vibrações provocadas por causas naturais são mais destrutivas.

As vibrações causadas pelo tráfego intenso de veículos próximos aos monumentos provocam tensões mecânicas em função do impacto múltiplo das rodas dos veículos sobre as irregularidades do pavimento. A intensidade do esforço aplicado ao solo depende da altura da irregularidade (buracos, imperfeições, etc), e do peso e velocidade do veículo (principalmente tráfego pesado em vias de alta velocidade). Quanto mais distantes estes edifícios estiverem da via, menos danos sofrerão, já que a magnitude de propagação vibracional, através do solo, cai proporcionalmente (TORRACA, 2009). Geralmente as vibrações do tráfego são de baixa intensidade.

Cada objeto apresenta frequências distintas de vibração, dependentes da massa do objeto e de sua forma (tráfego e edificação). Se as frequências de vibração do tráfego (forças externas – frequência excitante) e do edifício (frequência natural) são próximas ou coincidentes, resultará no fenômeno da ressonância (BROTO, 2005; TORRACA, 2009).

Edificações antigas executadas com técnicas tradicionais de construção, sem a tecnologia construtiva contemporânea aplicada à estrutura contra terremotos, provavelmente, sofram mais. As vibrações causadas por abalos sísmicos (dependendo da intensidade) podem levar o monumento à ruína ou descaracterização do mesmo, comprometendo as partes estruturais e ornamentais pétreas.

#### **1.3.2.2 As ações químicas**

A meteorização ou intemperização das rochas, através dos mecanismos de alteração química, dá-se em condições ambientais exógenas (a superfície da Terra) com baixa temperatura e pressão e riqueza de ar (oxigenação) e água (hidratação), provocando a decomposição química dos minerais das rochas.

Aires-Barros (1991b, 2001) relaciona a importância da atuação em conjunto das ações físico-químicas das águas e das ações químicas dos componentes da atmosfera, sendo, entre os componentes da atmosfera, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e

o oxigênio (O<sub>2</sub>) os de atuação química importante, mas para agirem com intensidade precisam estar dissolvidos na água.

São responsáveis pela decomposição das rochas as reações químicas que agem sobre a superfície e nas descontinuidades do material pétreo, com a formação de minerais secundários (AIRES-BARROS, 1991b). A água da chuva é o principal agente do decaimento químico, infiltrando e percolando as rochas. Essa água, rica em O<sub>2</sub>, em interação com o CO<sub>2</sub> da atmosfera, adquire caráter ácido (TOLEDO et al., 2000).

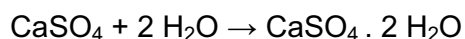
Nos ambientes exógenos as águas que percolam as rochas têm pH entre 5 e 9, ocorrendo às seguintes reações químicas:

- Hidratação
- Oxidação
- Dissolução
- Hidrólise
- Redução

#### **1.3.2.2.1 Hidratação**

Conforme Aires-Barros (1991b, 2001) as ações isoladas de hidratação resultam conspícuas somente em um número muito limitado de rochas.

Toledo et al. (2000) relata que na hidratação, moléculas de água penetram na estrutura do mineral, modificando e transformando-o em um novo mineral; cita como exemplo a transformação da anidrita em gesso, conforme a reação:



#### **1.3.2.2.2 Oxidação**

Os fenômenos da oxidação são particularmente ativos sobre os minerais de ferro que apresentam mais de um estado de oxidação e os compostos orgânicos. Quando as moléculas complexas dos silicatos são destruídas o ferro ferroso transforma-se em ferro férrico (AIRES-BARROS, 1991b, 2001).

#### **1.3.2.2.3 Dissolução**

Muitos minerais podem sofrer ação de dissolução a partir de águas contendo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) ou ácidos orgânicos em solução. Ênfase a atuação de tais ácidos sobre as rochas calcárias, com a transformação do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em bicarbonato ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), com este bem mais solúvel, gerando uma ação de dissolução muito mais energética (AIRES-BARROS, 1991b, 2001).

#### **1.3.2.2.4 Hidrólise**

Ação química considerada entre as mais importantes relacionadas à decomposição das rochas. É a reação dos íons  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  da água com os íons do material. Atua sobre os principais minerais formadores das rochas, os silicatos (considerados os mais resistentes).

No meio exógeno (acima da crosta terrestre), as ações de hidrólise agem em conjunto com outra forma de alteração das rochas: a hidratação. Esta tem como característica aumentar o volume dos materiais pétreos, abrindo caminho para a desintegração dos mesmos, colaborando com as reações de hidrólise (AIRES-BARROS, 1991b, 2001).

#### **1.3.2.2.5 Redução**

Segundo Aires-Barros (1991a, 2001), as ações de redução não têm grande importância nos processos de alteração meteóricas (intemperismo). Não ocorrem em

grande escala no meio exógeno porque os compostos mais oxidados são os mais estáveis.

À superfície da Terra (meio exógeno) o principal agente redutor é a matéria orgânica, que origina manchas brancas ou esverdeadas em algumas rochas sedimentares a partir da redução de compostos férricos a ferrosos em função, principalmente, do ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) gerado pela putrefação das matérias albuminosas.

### **1.3.2.3 As ações biológicas ou físico-químicas ou de biodeterioração**

Os processos de alteração de origem biológica ou físico-química atuam simultaneamente sobre os minerais (decomposição) e trama textural (desagregação) do sistema (rocha) a partir do desenvolvimento e proliferação de micro e macrorganismos, com o auxílio da água e do ar, agindo na superfície ou no interior da rocha.

Conforme a Recomendação Normal 1/88 (1991) os principais fatores que contribuem para a colonização e biodeterioração de materiais pétreos são: fatores climáticos e ambientais (temperatura, sol, chuva, etc), os poluentes inorgânicos e orgânicos (como fontes de carbono, nitrogênio e enxofre), a bioreceptividade da superfície (natureza do material, conservação, grau de exposição) e os tratamentos (biocidas, surfactantes, componentes hidrofóbicos).

A ação biológica na alteração de rochas de monumentos, fundamentalmente, tem ações químicas diretas – biocorrosão – ou funcionam como catalisadores de reações químicas em curso pelos processos de hidrólise, sulfatação, etc; as ações físicas – bioabrasão e desagregação – também ocorrem (AIRES-BARROS, 1991a, 2001).

Biodeterioração pode ser definida como qualquer mudança indesejável nas propriedades de um material causadas pela atividade vital de organismos vivos (KUMAR; KUMAR, 1999), com a perda irreversível de valor e/ou informações de um objeto de arte (URZI; KRUMBEIN, 1994). Incluem-se os bens integrados pétreos dos monumentos históricos.

Allsopp e Seal (1986), Caneva; Nugari e Salvadori (1991), Jain; Mishra e Singh (1993) apud Kumar e Kumar (1999) classificam a biodeterioração de monumentos rochosos nos trópicos em três categorias: biofísica, bioquímica e deterioração estética.

A biodeterioração de monumentos rochosos é bem conhecida em regiões tropicais, onde os fatores ambientais (altas temperaturas, níveis elevados da umidade relativa e chuvas fortes) favorecem o crescimento e sustentação de uma ampla variedade de organismos vivos nas superfícies das rochas (KUMAR; KUMAR, 1999).

Tais organismos apresentam-se em grande número e dividem-se em categorias distintas compostas por microrganismos e macrorganismos, a saber: bactérias, fungos, algas, líquenes, musgos, plantas e animais (pequeno porte), todas contribuindo para a deterioração das rochas.

#### **1.3.2.3.1 Bactérias**

As bactérias são grupos procarióticos unicelulares ou colônias de organismos de formas variadas (esférico, bastonete ou espiral), podendo ser móveis ou imóveis. Por suas necessidades simples, tanto ecológicas quanto nutricionais, desenvolve-se facilmente no exterior de objetos e monumentos de materiais rochosos, especialmente onde a superfície apresenta um elevado teor de água (KUMAR; KUMAR, 1999). Atacam quimicamente os materiais rochosos e dividem-se em dois grupos: as bactérias autotróficas e as bactérias heterotróficas.

As bactérias autotróficas derivam suas emissões de carbono (C) a partir de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e podem retirar sua energia da luz (fotolitoautotrófica) ou de reações químicas redox (químico-litoautotróficas); incluem aquelas que são capazes de oxidar compostos de enxofre (S) e nitrogênio (N) para produzir ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), respectivamente. Elas são mais um meio, portanto, de levar os poluentes atmosféricos como o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e óxido de azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e transformá-los em sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) e nitratos ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ ) (PRICE, 1996).

Bactérias heterotróficas ou químico-organotróficas, pelo contrário, utilizam compostos orgânicos sobre a pedra para derivar seu carbono. Conforme May e Lewis (1988) apud Price (1996) as bactérias heterotróficas produzem agentes quelantes e ácidos orgânicos que são mais fracos que os ácidos inorgânicos produzidos pelo enxofre oxidante e bactérias nitrificantes. Elas têm recebido relativamente pouca atenção, mas seu papel na deterioração, no entanto, é bem estabelecido.

#### **1.3.2.3.2 Fungos**

Conforme Caneva; Nugari e Salvadori (1991), Martin (1985), Walker (1989), apud Kumar e Kumar (1999), os fungos são um grupo de organismos quimioheterotróficos caracterizados por apresentar hifas filamentosas unicelulares ou multicelulares. Eles carecem de clorofila e, assim, a capacidade de fabricar seu próprio alimento é usando a energia da luz solar.

As rochas, por serem inorgânicas não favorecem o crescimento de fungos, mas a presença de resíduos orgânicos incentiva seu desenvolvimento (KUMAR; KUMAR, 1999). Silva et al. (1985), apud Kumar e Kumar (1999) relata que os resíduos de produtos de algas e bactérias (ou as células mortas desses organismos), folhas em decomposição, e excrementos de aves podem fornecer fontes de alimento.

Danos mecânicos são causados pela penetração das hifas na rocha, e pela expansão e contração do talo (parte vegetativa do fungo), sob mudanças de umidade (PRICE, 1996).

#### **1.3.2.3.3 Algas**

Organismos vegetais microscópicos sem caule nem folhas de formato filamentoso, nas cores verde, vermelho, marrom e preto. Podem ser vistos em ambientes externos e internos de monumentos. Apresentam-se como pó ou depósitos viscosos com espessura variando do décimo de milímetro a alguns milímetros (ICOMOS, 2008).

A presença e ação das algas ocorrem principalmente sobre a superfície de materiais de construção, incluindo os pétreos (com danos maiores), localizados em regiões de clima quente e úmido.

#### **1.3.2.3.4 Líquens**

Organismos formados pela simbiose entre algas e fungos, apresentam talo e geralmente têm formas arredondadas; crescem e se expandem em um ritmo muito lento (1 mm de diâmetro/ano), resistindo a temperaturas extremas, sobrevivem em ambientes de baixa umidade por longos períodos de tempo (BROTO, 2005).

Geralmente são divididos em tipos incrustantes, folhados e epilíticos; quando o talo está, principalmente, no interior da rocha, são chamados de líquens endolíticos. Os líquens mais comuns têm as seguintes colorações: branco acinzentado, amarelo, laranja, verde ou preto e não apresentam qualquer distinção entre caule, raiz e folha. (ICOMOS, 2008).

Desenvolvem-se na superfície externa de materiais rochosos, mas alguns líquens (endolíticos) têm poder de penetração pela produção de ácidos orgânicos (ALMEIDA, 2005). Jones e Wilson (1985) apud Price (1996) analisaram a ação dos líquens, confirmando que seus efeitos são físicos e químicos.

#### **1.3.2.3.5 Musgos**

Organismos vegetais na forma de pequenas almofadas, macias e verdes, com tamanho centimétrico. Apresentam aspecto, geralmente, de micro folhas densas (de tamanho submilimétrico a milimétrico) firmes e juntas. Crescem, de forma geral, sobre a superfície do material, em cavidades abertas, fendas, e em qualquer local permanente ou frequentemente úmido (juntas de alvenaria ou de blocos pétreos), e normalmente obscuro, com sombra (ICOMOS, 2008).

Conforme o excesso ou falta de água os musgos mudam de cor e forma. Nas estações secas do ano tornam-se marrons, mais frágeis e as almofadas encolhem.

#### **1.3.2.3.6 Plantas**

Conforme Broto (2005) as ações de plantas – árvores, não causam danos diretos às rochas, mas sim suas raízes (ações físicas), provocando sua desagregação e ruptura, contribuindo para a ocorrência de outros mecanismos de alteração.

#### **1.3.2.3.7 Animais (pequeno porte)**

O decaimento causado por animais (pequeno porte) nas rochas de monumentos ocorre através de ações físicas (e mecânicas) e de biodeterioração causadas por aves (principalmente pombos) e mamíferos (morcegos) com bicadas, unhas, ninhos, urina, excrementos (como depósitos), etc.

Após a exposição dos mecanismos de alteração atuantes sobre as rochas empregadas em monumentos a pesquisa aborda as patologias resultantes destes processos.

### **1.4 A ocorrência de patologias associadas aos materiais rochosos empregados nos monumentos**

Etimologicamente a palavra patologia tem origem nas raízes gregas – *pathos* e *logos*, definida, de forma geral, como o estudo das enfermidades. Assim, a patologia da construção (bem imóvel) é a ciência que estuda os problemas construtivos que ocorrem no edifício ou em alguma de suas partes (ex: sobre bens integrados pétreos) após sua execução (BROTO, 2005).

As rochas empregadas nos monumentos históricos, quais sejam os litotipos, estão sujeitas aos distintos tipos de mecanismos de decaimento, manifestados através das patologias incidentes nos materiais pétreos. Conforme Dionísio; Aires-Barros e Basto (2004), as rochas interagem com o ambiente em que se localizam, transformando-se de acordo com as solicitações a que estão sujeitas (fatores intrínsecos x fatores extrínsecos).

Mesmo sendo materiais pouco homogêneos (minerais distintos), com descontinuidades (poros e fissuras) e desigualdades em diferentes escalas (gênese,

exploração, emprego no edifício, etc), as rochas têm grande resistência e durabilidade. Mas, devido às ações físicas, químicas ou biológicas, as propriedades (do sistema), principalmente a resistência, podem ser reduzidas por tais processos de alteração desencadeando patologias tanto na superfície quanto internamente ao material pétreo, desagregando e decompondo-os.

Os materiais pétreos vinculados à superfície dos monumentos, no caso bens integrados externos, por serem obras de arte, em função dos processos de alteração atuantes, podem apresentar a perda de seu valor histórico e artístico, além de comprometer a funcionalidade para a qual tais objetos foram destinados (estrutural ou ornamental).

A incidência de patologias sobre as rochas de monumentos, independentemente do emprego e função - alvenaria e/ou bens integrados, estrutural ou ornamental, se inicia com a ocorrência do fenômeno de alteração meteórica (intemperismo), através de processos ou mecanismos (agentes) físicos, químicos, biológicos (fatores aleatórios) e climáticos (fatores constantes) – considerados fatores extrínsecos, ligados a fatores intrínsecos, ou seja, ao substrato do material pétreo (características físicas, mineralógicas e químicas); sem esquecer, também, dos fatores relacionados às questões de projeto (fatores impostos) e aqueles provocados pela ação humana (fatores antropológicos).

Tais agentes, decorrentes do intemperismo, podem atuar tanto separadamente ou em conjunto de forma mais branda ou agressiva (no material pétreo), apresentando uma fase de “incubação” que pode variar de anos, décadas ou séculos, manifestadas sob diferentes tipos de *doenças da pedra*, ou patologias. Disto, medidas de salvaguarda devem ser tomadas para dirimir os fenômenos de decaimento, com a identificação e definição das patologias a fim de caracterizar as causas e sanar o problema (AIRES-BARROS, 1991a; 2001).

Dentre os fatores impostos, relacionados às questões de projeto, a localização dentro do tecido urbano (geralmente consolidado), a orientação geográfica, a geometria e o acervo pétreo contribuem para a ocorrência de patologias dos monumentos, além dos já falados fatores intrínsecos e extrínsecos. Cabe ressaltar que os fatores impostos contribuíram de forma determinante para a escolha dos monumentos objetos de estudo.

As relações voltadas aos fatores antrópicos, ligadas à ação humana, envolvem tanto aquelas executadas pelo técnico com a intervenção no edifício por meio de manutenções, conservação e restaurações, quanto as que envolvem visitantes e vândalos (pichações, etc). Ainda, a poluição atmosférica através da queima (parcial) de combustíveis fósseis e outras atividades realizadas pelo Homem.

Conforme a forma de atuação dos processos ou mecanismos de alteração – agentes físicos, químicos e biológicos, somados aos atmosféricos, as patologias resultantes podem ser agrupadas segundo as incidências provocadas nos materiais pétreos. Muitas das patologias encontradas nas rochas utilizadas em monumentos históricos têm relação direta entre si, podendo, a partir de um dano menor, influenciado pelo tempo de exposição (intempérie), tornar-se um dano maior, mais grave e profundo.

A seguir a definição de termos gerais e das patologias incidentes sobre os materiais rochosos. Evidente que a totalidade das patologias apresentadas aqui podem não aparecer nos monumentos objetos de estudo, uma vez que em função das condições ambientais e dos materiais aplicados podem não incidir sobre os mesmos.

#### **1.4.1 Termos gerais e patologias: definições e caracterização**

Fitzner (2002) relaciona patologias às formas de intemperismo com resultados visíveis sobre os materiais pétreos empregados nos monumentos. Reys; Del Lama e Dehira (2007) relatam que dependendo das condições ambientais e das características do material rochoso, diferentes formas de intemperismo podem ocorrer.

A terminologia empregada para nomear as patologias ocorre a partir de estudos direcionados com a finalidade de obter uma padronização nos termos e suas definições.

Dicionários ou glossários foram produzidos por especialistas na área, relacionados às rochas empregadas em monumentos históricos, nas últimas três décadas. Tais estudos se encontram em Arnold; Jeannett e Zehnder (1980); Fitzner; Heinrichs e Kownatzki (1995), este atualizado por Fitzner e Heinrichs (2002); Grimmer (1984);

Henriques et al. (2004); ICOMOS (2008); Recomendação Normal 1/88 (1991); VDI 3798 (1998).

Em ICOMOS (2008), há, de forma sucinta, um breve relato a respeito dos estudos relativos aos termos e definições de cada glossário, citados no parágrafo anterior e compara-se, com ligeiras alterações (termos e definições), àquele produzido por Fitzner e Heinrichs (2002). Ainda, faz uma compilação dos demais glossários (termos e definições) com a organização em grupos ou famílias das patologias, com estas, relacionadas estritamente aos materiais rochosos (como um elemento individual dentro de um objeto construído – bem integrado, ou escultura) utilizados no patrimônio cultural edificado, conforme a forma da lesão provocada sobre o material pétreo, classificadas, seguindo os processos ou mecanismos de alteração a partir de ações físicas, químicas ou biológicas.

Outros estudos sobre caracterização, definição e nomenclatura de patologias, podem ser vistos em Aires-Barros (2001), Fitzner e Heinrichs (2004) e em Henriques et al. (2005), considerados referência no assunto. Diante do exposto, as patologias aqui mencionadas e descritas estão em consonância com os seguintes autores e seus conceitos: Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008), descartando a sistemática de Fitzner e Heinrichs (2004) pela praticidade maior das outras.

O primeiro autor apresenta vinte e nove termos e suas definições; os demais autores dividem as patologias ou formas de intemperismo em grupos. Enquanto Fitzner e Heinrichs consideram quatro, apenas indicando a designação da patologia associada à foto, o ICOMOS considera cinco grupos, incluindo a família de colonizações biológicas; este autor nomeia e define trinta e três termos, com alguns tendo subtipos de patologias. Já o atlas de fotos das formas de intemperismo em monumentos rochosos (FITZNER; HEINRICHS, 2004) dispõe de cento e dez fotos e sessenta e seis termos, incluindo os subtipos de formas de alteração.

Anteriormente à explanação direcionada à caracterização das patologias, a definição e conceituação de termos gerais utilizados é pertinente, designando também a nomenclatura em inglês.

Silva e Roeser (2003) relatam que as pesquisas envolvendo alterações (patologias) e conservação de materiais rochosos empregados em monumentos apresentam

muitos termos, usados para descrever as mudanças na superfície dos litotipos, destacando degradação, deterioração, danos, desgaste entre outros.

Pode ser citado ainda, somando-se aos outros já mencionados, e considerados como termos gerais relacionados às questões voltadas as patologias de rochas de monumentos: alteração, intemperismo e ruína (decadência, declínio).

#### **1.4.1.1 Termos gerais**

##### **1.4.1.1.1 Alteração (alteration)**

Sob a ótica da conservação define-se como a modificação do material, mas isso, não implica necessariamente um agravamento das suas características (ICOMOS, 2008).

##### **1.4.1.1.2 Deterioração (deterioration)**

Diminuição da qualidade, valor, caráter, etc; depreciação. Processo que age sobre a rocha tanto no seu local de origem quanto depois de explotada (produto final) já aparelhada, trabalhada e empregada junto ao bem imóvel (como alvenaria e/ou bens integrados).

##### **1.4.1.1.3 Degradação (degradation)**

Conforme ICOMOS (2008) o material apresenta queda do estado, qualidade ou capacidade funcional.

##### **1.4.1.1.4 Ruína (decay)**

Outros termos podem ser sinônimos de ruína: decadência, declínio, enfraquecimento, apodrecimento. Resultado da modificação química ou física das

propriedades (características) intrínsecas da rocha que conduz a uma perda de valor ou de comprometimento de uso.

#### **1.4.1.1.5 Dano (damage)**

Percepção humana da perda de valor devido à decadência do material rochoso.

#### **1.4.1.1.6 Intemperismo (weathering)**

Processo (físico, e químico) de ordem natural, ocorrendo também nas rochas empregadas em monumentos (REYS; DEL LAMA e DEHIRA, 2007), sofrendo alterações nas características e deteriorando-se (ICOMOS, 2008).

A seguir os grupos de patologias, com suas denominações, e os tipos e subtipos das formas de intemperismo e nomenclaturas pertencentes a cada uma, adotando como referência aquele produzido por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008). Ambos direcionados inteiramente ao estudo de patologias em monumentos compostos por material rochoso, considerando, aqui, padrões de alterações observáveis a olho nu.

#### **1.4.1.2 Patologias**

Aires-Barros (2001) não propõe uma classificação dos vinte e nove termos divididos em grupos (com subtipos), mas há uma semelhança, quase que total, de nomenclatura com ICOMOS (2008). Este, composto por trinta e três termos, ou tipos, e trinta e quatro subtipos, todos distribuídos em cinco grupos com as terminologias que seguem nas tabelas de cada grupo.

Cabe ressaltar que as patologias não serão caracterizadas, já que, obviamente, nem todas ocorrem sobre os objetos estudados; breve explanação, daquelas incidentes, será feita no Capítulo III – Interpretação e Discussão dos Resultados.

#### 1.4.1.2.1 GRUPO I - Fratura (crack) e deformação (deformation)

Grupo formado por duas terminologias, fratura e deformação, que se relacionam. Fratura apresenta os seguintes subtipos de patologias: fratura, fissuração na forma de estrela, micro fissura, craquelê e clivagem, conforme apresenta a tabela 1.12.

Tabela 1.12 - Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO I FRATURA E DEFORMAÇÃO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008).

| GRUPO I<br>Fratura (crack) e<br>deformação<br>(deformation) | AIRES-BARROS           | ICOMOS                 |                                  |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
|                                                             | TIPOS                  | TIPOS                  | SUBTIPOS                         |
|                                                             | Fraturação/Cracking    | Fratura/Crack          | Fratura/Fracture                 |
|                                                             | Fissuração/Fissure     |                        | Fissuração em estrela/Star crack |
|                                                             |                        |                        | Microfissura/Hair crack          |
|                                                             |                        |                        | Craquelê/Craquele                |
|                                                             |                        |                        | Clivagem/Splitting               |
|                                                             | Deformação/Deformation | Deformação/Deformation |                                  |

### 1.4.1.2.2 GRUPO II – Destacamento (detachment)

A tabela 1.13 apresenta a comparação entre as patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) com seus tipos e subtipos.

Tabela 1.13 - Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO II DESTACAMENTO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008).

|                                                   | AIRES-BARROS                                                                              | ICOMOS                            |                                                      |                                                 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                   | TIPOS                                                                                     | TIPOS                             | SUBTIPOS                                             |                                                 |
|                                                   |                                                                                           |                                   |                                                      |                                                 |
| <b>GRUPO II<br/>Destacamento<br/>(detachment)</b> | Enfolamento,<br>empolamento/<br>Blistering                                                | Empolamento,<br>bolhas/Blistering |                                                      |                                                 |
|                                                   | Falta, perda,<br>lacuna/outburst,<br>lacune                                               | Perda/Bursting                    |                                                      |                                                 |
|                                                   | Esfoliação/Exfoliation                                                                    | Delaminação/<br>Delamination      | Esfoliação/Exfoliation                               |                                                 |
|                                                   |                                                                                           |                                   |                                                      | Pulverização/<br>Powdering                      |
|                                                   |                                                                                           |                                   |                                                      | Arenização/<br>Sanding                          |
|                                                   | Arenização,<br>pulverização,<br>enfarinhamento/<br>Granular<br>desintegration,<br>sanding | Desintegração/<br>Desintegration  | Desintegração<br>granular/Granular<br>desintegration | Desintegração<br>sacaróide/<br>Sugaring         |
|                                                   | Fragmentação,<br>Esboroamento/<br>Intergranular<br>incoherence                            |                                   | Fragmento,<br>fracionamento/<br>Crumbling            | Fragmento, lasca,<br>estilhaço/<br>Splintering  |
|                                                   |                                                                                           |                                   |                                                      | Lasca/Chipping                                  |
|                                                   | Escamação/<br>Desquamation,<br>flaking, peeling                                           | Descamação/<br>Peeling            |                                                      |                                                 |
|                                                   | Lascagem/Scaling                                                                          | Lascagem/Scaling                  | Escamação/Flaking                                    |                                                 |
|                                                   | Separação em<br>placas/Spalling                                                           |                                   | Descamação em<br>placa/Contour scaling               | Descamação em<br>superfícies<br>planas/Spalling |

### 1.4.1.2.3 GRUPO III - Características induzidas pela perda de material (features induced by material loss)

Segundo ICOMOS (2008) este grupo apresenta esta denominação porque os termos das patologias especificadas aqui têm relação com a morfologia da superfície dos materiais rochosos, conforme a tabela 1.14.

Tabela 1.14 - Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO III CARACTERÍSTICAS INDUZIDAS PELA PERDA DE MATERIAL com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008).

|                                                                                                                                                         | AIRES-BARROS                                                | ICOMOS                                               |                                             |                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         | TIPOS                                                       | TIPOS                                                | SUBTIPOS                                    |                                                   |
| <b>GRUPO III</b><br><b>Características</b><br><b>induzidas pela perda</b><br><b>de material (features</b><br><b>induced by material</b><br><b>loss)</b> | Alveolização/<br>Alveolization,<br>honey comb<br>weathering | Alveolização/<br>Alveolization                       | Cavidade/Coving                             | Perda de<br>componentes/<br>Loss of<br>components |
|                                                                                                                                                         | Erosão/Erosion                                              | Erosão/Erosion                                       | Erosão diferencial/<br>Differential erosion | Perda de matriz/<br>Loss of matrix                |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      |                                             | Arredondamento/<br>Rounding                       |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      |                                             | Rugosidade/<br>Roughening                         |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      | Dano de impacto/<br>Impact damage           |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      | Corte, incisões/Cut                         |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             | Dano Mecânico/<br>Mechanical damage                  | Arranhão,<br>raspagem/Scratch               |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      | Abrasão/abrasion                            |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             |                                                      | Apicoamento por<br>ferramenta/Keying        |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             | Depressões, sulcos<br>interligados/<br>Microkarst    |                                             |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             | Lacunas, perdas,<br>partes<br>faltantes/Missing part | Abertura, lacuna/<br>Gap                    |                                                   |
|                                                                                                                                                         |                                                             | Perfuração/<br>Perforation                           |                                             |                                                   |
|                                                                                                                                                         | Picamento/Pitting                                           | Picamento/Pitting                                    |                                             |                                                   |

#### 1.4.1.2.4 GRUPO IV – Descoloração (discoloration) e depósito (deposit)

Neste grupo duas terminologias com suas respectivas patologias. Relacionadas à descoloração, apresentam-se as seguintes patologias: coloração, branqueamento, zona úmida e mancha, como subtipos de descoloração; pátina (com subtipos); filme e grafitismo. As patologias relacionadas a depósito são: crosta (com subtipos), incrustação, sujidade, eflorescência e subeflorescência.

Tabela 1.15 - Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO IV DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008).

|                                                                               | AIRES-BARROS                               | ICOMOS                              |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                               | TIPOS                                      | TIPOS                               | SUBTIPOS                                |
|                                                                               |                                            |                                     |                                         |
| <b>GRUPO IV<br/>Descoloração<br/>(discoloration) e<br/>depósito (deposit)</b> |                                            |                                     | Coloração/Colouration                   |
|                                                                               | Alteração cromática/<br>Chromic alteration | Descoloração/Discolouration         | Branqueamento/<br>Bleaching             |
|                                                                               | Mancha, sujidade/<br>Stain, soiling        |                                     | Zona úmida/Moist area                   |
|                                                                               | Película/Pellicle                          | Filme/Film                          | Manchamento/Staining                    |
|                                                                               | Pátina/Patina                              | Pátina/Patina                       | Pátina ferruginosa/<br>Iron rich patina |
|                                                                               |                                            | Grafitismo, pichação/<br>Graffiti   | Pátina de oxalato/<br>Oxalate patina    |
|                                                                               | Depósito superficial/<br>Surface deposit   | Depósito/Deposit                    |                                         |
|                                                                               | Crosta/Crust                               | Crosta/Crust                        | Crosta negra/Black crust                |
|                                                                               | Incrustação/Crusting                       |                                     | Crosta de sal/Salt crust                |
|                                                                               | Concreção/Concretion                       | Incrustação/Encrustation            | Concreção/Concretion                    |
|                                                                               | Mancha, sujidade/<br>Stain, soiling        | Sujidade/Soiling                    |                                         |
|                                                                               | Eflorescência/<br>Efflorescence            | Eflorescência/Efflorescence         |                                         |
|                                                                               |                                            | Subeflorescência/<br>Subflorescence |                                         |

#### 1.4.1.2.5 GRUPO V - Colonização Biológica (biological colonization)

Neste grupo os termos dos autores escolhidos como referência consideram os mesmos conceitos, porém com nomenclatura diferenciada. Aires-Barros (2001) agrupa as patologias em termo único e ICOMOS (2008) separa, distinguindo as patologias originadas por microrganismos e macrorganismos, conforme apresentado na tabela 1.16.

Tabela 1.16 - Comparação entre patologias caracterizadas por Aires-Barros (2001) e ICOMOS (2008) – GRUPO V COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA com seus tipos e subtipos, modificado de ICOMOS (2008).

|                                                                            | AIRES-BARROS                                                                | ICOMOS                                            |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                                                            | TIPOS                                                                       | TIPOS                                             | SUBTIPOS                                             |
| <b>GRUPO V<br/>Colonização<br/>Biológica (biological<br/>colonization)</b> | Presença de vegetação,<br>Colonização Biológica/<br>Plants, Biogenic crusts | Colonização biológica/<br>Biological colonization | Biofilme/Biofilm                                     |
|                                                                            |                                                                             | Alga/Alga                                         |                                                      |
|                                                                            | Pátina biológica/<br>Biological patina                                      | Líquen/Lichen                                     | Incrustados<br>Folhados<br>Epilíticos<br>Endolíticos |
|                                                                            |                                                                             | Musgo/Moss                                        |                                                      |
|                                                                            |                                                                             | Fungo/Mould                                       |                                                      |
|                                                                            |                                                                             | Planta/Plant                                      |                                                      |

Por tratar de obra de arte, de singularidade explícita, a abordagem técnica discorre sob a ótica teórica e prática, obviamente relacionadas e associadas ao patrimônio cultural edificado com foco, aqui, nos monumentos históricos de arquitetura religiosa, tombados, ou seja, bens passíveis de ações, diretrizes, normas e procedimentos específicos sobre seus materiais constituintes, inclusive os rochosos (bens integrados).

O material rochoso alterado, bem integrado, que passou por transformações devido aos agentes de intemperismo atuantes no ambiente em que se encontra, agora necessita de cuidados especiais convergindo para critérios específicos aplicados aos mesmos, a fim de preservar seu valor histórico e artístico, sua autenticidade e integridade.

O surgimento e a evolução das idéias preservacionistas focadas no patrimônio cultural permitem acompanhar de como foram pensadas, conforme a época,

estendendo-se até a contemporaneidade, e de como foram aplicadas a partir dos conceitos e questões voltadas à preservação, conservação e restauração de monumentos históricos e seus materiais constituintes. De forma sucinta, uma retrospectiva histórica de tais idéias e teorias serão abordadas.

A parte teórica mostra, conceitualmente, os caminhos para a proteção e preservação de monumentos históricos e seus materiais (bens integrados). Está embasada nas questões direcionadas aos instrumentos legais de legislação, e nos documentos específicos, discutidos, elaborados e consagrados por especialistas, atuantes no âmbito patrimonial construído – as cartas patrimoniais, recomendações, declarações, etc, títulos de referência sobre preservação, conservação e restauração de bens culturais; na presente pesquisa bens imóveis e, por extensão, bens integrados vinculados à superfície dos mesmos. Ainda têm-se a pesquisa documental do monumento alvo de investigação, com o levantamento de dados arquivísticos (desenhos técnicos, fotográficos, intervenções – conservação, restauração, etc), históricos, artísticos e iconográficos; e as normas técnicas (nacionais e internacionais) com seus procedimentos para a execução de análises laboratoriais.

A parte prática constitui o caminho para a preservação, conservação e, em última instância, a restauração através da execução das ações e diretrizes conceituadas e determinadas pelos instrumentos legais de legislação e cartas patrimoniais (entre outros) composta por duas formas de análise (técnicas) incidentes sobre monumentos e seus materiais: a não destrutiva e a destrutiva.

### **1.5 As origens e evolução das idéias de preservação, conservação e restauração: do Renascimento à contemporaneidade**

De forma sucinta, apresenta-se a seguir um quadro retrospectivo, a partir do Renascimento à contemporaneidade, percorrendo sobre a evolução das idéias de preservação, conservação e restauro, destacando os teóricos e suas doutrinas, aplicadas sobre os monumentos históricos e seus materiais.

Tal retrospectiva, por razões óbvias, não pode ser dissociada da evolução histórica ao longo do tempo, mas, aqui, a abordagem será sob a ótica técnica (teórica) a fim de compreender o avanço no pensamento para com as intervenções (prática) em monumentos históricos.

Esta retrospectiva preservacionista tem, em seus estudos, estreita ligação com as rochas por ser o material empregado em larga escala nos monumentos históricos, seculares, tendo referências vitruvianas e de tratadistas do Renascimento (OLIVEIRA, 2002).

É no Renascimento que começam os primeiros pensamentos e conceitos acerca da origem de idéias preservacionistas, de conservação e restauração de monumentos históricos; “pode ser visto como o momento de uma nova consciência de valores culturais ameaçados pela destruição de monumentos da Antiguidade, o reconhecimento do significado patriótico destes monumentos para o mundo moderno” (JOKILEHTO, 1999).

A preservação, tal como entendida hoje, de bens culturais tem raízes longínquas, sendo percebida desde o século XV, quando ocorrem as primeiras discussões a respeito do assunto. Nesta época as intervenções sobre as obras de períodos anteriores apresentavam uma conotação essencialmente de ordem prática e utilitária que, gradativamente, deixam de ter este intuito, passando a ter uma motivação cultural. No fim do século XVIII a preservação sistematiza-se e adquire, em uma crescente, maior autonomia consolidando-se como campo disciplinar autônomo, principalmente a partir do século XX (KÜHL, 2006).

Com relação à preservação e conservação dos monumentos da Antiguidade Riegl (1999, p. 35) afirma que:

[...] se pode dizer com toda a justiça que a verdadeira conservação de monumentos, no sentido moderno, começou no Renascimento italiano com o despertar de uma valorização consciente pelos monumentos clássicos, assim como com o estabelecimento de disposições legais para sua proteção.

No Renascimento, à época do séc. XV, com os estudos e registros sobre as obras da Antiguidade Clássica – Grécia e Roma, é que as questões voltadas à preservação, de forma branda, começam ser discutidas, buscando, primeiramente, uma retomada e reconhecimento de uma tradição clássica; neste período muitos monumentos antigos, demolidos, serviram de fonte de materiais para a construção de edifícios novos (ZEIN; DI MARCO, 2007).

Naquele século a figura do arquiteto italiano Leon Batista Alberti tem significativa importância pelos seus estudos acerca do assunto, culminando no tratado *De re aedificatoria*, escrito em latim entre 1443 e 1452, composto por dez livros, cujo conteúdo discorre sobre a arte de edificar, compreendendo o campo do urbanismo à arquitetura, neste, com a preservação e conservação de monumentos históricos. Alberti teve como referência o tratado romano *De Architectura* do arquiteto e engenheiro Vitruvius Pollio escrito, provavelmente, entre o ano 27 a.C. e durante o primeiro século da Era Cristã (JOKILEHTO, 1999).

Diferentemente ao século anterior onde seus tratados de arquitetura tiveram um caráter essencialmente literário e humanista, aqueles escritos durante o século XVI apresentam em seus estudos um enfoque estritamente arquitetônico com a ênfase voltada às ilustrações e guias, amadurecendo e ampliando o conhecimento e compreensão relacionados aos monumentos da Antiguidade Clássica. Destaque para os tratados produzidos por Jacopo Barozzi Vignola (1507-73) – *As regras das cinco ordens de Arquitetura*, publicado em 1562, e Andrea Palladio (1508-80) – *Os quatro livros da Arquitetura*, publicado em 1570 (JOKILEHTO, 1999).

A partir do século XVIII há um grande interesse pelas coisas do passado, de caráter essencialmente arqueológico, colecionista e classificatório; percebe-se um amadurecimento de movimentos a favor da preservação e restauração de monumentos históricos (ZEIN; DI MARCO, 2007).

As noções de preservação surgidas, de forma isolada e esporádica, a partir do Renascimento, amadurecidas entre os séculos XV e XVIII foram, posteriormente, conjugadas na formação das vertentes teóricas da restauração (KÜHL, 2006). Tais vertentes teóricas ocorrem em diversos países da Europa – Itália, França, Inglaterra, e países Germânicos em meados do séc. XVIII e início do XIX, percorrendo até o

século XX, [...] embasadas em princípios teóricos que fundamentam este campo, em pelo menos dois séculos de produções teóricas associadas a experimentações práticas importantes (KÜHL, 2006).

Na cena européia, dentro deste panorama teórico-prático, dois momentos importantes no que diz respeito aos debates sobre preservação devem ser considerados: o período pós-revolução francesa (fim do séc. XVIII / início do séc. XIX) e pós Primeira e Segunda Guerra Mundial (início e meados do séc. XX), todos em função da destruição de monumentos históricos.

Na França, fim do séc. XVIII, os relatórios apresentados pelo abade Henri Grégoire (1750-1831) sobre os atos de vandalismo foram determinantes para a implantação das primeiras medidas de um Estado, na Era Moderna, objetivando a preservação de monumentos (VIOLLET-LE-DUC, 2000). Conforme Zein e Di Marco (2007) as consequências do pós-guerra introduzem novos questionamentos acerca da ponderação entre a necessidade de reconstrução e a necessidade de modernização das cidades afetadas.

Entre os teóricos preservacionistas, em ordem cronológica, destaque para os discursos e fundamentos de Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc, John Ruskin, estes contemporâneos; posteriormente Camillo Boito, Gustavo Giovannoni, Luca Beltrami, Alois Riegl e Césare Brandi.

Na Itália, após grandes descobertas arqueológicas em meados do séc. XVIII – as cidades de Herculano, Pompéia e Stabla (JOKILEHTO, 1999), origina-se e impulsiona, no início do séc. XIX, a fase do *restauro arqueológico*; teoria baseada na diferenciação dos materiais empregados e simplificação das novas formas, evitando a idéia de falsificação, distinguindo o material original do novo.

Nesta época destaque para o arquiteto Giuseppe Valadier (1762-1839) e Raffaele Stern (1774-1820) que atuaram juntos nas obras de restauro, executadas entre 1817 e 1824, do Arco de Tito (81 d.C.) – substituíram o mármore grego (original) pelo Travertino (ZEIN; DI MARCO, 2007). Os dois atuaram também nas intervenções do Coliseu, que por muito tempo (séculos) serviu de fonte de materiais com a retirada para outras construções; Stern na primeira fase a partir de 1806 e Valadier na

segunda fase no ano de 1823. Na primeira fase a intervenção é puramente conservativa;

Optou-se pela construção de um esporão oblíquo de tijolos em uma das extremidades da curvatura externa [...] ao se decidir preservar o quanto possível e consolidar os elementos tal como se encontravam. Foram mantidos, inclusive, os testemunhos dos processos de degradação, podendo-se apreciar os mecanismos do desabamento então em curso (BOITO, 2003, p.17-18).

Na segunda fase o outro extremo do anel externo foi consolidado, com o arquiteto promovendo

[...] a reconstituição e a retomada das formas primitivas, construindo arcos em número decrescente de baixo para cima. Foi empregado o tijolo, que deveria ter recebido um revestimento imitando o travertino, mas permaneceu aparente, e em alguns casos específicos, o próprio travertino, sendo possível diferenciar a intervenção dos elementos originais pela mudança de material (BOITO, 2003, p.18).

Na França e Inglaterra, em meados do séc. XIX, ocorrem simultaneamente duas doutrinas com discursos completamente antagônicos. Uma de caráter intervencionista, na França, e outra não intervencionista, na Inglaterra, defendidas, respectivamente, por Viollet-le-Duc e John Ruskin.

Na França, pós-revolução francesa, ocorre a fase do *restauro estilístico*, tendo como expoente máximo Viollet-le-Duc (1814-1879), arquiteto e restaurador, considerado um dos primeiros teóricos preservacionistas de monumentos históricos. Contribui com seus escritos, destacando-se o *Dictionnaire Raisonné de l'Architecture Française du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> Siècle*, publicado entre 1854 e 1868, composto por dez volumes. Nesta publicação, destaque para o verbete Restauração definido assim:

A palavra e o assunto são modernos. Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca [teoria colocada em prática por ele] em um dado momento (VIOUET-LE-DUC, 2000, p. 29).

Viollet-le-Duc defende que o monumento deva representar o momento mais significativo de sua história, como testemunho de uma época; assim, promove

intervenções, subtraindo elementos acrescentados em períodos posteriores (àquele considerado mais significativo), “limpando” e buscando dar um estilo único ao edifício sem ter respeito pela matéria, configuração primitiva e as sucessivas transformações sofridas ao longo do tempo (intervenções, e aquelas devido aos fatores intrínsecos e extrínsecos aos materiais).

“O seu procedimento se caracterizava por, inicialmente, procurar entender profundamente um sistema, concebendo então um modelo ideal e impondo, a seguir, sobre a obra, o esquema idealizado” (VIOLETTE-LE-DUC, 2000, p. 18).

A partir deste processo o objetivo de Viollet-Le-Duc era a busca da unidade de estilo em um estado completo totalmente idealizado; colocar-se no lugar do arquiteto primitivo e adivinhar aquilo que ele teria feito (BOITO, 2003).

Na Inglaterra acontece um movimento não intervencionista, valorizando os sinais do tempo e respeitando o edifício e seus materiais originais; oposto ao pensamento de Viollet-Le-Duc, considerava qualquer acréscimo importante e digno de preservação. Este movimento foi chamado de *restauro romântico* (ZEIN; DI MARCO, 2007), cujo expoente maior foi John Ruskin (1818-1900), crítico de arte, poeta, filósofo e ambientalista, seguido por Williams Morris (1834-1896).

Na sua obra, *As sete lâmpadas da arquitetura*, de 1849, Ruskin defendia, a partir de sua conceituação de monumento histórico, radicalmente a não atuação sobre o mesmo, ou seja, intervir com restauração era destruir o monumento, o certo seria a contemplação (CHOAY, 2006). Conforme Ruskin (1955) a restauração “significa a destruição mais completa que pode sofrer um edifício”.

Pela postura teórica de Ruskin e Morris conclui-se que a atuação, sobre os materiais, dos fatores extrínsecos fazem parte do processo de degradação, até a ruína do monumento histórico. Ruskin e Morris legitimam a ruína como parte (final) da existência do edifício; mas admitem que o fim do edifício possa ser retardado com a manutenção e consolidação, desde que seja imperceptível e respeite a matéria original.

Pela exposição das duas doutrinas e o significado dos termos envolvidos em intervenções sobre os materiais de monumentos históricos, em suma, aquela

intervencionista, de Viollet-le-Duc, e a não intervencionista, de Ruskin, leva a crer que o primeiro identifica-se com a restauração, enquanto que o segundo com a preservação e, de certa forma, a conservação.

Após a exposição destas duas doutrinas consideradas por Choay (2006) como de uma primeira geração, voltando à Itália, no último quartel do séc. XIX surge outra reflexão, crítica e complexa, com a vertente do *restauro moderno* defendida por Camillo Boito (1836-1914). Arquiteto, restaurador, crítico e historiador da arte, Boito formula sua doutrina com base na oposição das idéias de seus antecessores (Viollet-le-Duc e Ruskin); retira de ambas doutrinas o que considera de melhor, mas nem sempre iria aplicar em suas intervenções nos monumentos históricos.

A partir de Viollet-le-Duc, Boito considera e prioriza o presente sobre o passado e legitima a restauração, mas com uma ressalva: como a última instância de intervenção se, anteriormente todos os meios de salvaguarda (manutenção, consolidação, etc) fracassar. A partir de Ruskin elabora sua concepção de conservação para os monumentos históricos, embasada na noção de autenticidade, com a preservação da pátina e os acréscimos ocorridos ao longo da existência do edifício (CHOAY, 2006).

Na conferência “Os Restauradores” proferida por ele no ano de 1884 na Exposição de Turim aponta que conservação e restauração são muito diferentes, contrárias uma da outra; [...] “não se pode chamar restauração a qualquer operação que, não se intrometendo naquilo que é arte na obra antiga ou velha, busca apenas sua conservação material” (BOITO, 2003, p. 46); sintetiza a teoria e a prática (conceitos e experiências) associados à restauração, acumuladas ao longo do tempo, com a reformulação configurando embasamentos importantes para a teoria contemporânea (BOITO, 2003). Jokilehto (1999) faz referência à diferença considerada por Boito entre conservação e restauração; “restauradores são quase sempre ‘supérfluos e perigosos’; conservação é frequentemente, exceto em casos raros, ‘a única coisa sensata’ a fazer”.

Esta visão mostra que considera o monumento como documento histórico; preconiza o respeito à substância (matéria) original, as marcas da passagem do tempo e as

várias fases da obra, além de recomendar a mínima intervenção e a distinção dos acréscimos feitos pela ação contemporânea (KÜHL, 2006).

Zein e Di Marco (2007) mostram que os princípios do *restauro moderno* norteiam a escola italiana de restauro, consolidada em 1883, na “Carta de Restauração” influenciando, posteriormente, outros documentos internacionais que levantam questões como o ambiente envoltório de monumentos e a preservação de bens culturais em tempos de guerra.

A contribuição de Boito fornece as bases para o pensamento e teorias seguintes, já no séc. XX, no que diz respeito aos princípios das intervenções sobre os materiais empregados nos monumentos históricos. A partir de seus conceitos voltados à autenticidade, hierarquização das intervenções (de acordo como estilo e idade dos monumentos) e estilo de restauração (associada ao conjunto de regras elaboradas) estabelece os fundamentos críticos da restauração como disciplina. (CHOAY, 2006).

Ao mesmo tempo, no último quartel do séc. XIX, na Itália, Luca Beltrami (1854-1933), aluno de Camillo Boito em Milão, tinha seus próprios princípios teóricos, com a teoria do *restauro histórico*.

Considerava o monumento como um documento, com as reconstituições e intervenções balizadas pelo estilo original da obra, fundamentadas a partir de documentação como livros, arquivos e gravuras e, também, na análise da edificação, abrindo caminho para certa margem de subjetividade; tais características são influenciadas pelo tempo em que Luca Beltrami estudou e morou na França, associadas às posturas do *restauro estilístico* (Viollet-le-Duc), podendo ser considerada como uma alternativa moderada a esta vertente (KÜHL, 2006; ZEIN; DI MARCO, 2007).

Também na Itália, mas no início do séc. XX, com Gustavo Giovannoni (1873-1947) surge o *restauro científico* a partir da reelaboração da teoria de Boito. Giovannoni, apoiado nos conceitos de Boito, consolidou a base de uma abordagem moderna para a conservação (JOKILEHTO, 1999).

Giovannoni, na sua teoria, prioriza os valores documentais, enfatizando o embasamento crítico e científico, prática consolidada no séc. XX, fundamentada nas

teorias posteriores. Também considera a questão do ambiente em que se encontra o monumento ganhando importância, assim como a arquitetura menor, ou seja, não monumental. Conforme Jokilehto (1999), quanto às intervenções nos monumentos, buscava a manutenção e consolidação, objetivando essencialmente a preservação da autenticidade da estrutura, confrontando àquelas mais drásticas, mas, se fossem necessárias, distinguindo os materiais novos dos originais (evitar as falsificações) e defendia a preservação de todas as etapas, ou fases, em que o monumento passou; sendo assim, refere-se ao edifício como um documento histórico.

Baseado na teoria de Giovannoni em função de seus conceitos e trabalhos acerca das intervenções, somados à primeira Carta Patrimonial – Carta de Atenas, de outubro de 1931, quando se discutiu as doutrinas e princípios concernentes à preservação e proteção dos monumentos históricos é redigida a Carta Italiana de Restauro, de 1932, que propõe a execução de inventário dos monumentos históricos (Itália), a negação veemente de reconstituições integrais e a ocupação e uso dos edifícios (ZEIN; DI MARCO, 2007).

Na Áustria, Alois Riegl (1857-1905), historiador de arte, jurista e filósofo, e Camillo Sitte (1843-1903), arquiteto, são as figuras de destaque. Riegl com sua atuação teórica voltada ao edifício, enquanto que Sitte tem o enfoque no urbanismo.

Riegl e sua obra *O culto moderno dos monumentos*, de 1903, contribui de forma incisiva em prol da conservação de monumentos,

[...] “oferecendo meios inovadores tanto para a teoria quanto para a prática da preservação dos monumentos históricos, abarcando aspectos normativos (no caso, na Áustria), e elaborando análises agudas sobre o papel dos monumentos históricos e suas formas de apreensão por uma dada sociedade” (KÜHL, 2006, p. 19-20).

Em *O culto moderno dos monumentos*, a análise feita por Riegl é baseada na oposição de duas categorias de valores: os valores de rememoração, ligados ao passado e dizem respeito aos valores da memória, da história, e de ancianidade (do monumento histórico); e os valores de contemporaneidade, relacionados ao valor artístico, dividido em relativo e de novidade, e os valores de uso, todos atribuídos ao presente (CHOAY, 2006).

Camillo Sitte em seu livro, de 1889, *A construção das cidades segundo seus princípios artísticos*, direciona, com suas idéias e definições, para a preservação do tecido urbano tradicional; considera importante a relação entre o monumento histórico e seu ambiente circundante, opondo-se ao isolamento do edifício ante seu contexto (ZEIN; DI MARCO, 2007).

No quadro retrospectivo, na transição do séc. XIX para o XX as obras de Camillo Boito e de Alois Riegl (de forma mais ampla) conferem à conservação, de monumentos históricos, o *status* de disciplina (CHOAY, 2006), assim como a obra de Gustavo Giovannoni, embasada na de Boito, com este, fornecendo as bases para o desenvolvimento do restauro moderno.

Na década de 40 (séc. XX) a destruição em consequência da II Guerra Mundial, na Itália, foi como um choque para os italianos. A primeira reação foi o sentimento de que monumentos e cidades históricas deveriam ser restaurados e reconstruídos, mesmo que isto fosse contra as diretrizes conservativas estabelecidas (JOKILEHTO, 1999).

Como dito anteriormente, os debates, à época, sobre preservação foram intensos. A velocidade que deveria ter-se com relação às ações sobre os sítios históricos e seus monumentos não eram compatíveis com a doutrina que estava em voga: a do *restauro científico*; mesmo com sua metodologia de trabalho sendo segura e com resultados satisfatórios, para a época, era onerosa, morosa e complexa.

Na Itália, há o questionamento de tal doutrina, já que o momento necessitava de [...] “uma reelaboração teórica, de caráter estético e filosófico, em decorrência da crise teórico-metodológica evidenciada pelos danos dos bombardeiros da Segunda Guerra Mundial”, conforme Carbonara, apud Brandi (2004, p. 12-13), configurando-se assim o surgimento e proposta do *restauro crítico*, a partir da formulação das bases conceituais por Benedetto Croce (1866-1952), seguido por teóricos como Giulio Carlo Argan, Roberto Pane, Renato Bonelli, Cesare Brandi (1906-1988) entre outros.

Argan, historiador de arte dos mais famosos, enfatiza o caráter científico da restauração e que o restaurador deve ter, em vez de habilidades artísticas, competência técnica e histórica aliada à grande sensibilidade. Diferenciava o

‘restauro conservativo’ e o ‘restauro artístico’, com o primeiro priorizando e objetivando a consolidação do material da obra de arte assim como a prevenção da degradação, enquanto que o segundo apresenta uma série de operações baseadas na evolução histórico-crítica da obra de arte, objetivando o restabelecimento da qualidade estética (JOKILEHTO, 1999).

A doutrina do *restauro crítico*, para Giovanni Carbonara:

Parte da afirmação de que toda intervenção constitui um caso em si, não classificável em categorias (como aquelas meticulosamente precisadas pelos teóricos do chamado restauro ‘científico’: completamento, liberação, inovação, recomposição, etc.), nem responde a regras prefixadas ou a dogmas de qualquer tipo, mas deve ser reinventado com originalidade, de vez em vez, caso a caso, em seus critérios e métodos. Será a própria obra, indagada atentamente com sensibilidade histórico-crítica e com competência técnica, a sugerir ao restaurador a via mais correta a ser empreendida (BRANDI, 2004, p. 13).

Posteriormente à teoria do *restauro crítico*, Cesare Brandi após seus longos anos como diretor e estudos à frente do ICR – Instituto Central de Restauração (desde a fundação em 1938 até 1960), em Roma, permitiu-lhe a aquisição e conhecimento teórico profundos, passado à prática no mais alto grau, formulando a *Teoria da Restauração*. Brandi, formado em direito e letras, dedicou-se à crítica e história da arte, a estética e a restauração.

A conceituação da *Teoria da Restauração*, de 1963, transformou-se em um marco da contemporaneidade no que diz respeito à visão e às ações sobre os monumentos e obras de arte.

Para definir o conceito de restauração Brandi (2004) parte de um esquema preconceitual afirmando que, em geral, o ato de restaurar está baseado em qualquer forma interventiva, com a finalidade básica de fornecer eficiência a um produto da atividade humana, seja de manufatura industrial ou relacionada às obras de arte. Obviamente que a forma de restauro é distinta entre os produtos da atividade humana, industriais e obras de arte, onde restabelecer a funcionalidade está associado aos primeiros. A obra de arte, enquanto produto da atividade humana apresenta duas instâncias: a estética e a histórica.

A mesma conceitua: “restaure-se somente a matéria da obra de arte” e segue: “a restauração deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isso seja possível sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem cancelar nenhum traço da passagem da obra de arte no tempo” (BRANDI, 2004, p. 33).

Na sua teoria, Brandi resume o conceito essencial da conservação em relação às obras de arte; enfatiza, também, o papel da definição histórico-crítica como base para qualquer intervenção e destaca a importância da conservação da autenticidade do bem. Apesar de concebida, principalmente em termos de obras de arte, considera-as essencialmente relevante, também, para a arquitetura. Desta forma, sua teoria faz uma espécie de gramática, cuja utilização requer uma consciência histórica muito apurada (JOKILEHTO, 1999).

Segundo Carbonara, apud Brandi (2004), na contemporização das duas instâncias, a histórica e a estética, está o núcleo de todo o pensamento, desde o século XVI até hoje, sobre o restauro.

Após esta retrospectiva de como evoluiu o pensamento com relação às intervenções no patrimônio cultural material, a partir de meados do séc. XX com o *restauro crítico*, seguido pela *Teoria da Restauração* de Brandi (de 1963), mostra que tais formulações “evidenciam a individualidade e particularidades de cada obra, sendo essencial o juízo crítico (que não deve ser confundido com uma mera interpretação e muito menos com uma opinião pessoal), alicerçado na história da arte e na estética” segundo Kühl, apud Brandi (2004, p. 13).

Giovanni Carbonara atesta que com o *restauro crítico* e a *teoria da restauração* de Brandi foram traçados novos horizontes no desenvolvimento deste campo de atuação no que diz respeito à preservação do patrimônio cultural em todo o mundo a partir da ampliação do conceito de bem cultural (incluindo-se os bens integrados);

[...] estamos convencidos de que a linha mais correta e mais consoante à defesa do patrimônio cultural – não só italiano nem só europeu -, seja a crítico-brandiana, desde que se tenha presente que a ampliação que ocorreu do conceito de bem cultural fez emergir, na sua nova dimensão quantitativa, a necessidade de uma tutela difusa e de um empenho específico na defesa da documentação histórico-testemunhal como tal

(“testemunhos que possuem valor de civilização”, “expressões de cultura material”, “objetos de pesquisa científica”); uma linha a ser percorrida, portanto, com atenção especial por aquela declinação crítico-conservativa [...] que se pode reconhecer no que tange ao campo arquitetônico, nas mais recentes e perspicazes reflexões sobre a matéria (BRANDI, 2004, p.17).

Agregadas a esta afirmação, Choay (2006, p. 152-153) acrescenta e relata que:

No curso do séc. XX os estudos preparatórios para a conservação e restauração dos monumentos históricos exigiram a aquisição suplementar de novos e numerosos conhecimentos científicos e técnicos, ligados, sobretudo à degradação dos materiais.

Evidencia que a evolução do pensamento com relação às intervenções (conservação e restauração) executadas em monumentos históricos exige a multidisciplinaridade; obviamente, o avanço nos estudos, o aumento de profissionais envolvidos, assegura a partir da interrelação de questões teóricas uma prática interventiva correta sobre os materiais, sejam estes de qualquer suporte.

O pensamento voltado às ideologias e doutrinas de preservação de monumentos históricos com seus estudos teóricos e as práticas, iniciados no Renascimento, disseminaram-se pelo mundo, influenciando e originando, primeiramente (nos países europeus), instituições e instrumentos de legislação, documentos de referência, normas e procedimentos internacionais e nacionais, voltados à proteção, preservação, conservação e restauro de bens culturais.

#### **1.5.1 Os instrumentos legais de legislação, as cartas patrimoniais, a pesquisa documental e as normas técnicas – parte teórica**

Primeiramente, para uma correta e bem sucedida intervenção em um bem cultural (imóvel, móvel e integrado), de valor histórico e artístico, o conhecimento aprofundado dos instrumentos legais de legislação, das cartas patrimoniais e outros documentos, e de uma minuciosa investigação baseada na pesquisa documental é de suma importância, além das normas técnicas para a realização de ensaios e análises laboratoriais (parte prática). Assim, segue, de forma sucinta, a relação e

explicação de tais itens, citados anteriormente e relacionados aos monumentos históricos.

#### **1.5.1.1 Instrumentos legais de legislação**

No Brasil, os instrumentos legais de legislação para com a proteção e preservação do Patrimônio Cultural aparecem nas disposições do Decreto-Lei nº 25, sancionado em 30 de novembro de 1937 (âmbito federal) e nas atribuições contidas na atual Constituição Federal promulgada em 1988;

O Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional, considerando, no território nacional, o conjunto de bens culturais móveis e imóveis de interesse público, e também os monumentos naturais, sítios e paisagens.

Institui o instrumento jurídico do tombamento de tais bens, pelo seu valor histórico, artístico, arqueológico ou etnográfico e bibliográfico, através da inscrição em quatro Livros do Tombo, onde cada um pode conter vários volumes. Os Livros do Tombo classificam os bens conforme sua categoria, a saber:

- Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, as coisas pertencentes às categorias de arte arqueológica, etnográfica, ameríndia, popular, assim como aquelas de ordem natural;
- Livro do Tombo Histórico, as coisas de interesse histórico e as obras de arte históricas;
- Livro do Tombo das Belas-Artes, as coisas de arte erudita nacional ou estrangeira;
- Livro do Tombo das Artes Aplicadas, as obras que se incluam na categoria das artes aplicadas, nacionais ou estrangeiras.

A origem do termo tombamento está na Torre do Tombo, Lisboa, Portugal. Lá eram registrados todos os assentamentos públicos do Reino e do Ultramar (colônias) em livros de registro oficiais.

Conforme Curtis (1981) apud Lersch (2003) o tombamento é entendido como “o registro em livro próprio de órgão de proteção ao patrimônio cultural pertencente a qualquer dos três níveis de poder, federal, estadual ou municipal. A maior importância do ato reside no poder de polícia que, sobre o bem tombado, a repartição competente passa a exercer”.

Na pesquisa os dois objetos de estudo – Igreja de São Pedro dos Clérigos e Igreja de Nossa Senhora da Piedade - são tombados, no âmbito federal, e estão inscritos no Livro do Tombo de Belas Artes.

O tombamento da Igreja de São Pedro dos Clérigos inclui também o Pátio de São Pedro com seu conjunto arquitetônico. O número do processo é: 0123-T-38. Inscrito no Livro Belas Artes com o número de inscrição: 187; Vol. 1; F. 033; Data: 20/07/1938.

O tombamento da Igreja de Nossa Senhora da Piedade ou Igrejinha da Piedade tem como número do processo 0463-T-52. Inscrito no Livro Belas Artes com o número de inscrição: 406; Vol. 1; F. 078; Data: 04/08/1952.

Em ambos os monumentos o tombamento inclui todo o acervo, inclusive os bens integrados pétreos, de acordo com a Resolução do Conselho Consultivo da SPHAN, de 13/08/85, referente ao Proc. Administ. nº 13/85/SPHAN.

#### **1.5.1.2 Cartas patrimoniais**

Como títulos de referência, as cartas patrimoniais e outros, baseiam no âmbito técnico (parte teórica), a preservação, a conservação, restauração e proteção do patrimônio cultural tanto no âmbito nacional quanto internacional. Delegam os parâmetros de embasamento quanto às intervenções, a serem executadas por aqueles que trabalham na área patrimonial.

As cartas patrimoniais, desde a primeira - Carta de Atenas, de outubro de 1931 – em ordem cronológica, permitem uma leitura da evolução do pensamento preservacionista através dos tempos e do seu reatamento nas tarefas

contemporâneas, possibilitando, assim, do que foi ou não assimilado e transposto para nossa realidade (CURY, 2000).

O conteúdo da Carta de Atenas, de 1931, trata do restauro sobre monumentos históricos, sendo o ponto de partida nas questões normativas internacionais voltadas ao patrimônio.

Dentre as cartas patrimoniais, destaque para a Carta de Veneza, de 1964, que se apóia, entre outras, na *Teoria da Restauração* de Cesare Brandi. Carta internacional sobre conservação e restauração de monumentos e sítios, sendo a primeira a abordar o conceito de autenticidade relacionado ao patrimônio cultural material.

A partir de então, muitas discussões sobre a conceituação de autenticidade se desenvolveram, mas apenas em 1994 foi realizada, no contexto global, uma discussão sobre o conceito e os atributos por meio dos quais a autenticidade se manifesta: a Conferência de Nara. A publicação do documento originado na Conferência de Nara (1994) impulsionou países a elaborarem suas próprias cartas a partir da ótica particular de suas culturas. Dentre esses documentos, três mereceram destaque no campo da conservação: a Carta de Brasília (1995), a Declaração de San Antonio (1996) e a Carta de Riga (2000) (CECI, 2008).

As cartas e convenções, tanto nacionais quanto internacionais, atuam como parâmetros no que diz respeito às intervenções sobre os monumentos históricos, protegidos por legislação específica.

#### **1.5.1.3 Pesquisa documental**

O estudo embasado a partir da identificação e conhecimento dos monumentos através da pesquisa documental – arquivística, histórica, artística e iconográfica, enfoca, dentre outras questões, a possibilidade de descoberta quanto á origem geológica do material pétreo, evolução construtiva, litotipos empregados e intervenções nos monumentos, relacionados aos bens integrados, objetos de estudo.

#### **1.5.1.4 Normas técnicas**

O conhecimento das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é de suma importância para a realização de ensaios e análises, com o intuito de conhecer o comportamento e caracterização dos materiais.

#### **1.5.2 As análises não destrutivas e destrutivas – parte prática**

A análise dos materiais pétreos de monumentos históricos divide-se em duas categorias; uma de observação macroscópica – não destrutiva, e outra interventiva – destrutiva, com a finalidade de obter amostras. A seguir as formas de análises com seus respectivos procedimentos para posteriores, e corretas, ações interventivas, seja de conservação, manutenção ou restauro sobre os materiais rochosos que compõem os bens integrados.

Nesta etapa da pesquisa não serão abordadas as metodologias aplicadas; estas serão explicitadas no Capítulo II – Materiais e Métodos.

##### **1.5.2.1 Análise não destrutiva**

Pela própria formação semântica adota procedimentos não destrutivos, apenas de observação junto ao monumento histórico e seus materiais a partir de levantamento *in situ*.

O levantamento *in situ*, ou seja, na edificação, compreende a análise macroscópica do bem imóvel, e das patologias incidentes com a identificação, mapeamento e descrição do estado de conservação dos bens integrados pétreos; segue acompanhada pelo registro fotográfico, desde a escala macro (monumento e entorno) à escala micro (bem integrado e suas patologias). A partir da coleta destes dados, posteriormente, haverá a produção de mapas de danos dos objetos de estudo alvos de investigação.

O levantamento histórico-documental mesmo não sendo executado diretamente sobre o monumento e seus materiais tem significativa importância para o trabalho de

campo. Fornecem dados a partir da pesquisa documental permitindo fazer o cruzamento de informações anteriores e presentes do monumento histórico relacionados à construção (acréscimos, subtrações, etc) e materiais empregados (patologias, intervenções, etc).

#### **1.5.2.2 Análise destrutiva**

Para a execução de análises destrutivas intervenções sobre o monumento, com a subtração de material, devem ser feitas. Uma manipulação adequada e cuidadosa, após a retirada e/ou coleta de amostras do material rochoso de interesse é base primordial para uma correta execução das técnicas de análise laboratorial.

Dependendo da finalidade e interesse de um projeto ou pesquisa, várias técnicas de análise laboratorial existentes podem ser aplicadas, citando, a seguir, alguns tipos utilizados sobre materiais pétreos.

Para a caracterização tecnológica, por exemplo, ensaios de índices físicos, de flexão, de compressão; para o conhecimento da composição química emprega-se a espectrografia de absorção atômica, a fluorescência de RX; na caracterização mineralógica a análise petrográfica e difratometria de RX; as análises biológicas no reconhecimento macro e microscópico de organismos (bactérias, fungos, algas, etc).

Não serão empregados os ensaios de índices físicos, já que demandam uma coleta significativa de material rochoso do monumento, a fim de cumprir os procedimentos exigidos nas normas técnicas para realizá-los. Na pesquisa, as técnicas de análise laboratorial empregadas são aquelas voltadas à caracterização mineralógica e química do material rochoso empregado nos bens integrados dos monumentos objetos de estudo, respectivamente, com a análise petrográfica de lâminas delgadas e difratometria de RX; a análise química com a fluorescência de RX e análise microscópica para o reconhecimento de fungos coletados sobre a superfície dos mesmos. Ambos com a subtração e coleta de material – rochoso e microbiológico – em pequena quantidade.

A seguir a pesquisa discorre sobre a questão histórica da rocha empregada em monumentos históricos de arquitetura religiosa, especificamente no Brasil, com ênfase na região Nordeste, em Pernambuco.

Historicamente o emprego da rocha atravessa todos os períodos da civilização, desde os tempos mais remotos. Na Idade da Pedra, início das atividades do Homem, a rocha faz-se presente acompanhando a evolução dos povos e costumes, através de seus edifícios, utensílios e ferramentas. Encontrada tanto nos povos do oriente quanto do ocidente, ganha destaque na aplicação em grandes obras e edificações. Os Fenícios construíram as primeiras estradas; os Etruscos os primeiros aquedutos; os Egípcios as pirâmides; Gregos e Romanos com as grandiosas obras públicas (CAVALCANTI, 1951).

Nas Américas as grandes civilizações – Asteca, Maia e Inca, com obras de arquitetura e estruturas urbanas, utilizando técnicas construtivas avançadas para seu tempo, empregaram a rocha como material principal.

As rochas utilizadas em Pernambuco, mais precisamente nos monumentos da Região Metropolitana do Recife (RMR) – Jaboatão, Recife e Olinda – são: o arenito e o calcário, ambas locais, e o lioz, importada do Reino (Portugal), que chegava até a Colônia (Brasil) nos lastros dos navios.

## **1.6 A geografia da arquitetura religiosa colonial no Brasil e Pernambuco**

Os monumentos estudados pertencem histórica e artisticamente ao período Barroco, época da execução das construções. Na história da arquitetura e das artes tal período situa-se, cronologicamente, entre o Renascimento e o Neo-Classicismo – fim do século XVI (início dos seiscentos) até o fim do século XVIII (início dos oitocentos). No Brasil, o Barroco, alcança o apogeu na primeira metade do século XVIII (1700) até o início do séc. XIX (1800). Bazin (1983) destaca que a época do séc. XVIII, o Brasil dividia-se em cinco grandes regiões geográficas: o Extremo Norte, o Nordeste, o Centro, o Interior e o Rio de Janeiro.

Na trajetória histórico-temporal de bens culturais imóveis religiosos, principalmente na região Nordeste do Brasil, a rocha sempre esteve presente na composição pela

abundância e durabilidade do material. O trabalho de artífices na arte da cantaria faz dos bens integrados, estruturais e ornamentais, objetos de destaque na composição dos edifícios.

O recorte do trabalho limita-se à arquitetura religiosa colonial produzida no Estado de Pernambuco, especificamente aquela voltada para as cidades litorâneas, costeiras. Destaque para aquela desenvolvida durante o século XVIII (1700) em Pernambuco, fase áurea do período Barroco.

Falar da arquitetura religiosa no Brasil colonial passa, primeiramente, pelos Jesuítas com a Companhia de Jesus estabelecida desde os primórdios da colonização. Tiveram influência direta nas construções religiosas praticamente por dois séculos – XVI até XVII – início dos quinhentos até fins dos seiscentos.

O Brasil, país de dimensões continentais, apresenta, geograficamente, seu acervo arquitetônico religioso colonial praticamente concentrado nos Estados ao longo da faixa costeira, em função da colonização. Apresentam monumentos os Estados do Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. Fora da costa, Minas Gerais e Goiás complementam a lista. (BAZIN, 1983).

Dentre os Estados costeiros, destaque para os núcleos urbanos de Olinda e Recife (Pernambuco), Salvador (Bahia) e Rio de Janeiro. A região de Minas Gerais, distante do litoral, assim como aquelas, também apresenta grande concentração de monumentos de excepcional valor histórico e artístico (BURY, 2006).

A arquitetura religiosa desenvolvida nos núcleos urbanos costeiros deve muito às ordens religiosas, congregações. Grande parte dos monumentos edificados foi executada pelos Jesuítas, Franciscanos, Carmelitas, Beneditinos, etc. Proibidas por ordem régia de entrarem na região das Minas Gerais, concentraram suas obras no litoral (VASCONCELLOS, 1979).

### **1.7 A evolução dos sistemas construtivos na arquitetura brasileira colonial: materiais e técnicas**

Obviamente que a ênfase recai sobre as rochas, mesmo que, anteriormente à aplicação destas, os sistemas construtivos das edificações tenham sido executados com outros materiais e técnicas. A abordagem aqui será apenas da rocha aplicada enquanto sistema construtivo em alvenaria; a rocha utilizada como cantaria será abordada artisticamente, por ser uma técnica diferenciada.

As edificações executadas em material pétreo, no Brasil, aparecem desde o séc. XVI, antecedidas, provavelmente, pelas construções erigidas pela técnica construtiva de taipa de pilão ou de sebe (VASCONCELLOS, 1979).

Conforme Bazin (1983), no Brasil, há uma evolução da técnica construtiva tanto dos edifícios religiosos quanto dos demais, mesclando métodos indígenas com as formas de construir vindas de Portugal, envolvendo diferentes materiais. Nos primórdios do período colonial - séc. XVI - construções de madeira, de folhas e de palha. Num segundo momento edifícios de pau a pique e taipa de mão, seguidos por taipas de pilão, adobes, tijolo e telha, com estas técnicas já no séc. XVII e, por fim, pedra e cal, alvenaria e cantaria no séc. XVIII.

Cabe ressaltar que esta cronologia não é a regra para os monumentos religiosos das diversas regiões do país. Onde a pedra era de fácil extração, desde o fim do séc. XVI, já existiam templos construídos com tal material; caso do nordeste brasileiro (BAZIN, 1983). Edificações executadas em alvenaria de pedra na arquitetura civil e religiosa eram comuns na segunda metade do séc. XVI, incluindo-se construções jesuíticas, igrejas e colégios (COSTA, 1941).

A rocha, empregada como elemento estrutural ou ornamental, apresenta dois processos distintos de aplicação: sob a forma de alvenaria ou na cantaria, ambos caracterizados pelo detalhamento de afeiçoamento e execução muito peculiares em cada caso (CAVALCANTI, 1951).

As denominações referentes à alvenaria e a cantaria compreendem todas as construções executadas com o emprego de rochas naturais (alvenaria e cantaria) e artificiais (alvenaria de tijolos) nas mais variadas tipologias e sistemas construtivos.

Quanto à alvenaria executada com material pétreo o processo construtivo consiste na constituição de um maciço de formas e dimensões concebidas em projeto, apresentando estabilidade, a partir da superposição e justaposição de rochas, com a presença ou não de argamassa (CAVALCANTI, 1951). Relativos à alvenaria, ocorrem construções com o uso de rochas (naturais) e tijolos (artificiais); ambas as formas de materiais quando ligadas por argamassa, formam tipos diversos de alvenarias: a alvenaria ordinária, a alvenaria hidráulica, a alvenaria de tijolo, etc. (PINHEIRO, 192-).

Com relação aos sistemas construtivos têm-se os seguintes tipos em edificações históricas executadas com alvenarias em rocha: aquelas em pedras secas (sem argamassa); em pedra e barro (argamassa de terra); em pedra e cal (argamassa em terra e cal); em pedra regular, constituídas de blocos aparelhados, de faces trabalhadas ou lisas, com emprego na arquitetura militar, civil e religiosa; e aquelas feitas em canjicado, técnica executada com rochas irregulares de tamanhos diversos, intercalando-as em um entremeado; podem ser consolidadas em argamassa de barro ou cal (ALMEIDA, 2005). A técnica do canjicado, Vasconcellos (1979) considera como sendo relacionada àquelas executadas em pedra seca, sem argamassa.

Cavalcanti (1951) classifica as técnicas de alvenaria da seguinte forma: aquelas executadas em pedra seca e em pedra argamassada (o termo pedra é usado pelo autor), conforme a tabela 1.17.

Tabela 1.17 - Tipos de alvenaria executados em rocha (modificado de CAVALCANTI, 1951).

| Tipo de Alvenaria | Pedra Seca        |                                                                     |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                   | Pedra Argamassada | Ordinária<br>Aparelhada      Aparelho regular<br>Aparelho irregular |

As alvenarias executadas em pedra seca apresentam rochas de formas e tamanhos irregulares com seus elementos solidários pelo travamento e ação da gravidade. Já às alvenarias em pedra argamassada acresce-se a aderência da argamassa,

com as ordinárias apresentando rochas irregulares na forma como foi explotada, e na aparelhada com rochas regulares e paramento desbastado, plano (face); as alvenarias de aparelho regular têm o paramento com fiadas horizontais e juntas verticais desencontradas, enquanto que as alvenarias de aparelho irregular apresentam rochas irregulares (CAVALCANTI, 1951).

A figura 1.10 apresenta o uso de alvenaria em rocha argamassada ordinária e com aparelho irregular.



Figura 1.10 - Tipos de alvenaria em rocha argamassada. (a) e (b) ordinária; (a) ruínas da parede externa do Convento da Igreja de Nossa Senhora de Nazaré, Cabo de Santo Agostinho/PE e (b) ruínas da muralha do Forte de São Pedro do Boldró, Fernando de Noronha/PE. (c) e (d) com aparelho irregular; (c) e (d) Forte de Nossa Senhora dos Remédios, Fernando de Noronha/PE. Fonte: autor.

Os litotipos mais usados nas técnicas construtivas executadas em pedra com argamassa em barro e/ou cal, conforme Vasconcellos (1979) foram: a canga, o calcário, o arenito, o quartzito, o gnaiss e até mesmo os moledos, cortados em grandes paralelepípedos.

### **1.8 A arquitetura religiosa colonial do Nordeste e seus bens integrados: o uso de materiais rochosos**

Discorrer sobre a arquitetura religiosa, no Brasil, com ênfase à região Nordeste, através de seus bens imóveis passa, também, pelos seus bens integrados. Objetos vinculados à superfície construída de monumentos seculares, compostos por material rochoso, de caráter estrutural ou ornamental, apresentam litotipos de origem local ou importados.

O uso de cantaria era reservado às partes nobres do edifício, que necessitavam de molduragem: frontispício, pilastras, soleiras, peitoris, umbrais e parapeitos de portas e janelas, cornijas e faixas. Da mesma forma que em Portugal, as paredes inteiramente de pedras não foram usadas na totalidade de um edifício, sendo que a única parte da igreja que podia ser inteiramente revestida de pedra era a fachada ou frontispício (BAZIN, 1983).

Em Recife há uma grande profusão no emprego da cantaria em monumentos históricos religiosos, mas quase que a totalidade voltada apenas aos elementos estruturais e ornamentais de fachadas e ambientes internos (cunhais, pilastras, cornijas, cimalhas, arcos, lavabos, púlpitos, cercaduras, pisos, etc).

O único bem imóvel religioso, em Recife, onde o uso total no frontispício acontece com blocos em alvenaria aparelhada regular, está na Matriz da Boa Vista, em Iloí, litotipo importado.

A figura 1.11 mostra bens integrados pétreos em diferentes monumentos.

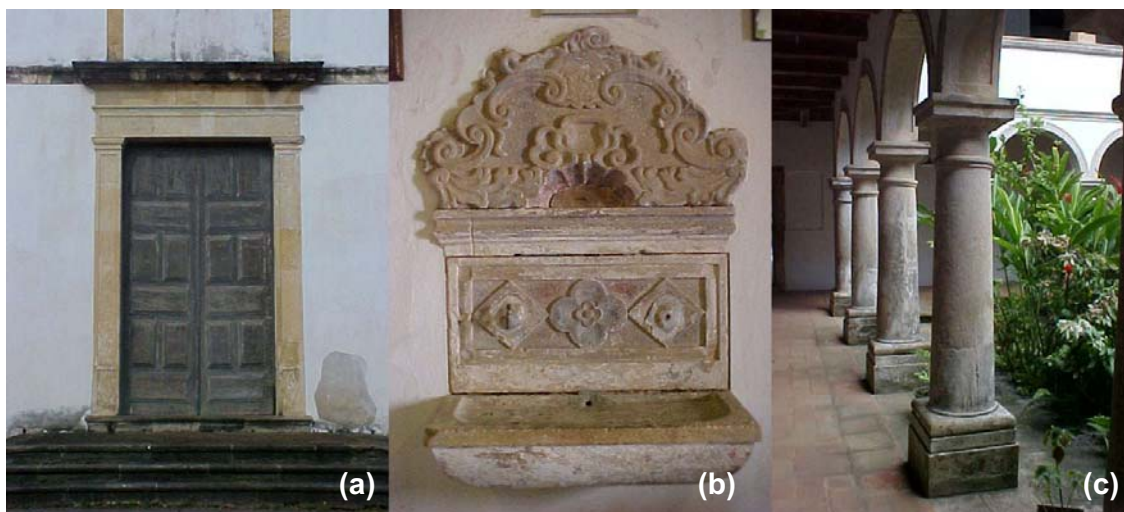


Figura 1.11 - Tipos de bens integrados pétreos vinculados a superfície construída dos monumentos religiosos; (a) cercadura da portada central, em calcário, da Igreja de Nossa Senhora das Graças (Seminário de Olinda), Olinda; (b) lavabo, em arenito, da Igreja de Nossa Senhora dos Remédios, Fernando de Noronha/PE; (c) arcada e colunas do claustro, em arenito, do Convento de Santo Antônio, Igarassu/PE.

Carvalho (1942) condiciona o emprego da rocha na arquitetura religiosa brasileira a três fatores: a ocorrência geológica do material na região; as características físicas e mecânicas de trabalhabilidade e resistência à intempérie e, por fim, os recursos econômicos em função da busca de material mais nobre em locais mais distantes.

No Brasil as rochas são empregadas nos monumentos religiosos em função da região em que se encontram, associadas à existência do material; exceção do lioz, litotipo importado.

Carvalho (1942) relata que Olinda apresenta dois períodos relacionados ao emprego da rocha em monumentos religiosos; o primeiro ocorre com o uso do calcário na cantaria, e o segundo com o uso simultâneo do calcário e arenito nos bens integrados. Em outro exemplo, este distante do litoral, em Ouro Preto, ocorre o uso nas primeiras construções de canga, seguidas pelo itacolomito e as rochas talcosas.

Conforme o período construtivo, em Olinda, exemplos do uso de tais litotipos empregados nos bens integrados encontram-se nos seguintes monumentos religiosos: relacionados ao primeiro período – Seminário das Graças, Convento Franciscano e Igreja de Nossa Senhora do Monte; do segundo período o templo do Mosteiro de São Bento.

A figura 1.12 exibe as igrejas pertencentes ao primeiro período construtivo, com o emprego do calcáreo em seus bens integrados.



Figura 1.12 - Monumentos pertencentes ao primeiro período construtivo de Olinda, com o emprego de rocha calcária em seus bens integrados; (a) Igreja de Nossa Senhora das Neves; (b) Seminário das Graças e (c) Igreja de Nossa Senhora do Monte. Fonte: autor.

A figura 1.13 apresenta a Igreja do Mosteiro de São Bento, pertence ao segundo período construtivo de Olinda, com emprego do arenito em seus bens integrados.



Figura 1.13 - Igreja do Mosteiro de São Bento; (a) o emprego do arenito nos bens integrados do frontispício; (b) detalhe do frontão com o brasão Beneditino e volutas no arremate do objeto. Fonte: autor.

Em Recife também houve o emprego do arenito em bens integrados nos seguintes monumentos religiosos: Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos, Basílica do Carmo, Matriz de Santo Antônio, Igreja de Nossa Senhora da Conceição dos Militares, Igreja do Convento de Santo Antônio entre outras.

Leal (1977) relaciona, no Brasil, o uso de rochas destinadas aos bens integrados – cercaduras de portas, janelas, cunhais, etc e aquelas para fins de alvenaria –

revestimento de planos verticais (paredes), considerando as mais fáceis de trabalhar destinadas aos bens integrados e as mais duras para alvenarias.

Dentre as mais fáceis de trabalhar, empregadas nos bens integrados, incluem-se, nos monumentos litorâneos dos estados da Paraíba, Pernambuco e Sergipe, os calcários e arenitos e nos monumentos do interior brasileiro, especificamente Minas Gerais, as rochas talcosas, serpentinita, esteatita, etc, popularmente conhecidas como pedra sabão ou pedra de panela (LEAL, 1977).

No nordeste do Brasil, principalmente na faixa litorânea, o emprego corrente do material pétreo, nos bens integrados dos monumentos de arquitetura religiosa, está entre o calcário e o arenito, ambos abundantes na região pela existência de vastos maciços rochosos. O primeiro encontrado na Paraíba e Sergipe; o segundo em Pernambuco e Alagoas (ALMEIDA, 2005).

A abundância de tais litotipos torna possível o desenvolvimento, na região Nordeste do Brasil, de uma escola de escultura de monumentos (BAZIN, 1983).

Mesmo com a abundância e riqueza mineral brasileira, havia o uso de material importado vindo do Reino (Portugal) como lastro de navios. Os blocos chegavam à colônia aparelhados. Chamado de pedra lioz, calcário de origem sedimentar explotado em jazidas de Portugal, teve sua aplicação em edifícios religiosos de diversas cidades da região Nordeste como Salvador e Recife; ainda pode ser encontrado em monumentos religiosos de Belém, na região Norte e na cidade do Rio de Janeiro.

Em Recife, o emprego do lioz ocorre em vários monumentos como elementos arquitetônicos e decorativos (bens integrados). Destaque para a fachada da Igreja Matriz da Boa Vista executada em blocos, que chegaram prontos do Reino; outros monumentos religiosos acusam a incidência de tal litotipo: a Igreja da Ordem Terceira do Carmo e da Ordem Terceira Franciscana, e a Igreja do Corpo Santo, demolida em meados do séc. XX. O lioz também teve seu emprego em calçadas e meios-fios, de bairros como o da Boa Vista e São José, que ainda hoje podem ser vistos. A figura 1.14 mostra a aplicação do lioz nos frontispícios das seguintes igrejas: em Salvador, Conceição da Praia e em Recife na Matriz da Boa Vista; nas igrejas da Ordem Terceira do Carmo (OTC) e Ordem Terceira de São Francisco

(OTSF), ambas em Recife, o emprego ocorre nos bens integrados dos vãos e elementos estruturais e ornamentais.



Figura 1.14 - Fotos (a) e (b), o emprego do lioz no frontispício de monumentos religiosos; (a) Igreja de Conceição da Praia, Salvador; (b) Matriz da Boa Vista, Recife; fotos (c) e (d), o lioz utilizado nos bens integrados; (c) Igreja da Ordem Terceira de São Francisco e (d) Igreja da Ordem Terceira do Carmo, ambas em Recife. Fonte: autor.

## **1.9 Os monumentos objetos de estudo**

A escolha dos monumentos objetos de estudo está diretamente relacionada à localização, tendo, cada um, implantação diferenciada na malha urbana (ambos inseridos em área urbana e contextos/entornos distintos). Ainda, como condição de escolha, foi considerado o acervo de bens integrados pétreos e o litotipo empregado.

A partir destes três fatores associados às ações físicas, químicas e biológicas ter-se-á uma contribuição significativa para determinar o decaimento dos materiais rochosos utilizados como bens integrados nos frontispícios (fachadas frontais).

Situados em condições extremas - proximidade com o mar e transformação da paisagem urbano-arquitetônica – permitem caracterizar e diagnosticar as patologias que ocorrem sobre os litotipos vinculados aos planos externos altimétricos (fachada frontal ou frontispício) do edifício.

### **1.9.1 Igreja de Nossa Senhora da Piedade – Jaboatão**

Em Jaboatão dos Guararapes a Igreja de Nossa Senhora da Piedade apresenta construção em pedra e cal, de nave única, sendo o edifício primitivo erigido no séc. XVI. Provavelmente o templo atual seja do séc. XVIII.

Seus bens integrados pétreos, estruturais e ornamentais, em arenito. Destaque para o painel azulejar policromado do frontal da mesa do altar datado do séc. XVII, ainda da ornamentação primitiva do monumento e dois painéis laterais (MENEZES E CRUZ, 1985). Conforme Santos Simões (1965) este é o único frontal de mesa azulejado encontrado no Brasil; em Portugal esta prática era muito comum.

A edificação está localizada à beira-mar, exposta aos mecanismos e agentes do decaimento físico, químico e biológico, todos agindo diretamente sobre o material rochoso aplicado nas fachadas, principalmente aquela voltada ao mar. A falta de barreiras, naturais ou artificiais, deixa a edificação diretamente exposta à incidência dos ventos predominantes – quadrantes de sul a norte - que contém particulados em suspensão, sólidos – areia e líquidos - névoa salina, somados a água das chuvas e a radiação solar, todos atuantes nos processos de degradação das rochas empregadas. A figura 1.15 (a) apresenta esta situação.



Figura 1.15 - Igreja de Nossa Senhora da Piedade; (a) entorno a leste, sem barreiras físicas – naturais ou artificiais; (b) frontispício e seus bens integrados. Fonte: autor

### 1.9.2 Igreja de São Pedro dos Clérigos – Recife

Em Recife a Igreja de São Pedro dos Clérigos, localizada no pátio de São Pedro, bairro de São José, teve sua construção iniciada em 1728 e foi consagrada em 1782. O autor do projeto foi o mestre pedreiro e depois arquiteto Manuel Ferreira Jácome.

Menezes e Cruz (1985) discorre sobre o monumento: “pela proporção e verticalismo da sua fachada, é uma das obras mais monumentais do Brasil Antigo”. Ainda, frontispício de verticalidade acentuada, com duas torres, apresenta portada monumental barroca, de 1740, com rica ornamentação e demais elementos – ornamentais e estruturais - em cantaria de arenito. Única igreja de planta com partido poligonal do Nordeste, característico do período barroco.

Cabe ressaltar que os bens integrados executados em suporte de madeira apresentam identificação de seus artífices como a pintura do forro da nave feita por João de Deus Sepúlveda, o douramento do altar-mor com Inácio Melo Albuquerque; já no século XIX, a confecção de sanefas e guarda-corpos das janelas da nave pelo entalhador Felipe Alexandre da Silva. Quanto ao bem integrado objeto de estudo – pórtico central - não há nenhuma referência associada ao artífice que o executou.

Quanto às intervenções no monumento, Menezes (1984) faz referências com relação ao suporte em madeira das obras em talha, quase toda perdida, iniciada no século XIX. Nas fachadas, quase nada foi alterado mantendo-as, praticamente, com as características primitivas, não havendo qualquer relato de intervenções sobre suportes pétreos, principalmente do objeto de estudo – pórtico central sendo este o elemento de maior exuberância na composição do frontispício.

O contexto em que se encontra o monumento mostra duas situações relativas ao entorno. O imediato está preservado. Porém, o não imediato, com a transformação do espaço urbano-arquitetônico, em função da verticalização e intervenção modificadora do tecido urbano com a abertura de vias de grande fluxo onde há circulação intensa de veículos, faz com que seus elementos rochosos externos aplicados nas fachadas recebam grande quantidade de gases poluentes danosos com a deposição de partículas dos mesmos sobre os materiais.

A figura 1.16 apresenta o monumento e seu entorno imediato, preservado; foto (a), no canto inferior direito, a Av. Dantas Barreto, via de fluxo intenso com a circulação de veículos pesados – ônibus e caminhões, além de carros e motos.

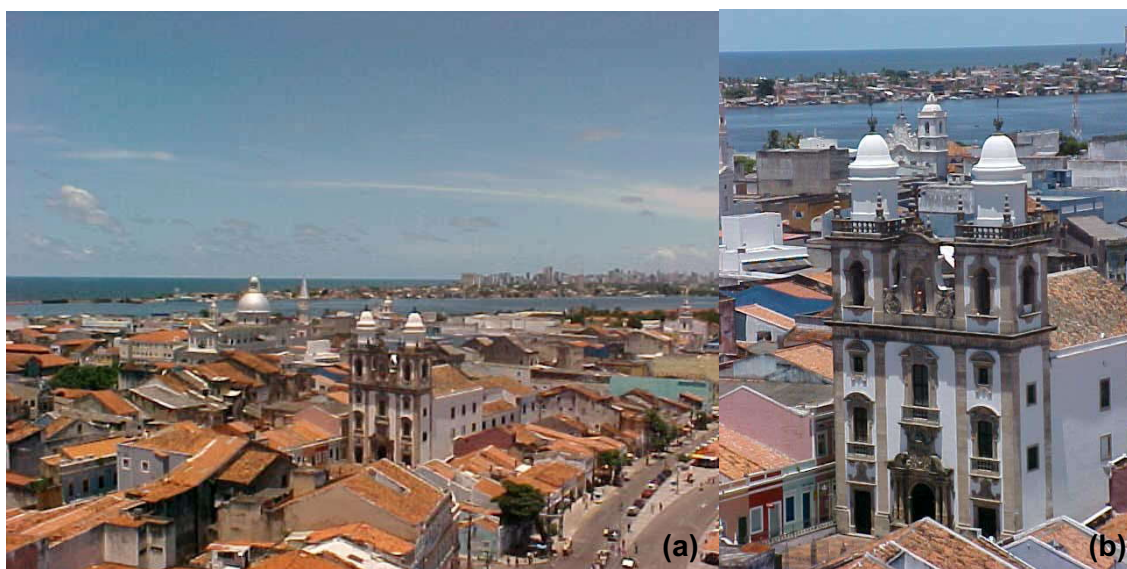


Figura 1.16 - Igreja de São Pedro dos Clérigos. (a) o monumento em seu contexto, destacando-se na paisagem; (b) frontispício e seus bens integrados Fonte: autor.

A abordagem artística trata do produto final, do trabalho executado sobre a rocha. Na pesquisa, como a rocha empregada no monumento histórico foi produzida. Desde a exploração na pedreira de blocos brutos até o manuseio da substância

(material) pelo artífice – mestre canteiro, com suas ferramentas, intervindo, modificando e dando formas finais às peças (blocos), vinculadas à superfície construída da edificação.

Brandi (2004), quando conceitua restauração, parte do princípio que a intervenção ocorre sobre o produto da atividade humana, dividido naqueles considerados industriais e as obras de arte.

Os bens integrados confeccionados em material pétreo, vinculados à superfície construída das fachadas de monumentos históricos, obviamente, são considerados objetos de arte; objeto da produção humana, executado por um artífice, um mestre canteiro – indivíduo singular - habilitado para tal, com seu produto reconhecido como obra de arte executado sobre material natural, a rocha.

### 1.10 A cantaria e o mestre canteiro

Diferentemente da alvenaria, onde a rocha utilizada, geralmente, pode ocupar qualquer situação, atendendo às especificações projetuais e executivas, a cantaria tem caráter distinto, mesmo que ainda seja aplicada na alvenaria de monumentos históricos; mas a ênfase da pesquisa recai sobre os bens integrados, estes, elementos de destaque na composição uma vez que, nos edifícios objetos de estudo os planos verticais (paredes externas e internas) encontram-se revestidos por reboco em argamassa caiada.

A palavra **cantaria**, no âmbito da arquitetura, tem sua etimologia originada do latim “canthus” com o significado de “aresta”. Há autores que remetem o significado à época pré-romana quando designava “pedra grande”, ou pedra aparelhada para formar o ângulo de uma construção. [ ] Refere-se às pedras “aparelhadas”, “lavradas” e “esquadrejadas” segundo as técnicas da estereotomia. (CECI, 200-?).

O corte das pedras é parte da estereotomia; conforme Jules Pillet (1923) apud Sousa (1988) tem como finalidade “os estudos dos processos empregados para apropriar os materiais à construção, a partir do seu estado natural”. A etimologia da palavra estereotomia, originada do grego significa: *stereos* – sólido e *tome* – corte, ou seja, corte de sólidos. Aplicada à arquitetura objetiva o estudo necessário à

definição da geometria dos materiais, aqui a rocha natural, desconsiderando outros materiais de diferentes suportes.

Conforme Villela (2003), “presente em toda a sucessão de estilos da arquitetura ocidental, a técnica da cantaria chegou ao Brasil em meados do século XVI. Durante a segunda metade do século XVI e pelos dois séculos seguintes, a pedra de cantaria foi amplamente empregada nas construções civis, militares e religiosas brasileiras”.

Aos artífices que afeiçoam e aparelham a rocha bruta são chamados de mestres canteiros ou cantéis e destacam-se na produção artística de bens integrados pétreos de monumentos históricos. A denominação cantel é empregada nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

Conforme Pinheiro (192-) o cavouqueiro tem a função de extrair os blocos em uma pedreira, tanto para a cantaria quanto para a alvenaria; posteriormente o canteiro ou cantel que afeiçoa, aparelha e dá a forma aos blocos para o emprego nas construções; e por fim o pedreiro com a incumbência de assentar os blocos na posição destinada conforme o projeto. Muitas vezes o próprio canteiro acrescenta a sua atividade a exploração de blocos na pedreira.

Cavalcanti (1951) relata que os métodos de afeiçoamento utilizados no Brasil, foram trazidos por canteiros provenientes de Portugal, Espanha e Itália. Os portugueses e espanhóis dedicaram-se à cantaria (sendo os mais hábeis e competentes), enquanto os italianos detiveram-se no afeiçoamento do mármore.

A respeito do artífice, do mestre canteiro, sobre a atuação deste, no Brasil, a literatura relacionada à produção de Minas Gerais apresenta algumas referências, com destaque para o *Dicionário de Artistas e Artífices dos séculos XVIII e XIX em Minas Gerais* (1974). Evidentemente que, dentre os canteiros que atuaram em Minas Gerais durante o séc. XVIII (época das construções barrocas) destaque para Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho. Ainda em Minas Gerais, mas na contemporaneidade, mestre Juca (falecido recentemente), contribuindo com o repasse de conhecimento das técnicas tradicionais do trabalho de cantaria sobre a rocha.

As rochas utilizadas na cantaria de monumentos históricos, trabalhadas, afeiçãoadas e aparelhadas cuidadosamente pelos cantéis (denominação local) com o uso de ferramentas a partir do projeto (ou a época da construção dos monumentos traço ou risca) e em consonância com este, deve cada rocha ou bloco na construção ocupar o seu lugar, para qual foi destinado, marcando-os com números ou letras conforme a ordem de colocação e/ou assentamento; podem ser denominadas também por pedra de cantaria quando esta apresenta formas diversas e são aplicadas em vergas, soleiras, ombreiras, mísulas, cachorros, colunas, cimalthas, etc, ou seja, bens integrados (PINHEIRO, 192-).

A cantaria ou pedra de cantaria, ou enxilharia ou silharia é a rocha aparelhada, empregada nos bens integrados e planos verticais (paredes externas e internas) das edificações; quando aparelhada a rocha apresenta todas as faces desempenadas formando sólidos geométricos. A diferença entre cantaria e enxilharia está nas dimensões regulares dos blocos; enquanto na alvenaria em cantaria as fiadas apresentam igualdade na altura das fiadas e no comprimento ou na largura dos paramentos aparentes dos blocos, na enxilharia não ocorre tal situação com blocos desbastados grosseiramente (PINHEIRO, 192-).

Como a argamassa para a ligação dos blocos entre si, muitas vezes, não é suficiente, necessita-se outras formas de torná-los solidários, como as cavilhas, muito usada em pilares, colunas, ombreiras, etc e em blocos sobrepostos. As cavilhas podem ser feitas em pedra (denominação do autor) ou em metal (PINHEIRO, 192-).

### **1.11 A exploração da rocha**

Conforme Almeida (2005) os métodos de exploração de blocos nas pedreiras variam; dos mais simples aos mais sofisticados – manuais aos mecânicos, com ferramentas e/ou equipamentos manuais e/ou elétricos. Tais métodos são: os manuais, com explosivos e o mecânico.

Obviamente que à época da construção dos monumentos e o uso de material pétreo na composição, teve como método de exploração de blocos a forma manual, muito

simples, com a utilização sobre a rocha de furos seguidos, dispostos linearmente, com cunhas objetivando separar o bloco no tamanho desejado.

Atualmente, no mercado de exploração de rochas ornamentais, não considerando aquele destinado aos monumentos históricos, a relação da lavra de blocos com as técnicas de corte podem ser em função do tempo e de operação. As tecnologias relacionadas ao tempo dividem-se em tradicionais e modernas, e as tecnologias relacionadas à operação divididas em cíclicas e contínuas, conforme a tabela 1.18.

Tabela 1.18 - Técnicas de corte em função do tempo e da operação.

|                                                         |                    |                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tecnologia de corte</b><br><b>Função do tempo</b>    | <b>Tradicional</b> | Perfuração e cunhas<br>Perfuração e explosivos<br>Perfuração contínua<br>Fio helicoidal<br>Cortadeira de braço com corrente<br>Flame jet |
|                                                         | <b>Moderna</b>     | Perfuração e argamassa expansiva<br>Fio diamantado<br>Cortadeira de braço com cinta diamantada<br>Water jet                              |
| <b>Tecnologia de corte</b><br><b>Função da operação</b> | <b>Cíclicas</b>    | Perfuração e cunhas<br>Perfuração e explosivos<br>Perfuração contínua<br>Perfuração e argamassa expansiva                                |
|                                                         | <b>Contínuas</b>   | Cortadeira de braço com corrente<br>Cortadeira de braço com cinta diamantada<br>Fio helicoidal<br>Fio diamantado<br>Flame jet            |

## 1.12 Ferramentas usadas na confecção de bens integrados pétreos

Desde a exploração na pedreira o bloco pétreo passa por um processo de transformação até tornar-se objeto de arte vinculado à superfície construída dos monumentos históricos. Para transformar-se em bem integrado tal bloco é trabalhado, na cantaria, com ferramentas específicas divididas em três categorias: as de percussão, as de abrasão e as de medição.

As ferramentas utilizadas na cantaria apresentam finalidades de uso diverso; para a exploração aquelas de uso percussivo e de abrasão, dentre as quais se têm:

picareta, cunhas, brocas e serras com fios diamantados; posteriormente, no afeiçãoamento e aparelhamento dos blocos a escassilhadeira, picola, ponteiro, os vários tipos de cinzéis – dentado, boleado e chato ou talhadeira, e conforme a dureza da rocha a bujarda (rochas de dureza maior) e a goiva (rochas de dureza menor), conforme apresentado na tabela 1.19.

Tabela 1.19 - Categorias de ferramentas empregadas na cantaria (modificado de ALMEIDA, 2005).

|                                  |                  |                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Categorias de Ferramentas</b> | <b>Percussão</b> | Picaretas<br>Martelos<br>Cunha<br>Brocas<br>Escassilhadeira<br>Ponteiro<br>Picola<br>Cinzel Dentado<br>Cinzel Boleado<br>Cinzel Chato ou Talhadeira<br>Bujarda<br>Goiva |
|                                  | <b>Abrasão</b>   | Serra<br>Manual<br>Bancada<br>Elétrica (fio diamantado)<br>Grosas<br>Raspadeiras<br>Abrasivos                                                                           |
|                                  | <b>Medição</b>   | Compasso<br>Esquadro<br>Fio de prumo<br>Cintel                                                                                                                          |

## **CAPÍTULO II**

### **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Na pesquisa, para a identificação das patologias associadas aos materiais pétreos empregados nos monumentos, primeiramente um detalhado diagnóstico foi elaborado com uma sistemática seguida nesta ordem: investigação de campo (monumento) e análises laboratoriais. Fitzner e Heinrichs (2002) consideram o diagnóstico fundamental na melhoria do conhecimento científico, relativo à deterioração de rochas em monumentos históricos. Compreende as metodologias de análises não destrutivas e destrutivas.

A primeira etapa metodológica está associada às análises não destrutivas, e enfocam os trabalhos e/ou levantamentos de campo com a observação macroscópica dos objetos de estudo – bens integrados pétreos externos, vinculados aos frontispícios dos monumentos históricos citados anteriormente.

Esta etapa incluiu a descrição macroscópica dos materiais pétreos empregados no objeto, a identificação e mapeamento das patologias existentes, o levantamento fotográfico e a relação com o levantamento histórico-documental (arquivístico, bibliográfico e iconográfico) previamente realizado no acervo e arquivo da 5ª SR/ IPHAN.

Ainda na primeira etapa da metodologia é realizada a coleta de amostras de material pétreo e microbiológico (fungos) para posteriores análises laboratoriais com a identificação e caracterização mineralógica e química, dos litotipos utilizados nos bens integrados e identificação dos fungos presentes e atuantes nos mesmos.

A segunda etapa da metodologia está relacionada à realização de análises destrutivas, a partir das amostras de material pétreo e microbiológico coletadas na primeira etapa.

A figura 2.1 exibe o organograma contendo as etapas metodológicas, não destrutivas e destrutivas, até o produto final com o mapa de danos dos objetos de estudo escolhidos nos dois monumentos históricos.

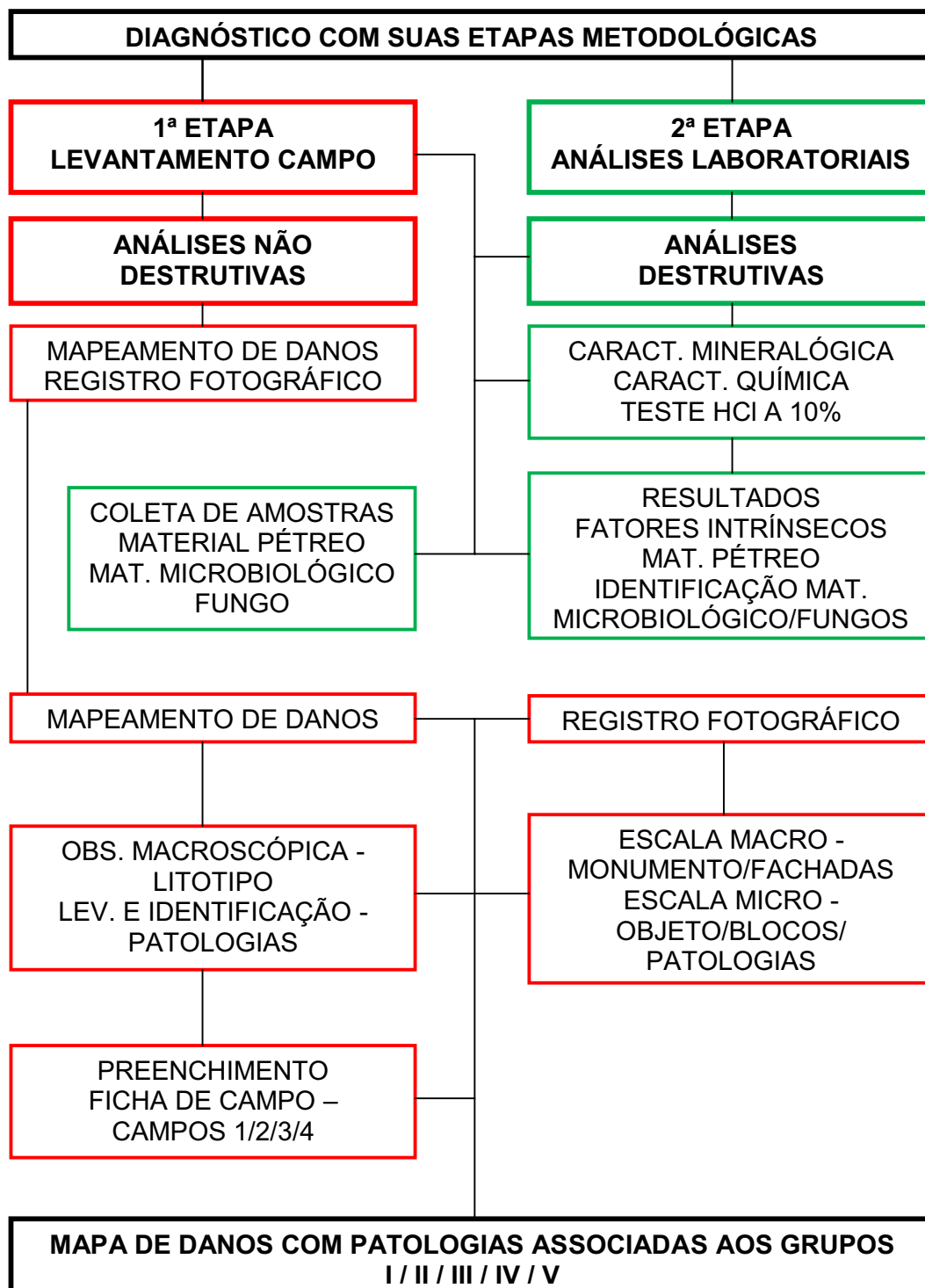


Figura 2.1 - Organograma com as etapas metodológicas.

## **2.1 Primeira etapa: o levantamento de campo**

Como primeira parte do diagnóstico, o levantamento de campo abrangeu a observação macroscópica dos litotipos empregados nas cercaduras dos vãos dos frontispícios (fachadas frontais) e o levantamento fotográfico, com a coleta de amostras (material pétreo e microbiológico – fungo), para posterior análise laboratorial.

Após as observações macroscópicas, seguiu a ordenação e numeração dos objetos (bens integrados) vinculados às fachadas frontais, com posterior identificação e descrição, segundo nomenclatura adotada para os objetos (bens integrados) incluindo a quantificação do número de blocos que os compõem. A numeração dos objetos seguiu o sentido horário e as portadas centrais foram consideradas os de número um.

Após estes passos, com a ordenação e identificação dos objetos (bens integrados) e da quantidade de blocos, seguiu-se com a identificação das patologias e do estado de conservação, com a utilização de fichas de campo (ver APENDICE A), para cada bloco que compõe o bem integrado, com a identificação e mapeamento das alterações.

O levantamento fotográfico ocorreu tanto na escala macro (edifício), quanto na escala micro (bens integrados e suas patologias), com o intuito de estudar e criar um banco de imagens das patologias (alterações) incidentes.

### **2.1.1 Observação macroscópica: caracterização do litotipo**

A observação macroscópica feita em cada monumento e nos seus bens integrados compreendeu a identificação do litotipo, sua composição mineralógica, textura e tamanho dos grãos, com anotações auxiliadas pelo uso de binóculo (onde não há acesso ou é dificultado). Também foi utilizada uma lupa digital na observação e caracterização das amostras coletadas. Tal equipamento, da marca Digimicro apresenta câmera digital tendo captação de imagem com resolução de 1.3 mega pixels, vídeo, entrada USB e lente com aumento de até 200X em dois eixos. Foram

registradas fotos das amostras coletadas, servindo como ferramenta de auxílio na observação e descrição macroscópica.



Figura 2.2 – Lupa utilizada para captação das imagens e fotografias relativas ao material pétreo coletado (amostras). Fonte: autor.

Simultaneamente às observações do material pétreo e suas patologias foi efetuado levantamento do estado de conservação dos objetos estudados com preenchimento das fichas de campo.

### **2.1.2 Objetos escolhidos: hierarquia e descrição do bem integrado**

Para os bens integrados escolhidos, em cada monumento, a metodologia de identificação compreendeu uma hierarquização com a finalidade de sistematizar o levantamento executado no monumento.

A partir desta hierarquização foi elaborada a ficha de levantamento de campo que objetiva a identificação e mapeamento das patologias incidentes sobre os bens

integrados estudados. A ficha, denominada ANÁLISE DE OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA NÃO DESTRUTIVA, apresenta quatro campos, destinados às informações coletadas durante o trabalho de campo, apresentados na figura 2.3.

**FICHA LEVANTAMENTO DE CAMPO – ANÁLISE DE OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA NÃO DESTRUTIVA**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO GERAL / BEM INTEGRADO</b><br><b>CAMPO 1</b><br>Monumento:<br>Localização:<br>Orientação:<br>Objeto:<br>Nº de blocos:<br><br>IDENTIFICAÇÃO:<br><br><b>ESTADO DE CONSERV. / BEM INTEGRADO</b><br><b>CAMPO 2</b><br><input type="checkbox"/> EXCELENTE <input type="checkbox"/> BOM <input type="checkbox"/> REGULAR<br><input type="checkbox"/> MAU <input type="checkbox"/> PESSIMO | <b>IDENTIFICAÇÃO BEM INTEGRADO / BLOCO / PATOLOGIAS</b><br><b>CAMPO 4</b><br>Bloco/Parte do objeto:<br>Patologias identificadas:<br><br><input type="checkbox"/> Fratura <input type="checkbox"/> Fissura <input type="checkbox"/> Microfissura <input type="checkbox"/> Craquelê <input type="checkbox"/> Clivagem<br><input type="checkbox"/> Deformação<br><br><input type="checkbox"/> Empolamento, bolhas<br><input type="checkbox"/> Perda<br><input type="checkbox"/> Delaminação <input type="checkbox"/> Esfoliação<br><input type="checkbox"/> Desintegração <input type="checkbox"/> Granular <input type="checkbox"/> Pulverização <input type="checkbox"/> Arenização<br><input type="checkbox"/> Fragmentação <input type="checkbox"/> Fragmento, lasca, estilhaço <input type="checkbox"/> Lasca<br><input type="checkbox"/> Descamação<br><input type="checkbox"/> Lascagem <input type="checkbox"/> Escamação <input type="checkbox"/> Descamação em placa<br><br><input type="checkbox"/> Alveolização<br><input type="checkbox"/> Erosão <input type="checkbox"/> Diferencial <input type="checkbox"/> Perda de componentes <input type="checkbox"/> Perda de matriz <input type="checkbox"/> Arredondamento <input type="checkbox"/> Rugosidade<br><input type="checkbox"/> Dano Mecânico <input type="checkbox"/> De impacto <input type="checkbox"/> Corte, incisões <input type="checkbox"/> Arranhão, raspagem <input type="checkbox"/> Abrasão <input type="checkbox"/> Apicoamento por ferramenta<br><input type="checkbox"/> Depressões, sulcos interligados<br><input type="checkbox"/> Lacunas, perdas, partes faltantes<br><input type="checkbox"/> Perfuração<br><input type="checkbox"/> Pitting<br><br><input type="checkbox"/> Alteração cromática/Descoloração <input type="checkbox"/> Coloração <input type="checkbox"/> Branqueamento <input type="checkbox"/> Zona úmida <input type="checkbox"/> Manchamento<br><input type="checkbox"/> Filme<br><input type="checkbox"/> Pátina <input type="checkbox"/> Ferruginosa <input type="checkbox"/> Oxalato<br><input type="checkbox"/> Grafetismo, pichação<br><input type="checkbox"/> Depósito superficial<br><input type="checkbox"/> Crosta <input type="checkbox"/> Negra <input type="checkbox"/> De sal<br><input type="checkbox"/> Incrustação <input type="checkbox"/> Concreção<br><input type="checkbox"/> Sujidade<br><input type="checkbox"/> Eflorescência<br><input type="checkbox"/> Subeflorescência<br><br><input type="checkbox"/> Colonização biológica <input type="checkbox"/> Biofilme<br><input type="checkbox"/> Alga<br><input type="checkbox"/> Líquen<br><input type="checkbox"/> Musgo<br><input type="checkbox"/> Fungo<br><input type="checkbox"/> Presença de vegetação   Porte <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Grande<br><input type="checkbox"/> Animais <input type="checkbox"/> Excrementos <input type="checkbox"/> Ninhos<br><br>OUTRA(S): |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 2.3 - Modelo da ficha de levantamento de campo – análise de observação macroscópica não destrutiva e a hierarquização dos campos de preenchimento com seus itens. Fonte: autor.

A hierarquização de preenchimento compreende os seguintes campos:

**IDENTIFICAÇÃO GERAL/ BEM INTEGRADO – CAMPO 1**

- a) Monumento (identificação);
- b) Localização (fachada) e orientação em que o bem integrado se encontra;
- c) Objeto (numeração e denominação do bem integrado);
- d) Número de blocos (numeração total e de cada bloco do bem integrado);
- e) Identificação do bem integrado

O item “a” corresponde ao nome do monumento objeto de estudo; na pesquisa, Igreja de São Pedro dos Clérigos e Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Foram adotadas como identificação as iniciais do nome do monumento.

- Igreja de São Pedro dos Clérigos – **ISPC**
- Igreja de Nossa Senhora da Piedade - **INSP**

Escolhido o monumento e o seu bem integrado, o item “b” trata da localização e orientação do bem integrado no monumento. Para as fachadas estipulou-se com o número 1 a fachada frontal ou frontispício e, a partir dela a convenção adotada para a numeração das demais foi o sentido horário, ou seja, a fachada de número 2 será a lateral direita do monumento e assim sucessivamente, seguindo todos os planos até voltar ao frontispício. A orientação será conforme a implantação do monumento no lote (fatores impostos) e seguirá a nomenclatura conforme os pontos cardeais, colaterais e subcolaterais. No caso dos monumentos objetos de estudo a denominação da fachada frontal ou frontispício, em cada um, será:

- **ISPC\_F1NE** (fachada 1 e orientação nordeste - NE);
- **INSP\_F1SSO** (fachada 1 e orientação sul-sudoeste - SSO)

O item “c” corresponde à numeração do objeto (bem integrado) e sua denominação. Como critério de numeração, dos bens integrados, estipulou-se como o primeiro objeto a portada central e, a partir desta, no sentido horário os demais. Quanto à denominação do objeto serão usadas as iniciais do bem integrado analisado.

- **ISPC\_F1NE\_1PC** (número do objeto e iniciais da denominação do bem – no exemplo **P**órtico **C**entral);
- **INSP\_F1SSO\_1PC** (número do objeto e iniciais da denominação do bem – no exemplo **P**ortada **C**entral).

O item “d” corresponde ao número total de blocos, seguido por cada bloco pétreo do bem integrado. Os objetos estudados apresentam na sua composição blocos justapostos e/ou sobrepostos entre si e vinculados à superfície construída (planos verticais, paredes em alvenaria). Foi estipulado para a quantificação dos blocos o

sentido horário, começando pelo lado direito do objeto analisado; no caso das cercaduras dos vãos de portadas o primeiro bloco será aquele, na parte inferior direita do objeto, enquanto que em cercadura de vãos de janelas o primeiro bloco será o que corresponde ao peitoril ou taça (janelas rasgadas e/ou sineiras).

- ISPC\_F1NE\_1PC\_100B (número total de blocos) e

ISPC\_F1NE\_1PC\_100B\_1PDMB (bloco 1 **P**edestal **D**ireito **M**oldura da **B**ase);

- INSP\_F1SSO\_1PC\_6B (número total de blocos) e

INSP\_F1SSO\_1PC\_6B\_1BDD (bloco 1 **D**ado **D**ireito).

O item “e” corresponde à identificação do bem integrado adotada pela metodologia desenvolvida e aplicada. Assim, conforme a ficha de levantamento de campo elaborada, como exemplo, a identificação geral e denominação da portada central da Igreja de Nossa Senhora da Piedade fica desta forma:

INSP\_F1SSO\_1PC\_6B

O último campo de identificação será usado, no caso do exemplo acima, quando da execução do levantamento de campo para o mapeamento das patologias relacionadas ao bloco analisado. O primeiro bloco, no exemplo mostrado, será o INSP\_F1SSO\_1PC\_6B\_1BDD.

#### ESTADO DE CONSERVAÇÃO / BLOCO – CAMPO 2

Este campo indica o estado de conservação do bloco, relacionando-o aos fatores de alteração intrínsecos – material pétreo, e aos fatores extrínsecos – constantes (agentes atmosféricos), aleatórios (físico, químico e biológico), impostos (projetuais) e antropológicos ou antrópicos (atividade humana). Foram considerados cinco níveis de avaliação, classificados conforme o nível do estado de conservação, como mostra a figura 2.4.

| NÍVEL DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO | COR |
|--------------------------------|-----|
| EXCELENTE                      |     |
| BOM                            |     |
| REGULAR                        |     |
| MAU                            |     |
| PÉSSIMO                        |     |

Figura 2.4 - Cores definidas pelo autor para cada nível do estado de conservação dos blocos pétreos que compõem os bens integrados alvos de investigação.

Os critérios adotados, na pesquisa, obedecem aos parâmetros para os diferentes níveis de avaliação do estado de conservação do objeto em qualquer suporte (rocha, madeira, metal, tecido, etc), propostos pelo IPHAN em 2000. Nos parâmetros estipulados (IPHAN, 2000) não há definições de cores para os níveis de avaliação do estado de conservação, que foram propostos pelo autor.

Os níveis considerados foram:

**EXCELENTE** – quando o suporte do objeto apresenta-se íntegro, ficando livre de qualquer intervenção, seja de manutenção, conservação ou restauro. Cor adotada: branco.

**BOM** - o objeto necessita apenas de uma manutenção adequada; ex: higienização. Cor adotada: verde.

**REGULAR** – o objeto necessita de um tratamento de conservação mais rigoroso. Tem a necessidade de uma higienização mais rigorosa e aprofundada; pequenas intervenções sobre o suporte do objeto, mas sem que precise a remoção do mesmo ou de parte dele (um bloco pétreo, por exemplo). Cor adotada: amarelo.

**MAU** – o objeto necessita uma intervenção mais profunda; pela complexidade deve ser executada em laboratório de restauração. Cor adotada: vermelho.

**PÉSSIMO** – o objeto apresenta considerável e irreversível perda de matéria original, com mais de 50%. Exigência interventiva sobre o suporte de caráter complexo e demorado com a aplicação de técnicas tradicionais e/ou contemporâneas. Cor adotada: roxo.

### DESCRIÇÃO / PATOLOGIAS / BLOCO – CAMPO 3

Este campo permite a descrição sucinta do bloco pétreo, das patologias incidentes sobre a sua superfície e do nível do estado de conservação.

### IDENTIFICAÇÃO BEM INTEGRADO / BLOCO / PATOLOGIAS – CAMPO 4

Neste campo as patologias incidentes sobre o bloco pétreo analisado são identificadas, registrando o número do bloco e qual a parte do objeto (por exemplo: bloco 1 ombreira direita - B1OD).

Para a identificação e mapeamento das patologias estipulou-se, para a análise de observação das ocorrências, conforme a referência adotada em ICOMOS (2008), grupos das alterações divididas e relacionadas aos processos ou mecanismos de alteração (físico, químico, biológico). Os grupos classificam-se em:

- Grupo I - Fissura e Deformação
- Grupo II - Destacamento
- Grupo III - Características induzidas pela perda de material
- Grupo IV - Descoloração e Depósito
- Grupo V - Colonização Biológica

Tabela 2.1 - Grupos de patologias associadas ao processo de alteração atuante.

| GRUPOS DE PATOLOGIAS                                                                                     | PROCESSO DE ALTERAÇÃO                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| GRUPO I - Fratura e Deformação<br>GRUPO II - Destacamento<br>GRUPO III - Caract. induzidas perda de mat. | Processo físico                      |
| GRUPO IV - Descoloração e Depósito                                                                       | Processo químico                     |
| GRUPO V - Colonização Biológica                                                                          | Processo físico-químico ou biológico |

Para a identificação de cada grupo há uma cor definida pela referência adotada, (ICOMOS, 2008); as patologias apresentam legenda, definida pelo autor, conforme a forma de intemperismo incidente e relacionada à cor do grupo no qual pertence. A figura 2.5 apresenta as cores definidas, pela referência adotada.

| GRUPO DE PATOLOGIAS                         | COR    |
|---------------------------------------------|--------|
| GRUPO I - Fratura e Deformação              | Red    |
| GRUPO II - Destacamento                     | Yellow |
| GRUPO III - Caract. induzidas perda de mat. | Purple |
| GRUPO IV - Descoloração e Depósito          | Blue   |
| GRUPO V - Colonização Biológica             | Green  |

Figura 2.5 - Cores definidas pela referência adotada - ICOMOS (2008) – para cada grupo de patologias.

Com esta hierarquização tem-se a identificação das patologias em cada objeto analisado, estruturando, no monumento, a nomenclatura, a denominação e o comportamento das ocorrências patológicas sobre o material pétreo empregado nos bens integrados alvos de investigação.

### 2.1.3 Identificação e mapeamento das patologias

Baseada na observação macroscópica dos blocos pétreos que compõem os bens integrados fez-se a identificação e mapeamento das patologias, simultaneamente ao registro fotográfico.

Na pesquisa foi adotado, não integralmente, o método de mapeamento de monumentos proposto por Fitzner e Heinrichs (2002), desenvolvido na *Aachen University of Technology*, Alemanha, pelo grupo de trabalho denominado “*Natural Stones and Weathering*”.

Este procedimento permite um registro quantitativo, uma avaliação e documentação completa dos monumentos, ou de suas partes (bens integrados) em materiais pétreos de acordo com litotipos utilizados, intensidade e distribuição das formas de intemperismo, que representa a resposta fenomenológica das rochas aos processos de intemperismo.

Viles et al (1997) apud Fitzner e Heinrichs (2002) consideram as deteriorações incidentes nas rochas de monumentos a partir de escalas e parâmetros. Respectivamente, as escalas e parâmetros de deterioração das rochas dividem-se em não visíveis e visíveis, compreendendo a nano escala – não visíveis (< mm - mudança das propriedades da rocha - composição, textura, porosidade, resistência, etc), a micro (mm a cm - descoloração, perda de massa, micromorfologia), a meso

(cm a m - fenômenos de deterioração – formas de intemperismo) e a macro escala (fachadas ou monumentos - estabilidade estrutural, aparência estética) visíveis, mostradas conforme a tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Escalas e parâmetros de deterioração de rochas; modificado de Viles et al. (1997) apud em Fitzner e Heinrichs (2002).

| ESCALAS                  |                                                | PARÂMETROS                                                                             |
|--------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Deterioração não visível | Nano escala (< mm)                             | Mudança das propriedades da rocha - composição, textura, porosidade, resistência, etc. |
| Deterioração visível     | Micro escala (mm a cm)                         | Descoloração, perda de massa, micromorfologia.                                         |
|                          | Meso escala (cm a m)                           | Fenômenos de deterioração – formas de intemperismo.                                    |
|                          | Macro escala (Fachadas inteiras ou monumentos) | Estabilidade estrutural, aparência estética                                            |

Na pesquisa, como os objetos de estudo são os bens integrados – objetos vinculados às fachadas dos monumentos, pela metodologia proposta e aqui utilizada, a relação das patologias com a escala e parâmetros mencionados em Fitzner e Heinrichs (2002) enquadra-se na meso escala (cm a m) relacionada aos fenômenos de deterioração ou formas de intemperismo incidentes no material pétreo dos blocos empregados.

Como os materiais pétreos presentes nos monumentos escolhidos encontram-se nos bens integrados vinculados às superfícies construídas das fachadas, o mapeamento será executado apenas nestes objetos e compreende duas formas: o litológico e das formas de intemperismo incidentes sobre os blocos.

O mapeamento litológico enfoca os litotipos que foram empregados na confecção dos objetos. Pela análise macroscópica há apenas um litotipo utilizado nos blocos que compõe os bens integrados em ambos os monumentos. Por esta razão o mapeamento litológico não será feito.

A identificação e o mapeamento das patologias incidentes foram executadas para cada bloco que compõem os bens integrados. Na pesquisa, o mapeamento por grupo e geral, com todas as patologias detectadas (de todos os grupos), foi

executado, após o levantamento de campo com o preenchimento das fichas de cada bloco por objeto.

#### **2.1.4 Levantamento fotográfico: banco de imagens**

Simultaneamente à descrição macroscópica – caracterização dos litotipos e dos objetos estudados, fez-se o levantamento fotográfico com a criação do banco de imagens. O equipamento utilizado para o levantamento foi uma câmera digital não profissional marca Sony, modelo Cyber Shot DSC-S930, resolução de 10.1 mega pixels, zoom ótico 3x, com lente Sony f=6.4 – 19.2mm 1:2.9-5.4.

O banco de imagens, dividido em duas partes, abrange as escalas macro e micro. A divisão corresponde à foto documentação geral (macro) e específica (micro). A geral - escala macro, está associada ao monumento, ou seja, as suas fachadas; a específica - escala micro, registra os bens integrados e as patologias incidentes sobre os blocos pétreos que os compõe. Na escala micro também há o registro das amostras coletadas de material pétreo e microbiológico.

A organização do banco de imagens, na divisão proposta com suas respectivas escalas, posteriormente, auxilia na produção dos mapas de danos, atrelado ao mapeamento de danos e preenchimento das fichas, executados em campo.

#### **2.2 Segunda etapa: a análise laboratorial**

As análises têm por finalidade a caracterização mineralógica, textural, composição química e a identificação dos fungos encontrados na superfície rochosa dos objetos estudados.

Na sequência da metodologia, a segunda etapa compreende a análise laboratorial ou destrutiva a partir das amostras coletadas na etapa de levantamento de campo. As análises abrangem material microbiológico (fungo) e pétreo. Os ensaios realizados e relacionados ao material pétreo são os seguintes: análise química e

petrográfica, difratometria de RX (DRX) e teste de reação ao ácido HCl a 10%, todas relacionadas aos fatores intrínsecos.

Os equipamentos utilizados para as análises de material microbiológico pertencem ao Laboratório de Micologia, vinculado ao Departamento de Biologia do Centro de Ciências Biológicas/CCB/UFPE. Quanto às análises com material pétreo foi utilizado para a análise química o Laboratório de Fluorescência de RX do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo/IGUSP; a análise petrográfica foi realizada no Laboratório de Microscopia do Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências/CTG/UFPE e para o ensaio de difratometria de RX o Laboratório de Materiais Avançados – LMA, atrelado ao Departamento de Física do Centro de Ciências Exatas e da Natureza/CCEN/UFPE.

### **2.2.1 Material microbiológico - fungos**

O material de estudo obtido foi retirado, após observação macroscópica, dos bens integrados pétreos do frontispício da Igreja de São Pedro dos Clérigos e da Igreja de Nossa Senhora da Piedade (onde houve, também, coleta na fachada lateral esquerda), monumentos situados respectivamente, em Recife e Jaboatão dos Guararapes. As amostras de material microbiológico (fungos) foram obtidas pelo método descrito a seguir.

Foi friccionado sobre a superfície rochosa, um “swab” (previamente esterilizado) e imerso em tubo de ensaio contendo água destilada esterilizada, acrescida de 50 mg/L de cloranfenicol. Para o crescimento de fungos, as amostras foram semeadas em placas de Petri contendo o meio “Sabouraud” acrescido de 50 mg/L de cloranfenicol e incubadas a 30 °C durante sete dias. A identificação das culturas puras ocorreu através da análise taxonômica seguindo critérios específicos adotados na literatura.

A figura 2.6 mostra os materiais utilizados para a coleta de material microbiológico e crescimento com a semeadura dos fungos.

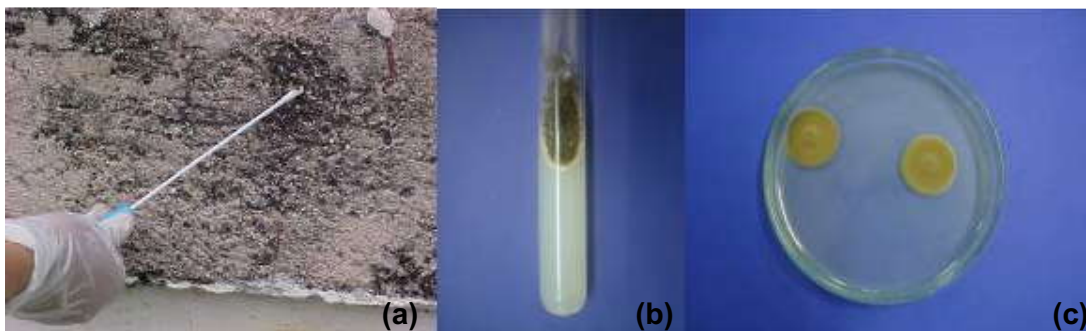


Figura 2.6 – Materiais utilizados para a coleta, fotos (a) e (b), e crescimento, foto (c), com a semeadura de material microbiológico – fungos. Foto (a) “swab” esterilizado; (b) tubo de ensaio e (c) placa de Petri. Fonte: (a) autor; (b) e (c) Héilton Vasconcelos.

### 2.2.2 Material pétreo

A coleta de amostras de material pétreo para análises laboratoriais foi previamente autorizada, através de ofício encaminhado e protocolado junto à 5ª SR/IPHAN/PE, sob o número 01498.001926/2009-87 em 09/10/2009.

Por tratar de coleta destrutiva e os monumentos alvos de investigação possuírem proteção, tombados em âmbito federal, foram coletadas amostras mínimas em locais onde havia o desprendimento de material pétreo, previamente identificado pela observação macroscópica e registro fotográfico (Igreja de Nossa Senhora da Piedade e Igreja de São Pedro dos Clérigos). Amostras soltas (fragmentos), junto a um dos monumentos (Igreja de São Pedro dos Clérigos) também foram coletadas. Pela observação macroscópica tais amostras (fragmentos) apresentam as mesmas características (composição mineralógica, cor e textura) dos blocos pétreos pertencentes aos bens integrados vinculados ao frontispício do monumento.

#### 2.2.2.1 Teste com ácido clorídrico – HCl a 10%

Após a coleta das amostras no levantamento de campo, primeiramente, foi realizado teste com ácido clorídrico (HCl) a 10% para analisar o comportamento do material pétreo sob a ação de tal ácido para determinar se havia, na composição química, carbonato.



Figura 2.7 - Materiais utilizados para a realização do teste: bandeja, copo de Becker e ácido clorídrico (HCl) a 10%. Fonte: autor.

Posteriormente ao teste do HCl foi executado o ensaio de análise química e petrográfica, e de difratometria de RX do material pétreo. Para a caracterização mineralógica da rocha empregada nos objetos pétreos dos monumentos históricos foi realizado o ensaio de análise petrográfica a partir da norma da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 12768 e o ensaio de difratometria de RX (DRX) com o intuito, também, de conhecer a natureza (ocorrência) do material. Para a determinação da composição química fundamental foi realizado o ensaio de fluorescência de RX.

#### **2.2.2.2 Análise petrográfica**

Para o ensaio de análise petrográfica, observou-se em microscópio petrográfico, marca Olympus, modelo BX 41, duas lâminas delgadas, preparadas anteriormente conforme a NBR 12768, amostra 05 – ISPC, sendo uma lâmina da face sã (referenciada como 05 B) e, a outra, da face intemperizada (referenciada como PRETO 05), conforme a figura 2.8.

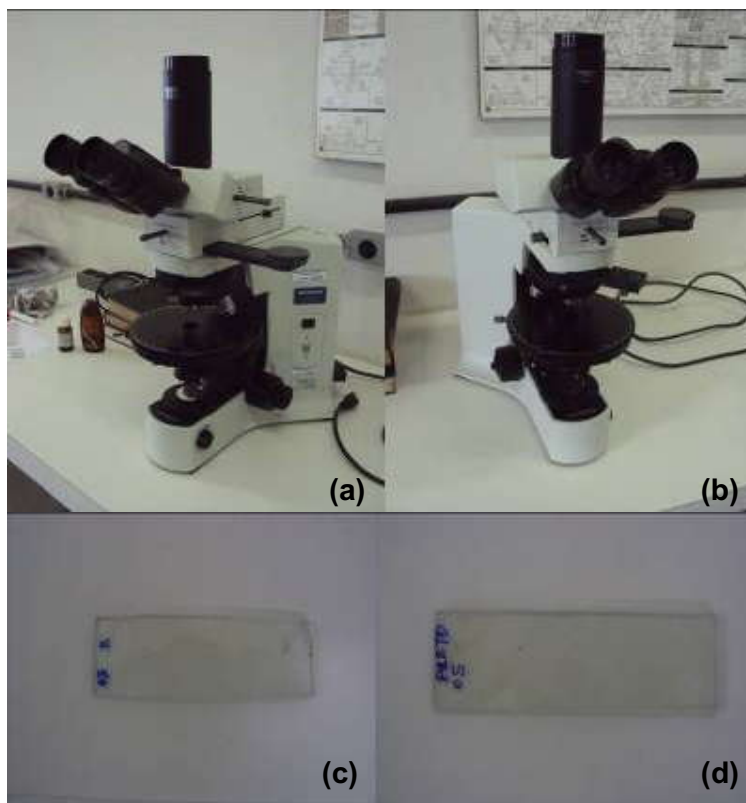


Figura 2.8 - Material utilizado para a análise petrográfica; fotos (a) e (b) – microscópio petrográfico marca Olympus, modelo BX 41; fotos (c) e (d) – lâminas delgadas, sendo (c) da face sã – referenciada 05 B e (d) da face intemperizada – referenciada PRETO 05. Fonte: autor.

Com essas análises foi possível obter informações sobre a composição mineralógica, a textura (forma e tamanho dos grãos), o estado microfissural e as alterações de minerais presentes nas duas lâminas.

#### 2.2.2.3 Difratometria de RX (DRX)

Para a análise de difratometria de RX o equipamento utilizado foi um difratômetro marca Siemens, modelo D 5000, equipado com um goniômetro, utilizando radiação K Cu  $\alpha$  produzida a partir de um tubo emissor, conforme a figura 2.9.



Figura 2.9 - Equipamento utilizado para a difração de RX; difratômetro marca Siemens, modelo D5000. Fonte: autor.

O processo de difratometria foi feito sobre amostra (05 / ISPC) pulverizada (abaixo de 100 mesh), disposta randomicamente no porta-amostra (método do pó desorientado), com as seguintes condições analíticas:

- varredura a  $10^\circ / \text{min}$ , de 5 a  $45^\circ 2\theta$
- intensidade constante de corrente

#### 2.2.2.4 Análise química

A análise de fluorescência de RX, realizado no IGUSP, foi executada a partir da técnica do disco de vidro fundido (FGD - *Fused Glass Disc Technique*) com as amostras 01/INSP e 05/ISPC.

As amostras foram reduzidas em pequenas plaquetas de  $1 \text{ cm}^3$  utilizando-se um britador de mandíbulas e prensa hidráulica. Após a confecção das plaquetas, um segundo britador de mandíbulas, tipo SPEX, foi utilizado para reduzi-las ao tamanho

de areia. A quantidade da amostra depende do tamanho dos grãos dos minerais. A amostra foi pulverizada abaixo de 200 mesh.

## **CAPÍTULO III**

### **3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Após discorrer, no capítulo anterior, sobre o processo metodológico e sua aplicação com o diagnóstico abrangendo o levantamento de campo e análises laboratoriais, neste capítulo a abordagem enfoca as patologias incidentes sobre a superfície dos blocos compositivos dos bens integrados pétreos vinculados à superfície construída dos frontispícios de cada um dos monumentos históricos alvos de investigação.

De forma crítica, a discussão dos resultados relaciona os fatores intrínsecos (material pétreo) e os fatores extrínsecos (constantes, aleatórios, impostos e antrópicos) com as formas de intemperismo (patologias) identificadas sobre a superfície dos blocos pétreos.

Atrelados aos fatores intrínsecos, com a finalidade de obtenção de resultados relativos às características mineralógicas e químicas do material pétreo empregado nos monumentos, têm-se os ensaios de análise petrográfica e química, a difratometria de RX (DRX) e o teste de reação ao ácido (HCl a 10%). A caracterização - mineralógica e química - do litotipo permite relacionar aos fatores extrínsecos e, estes, às formas de intemperismo atuantes sobre a substância (material). Há ainda a possibilidade, através dos ensaios e análises, da descoberta da procedência ou origem do litotipo estudado.

Atrelado aos fatores extrínsecos, os principais agentes causadores de alterações estão associados ao clima - agentes atmosféricos (chuvas, ventos, insolação, umidade relativa do ar, temperatura, conteúdo da atmosfera), denominados fatores constantes (definidores do microclima) e, estes, relacionados com os fatores aleatórios - processos ou mecanismos de alteração física, química e físico-química ou biológica. Considera-se, além destes, os fatores impostos – de projeto e antrópicos – atividade/ação humana (vandalismo, técnica).

### 3.1 Os fatores intrínsecos – material pétreo

Conforme abordado no capítulo II, duas etapas envolveram a coleta de dados: a de campo e a laboratorial.

No levantamento de campo executado na primeira etapa metodológica, associado aos fatores intrínsecos, foi feita a observação e descrição macroscópica do material pétreo, abrangendo a identificação da rocha empregada (auxiliada na etapa laboratorial por lupa/microscópio digital, descrito no capítulo II) cujos dados, posteriormente, foram cruzados com os resultados das análises laboratoriais de caracterização mineralógica (petrografia e difratometria de RX) e química (fluorescência de RX).

Como foi constatado, no primeiro momento, o emprego do arenito ocorre em ambos os monumentos, e uma comparação do litotipo utilizado nos bens integrados foi feita, com a finalidade de relacionar, confrontar o material pétreo (arenito) e suas características (mineralógicas e químicas), para posteriormente relacionar a atuação dos fatores extrínsecos, contribuintes nas alterações (patologias) sobre o mesmo material, aplicado em monumentos distintos.

Também, relacionado aos fatores intrínsecos, através das coletas feitas *in loco*, pequenas amostras para análise destrutiva (laboratorial) foram coletadas de ambos os monumentos alvos de investigação. As amostras coletadas foram retiradas de locais onde o material pétreo estava se desprendendo, priorizando o mínimo de intervenção destrutiva a fim de não descaracterizar e/ou mutilar o monumento e seus bens integrados pétreos.

Fragmentos (pequenos) dos bens integrados, soltos, encontrados na área externa (adro) junto ao monumento (ISPC) foram coletados para análise laboratorial posterior - amostras 03, 04 e 05 – na qual foi considerada apenas a amostra 05, pela dimensão e quantidade maior de material. Como a amostra 05 da ISPC apresentou a maior quantidade de material, foi possível realizar a caracterização mineralógica (petrografia e difratometria de RX) e química (fluorescência de RX). Na INSP apenas foi possível, a partir das amostras coletadas, a execução da análise química (fluorescência de RX) da amostra 01. Com relação ao teste de ácido (HCl a 10%), todas as amostras foram submetidas, reagindo positivamente.

As figuras 3.1 a 3.4 apresentam, respectivamente, as amostras 01 e 02 coletadas na INSP e amostras 01 e 05 na ISPC. Aquelas retiradas de ambos os frontispícios foram: amostra 01 e 02 da INSP e amostra 01 da ISPC - enquanto que a amostra 05 de ISPC é um fragmento solto. Na INSP, no frontispício, foi constatado o desprendimento na pilastra, base (figura 3.1 - amostra 01) e portada lateral direita, ombreira direita (figura 3.2 - amostra 02), com a coleta de material, assim como no pórtico central, pedestal lado esquerdo, na ISPC (figura 3.3 - amostra 01).

Amostra 01 – INSP - pilastra, base.



Figura 3.1 - Amostra 01 coletada no frontispício da INSP. (a) e (b) local da coleta - pilastra, base; (c) e (d) amostra 01 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor.

Amostra 02 – INSP - portada lateral direita, ombreira direita.



Figura 3.2 - Amostra 02 coletada no frontispício da INSP. (a) e (b) local da coleta – portada lateral direita, ombreira direita; (c) e (d) amostra 02 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor.

Amostra 01 – ISPC – pórtico central, pedestal lado esquerdo, dado



Figura 3.3 - Amostra 01 coletada no frontispício da ISPC. (a) e (b) local da coleta – pórtico central, pedestal lado esquerdo, dado; (c) e (d) amostra 01 - (c) superfície exposta; (d) superfície interna. Fonte: autor.

Amostra 05 – ISPC – fragmento solto (localizado junto ao pórtico central)

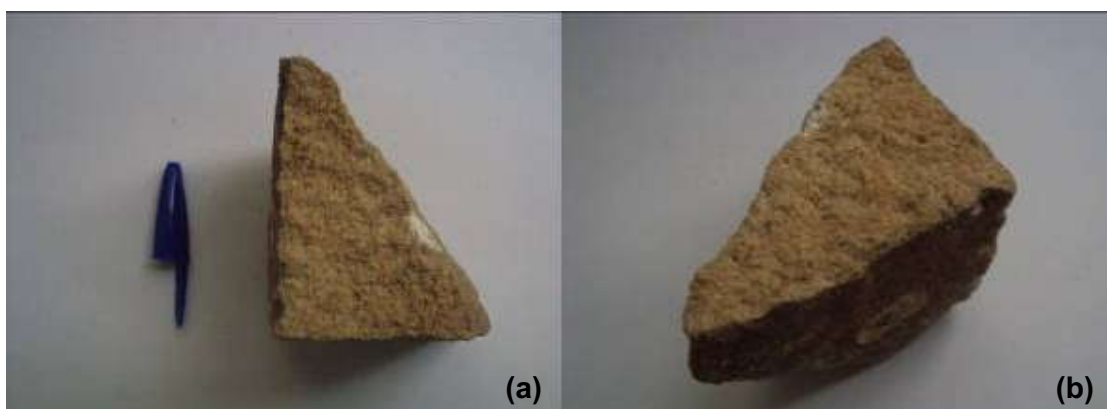


Figura 3.4 - Amostra 05 coletada junto ao frontispício da ISPC – pórtico central. (a) superfície interna e (b) superfície interna (mais clara) e superfície exposta (mais escura); ambas as superfícies apresentam homogeneidade quanto à cor e estrutura. Fonte: autor.

A figura 3.5 apresenta quadro comparativo mostrando as superfícies, externas e internas, das amostras coletadas na ISPC e INSP vistas com o auxílio da lupa digital.

| AMOSTRA / MON     | FACE INTERNA                                                                        | FACE EXTERNA                                                                         |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| AMOSTRA 01 / INSP |    |    |
| AMOSTRA 01 / ISPC |   |   |
| AMOSTRA 02 / INSP |  |  |
| AMOSTRA 05 / ISPC |  |  |

Figura 3.5 - Quadro comparativo entre as superfícies (internas e externas) das amostras coletadas na ISPC e INSP. Fonte: autor - fotos obtidas através das imagens captadas pela lupa (microscópio digital Digimicro).

Somada à descrição e observação macroscópica feita em campo, com o auxílio do quadro comparativo entre as superfícies (externas e internas) das amostras coletadas nos dois monumentos, a partir das imagens captadas pela lupa digital,

têm-se, provavelmente, a semelhança nas seguintes características: composição mineralógica, granulação – relacionada à textura (tamanho, forma e esfericidade), cor, estrutura, possibilitando que o litotipo utilizado nos bens integrados vinculados à superfície das fachadas nos dois monumentos históricos seja o mesmo ou muito semelhante.

### 3.1.1 Descrição macroscópica do material pétreo empregado nos objetos de estudo da ISPC e INSP

Em ambos os monumentos o litotipo identificado, a partir da observação macroscópica (levantamento de campo), empregado nos blocos dos bens integrados que compõe os elementos estruturais e ornamentais (cunhais, cercaduras de vãos, pilastras, etc) dos frontispícios (e demais fachadas) é o arenito.



Figura 3.6 - Identificação e ocorrência do arenito nos dois monumentos objetos de estudo – litotipo empregado nos blocos dos elementos estruturais e ornamentais dos objetos vinculados as superfícies construídas (fachadas). Fotos de (a) a (d) ISPC e de (e) até (h) INSP; foto (a) frontispício com seus bens integrados (cor bege); (b) fachada lateral direita – cunhal e cercadura da janela; (c) janela central (côro) acima do pórtico central – frontispício; (d) portada – fachada lateral direita; (e) frontispício com seus bens integrados que compõe os vãos e bases dos cunhais e pilastra; (f) base pilastra - frontispício; (g) brasão com seus ornatos em relevo - frontispício; (h) cunhal e cornija do beiral – fachada lateral esquerda. Fonte: autor.

Rocha de origem sedimentar, o arenito é formado a partir de areias quartzosas cimentadas (consolidadas). Litotipo que pode ser pluriminerálico apresenta na composição mineralógica a presença, principalmente, de material silicático – grãos de quartzo, mineral essencial, e cimento carbonático (calcítico e/ou dolomítico).

A rocha empregada nos bens integrados de ambos os monumentos apresenta cor clara, bege, indicando a presença reduzida de minerais máficos (ricos em Fe e Mg) na composição mineralógica. Apresenta textura, vista a olho nu, muito semelhante, assim como a estrutura.

Nos dois monumentos as superfícies dos blocos são rugosas; apresentam homogeneidade e minerais granulares sem orientação, com granulometria fina, milimétrica (classificado pela escala de Wentworth); de grãos maduros, têm formato sub arredondado (mais comuns) a sub angular e esfericidade alta, visto com auxílio de lupa (microscópio) digital. Conforme o quadro comparativo, apresentado na figura 3.5, tais afirmações podem ser feitas, respectivamente, com a observação da face externa e da face interna da amostra 01 e amostra 02 (INSP). A face externa da amostra 02 (INSP) expõe de forma clara a ação intempérica sobre a superfície do litotipo, com a perda de grãos e cimento (carbonático), provavelmente ocasionada pela erosão causada pelo vento (partículas sólidas - abrasão) e associada ao aerossol marinho, contendo particulados líquidos (água) e sólidos (sais - halite).

Quanto à estrutura, por tratar-se de amostras de mão muito pequenas, fica difícil a descrição; como não houve visita a formação de origem do material pétreo não há como descrever macroscopicamente. Rochas de origem sedimentar apresentam estrutura estratificada/camadas. No caso, não foi possível identificar a orientação da estrutura pela homogeneidade da superfície do litotipo, apenas que os grãos na são orientados.

Auxiliando os dados de campo relacionados à descrição macroscópica, a análise posterior feita com a lupa digital apresentada na figura 3.7, tais afirmações, associadas à microscopia podem ser feitas com a observação da face externa e da face interna, respectivamente, das amostras 01, fotos (a) e (b) e amostra 05, fotos (c) e (d), ambas da ISPC.

Na figura 3.7 as fotos (a) e (c) – faces externas e a foto (b) – face interna apresentam a homogeneidade da textura observada na amostra e no fragmento coletado. A foto (d) indica a granulação a partir do tamanho, forma e a esfericidade dos grãos constituintes - face interna da amostra 05.

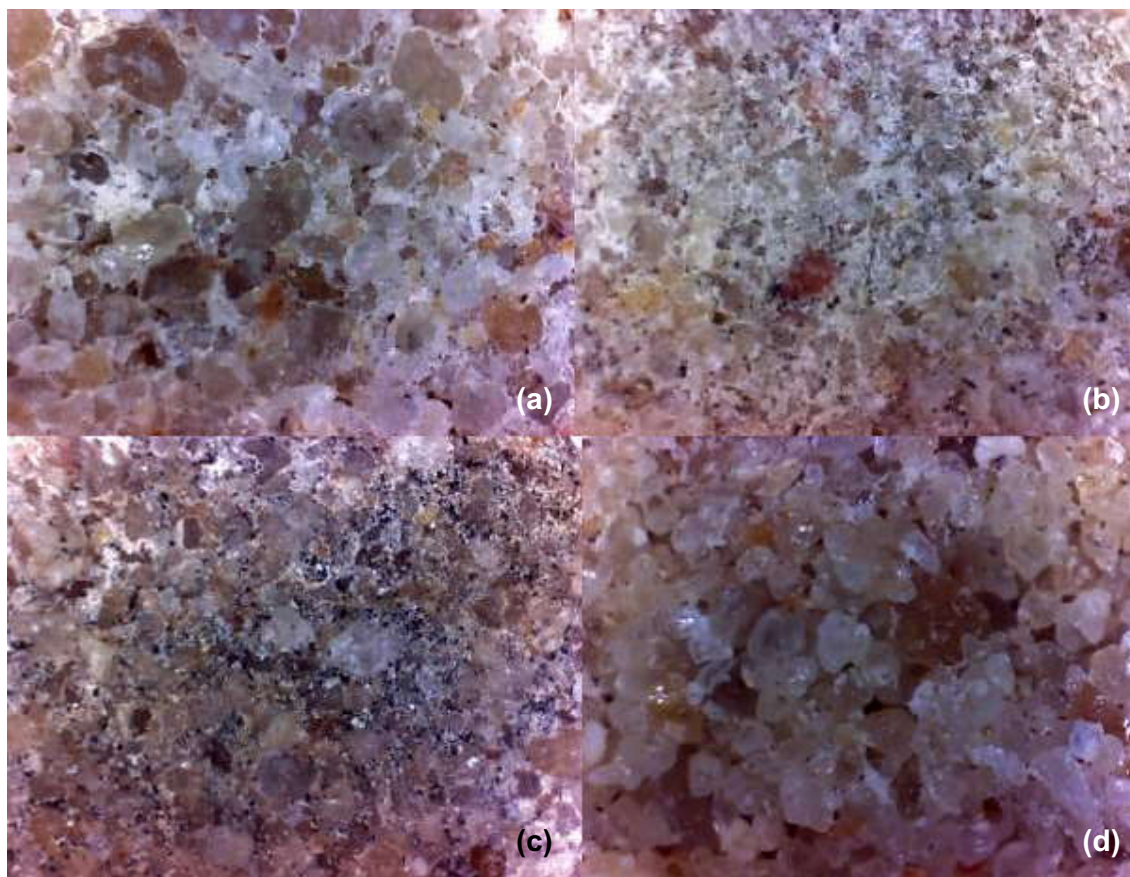


Figura 3.7 - Granulometria e textura do arenito utilizado nos bens integrados do frontispício da ISPC, mostrando o formato e esfericidade dos grãos com o predomínio de quartzo. AMOSTRA 01, fotos (a) e (b); AMOSTRA 05 fotos (c) e (d). As fotos (a) e (c) correspondem à face externa de ambas as amostras e (b) e (d) correspondem à face interna de ambas as amostras. Fonte: autor; todas as fotos tiradas a partir da captura da imagem pela lupa (microscópio) digital.

No litotipo coletado, a face interna da amostra 05 (figura 3.7), foto (d) a partir da imagem da lupa (microscópio) digital, mostra claramente a grande quantidade de quartzo, sendo o mineral essencial da rocha, classificando-a como um quartzo arenito ou litoarenito, conforme a classificação mineralógica para arenitos de Folk (1974). Esta amostra de arenito por apresentar praticamente apenas quartzo na composição pode ser classificada como supermaduro ou maduro (TUCKER, 2003); considerando que a maturidade mineralógica (composição) de um litotipo está associada à retenção, pela rocha, dos sedimentos ou componentes minerais mais estáveis, o material pétreo utilizado nos bens integrados do monumento pode ser

denominado como tal, pela grande quantidade de quartzo, mineral dos mais resistentes (não sofre alterações). Com relação à maturidade textural (granulometria), indica o grau de desenvolvimento quanto aos processos de transporte e deposição (seletivos ou não); na foto (d) da figura 3.7, identificam-se grãos bem classificados, segundo a escala proposta por Pettijohn et al (1973) apud em Adams; Mackenzie e Guilford (1996).

### **3.1.2 Teste com ácido clorídrico (HCl a 10%) – ISPC e INSP**

Todas as amostras coletadas de ambos os monumentos reagiram positivamente ao teste com ácido clorídrico (HCl a 10%), ou seja, o cimento que consolida os minerais constituintes do arenito é composto por material carbonático calcítico confirmado, posteriormente, com a análise química – fluorescência de RX. Pelo ensaio de difratometria de RX (DRX) constatou-se a presença de aragonita, que também reage positivamente ao teste com HCl a 10%. Ambas de composição carbonática  $\text{CaCO}_3$ .

### **3.1.3 Análise petrográfica - ISPC**

Na Igreja de Nossa Senhora da Piedade a análise petrográfica não foi realizada, devido às pequenas dimensões das amostras coletadas, sendo a quantidade de material insuficiente para a execução do ensaio.

Na Igreja de São Pedro dos Clérigos a análise petrográfica, feita a partir da NBR 12768, com a feição macroscópica da amostra 05 da ISPC em duas lâminas delgadas (face intemperizada – PRETO 05 e face sã – 05 B) permitiu a observação e caracterização da composição mineralógica e textural (forma, tamanho e esfericidade dos grãos, explicitada na descrição macroscópica), natureza do material quanto a sua gênese (em função da matéria orgânica presente – fósseis), estado microfissural e grau de alteração dos minerais.

A partir da microscopia ótica, quanto à composição mineralógica, as duas lâminas (intemperizada e sã) apresentam a predominância de material silicático – grãos de quartzo, como o mineral essencial; matriz com cimento carbonático calcítico nos

espaços intergranulares e formas orgânicas (fósseis) mais escuras que os grãos componentes do material analisado (observado à luz natural - LN).

Por apresentar essencialmente grãos de quartzo, assim como constatado na observação e descrição macroscópica, agora se confirma, com a petrografia, a maturidade mineralógica e textural do litotipo analisado, como mostra a foto da figura 3.8. O litotipo apresenta estrutura compacta com textura de grãos sub arredondados a sub angulosos, sendo os primeiros os mais comuns, e tamanho milimétrico que, pela escala de Wentworth, classifica-se como sedimento de areia média (intervalo entre 0,5 e 0,25 mm) ou fina (intervalo entre 0,25 e 0,125).

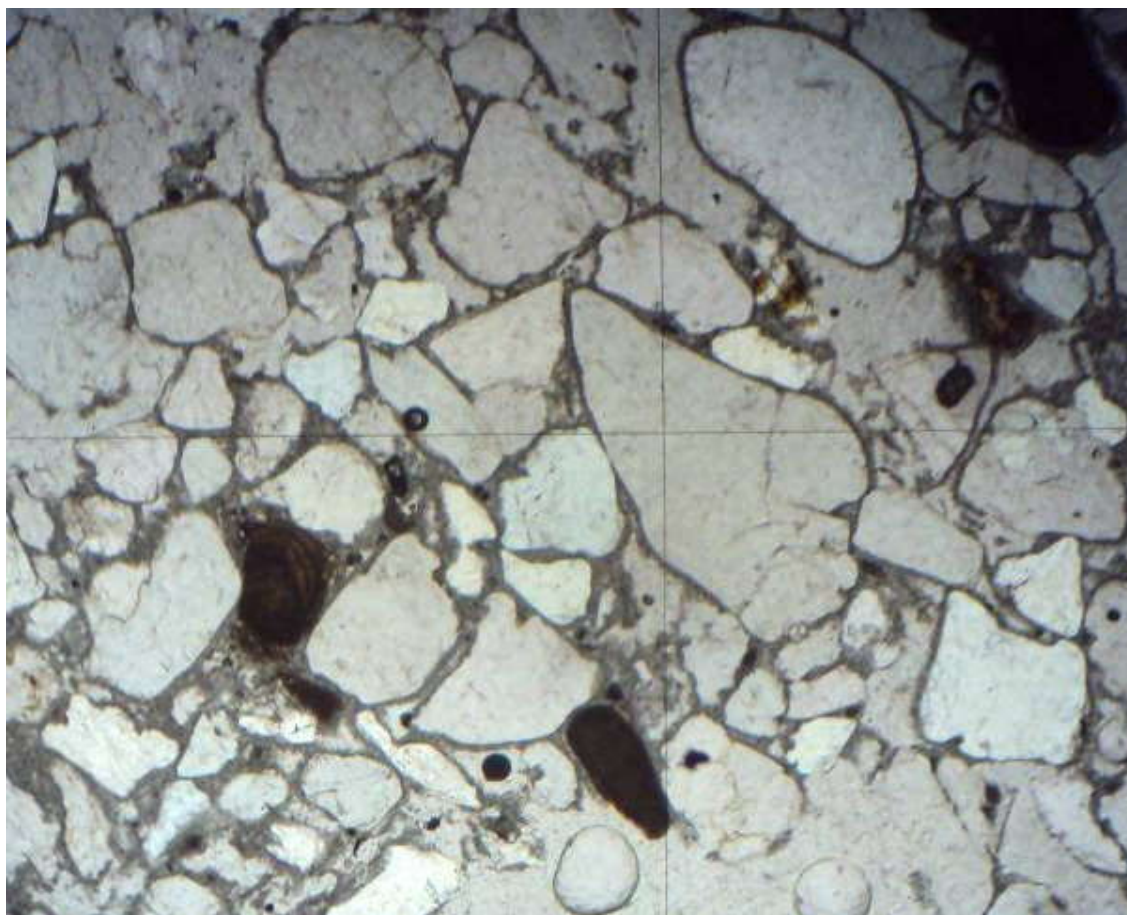


Figura 3.8 - Composição mineralógica da amostra 05, a partir da lâmina 05 B. Foto com nicóis não cruzados – LN. Fonte: autor.

Na petrografia foi constatada a presença de fósseis carbonáticos, bioclastos de pequenas dimensões, microscópicos, identificando-se o foraminífero nimulide, a alga calcária vermelha rodofícea e o molusco gastrópode, indicando que a rocha empregada nos monumentos é um arenito de mar ou “beach rock”.

As figuras 3.9 e 3.10 apresentam os sedimentos carbonáticos fósseis encontrados na amostra 05 da referenciada como 05 B (lâmina com material não intemperizado).

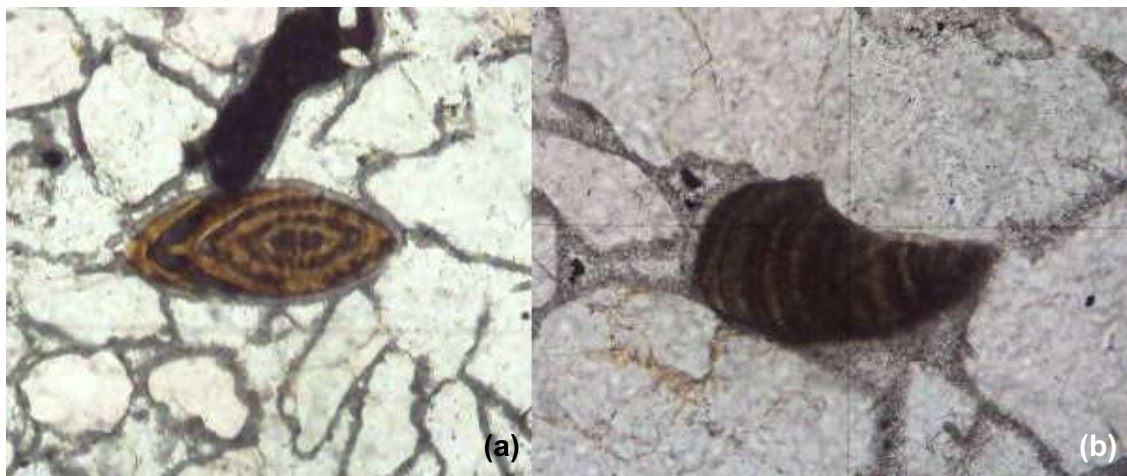


Figura 3.9 - Fósseis - bioclastos identificados na lâmina 05 B: (a) foraminífero – nimulide na parte central em formato losangular e (b) alga calcária - alga vermelha rodofícea ao centro. Fotos (a) e (b) com nicóis não cruzados – LN e aumento de 40X. Fonte: autor.

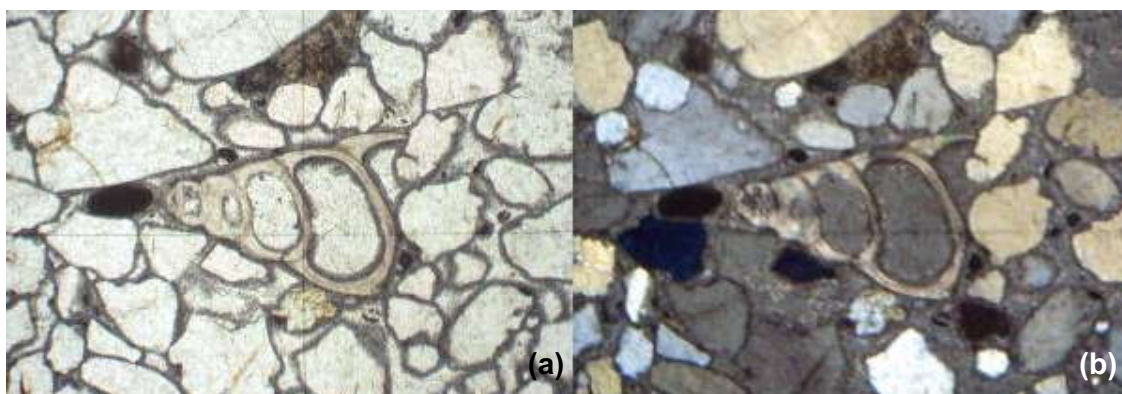


Figura 3.10 - Fósseis - bioclasto identificado na lâmina 05 B: (a) e (b) molusco gastrópode ao centro da foto apresentando no interior de cada loggia (espaços internos) matéria orgânica. Fdo (a) com nicóis não cruzados – LN e aumento de 40X e foto (b) com nicóis cruzados – LX e aumento de 40X. Fonte: autor.

A presença e identificação destes fragmentos (fósseis) contribuem para uma abordagem quanto à natureza do litotipo, sua origem, de qual local foi explotado o material pétreo para o emprego nos monumentos objetos de estudo. Provavelmente, este material, pelas características quanto aos fósseis presentes, foi explotado na região da praia de Muro Alto, município de Ipojuca, litoral sul do estado onde há grande ocorrência deste litotipo, assim como em toda a costa pernambucana, mas com muitas formações na faixa de areia, em local seco, fora do mar, facilitando a sua retirada.

### **3.1.4 Difractometria de RX (DRX) – ISPC**

O ensaio de difratometria de RX com relação à Igreja de Nossa Senhora da Piedade não foi realizado, devido a pouca quantidade de material coletado no monumento. Apenas foi realizado com material da amostra 05, coletado da Igreja de São Pedro dos Clérigos.

A figura 3.11 apresenta o difratograma com os resultados obtidos no ensaio de DRX, caracterizando mineralogicamente o litotipo empregado, onde há a predominância de material silicático quartzoso. No cimento (inclusive exoesqueletos de organismos) predominam Mg-calcita ( $\text{Ca:Mg} = 90:10$ ) e aragonita (mineral subordinado).

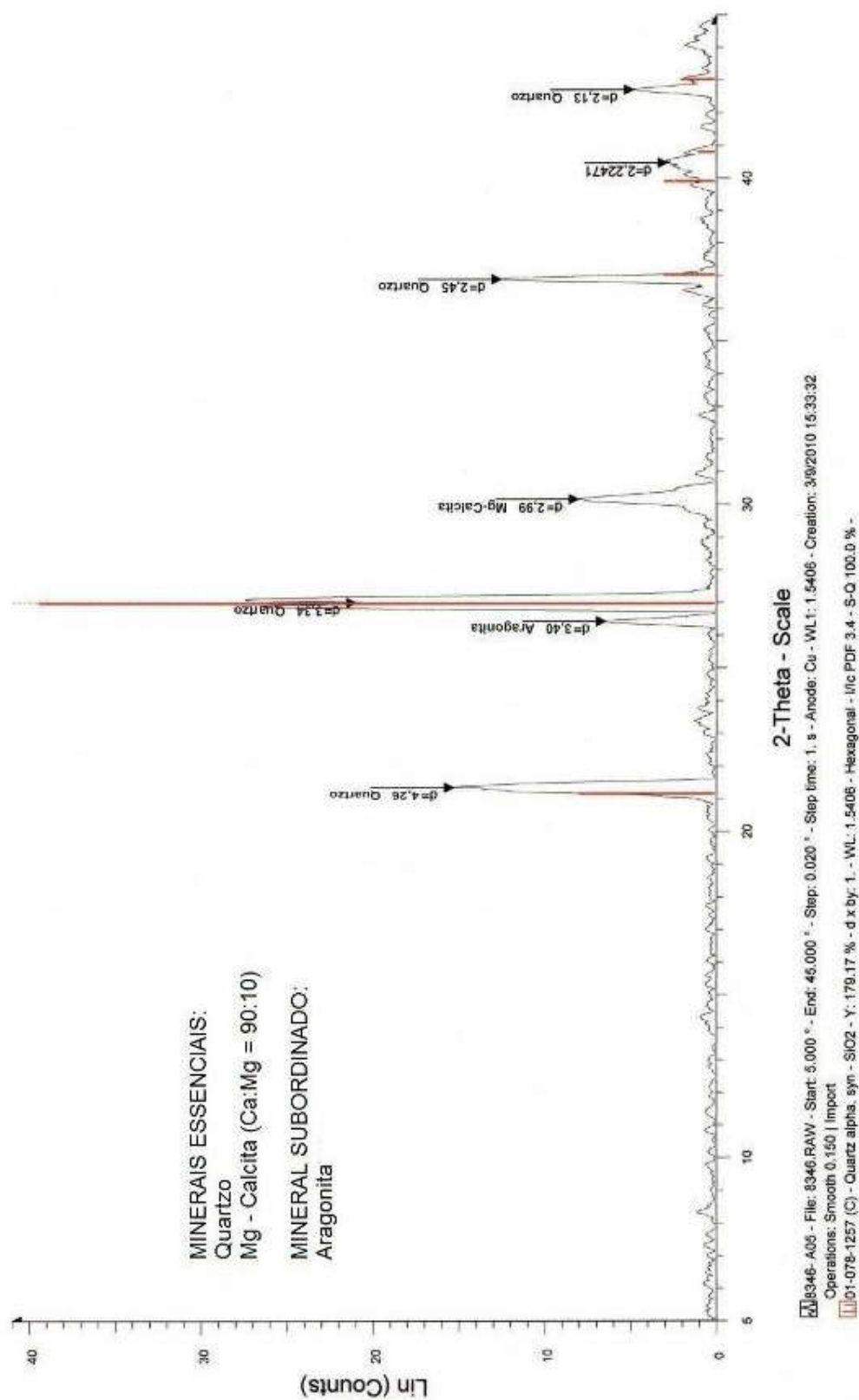


Figura 3.11 - Difratoograma com os resultados do ensaio de difratometria de RX da amostra 05 / ISPC. Fonte: Laboratório de Materiais Avançados - LMA/CCEN/UFPE.

### 3.1.5 Análise química – ISPC e INSP

A caracterização química realizada por fluorescência de RX, realizada no Instituto de Geociências da USP para a amostra 01/INSP e amostra 05/ISPC revelou o teor em peso (%) dos elementos maiores encontrados, conforme a tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Resultado do ensaio de análise química – fluorescência de RX, feito da amostra 01 / INSP e amostra 05 / ISPC, mostrando, em ambas, o elevado teor de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e cimento carbonático calcítico ( $\text{CaO}$ ).  
Fonte: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo / IGUSP.

| ELEMENTO                                  | A 01 / INSP | A 05 / ISPC |
|-------------------------------------------|-------------|-------------|
| <b><math>\text{SiO}_2</math></b>          | 62,14       | 77,64       |
| <b><math>\text{TiO}_2</math></b>          | 0,065       | 0,034       |
| <b><math>\text{Al}_2\text{O}_3</math></b> | 0,45        | 0,10        |
| <b><math>\text{Fe}_2\text{O}_3</math></b> | 0,09        | 0,11        |
| <b><math>\text{MnO}</math></b>            | 0,006       | 0,002       |
| <b><math>\text{MgO}</math></b>            | 2,30        | 1,24        |
| <b><math>\text{CaO}</math></b>            | 17,26       | 10,25       |
| <b><math>\text{Na}_2\text{O}</math></b>   | 0,03        | 0,04        |
| <b><math>\text{K}_2\text{O}</math></b>    | 0,41        | 0,20        |
| <b><math>\text{P}_2\text{O}_5</math></b>  | 0,080       | 0,091       |
| <b>PERDA AO FOGO</b>                      | 16,95       | 9,97        |
| <b>TOTAL</b>                              | 99,78       | 99,68       |

A composição química dos arenitos reflete ou pode ser entendida pelos minerais associados ao quartzo (mineral principal) e ao tipo de cimento (calcítico e/ou dolomítico). Os litotipos empregados e analisados apresentam composição química silicosa pela grande presença de sílica -  $\text{SiO}_2$  e carbonosa pelo cimento carbonático calcítico (reação positiva ao teste simples com ácido -  $\text{HCl}$  a 10%).

As amostras coletadas na INSP e ISPC apresentam, a partir dos elementos maiores, características químicas composicionais semelhantes, constituídas, principalmente, por matéria silicática ( $\text{SiO}_2$ ) – grãos de quartzo e calcítica ( $\text{CaO}$ ) – cimento. O teor de cimento dolomítico ( $\text{MgO}$ ) em ambas as amostras é baixo, com percentuais, respectivamente, em INSP de 2,3% e na ISPC de 1,24%; percentual baixo, também para material argiloso - alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) - presente no cimento com menos de 1% nas duas amostras (INSP – 0,45% e ISPC – 0,1%).

A ausência de minerais máficos ou seus baixos conteúdos mostra que a maturidade dos grãos das amostras 01 (INSP) e 05 (ISPC) estão classificadas, conforme Folk

(1974), como madura – de grãos mais estáveis, com predominância de quartzo – mais resistente, praticamente inalterável; sofre apenas redução, na dimensão, durante o transporte, em função do atrito (COSTA, 1979).

A figura 3.12 apresenta o gráfico dos resultados obtidos na análise química da amostra 01/INSP e amostra 05/ISPC realizadas no Instituto de Geociências da USP.

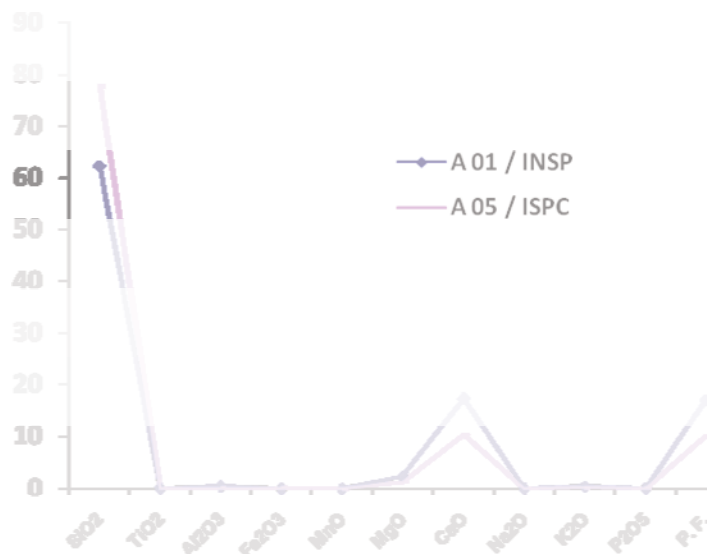


Figura 3.12 - Gráfico com os resultados do ensaio de análise química da amostra 01 / INSP e amostra 05 / ISPC.  
Fonte: Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo/IGUSP.

Conforme o gráfico da figura 3.12, as amostras coletadas em ambos os monumentos apresentam constituição química predominantemente silicosa (SiO<sub>2</sub>) e calcítica (CaO). O gráfico indica elevado teor percentual em massa (%) de sílica, grãos de quartzo, com maior valor na amostra 05 da ISPC; quanto ao cimento carbonático calcítico o maior teor encontra-se na amostra 01 da INSP. Com relação ao cimento dolomítico ambas as amostras apresentam baixos teores. A alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e ferro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), das duas amostras, têm valores muito baixos, menores que 1%, constatando-se que há pouco material máfico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e MgO) e feldspático (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O) na composição dos litotipos empregados.

Considerando a soma dos cimentos, calcítico (CaO) e dolomítico (MgO) a amostra 01 da INSP apresenta um maior teor (19,56%) e a amostra 05 da ISPC quase 50% a

menos, com 11,49%, inverso ao teor de sílica onde a amostra 05 (ISPC) têm em torno de 20% a mais que a amostra 01 (INSP).

### **3.2 Os fatores extrínsecos**

Estão relacionados aos fatores constantes, fatores aleatórios, fatores impostos e fatores antrópicos. Tais fatores contribuem e/ou influenciam no decaimento, de alguma maneira, sobre o material pétreo.

Dos fatores extrínsecos, os constantes (agentes atmosféricos), aleatórios (agentes físicos, químicos e biológicos, através dos mecanismos ou processos de alteração) e os impostos (projetuais) estão relacionados e atuam de certa forma, em conjunto; enquanto os fatores antrópicos atuantes, associados à alteração do material pétreo (intrínseco), agem a partir da intervenção/atividade humana.

#### **3.2.1 Fatores constantes**

Os fatores constantes estão relacionados com os agentes atmosféricos atuantes sobre o material pétreo. Os principais agentes são: chuvas, temperatura, ventos, umidade relativa do ar, insolação, etc.

A caracterização ambiental do local onde se encontram os monumentos alvos de investigação é importante para uma correta avaliação do estado de conservação e ocorrências patológicas (TINOCO, 2010). No caso desta pesquisa, os monumentos e seus bens integrados situam-se no meio ambiente urbano.

Recife e Jaboatão dos Guararapes, municípios vizinhos, estão conurbados, ou seja, unidos através da continuidade de suas malhas urbanas em decorrência do crescimento geográfico, conformando uma área metropolitana – RMR (Região metropolitana do Recife). Com uma altitude média em relação ao nível do mar de 4m, possuem áreas abaixo do nível do mar.

O clima local é tropical úmido com ocorrência de chuvas no outono e inverno (maio, junho e julho), tendo uma média histórica entre 1.500 a 2.000 mm anuais; o mês de junho apresenta o maior índice pluviométrico, acima dos 350 mm, enquanto que o

mês de novembro a menor incidência de chuvas com 50 mm. A precipitação máxima em 24h ocorre no mês de agosto com quase 350 mm.

A figura 3.13 apresenta o gráfico de distribuição da precipitação mensal, à esquerda, e da precipitação máxima diária, em função do mês, à direita.

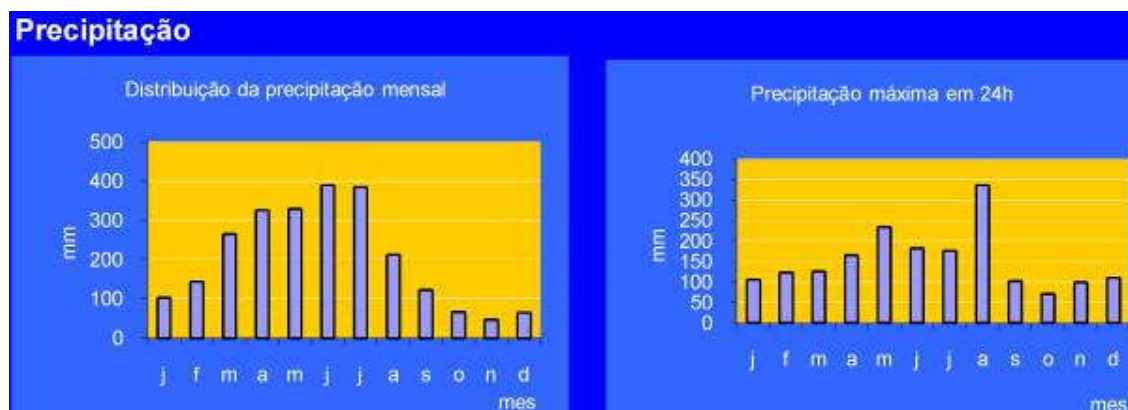


Figura 3.13 - Gráficos de precipitação mensal e diária. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT.

Pela proximidade à linha do Equador – latitude 8,0°S – e ao mar, de ambas as cidades, a temperatura apresenta uma média anual de 27,5°C.

Conforme a figura 3.14 tem-se a distribuição da temperatura ao longo do ano, mostrando que a partir da segunda quinzena de fevereiro até o fim da primeira quinzena de março ocorrem as temperaturas mais elevadas, no horário das 13h30min até 16h30min, com o pico às 15h00min – entre 32 °C e 34 °C.

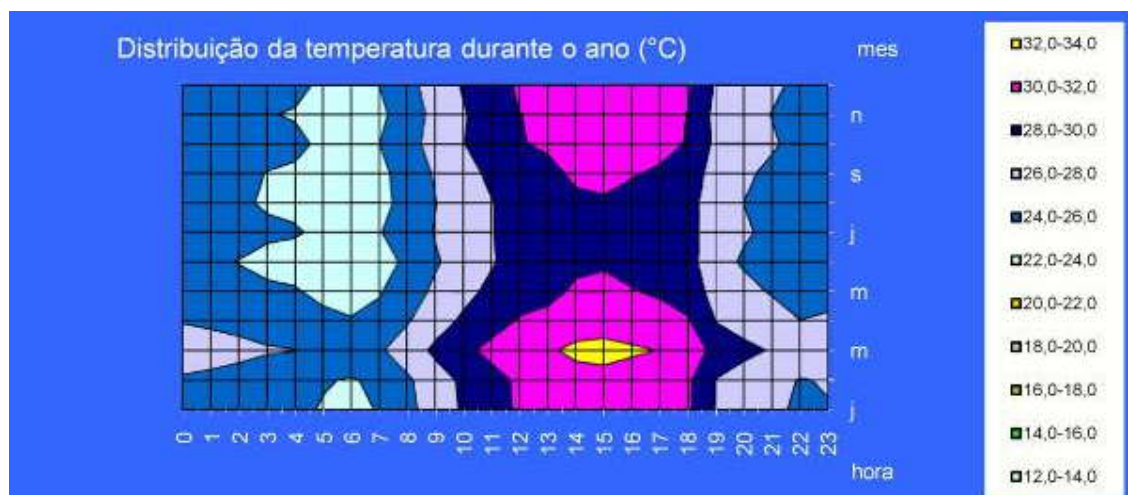


Figura 3.14 - Gráfico com a distribuição da temperatura ao longo do ano com a variação ao longo do dia (24 horas). Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT.

Com relação à variação da temperatura anual o mês de março é o mais quente, enquanto que o mês de junho o mais frio. Considerando o mês de maior e menor temperatura, a variação ao longo do dia fica em torno de 3 °C, com as menores temperaturas situadas entre 6h e 7h da manhã e as maiores entre 14h e 15h, conforme mostra a figura 3.15.

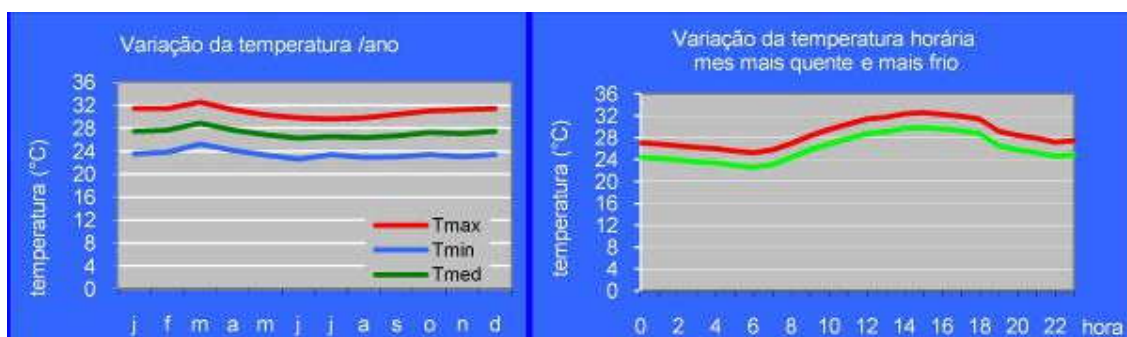


Figura 3.15 - Gráficos com variação da temperatura; à esquerda o gráfico mostra a variação ao longo do ano com as temperaturas mínimas, máximas e médias; à direita o gráfico apresenta a variação da temperatura ao longo do dia entre o mês mais quente e mais frio. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT.

Os ventos predominantes são os alísios que ocorrem o ano todo em regiões com clima tropical. Sopra regularmente, no sentido oceano-continente, estendendo-se do quadrante Sul – S até o quadrante Nordeste – NE, incluindo, no intervalo, o quadrante Sudeste – SE e Leste – L.

A rosa dos ventos, figura 3.16 (a), mostra claramente a mudança da orientação dos ventos, conforme as estações do ano. No período de outono e inverno (21.03 a 23.09) a frequência predominante dos ventos fica entre o intervalo dos quadrantes Sudoeste – SO e Leste – L, passando por Sul – S e Sudeste – SE, com incidência maior nos dois últimos quadrantes, Sul e Sudeste. Já no período de primavera e verão (23.09 a 21.03) a frequência predominante dos ventos fica entre o intervalo dos quadrantes Nordeste – NE e Sudeste – SE, passando pelo Leste – L, com incidência maior no quadrante Leste – L e Nordeste – NE.

A maior frequência de ocorrência de ventos no inverno vem do quadrante Sul – S e Sudeste – SE com percentual, respectivamente, de 38,5% e 37,9%. No verão a orientação muda, com incidência maior de ventos do quadrante Leste – L e Nordeste – NE com percentual, respectivamente, de 36,9% e 18,3%.

Considerando a média, quanto à frequência da incidência de ventos entre todos os quadrantes, predomina a ocorrência entre o intervalo do quadrante sul (S) a

nordeste (NE), passando por sudeste (SE) e leste (L), apresentando as maiores médias aqueles vindos do sudeste - 26,35% e leste - 22,9%.

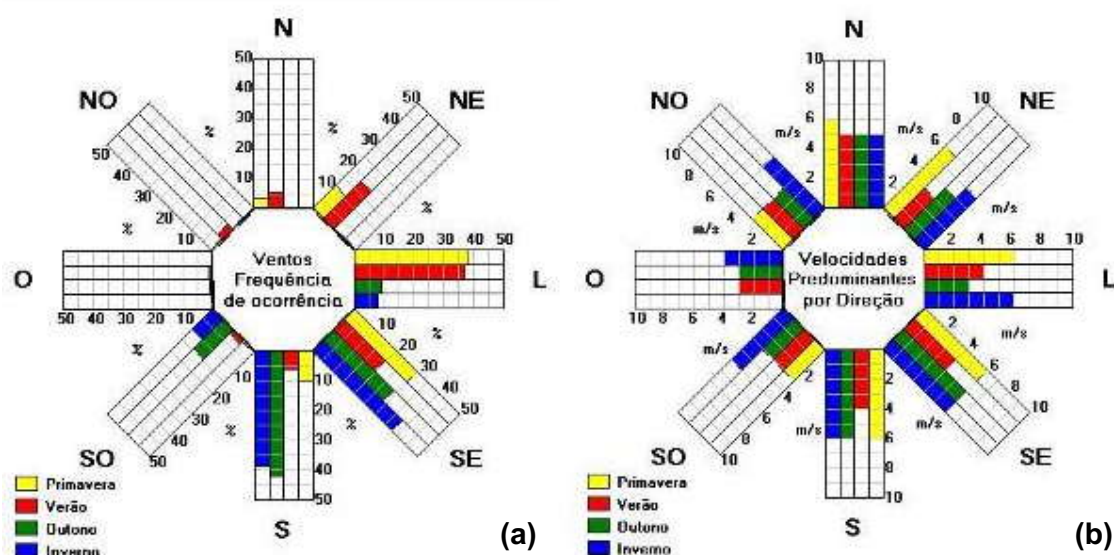


Figura 3.16 - (a) frequência de ocorrência dos ventos conforme as estações do ano relacionada à orientação; (b) velocidades predominantes do vento, conforme a direção em Recife e Jaboatão dos Guararapes. Fonte: Software SOL-AR 6.2 - UFSC/ECV/LabEEE.

A rosa dos ventos, figura 3.16 (b), mostra as velocidades predominantes do vento conforme a direção; as velocidades variam conforme a estação do ano e orientação, dentro do seguinte intervalo: velocidade mínima de 3 m/s e máxima de 6 m/s, exceto na primavera no quadrante oeste (O) em que não há incidência de ventos. No inverno, as velocidades máximas ocorrem a partir dos ventos direcionados do quadrante sul (S) até o leste (L), passando pelo sudeste (SE). No verão os ventos com velocidade máxima chegam do norte (N) a 5 m/s; no quadrante nordeste (NE) a intensidade cai para 3 m/s sendo a velocidade mais baixa entre as quatro estações.

As maiores velocidades médias entre as quatro estações pertencem aos quadrantes sul (S) e sudeste (SE) com velocidade de 5,5 m/s, seguido pelo quadrante norte (N) com média de 5,25%.

As figuras 3.17 e 3.18, respectivamente, indicam a incidência da direção dos ventos predominantes no inverno (amarelo) e verão (vermelho) sobre as superfícies externas e bens integrados da Igreja de Nossa Senhora da Piedade e Igreja de São Pedro dos Clérigos.

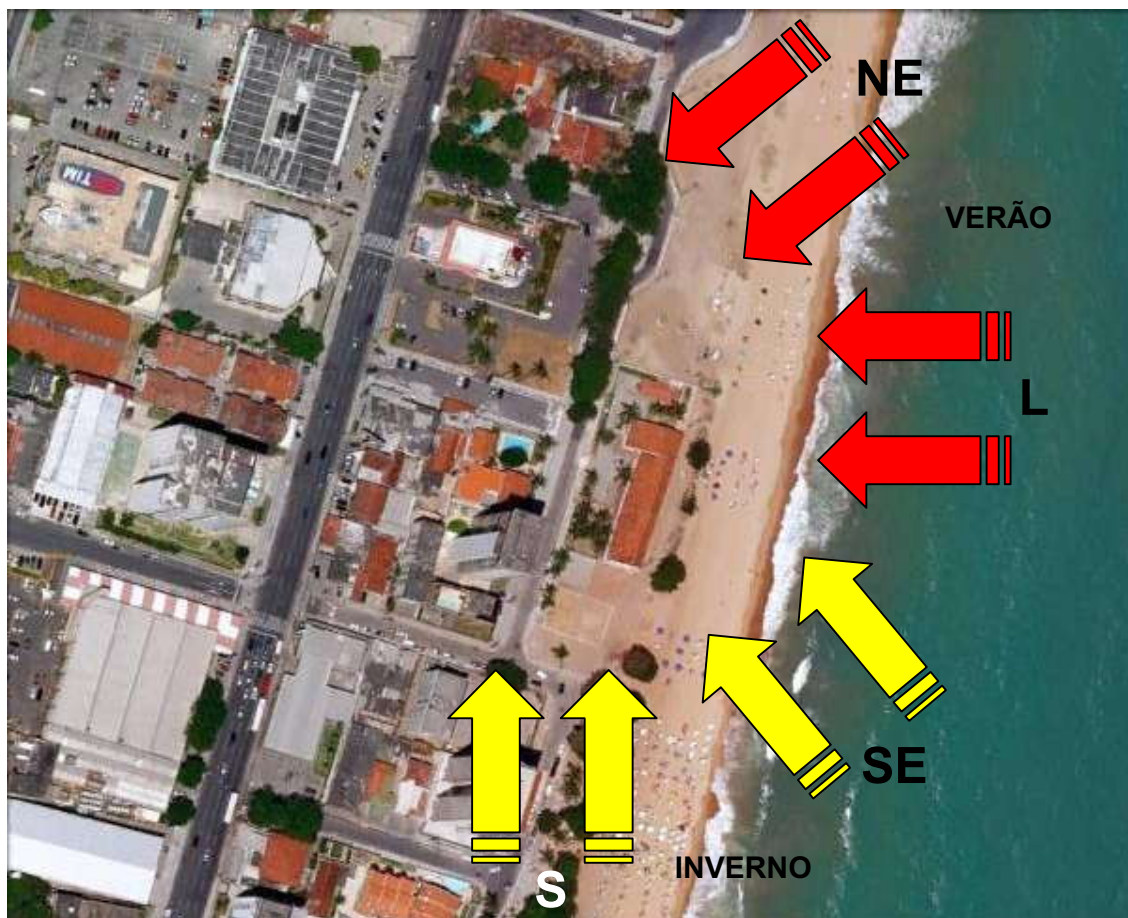


Figura 3.17 - Incidência dos ventos com maior frequência de ocorrência sobre a Igreja de Nossa Senhora da Piedade: no inverno, em amarelo, do quadrante Sul e Sudeste e no verão, em vermelho, do quadrante Leste e Nordeste. Fonte: Google Earth 2010.

Considerando a localização de cada monumento e a orientação dos respectivos frontispícios, SSO na INSP e NE na ISPC, os ventos com frequência de ocorrência no inverno, associados às velocidades predominantes por direção, atingem de forma mais incisiva os bens integrados da INSP, enquanto na ISPC os ventos de verão, principalmente do quadrante NE, incidem sobre as superfícies dos blocos do pórtico central e demais objetos. Na INSP, no inverno, os ventos (ação física) somados a incidência maior de chuvas (ação química) permite relacionar os componentes da atmosfera, principalmente os gasosos, à deposição úmida. Já na ISPC os componentes da atmosfera atuam com maior intensidade no verão, através da deposição seca, nos meses com menor índice pluviométrico – novembro e dezembro e maior frequência de ventos, do quadrante NE, incidindo diretamente no frontispício (orientado à NE).



Figura 3.18 - Incidência dos ventos com maior frequência de ocorrência sobre a Igreja de São Pedro dos Clérigos: no inverno, em amarelo, do quadrante Sul e Sudeste e no verão, em vermelho, do quadrante Leste e Nordeste. Fonte: Google Earth 2010.

A umidade relativa do ar no inverno (maio, junho, julho), período chuvoso, é alta com média em torno de 85%; no verão, período seco, a média fica em torno de 75%. A figura 3.19 indica a variação da umidade relativa (%) entre o mês mais quente, março, e o mais frio, junho, durante o ano.



Figura 3.19 - Gráfico com a variação da umidade relativa (%) entre o mês mais quente (março) e o mês mais frio (junho). Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT.

A insolação tem um número maior de horas durante os meses da primavera e verão, tendo uma distribuição no intervalo entre 211h e 266h, sendo o mês de novembro aquele que apresenta mais horas, com 266h, enquanto que agosto apresenta a menor distribuição, com 108h, conforme mostra a figura 3.20.

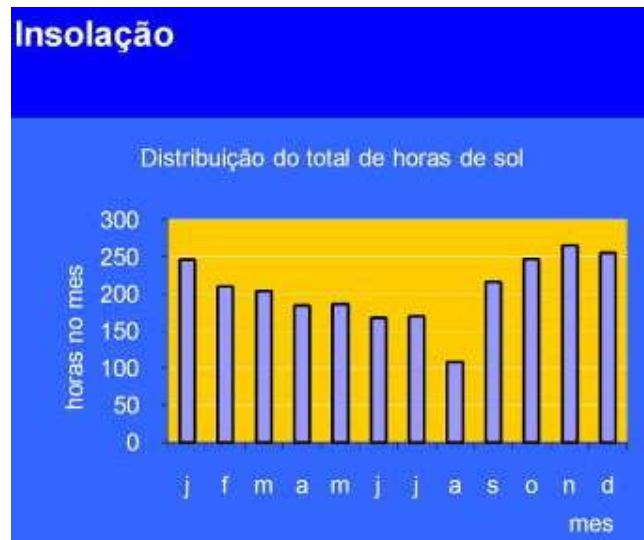


Figura 3.20 - Gráfico com a distribuição do total de horas de sol em função do mês. Fonte: Software Climaticus 4.2 – FAUUSP/LABAUT.

As radiações solares incidentes no frontispício da Igreja de Nossa Senhora da Piedade – INSP e da Igreja de São Pedro dos Clérigos - ISPC estão expostas nas cartas solares, respectivamente, na figura 3.21 e 3.22.

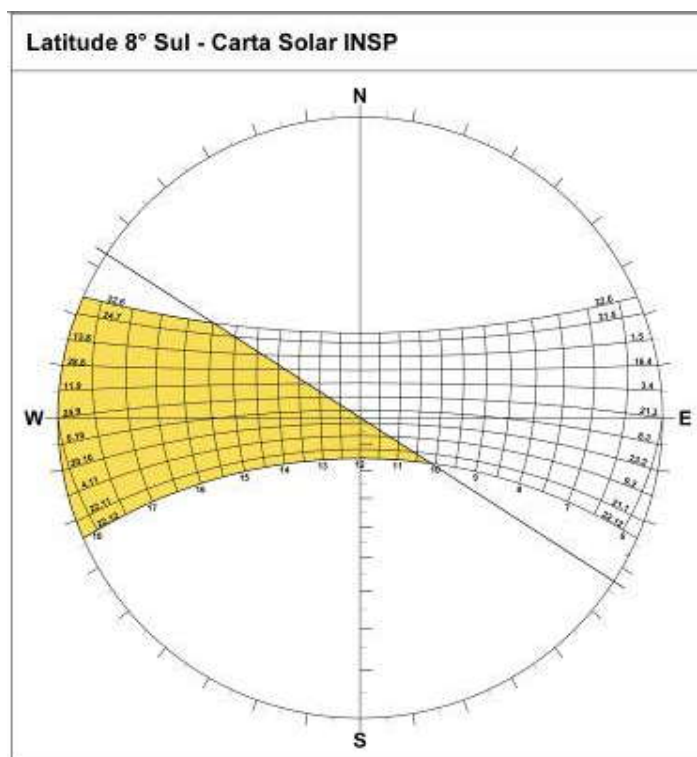


Figura 3.21 – Carta solar, da INSP, mostrando a faixa de incidência direta do sol sobre o frontispício, orientado para o quadrante sul-sudoeste – SSO. Fonte: autor.

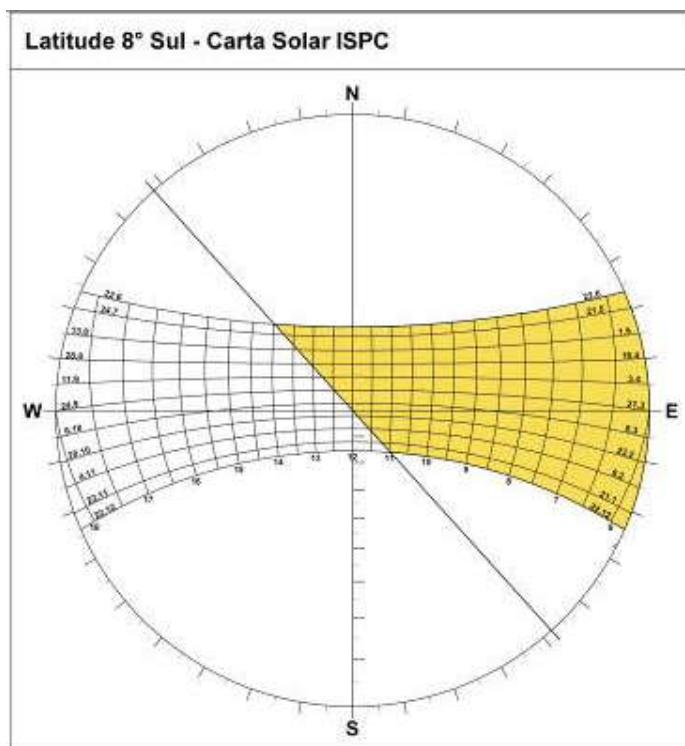


Figura 3.22 – Carta solar, da ISPC, mostrando a faixa de incidência direta do sol sobre o frontispício, orientado para o quadrante nordeste - NE. Fonte: autor.

O resultado da carta solar para o frontispício da INSP, orientado à Sul-Sudoeste – SSO (azimute de  $202^{\circ}5'$  em relação ao Norte contando no sentido horário) indica que a insolação apresenta grande variação na incidência, conforme a estação do ano, ocorrendo diariamente, principalmente no turno da tarde.

Na primavera (novembro) e verão (dezembro e janeiro) o sol incide sobre o plano da fachada apenas no turno da manhã, das 9h até 11h. No turno da tarde há uma variação na incidência, tendo na primeira hora, 13h, sol apenas nos meses da primavera (outubro e novembro) e verão (dezembro a fevereiro). A partir das 14h a incidência começa a aumentar, estendendo-se, também, para os meses do outono e inverno até as 17h. No horário das 18h a incidência volta a ser apenas nos meses da primavera e verão. No mês de junho não há incidência sobre o frontispício em nenhum horário do dia; em todos os meses do ano às 12h, não há sol sobre a fachada.

O resultado da carta solar para o frontispício da ISPC, orientado a Nordeste – NE (azimute de  $45^{\circ}$  em relação ao Norte, contando no sentido horário) indica que a insolação não apresenta grande variação ao longo do ano. Há incidência, quase que total, no turno da manhã até as 12h; exceto na primeira hora de sol, 6h, onde no outono e inverno (de abril a agosto) não ocorre. No turno da tarde a incidência ocorre apenas das 13h às 14h, sendo, na primeira hora nos meses do outono e inverno (abril a agosto) e, na segunda apenas em junho em função da inclinação do sol, que está mais baixa.

Na ISPC a incidência solar sobre o frontispício ocorre diariamente, durante todos os meses do ano e apresenta uma média de 8 h/dia, contribuindo na variação de temperatura, com expansão (dilatação) e contração (retração) do litotipo empregado.

A figura 3.14, página 133, indica a distribuição da temperatura ao longo do ano com a variação ao longo do dia. Comparando com o período em que o frontispício, da ISPC, está exposto à incidência solar – 6h às 14h – o mês de março entre 13h30min e 14h apresenta a maior temperatura, entre  $32^{\circ}\text{C}$  e  $34^{\circ}\text{C}$ . No período das 10h às 14h a temperatura varia entre  $28^{\circ}\text{C}$  e  $32^{\circ}\text{C}$ , sendo nos meses de junho a agosto as mais baixas ( $28^{\circ}\text{C}$  a  $30^{\circ}\text{C}$ ), elevando-se entre setembro a maio no período das 11h até as 14h ( $30^{\circ}\text{C}$  a  $32^{\circ}\text{C}$ ). A exposição solar do frontispício, no período inicial do dia, entre 6h e 7h30min apresenta a temperatura mais baixa, variando de  $22^{\circ}\text{C}$  a

24°C nos meses de abril a fevereiro, aumentando entre fevereiro e março para o intervalo de 24 °C a 26 °C; esta variação é a mesma para o período das 7h30min às 9h praticamente em todos os meses do ano.

### **3.2.2 Fatores aleatórios**

Os fatores aleatórios, relacionados aos agentes físicos, químicos e biológicos causam alterações sobre as superfícies dos materiais pétreos; a ocorrência de tais patologias depende do tipo de deposição dos componentes da atmosfera – sólidos, líquidos e gasosos. Há dois tipos de deposição sobre as superfícies dos materiais pétreos: a seca e a úmida. Na deposição seca os componentes da atmosfera, seja poluída ou não poluída, atuantes apresentam-se sob a forma de partículas sólidas, gases e aerossóis. Na deposição úmida, tais componentes, atuam através das chuvas, com ambas as formas agindo sobre os bens integrados pétreos externos.

Os agentes físicos, químicos e biológicos, a partir dos mecanismos e processos de alteração, causadores de patologias, atuam em conjunto com os agentes atmosféricos através dos ciclos de secagem/molhagem, crescimento de cristais, variação de temperatura, provocando a desagregação da substância (rocha). As reações químicas de hidrólise, oxidação, redução, dissolução, hidratação contribuem para a decomposição das fases (minerais) e as ações das colonizações biológicas micro e macroscópicas de bactérias, fungos, vegetação, animais, atuando simultaneamente na desagregação e decomposição dos minerais.

Os processos químicos de alteração, associados às reações, podem ocorrer através da dissolução, já que os monumentos e seus bens integrados encontram-se em área urbana, com grande fluxo de veículos no entorno e consequente queima de combustíveis fósseis – muito dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Por haver na composição dos litotipos analisados material calcítico, no cimento, a dissolução pode ocorrer em função do  $\text{CO}_2$  na matéria carbonática. Quanto à redução, por estar o material pétreo empregado nos monumentos em meio exógeno, a atuação desta têm pouca importância. A reação de oxidação atua sobre os minerais máficos, ricos em Fe e Mg, mas pelo baixo teor de ambos nas amostras analisadas (ISPC e INSP) ocorre de forma branda. Na hidratação, com a adição da água aos minerais constituintes

dos blocos, ocasionados pelas chuvas e infiltrações ascendentes (do solo, por capilaridade), faz com que haja um aumento do volume podendo haver a desagregação da rocha, principalmente nos blocos da base dos objetos. A reação de hidrólise, segundo Aires-Barros (1991) têm estreita ligação com a reação de hidratação em função do aumento volumétrico e consequente desagregação e decomposição do material pétreo utilizado nos blocos.

### **3.2.3 Fatores impostos**

Os fatores impostos ocorrem em função dos parâmetros projetuais do monumento histórico, considerando a orientação geográfica (implantação) e localização, a geometria (volumetria) e os materiais empregados, contribuindo na ocorrência de patologias sobre as superfícies externas e de seus materiais constituintes.

Os edifícios alvos de investigação apresentam condições distintas de orientação geográfica (implantação) e localização urbana; quanto à geometria (volumetria) a escala e a composição volumétrica são diferenciadas, mas de planos altimétricos (paredes) planos, revestidos em argamassa, destacando-se os bens integrados pétreos, estes, com o emprego do mesmo litotipo – arenito.

Situações distintas ocorrem nos bens integrados estudados dos monumentos alvos de investigação. No pórtico central da ISPC os blocos empregados apresentam superfícies planas, e em relevo (aparelhadas, afeiçoadas, canteiradas); já na INSP os três objetos escolhidos têm superfície plana, quase que na totalidade dos blocos. Obviamente, em ambos os casos, a textura dos blocos é rugosa contribuindo para o acúmulo de materiais diversos sobre a superfície.

Aires-Barros (1991a) relaciona através do fenômeno de escorrência – secagem/molhagem, os fatores constantes associados ao clima - águas (das chuvas, de condensação ou de capilaridade), ventos e radiação solar, e fatores impostos – orientação geográfica, geometria dos planos e características dos materiais. Tal fenômeno pode atuar de forma mais acelerada quando associada aos contaminantes do ar gasosos ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Cl}_2$ ), vapor de água e partículas sólidas.

A Igreja de Nossa Senhora da Piedade, localizada no bairro de Piedade em Jaboatão dos Guararapes, situa-se à beira-mar, com seu frontispício orientado geograficamente para o quadrante Sul-Sudoeste (SSO), ponto subcolateral entre Sul e Sudoeste, conforme indicado na figura 3.23.



Figura 3.23 - (a) implantação e orientação do monumento; (b) frontispício voltado para o quadrante Sul-Sudoeste – SSO; (c) fachada lateral esquerda, voltada para o quadrante Lés-Sudeste – ESE. Fonte: (a) Google Earth; (b) e (c) autor.

Por estar à beira-mar, o monumento não apresenta barreiras físicas (naturais ou construídas) voltadas à fachada lateral esquerda, localizada para o quadrante do ponto subcolateral lés-sudeste (ESE) e frontispício, direcionado para o quadrante do ponto subcolateral sul-sudoeste (SSO), ou seja, não há barreiras contra os principais agentes do clima – chuva e, principalmente, ventos provenientes do mar carregados por aerossóis marinhos (halite) que se depositam sobre a superfície pétrea na forma de sais (deposição úmida - partículas líquidas). Os ventos predominantes – de

sudeste (SE) e nordeste (NE), pela implantação do monumento, atingem de forma direta e contribuem para o decaimento dos bens integrados pétreos através de processos de alteração físicos, químicos e biológicos.

A geometria (volumetria) da igreja é simplificada. Apresenta um bloco, de forma alongada, terminando em “L” e cobertura em duas águas com a cumeeira perpendicular ao frontispício. Os planos altimétricos (paredes) externos são planos e desprotegidos, revestidos em argamassa, com os bens integrados em blocos pétreos – arenito.

No frontispício, os bens integrados pétreos apresentam blocos aparelhados com superfície plana (maioria dos blocos) e esculpidos em relevo. Por ser arenito o litotipo empregado, possui superfície com textura rugosa, contribuindo para o aparecimento de patologias sobre a substância (material pétreo), principalmente aquelas relacionadas ao grupo IV (processos químicos – depósitos e descoloração) e grupo V (colonizações biológicas).

A Igreja de São Pedro dos Clérigos, situada no bairro de São José em Recife apresenta orientação geográfica do seu frontispício para o quadrante nordeste (NE).

Localizada no Pátio de São Pedro, tem seu entorno imediato preservado, com edificações térreas nas laterais e, a frente do monumento, conformando o Pátio, sobrados com três e quatro pavimentos.



Figura 3.24 - (a) implantação e orientação do monumento; (b) frontispício voltado para o quadrante Nordeste (NE). Fonte: (a) Google Earth; (b) autor.

O frontispício, orientado a nordeste (NE), recebe insolação direta no período da manhã, durante o ano todo, tendo apenas a mudança do grau de inclinação solar no inverno (estação chuvosa) e verão.

Mesmo estando mais afastado da beira-mar e apresentando barreiras físicas (entorno edificado) deve ser considerada a incidência de ventos sobre seus planos e superfícies pétreas, com ênfase aos ventos do quadrante nordeste (NE) que atinge diretamente o frontispício.

Como não existe a proteção dos bens integrados pétreos vinculados a superfície do frontispício e demais fachadas, há a incidência direta dos agentes atmosféricos (fatores constantes) sobre tais objetos atuando em consonância com os processos de alteração (fatores aleatórios).

Os bens integrados pétreos do frontispício, sendo os mais elaborados, apresentam blocos aparelhados e esculpidos, com suas superfícies planas e em relevo (ornamentação); por ser o arenito a rocha empregada, esta apresenta textura rugosa que, associada ao trabalho de cantaria executado em relevo contribui para o aparecimento de patologias sobre o material, com o acúmulo de partículas líquidas, gasosas e sólidas, resultando em patologias como depósito superficial, sujidades, crosta negra, excrementos, etc.

A geometria da igreja quanto aos seus planos altimétricos (paredes) externos e cobertura são simplificadas; apresentam paredes externas de superfícies planas e lisas com alvenaria rebocada e cobertura em águas de cumeeira perpendicular ao frontispício, dispostas em diferentes níveis.

### **3.2.4 Fatores antrópicos**

Os fatores antrópicos relacionados aos bens integrados pétreos dos monumentos objetos de estudo estão associados diretamente à ação humana, através das ações de técnicos (intervenções sobre os materiais porosos), turistas (fruição) e vândalos.

Ambos os monumentos – Igreja de São Pedro dos Clérigos e Igreja de Nossa Senhora da Piedade - apresentam fácil acesso às suas superfícies externas, alvo de investigação, tornando-se passíveis a atos de vandalismo, como pichações e

mutações e, também, a partir da fruição física, de contato, por parte de turistas, podendo ocasionar danos sobre as superfícies pétreas.

Em Recife a Igreja de São Pedro dos Clérigos, localizada no turístico bairro de São José e aberta ao público apenas no turno da manhã, possui grande fluxo de pessoas – turistas e transeuntes – com fácil acesso aos seus objetos de arte pétreos (parte térrea), vinculados às superfícies das fachadas. A ação de vândalos aparece nas fachadas laterais com pichações, inclusive sobre a substância pétrea (bens integrados). O frontispício, protegido pela grade em ferro do adro torna a ação de vândalos sobre os bens integrados nula, mas há a intervenção, sem critérios, sobre a substância pétrea com materiais inadequados, como argamassa em cimento, que pelas suas propriedades apresenta um comportamento distinto do litotipo empregado; e um tipo de material, não identificado, utilizado como vedação entre as juntas dos blocos, como mostra a figura 3.25.



Figura 3.25 - Igreja de São Pedro dos Clérigos; fatores antrópicos causados pela ação humana. (a) ato de vandalismo com a pichação das paredes – fachada lateral direita; (b) e (c) intervenção técnica com o uso de materiais inadequados; (b) material não identificado usado para vedação das juntas entre os blocos – pórtico central; (c) argamassa em cimento cobrindo parte com perda da substância pétrea – cunhal direito, pedestal, parte inferior esquerda. Fonte: autor.

Em Jaboatão dos Guararapes a Igreja de Nossa Senhora da Piedade, localizada à beira mar no bairro de Piedade, apresenta a sua volta, na área externa, grande fluxo de pessoas; o frontispício, voltado para o quadrante sul-sudoeste (SSO) e a fachada lateral esquerda do monumento – voltada a lés-sudeste (ESE), como foi constatado nas visitas de campo, sofreram atos de vandalismo com pichações sobre as superfícies pétreas e argamassadas (paredes), assim como servindo de “banheiro público” para muitas pessoas, que urinam nas mesmas, contribuindo para o decaimento com alterações provocadas por processos químicos. Também há intervenções, sem critérios, em argamassa (cimento), como em São Pedro dos Clérigos.



Figura 3.26 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade; fatores antrópicos causados pela ação humana. (a) ato de vandalismo com a pichação das paredes e cantaria (pilastra) – fachada lateral esquerda; (b) intervenção técnica com o uso de materiais inadequados; argamassa em cimento cobrindo parte do bloco com perda da substância pétreas – portada lateral direita, verga, extremo lateral e aresta inferior- frontispício. Fonte: autor.

### 3.3 As patologias

As patologias incidentes sobre a superfície dos blocos pétreos aparelhados, que constituem os bens integrados vinculados aos frontispícios dos monumentos históricos alvos de investigação, foram identificadas e mapeadas na primeira etapa da metodologia aplicada, através de observação macroscópica e registro fotográfico.

O preenchimento das fichas de campo, elaboradas anteriormente a partir da referência adotada para patologias, ICOMOS (2008), permitiu uma sistemática quanto às formas de intemperismo e a produção dos mapas de danos dos bens integrados escolhidos como objeto de estudo.

Os grupos das formas de intemperismo ou patologias foram separados conforme a relação com os processos ou mecanismos de alteração – físicos, químicos e biológicos, todos associados aos principais agentes extrínsecos, ou seja, climáticos (ventos, temperatura, chuvas, insolação, umidade relativa do ar, poluição atmosférica).

Os grupos dividem-se e relacionam-se da seguinte maneira segundo a tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Grupos de patologias associadas ao processo de alteração atuante.

| <b>GRUPOS DE PATOLOGIAS</b>                                                                         | <b>PROCESSO DE ALTERAÇÃO</b>         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| GRUPO I - Fratura e Deformação<br>GRUPO II - Destacamento<br>GRUPO III - Caract. Ind. Perda de Mat. | Processo físico                      |
| GRUPO IV - Descoloração e Depósito                                                                  | Processo químico                     |
| GRUPO V - Colonização Biológica                                                                     | Processo físico-químico ou biológico |

Os grupos de patologias I, II e III quanto às formas de intemperismo ou alterações estão relacionadas aos processos físicos que desagregam a rocha, incidindo sobre a estrutura e textura. No litotipo utilizado nos bens integrados estudados - arenito - por ser consolidado, a desagregação ocorre no cimento (carbonático calcítico), gerando descontinuidade (microfissuras, fissuras e fraturas), podendo comprometer não só externamente (superfície) como a parte interna do material pétreo, diminuindo a resistência. A rocha por ser hidrofílica e porosa, com as descontinuidades, porosidade e desagregação, permite a entrada de água e a deposição de partículas (sólidas, gasosas e líquidas), contribuindo para o surgimento e ocorrência de outros processos de alteração: o químico e o biológico.

O grupo de patologias IV, quanto às formas de intemperismo ou alterações, estão relacionadas aos processos químicos que decompõe as fases (minerais) da rocha, ocorrendo através de reações químicas, associadas ao ar (oxigenação) e água (hidratação) que agem sobre a superfície e descontinuidades do material - poroso e hidrofílico.

O grupo de patologias V, quanto às formas de intemperismo ou alterações, está relacionado aos processos físico-químicos que atuam simultaneamente sobre os minerais (fases), decompondo-os e sobre a trama textural da rocha (sistema), desagregando-a. Essas patologias estão associadas, principalmente aos agentes atmosféricos – água e ar, incidindo sobre a superfície ou interior do material pétreo.

Dentre as patologias incidentes sobre a superfície do arenito empregado nos blocos dos bens integrados, de ambos os monumentos alvos de investigação, foram identificadas, na comparação à referência adotada – ICOMOS (2008) com trinta e três tipos e trinta e quatro subtipos de formas de intemperismo, dezoito tipos de alterações e nove subtipos na ISPC, totalizando vinte e sete formas de intemperismo e quinze tipos de alteração e seis subtipos na INSP, totalizando vinte e uma formas de intemperismo. Além dos cinco grupos da referência adotada, foi criado o grupo denominado OUTRA(S), tendo apenas uma forma de alteração, considerada como intervenção (fator antrópico), ocorrendo em ambos os monumentos.

Na ISPC foram identificados os seguintes tipos e subtipos de alterações, abrangendo todos os grupos de patologias, conforme a tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos do bem integrado alvo de estudo da ISPC, conforme o grupo das formas de intemperismo.

| GRUPO           | TIPOS                                                                                         | SUBTIPOS                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>I</b>        | Fratura                                                                                       | Fissura                              |
| <b>II</b>       | Empolamento, perda, delaminação, descamação, lascagem                                         | Lasca, escamação, desc. em placas    |
| <b>III</b>      | Alveolização, erosão, lacunas/perdas/partes faltantes, pitting                                | Arredondamento                       |
| <b>IV</b>       | Incrustação, depósito superficial, sujidade                                                   | Coloração, manchamento, crosta negra |
| <b>V</b>        | Fungo, presença de vegetação (pequeno porte), animais                                         | Excrementos                          |
| <b>OUTRA(S)</b> | Intervenção em argamassa (cimento) e material de vedação (juntas dos blocos) não identificado |                                      |

Na INSP foram identificados os seguintes tipos e subtipos de alterações, abrangendo todos os grupos de patologias, conforme apresentado na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos dos três objetos de estudo da INSP, conforme o grupo das formas de intemperismo.

| GRUPO           | TIPOS                                                            | SUBTIPOS                        |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>I</b>        | Fratura                                                          | Fissura                         |
| <b>II</b>       | Perda, descamação                                                | Arenização, lasca               |
| <b>III</b>      | Alveolização, lacunas/perdas/partes faltantes, erosão, pitting   | Arredondamento                  |
| <b>IV</b>       | Alteração cromática, incrustação, depósito superficial, sujidade | Manchamento, crosta negra       |
| <b>V</b>        | Líquen, musgo, fungo                                             | Não houve forma de intemperismo |
| <b>OUTRA(S)</b> | Intervenção em argamassa (cimento)                               |                                 |

Os tipos e subtipos de patologias presentes em ambos os monumentos estão listados na tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Patologias com seus tipos e subtipos incidentes sobre os blocos dos objetos de estudo da INSP e ISPC conforme o grupo das formas de intemperismo.

| GRUPO           | TIPOS                                                          | SUBTIPOS                        |
|-----------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>I</b>        | Fratura                                                        | Fissura                         |
| <b>II</b>       | Perda, descamação                                              | Lasca                           |
| <b>III</b>      | Alveolização, lacunas/perdas/partes faltantes, erosão, pitting | Arredondamento                  |
| <b>IV</b>       | Incrustação, depósito superficial, sujidade                    | Manchamento, crosta negra       |
| <b>V</b>        | Fungo                                                          | Não houve forma de intemperismo |
| <b>OUTRA(S)</b> | Intervenção em argamassa (cimento)                             |                                 |

Dentre todas as patologias relacionadas pela referência adotada, ICOMOS (2008), totalizando sessenta e sete, foram identificadas e incidiram sobre os bens integrados objetos de estudo de ambos os monumentos o total de dezessete formas de intemperismo com doze tipos e cinco subtipos. Os grupos com maior incidência foram o III e IV, respectivamente, relacionados aos processos físicos e químicos de alteração. Relacionada à OUTRA(S), grupo não existente na referência adotada, intervenção em argamassa (cimento) foi diagnosticada em ambos os monumentos, associada aos fatores antrópicos.

Os bens integrados objetos de estudo para a identificação e mapeamento das formas de intemperismo pertencem aos frontispícios de ambos os monumentos. Na Igreja de São Pedro dos Clérigos o bem integrado escolhido foi o pórtico central pela sua exuberância e relevância como obra de arte. Na Igreja de Nossa Senhora da Piedade os bens integrados escolhidos foram: portada central, portada lateral direita e janela torre sineira.

### 3.3.1 Igreja de São Pedro dos Clérigos - Pórtico central

O pórtico central, bem integrado significativo do monumento, destaca-se na composição do frontispício. Possui cem blocos em rocha aparelhados, afeiçoados e esculpidos, vinculados à superfície construída do bem imóvel. O objeto apresenta na sua composição as seguintes partes: base, corpo, entablamento e coroamento.

A base apresenta, nas laterais sob as colunas, pedestais; outros pedestais, menores, compõem a cercadura arrematada pelo arco pleno.

O corpo, composto por pares de colunas ladeiam, ao centro, cercadura com pedestal (situado na base), pilastra, capitel e imposta, compondo o pé direito encimados pelo arco pleno, tendo nos extremos laterais superiores rins.

O entablamento é composto por cornija, friso e arquitrave, ressaltados nos extremos sobre as colunas.

O coroamento apresenta frontão interrompido, em evolução triangular, com volutas em curva e contracurva nos extremos e, ao centro, em plano recuado, medalhão.

Nas laterais do pórtico, na base, no lado externo aos pedestais e, no corpo, ladeando o terço inferior das colunas e capitéis, apliques com ornatos em motivos fitomorfos e figuras híbridas e antropomorfas.

A figura 3.27 apresenta o bem integrado com a divisão das partes da composição indicando a cor, respectivamente, a cada parte do pórtico central. Base – roxo; corpo – vermelho; entablamento – verde e coroamento – amarelo, incluindo, à parte correspondente, os apliques laterais.



Figura 3.27 - Vista e partes da composição do pórtico central do frontispício da Igreja de São Pedro dos Clérigos/ISPC. Foto (a) bem integrado - pórtico central; (b) partes da composição do bem integrado - pórtico central; roxo - base, vermelho - corpo, verde - entablamento e amarelo – coroamento. Desenho técnico digital do pórtico central, modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN.

Após a identificação e divisão das quatro partes da composição do pórtico central, com suas cores correspondentes, a figura 3.28 mostra a quantificação e numeração dos blocos que compõe o bem integrado, conforme a metodologia aplicada para a contagem, contabilizando doze blocos na base, cinquenta e três no corpo, dezessete no entablamento e dezoito no coroamento.

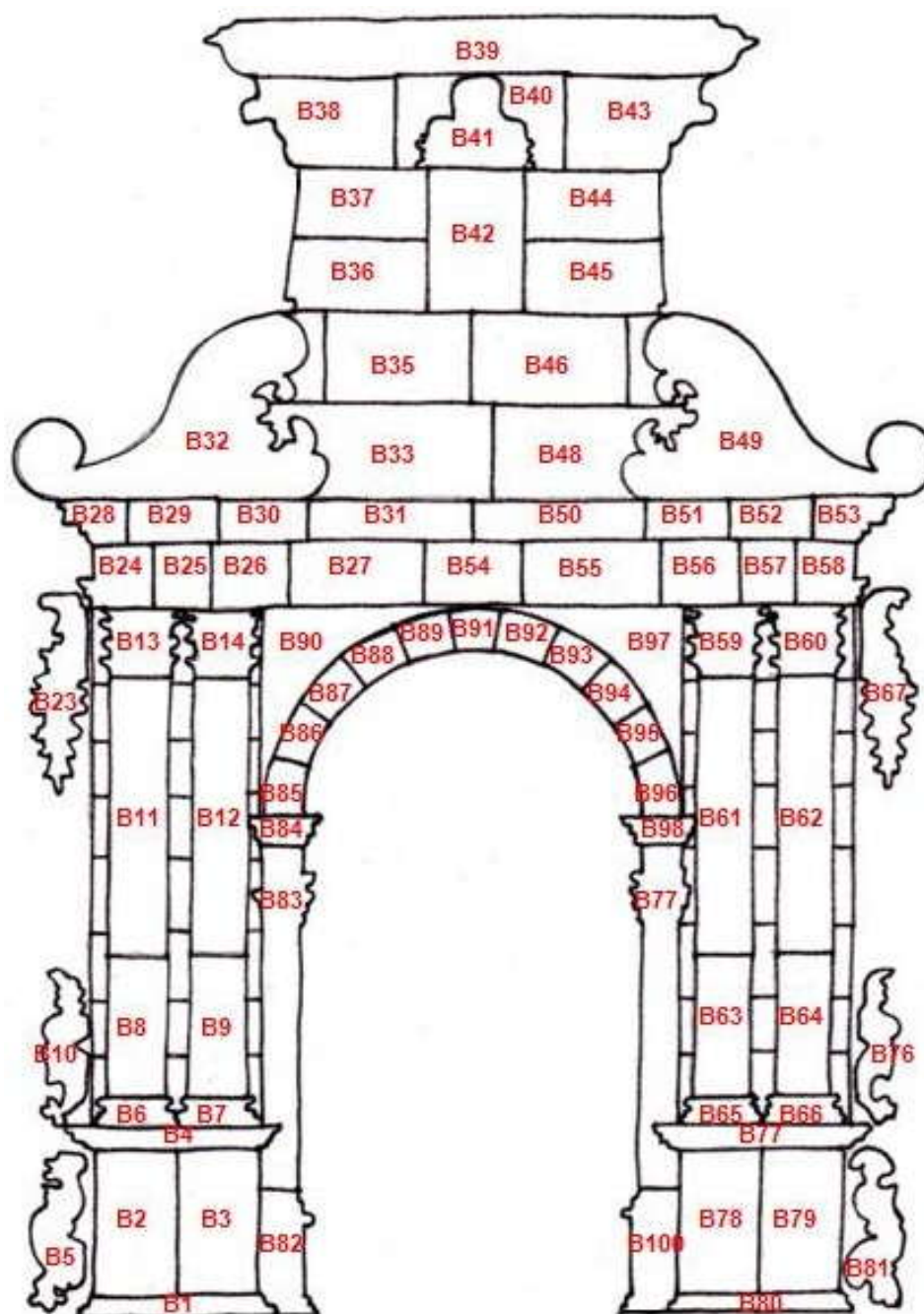


Figura 3.28 - Quantificação e numeração dos blocos – pórtico central, frontispício, Igreja de São Pedro dos Clérigos/ISPC. Os blocos localizados por trás das colunas – denominados de almofadas têm a seguinte numeração: lado direito (de baixo para cima) – B15 a B22; lado esquerdo (de cima para baixo) – B68 a B75. Croqui a partir do desenho técnico digitalizado; modificado de IPHAN, 2008.

Na base, os pedestais, sob as colunas, apresentam moldura da base, dado duplo e cornija. A moldura da base é composta por frisos denominados de: bocel, filete, ducina invertida, cordão e caveto invertido; dado duplo emoldurado por frisos planos com cartelas centrais envoltas em motivos fitomorfos; a cornija é composta por frisos chamados de: penha, seguido por friso denticulado e arrematado por outro friso em penha. Em plano recuado aos pedestais das colunas, na cercadura, pedestais menores com moldura da base contínua, igual àquela citada, dado almofadado em motivos florais e fitomorfos e cornija em friso de quarto de círculo com arremate em denticulado.



Figura 3.29 – Base do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: pedestais laterais sob as colunas e pedestais menores, recuados, que compõe a cercadura. Fonte: autor.

Fazem parte integrante da composição – base – doze blocos, aparelhados, afeiçãoados e esculpidos, sendo os seguintes elementos, suas partes e seus respectivos blocos identificados conforme a tabela 3.6 abaixo:

Tabela 3.6 - Elementos e suas partes componentes integrando a base da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes.

| Parte da Comp.             | Elemento                                         | Parte do Elem.                                              | Bloco                    | Observação                                                                                                 |
|----------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B<br/>A<br/>S<br/>E</b> | Pedestal dir.                                    | Moldura da Base<br>Dado direito<br>Dado esquerdo<br>Cornija | B1<br>B2<br>B3<br>B4     | Parte inferior do objeto<br>Parte central do objeto<br>Parte central do objeto<br>Parte superior do objeto |
|                            | Pedestal esq.                                    | Moldura da Base<br>Dado direito<br>Dado esquerdo<br>Cornija | B80<br>B78<br>B79<br>B77 | Parte inferior do objeto<br>Parte central do objeto<br>Parte central do objeto<br>Parte superior do objeto |
|                            | Aplique fitomorfo dir.<br>Aplique fitomorfo esq. |                                                             | B5<br>B81                | Bloco único<br>Bloco único                                                                                 |
|                            | Pedestal dir. cercadura                          |                                                             | B82                      | Bloco único – composto por moldura da base, dado, cornija e base ática da pilastra (corpo).                |
|                            | Pedestal esq. cercadura                          |                                                             | B100                     | Bloco único – composto por moldura da base, dado, cornija e base ática da pilastra (corpo).                |

As patologias identificadas e incidentes sobre a superfície dos doze blocos que compõem a base do pórtico central são apresentadas a seguir, conforme o grupo e processo de alteração, mostradas na tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos da base, associadas ao grupo e processo de alteração.

| PROCESSO DE ALTERAÇÃO              | GRUPOS DE PATOLOGIAS                                        | PATOLOGIAS / N° DE BLOCOS                                                                                                                                       |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FÍSICO</b>                      | <b>Grupo I - Fratura e Deformação</b>                       | Fratura - 7 blocos<br>Fissura - 5 blocos                                                                                                                        |
|                                    | <b>Grupo II - Destacamento</b>                              | Empolamento, bolhas - 1 bloco<br>Lasca - 1 bloco<br>Lascagem - 4 blocos<br>Descamação em Placa - 9 blocos                                                       |
|                                    | <b>Grupo III - Caract. Induzidas pela Perda de Material</b> | Lacunas, perdas - 7 blocos<br>Pitting - 3 blocos<br>Erosão - 6 blocos<br>Arredondamento - 1 bloco                                                               |
| <b>QUÍMICO</b>                     | <b>Grupo IV - Descoloração e Depósito</b>                   | Depósito Superficial - 10 blocos<br>Sujidade - 12 blocos<br>Manchamento - 3 blocos<br>Incrustação - 3 blocos<br>Coloração - 2 blocos<br>Crosta Negra - 7 blocos |
| <b>FÍSICO-QUÍMICO OU BIOLÓGICO</b> | <b>Grupo V - Colonização Biológica</b>                      | Excrementos - 7 blocos<br>Fungo - 3 blocos<br>Pres. Vegetação (Peq.) - 1 bloco                                                                                  |

Além das patologias identificadas, descritas na tabela 3.7, conforme o grupo e o processo de alteração foram constatadas intervenções em diversos blocos com a utilização de argamassa em lacunas, perdas e/ou partes faltantes. Material distinto da substância pétreia, a argamassa em cimento contribui para o aparecimento de outras patologias por trabalhar de forma diferente ao litotipo, em função dos fatores intrínsecos e extrínsecos, principalmente aqueles associados ao clima – fatores constantes e reações - fatores aleatórios (ações químicas).

A figura 3.30 localiza, numerando, as patologias incidentes sobre a superfície pétreia de alguns dos blocos, que compõem os elementos constituintes da base do pórtico central.

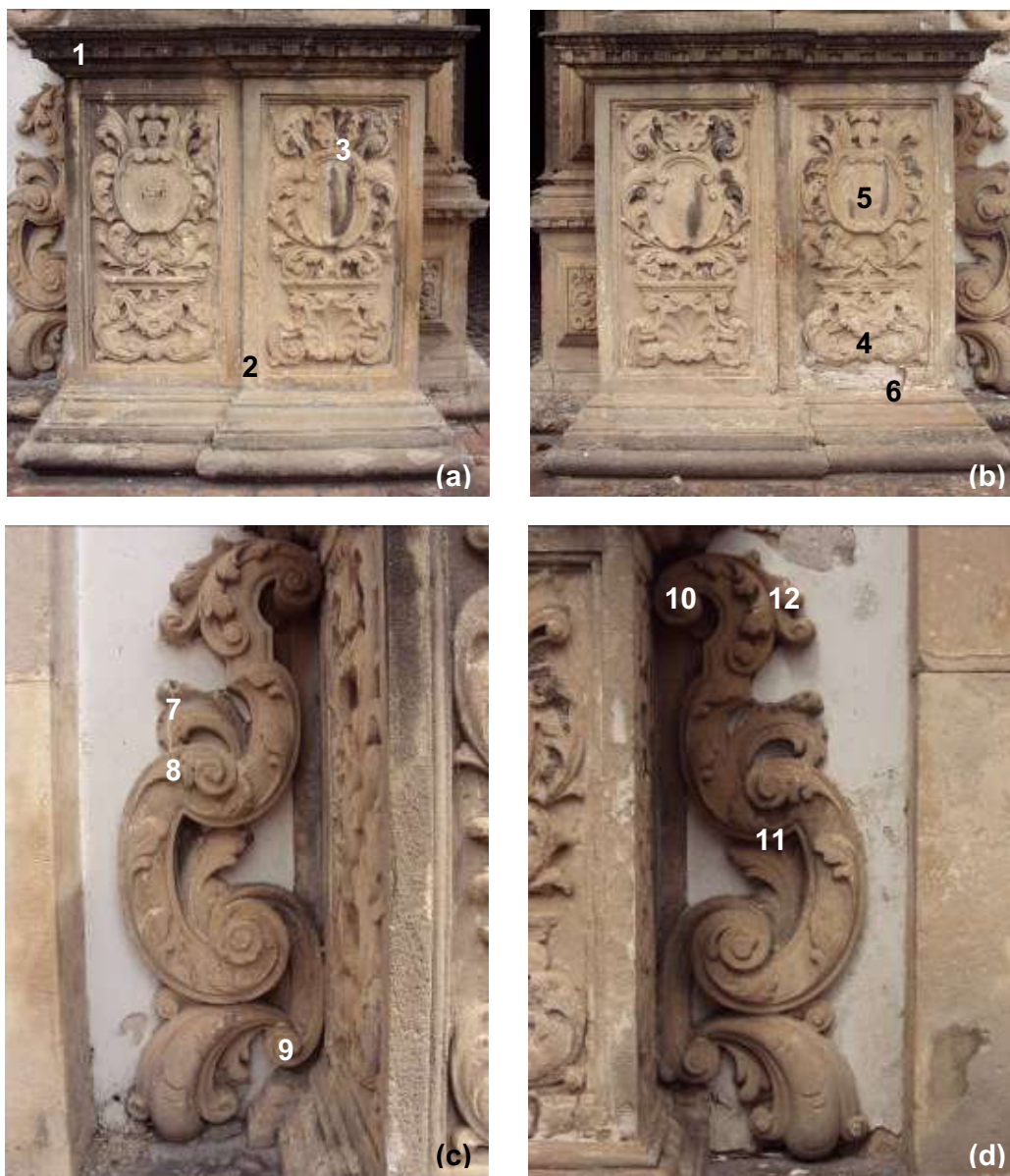


Figura 3.30 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada base. Fotos: (a) pedestal direito; (b) pedestal esquerdo; (c) aplique fitomorfo direito e (d) aplique fitomorfo esquerdo. Fonte: autor.

A figura 3.31 (página 157 e 158) apresenta, conforme o elemento, as patologias incidentes (numeradas na figura 3.30) sobre a superfície dos blocos componentes da base. As fotos (a) – bloco B4, (b) e (c) – ambas do bloco B3 correspondem ao pedestal direito; as fotos (d), (e) e (f), todas do bloco B79, pertencente ao pedestal esquerdo; as fotos (g), (h) e (i) ao aplique fitomorfo direito, bloco B5; as fotos (j), (k) e (l) ao aplique fitomorfo direito, bloco B81.



Figura 3.31 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes da base. Fotos: (a) 1-manchamento e depósito superficial; (b) 2-lascagem e descamação em placa; (c) 3-crosta negra; (d) 4-erosão; (e) 5-descamação em placa, crosta negra e erosão; (f) 6-fraturas e intervenção em argamassa – cimento. Fonte: autor.



Figura 3.31 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes da base. Fotos: (g) 7-depósito superficial – tinta; (h) 8-excremento; (i) 9-lacunas/perdas/partes faltantes; (j) 10-coloração; (k) 11-fungo e (l) 12-sujidade e depósito superficial. Fonte: autor.

O corpo do pórtico central apresenta, nas laterais, colunas à frente de blocos almofadados rasos, planos e simplificados; parte central com cercadura e arco pleno. Colunas de base ática, fuste com terço inferior ornamentado em cartelas envoltas por motivos fitomorfos e parte superior canelado, arrematada por capitel compósito. Na cercadura, em plano recuado às colunas laterais, pilastra almofadada, encimada por capitel compósito, seguido por imposta de arquitrave denticulada, friso com motivo floral e cornija ornada, também em denticulado. Arco pleno composto por onze blocos, sendo dois saiméis (na base do arco, sobre as impostas), oito contrafechos (quatro em cada lado) e o fecho do arco ao centro; na face dos blocos almofada contínua interrompida pelo fecho do arco com motivos fitomorfos; nos extremos laterais superiores ao arco, rins ornados em enrolamento de acantos, conforme mostra a figura 3.32.



Figura 3.32 - Corpo do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: apliques laterais, colunas e cercadura com pé direito – pilastra e capitel – impostas, arco pleno – saiméis, contrafechos e fecho, encimados nos extremos laterais pelos rins. Fonte: autor.

Fazem parte integrante da composição – corpo – cinquenta e três blocos, aparelhados, afeiçoados e esculpidos, sendo os seguintes elementos, suas partes e seus respectivos blocos assim identificados, conforme a tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Elementos e suas partes componentes integrando o corpo da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes.

| Parte da Comp.                   | Elemento                                                                                                         | Parte do Elemento                                                         | Bloco                                  | Observação                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C<br/>O<br/>R<br/>P<br/>O</b> | Coluna direita externa                                                                                           | Base ática<br>Fuste Terço Inferior<br>Fuste Canelado<br>Capitel Compósito | B6<br>B8<br>B11<br>B13                 | Parte inferior do objeto<br>Parte central inferior do objeto<br>Parte central superior do objeto<br>Parte superior                                                          |
|                                  | Coluna direita interna                                                                                           | Base ática<br>Fuste Terço Inferior<br>Fuste Canelado<br>Capitel Compósito | B7<br>B9<br>B12<br>B14                 | Parte inferior do objeto<br>Parte central inferior do objeto<br>Parte central superior do objeto<br>Parte superior                                                          |
|                                  | Coluna esquerda interna                                                                                          | Base ática<br>Fuste Terço Inferior<br>Fuste Canelado<br>Capitel Compósito | B65<br>B63<br>B61<br>B59               | Parte inferior do objeto<br>Parte central inferior do objeto<br>Parte central superior do objeto<br>Parte superior                                                          |
|                                  | Coluna esquerda externa                                                                                          | Base ática<br>Fuste Terço Inferior<br>Fuste Canelado<br>Capitel Compósito | B66<br>B64<br>B62<br>B60               | Parte inferior do objeto<br>Parte central inferior do objeto<br>Parte central superior do objeto<br>Parte superior                                                          |
|                                  | Aplique antropomorfo dir.<br>Aplique antropomorfo dir.<br>Aplique antropomorfo esq.<br>Aplique antropomorfo esq. |                                                                           | B10<br>B23<br>B67<br>B76               | Bloco único<br>Bloco único<br>Bloco único<br>Bloco único                                                                                                                    |
|                                  | Almofadas lado direito                                                                                           |                                                                           | B15 / B22                              | Blocos posteriores às colunas                                                                                                                                               |
|                                  | Almofadas lado esquerdo                                                                                          |                                                                           | B68 / B75                              | Blocos posteriores às colunas                                                                                                                                               |
|                                  | Pé direito - cercadura dir.                                                                                      | Cornija                                                                   | B83                                    | Bloco único - composto por pilastra, capitel compósito, arquitrave e friso da imposta                                                                                       |
|                                  | Pé direito - cercadura esq.                                                                                      | Cornija                                                                   | B99                                    | Bloco único - composto por pilastra, capitel compósito, arquitrave e friso da imposta                                                                                       |
|                                  | Imposta – cercadura dir.                                                                                         |                                                                           | B84                                    | As outras duas partes do elemento – arquitrave e friso – pertencem ao bloco B83                                                                                             |
|                                  | Imposta – cercadura esq.                                                                                         |                                                                           | B98                                    | As outras duas partes do elemento – arquitrave e friso – pertencem ao bloco B99                                                                                             |
|                                  | Arco Pleno – cerc. dir.                                                                                          | Saimel<br>Contrafecho                                                     | B85<br>B86<br>B87<br>B88<br>B89<br>B90 | Bloco sobre a imposta<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Sobre o Arco Pleno |
|                                  | Arco Pleno – cerc. esq.                                                                                          | Saimel<br>Contrafecho                                                     | B96<br>B92<br>B93<br>B94<br>B95<br>B97 | Bloco sobre a imposta<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Bloco entre o Saimel e Fecho<br>Sobre o Arco Pleno |
|                                  | Arco Pleno – cercadura                                                                                           | Fecho do Arco                                                             | B91                                    | Bloco no eixo do Arco Pleno                                                                                                                                                 |

As patologias identificadas e incidentes sobre a superfície dos cinquenta e três blocos que compõem o corpo do pórtico central são apresentadas na tabela 3.9, conforme o grupo e processo de alteração.

Tabela 3.9 - Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do corpo, associadas ao grupo e processo de alteração.

| PROCESSO DE ALTERAÇÃO              | GRUPOS DE PATOLOGIAS                                        | PATOLOGIAS / N° DE BLOCOS                                                                                                                                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FÍSICO</b>                      | <b>Grupo I - Fratura e Deformação</b>                       | Fratura – 10 blocos<br>Fissura – 8 blocos                                                                                                                        |
|                                    | <b>Grupo II - Destacamento</b>                              | Descamação em Placa – 5 blocos<br>Lascagem – 1 bloco<br>Descamação – 1 bloco<br>Perda – 1 bloco<br>Lasca – 6 blocos                                              |
|                                    | <b>Grupo III - Caract. Induzidas pela Perda de Material</b> | Lacunas, perdas – 12 blocos<br>Pitting – 35 blocos<br>Erosão – 17 blocos<br>Alveolização – 3 blocos<br>Arredondamento – 1 bloco                                  |
| <b>QUÍMICO</b>                     | <b>Grupo IV - Descoloração e Depósito</b>                   | Depósito Superficial – 27 blocos<br>Sujidade – 49 blocos<br>Manchamento – 1 bloco<br>Incrustação – 47 blocos<br>Coloração – 4 blocos<br>Crosta Negra – 28 blocos |
| <b>FÍSICO-QUÍMICO OU BIOLÓGICO</b> | <b>Grupo V – Colonização Biológica</b>                      | Excrementos – 21 blocos<br>Fungo – 4 blocos                                                                                                                      |

A figura 3.33 localiza, numerando, as patologias incidentes sobre a superfície pétrea dos blocos componentes de alguns dos elementos que constituem o corpo do pórtico central; parte da composição com o maior número de blocos.



Figura 3.33 – Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada corpo. Fotos: (a) coluna esquerda interna – base ática e fuste terço inferior; (b) applique antropomorfo direito; (c) pé direito – cercadura direita e (d) arco pleno – cercadura direita. Fonte: autor.

A figura 3.34 (página 163, 164 e 165) apresenta, conforme o elemento, as patologias incidentes (numeradas na figura 3.33) sobre a superfície dos blocos componentes do corpo. As fotos (a), (b) e (c) correspondem à coluna esquerda interna – base ática (B65) e fuste terço inferior (B63); as fotos (d), (e) e (f) ao applique antropomorfo direito (B10); as fotos (g), (h) e (i) ao pé direito – cercadura direita (B83); as fotos (j), (k) e (l) ao arco pleno – cercadura direita, respectivamente pertencentes aos blocos B88, B90 e B85.



Figura 3.34 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (a) 1-fungo, perda e intervenção em argamassa - cimento; (b) 2-fraturas; (c) 3-crosta negra - cimento; (d) 4-erosão; (e) 5-intervenção em argamassa - cimento, incrustação, pitting, crosta negra; (f) 6-pitting. Fonte: autor.



Figura 3.34 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (g) 7-incrustação; (h) 8-pitting e erosão; (i) 9-coloração e intervenção com material de vedação nas juntas; (j) 10-excremento. Fonte: autor.



Figura 3.34 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do corpo. Fotos: (k) 11-lasca e (l) 12-pitting, erosão, excrementos e intervenção em argamassa - cimento. Fonte: autor.

Entablamento, ressaltado nos extremos sobre as colunas, apresenta arquitrave, friso e cornija. Arquitrave em friso denticulado encimado por bocelado; friso com painéis sulcados e simplificados, de formato retangular e, ao centro, mascarão sobre o fecho do arco; cornija em frisos de perfis planos e curvos, denticulados e em gomos, conforme a figura 3.35.



Figura 3.35 - Entablamento do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: parte inferior – arquitrave, central – friso e superior – cornija, todas ressaltadas nos extremos laterais e parte central. Fonte: autor.

Fazem parte integrante da composição – entablamento – dezessete blocos, aparelhados, afeiçoados e esculpidos, sendo os seguintes elementos, suas partes e seus respectivos blocos assim identificados, conforme a tabela 3.10 abaixo:

Tabela 3.10 - Elementos e suas partes componentes integrando o entablamento da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes.

| Parte da Composição                                                        | Elemento               | Partes do Elemento | Bloco                    | Observação                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E<br/>N<br/>T<br/>A<br/>B<br/>L<br/>A<br/>M<br/>E<br/>N<br/>T<br/>O</b> | Entablamento lado dir. | Arquitrave e Friso | B24<br>B25<br>B26<br>B27 | Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes |
|                                                                            |                        | Cornija            | B28<br>B29<br>B30<br>B31 |                                                                                                                          |
|                                                                            | Entablamento lado esq. | Arquitrave e Friso | B55<br>B56<br>B57<br>B58 | Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes<br>Bloco compõe as duas partes |
|                                                                            |                        | Cornija            | B50<br>B51<br>B52<br>B53 |                                                                                                                          |
|                                                                            | Entablamento centro    | Arquitrave e Friso | B54                      | Bloco compõe as duas partes                                                                                              |

As patologias identificadas e incidentes sobre a superfície dos dezessete blocos que compõem o entablamento do pórtico central são apresentadas na tabela 3.11, conforme o grupo e processo de alteração.

Tabela 3.11 - Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do entablamento, associadas ao grupo e processo de alteração.

| PROCESSO DE ALTERAÇÃO              | GRUPOS DE PATOLOGIAS                                 | PATOLOGIAS / N° DE BLOCOS                                                                                                                                        |
|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FÍSICO</b>                      | Grupo I - Fratura e Deformação                       | Fissura – 2 blocos                                                                                                                                               |
|                                    | Grupo II - Destacamento                              | Descamação - 3 blocos<br>Delaminação - 2 blocos<br>Escamação - 1 bloco<br>Lasca - 3 blocos                                                                       |
|                                    | Grupo III - Caract. Induzidas pela Perda de Material | Pitting - 10 blocos<br>Erosão - 1 bloco                                                                                                                          |
| <b>QUÍMICO</b>                     | Grupo IV - Descoloração e Depósito                   | Depósito Superficial - 12 blocos<br>Sujidade - 16 blocos<br>Manchamento - 6 blocos<br>Incrustação - 11 blocos<br>Coloração - 8 blocos<br>Crosta Negra - 6 blocos |
| <b>FÍSICO-QUÍMICO OU BIOLÓGICO</b> | Grupo V – Colonização Biológica                      | Excrementos - 15 blocos                                                                                                                                          |

A figura 3.36 localiza, numerando, as patologias incidentes sobre a superfície pétrea dos blocos componentes de alguns dos elementos que constituem o entablamento do pórtico central.



Figura 3.36 - Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada entablamento. Foto: entablamento lado direito – cornija; arquitrave e friso. Fonte: autor.

A figura 3.37 apresenta, conforme o elemento, as patologias incidentes (numeradas na figura 3.36) sobre a superfície dos blocos componentes do entablamento. A foto (a) corresponde ao entablamento direito cornija, bloco B29; as fotos (b) e (c) ao entablamento direito arquitrave e friso, sendo respectivamente os blocos B26 e B24.



Figura 3.37 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, dos blocos componentes do entablamento. Fotos: (a) 1-lasca e 2-crosta negra; (b) 3-coloração; (c) 4-incrustação. Fonte: autor.

Coroamento composto por frontão interrompido e, em plano recuado, medalhão central. Nos extremos laterais, compondo o frontão interrompido, blocos de voluta em curva e contracurva e ornatos em motivos fitomorfos com enrolamento de acantos. Ao centro, em plano recuado, medalhão composto por volutas em “C” e elementos fitomorfos envolvendo duas chaves cruzadas encimadas por tiara e arrematadas por dossel de onde parte cortinado preso nos extremos. No arremate superior, volutas nos extremos, seguidas por falsas mísulas e painel mistilíneo ao centro, em arco sobre o dossel, conforme a figura 3.38. Estes elementos ornamentais, na composição do frontispício, unem dois objetos: o pórtico central à janela superior central.



Figura 3.38 - Coroamento do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos e suas partes integrantes: frontão interrompido com as volutas nos extremos laterais e, no plano recuado, medalhão com sua ornamentação; nota-se a presença constante de pombos sobre os elementos desta parte da composição. Fonte: autor

Fazem parte integrante da composição – coroamento – dezoito blocos, aparelhados, afeixoados e esculpidos, sendo os seguintes elementos, suas partes e seus respectivos blocos assim identificados, conforme a tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Elementos e suas partes componentes integrando o coroamento da composição do pórtico central e seus blocos correspondentes.

| Parte da Composição                                            | Elemento                  | Partes do Elemento | Bloco                                  | Observação                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>C<br/>O<br/>R<br/>O<br/>A<br/>M<br/>E<br/>N<br/>T<br/>O</b> | Frontão interrompido dir. | Voluta             | B32                                    | Bloco único                                                                                                                                                             |
|                                                                | Frontão interrompido esq. | Voluta             | B49                                    | Bloco único                                                                                                                                                             |
|                                                                | Medalhão lado dir.        |                    | B33<br>B34<br>B35<br>B36<br>B37<br>B38 | Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco plano, liso<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo) |
|                                                                | Medalhão lado esq.        |                    | B43<br>B44<br>B45<br>B46<br>B47<br>B48 | Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco plano, liso<br>Bloco com ornatos (relevo) |
|                                                                | Medalhão centro           |                    | B40<br>B41<br>B42                      | Bloco com ornatos (relevo)<br>Bloco Dossel<br>Bloco Tiara                                                                                                               |
|                                                                | Medalhão arremate sup.    |                    | B39                                    | Bloco único                                                                                                                                                             |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |
|                                                                |                           |                    |                                        |                                                                                                                                                                         |

As patologias identificadas e incidentes sobre a superfície dos dezoito blocos que compõem o coroamento do pórtico central são apresentadas na tabela 3.13, conforme o grupo e processo de alteração.

Tabela 3.13 - Patologias identificadas e incidentes sobre os blocos pétreos do coroamento, associadas ao grupo e processo de alteração.

| PROCESSO DE ALTERAÇÃO              | GRUPO DE PATOLOGIAS                                  | PATOLOGIAS / N° DE BLOCOS                                                                                                               |
|------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FÍSICO</b>                      | Grupo I - Fratura e Deformação                       | Fratura – 2 blocos                                                                                                                      |
|                                    | Grupo II - Destacamento                              | Lasca – 1 bloco                                                                                                                         |
|                                    | Grupo III - Caract. Induzidas pela Perda de Material | Lacunas, perdas – 2 blocos<br>Pitting – 15 blocos                                                                                       |
| <b>QUÍMICO</b>                     | Grupo IV - Descoloração e Depósito                   | Depósito Superficial – 10 blocos<br>Sujidade – 16 blocos<br>Incrustação – 16 blocos<br>Coloração – 3 blocos<br>Crosta Negra – 10 blocos |
| <b>FÍSICO-QUÍMICO OU BIOLÓGICO</b> | Grupo V – Colonização Biológica                      | Excrementos – 12 blocos<br>Animais – 10 blocos<br>Pres. Vegetação (Peq.) – 2 blocos                                                     |

A figura 3.39 localiza e identifica, numerando, as patologias incidentes sobre a superfície pétrea dos blocos componentes de alguns dos elementos que constituem o coroamento do pórtico central.



Figura 3.39 - Patologias localizadas e numeradas sobre a superfície dos blocos que compõem os elementos da parte da composição denominada coroamento. Fonte: autor.

A figura 3.40 apresenta, conforme o elemento, as patologias incidentes (numeradas na figura 3.39) sobre a superfície dos blocos componentes do coroamento. As patologias ocorrem nos seguintes blocos e seus elementos: foto (a) - B49 - frontão interrompido esquerdo – voluta e foto (b) - B37 e B38 – medalhão lado direito – blocos com ornatos (relevo) e B39 – medalhão arremate superior. Na parte da composição do bem integrado denominada coroamento, as formas de intemperismo identificadas repetem-se na maioria dos blocos. Em função disso foram escolhidos apenas algumas áreas, e seus blocos correspondentes, para a visualização das patologias incidentes sobre a superfície.



Figura 3.40 – Igreja de São Pedro dos Clérigos/Pórtico central. Patologias identificadas sobre a superfície, conforme o elemento, em alguns blocos componentes do coroaamento. Fotos: (a) bloco B49 - 1-presença de vegetação – porte pequeno; 2-presença de animais - pombos; 3-fratura; 4-crosta negra; (b) bloco B39 - 5-crosta negra; 6-incrustação; bloco B38 - 7-pitting; 8-intervenção em argamassa sobre as juntas - cimento; bloco B37 - 9-excremento. Fonte: autor.

Independente do grupo de patologias todos os cem blocos analisados, que compõem o pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos, apresentam alguma forma de intemperismo ou alteração; uma ou mais patologias podem incidir sobre cada um dos blocos.

A partir da análise das tabelas 3.7, 3.9, 3.11 e 3.13, algumas das patologias presentes nos blocos ocorrem nas quatro partes da composição - base, corpo, entablamento e coroamento - enquanto que outras formas de intemperismo incidem apenas em uma, duas ou três partes, como mostra a tabela 3.14. As cores atribuídas aos grupos são aquelas utilizadas pela referência adotada, ICOMOS (2008).

Tabela 3.14 - Patologias identificadas, conforme o grupo, nas quatro partes da composição, sendo B – base (roxo), C – corpo (vermelho), E – entablamento (verde) e C – coroamento (amarelo).

| GRUPO | PATOLOGIA        | PARTES DA COMPOSIÇÃO |   |   |   |
|-------|------------------|----------------------|---|---|---|
|       |                  | B                    | C | E | C |
| I     | Fratura          |                      |   |   |   |
|       | Fissura          |                      |   |   |   |
| II    | Empolamento      |                      |   |   |   |
|       | Perda            |                      |   |   |   |
|       | Delaminação      |                      |   |   |   |
|       | Lasca            |                      |   |   |   |
|       | Descamação       |                      |   |   |   |
|       | Lascagem         |                      |   |   |   |
|       | Escamação        |                      |   |   |   |
|       | Desc. em Placa   |                      |   |   |   |
| III   | Alveolização     |                      |   |   |   |
|       | Erosão           |                      |   |   |   |
|       | Arredondamento   |                      |   |   |   |
|       | Lacunas/Perdas   |                      |   |   |   |
|       | Pitting          |                      |   |   |   |
| IV    | Coloração        |                      |   |   |   |
|       | Incrustação      |                      |   |   |   |
|       | Manchamento      |                      |   |   |   |
|       | Dep. Superficial |                      |   |   |   |
|       | Crosta Negra     |                      |   |   |   |
|       | Sujidade         |                      |   |   |   |
| V     | Fungo            |                      |   |   |   |
|       | Pres. Veg. Peq.  |                      |   |   |   |
|       | Animais          |                      |   |   |   |
|       | Excrementos      |                      |   |   |   |

O pórtico central apresenta na sua composição o total de cem blocos, distribuídos da seguinte forma: doze blocos na base, cinquenta e três blocos no corpo, dezessete no entablamento e dezoito no coroamento.

A tabela 3.15 mostra, sobre os blocos de cada parte da composição, a incidência das patologias identificadas no levantamento de campo, o total de cada patologia nos blocos de cada parte e o percentual da ocorrência no objeto.

Tabela 3.15 - Grupos e as patologias identificadas com a incidência nos blocos de cada parte da composição, sendo B – base (roxo), C – corpo (vermelho), E – entablamento (verde) e C – coroamento (amarelo); o total de blocos com a patologia e o percentual da alteração no objeto.

| GRUPO | PATOLOGIA        | Nº BLOCOS C/ INCIDÊNCIA DA PATOLOGIA EM CADA PARTE DA COMPOSIÇÃO |    |    |    | TOTAL Nº BLOCOS | % OBJ. |
|-------|------------------|------------------------------------------------------------------|----|----|----|-----------------|--------|
|       |                  | B                                                                | C  | E  | C  |                 |        |
| I     | Fratura          | 7                                                                | 10 | -  | 2  | 19              | 19%    |
|       | Fissura          | 5                                                                | 8  | 2  | -  | 15              | 15%    |
| II    | Empolamento      | 1                                                                | -  | -  | -  | 1               | 1%     |
|       | Perda            | -                                                                | 1  | -  | -  | 1               | 1%     |
|       | Delaminação      | -                                                                | -  | 2  | -  | 2               | 2%     |
|       | Lasca            | 1                                                                | 6  | 3  | 1  | 11              | 11%    |
|       | Descamação       | -                                                                | 1  | 3  | -  | 4               | 4%     |
|       | Lascagem         | 4                                                                | 1  | -  | -  | 5               | 5%     |
|       | Escamação        | -                                                                | -  | 1  | -  | 1               | 1%     |
|       | Desc. em Placa   | 9                                                                | 5  | -  | -  | 14              | 14%    |
|       | Alveolização     | -                                                                | 3  | -  | -  | 3               | 3%     |
|       | Erosão           | 6                                                                | 17 | 1  | -  | 24              | 24%    |
| III   | Arredondamento   | 1                                                                | 1  | -  | -  | 2               | 2%     |
|       | Lacunas/Perdas   | 7                                                                | 12 | -  | 2  | 21              | 21%    |
|       | Pitting          | 3                                                                | 35 | 10 | 15 | 63              | 63%    |
|       | Coloração        | 2                                                                | 4  | 8  | 3  | 17              | 17%    |
| IV    | Incrustação      | 3                                                                | 47 | 11 | 16 | 77              | 77%    |
|       | Manchamento      | 3                                                                | 1  | 6  | -  | 10              | 10%    |
|       | Dep. Superficial | 10                                                               | 27 | 12 | 10 | 59              | 59%    |
|       | Crosta Negra     | 7                                                                | 28 | 6  | 10 | 51              | 51%    |
|       | Sujidade         | 12                                                               | 49 | 16 | 16 | 93              | 93%    |
|       | Fungo            | 3                                                                | 4  | -  | -  | 7               | 7%     |
| V     | Pres. Veg. Peg.  | 1                                                                | -  | -  | 2  | 3               | 3%     |
|       | Animais          | -                                                                | -  | -  | 10 | 10              | 10%    |
|       | Excrementos      | 7                                                                | 21 | 15 | 12 | 55              | 55%    |

Com base nos dados da tabela 3.15 as patologias com maior frequência sobre a superfície dos blocos do objeto pertencem ao grupo IV, relacionado aos processos químicos de alteração. A forma de intemperismo denominada sujidade, com 93%, é aquela com maior incidência entre todas as patologias identificadas, seguida pela

alteração chamada de incrustação – 77%, depósito superficial - 59% e crosta negra - 51%. No grupo IV, de todas as patologias identificadas, apenas o manchamento não aparece em todas as partes da composição (ausente no coroamento), provavelmente pela presença, principalmente, de patologias relacionadas aos depósitos – sujidade, depósito superficial e crosta negra, que podem encobrir e/ou confundir-se com esta.

O monumento por estar localizado em área urbana central com tráfego intenso de veículos (ônibus, caminhões, carros e motos) no entorno próximo, apresenta queima incompleta considerável de combustíveis fósseis, ocasionando a suspensão de partículas sólidas e gases no ar que, por meio da deposição (seca ou úmida), se depositam sobre a superfície dos blocos, gerando acúmulo e camadas cada vez mais resistentes, aderidas à superfície do material pétreo, provocando outras alterações – depósito superficial e crosta negra. Outro fator que contribui, de forma direta, está associado à rugosidade da superfície do litotipo empregado, arenito, somado as formas em relevo, esculpidas em determinados blocos, criando zonas secas, protegidas, favorecendo o acúmulo de depósitos diversos, com a deposição de partículas sólidas, gasosas e líquidas.

Dos grupos relacionados aos processos de alteração físicos o grupo III (patologias atuantes sobre a morfologia das superfícies dos blocos) apresenta os maiores índices; o pitting é a forma de intemperismo com maior incidência atuando em 63% dos blocos, seguidos pela erosão com 24% e lacunas/perdas/partes faltantes ocorrendo em 21%.

O grupo II apresenta o maior número de patologias incidentes sobre o substrato pétreo com oito formas de intemperismo identificadas, porém com baixos percentuais, considerando todos os blocos do bem integrado. As alterações denominadas descamação em placa e lasca, respectivamente, com 14% e 11%, são as que mais atuaram.

Quanto ao grupo I, das patologias presentes – fratura e fissura, e considerando os blocos da base (doze), a incidência da alteração denominada fratura, apresentou o percentual mais elevado, 58,3%, em sete dos doze blocos; provavelmente influência do tráfego intenso de veículos pesados (ônibus e caminhões) no entorno próximo (Av. Dantas Barreto e Av. Nossa Senhora do Carmo), pode ter contribuído para a

desagregação, do cimento calcítico, e ruptura dos blocos pela vibração causada. Provavelmente, a incidência de radiação solar (dilatação/contração) sobre as superfícies também pode ter contribuído para a descontinuidade dos blocos. Obviamente que, após a descontinuidade estrutural e textural do litotipo empregado outras formas de intemperismo de grupos e processos de alteração distintos podem ocorrer.

No grupo V, dentre as patologias identificadas, excrementos de aves (pombos) têm o maior percentual com 55%, atuando em todas as partes da composição, apresentando no entablamento a maior incidência, ocorrendo em 88% dos blocos. A presença de animais, pombos, ocorre apenas na parte superior – coroamento – com a permanência, sobre o objeto, quase sempre nos mesmos locais (dado baseado na observação quanto à movimentação das aves, sempre no coroamento). A ação microbiológica de fungos foi baixa, 7%, mas cabe ressaltar que as amostras coletadas foram feitas em alturas baixas (base e parte inferior do corpo), sem auxílio de escada, podendo haver colonizações fúngicas (e de outros microrganismos) nas partes mais altas do objeto (parte superior do corpo, entablamento e coroamento) onde a visualização e identificação ficam mais difíceis pela falta de acesso.

No intuito de melhor ilustrar os dados supracitados, a seguir, são apresentados mapas de danos que representam a incidência de cada um dos grupos de patologias sobre o pórtico central. Os mapas de danos também mostram a distribuição das patologias sobre os blocos das partes da composição.

A figura 3.41 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas ao grupo I – fratura e deformação.

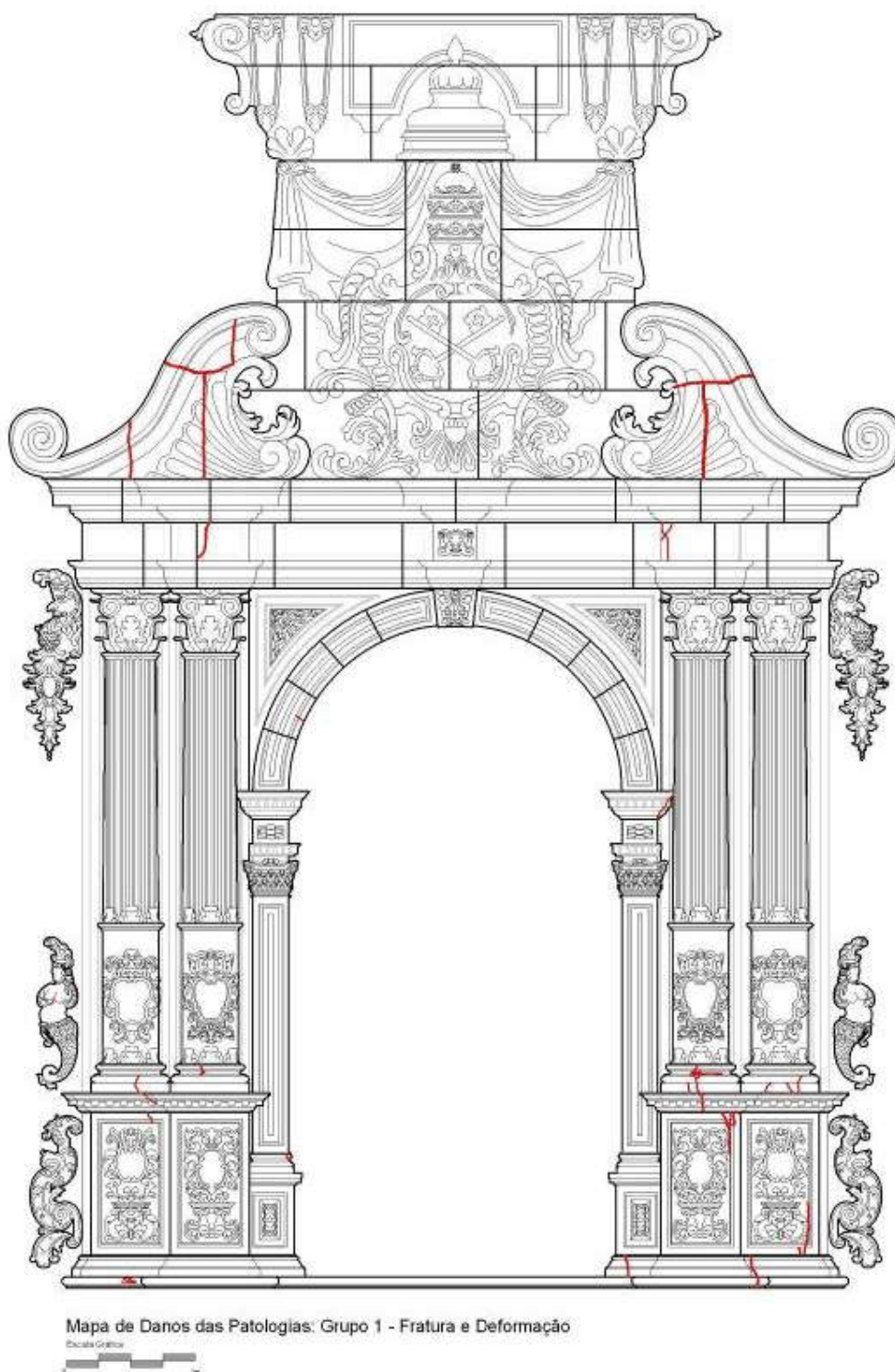


Figura 3.41 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo I – Fratura e Deformação sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.42 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas ao grupo II – destacamento.

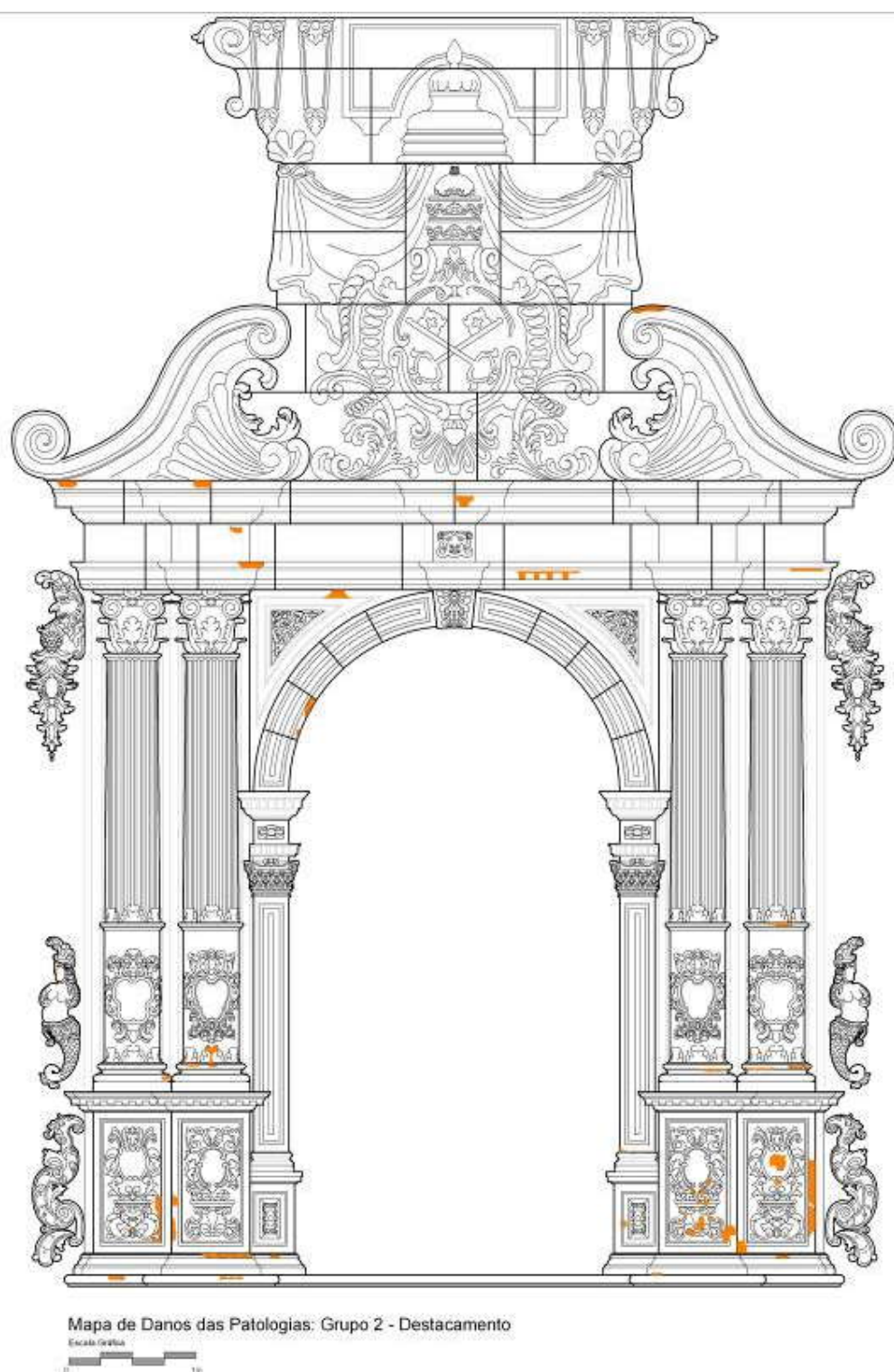


Figura 3.42 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo II – Destacamento sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.43 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas ao grupo III – perda de material.

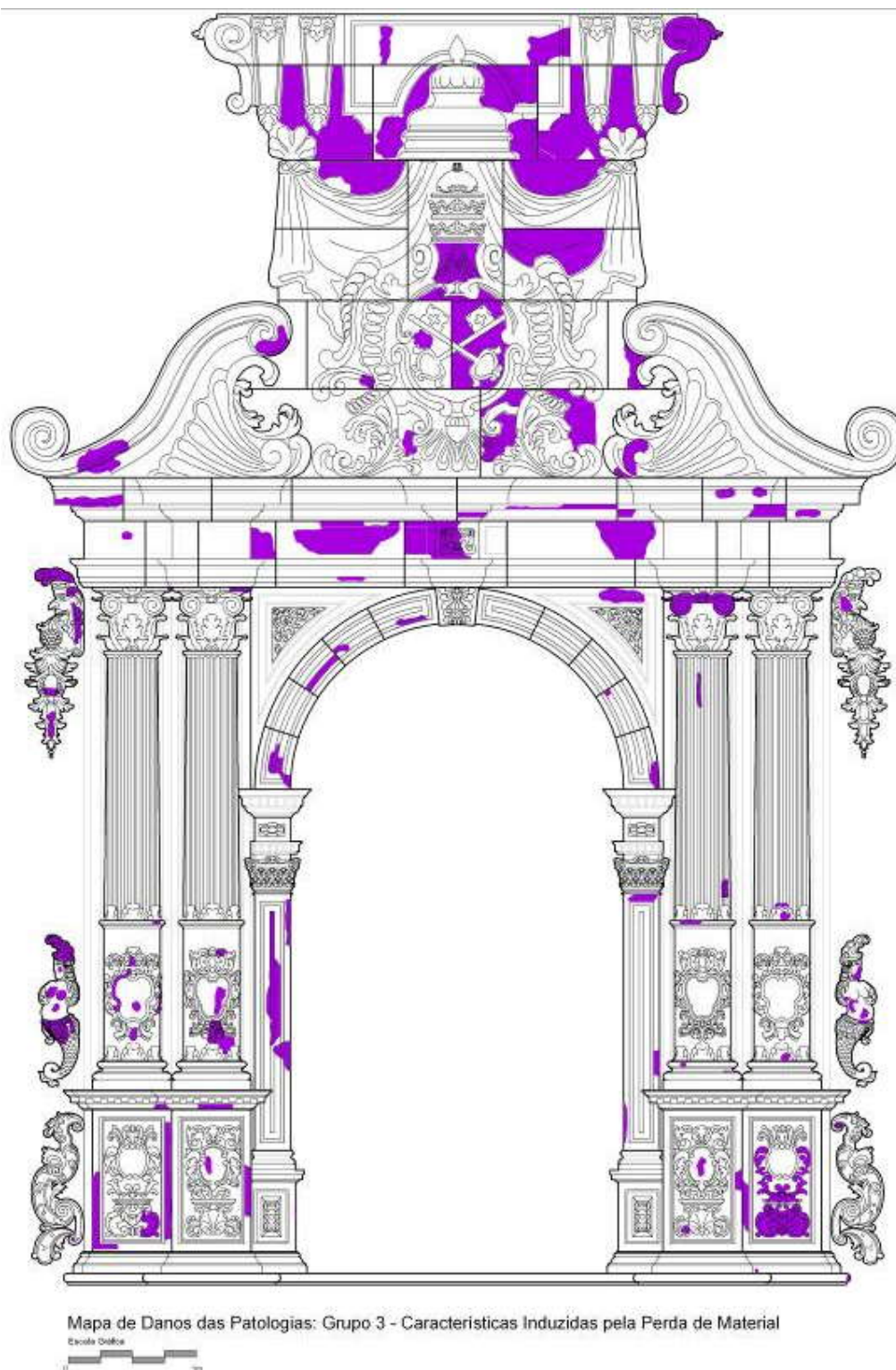


Figura 3.43 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo III – Perda de Material sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.44 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas ao grupo IV – descoloração e depósito.



Figura 3.44 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo IV – Descoloração e Depósito sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.45 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas ao grupo V – colonização biológica.

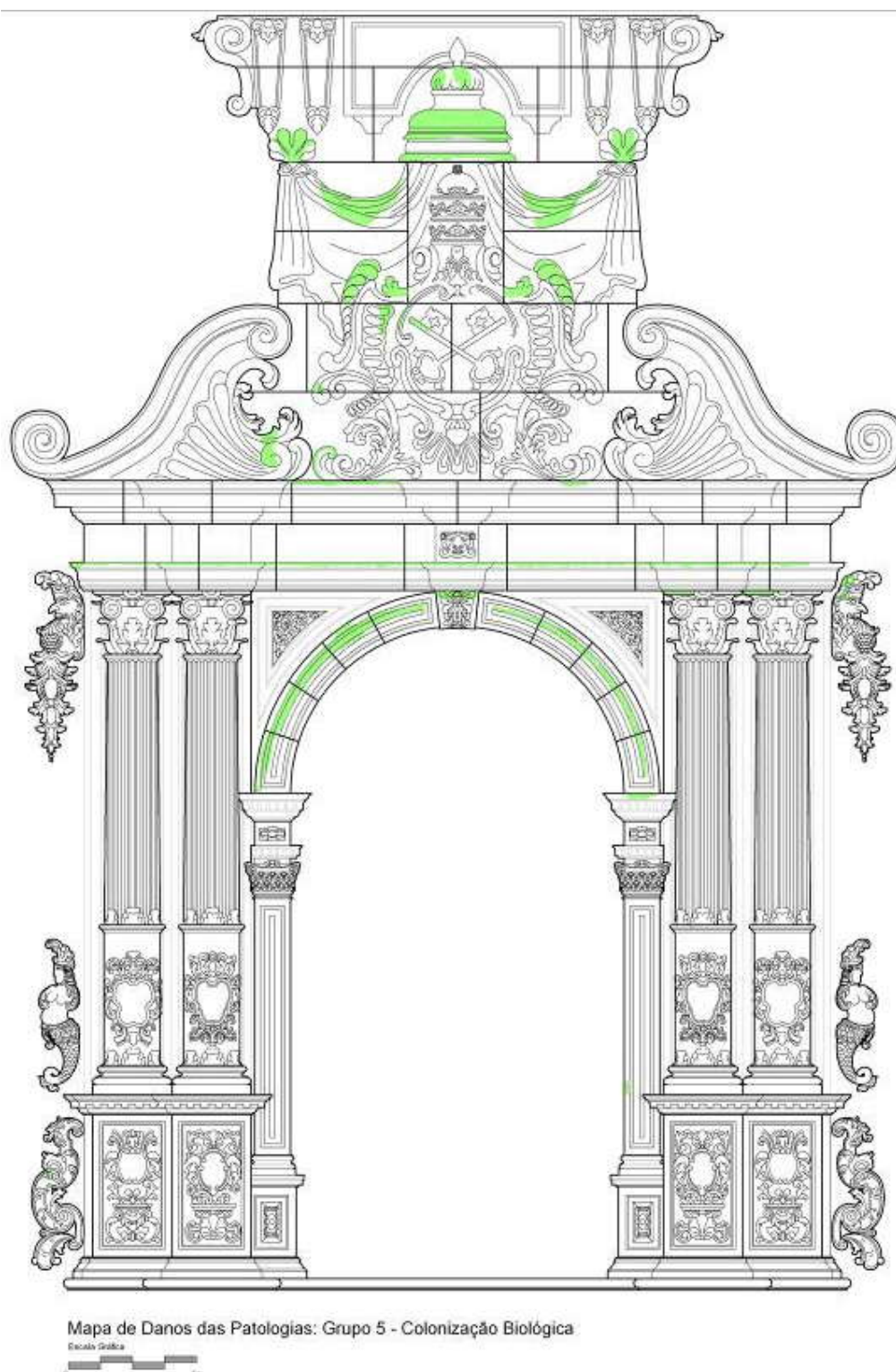


Figura 3.45 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das patologias do Grupo V – Colonização Biológica sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.46 apresenta a distribuição das patologias, sobre os blocos das quatro partes da composição, relacionadas à intervenção em argamassa.

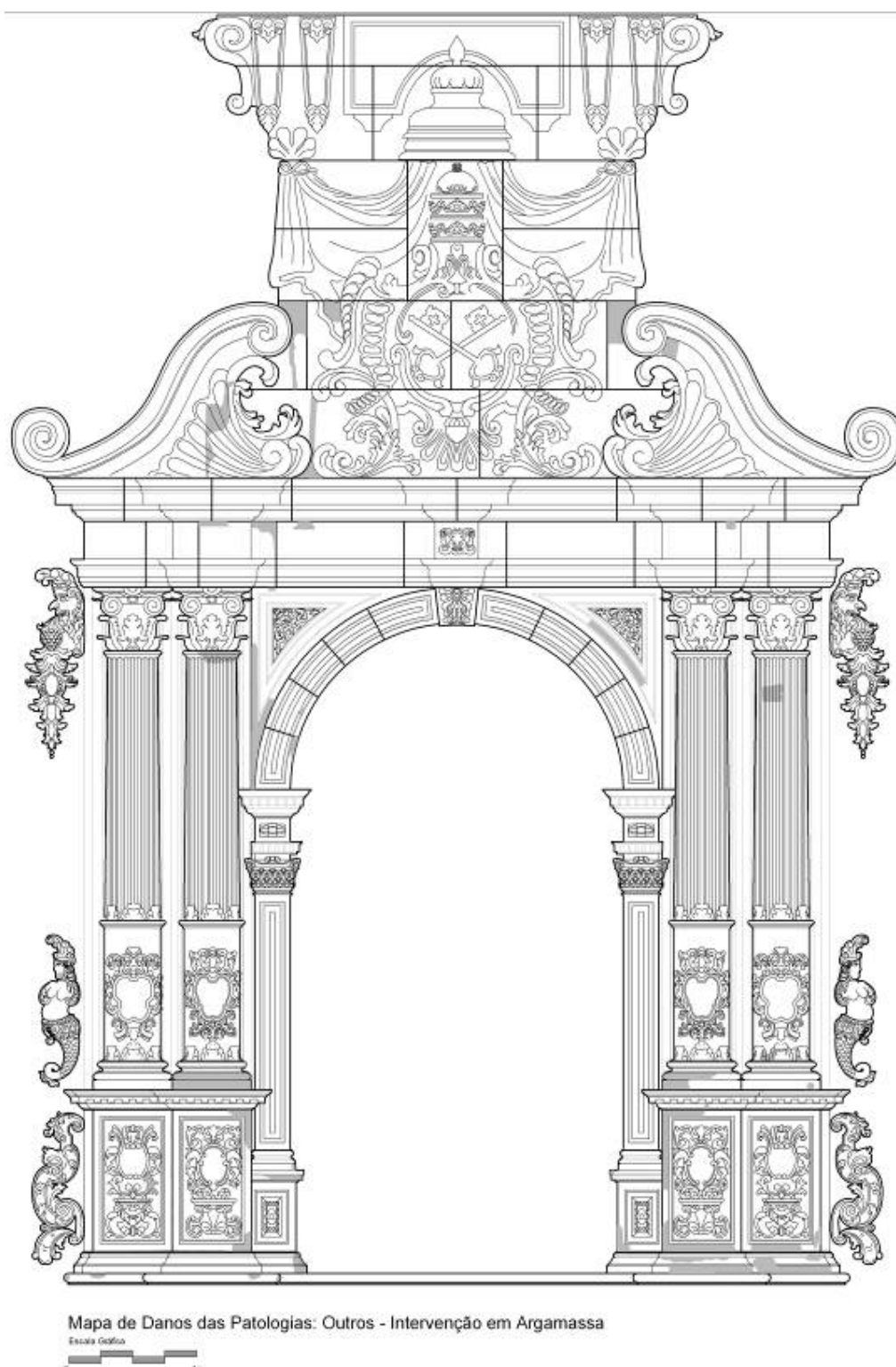


Figura 3.46 - Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos com a distribuição das intervenções em argamassa sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

A figura 3.47 apresenta o mapa de danos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o pórtico central.

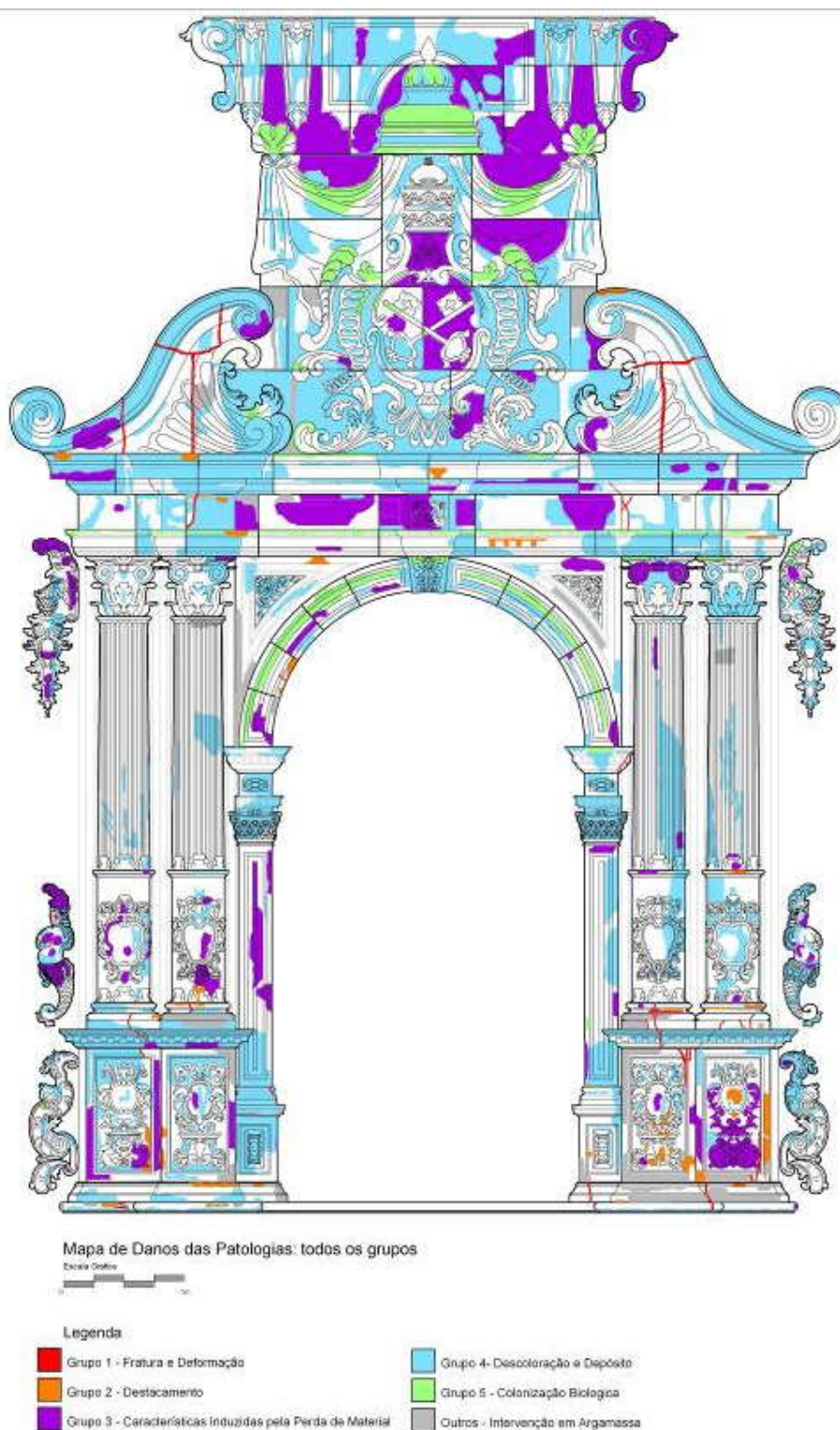


Figura 3.47 – Mapa de danos do pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clerigos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como ISPC\_F1NE\_1PC\_100B. Fonte: autor.

Para as figuras entre 3.41 a 3.47, as legendas correspondem apenas aos grupos das formas de intemperismo com a cor adotada pela referência – ICOMOS (2008). A legenda com as patologias discriminadas, por grupo, encontra-se no mapa de danos apresentado no apêndice B, onde se identifica cada forma de intemperismo atuante.

### 3.3.1.1 Estado de conservação – Pórtico central

A partir da referência adotada, IPHAN (2000), o estado de conservação dos blocos que compõem o pórtico central da Igreja de São Pedro dos Clérigos, bem integrado do frontispício, apresenta os seguintes níveis: REGULAR, MAU e PÉSSIMO, incidindo nos elementos e blocos de cada parte da composição. O estado de conservação está atrelado às formas de intemperismo incidentes, com estas, relacionadas aos fatores intrínsecos e extrínsecos.

A base é composta por doze blocos divididos em seis elementos. A tabela 3.16 apresenta o nível do estado de conservação de cada bloco dos elementos compositivos desta parte do objeto.

Tabela 3.16 - Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada base.

| PARTE COMP.      | ELEMENTO                    | BLOCOS DO ELEMENTO | EST. CONSERVAÇÃO / BLOCO |
|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|
| B<br>A<br>S<br>E | Pedestal direito            | B1                 | REGULAR                  |
|                  |                             | B2                 | MAU                      |
|                  |                             | B3                 | MAU                      |
|                  |                             | B4                 | REGULAR                  |
|                  | Pedestal esquerdo           | B80                | MAU                      |
|                  |                             | B78                | MAU                      |
|                  |                             | B79                | PÉSSIMO                  |
|                  |                             | B77                | REGULAR                  |
|                  | Aplique fitomorfo direito   | B5                 | REGULAR                  |
|                  | Aplique fitomorfo esquerdo  | B81                | REGULAR                  |
|                  | Pedestal direito cercadura  | B82                | MAU                      |
|                  | Pedestal esquerdo cercadura | B100               | REGULAR                  |

O corpo é composto por cinquenta e três blocos divididos em trinta elementos. A tabela 3.17 apresenta o nível do estado de conservação de cada bloco dos elementos compositivos desta parte do objeto.

Tabela 3.17 - Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada corpo.

| PARTE<br>COMP. | ELEMENTO                        | BLOCOS DO ELEMENTO | EST. CONSERVAÇÃO / BLOCO |
|----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------|
| CORPO          | Coluna direita externa          | B6                 | REGULAR                  |
|                |                                 | B8                 | REGULAR                  |
|                |                                 | B11                | REGULAR                  |
|                |                                 | B13                | REGULAR                  |
|                | Coluna direita interna          | B7                 | MAU                      |
|                |                                 | B9                 | REGULAR                  |
|                |                                 | B12                | REGULAR                  |
|                |                                 | B14                | REGULAR                  |
|                | Coluna esquerda interna         | B65                | MAU                      |
|                |                                 | B63                | REGULAR                  |
|                |                                 | B61                | REGULAR                  |
|                |                                 | B59                | REGULAR                  |
|                | Coluna esquerda externa         | B66                | MAU                      |
|                |                                 | B64                | MAU                      |
|                |                                 | B62                | REGULAR                  |
|                |                                 | B60                | REGULAR                  |
|                | Aplique antropomorfo direito    | B10                | REGULAR                  |
|                | Aplique antropomorfo direito    | B23                | REGULAR                  |
|                | Aplique antropomorfo esquerdo   | B67                | REGULAR                  |
|                | Aplique antropomorfo esquerdo   | B76                | REGULAR                  |
|                | Almofadas lado direito          | B15                | REGULAR                  |
|                |                                 | B16                | REGULAR                  |
|                |                                 | B17                | REGULAR                  |
|                |                                 | B18                | REGULAR                  |
|                |                                 | B19                | REGULAR                  |
|                |                                 | B20                | REGULAR                  |
|                |                                 | B21                | REGULAR                  |
|                |                                 | B22                | MAU                      |
|                | Almofadas lado esquerdo         | B68                | MAU                      |
|                |                                 | B69                | MAU                      |
|                |                                 | B70                | MAU                      |
|                |                                 | B71                | MAU                      |
|                |                                 | B72                | MAU                      |
|                |                                 | B73                | MAU                      |
|                |                                 | B74                | MAU                      |
|                |                                 | B75                | MAU                      |
|                | Pé direito - cercadura direita  | B83                | REGULAR                  |
|                | Pé direito - cercadura esquerda | B99                | MAU                      |
|                | Imposta – cercadura direita     | B84                | REGULAR                  |
|                | Imposta – cercadura esquerda    | B98                | REGULAR                  |
|                | Arco Pleno – cercadura direita  | B85                | REGULAR                  |
|                |                                 | B86                | MAU                      |
|                |                                 | B87                | REGULAR                  |
|                |                                 | B88                | REGULAR                  |
|                |                                 | B89                | REGULAR                  |
|                |                                 | B90                | REGULAR                  |
|                | Arco Pleno – cercadura esquerda | B96                | REGULAR                  |
|                |                                 | B92                | REGULAR                  |
|                |                                 | B93                | REGULAR                  |
|                |                                 | B94                | REGULAR                  |
|                |                                 | B95                | REGULAR                  |
|                |                                 | B97                | REGULAR                  |
|                | Arco Pleno – cercadura centro   | B91                | REGULAR                  |

O entablamento é composto por dezessete blocos divididos em três elementos. A tabela 3.18 apresenta o nível do estado de conservação de cada bloco dos elementos compositivos desta parte do objeto.

Tabela 3.18 - Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada entablamento.

| PARTE COMP.                                              | ELEMENTO                                                | BLOCOS DO ELEMENTO | EST. CONSERVAÇÃO / BLOCO |  |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|--|
| E<br>N<br>T<br>A<br>B<br>L<br>A<br>M<br>E<br>N<br>T<br>O | Entablamento lado direito inferior: arquitrave e friso  | B24                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B25                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B26                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B27                | MAU                      |  |
|                                                          | Entablamento lado direito superior: cornija             | B28                | MAU                      |  |
|                                                          |                                                         | B29                | MAU                      |  |
|                                                          |                                                         | B30                | MAU                      |  |
|                                                          |                                                         | B31                | REGULAR                  |  |
|                                                          | Entablamento lado esquerdo superior: cornija            | B50                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B51                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B52                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B53                | REGULAR                  |  |
|                                                          | Entablamento lado esquerdo inferior: arquitrave e friso | B55                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B56                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B57                | REGULAR                  |  |
|                                                          |                                                         | B58                | REGULAR                  |  |
|                                                          | Entablamento centro – arquitrave e friso                | B54                | REGULAR                  |  |

O coroamento é composto por dezoito blocos divididos em três elementos. A tabela 3.19 apresenta o nível do estado de conservação de cada bloco dos elementos compositivos desta parte do objeto.

Tabela 3.19 - Estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos que compõem a parte da composição denominada coroamento.

| PARTE COMP.                                    | ELEMENTO                               | BLOCOS DO ELEMENTO | EST. CONSERVAÇÃO / BLOCO |  |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------------|--|
| C<br>O<br>R<br>O<br>A<br>M<br>E<br>N<br>T<br>O | Frontão interrompido direito - voluta  | B32                | MAU                      |  |
|                                                | Frontão interrompido esquerdo - voluta | B49                | MAU                      |  |
|                                                | Medalhão lado direito                  | B33                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B34                | MAU                      |  |
|                                                |                                        | B35                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B36                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B37                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B38                | REGULAR                  |  |
|                                                | Medalhão lado esquerdo                 | B43                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B44                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B45                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B46                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B47                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B48                | REGULAR                  |  |
|                                                | Medalhão centro                        | B40                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B41                | REGULAR                  |  |
|                                                |                                        | B42                | REGULAR                  |  |
|                                                | Medalhão arremate superior             | B39                | MAU                      |  |

Os percentuais dos níveis do estado de conservação do pórtico central, avaliado através de cada bloco que compõem os elementos formadores das quatro partes da composição estão na tabela 3.20.

Tabela 3.20 - Percentuais dos níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes as quatro partes da composição do bem integrado denominado pórtico central.

| NÍVEL EST. CONSERV. | PARTES DA COMPOSIÇÃO |           |           |           | % TOTAL BLOCOS |
|---------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
|                     | BASE                 | CORPO     | ENTABL.   | COROAM.   |                |
| EXCELENTE           | -                    | -         | -         | -         | -              |
| BOM                 | -                    | -         | -         | -         | -              |
| REGULAR             | 6 BLOCOS             | 38 BLOCOS | 13 BLOCOS | 14 BLOCOS | 71% BLOCOS     |
| MAU                 | 5 BLOCOS             | 15 BLOCOS | 4 BLOCOS  | 4 BLOCOS  | 28% BLOCOS     |
| PÉSSIMO             | 1 BLOCO              | -         | -         | -         | 1% BLOCOS      |
| TOTAL N° BLOCOS     | 12 BLOCOS            | 53 BLOCOS | 17 BLOCOS | 18 BLOCOS | 100 BLOCOS     |

A predominância do estado de conservação dos blocos no nível REGULAR – 71% - não significa que o bem integrado esteja, de forma geral, conservado ou necessitando apenas de uma higienização mais rigorosa e aprofundada e com pequenas intervenções sobre o suporte pétreo. Muitos dos blocos considerados com estado de conservação regular tendem a passar para o nível vermelho – MAU, com ênfase, principalmente, àqueles localizados na base e corpo. Os blocos considerados com nível de conservação vermelho – MAU - podem passar a um nível crítico, ou seja, PÉSSIMO, considerando a incidência das patologias e a causa das mesmas sobre o material pétreo empregado com a crescente perda da substância (matéria) original. Esta perda de matéria, associada ao bem cultural que possui valores histórico e artístico, está relacionada à integridade e autenticidade do bem integrado, conceitos importantes no campo do Patrimônio Cultural Material, quanto à preservação, conservação e restauração.

A figura 3.48 apresenta o mapeamento dos níveis do estado de conservação dos blocos que compõem o pórtico central.

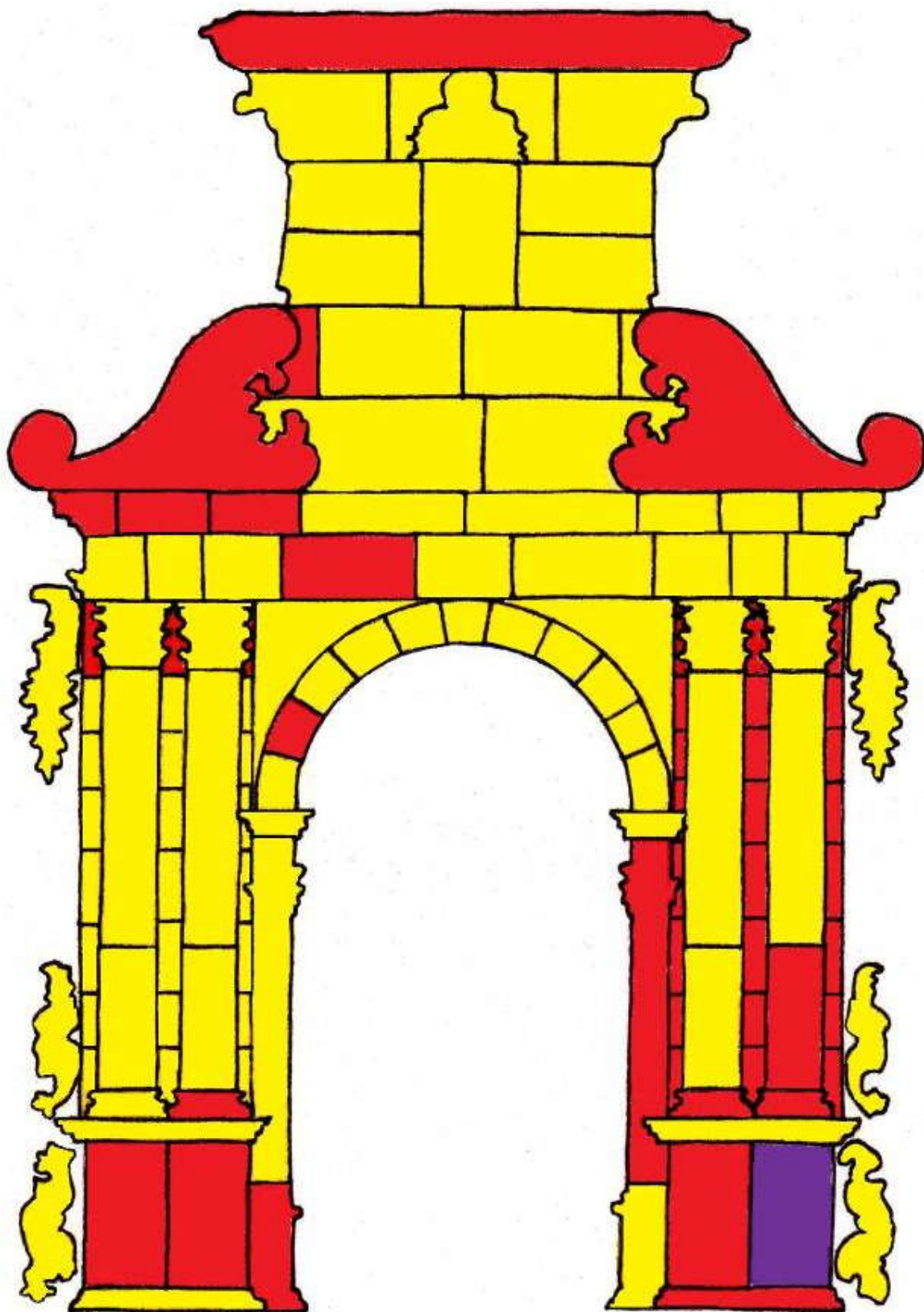


Figura 3.48 - Mapeamento do nível do estado de conservação dos blocos que compõem o pórtico central, conforme as cores da legenda adotada. Croqui a partir do desenho técnico digitalizado; modificado de IPHAN (2008). Fonte: 5ºSR/IPHAN.

### 3.3.2 Igreja de Nossa Senhora da Piedade - Frontispício

O frontispício da Igreja de Nossa Senhora da Piedade apresenta onze bens integrados. Diferentemente da Igreja de São Pedro dos Clérigos, onde foi estudado apenas um objeto (bem integrado) do frontispício – pórtico central, na Igreja de Nossa Senhora da Piedade três objetos foram alvos de investigação: a portada central e a portada lateral direita, ambas no pavimento térreo, e a janela da torre sineira, situada no primeiro pavimento. Na figura 3.49 têm-se a quantificação, numeração e identificação dos bens integrados que compõem o frontispício, conforme a metodologia empregada. Em destaque os objetos de estudo escolhidos.

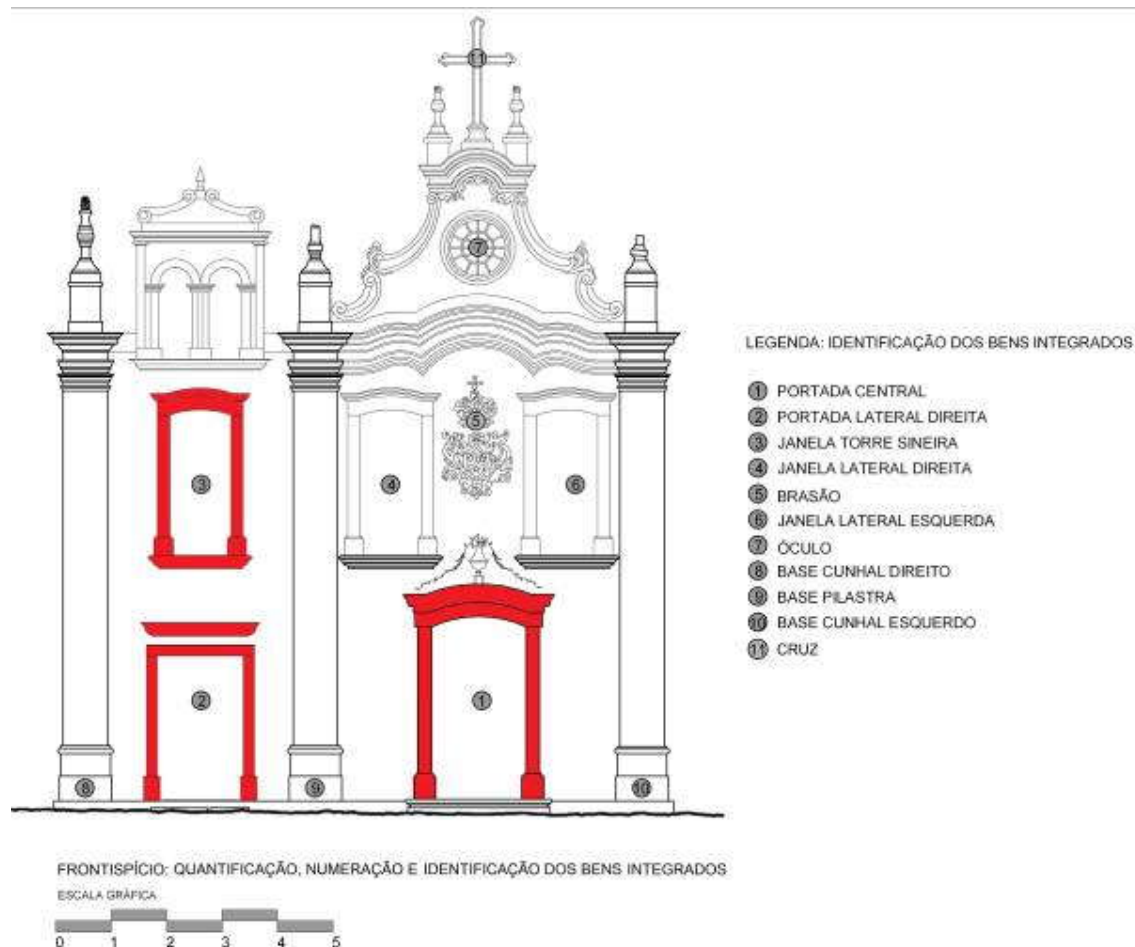


Figura 3.49 - Quantificação, numeração e identificação dos bens integrados que compõem o frontispício da Igreja de Nossa Senhora da Piedade; em destaque os objetos escolhidos para estudo. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: 5ª SR/IPHAN.

### 3.3.2.1 Portada central

A portada central, identificada como INSP\_F1SSO\_1PC\_6B, possui seis blocos aparelhados na composição do bem integrado, vinculados a superfície construída do bem imóvel. O objeto apresenta as seguintes partes: base, pé direito, e coroamento.

A base apresenta, sob as ombreiras, dados (na forma de um prisma) em blocos de faces com superfície plana sem ornamentação, simplificados, arrematados por friso em caveto invertido. Os blocos da base correspondem aos seguintes elementos: B1 - dado direito e B6 – dado esquerdo.

O pé direito é composto pelos dois blocos das ombreiras, que apresentam faces em superfícies planas, simplificadas. Os blocos do pé direito correspondem aos seguintes elementos: B2 – ombreira direita e B5 – ombreira esquerda.

O coroamento apresenta verga alteada, encimada por sobreverga também alteada. O bloco da verga possui faces planas, simplificadas e o bloco da sobreverga frisos em diferentes perfis denominados: cordão, quarto de círculo e peanha no arremate superior. Os blocos do coroamento correspondem aos seguintes elementos: B3 – verga alteada e B4 – sobreverga alteada.

A figura 3.50 apresenta o bem integrado e sua composição, dividido em três partes com suas cores correspondentes; a quantificação, numeração e identificação dos blocos que compõe o bem integrado, conforme a metodologia aplicada para a contagem, com dois blocos na base, dois no corpo e dois no coroamento, sendo: BASE – roxo; BLOCOS – B1 e B6 – dados direito e esquerdo; PÉ DIREITO – vermelho; BLOCOS – B2 e B5 – ombreira direita e esquerda; COROAMENTO - amarelo – BLOCOS – B3 e B4 – verga alteada e sobreverga alteada.

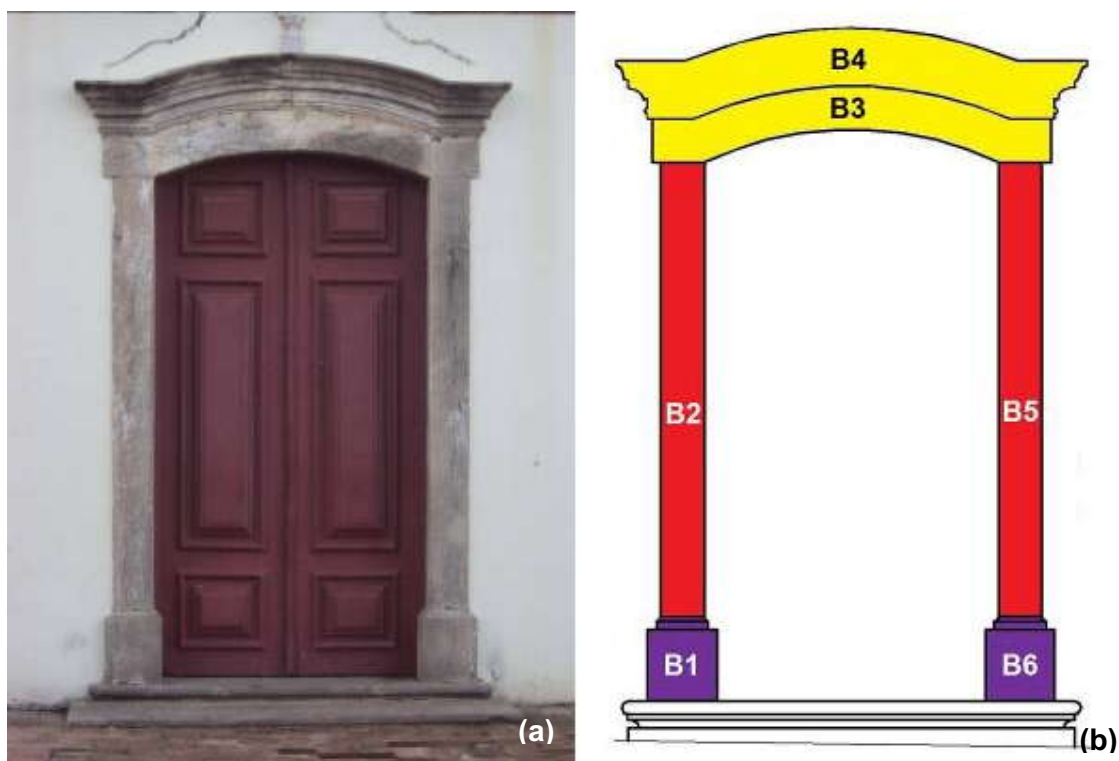


Figura 3.50 - Vista e partes da composição da portada central da Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Foto (a) bem integrado - portada central - 1PC; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes com a numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN.

As patologias identificadas, associadas ao grupo correspondente conforme o processo de alteração, sobre as superfícies dos blocos que compõem a portada central - 1PC - estão na tabela 3.21.

Tabela 3.21 - Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da portada central – 1PC, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração.

| OBJ. | PROC. ALT. | GRUP. PAT. | PATOLOGIA/<br>Nº BLOCOS                              | PARTE DO OBJETO |    |   | Nº BLOCOS/<br>PATOLOGIA |    |   | IDENTIF. BLOCOS | %    |
|------|------------|------------|------------------------------------------------------|-----------------|----|---|-------------------------|----|---|-----------------|------|
|      |            |            |                                                      | B               | PD | C | B                       | PD | C |                 |      |
| 1PC  | FIS        | I          | Fratura – 2 blocos<br>Fissura – 1 bloco              |                 |    |   |                         |    | 2 | B3/B4           | 33,3 |
|      |            |            |                                                      |                 |    |   | 1                       |    |   | B1              | 16,6 |
|      |            | II         | Arenização – 1 bloco                                 |                 |    |   |                         | 1  |   | B2              | 16,6 |
|      | QUI        | III        | Alveolização - 5 blocos<br>Lacunas/perdas – 4 blocos |                 |    |   | 2                       | 2  | 1 | B1/B2/B3/B5/B6  | 83,3 |
|      |            |            |                                                      |                 |    |   | 1                       | 2  | 1 | B1/B2/B4/B5     | 66,6 |
|      |            | IV         | Alt. crom. – 1 bloco                                 |                 |    |   | 1                       |    |   | B1              | 16,6 |
|      |            |            | Incrustação – 5 blocos                               |                 |    |   | 1                       | 2  | 2 | B2/B3/B4/B5/B6  | 83,3 |
|      |            |            | Dep. sup. – 2 blocos                                 |                 |    |   |                         | 1  | 1 | B2/B4           | 33,3 |
|      |            |            | Manchamento – 1 bloco                                |                 |    |   |                         |    | 1 | B3              | 16,6 |
|      |            |            | Sujidade – 4 blocos                                  |                 |    |   | 1                       | 1  | 2 | B3/B4/B5/B6     | 66,6 |
|      | BIO        | V          | Musgo – 2 blocos<br>Fungo – 4 blocos                 |                 |    |   | 1                       | 1  |   | B1/B2           | 33,3 |
|      |            |            |                                                      |                 |    |   | 1                       | 1  | 2 | B3/B4/B5/B6     | 66,6 |
|      | F-Q        | OUTRA      | Int. arg. cimento – 3 blocos                         |                 |    |   |                         | 1  | 2 | B3/B4/B5        | 50,0 |

Todos os grupos apresentaram patologias sobre os blocos do objeto, com o grupo II apresentando apenas uma. Foram identificadas, no total, treze patologias, com duas no grupo I – fratura e fissura, uma no grupo II – arenização, duas no grupo III – alveolização e lacunas/perdas, cinco no grupo IV – alteração cromática, incrustação, depósito superficial, manchamento e sujidade e duas no grupo V – colonização de musgos e fungos. Intervenção em argamassa com cimento foi constatada e classificada na categoria OUTRA. Dentre as patologias identificadas, todas do grupo III, alveolização e lacunas/perdas/partes faltantes, ocorreram sobre as três partes do bem integrado, assim como incrustação e sujidade, do grupo IV e fungos, pertencente ao grupo V. As demais patologias foram identificadas apenas em uma ou em duas partes da composição.

Alveolização, do grupo III, e incrustação, do grupo IV tiveram a maior incidência, em cinco blocos do objeto com percentuais de 83,33%; também do grupo III lacunas/perdas/partes faltantes, sujidade do grupo IV e colonização por fungos, do grupo V, ocorreram em quatro blocos com índice de 66,66%. Classificado em OUTRA, intervenção em argamassa com cimento teve ocorrência em três blocos, índice de 50%.

Entre as três partes do bem integrado – base, pé direito e coroamento – a incidência maior de patologias ocorreu no pé direito e coroamento, com a presença de nove patologias das treze identificadas, seguido pela base, com oito ocorrências.

A figura 3.51 (páginas 193 e 194) apresenta o objeto, foto (a), com a localização e numeração das patologias identificadas nos blocos das três partes da composição. As fotos (b), (c) – bloco B1 e (d) – bloco B6 pertencem à base; as fotos (e) e (f) ao corpo, respectivamente, blocos B2 e B5; as fotos (g) – bloco B3 e (h) – bloco B4 ao coroamento.

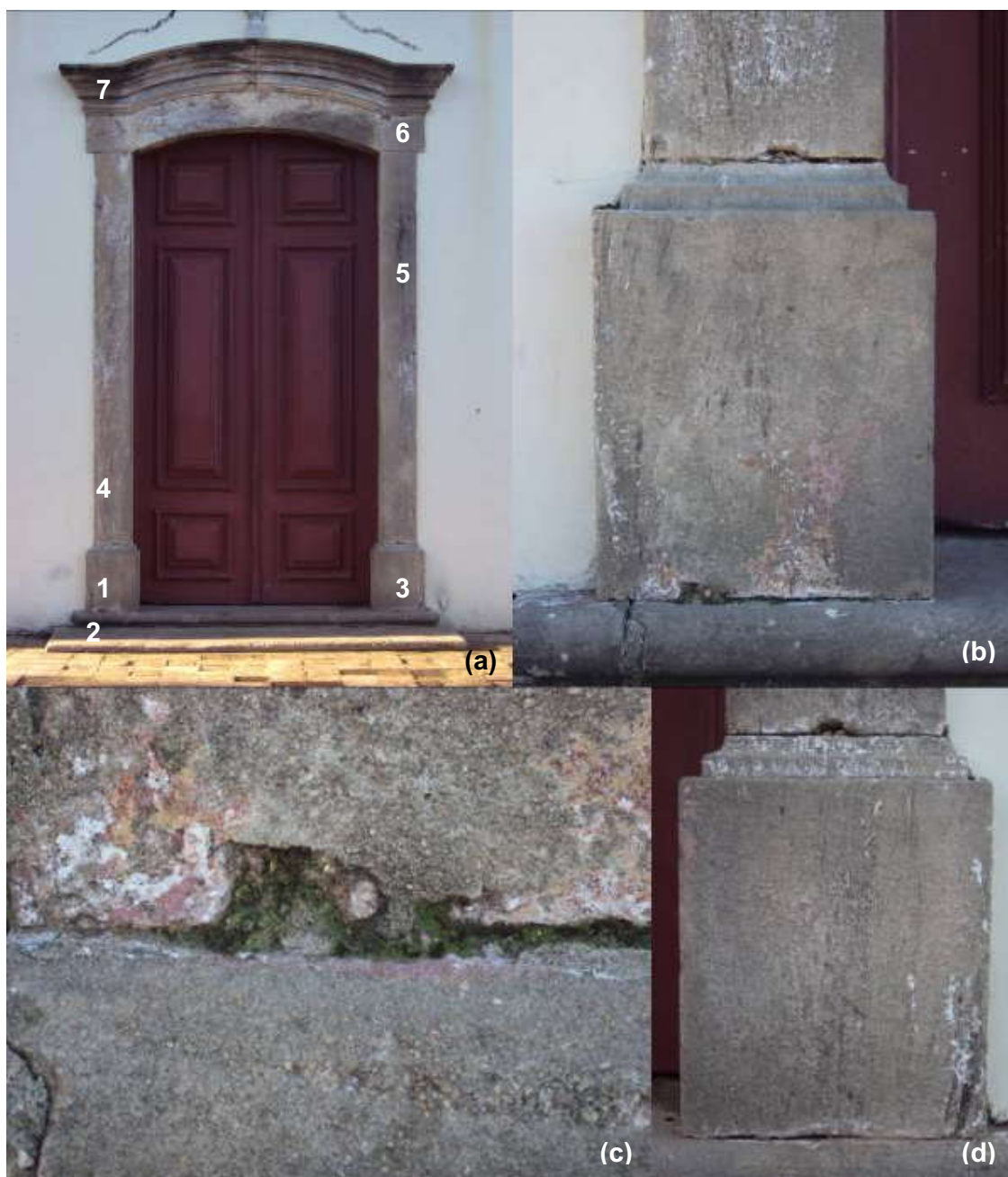


Figura 3.51 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada central. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada central. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 – alveolização e incrustação; (c) bloco B1 - 2 - lacuna/perda/partes faltantes e musgo (d) bloco B6 - 3 - alveolização, incrustação, sujidade e fungo. Fonte: autor.



Figura 3.51 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada central. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada central. Foto (e) bloco B2 - 4 - alveolização, incrustação e lacuna/perda/partes faltantes; (f) bloco B5 - 5 - alveolização; (g) bloco B3 - 6 - fratura; (h) bloco B4 - 7 - depósito superficial e incrustação. Fonte: autor.

A figura 3.52 apresenta o mapa de danos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem a portada central, identificada como INSP\_F1SSO\_1PC\_6B. A legenda corresponde apenas aos grupos das formas de intemperismo com a cor adotada pela referência – ICOMOS (2008). A legenda com

as patologias discriminadas, por grupo, encontra-se nos mapas de danos apresentados no apêndice B.

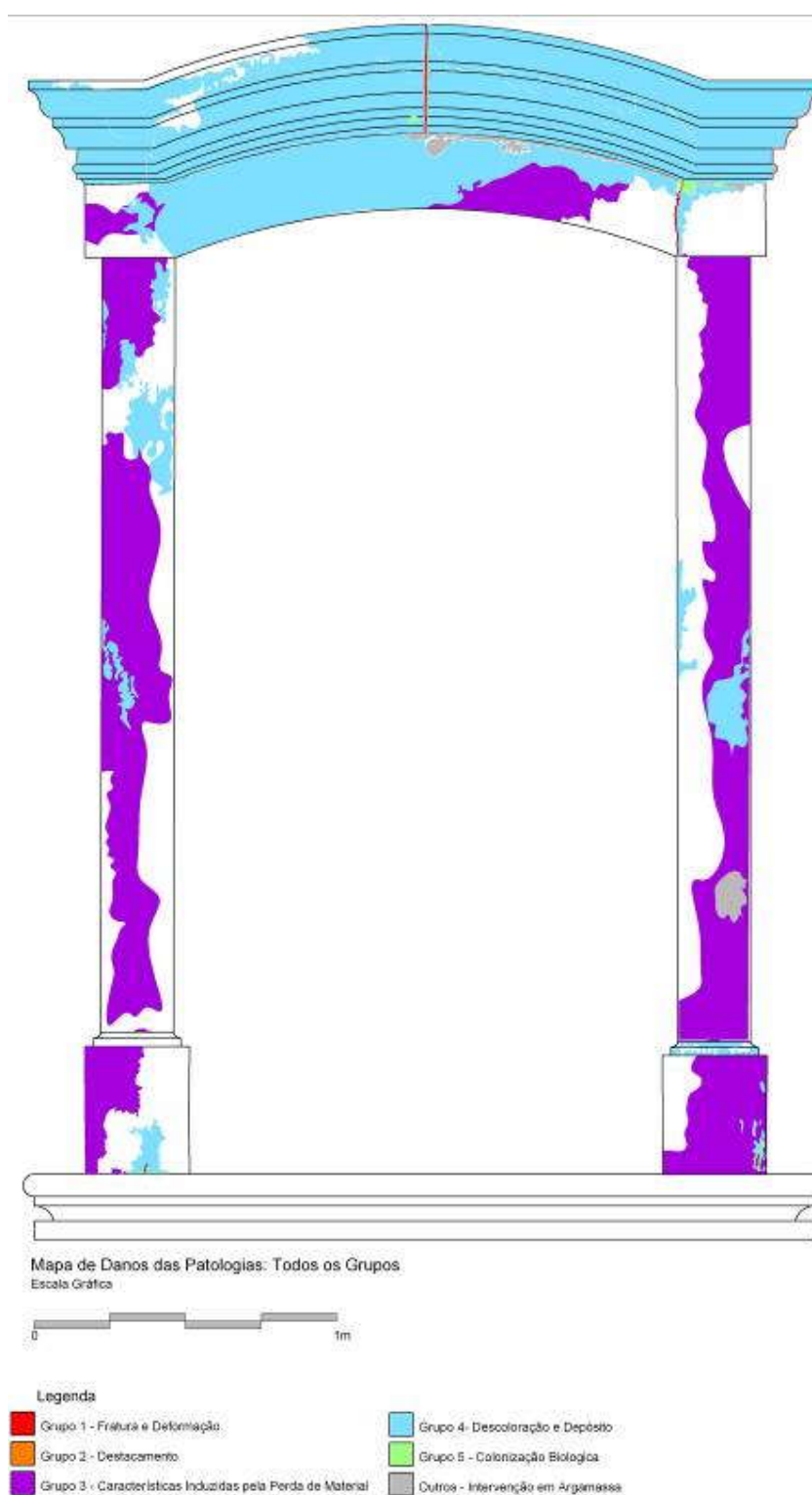


Figura 3.52 – Mapa de danos da portada central da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP\_F1SSO\_1PC\_6B. Fonte: autor.

### 3.3.2.2 Portada lateral direita

A portada lateral direita, identificada como INSP\_F1SSO\_2PLD\_6B, possui seis blocos aparelhados na composição do bem integrado, vinculados a superfície construída do bem imóvel. O objeto apresenta as seguintes partes: base, pé direito, e coroamento.

A base apresenta, sob as ombreiras, dados (na forma de um prisma) em blocos de faces com ornamentação, em relevo, na forma de losango envolta por friso reto. Os blocos da base correspondem aos seguintes elementos: B1 - dado direito e B6 – dado esquerdo.

O pé direito é composto pelos dois blocos das ombreiras que apresentam faces com superfícies planas, simplificadas e arrematadas por frisos sulcados. Os blocos do pé direito correspondem aos seguintes elementos: B2 – ombreira direita e B5 – ombreira esquerda.

O coroamento apresenta verga reta encimada por taça separada da mesma. O bloco da verga possui faces planas, simplificadas com frisos sulcados formando retângulo. O bloco da taça apresenta frisos em diferentes perfis assim denominados: peanha e quarto de círculo no arremate superior. Os blocos do coroamento correspondem aos seguintes elementos: B3 – verga alteada e B4 – sobreverga alteada.

A figura 3.53 apresenta o bem integrado e sua composição, dividido em três partes com suas cores correspondentes; a quantificação, numeração e identificação dos blocos que compõe o bem integrado, conforme a metodologia aplicada para a contagem, contabilizando dois blocos na base, dois no corpo e dois no coroamento, sendo: BASE – roxo; BLOCOS – B1 e B6 – dados direito e esquerdo; PÉ DIREITO – vermelho; BLOCOS – B2 e B5 – ombreira direita e esquerda; COROAMENTO - amarelo – BLOCOS – B3 e B4 – verga reta e taça.



Figura 3.53 - Vista e partes da composição da portada lateral direita. Foto (a) bem integrado - portada lateral direita – 2PLD; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes com a numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN.

As patologias identificadas, associadas ao grupo correspondente conforme o processo de alteração, sobre as superfícies dos blocos que compõem a portada lateral direita – 2PLD encontram-se listadas na tabela 3.22.

Tabela 3.22 - Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da portada lateral direita - 2PLD, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração.

| OBJ. | PROC. ALT. | GRU. PAT. | PATOLOGIA/<br>Nº BLOCOS      | PARTE DO OBJETO |    |   | Nº BLOCOS/<br>PATOLOGIA |    |   | IDENTIF. BLOCOS | %    |
|------|------------|-----------|------------------------------|-----------------|----|---|-------------------------|----|---|-----------------|------|
|      |            |           |                              | B               | PD | C | B                       | PD | C |                 |      |
| 2PLD | FIS        | I         | Fratura – 3 blocos           |                 |    |   |                         | 1  | 2 | B3/B4/B5        | 50,0 |
|      |            |           | Fissura – 1 bloco            |                 |    |   |                         | 1  |   | B5              | 16,6 |
|      |            | II        | Lasca – 1 bloco              |                 |    |   |                         | 1  |   | B2              | 16,6 |
|      |            | III       | Alveolização – 4 blocos      |                 |    |   | 1                       | 2  | 1 | B1/B2/B3/B5     | 66,6 |
|      |            |           | Erosão – 4 blocos            |                 |    |   |                         | 2  | 2 | B2/B3/B4/B5     | 66,6 |
|      |            |           | Arredondamento – 2 blocos    |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B4/B6           | 33,3 |
|      |            |           | Lacunas/perdas – 4 blocos    |                 |    |   | 1                       | 2  | 1 | B2/B3/B5/B6     | 66,6 |
|      |            |           | Pitting – 4 blocos           |                 |    |   | 2                       | 1  | 1 | B1/B2/B3/B6     | 66,6 |
|      | QUI        | IV        | Incrustação – 3 blocos       |                 |    |   | 2                       |    | 1 | B1/B3/B6        | 50,0 |
|      |            |           | Manchamento – 3 blocos       |                 |    |   |                         | 2  | 1 | B2/B3/B5        | 50,0 |
|      |            |           | Dep. superficial – 2 blocos  |                 |    |   | 2                       |    |   | B1/B6           | 33,3 |
|      |            |           | Sujidade – 5 blocos          |                 |    |   | 2                       | 2  | 1 | B1/B2/B4/B5/B6  | 83,3 |
|      | BIO        | V         | Musgo – 1 bloco              |                 |    |   |                         | 1  |   | B2              | 16,6 |
|      |            |           | Fungo – 3 blocos             |                 |    |   |                         | 2  | 1 | B2/B3/B5        | 50,0 |
|      | F-Q        | OUTRA     | Int. arg. cimento – 4 blocos |                 |    |   | 1                       | 2  | 1 | B1/B2/B3/B5     | 66,6 |

Todos os grupos apresentaram patologias sobre os blocos do objeto, com o grupo II apresentando, como na portada central, apenas uma. Foram identificadas, no total, quinze patologias, com duas no grupo I – fratura e fissura; uma no grupo II – lasca; cinco no grupo III – alveolização, erosão, arredondamento, lacunas/perdas e pitting; quatro no grupo IV – incrustação, manchamento, depósito superficial e sujidade e duas no grupo V – colonização de musgos e fungos. Classificada como OUTRA apenas intervenção em argamassa com cimento foi constatada. Dentre as patologias identificadas, do grupo III, alveolização, lacunas/perdas/partes faltantes e pitting, ocorreram sobre as três partes do bem integrado, assim como sujidade do grupo IV e intervenção em argamassa. As demais patologias foram identificadas apenas em uma ou em duas partes da composição.

Dentre todas as patologias, sujidade, do grupo IV, teve a maior incidência, em cinco blocos do objeto com percentuais de 83,33%; com a ocorrência em quatro blocos, alveolização, erosão, lacunas/perdas e pitting, todas do grupo III, apresentam percentual de 66,66%, assim como, classificado em outra (s), intervenção em argamassa com cimento. Incidindo em três blocos com percentual de 50%, do grupo I, fratura; do grupo IV, incrustação e manchamento e do grupo V, colonização de fungos.

Entre as três partes do bem integrado – base, pé direito e coroamento – a incidência maior de patologias ocorreu no pé direito, com a presença de doze patologias das quinze identificadas, seguido pelo coroamento e base, respectivamente, com onze e oito ocorrências.

A figura 3.54 (página 199 e 200) apresenta o objeto, foto (a), com a localização e numeração das patologias identificadas nos blocos das três partes da composição. As fotos (b) – bloco B1 e (c) – bloco B6 pertencem à base; as fotos (d), (e) – bloco B2 e (f) – bloco B5 ao corpo; as fotos (g) e (h), respectivamente bloco B3 e B4, ao coroamento.



Figura 3.54 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada lateral direita. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada lateral direita. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 - pitting, incrustação, sujidade e alveolização; (c) bloco B6 - 2 - lacuna/perda/parte faltante, pitting, arredondamento e sujidade; (d) bloco B2 – (d) 3 - alveolização, fungo e incrustação – face frontal. Fonte: autor.



Figura 3.54 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Portada lateral direita. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado portada lateral direita. Foto (e) bloco B2 - 4 - erosão - ilhargá; (f) bloco B5 - 5 - fratura, alveolização e erosão; (g) bloco B3 - 6 - fratura, intervenção em argamassa - cimento; (h) bloco B4 - 7 - fratura, erosão e sujidade. Fonte: autor.

A figura 3.55 apresenta o mapa de danos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem a portada lateral direita, identificada como INSP\_F1SSO\_2PLD\_6B. A legenda corresponde apenas aos grupos das formas de intemperismo com a cor adotada pela referência – ICOMOS (2008). A legenda com as patologias discriminadas, por grupo, encontra-se nos mapas de danos apresentados no apêndice B.

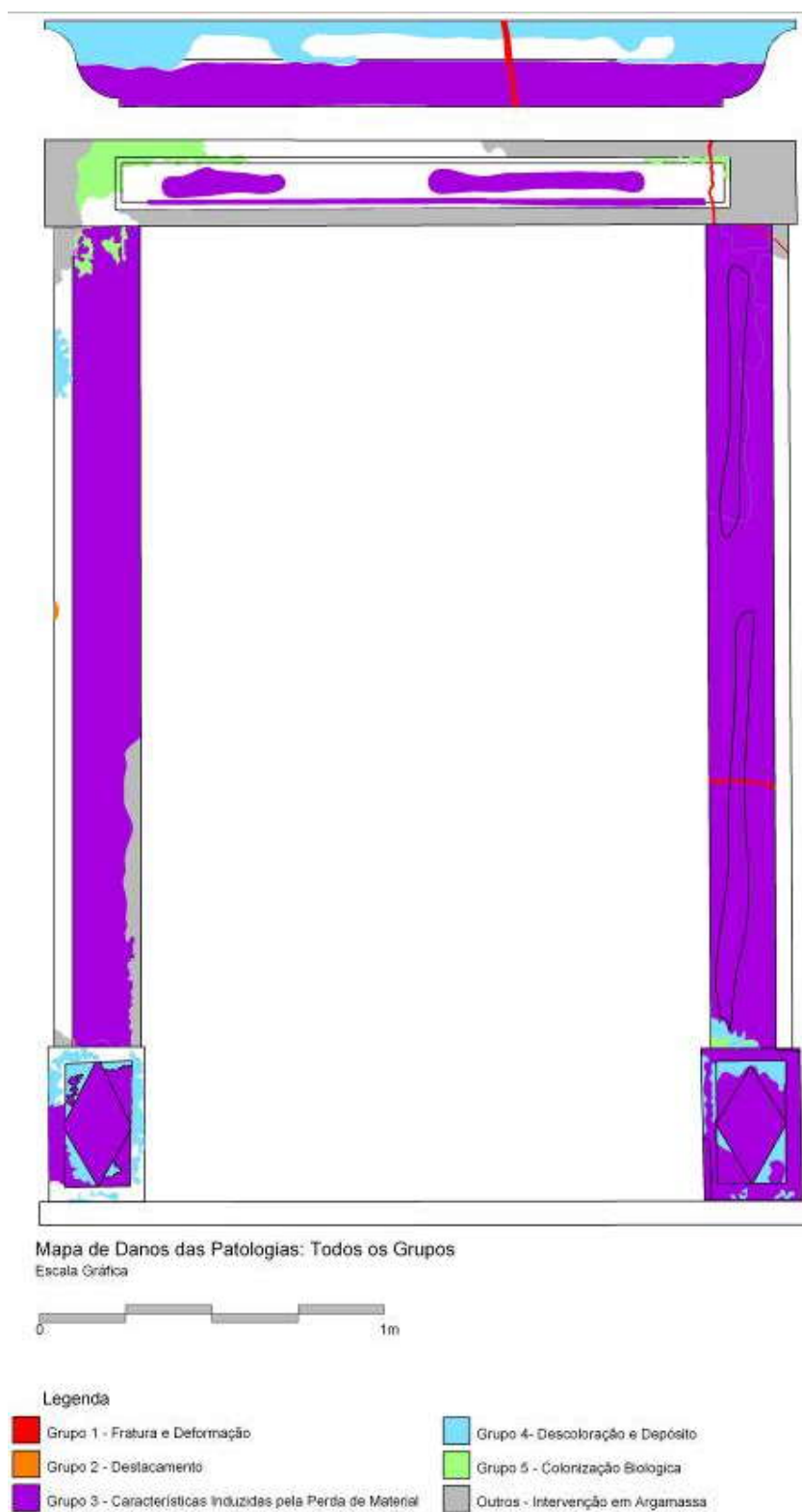


Figura 3.55 – Mapa de danos da portada lateral direita da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP\_F1SSO\_2PLD\_6B. Fonte: autor.

### 3.3.2.3 Janela torre sineira

A janela da torre sineira, identificada como INSP\_F1SSO\_3JTS\_7B, possui sete blocos aparelhados na composição do bem integrado, vinculados a superfície construída do bem imóvel. O objeto apresenta as seguintes partes: base, pé direito, e coroamento.

A base apresenta taça em frisos e dados (na forma de um prisma) em blocos de faces com superfície plana sem ornamentação, simplificados, arrematados por friso em caveto invertido. Os blocos da base correspondem aos seguintes elementos: B1 – taça, B2 – dado direito e B7 – dado esquerdo.

O pé direito é composto pelos dois blocos das ombreiras, que também apresentam faces de superfícies planas, simplificadas. Os blocos do pé direito correspondem aos seguintes elementos: B3 – ombreira direita e B6 – ombreira esquerda.

O coroamento apresenta verga alteada, encimada por sobreverga também alteada. O bloco da verga possui faces planas, simplificadas e o bloco da sobreverga frisos em diferentes perfis denominados: cordão, quarto de círculo e peanha no arremate superior. Os blocos do coroamento correspondem aos seguintes elementos: B4 – verga alteada e B5 – sobreverga alteada.

A figura 3.56 apresenta o bem integrado e sua composição, dividido em três partes com suas cores correspondentes; a quantificação, numeração e identificação dos blocos que compõe o bem integrado, conforme a metodologia aplicada para a contagem, contabilizando três blocos na base, dois no corpo e dois no coroamento, sendo: BASE – roxo; BLOCOS – B1, B2 e B7 – taça, dados direito e esquerdo; PÉ DIREITO – vermelho; BLOCOS – B3 e B6 – ombreira direita e esquerda; COROAMENTO - amarelo – BLOCOS – B4 e B5 – verga alteada e sobreverga.

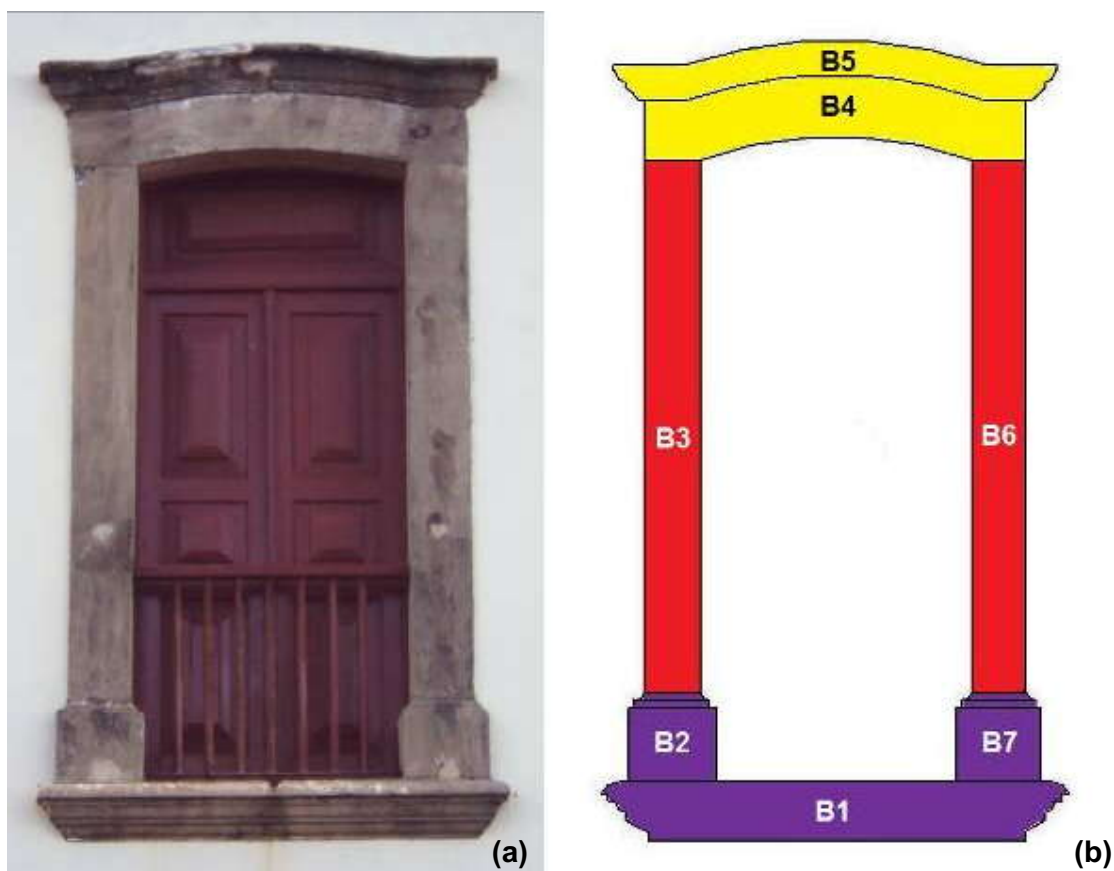


Figura 3.56 - Vista e partes da composição da janela torre sineira da Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Foto (a) bem integrado – janela torre sineira – 3JTS; (b) partes da composição do bem integrado, em cores distintas, e seus elementos correspondentes à numeração dos blocos. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: (a) autor e (b) 5ª SR/IPHAN.

As patologias identificadas, associadas ao grupo correspondente conforme o processo de alteração sobre as superfícies dos blocos que compõem a janela da torre sineira – 3JTS encontram-se listadas na tabela 3.23.

Tabela 3.23 - Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõem as partes da janela torre sineira – 3JTS, associadas ao grupo correspondente quanto ao processo de alteração

| OBJ. | PROC. ALT. | GRU. PAT. | PATOLOGIA/<br>Nº BLOCOS      | PARTE DO OBJETO |    |   | Nº BLOCOS/<br>PATOLOGIA |    |   | IDENTIF. BLOCOS   | %    |
|------|------------|-----------|------------------------------|-----------------|----|---|-------------------------|----|---|-------------------|------|
|      |            |           |                              | B               | PD | C | B                       | PD | C |                   |      |
| 3JTS | FIS        | I         | Fratura – 2 blocos           |                 |    |   |                         | 1  | 1 | B5/B6             | 28,5 |
|      |            |           | Fissura – 1 bloco            |                 |    |   | 1                       |    |   | B1                | 14,2 |
|      |            | II        | Perda – 1 bloco              |                 |    |   |                         |    | 1 | B5                | 14,2 |
|      |            |           | Descamação – 1 bloco         |                 |    |   |                         |    | 1 | B5                | 14,2 |
|      |            | III       | Alveolização – 2 blocos      |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B4/B7             | 28,5 |
|      |            |           | Erosão – 1 bloco             |                 |    |   | 1                       |    |   | B2                | 14,2 |
|      |            |           | Arredondamento – 2 blocos    |                 |    |   | 2                       |    |   | B2/B7             | 28,5 |
|      |            |           | Lacunas/perdas – 2 blocos    |                 |    |   |                         | 1  | 1 | B3/B4             | 28,5 |
|      |            |           | Pitting – 2 blocos           |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B4/B7             | 28,5 |
|      |            |           |                              |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B1/B4             | 28,5 |
|      | QUI        | IV        | Incrustação – 2 blocos       |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B1/B2/B3/B4/B6/B7 | 85,7 |
|      |            |           | Manchamento – 6 blocos       |                 |    |   | 3                       | 2  | 1 | B1                | 14,2 |
|      |            |           | Pátina – 1 bloco             |                 |    |   | 1                       |    |   | B5                | 14,2 |
|      |            |           | Dep. superficial – 1 bloco   |                 |    |   |                         |    | 1 | B5                | 14,2 |
|      |            |           | Crosta negra – 1 bloco       |                 |    |   |                         |    | 1 | B5                | 14,2 |
|      |            |           | Sujidade – 5 blocos          |                 |    |   | 2                       | 1  | 2 | B1/B2/B4/B5/B6    | 71,4 |
|      | BIO        | V         | Líquen – 1 bloco             |                 |    |   | 1                       |    |   | B1                | 14,2 |
|      |            |           | Fungo – 2 blocos             |                 |    |   | 1                       |    | 1 | B1/B4             | 28,5 |
|      | F-Q        | OUTRA     | Int. arg. cimento – 4 blocos |                 |    |   | 2                       | 2  |   | B2/B3/B6/B7       | 57,1 |

Todos os grupos apresentaram patologias sobre os blocos do objeto, com as menores incidências nos grupos I e II, que apresentam apenas duas formas de intemperismo. Foram identificadas no total dezoito patologias, com duas no grupo I – fratura e fissura, duas no grupo II – perda e descamação, cinco no grupo III – alveolização, erosão, arredondamento, lacunas/perdas e pitting (como na portada lateral direita), seis no grupo IV – incrustação, manchamento, pátina, depósito superficial, crosta negra e sujidade e duas no grupo V – colonização de líquens e fungos. Classificado como OUTRA apenas intervenção em argamassa com cimento foi constatada.

Dentre as patologias identificadas apenas manchamento e sujidade, ambas do grupo IV, ocorreram sobre as três partes do bem integrado. As demais patologias foram identificadas apenas em uma ou em duas partes da composição.

Dentre todas as patologias, manchamento, do grupo IV, teve a maior incidência, em seis blocos do objeto com percentuais de 85,71%, seguida por sujidade, do mesmo grupo, ocorrendo em cinco blocos com 71,42%. Intervenção com argamassa, classificado em OUTRA, foi identificada em quatro blocos, com percentual de 57,14%. As demais patologias aparecem apenas em um e dois blocos. Em um bloco

há incidência de oito patologias com 14,28% e, em dois blocos sete, tendo percentual de 28,57%.

Entre as três partes do bem integrado – base, pé direito e coroamento – a incidência maior de patologias ocorreu na base e coroamento, com a presença de doze patologias das dezoito identificadas, seguido pelo pé direito com cinco ocorrências.

A figura 3.57 (página 205, 206 e 207) apresenta o objeto, foto (a), com a localização e numeração das patologias identificadas nos blocos das três partes da composição. As fotos (b), (c) e (d) pertencem à base, respectivamente aos blocos B1, B2 e B7; as fotos (e) – bloco B3 e (f) – bloco B6 compõem o corpo; a foto (g) corresponde aos blocos B4 e B5, integrantes do coroamento.



Figura 3.57 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (a) objeto com a localização e numeração das patologias; (b) bloco B1 - 1 - pátina, fungo, sujeira. Fonte: autor.

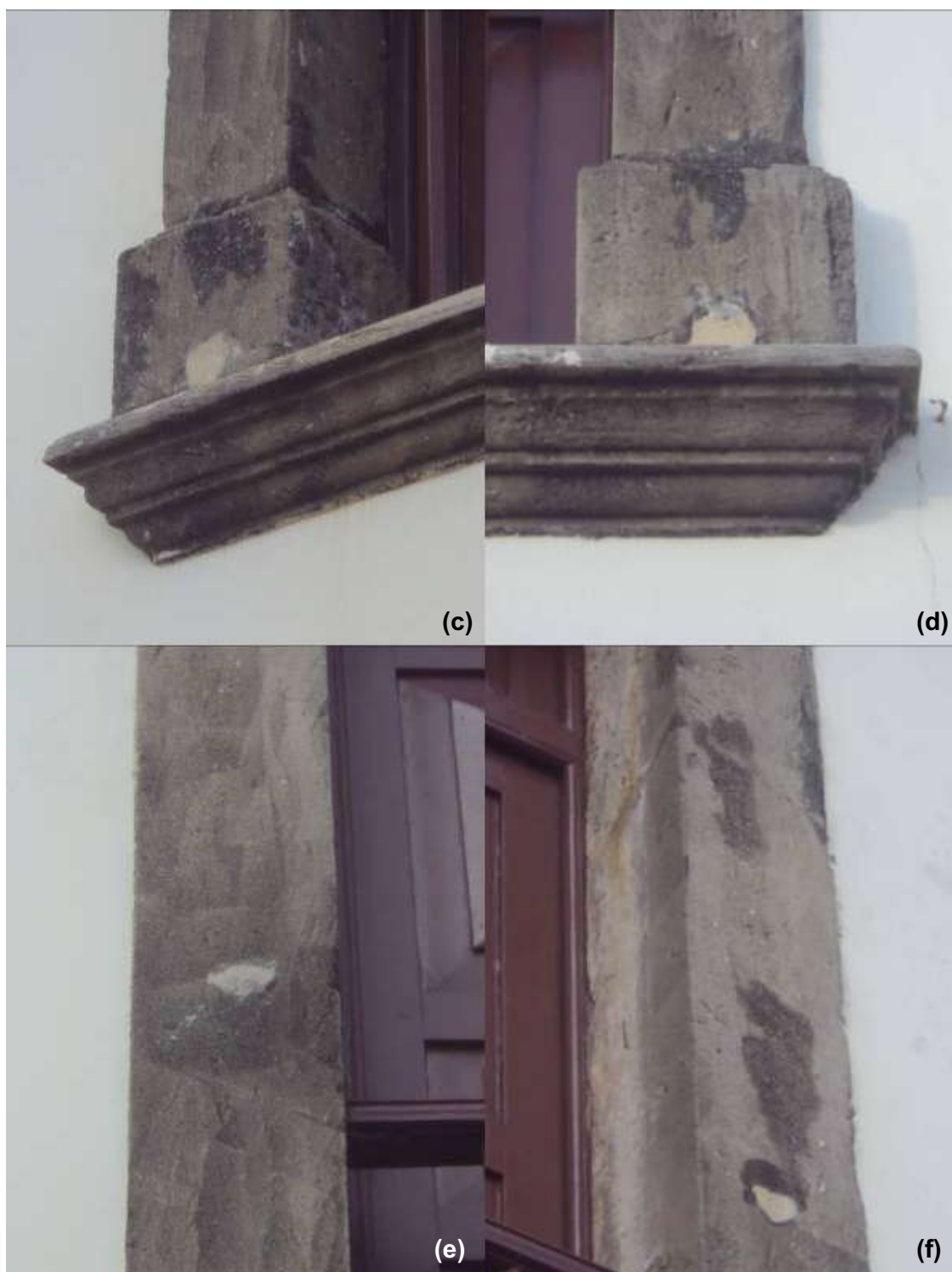


Figura 3.57 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (c) bloco B2 - 2 - manchamento, intervenção em argamassa - cimento arredondamento e erosão (ilharga); (d) bloco B7 - 3 - manchamento, alveolização, arredondamento, pitting e intervenção em argamassa - cimento; (e) bloco B3 - 4 - intervenção em argamassa - cimento; (f) bloco B6 - 5 - fratura, manchamento e intervenção em argamassa - cimento. Fonte: autor.



Figura 3.57 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade/Janela da torre sineira. Patologias identificadas sobre a superfície dos blocos que compõe as partes da composição do bem integrado denominado janela torre sineira. Foto (g) bloco B4 e B5, sendo, respectivamente: 6 - alveolização, incrustação e pitting (intradorso) e 7 - crosta negra, descamação e perda. Fonte: autor.

A figura 3.58 apresenta o mapa de danos com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem a janela torre sineira, identificada como INSP\_F1SSO\_3JTS\_7B. A legenda corresponde apenas aos grupos das formas de intemperismo com a cor adotada pela referência – ICOMOS (2008). A legenda com as patologias discriminadas, por grupo, encontra-se nos mapas de danos apresentados no apêndice B.

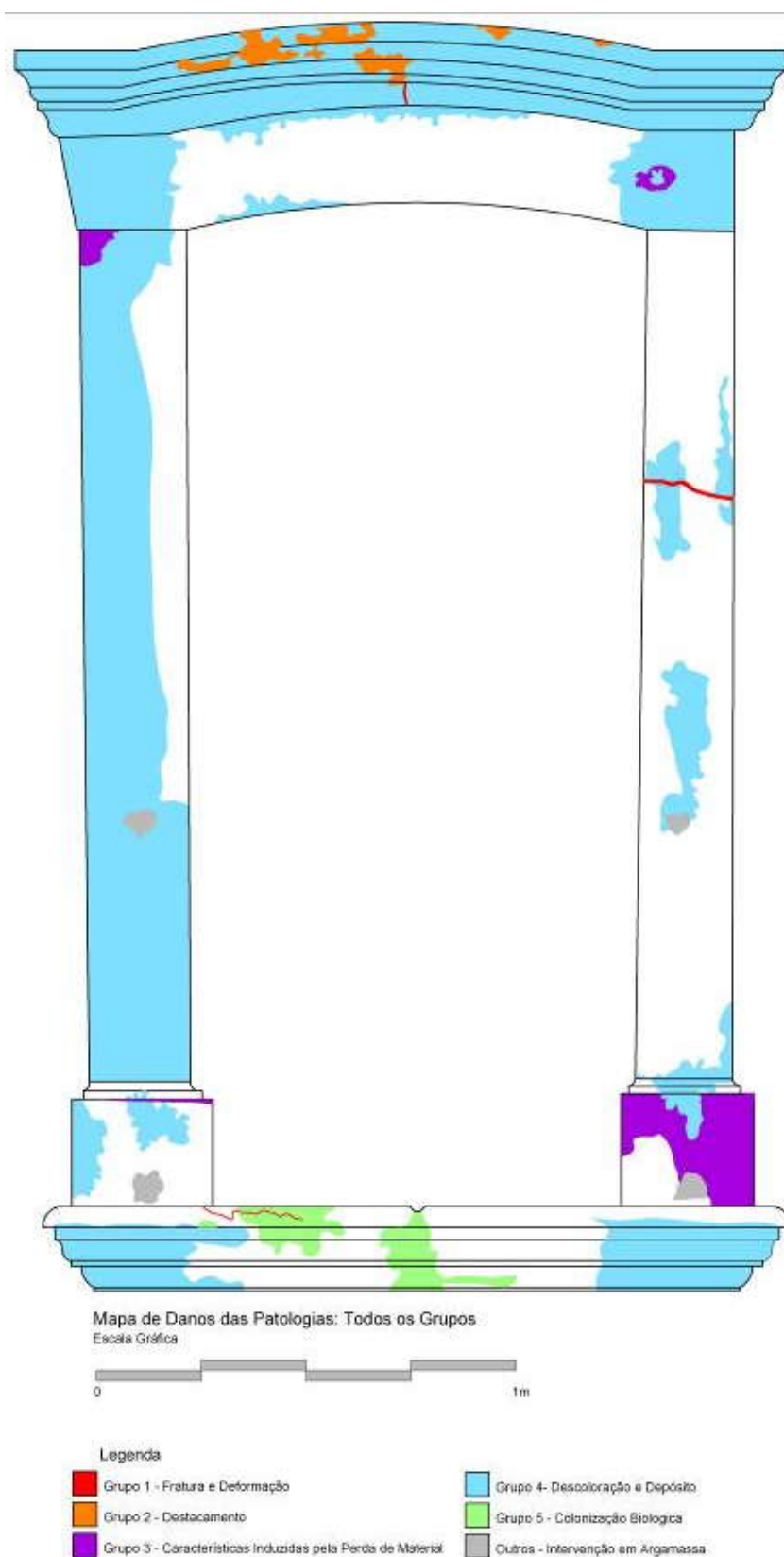


Figura 3.58 – Mapa de danos da janela da torre sineira da Igreja de Nossa Senhora da Piedade com as patologias, de todos os grupos, sobre a superfície dos blocos que compõem o bem integrado, identificado como INSP\_F1SSO\_3JTS\_7B. Fonte: autor.

De todos os grupos de patologias apenas o II não apresentou a incidência de uma mesma forma de intemperismo nos blocos dos três bens integrados. As patologias presentes nos três bens integrados objetos de estudo da Igreja de Nossa Senhora de Piedade foram as seguintes: grupo I – fratura e fissura; grupo II – não houve; grupo III – alveolização e lacunas/perdas/partes faltantes; grupo IV – incrustação, manchamento, depósito superficial e sujeidade; grupo V – colonização de fungos; classificada em OUTRA intervenção com argamassa – cimento.

As patologias identificadas, presentes nos três bens integrados, conforme os grupos estão na tabela 3.24.

Tabela 3.24 - Patologias incidentes, conforme o grupo, nos três bens integrados objetos de estudo.

| GRUPO | PATOLOGIA                      | BEM INTEGRADO / N° BLOCOS |      |      | TOTAL N° BLOCOS | % TOTAL |
|-------|--------------------------------|---------------------------|------|------|-----------------|---------|
|       |                                | 1PC                       | 2PLD | 3JTS |                 |         |
| I     | Fratura                        | 2 B                       | 3 B  | 2 B  | 07 BLOCOS       | 36,84   |
|       | Fissura                        | 1 B                       | 1 B  | 1 B  | 03 BLOCOS       | 15,78   |
| II    | Não houve                      | -                         | -    | -    | -               | -       |
| III   | Alveolização                   | 5 B                       | 4 B  | 2 B  | 11 BLOCOS       | 57,89   |
|       | Lacunas/perdas                 | 4 B                       | 4 B  | 2 B  | 10 BLOCOS       | 52,63   |
| IV    | Incrustação                    | 5 B                       | 3 B  | 2 B  | 10 BLOCOS       | 52,63   |
|       | Manchamento                    | 1 B                       | 3 B  | 6 B  | 10 BLOCOS       | 52,63   |
|       | Depósito superficial           | 2 B                       | 2 B  | 1 B  | 05 BLOCOS       | 26,31   |
|       | Sujeidade                      | 4 B                       | 5 B  | 5 B  | 14 BLOCOS       | 73,68   |
| V     | Fungo                          | 4 B                       | 3 B  | 2 B  | 09 BLOCOS       | 47,36   |
| OUTRA | Interv. c/ argamassa - cimento | 3 B                       | 4 B  | 4 B  | 11 BLOCOS       | 57,89   |

Dentre as formas de intemperismo apresentadas na tabela 3.24, a figura 3.59, abaixo, apresenta o gráfico com os percentuais de atuação das patologias nos três bens integrados alvos de investigação na INSP.



Figura 3.59 - Gráfico com o percentual de incidência das patologias presentes nos três bens integrados da INSP.

### 3.3.2.4 Estado de conservação – portada central, portada lateral direita e janela torre sineira

A partir da referência adotada, IPHAN (2000), o estado de conservação dos blocos que compõem os três objetos de estudo – portada central (1PC), portada lateral direita (2PLD) e janela da torre sineira (3JTS) da Igreja de Nossa Senhora da Piedade, bens integrados do frontispício, apresentam os seguintes níveis: REGULAR e MAU, incidindo nos elementos e blocos de cada parte da composição. O estado de conservação está atrelado às formas de intemperismo incidentes, com estas, relacionadas aos fatores intrínsecos e extrínsecos.

A tabela 3.25 apresenta os níveis do estado de conservação dos blocos que compõe cada um dos três objetos de estudo do frontispício da Igreja de Nossa Senhora da Piedade.

Tabela 3.25 - Níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes aos elementos de cada parte da composição dos três objetos de estudo.

| OBJETO / PARTE DA COMPOSIÇÃO |            | BLOCO DO ELEMENTO / DENOMINAÇÃO | ESTADO DE CONSERVAÇÃO / BLOCOS |  |
|------------------------------|------------|---------------------------------|--------------------------------|--|
| 1PC                          | BASE       | B1 – DADO DIREITO               | REGULAR                        |  |
|                              |            | B6 – DADO ESQUERDO              | REGULAR                        |  |
|                              | PE DIREITO | B2 – OMBREIRA DIREITA           | REGULAR                        |  |
|                              |            | B5 – OMBREIRA ESQUERDA          | REGULAR                        |  |
|                              | COROAMENTO | B3 – VERGA ALTEADA              | MAU                            |  |
|                              |            | B4 – SOBREVERGA                 | REGULAR                        |  |
| 2PLD                         | BASE       | B1 – DADO DIREITO               | REGULAR                        |  |
|                              |            | B6 – DADO ESQUERDO              | MAU                            |  |
|                              | PE DIREITO | B2 – OMBREIRA DIREITA           | MAU                            |  |
|                              |            | B5 – OMBREIRA ESQUERDA          | MAU                            |  |
|                              | COROAMENTO | B3 – VERGA RETA                 | MAU                            |  |
|                              |            | B4 – TAÇA                       | REGULAR                        |  |
| 3JTS                         | BASE       | B1 – TAÇA                       | REGULAR                        |  |
|                              |            | B2 – DADO DIREITO               | REGULAR                        |  |
|                              |            | B7 – DADO ESQUERDO              | REGULAR                        |  |
|                              | PE DIREITO | B3 – OMBREIRA DIREITA           | REGULAR                        |  |
|                              |            | B6 – OMBREIRA ESQUERDA          | REGULAR                        |  |
|                              | COROAMENTO | B4 – VERGA ALTEADA              | REGULAR                        |  |
|                              |            | B5 – SOBREVERGA                 | MAU                            |  |

Os percentuais dos níveis do estado de conservação dos três objetos de estudo – portada central - 1PC, portada lateral direita - 2PLD e janela da torre sineira 3JTS analisados através dos blocos que compõem os elementos formadores de cada parte da composição estão na tabela 3.26.

Tabela 3.26 - Percentuais dos níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes às partes da composição de cada um dos objetos de estudo, denominados: portada central – 1PC; portada lateral direita – 2PLD e janela da torre sineira - 3JTS.

| OBJETO | NÍVEL EST. CONSERV. | PARTES DA COMPOSIÇÃO |          |          | % TOTAL BLOCOS |
|--------|---------------------|----------------------|----------|----------|----------------|
|        |                     | BASE                 | PE DIR.  | CORO.    |                |
| 1PC    | EXCELENTE           | -                    | -        | -        | -              |
|        | BOM                 | -                    | -        | -        | -              |
|        | REGULAR             | 2 BLOCOS             | 2 BLOCOS | 1 BLOCO  | 83,33%         |
|        | MAU                 | -                    | -        | 1 BLOCO  | 16,66%         |
|        | PÉSSIMO             | -                    | -        | -        | -              |
|        | TOTAL N° BLOCOS     | 2 BLOCOS             | 2 BLOCOS | 2 BLOCOS | 6 BLOCOS       |
| 2PLD   | EXCELENTE           | -                    | -        | -        | -              |
|        | BOM                 | -                    | -        | -        | -              |
|        | REGULAR             | 1 BLOCO              | -        | 1 BLOCO  | 33,33%         |
|        | MAU                 | 1 BLOCO              | 2 BLOCOS | 1 BLOCO  | 66,66%         |
|        | PÉSSIMO             | -                    | -        | -        | -              |
|        | TOTAL N° BLOCOS     | 2 BLOCOS             | 2 BLOCOS | 2 BLOCOS | 6 BLOCOS       |
| 3JTS   | EXCELENTE           | -                    | -        | -        | -              |
|        | BOM                 | -                    | -        | -        | -              |
|        | REGULAR             | 3 BLOCOS             | 2 BLOCOS | 1 BLOCO  | 71,42%         |
|        | MAU                 | -                    | -        | 1 BLOCO  | 14,28%         |
|        | PÉSSIMO             | -                    | -        | -        | -              |
|        | TOTAL N° BLOCOS     | 3 BLOCOS             | 2 BLOCOS | 2 BLOCOS | 7 BLOCOS       |

Dentre os níveis do estado de conservação dos blocos pertencentes aos três bens integrados, aquele com maior ocorrência foi o REGULAR contabilizando treze blocos; o nível MAU somou seis blocos. A portada central - 1PC - com seis blocos, apresentou cinco destes com nível REGULAR, totalizando 83,33% e apenas um do nível MAU. A portada lateral direita - 2PLD - dos seis blocos, apresentou o seguinte resultado: dois blocos como REGULAR somando 33,33% e quatro com nível de MAU, totalizando 66,66%. Dos sete blocos da janela da torre sineira – 3JTS – seis estão com estado de conservação REGULAR, 71,42% e apenas um encontra-se no nível MAU somando 14,28%.

Pelo resultado, considerando os fatores intrínsecos e extrínsecos, os objetos necessitam de intervenções em curto prazo, obviamente para não haver mais perdas e descaracterização do material pétreo empregado em função das patologias identificadas. Diferentemente da Igreja de São Pedro dos Clérigos, a localização e implantação (fatores impostos) de Nossa Senhora da Piedade contribui de forma incisiva para a uma deterioração muito mais agressiva sobre o bem imóvel, a partir da incidência direta de ventos, com aerossol marinho, e chuvas, além da insolação (fatores constantes), principalmente sobre o frontispício – F1SSO e fachada lateral esquerda – F6SSE que possuem o maior número de bens integrados pétreos (externos) do monumento.

Na portada central predomina o nível REGULAR, no estado de conservação dos blocos, com 83,33%. Isto não significa que o bem integrado esteja, de forma geral, conservado, necessitando apenas de uma higienização mais rigorosa e aprofundada e com pequenas intervenções sobre o suporte pétreo. Todos os blocos considerados com estado de conservação REGULAR tendem a passar para o nível vermelho, MAU, situados em todas as partes da composição. O bloco B3 considerado com nível de conservação vermelho - MAU - pode passar a um nível crítico, ou seja, PÉSSIMO, considerando a incidência das patologias e a causa das mesmas sobre o material pétreo empregado com a crescente perda da substância (matéria) original.

A portada lateral direita, dos três objetos, é a que suscita maior preocupação por haver quatro blocos no nível MAU. Estes blocos apresentam crescente perda de matéria pétreo, principalmente nas ilhargas da ombreira direita, B2, e do dado direito, B1, e intradorso da verga reta, B3, pela desagregação e decomposição da substância em função dos processos de alteração. Sugere-se monitorar estes blocos.

Na janela da torre sineira predomina o nível REGULAR em seis blocos e apenas um no nível MAU, não significando, como na portada central, que o bem integrado esteja conservado de uma maneira geral, mas dos três objetos é o que menos preocupa. Obviamente que intervenções devem ser executadas, como a remoção da argamassa em cimento presente nas faces dos dados e ombreiras, provavelmente colocadas após a remoção do gradil com suporte em madeira. O dado direito, B2, na ilharga, apresenta erosão.

Assim como em São Pedro dos Clérigos, na INSP, a perda de matéria é o fator mais preocupante por ser irreversível e, associada ao bem cultural que possui valores históricos e artísticos, está relacionada à integridade, autenticidade e originalidade do bem integrado, conceitos importantes no campo do Patrimônio Cultural Material, quanto à preservação, conservação e restauração, dito anteriormente.

A figura 3.60 apresenta o mapeamento do estado de conservação dos blocos que compõem cada um dos três objetos de estudo, do frontispício.

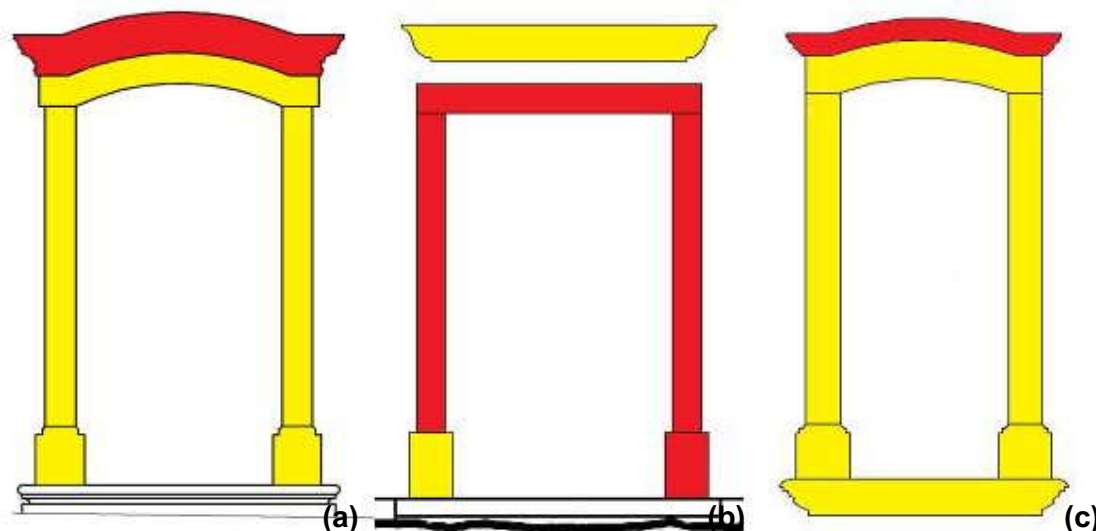


Figura 3.60 – Mapeamento do nível do estado de conservação dos blocos que compõem as três partes de cada bem integrado objeto de estudo do frontispício da Igreja de Nossa Senhora de Piedade. (a) portada central – INSP\_F1SSO\_1PC\_6B; (b) portada lateral direita – INSP\_F1SSO\_2PLD\_6B; (c) janela torre sineira – INSP\_F1SSO\_3JTS\_7B. Desenho técnico digital do frontispício modificado de IPHAN (2009). Fonte: 5ª SR/IPHAN.

### 3.4 Material microbiológico – fungos

Conforme a metodologia adotada - observação macroscópica (levantamento de campo) e microscópica (análise laboratorial) foram identificados nas amostras, de ambos os monumentos, diferentes tipos de fungos filamentosos em condições de desenvolver alterações sobre o litotipo - arenito - empregado nos objetos de estudo, assim como patologias relacionadas à saúde de seres humanos.

Os fungos produzem uma variedade de ácidos orgânicos que podem desmineralizar (decomposição) vários substratos rochosos (PALERMO; HELENE; ROSSETTO, 1997).

Materiais pétreos expostos e interagindo com o meio em que se encontram estão passíveis de sofrer transformações, alterações patológicas em função dos processos físico-químicos ou de origem biológica. Estes processos agem simultaneamente sobre os minerais (fases), decompondo-os, e trama textural do sistema (rocha), desagregando-o.

Os fatores climáticos e ambientais (ventos, temperatura, sol, chuvas, umidade relativa do ar, etc), poluentes inorgânicos e orgânicos (fontes de carbono, nitrogênio

e enxofre), a bioreceptividade da superfície (material pétreo, conservação, grau de exposição) contribui para a colonização de microrganismos, fungos, e biodeterioração de rochas empregadas em monumentos históricos.

O clima, úmido e quente, e a proximidade do mar – ventos somados aos aerossóis marinhos e particulados em suspensão (líquidos, sólidos e gasosos) fazem com que o substrato absorva umidade, sendo um fator determinante para o aparecimento e desenvolvimento de contaminação fúngica (biodeterioração).

A identificação macroscópica de fungos dá-se por manchas de coloração cinza escuro e verde (também em suportes cerâmicos – painéis azulejares e de madeira). Nos monumentos históricos investigados foi encontrado na superfície do substrato pétreo manchas de ambas as cores, com incidência maior da cinza escuro (todas as amostras microbiológicas coletadas foram sobre manchas cinza escuras).

A biodeterioração é um mecanismo de alteração que pode levar a outras formas de problemas estéticos de alteração cromática como biofilmes, pátinas, excrementos, colonizações biológicas, manchas, filmes, etc.

Danos mecânicos, na rocha, são causados pela penetração das hifas filamentosas e pela expansão e contração do talo (parte vegetativa do fungo), quando há mudança da umidade (PRICE, 1996).

Foram isoladas vinte amostras de fungos, sendo dez coletadas em cada monumento com a identificação do local – bem integrado - de onde foram retiradas. Na Igreja de São Pedro dos Clérigos as amostras nº 01, 04, 05, 06 e 08 não obtiveram desenvolvimento; na Igreja de Nossa Senhora de Piedade não houve desenvolvimento nas amostras de nº 04, 07, 09 e 10.

Na tabela 3.27 são identificadas as amostras coletadas em cada monumento indicando-se aquelas em que houve desenvolvimento (HD) e aquelas em que não houve desenvolvimento (NHD) de fungos.

Tabela 3.27 - Amostras coletadas em que houve desenvolvimento (HD) e em que não houve desenvolvimento (NHD).

| AMOSTRA                    |      | 01  | 02 | 03 | 04  | 05  | 06  | 07  | 08  | 09  | 10  |
|----------------------------|------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| I<br>G<br>R<br>E<br>J<br>A | ISPC | NHD | HD | HD | NHD | NHD | NHD | HD  | NHD | HD  | HD  |
|                            | INSP | HD  | HD | HD | NHD | HD  | HD  | NHD | HD  | NHD | NHD |

Do total de amostras, dentre aquelas em que houve desenvolvimento (HD) foram identificados os seguintes gêneros: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Micelia*, *Geotrichum*, *Monodictys*, *Acremonium* e *Drechslera*. Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* tiveram diferentes espécies identificadas e não identificadas; os demais gêneros apresentaram espécies identificadas, exceto o gênero *Acremonium*. A tabela 3.28 apresenta os gêneros e espécies dos fungos identificados.

Tabela 3.28 - Gêneros e espécies de fungos identificados.

| GÊNERO  | <i>Aspergillus</i>                                            | <i>Penicillium</i>                                                     | <i>Micelia</i>  | <i>Geotrichum</i> | <i>Monodictys</i> | <i>Acremonium</i> | <i>Drechslera</i>  |
|---------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ESPÉCIE | <i>sp.</i><br><i>sydowii</i><br><i>flavus</i><br><i>ustus</i> | <i>sp.</i><br><i>islandicum</i><br><i>implicatum</i><br><i>herquei</i> | <i>sterilia</i> | <i>candidium</i>  | <i>levis</i>      | <i>sp.</i>        | <i>hawaiiensis</i> |

Houve a incidência de um mesmo gênero de fungo entre os dois monumentos investigados, diferenciando-se apenas na espécie; foram encontrados, em ambos, os seguintes gêneros: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Micelia* (este com mesma espécie nos dois monumentos), conforme mostrado na tabela 3.29.

Tabela 3.29 - Incidência do gênero conforme o monumento.

| GÊNERO                     | <i>Aspergillus</i> | <i>Penicillium</i> | <i>Micelia</i> | <i>Geotrichum</i> | <i>Monodictys</i> | <i>Acremonium</i> | <i>Drechslera</i> |
|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| I<br>G<br>R<br>E<br>J<br>A | ISPC               | X                  | X              | X                 | X                 |                   |                   |
|                            | INSP               | X                  | X              |                   |                   | X                 | X                 |

Na Igreja de São Pedro dos Clérigos (ISPC) o gênero *Aspergillus* teve as seguintes espécies identificadas: *A. sp.* (amostra 02) e *A. sydowii* (amostra 10); já na Igreja de Nossa Senhora da Piedade (INSP) as espécies identificadas foram: *A. flavus* (amostra 05) e *A. ustus* (amostra 05), apresentado na tabela 3.30.

Tabela 3.30 - Incidência do gênero *Aspergillus* e suas espécies conforme o monumento.

| GÊNERO ESPÉCIE |      | <i>A. sp.</i> | <i>A. sydowii</i> | <i>A. flavus</i> | <i>A. ustus</i> |
|----------------|------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|
| IGREJA         | ISPC | X             | X                 |                  |                 |
|                | INSP |               |                   | X                | X               |

O gênero *Penicillium* na Igreja de São Pedro dos Clérigos (ISPC) teve as seguintes espécies identificadas: *P. sp.* (amostra 02) e *P. islandicum* (amostra 10); na Igreja de Nossa Senhora da Piedade (INSP) as espécies identificadas foram: *P. implicatum* (amostra 02) e *P. herquei* (amostra 08), conforme a tabela 3.31.

Tabela 3.31 - Incidência do gênero *Penicillium* e suas espécies conforme o monumento.

| GÊNERO ESPÉCIE |      | <i>P. sp.</i> | <i>P. islandicum</i> | <i>P. implicatum</i> | <i>P. herquei</i> |
|----------------|------|---------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| IGREJA         | ISPC | X             | X                    |                      |                   |
|                | INSP |               |                      | X                    | X                 |

O gênero *Micelia* teve a mesma espécie identificada em ambos os monumentos, nomeada como *sterilia* – amostra 03 na Igreja de São Pedro dos Clérigos (ISPC) e amostras 01 e 06 na Igreja de Nossa Senhora da Piedade (INSP).

A altura das coletas do material microbiológico foi distinta em ambos os monumentos. Na ISPC todas as coletas foram no pavimento térreo do frontispício (orientação NE), com as alturas variando dentro do intervalo de 30 cm (amostra 08) a 288 cm (amostra 07). Na INSP as coletas foram realizadas no frontispício (orientação SSO) e fachada lateral esquerda (orientação ESE). A coleta das amostras 01 a 04 foi realizada no frontispício, com as duas primeiras no primeiro pavimento, tendo, respectivamente 456 cm (amostra 01) e 589 cm (amostra 02) e, as demais, no térreo com alturas de 40 cm (amostra 03) e 62 cm (amostra 04). As coletas das amostras de 05 a 10, na fachada lateral esquerda, foram todas feitas no pavimento térreo, com altura variando entre 110 cm (amostra 10) e 300 cm (amostra 07). A tabela 3.32 apresenta as alturas de cada coleta na ISPC e INSP.

Tabela 3.32 - Altura das coletas do material microbiológico – fungos.

| AMOSTRA      |      | 01  | 02  | 03  | 04  | 05  | 06  | 07  | 08  | 09  | 10  |
|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ALT.<br>(cm) | ISPC | 75  | 180 | 173 | 106 | 175 | 90  | 288 | 30  | 210 | 224 |
|              | INSP | 456 | 589 | 40  | 62  | 190 | 132 | 300 | 187 | 194 | 110 |

Onde foi identificado macroscopicamente colonização fúngica (manchas escuras sobre a superfície pétrea) houve a coleta do material, com alturas variadas em ambos os monumentos. Os resultados da tabela 3.27 associados aos da tabela 3.32 mostram que, o desenvolvimento ou não de fungos independe da altura e orientação das superfícies com colonização fúngica.

Dentre os gêneros identificados – *Aspergillus*, *Penicillium* e *Micelia*, em ambos os monumentos, houve variação na altura, sendo pequena no gênero *Aspergillus* e com maior diferença nos gêneros *Penicillium* e *Micelia*. A tabela 3.33 apresenta a variação de altura das espécies, dos gêneros encontrados nos dois monumentos.

Tabela 3.33 - Variação de altura (H), em cm, das espécies dos gêneros comuns aos dois monumentos.

| GÊNERO/AMOSTRA/ALTURA |      | <i>Aspergillus</i>  | AM | H          | <i>Penicillium</i>        | AM       | H          | <i>Micelia</i>  | AM       | H          |
|-----------------------|------|---------------------|----|------------|---------------------------|----------|------------|-----------------|----------|------------|
| IGREJA/ESPÉCIE        | ISPC | <i>sp. sydowii</i>  | 02 | 180<br>224 | <i>sp. islandicum</i>     | 10       | 180<br>224 | <i>sterilia</i> | 03       | 173        |
|                       | INSP | <i>ustus flavus</i> | 05 | 190        | <i>implicatum herquei</i> | 02<br>08 | 589<br>187 | <i>sterilia</i> | 01<br>06 | 456<br>132 |

Os demais gêneros identificados, nos dois monumentos, são distintos. Na ISPC, amostra 07 com *Geotrichum candidum* e amostra 09 com *Monodyctis levis*; na INSP a amostra 03 apresenta *Acremonium sp.* e *Dreschlera hawaiiensis*, sendo a menor altura dentre as coletas em que houve desenvolvimento (40 cm).

Nas coletas em São Pedro dos Clérigos (apenas aquelas em que houve desenvolvimento), todas as amostras de material microbiológico foram obtidas de bens integrados vinculados à superfície do frontispício (fachada frontal).

### Amostra 02 – Portada lateral esquerda

A amostra 02 foi coletada junto ao frontispício, pavimento térreo, na portada lateral esquerda, ombreira direita (ilharga), com altura de 180 cm; o local da coleta está indicado na foto (a) da figura 3.61.

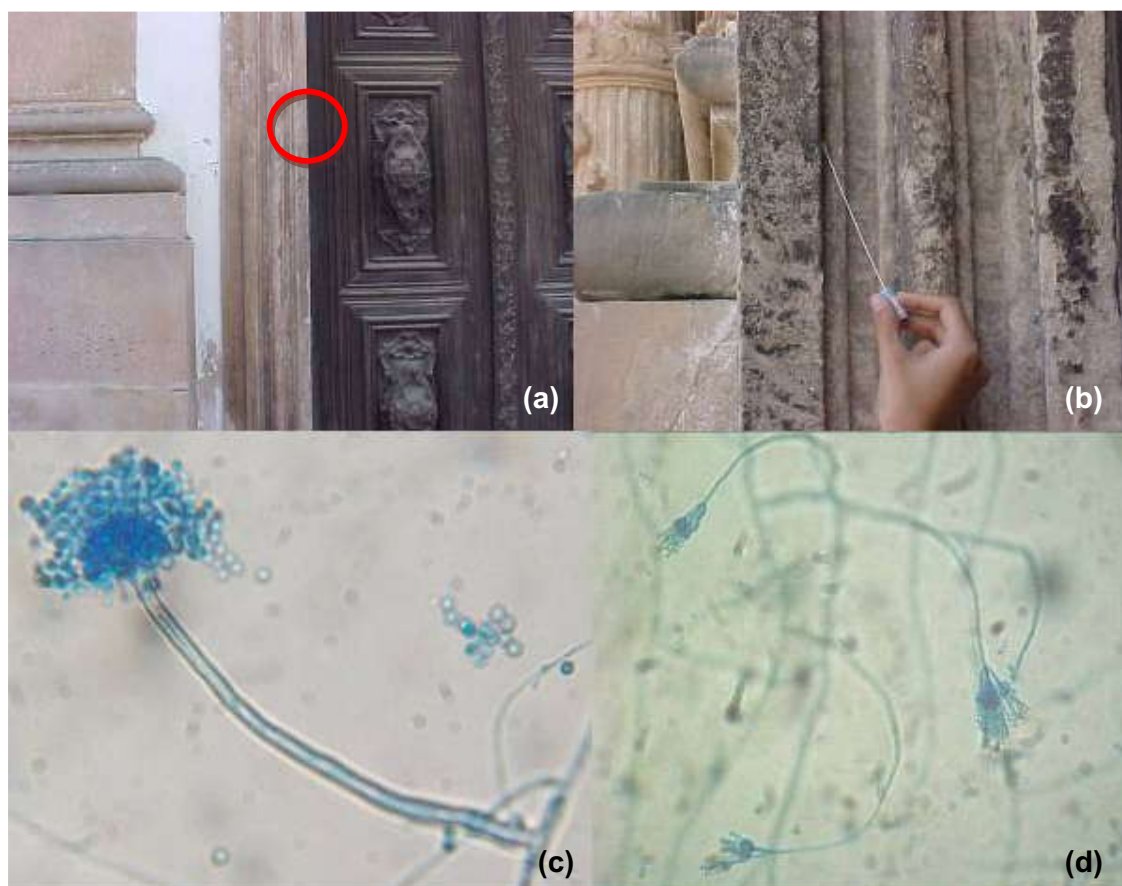


Figura 3.61 – Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – portada lateral esquerda, ombreira direita (ilharga) – altura da coleta de 180 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 02 - (c) *Aspergillus sp.*; (d) *Penicillium sp.* Fotos (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b) e (c) e (d) Nadyr Pedi.

### Amostra 03 – Pilastra esquerda

A amostra 03 foi coletada junto ao frontispício, pavimento térreo, na pilastra esquerda, pedestal com altura de 173 cm; não há fotos do fungo identificado; apenas o local da coleta, indicado na foto (a) da figura 3.62.



Figura 3.62 – Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pilastra esquerda, pedestal; altura da coleta de 173 cm. Não há fotos do fungo identificado na amostra 03 - *Micelia sterilia*. Fonte: autor.

### Amostra 07 – Pórtico central

A amostra 07 foi coletada junto ao frontispício, pavimento térreo, no pórtico central, lado esquerdo, coluna direita interna, fuste terço inferior com altura de 288 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). O fungo identificado na amostra foi o *Geotrichum candidum*, conforme a figura 3.63.



Figura 3.63 – Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pórtico central, lado esquerdo, coluna direita interna, fuste terço inferior – altura da coleta de 288 cm; (c) fungo identificado na amostra 07 – fungo *Geotrichum candidum*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi.

#### Amostra 09 – Pilastra direita

A amostra 09 foi coletada junto ao frontispício, pavimento térreo, na pilastra direita, base com altura de 210 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). O fungo identificado na amostra foi o *Monodictis Levis*, conforme a figura 3.64.

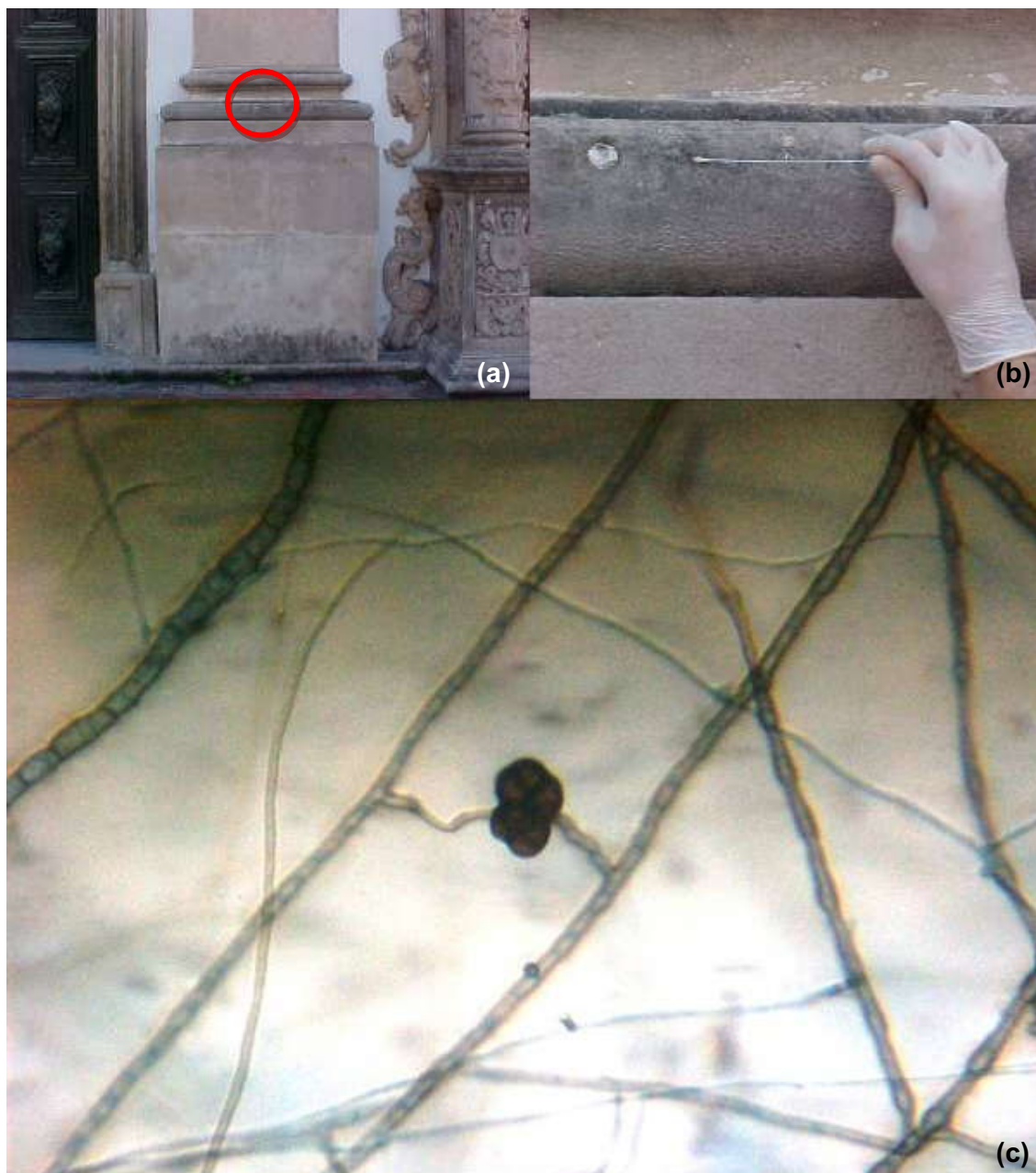


Figura 3.64 – Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – pilastra direita, base – altura da coleta de 210 cm; (c) fungo identificado na amostra 09 – fungo *Monodictys Levis*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi.

#### Amostra 10 – Cunhal direito

A amostra 10 foi coletada junto ao frontispício, pavimento térreo, no cunhal direito, base com altura de 224 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). Na amostra foram identificados dois gêneros com suas respectivas espécies: *Penicillium islandicum* e *Aspergillus sydowii*, conforme a figura 3.65, fotos (c) e (d).



Figura 3.65 - Igreja de São Pedro dos Clérigos. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – cunhal direito, base – altura da coleta de 224 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 10 – (c) *Penicillium islandicum*; (d) *Aspergillus sydowii*. Fotos (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi.

Das coletas na Igreja de Nossa Senhora da Piedade (apenas aquelas em que houve desenvolvimento), todas as amostras de material microbiológico foram obtidas de bens integrados vinculados à superfície do frontispício (fachada frontal), orientação Sul-Sudoeste (SSO) e fachada lateral esquerda, orientação Lés-Sudeste (ESE), com a amostra 01 e 02 coletadas no primeiro pavimento e as amostras 03, 05, 06 e 08 no pavimento térreo.

#### Amostra 01 - Janela torre sineira; frontispício

A amostra 01 foi coletada junto ao frontispício na janela da torre sineira, taça, no primeiro pavimento com altura de 456 cm; o local da coleta está indicado nas fotos (a) e (b). O fungo identificado foi *Micellia sterilia*, mas não há registro fotográfico.

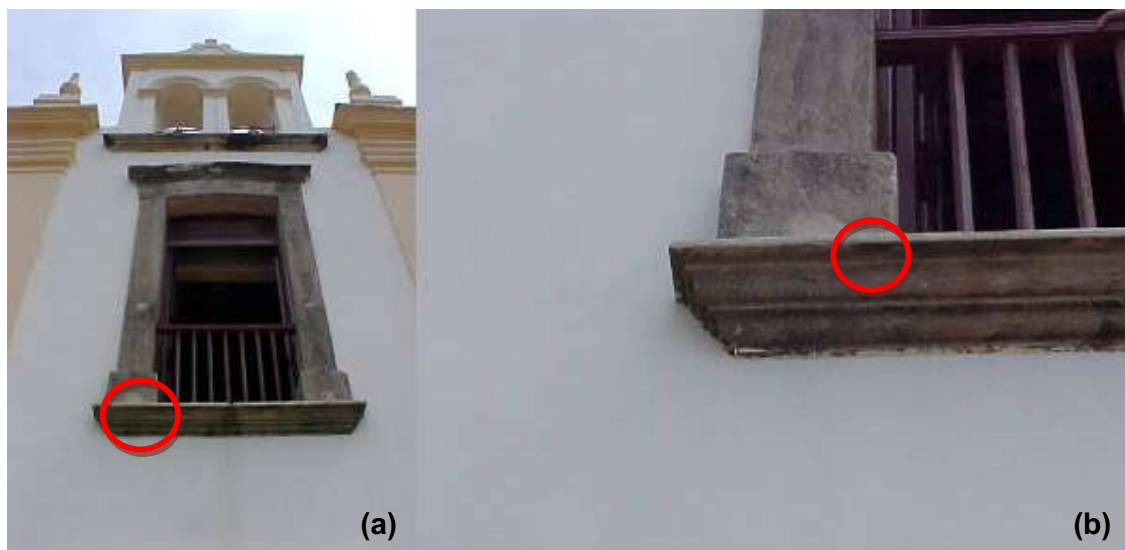


Figura 3.66 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, janela torre sineira, taça – altura da coleta de 456 cm. Não há fotos do fungo identificado da amostra 01 - *Micelia sterilia*. Fonte: autor.

#### Amostra 02 – Brasão; frontispício

A amostra 02 foi coletada junto ao frontispício no brasão, primeiro pavimento com altura de 589 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). Nesta amostra o fungo identificado foi o *Penicillium implicatum*, conforme a figura 3.67.

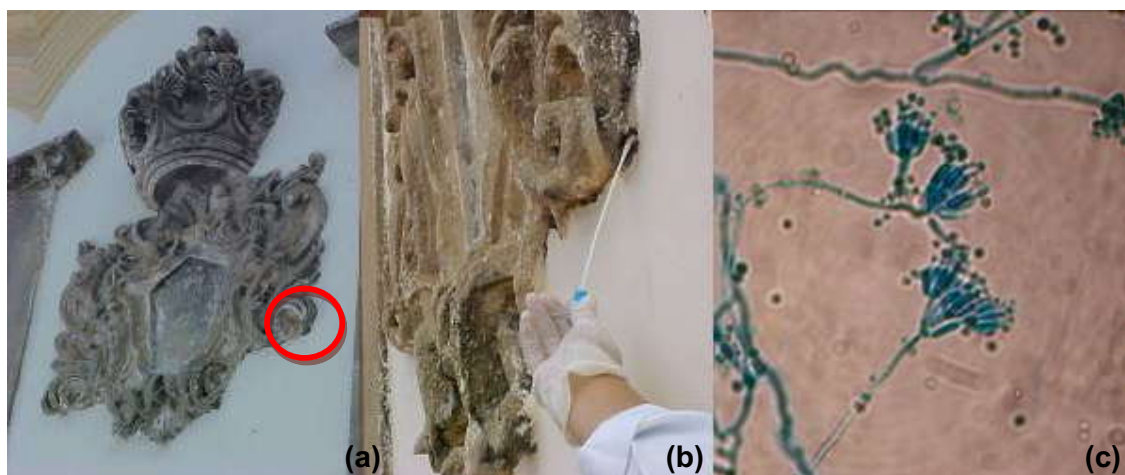


Figura 3.67 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, brasão – altura da coleta de 589 cm; (c) fungo identificado na amostra 02 – fungo *Penicillium implicatum*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi.

### Amostra 03 – Pilastra; frontispício

A amostra 03, coletada junto ao frontispício, na pilastra, pedestal, pavimento térreo com altura de 40 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). Nesta amostra foram identificados dois tipos de fungos de gêneros distintos: *Acremonium* sp. e *Drechslera hawaiiensis*, respectivamente, foto (c) e (d) conforme a figura 3.68.

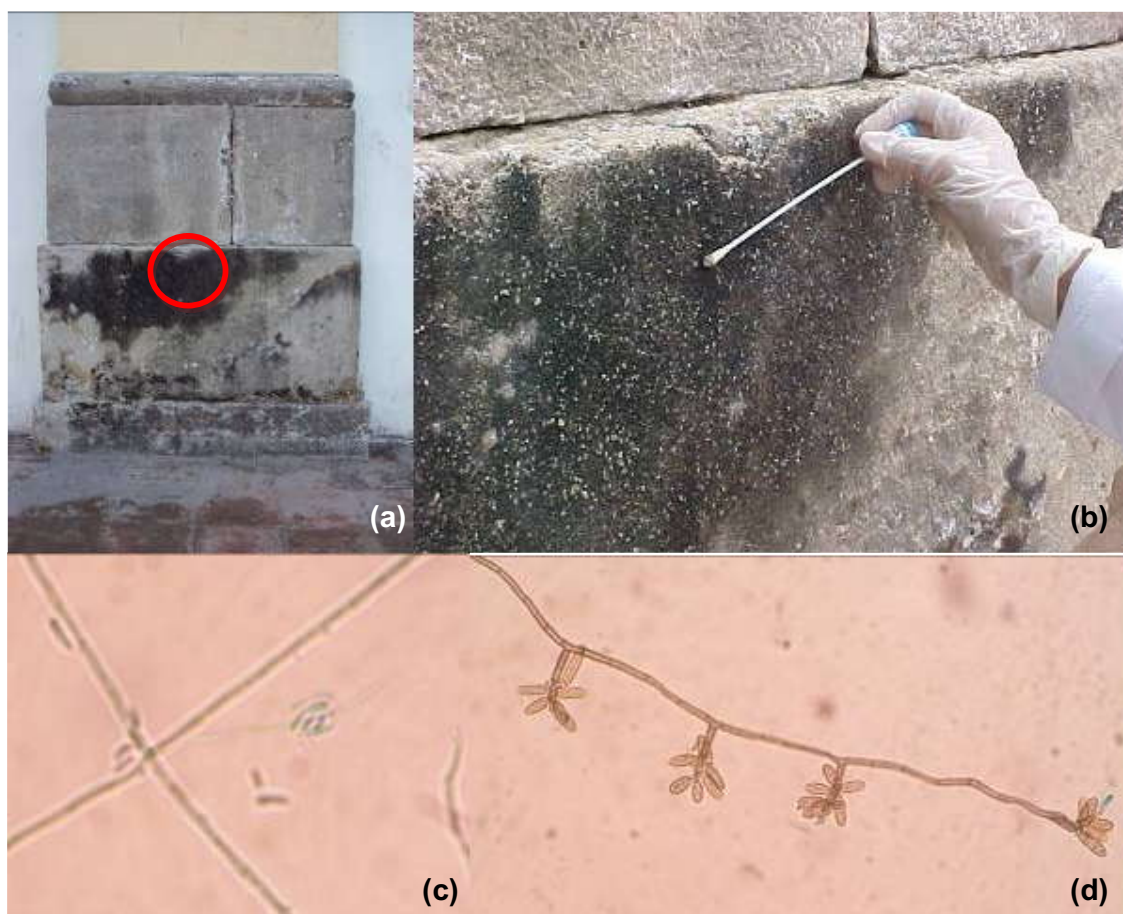


Figura 3.68 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – frontispício, pilastra, pedestal – altura da coleta de 40 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 03 – (c) *Acremonium* sp.; (d) *Drechslera hawaiiensis*. Foto (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi.

Amostra 05 – Portada entaipada; fachada lateral esquerda

A amostra 05 foi coletada junto à fachada lateral esquerda na portada entaipada, ombreira direita, pavimento térreo com altura de 190 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). Nesta amostra foi identificado o gênero *Aspergillus* com as seguintes espécies: *ustus* e *flavus*, respectivamente, foto (c) e (d) conforme mostra a figura 3.69.

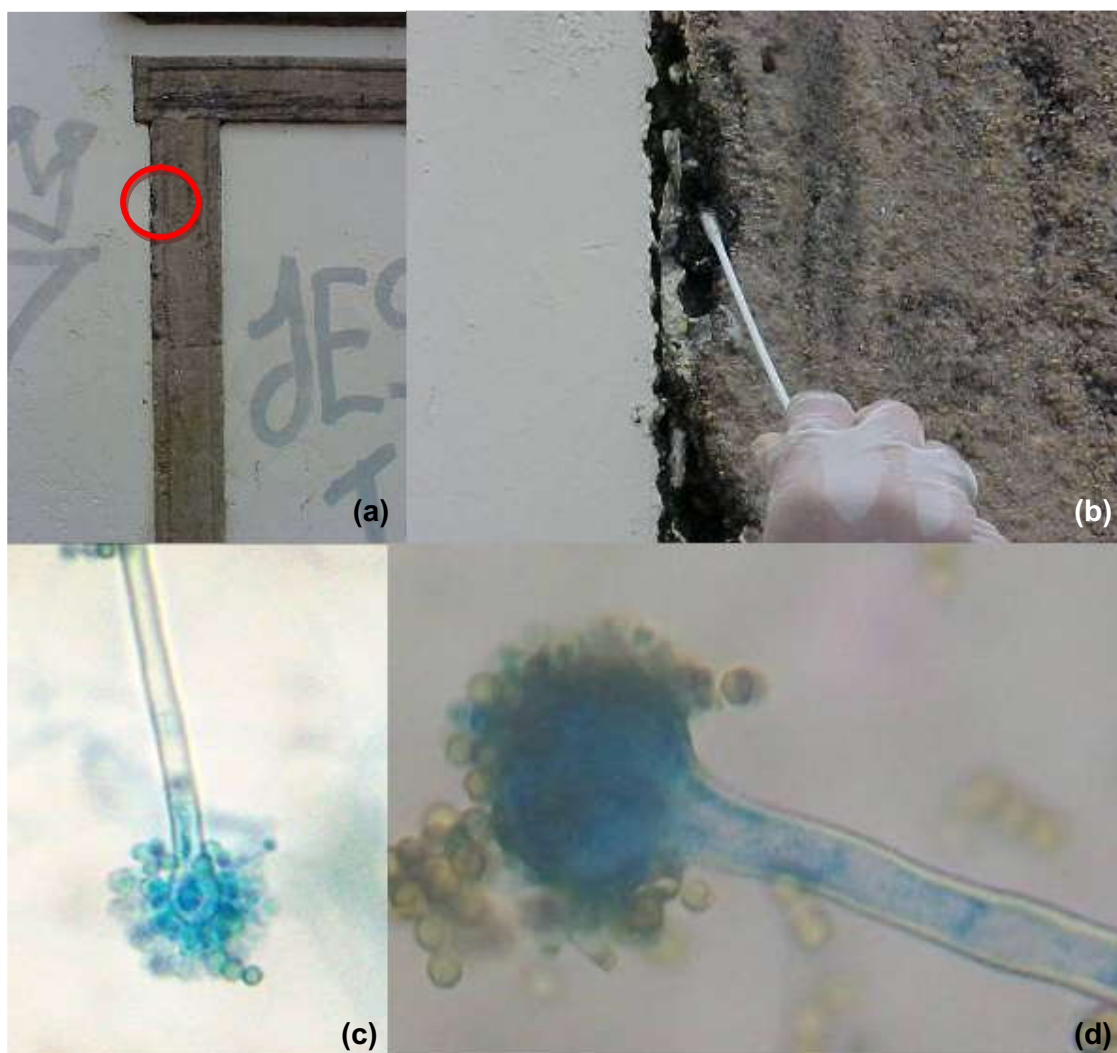


Figura 3.69 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, portada entaipada, ombreira direita – altura da coleta de 190 cm; (c) e (d) fungos identificados na amostra 05 – (c) *Aspergillus ustus*; (d) *Aspergillus flavus*. Foto (c) e (d) tiradas a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) e (d) Nadyr Pedi.

#### Amostra 06 – Pilastra; fachada lateral esquerda

A amostra 06 foi coletada junto à fachada lateral esquerda na pilastra, pedestal, pavimento térreo com altura de 132 cm; o local da coleta está indicado na foto (a) e (b) da figura 3.70.



Figura 3.70 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, pilastra, pedestal – altura da coleta de 132 cm. Não há fotos do fungo identificado na amostra 06 - *Micelia sterilia*. Fonte: autor.

#### Amostra 08 – Janela; fachada lateral esquerda

A amostra 08 foi coletada junto à fachada lateral esquerda, janela, ombreira esquerda, pavimento térreo com altura de 187 cm; o local da coleta está indicado na foto (a). Nesta amostra foi identificado o fungo *Penicillium herquei*, conforme mostra a figura 3.71.

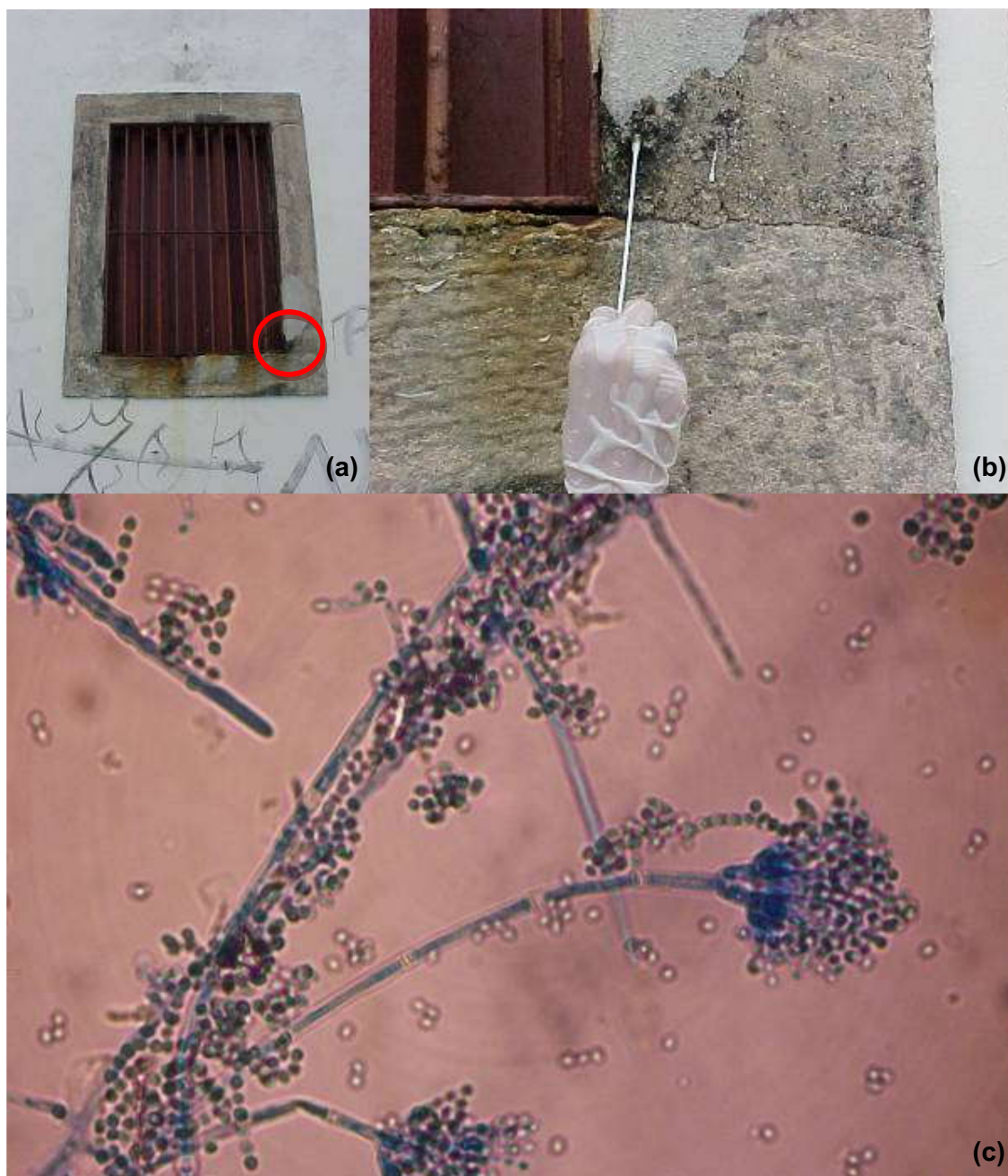


Figura 3.71 – Igreja de Nossa Senhora da Piedade. Fotos (a) e (b) local da coleta do material microbiológico – fachada lateral esquerda, janela, ombreira esquerda – altura da coleta de 187 cm; (c) fungo identificado na amostra 08 – fungo *Penicillium herquei*. Foto (c) tirada a partir do microscópio. Fonte: autor (a) e (b); (c) Nadyr Pedi.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 CONCLUSÃO**

Os bens integrados, por pertencerem a uma categoria única de bens culturais materiais necessitam atenção direcionada, qual seja o seu suporte (pétreo, cerâmico, madeira, ferro, vidro, etc) com intervenções específicas tanto no campo da conservação, quanto da restauração, executadas por técnicos habilitados para tais ações, fundamentados em conceitos teóricos que delegam as diretrizes existentes nos instrumentos legais de legislação, cartas patrimoniais, pesquisa documental e normas técnicas (para ensaios e análises dos materiais).

Na RMR – Região Metropolitana do Recife – predomina o emprego de rochas locais, havendo também o uso de material importado. Quanto aos materiais locais há o emprego do arenito e calcário (denominação geral), rochas sedimentares de formação; quanto à utilização de material importado, têm-se o emprego do lioz, vindo de Portugal, de origem carbonática. Nos dois casos, material local e importado, o emprego ocorre tanto nas superfícies externas, quanto internas, com finalidades variadas de aplicação e uso – ornamental e estrutural.

Os bens integrados pétreos avaliados estão em meio exógeno (fenômeno de alteração meteórica, supergênica ou secundária), localizados nos frontispícios, vinculados às paredes externas, e sujeitos a várias formas de intemperismo associadas aos processos físicos, químicos e biológicos de alteração, principalmente aquelas identificadas sobre suas superfícies, podendo ocorrer, também, internamente à substância (material pétreo).

Com relação aos fatores intrínsecos do material utilizado nos blocos dos bens integrados dos dois monumentos históricos alvos de investigação, a partir da observação macroscópica e análises laboratoriais, com a caracterização mineralógica – petrografia e difratometria de RX, e caracterização química – fluorescência de RX, além do teste de reação ao ácido clorídrico (HCl) a 10%, têm-se as seguintes conclusões:

O litotipo empregado nos blocos dos objetos de estudo da ISPC e da INSP é o arenito; de cor clara, bege, indicando a baixa incidência de minerais máficos – Fe e Mg tanto na composição mineralógica quanto química. A textura dos blocos é rugosa, homogênea com minerais de granulometria fina e sem orientação. Estrutura compacta, sem condições de identificar a orientação pela homogeneidade da superfície.

A microscopia ótica indicou a predominância de material silicoso – grãos de quartzo com material carbonático calcítico nos espaços intergranulares e a presença de material orgânico – fósseis.

Pela predominância de grãos de quartzo o material empregado nos blocos objetos de estudo é maduro ou supermaduro. Apresenta maturidade mineralógica (composição) por ter sedimentos estáveis e mais resistentes - quartzo e textural (granulometria), de estrutura compacta com textura de grãos sub arredondados a sub angulosos, sendo os primeiros mais comuns, e esfericidade alta, tamanho milimétrico com grãos no intervalo entre areia fina e média (de 0,125 a 0,5 mm), com grau de classificação ou seleção de sedimentos considerados como bem classificados, associado aos processos de transporte e deposição, seletivos ou não.

Foi constatada a presença de material orgânico carbonático, fósseis de pequenas dimensões, na composição. Os bioclastos identificados – o foraminífero nimulide, a alga calcária vermelha rodofícea e o molusco gastrópode, indicam que a rocha empregada nos monumentos é um arenito de mar ou “beach rock”. Mesmo com a grande quantidade, na costa pernambucana, de formações “beach rock”, provavelmente, o local da exploração foi a região da praia de Muro Alto, município de Ipojuca, no litoral sul do Estado, em função da localização das formações (faixa de areia), havendo uma maior facilidade para a exploração e retirada de blocos.

Assim como a petrografia realizada com a amostra 05 da ISPC caracterizando mineralogicamente o litotipo empregado, a difratometria de RX também indica a predominância de material silicático quartzoso e, no cimento (inclusive exoesqueletos de organismos) predominam Mg-calcita (Ca:Mg = 90:10) e aragonita (mineral subordinado).

Como a composição química dos arenitos está em função dos minerais associados ao quartzo (mineral principal) e ao cimento (calcítico e/ou dolomítico) as amostras analisadas da ISPC (amostra 05) e INSP (amostra 01) apresentaram características composicionais semelhantes pela predominância tanto de matéria silicática ( $\text{SiO}_2$ ) – grãos de quartzo quanto de matéria calcítica ( $\text{CaO}$ ) – cimento. O maior teor de  $\text{CaO}$  do que de  $\text{MgO}$  indica ser o cimento carbonático calcítico.

Todas as amostras coletadas, inclusive aquelas descartadas para análises, de ambos os monumentos, reagiram positivamente ao teste, indicando que o cimento do litotipo empregado é carbonático calcítico.

Mesmo não sendo realizada a análise petrográfica e o ensaio de difratometria de RX das amostras da INSP, mas com a observação macroscópica e a realização do ensaio de fluorescência de RX e teste de reação ao ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ) a 10%, há uma semelhança muito grande entre o material pétreo dos blocos utilizados nos bens integrados de ambos os monumentos, permitindo concluir que o arenito de mar ou “beach rock” foi utilizado na confecção dos objetos de estudo.

Foram diagnosticadas patologias iguais na superfície dos blocos pétreos dos objetos de estudo de ambos os monumentos, ocorrendo formas de intemperismo de todos os grupos. Os grupos com maior incidência, de tipos e subtipos, foram o grupo III (associados à morfologia do material pétreo) e o grupo IV (associados a depósitos e descoloração), relacionados, respectivamente, aos processos físicos e químicos. Intervenção em argamassa - cimento - também ocorre em ambos os monumentos.

Na ISPC o grupo IV, relacionado a depósito e descoloração, apresentou a maior incidência sobre os cem blocos que compõem o bem integrado, sendo as formas de intemperismo associadas a depósito predominante. Dentre todos os tipos e subtipos de patologias, do grupo IV, presentes nas quatro partes da composição do objeto, apenas manchamento não incide em todas as partes (menos no coroamento).

O grupo III, relacionado às patologias atuantes sobre a morfologia da superfície dos blocos apresenta os maiores índices de atuação, enquanto que o grupo II o maior número de patologias sobre o material pétreo (oito formas de intemperismo), porém com índices baixos. O grupo I, considerando todos os blocos do bem integrado

apresenta índice baixo; mas, considerando apenas os doze blocos da base o percentual é elevado.

O grupo V, com patologias associadas aos processos físico-químicos ou biológicos apresentou índice percentual elevado apenas para excrementos (presente em todas as partes da composição), principalmente na parte superior do objeto – entablamento e coroamento – onde há a presença constante de aves (pombos).

O estado de conservação do bem integrado objeto de estudo da ISPC, mesmo com o percentual do nível REGULAR elevado, 71% de cem blocos, tende a piorar já que muitos blocos estão no limiar entre o nível REGULAR e MAU. Conforme as partes da composição do pórtico central, atenção, principalmente, para os blocos da base e corpo. Dos doze blocos da base, 50% deles necessitam intervenções mais profundas e complexas, podendo haver perda maior e irreversível da matéria pétreo original (caso que já ocorre com o B79PEDE – nível PÉSSIMO).

Na INSP foi diagnosticado nos blocos dos três objetos de estudo - 1PC, 2PLD e 3JTS, patologias de todos os grupos da referência adotada. Como na ISPC a incidência maior de formas de intemperismo foi constatada nos grupos III e IV, respectivamente, associados aos processos físicos e químicos. Intervenção em argamassa (cimento) também foi diagnosticada, classificada em OUTRO.

Na portada central - 1PC – as patologias presentes em blocos das três partes da composição, conforme o grupo e processos de alteração foram: grupo III/processo físico (patologias relacionadas à morfologia do material pétreo) – alveolização em cinco blocos (83,3%) e lacunas/perdas/partes faltantes em quatro blocos (66,6%); grupo IV/processo químico (relacionada a depósito) – incrustação em cinco blocos (83,3%); grupo V/processo biológico (relacionada à colonização biológica) – fungo em quatro blocos (66,6%).

Na portada lateral direita - 2PLD - as patologias presentes em blocos das três partes da composição, conforme o grupo e processos de alteração foram: grupo III/processo físico (patologias relacionadas à morfologia do material pétreo) – alveolização, lacunas/perdas/partes faltantes e pitting, todas em quatro blocos (66,6%); grupo IV/processo químico (relacionada a depósito) – sujidade em cinco

blocos (83,3%) e outras (relacionada à atividade humana) – intervenção em argamassa (cimento) em quatro blocos (66,6%).

Na janela da torre sineira - 3JTS – o único grupo onde foram diagnosticadas patologias em blocos das três partes da composição, foi o IV/processo químico com manchamento (relacionado à descoloração) em seis blocos dos sete constituintes do bem integrado (85,7%) e sujidade (relacionada a depósito) em cinco blocos (71,4%).

O estado de conservação dos três bens integrados objetos de estudo da INSP apresentam níveis diferenciados. A portada central - 1PC - dos seis blocos integrantes do objeto, cinco classificam-se no nível REGULAR e apenas um no nível MAU. A portada lateral direita - 2PLD - apresenta dois blocos no nível REGULAR e quatro classificados no nível MAU. A janela da torre sineira - 3JTS - dos sete blocos que compõem o bem integrado seis foram classificados no nível REGULAR e apenas um no nível MAU.

Considerando os três objetos, mesmo com a maioria dos blocos classificados no nível REGULAR, treze blocos no total, não significa que os bens integrados estejam em boas condições. Principalmente a portada lateral direita - 2PLD - onde há perda irreversível de material pétreo – quatro blocos no nível MAU, podendo passar para PÉSSIMO.

O material microbiológico, fungos, coletado da superfície do litotipo empregado (arenito de mar ou beach rock) adere facilmente ao substrato pétreo pela textura rugosa superficial além das condições climáticas favoráveis. A análise das colonizações fúngicas mostra que todos os gêneros e espécies identificadas apresentam hifas filamentosas septadas ou não septadas (caso do fungo *Geotrichum candidum*). Considerando que as hifas têm poder de penetração no material pétreo, este, pode desagregar-se (ações físicas) produzindo fissuras e fraturas, e comprometer a estrutura da rocha, podendo causar, inclusive, lesões internas.

Nos blocos observados dos bens integrados objetos de estudo da ISPC e da INSP, as patologias estão associadas aos fatores constantes - agentes atmosféricos que atuam em conjunto com os fatores aleatórios, relacionados aos processos físicos

(desagregação), químicos (decomposição) e biológicos (desagregação e decomposição) e aos fatores impostos com os parâmetros de projeto de ambos os monumentos alvos de investigação. Também os fatores antrópicos com ações de intervenções inadequadas e atos de vandalismo atuam de forma associada.

A soma da implantação/localização do monumento histórico, fator imposto, aos fatores constantes - ventos, chuvas e insolação e aos fatores aleatórios com ações físicas, químicas e biológicas permitem o surgimento de patologias contribuintes para a perda de substância, descaracterizando os bens integrados, objetos de arte, de valor histórico e artístico, comprometendo a integridade, autenticidade e originalidade destes bens culturais, pertencentes ao acervo do Patrimônio Cultural Material do Brasil.

#### **4.1 Sugestões e trabalhos futuros**

A carência e lacuna existente na bibliografia quanto aos fatores intrínsecos - caracterização mineralógica e química - de materiais pétreos empregados como bens integrados nos monumentos históricos de arquitetura religiosa no Estado de Pernambuco, faz com que esta pesquisa tenha sua contribuição, mesmo sendo em uma escala menor, devido à diversidade das substâncias utilizadas – litotipos locais, principalmente, com arenitos e calcários, e importados com o lioz e embrechados, vindos do além mar, nos tantos edifícios erigidos em séculos passados.

Ainda, relativo às carências e lacunas bibliográficas do tema, como sugestão para a continuidade da pesquisa, no doutorado, sugere-se desenvolver as questões dos fatores intrínsecos - caracterização mineralógica e química - dos distintos materiais pétreos empregados nos monumentos históricos locais, associando-os as formações de origem, contribuindo com a descoberta dos locais de exploração destas matérias e até a possibilidade da identificação e conhecimento dos artífices cantéis criadores de inúmeras obras de arte produzidas a partir de técnicas tradicionais passadas de gerações a gerações, com a grande maioria sem autoria identificada.

A pesquisa contribui, de forma direta, com instituições e órgãos de proteção do patrimônio cultural material (como suporte documental para ações interventivas

futuras), universidades públicas e privadas (na continuidade e/ou desenvolvimento de novas pesquisas) e, pela multidisciplinaridade (abordagem científica, técnica, histórica e artística) no auxílio aos técnicos das áreas afins, direcionados aos bens culturais integrados pétreos.

Como a pesquisa não tratou da execução e procedimentos relacionados às intervenções, de conservação e restauro, mas apenas discorreu sobre o diagnóstico e estado de conservação dos objetos estudados, a partir dos fatores intrínsecos e extrínsecos e dos processos atuantes causando patologias, dá suporte e condições para ações futuras, tanto nos monumentos alvos de investigação e seus bens integrados objetos de estudo quanto em outros monumentos, utilizando os materiais e métodos adotados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, A. E.; MacKENZIE, W. S. **A colour atlas of carbonate sediments and rocks under the microscope**. London: Manson, 1998.

ADAMS, A. E.; MacKENZIE, W. S.; GUILFORD, C. **Atlas de Rocas Sedimentarias**. [S.l.]: Masson, 1996. 106 p.

AIRES-BARROS, L. **Alteração e alterabilidade das rochas**. Lisboa: INIC, 1991b. 384 p.

\_\_\_\_\_. **As rochas dos monumentos portugueses: tipologias e patologias**. Lisboa: Instituto Português do Patrimônio Arquitetônico - IPPAR, 2001. 533 p. 2 v.

\_\_\_\_\_. **Os monumentos e a doença da pedra**. Colóquio/Ciências, n.º 9. 1991a. p. 59-74.

ALMEIDA, F. F. N. **Manual de Conservação de Cantarias**. Brasília: IPHAN, 2005. 88 p.: il. col.

ALVES, C. A. S. et al. Estudo da distribuição espacial de patologias em elementos graníticos do Mosteiro de São Martinho de Tibães, Braga. In: LACERDA, M.; SORROMENHO, M.; RAMALHO, M. M.; LOPES, C. (Coord.). **Estudos Patrimônio N° 3 – Ciências e técnicas aplicadas ao patrimônio**. Lisboa: IPPAR – Departamento de Estudos, 2002. p. 30-36.

ARNOLD, A.; JEANNETTE, D.; ZEHNDER, K. Proposal for a terminology of weathering phenomena on building stones. In: **Centre Documentation ICOMOS**. 1980. p. 1-26.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 12768**: rochas para revestimento: análise petrográfica. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2006.

BAZIN, G. **A Arquitetura Religiosa Barroca no Brasil**. Rio de Janeiro: Record, 1983. 2 v.

BEGONHA, A. J. S. **Meteorização do granito e deterioração da pedra em monumentos e edifícios da cidade do Porto**. 1997. 394 f. Tese (doutorado). Universidade do Minho. Portugal. Braga. 1997.

BO, J. B. L. **Proteção do Patrimônio na UNESCO**: ações e significados. Brasília: UNESCO, 2003. 186 p.

BOITO, C. **Os restauradores**. Título original: I Restauratori: Conferenza tenuta all'Esposizione di Torino il 7 giugno 1884. Tradução: Paulo Mugayar Kühl e Beatriz Mugayar Kühl. 2. ed. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 63 p. ISBN – 85-7480-112-7.

BRANDI, C. **Teoria da restauração**. Título do original em italiano: Teoria del Restauro. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2004. 261 p. ISBN – 85-7480-225-5.

BROTO, C. **Enciclopedia Broto de Patologías de la Construcción**. Barcelona: Links Internacional, 2005. 1389 p.

BURY, J. Arquitetura e Arte no Brasil Colonial. In: OLIVEIRA, M. A. R. de (Org.). **Arquitetura e Arte no Brasil Colonial**. Brasília, DF: IPHAN / MONUMENTA, 2006. p. 166-203. (Obras de Referência).

CARVALHO, A. Algumas notas sobre o uso da pedra na arquitetura religiosa do nordeste. In: **Revista do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**. Ministério da Educação e Saúde. Rio de Janeiro, v. 06, 1942. p. 278-289

CAVALCANTI, A. M. de S. **Tecnologia da Pedra**. Rio de Janeiro: Pongetti, 1951.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS DA CONSERVAÇÃO INTEGRADA - CECI.  
**Conjunto Franciscano de Olinda – Plano Diretor de Conservação - Relatório Intermediário.** Olinda: CECI, 2006. 80 p.

\_\_\_\_\_. **Ofício do Cantel ou Canteiro.** Recife, [200-?]. Disponível em:  
<<http://www.ceci-br.org/ceci/br/pesquisa/estudos/oficios-tradicionais/cantaria.html>>.  
Acesso em: 11 jun. 2010.

CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio.** 3. ed. São Paulo: Estação Liberdade: UNESP, 2006.

COELI, V. L. M. **Bens Móveis e Imóveis Inscritos nos Livros do Tombo do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** 4. ed. rev. e amp. Rio de Janeiro: MinC/IPHAN, 1994. 251 p.

COMMISSIONE NORMAL. **Raccomandazioni Normal: 1/88 Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico.** Roma: C.N.R. - I.C.R., 1991.

COSTA, J. B. **Estudo e classificação das rochas por exame macroscópico.** 5. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 196 p.

COSTA, L. M. **Bens Integrados.** Brasília: IPHAN. Relatório. 1992.

COSTA, L. A arquitetura dos jesuítas no Brasil. In: **Revista do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** Ministério da Educação e Saúde. Rio de Janeiro, v. 05, 1941. p. 9-103.

CURY, I. (Org.). **Cartas Patrimoniais.** 2. ed. rev. e amp. Brasília: Iphan/DeProm, 2000. 383 p.

DELGADO RODRIGUES, J. **Proposal for a terminology of stone decay forms on monuments.** Group Petrography of the ICOMOS Stone Committee, 1/9, G.P. News Letter (1991). Lisboa, 1991. p. 2-4.

DIONÍSIO, A.; AIRES-BARROS, L.; BASTO, M. J. A degradação das rochas do patrimônio cultural construído: o caso das rochas carbonatadas. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química,** [Lisboa], Vol. 93, 2004. p. 61-68.

FEILDEN, B. M. **Conservation of Historic Buildings**. 3rd ed. England: Architectural Press, 2003. 388 p.

FITZNER, B. **Damage diagnosis on stone monuments**: in situ investigation and laboratory studies. 2002. Disponível em: <<http://www.stone.rwth-aachen.de>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

FITZNER, B.; HEINRICHS, K. Damage diagnosis on stone monuments - weathering forms, damage categories and damage indices. In: PRIKRYL, R., VILES, H. (ed.). **Understanding and managing stone decay, Proceeding of the International Conference "Stone weathering and atmospheric pollution network (SWAPNET)"**. Prague: The Karolinum Press: Charles University, 2002. p. 11-56.

FITZNER, B.; HEINRICHS, K. **Photo atlas of weathering forms on stone monuments**. 2004. Disponível em: <<http://www.stone.rwth-aachen.de>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

FOLK, R. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Austin: Texas: Hemphills Publishing, 1974. 190 p.

FONT-ALTABA, M.; SAN MIGUEL, A. **Atlas de Geologia**. Tradução de Fausto Luiz de Souza Cunha. 3. ed. Portuguesa. Rio de Janeiro: Livro Ibero-Americano Ltda, 1980. 46 p.

FRASCÁ, M. H. B. O. **Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento**. 2003. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GALLOIS, C. J. S. Conservação de cantarias no patrimônio cultural. In: **Revista Rochas de Qualidade**. São Paulo: EMC – Editores Associados Ltda: Edição 211, março/abril, 2010. p. 78-86.

GIANNINI, P. C. F. Depósitos e rochas sedimentares. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 285-304. cap. 14.

GIANNINI, P. C. F.; RICCOMINI, C. Sedimentos e processos sedimentares. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 167-190. cap. 9.

GOMIDE, J. H.; SILVA, P. R.; BRAGA, S. M. N. **Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural**. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005. 76 p. (Programa Monumenta, Cadernos Técnicos 1).

GRIMMER, A. E. **A Glossary of historic masonry deterioration problems and preservation treatments**. Department of the Interior. National Park Service. Preservation Assistance Division. Washington. United States. 1984. 65 p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DO ESTADO – IPHAE. **Patrimônio Edificado: orientações para sua preservação**. Porto Alegre: Editora Corag, 2004. 115 p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. **Manual de preenchimento – Ficha do Inventário Nacional de Bens Móveis e Integrados**. Brasília: Ministério da Cultura, IPHAN, Departamento de Identificação e Documentação/DID, 2000. 61 p.

\_\_\_\_\_. **Manual de Conservação Preventiva para Edificações**. Brasília, 2001. 236 p.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES – ICOMOS. COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL PARA ANÁLISE E RESTAURAÇÃO DE ESTRUTURAS DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO – ISCARSAH. **Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico**. Paris, 2001. 42 p.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES – ICOMOS. **International Charters for Conservation and Restoration**. Paris. [198-?]. 54 p.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES – ICOMOS. INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR STONE – ISCS. **Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns. Glossaire Illustré sur les Formes D'altération de la Pierre**. English-French version – Version Anglais-Français. Paris: ICOMOS-ISCS, 2008. 78 p.

JOKILEHTO, J. **A history of architectural conservation – The contribution of English, French, German and Italian towards an international approach to the conservation of cultural property**. Oxford: Butterworth-Heineman, 1999.

KÜHL, B. M. História e Ética na Conservação e na Restauração de Monumentos Históricos. In: **Revista CPC**, São Paulo, v. 1, n. 1, nov. 2005/abr. 2006. p. 16-40.

KUMAR, R.; KUMAR, A. V. **Biodeterioration of stone in tropical environments**. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1999. 85 p.

LACERDA, M., SORROMENHO, M., RAMALHO, M. M., LOPES, C. (Coord.) **Estudos Patrimônio N° 3 – Ciências e técnicas aplicadas ao patrimônio**. Lisboa: IPPAR – Departamento de Estudos, 2002. 215 p.

LEAL, F. M. **Restauração e conservação de monumentos brasileiros**: subsídios para seu estudo. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1977.

LERSCH, I. M. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre**. 2003. 180 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

MADUREIRA FILHO, J. B.; ATENCIO, D.; McREATH, I. Minerais e rochas: constituintes da Terra sólida. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 27-42. cap. 2.

MAYER, H. Air pollution in cities. In: **Atmospheric Environment**, n. 33, 1999. p. 4029-4037.

MENEZES E CRUZ, A. **Análise dos principais monumentos de Pernambuco**. Recife: sem editor, datilografado, 1985.

MENEZES, J. L. M. **Dois monumentos do Recife**: São Pedro dos Clérigos e Nossa Senhora da Conceição dos Militares. Recife: Fundação de Cultura Cidade do Recife, 1984.

NICHOLS, G. **Sedimentology and stratigraphy**. 2nd ed. England: John Wiley & Sons Ltd., 2009. 432 p.

OLIVEIRA, M. M. **Tecnologia da conservação e da restauração**: materiais e estruturas – um roteiro de estudos. Salvador: EDUFBA, 2002.

\_\_\_\_\_. **A documentação como ferramenta de preservação da memória**. Brasília, DF: IPHAN / Programa Monumenta, 2008. 144 p.: il. – (Cadernos Técnicos 7).

PALERMO, G.; HELENE, P.; ROSSETTO, C. M. Deterioração Microbiológica em Obras Subterrâneas Urbanas: contribuição para a compreensão. **Anais do IV Congresso Ibero Americano de Patologia das Construções**. 1997. p. 265-272.

PILLET, J. **Traité de stéréotomie (charpente et coupe des pierres)**. Paris: Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1923.

PINHEIRO, T. B. **Alvenaria e cantaria**. 2. ed. Paris: Aillaud e Bertrand, [192-]. 254 p.

PRICE, C. A. **Stone conservation**. Santa Monica: The Getty Conservation Institute, 1996. 73 p.

REYS, A. C.; DEL LAMA, E. A.; DEHIRA, L. K. Monumentos da cidade de São Paulo: formas de alteração e conservação. In: **Revista CPC**, São Paulo, n. 5, nov. 2007/abr. 2008. p. 93-122.

RIEGL, A. **El culto moderno a los monumentos**. Tradução: Ana Pérez López. 2. ed. Madrid: Visor, 1999.

RUBERTI, E.; SZABÓ, G. A. J.; MACHADO, R. Rochas metamórficas. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 381-398. cap. 18.

RUSKIN, J. **Las siete lamparas de la arquitectura**. Buenos Aires: Safian, 1955.

SANJAD, T. A. B. C.; COSTA, M. L.; PAIVA, R. S. Diagnóstico do estado de conservação de fachadas azulejadas: novos parâmetros analíticos e sua relação com a degradação dos azulejos. In: **Arquimemória 3 - Encontro Nacional de Arquitetos sobre Preservação do Patrimônio Edificado**. Salvador, 2008.

SANTOS SIMÕES, J. M. dos. **Azulejaria portuguesa no Brasil, 1500-1822**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1965.

SILVA, M. E.; ROESER, H. M. P. Mapeamento de deteriorações em monumentos históricos de pedra-sabão em Ouro Preto. In: **Revista Brasileira de Geociências – RBG**. Volume 33, Nº 4, 2003. p. 331-338.

SOUZA, P. M. F. **A estereotomia da pedra: tradição, persistência e continuidade em Portugal.** Lisboa: sem editor, datilografado. 1988.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

TINOCO, J. E. L. **Azulejos do século XIX: um projeto de restauro.** Textos para Discussão - Série 2 - Gestão de Restauro, vol. n° 44. CECI - Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Olinda. 2010. 36 p. Disponível em: <<http://www.ceci-br.org>>. Acesso em: 21 mar. 2010.

TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B.; MELFI, A. J. Intemperismo e formação do solo. In: TEIXEIRA, W. et al. (Org.). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 139-166. cap. 8.

TORRACA, G. **Lectures on materials science for architectural conservation.** Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2009. 205 p.

TUCKER, M. E. **Sedimentary rocks in the field.** 3rd ed. England: John Wiley & Sons Ltd., 2003.

URZI, C.; KRUMBEIN, W. E. Microbiological impacts on the cultural heritage. In: KRUMBEIN, W. E.; BRIMBLECOMBE, P.; COSGROVE, D. E.; STANFORTH, S. **Durability and change: the science, responsibility, and cost of sustaining cultural heritage.** John Wiley & Sons Ltd., 1994. p. 107-135.

VASCONCELLOS, S. **Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos.** 5. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.

VDI 3798. **Untersuchung und Behandlung Von immissions geschädigten Werkstoffen, insbesondere bei kulturhistorischen Objekten. Die graphische Dokumentation.** VDI Richtlinien. 1998. p. 1-27.

VILLELA, C. M. **Crítérios para seleção de rochas na restauração da cantaria.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), Escola de Minas, UFOP, Ouro Preto, 2003.

VILES, H. A. et al. Group report: What is the state of our knowledge of the mechanisms of deterioration and how good are our estimations of rates of deterioration? In: BAER, N. S.; SNETHLAGE, R. (Org.). **Report of the Dahlem Workshop on: Saving our architectural heritage: the conservation of historic stones structures**. Berlin, March 3-8, 1996: John Wiley & Sons Ltd., 1997. p. 95-112.

VIÑAS, S. M. **Contemporary theory of conservation**. Amsterdam: Elsevier, 2005. 239 p. ISBN 0750662247.

VIOLLET-LE-DUC, E. E. **Restauração**. Tradução: Beatriz Mugayar Kühl. Cotia, São Paulo: Ateliê Editorial, 2000. 76 p.

WILLIAMS, H.; TURNER, F. J.; GILBERT, C. M. **Petrografia**: uma introdução ao estudo das rochas em seções delgadas. Título original: Petrography an Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections. Tradução do Prof. Ruy Ribeiro Franco. São Paulo: Polígono; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1970. 424 p.

ZEIN, R. V.; DI MARCO, A. A rosa por outro nome tão doce... seria? **Anais do 7º Seminário Do.Co.Mo.Mo – Brasil**. Porto Alegre, 2007.

**Sites visitados - institucionais**

[www.capes.gov.br](http://www.capes.gov.br)

[www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br)

[www.icomos.org](http://www.icomos.org)

[www.iccrom.org](http://www.iccrom.org)

[www.unesco.org](http://www.unesco.org)

[www.getty.edu](http://www.getty.edu)

[www.fundarpe.pe.gov.br](http://www.fundarpe.pe.gov.br)

[www.iphae.rs.gov.br](http://www.iphae.rs.gov.br)

[www.ipac.ba.gov.br](http://www.ipac.ba.gov.br)

[www.iepha.mg.gov.br](http://www.iepha.mg.gov.br)

[www.ceci-br.org](http://www.ceci-br.org)

[www.stone.rwth-aachen.de](http://www.stone.rwth-aachen.de)

[www.cipa.icomos.org](http://www.cipa.icomos.org)

**Sites visitados – não institucionais**

[www.geodownload.blogspot.com](http://www.geodownload.blogspot.com)

[www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br)

[www.google.com](http://www.google.com)

[www.gimp.org](http://www.gimp.org)

**APÊNDICE A**

FICHA LEVANTAMENTO DE CAMPO - ANÁLISE DE OBSERVAÇÃO  
MACROSCÓPICA NÃO DESTRUTIVA

IGREJA DE NOSSA SENHORA DA PIEDADE

IGREJA DE SÃO PEDRO DOS CLÉRIGOS

FICHA LEVANTAMENTO DE CAMPO – ANÁLISE DE OBSERVAÇÃO MACROSCÓPICA NÃO DESTRUTIVA

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>IDENTIFICAÇÃO GERAL / BEM INTEGRADO</b><br><br>Monumento: ISPC<br>Localização: F1<br>Orientação: NE<br>Objeto: Pórtico Central – 1PC<br>Nº de blocos: 100B<br><br>IDENTIFIC: ISPC_F1NE_1PC_100B_B          | <b>IDENTIFICAÇÃO BEM INTEGRADO / BLOCO / PATOLOGIAS</b><br><br>Bloco/Parte do objeto: B<br>Patologias identificadas<br><br><input type="checkbox"/> Fratura <input type="checkbox"/> Fissura <input type="checkbox"/> Microfissura <input type="checkbox"/> Craquelê <input type="checkbox"/> Clivagem<br><input type="checkbox"/> Deformação<br><br><input type="checkbox"/> Empolamento, bolhas<br><input type="checkbox"/> Perda<br><input type="checkbox"/> Delaminação <input type="checkbox"/> Esfoliação<br><input type="checkbox"/> Desintegração <input type="checkbox"/> Granular <input type="checkbox"/> Pulverização <input type="checkbox"/> Arenização<br><input type="checkbox"/> Fragmentação <input type="checkbox"/> Fragmento, lasca, estilhaço <input type="checkbox"/> Lasca<br><input type="checkbox"/> Descamação<br><input type="checkbox"/> Lascagem <input type="checkbox"/> Escamação <input type="checkbox"/> Descamação em placa<br><br><input type="checkbox"/> Alveolização<br><input type="checkbox"/> Erosão <input type="checkbox"/> Diferencial <input type="checkbox"/> Perda de componentes <input type="checkbox"/> Perda de matriz <input type="checkbox"/> Arredondamento <input type="checkbox"/> Rugosidade<br><input type="checkbox"/> Dano Mecânico <input type="checkbox"/> De impacto <input type="checkbox"/> Corte, incisões <input type="checkbox"/> Arranhão, raspagem <input type="checkbox"/> Abrasão <input type="checkbox"/> Apicoamento por ferramenta<br><input type="checkbox"/> Depressões, sulcos interligados<br><input type="checkbox"/> Lacunas, perdas, partes faltantes<br><input type="checkbox"/> Perfuração<br><input type="checkbox"/> Pitting<br><br><input type="checkbox"/> Alteração cromática/Descoloração <input type="checkbox"/> Coloração <input type="checkbox"/> Branqueamento <input type="checkbox"/> Zona úmida <input type="checkbox"/> Manchamento<br><input type="checkbox"/> Filme<br><input type="checkbox"/> Pátina <input type="checkbox"/> Ferruginosa <input type="checkbox"/> Oxalato<br><input type="checkbox"/> Grafitismo, pichação<br><input type="checkbox"/> Depósito superficial<br><input type="checkbox"/> Crosta <input type="checkbox"/> Negra <input type="checkbox"/> De sal<br><input type="checkbox"/> Incrustação <input type="checkbox"/> Concreção<br><input type="checkbox"/> Sujidade<br><input type="checkbox"/> Eflorescência<br><input type="checkbox"/> Subeflorescência<br><br><input type="checkbox"/> Colonização biológica <input type="checkbox"/> Biofilme<br><input type="checkbox"/> Alga<br><input type="checkbox"/> Líquen<br><input type="checkbox"/> Musgo<br><input type="checkbox"/> Fungo<br><input type="checkbox"/> Presença de vegetação   Porte <input type="checkbox"/> Pequeno <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Grande<br><input type="checkbox"/> Animais <input type="checkbox"/> Excrementos <input type="checkbox"/> Ninhos<br><br>OUTRA(S): |
| <b>ESTADO DE CONSERVAÇÃO / BLOCO</b><br><br><input type="checkbox"/> EXCELENTE <input type="checkbox"/> BOM <input type="checkbox"/> REGULAR<br><input type="checkbox"/> MAU <input type="checkbox"/> PÉSSIMO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>DESCRIÇÃO / PATOLOGIAS / BLOCO</b>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**APÊNDICE B****MAPAS DE DANOS DOS BENS INTEGRADOS – ISPC E INSP**

IGREJA DE SÃO PEDRO DOS CLÉRIGOS

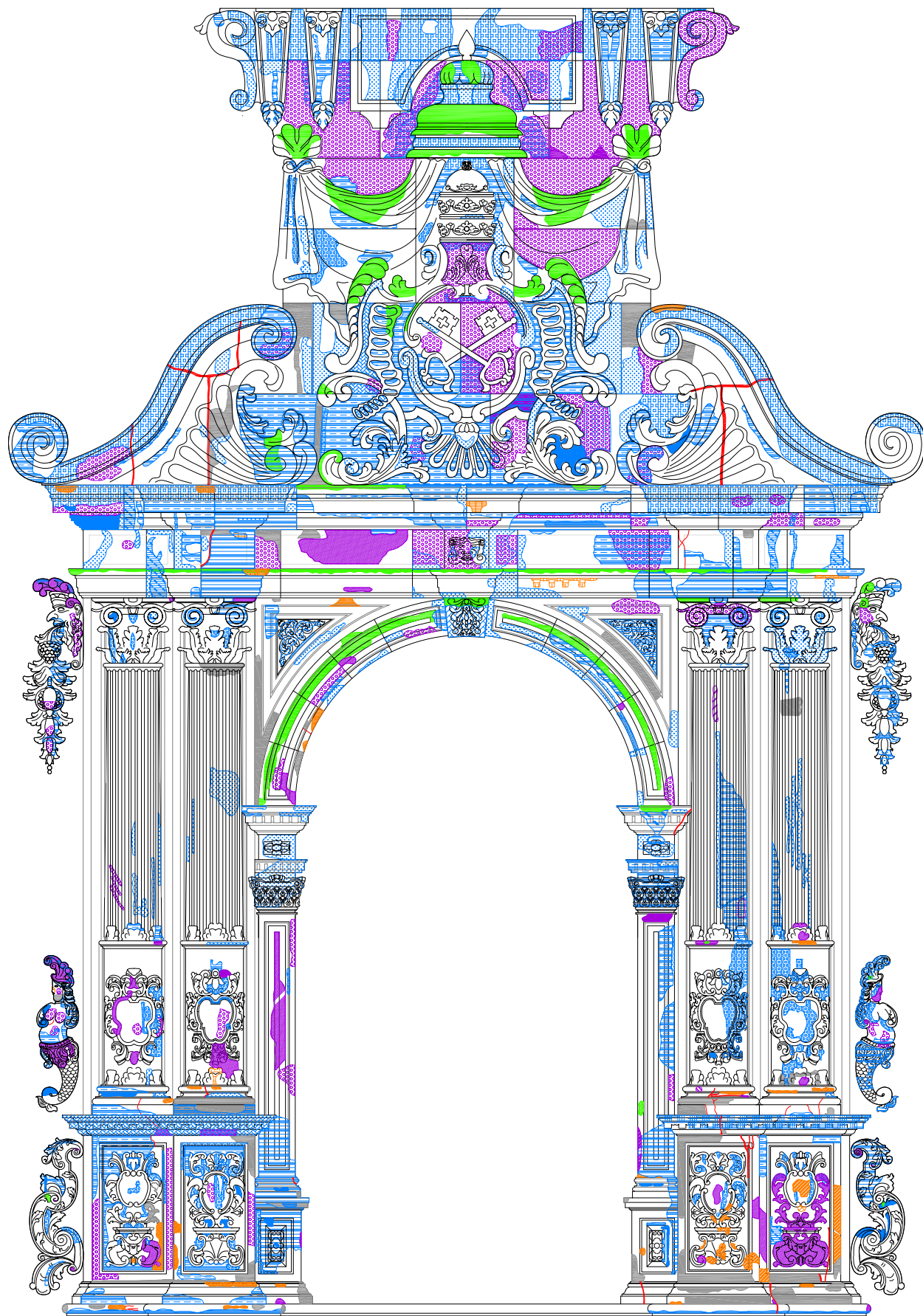
PÓRTICO CENTRAL – ISPC\_F1NE\_1PC\_100B

IGREJA DE NOSSA SENHORA DA PIEDADE

PORTADA CENTRAL – INSP\_F1SSO\_1PC\_6B

PORTADA LATERAL DIREITA – INSP\_F1SSO\_2PLD\_6B

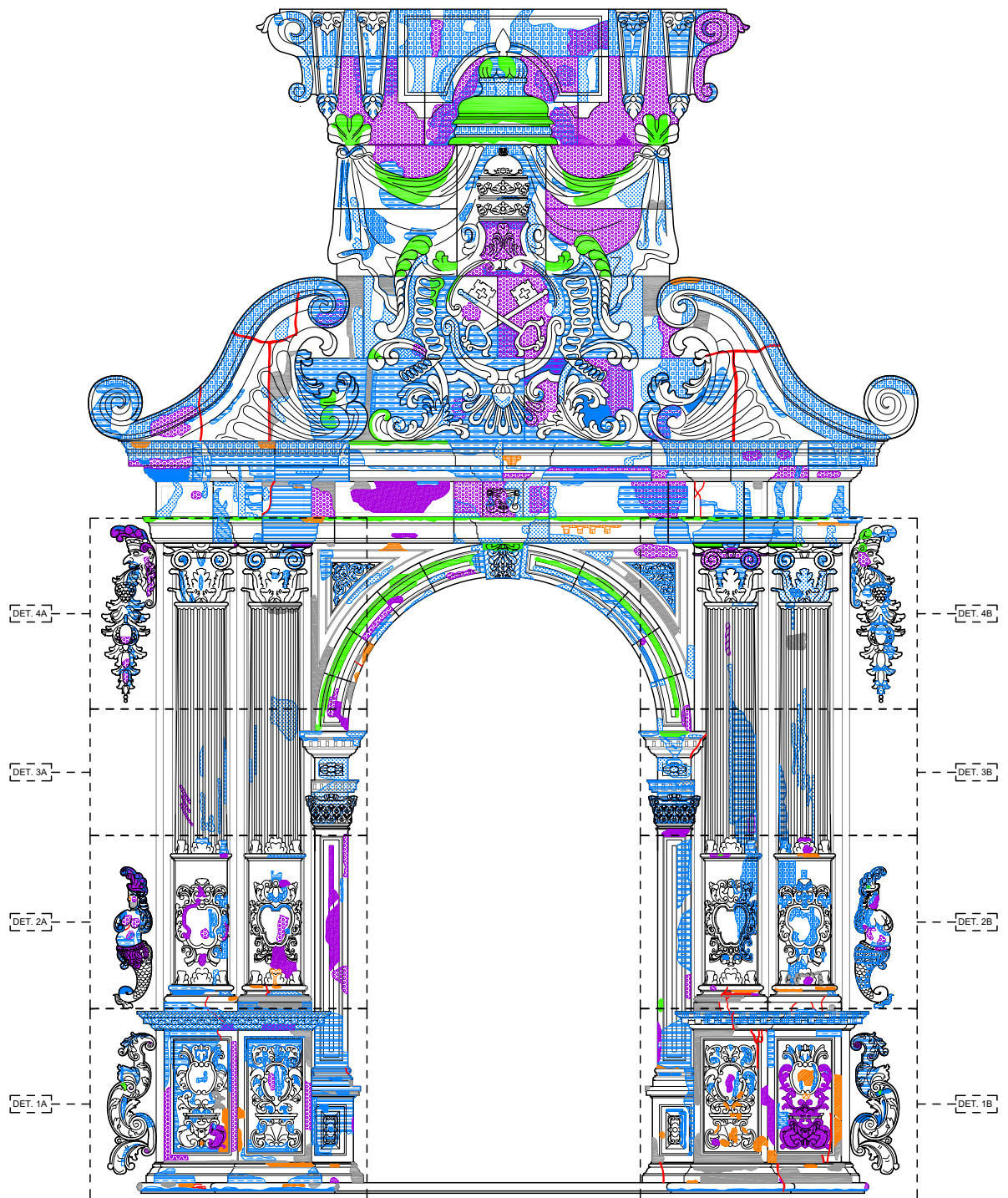
JANELA TORRE SINEIRA – INSP\_F1SSO\_3JTS\_7B



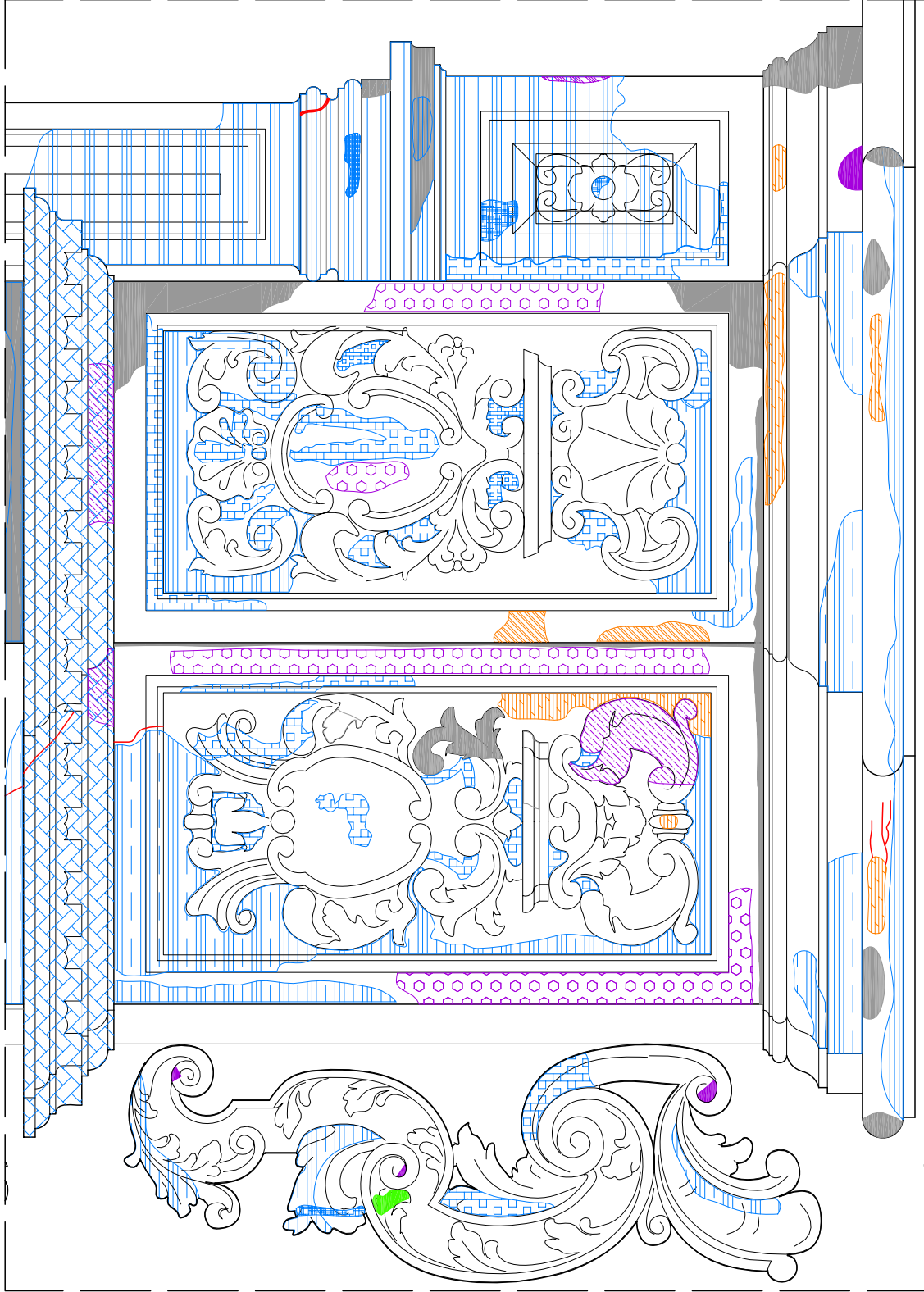
MAPA DE DANOS DO PÓRTICO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/20

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|  |                                 |  |                      |  |                                |  |                                     |  |                                 |  |                                    |
|--|---------------------------------|--|----------------------|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|--|---------------------------------|--|------------------------------------|
|  | GRUPO I<br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | DESCAMAÇÃO EM PLACAS |  | DELAMINAÇÃO                    |  | LACUNAS/PERDAS                      |  | SUJIDADE                        |  | INCRUSTAÇÃO                        |
|  | FRATURA                         |  | EMPOLAMENTO          |  | PERDA                          |  | EROSÃO                              |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL |  | GRUPO V<br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA   |
|  | FISSURA                         |  | DESCAMAÇÃO           |  | GRUPO III<br>PERDA DE MATERIAL |  | ARREDONDAMENTO                      |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL            |  | FUNGO                              |
|  | GRUPO II<br>DESTACAMENTO        |  | LASCA                |  | ALVEOLIZAÇÃO                   |  | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | MANCHAMENTO                     |  | EXCREMENTO                         |
|  | LASCAGEM                        |  | ESCAMAÇÃO            |  | PITTING                        |  | CROSTA NEGRA                        |  | COLORAÇÃO                       |  | OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |



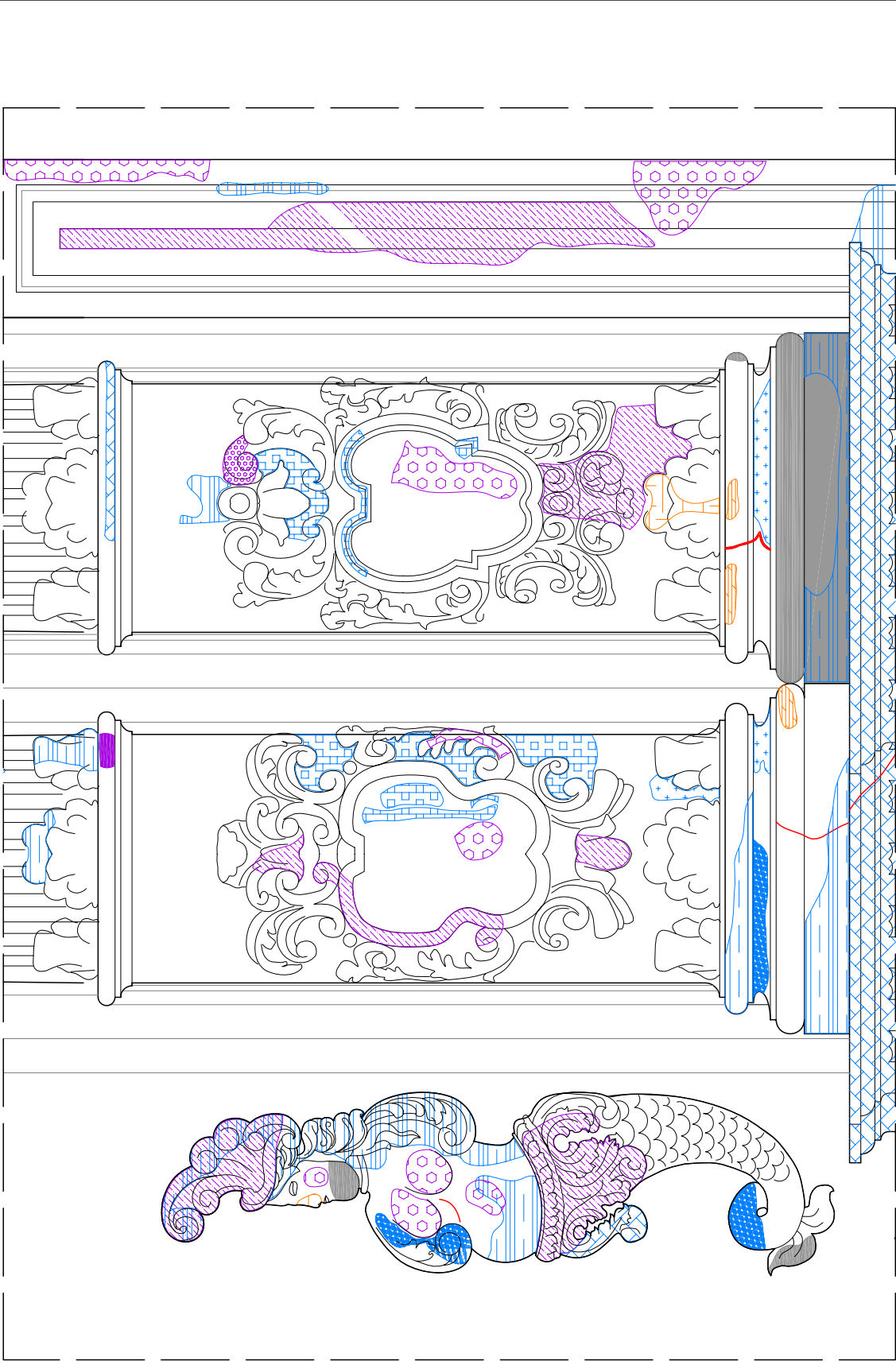
LOCALIZAÇÃO DOS DETALHES DO PÓRTICO CENTRAL ISPC  
 ESCALA: 1/50



DET. 1A DO PÓRTO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

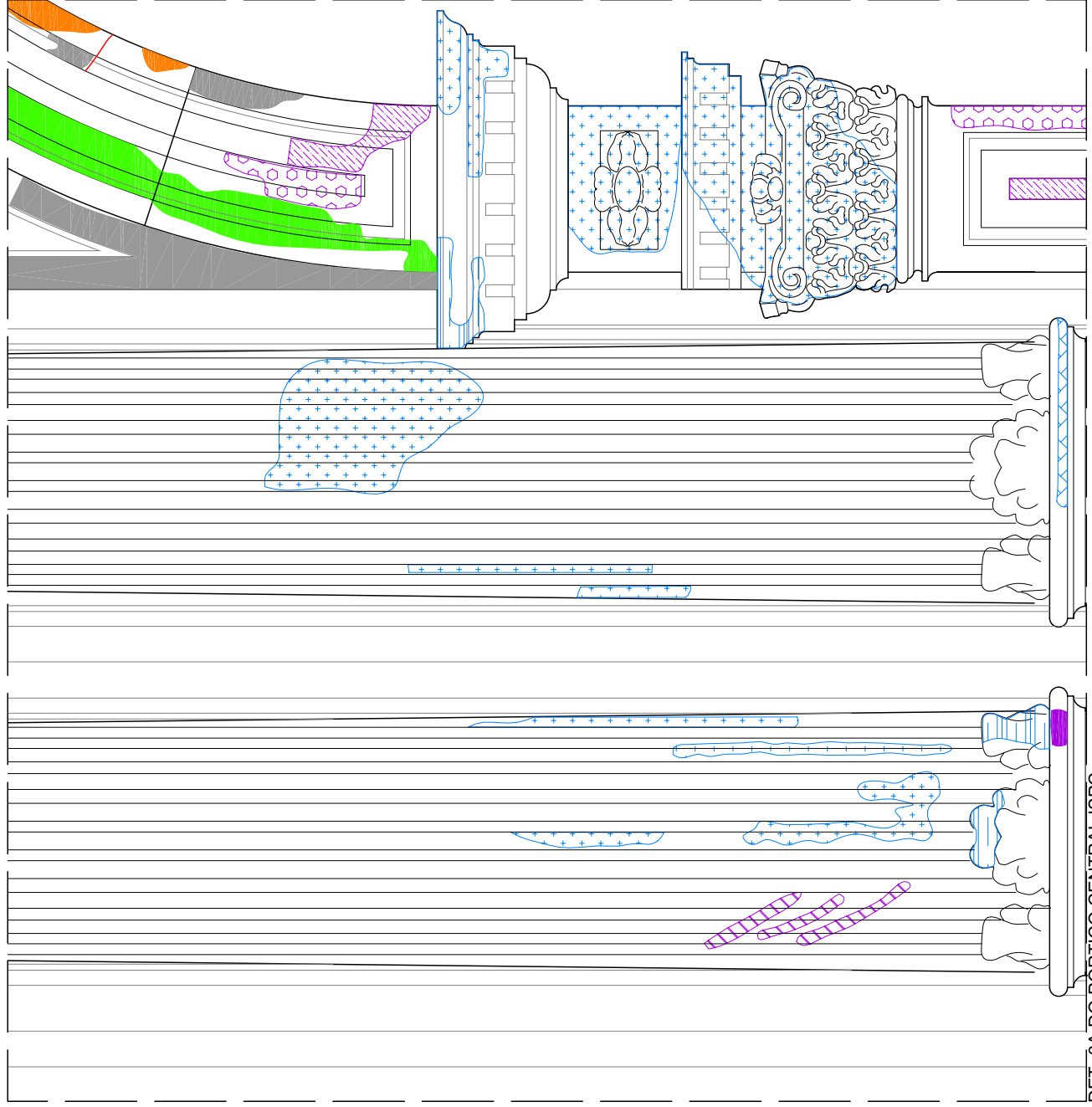
|                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | GRUPO I                                                                               |  | GRUPO II                                                                              |  | GRUPO III                                                                             |  | GRUPO IV                                                                            |  | GRUPO V                                                                             |
| FRATURA E DEFORMAÇÃO                                                                  | FRATURA                                                                               | FISSURA                                                                               | DESTACAMENTO                                                                          | LASCAGEM                                                                              | PERDA DE MATERIAL                                                                     | DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO                                                               | DESCOLAMENTO                                                                        | COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA                                                               | EXCREMENTO                                                                          |
|  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |
|                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | PITTING                                                                               | CROSTA NEGRA                                                                          | SUJIDADE                                                                            | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL                                                     | OUTROS                                                                              |
|                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       | LACUNAS/PERDAS                                                                        |                                                                                       |                                                                                     | DEPÓSITO SUPERFICIAL                                                                | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA                                                            |



DET. 2A DO PÓRTICO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

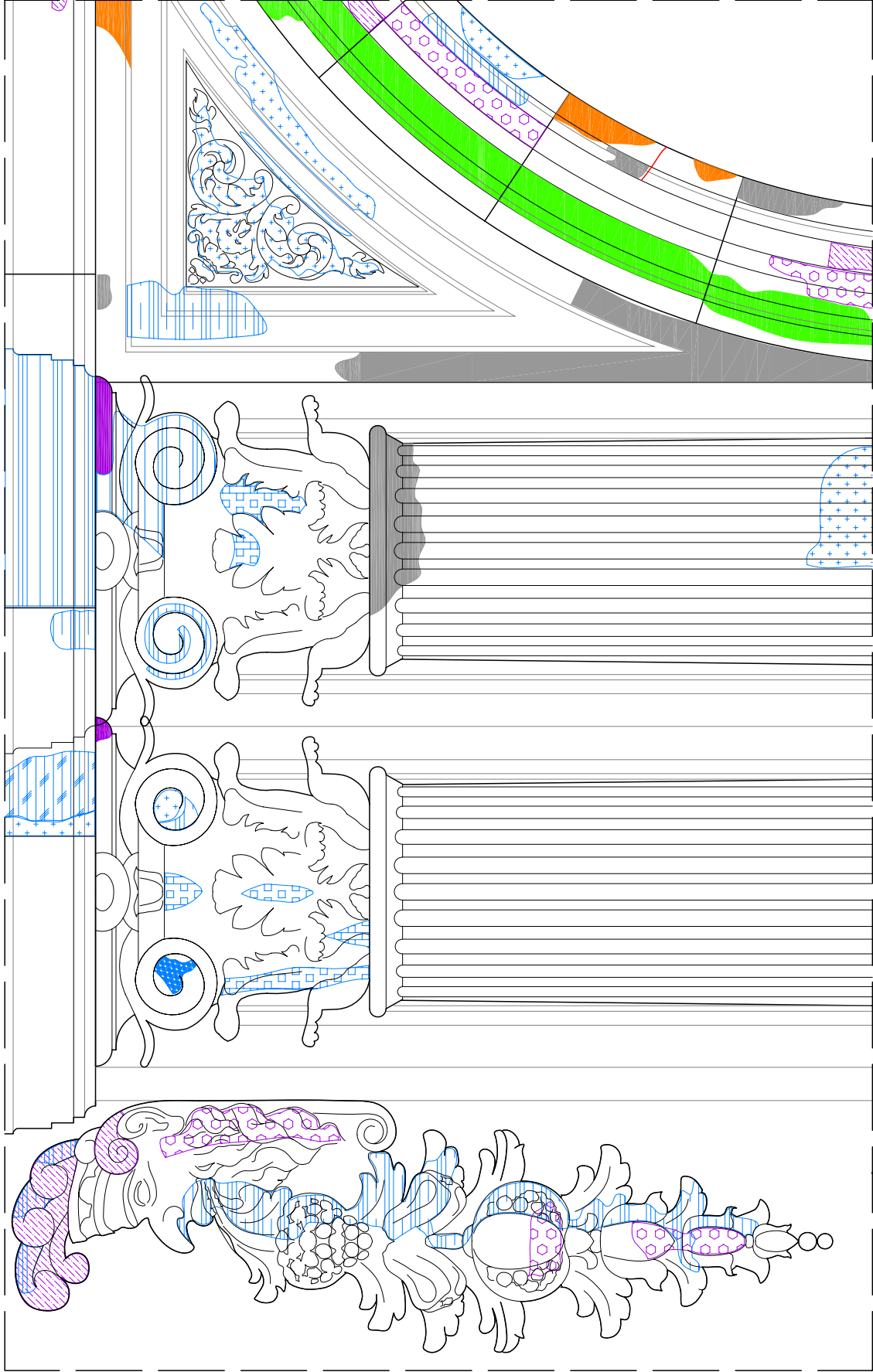
|                                                                                       |                      |                                                                                       |                      |                                                                                       |                   |                                                                                     |                         |                                                                                     |                                 |                                                                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | GRUPO I              |  | GRUPO II             |  | GRUPO III         |  | EROSÃO                  |  | CROSTA NEGRA                    |  | COLORAÇÃO                |
|  | FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | DESTACAMENTO         |  | PERDA DE MATERIAL |  |                         |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL     |
|  | FISSURA              |  | DESCAMACÃO           |  | LACUNAS/PERDAS    |  | GRUPO IV                |  | SUJIDADE                        |  | OUTROS                   |
|                                                                                       |                      |                                                                                       | DESCAMACÃO EM PLACAS |                                                                                       |                   |                                                                                     | DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |                                                                                     | INCRUSTAÇÃO                     |                                                                                     | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |



LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                        |                                            |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO | <b>GRUPO IV</b><br>DESOLORAÇÃO E DEPÓSITO  |
|                                        |                                            |
| <b>FISSURA</b><br>                     | <b>INCRUSTAÇÃO</b><br>                     |
| <b>GRUPO II</b><br>DESTACAMENTO        | <b>SUJIDADE</b><br>                        |
| <b>LASCA</b><br>                       | <b>SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL</b><br> |
| <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL  | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA    |
|                                        | <b>FUNGO</b><br>                           |
| <b>ALVEOLIZAÇÃO</b><br>                | <b>EXCREMENTO</b><br>                      |
| <b>PITTING</b><br>                     |                                            |
| <b>EROSÃO</b><br>                      |                                            |
| <b>LACUNAS/PERDAS</b><br>              |                                            |

DET. 3A DO PORTICO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10

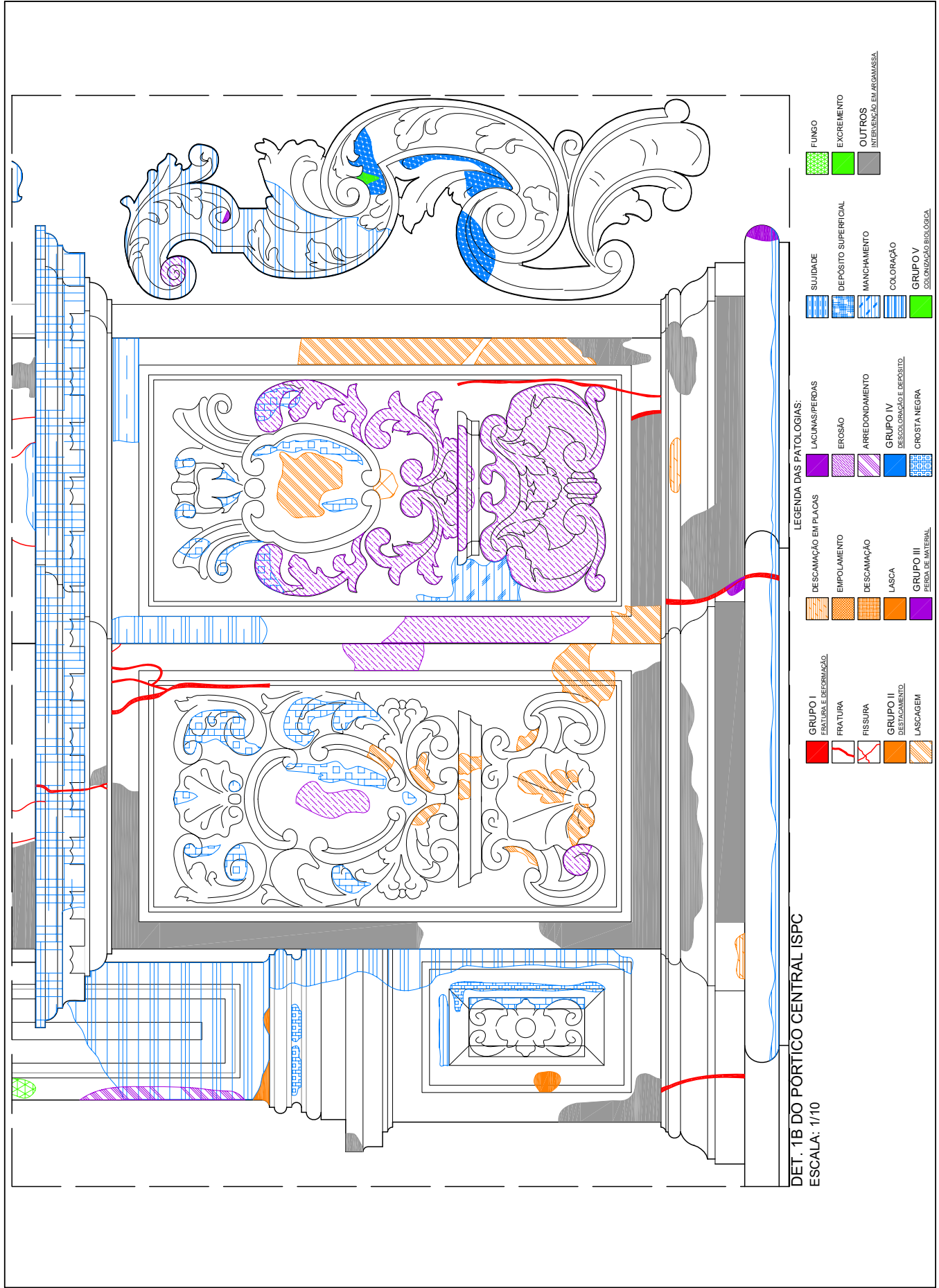


DET. 4A DO PÓRTICO CENTRAL ISPC

ESCALA: 1/10

|                                                                                       |                          |                                                                                       |                                |                                                                                       |                                     |                                                                                       |              |                                                                                     |                      |                                                                                     |                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | GRUPO I                  |  | LASCA                          |  | LACUNAS/PERDAS                      |  | INCRUSTAÇÃO  |  | COLORAÇÃO            |  | GRUPO V                            |
|  | FRATURA E DEFORMAÇÃO     |  | GRUPO III<br>PERDA DE MATERIAL |  | EROSÃO                              |  | CROSTA NEGRA |  | MANCHAMENTO          |  | EXCREMEN TO                        |
|  | GRUPO II<br>DESTACAMENTO |  | PITTING                        |  | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | SUJIDADE     |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL |  | OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |

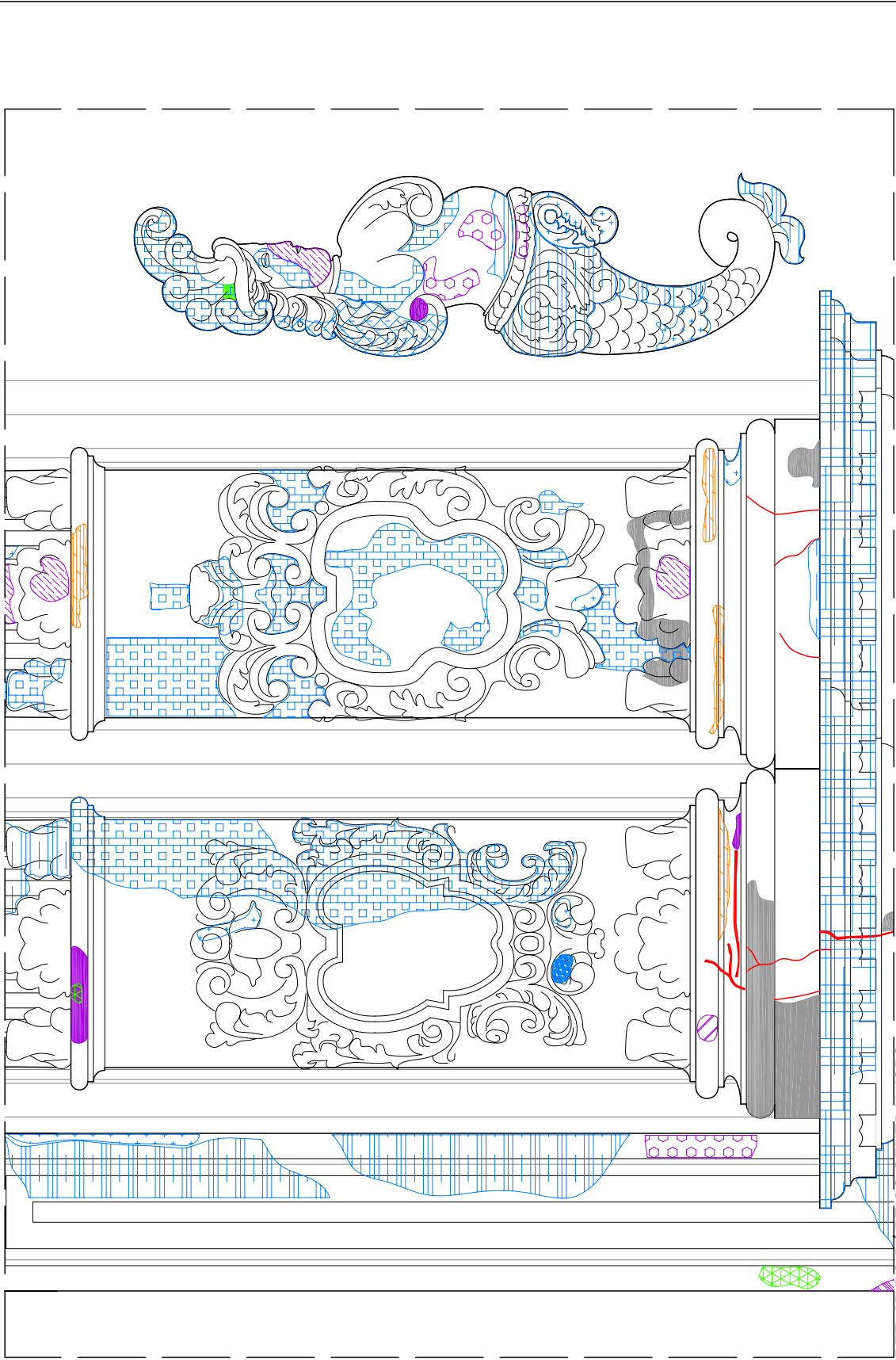
LEGENDA DAS PATOLOGIAS:



DET. 1B DO PÓRTO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                 |                                 |                                     |                                  |                          |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| GRUPO I<br>FRATURA E DEFORMAÇÃO | DESCAMAÇÃO EM PLACAS            | LACUNAS/PERFAS                      | SUJIDADE                         | FUNGO                    |
| FRATURA                         | EMPOLAMENTO                     | EROSAO                              | DEPOSITO SUPERFICIAL             | EXCREMENTO               |
| FISSURA                         | DESCAMAÇÃO                      | ARREDONDAMENTO                      | MANCHAMENTO                      | OUTROS                   |
| GRUPO II<br>DESTACAMENTO        | LASCAS                          | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPOSITO | COLORAÇÃO                        | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
| LASCAGEM                        | GRUPO III<br>PIERDA DE MATERIAL | CROSTA NEGRA                        | GRUPO V<br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |                          |

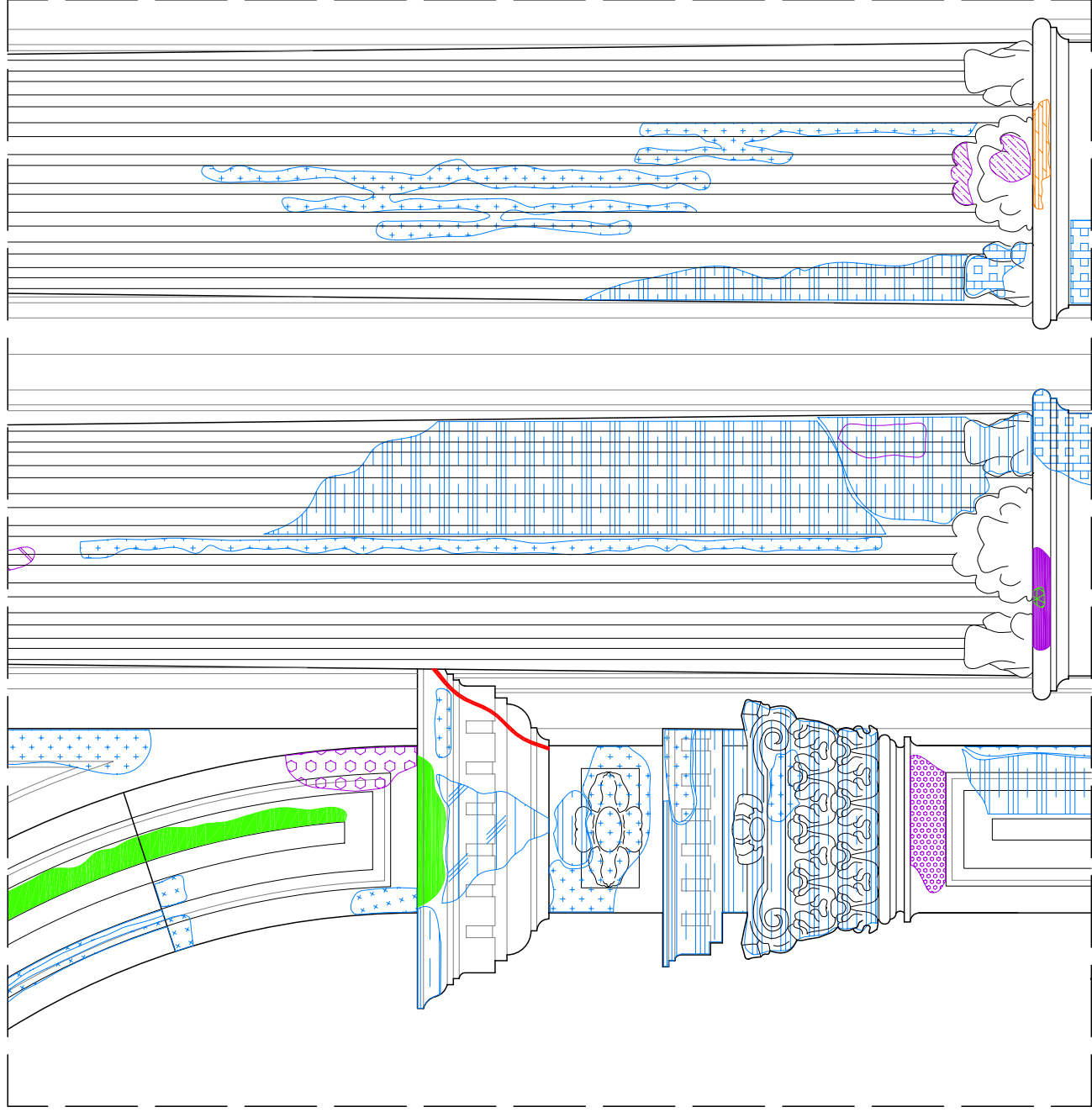


DET. 2B DO PORTICO CENTRAL ISPC

ESCALA: 1/10

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

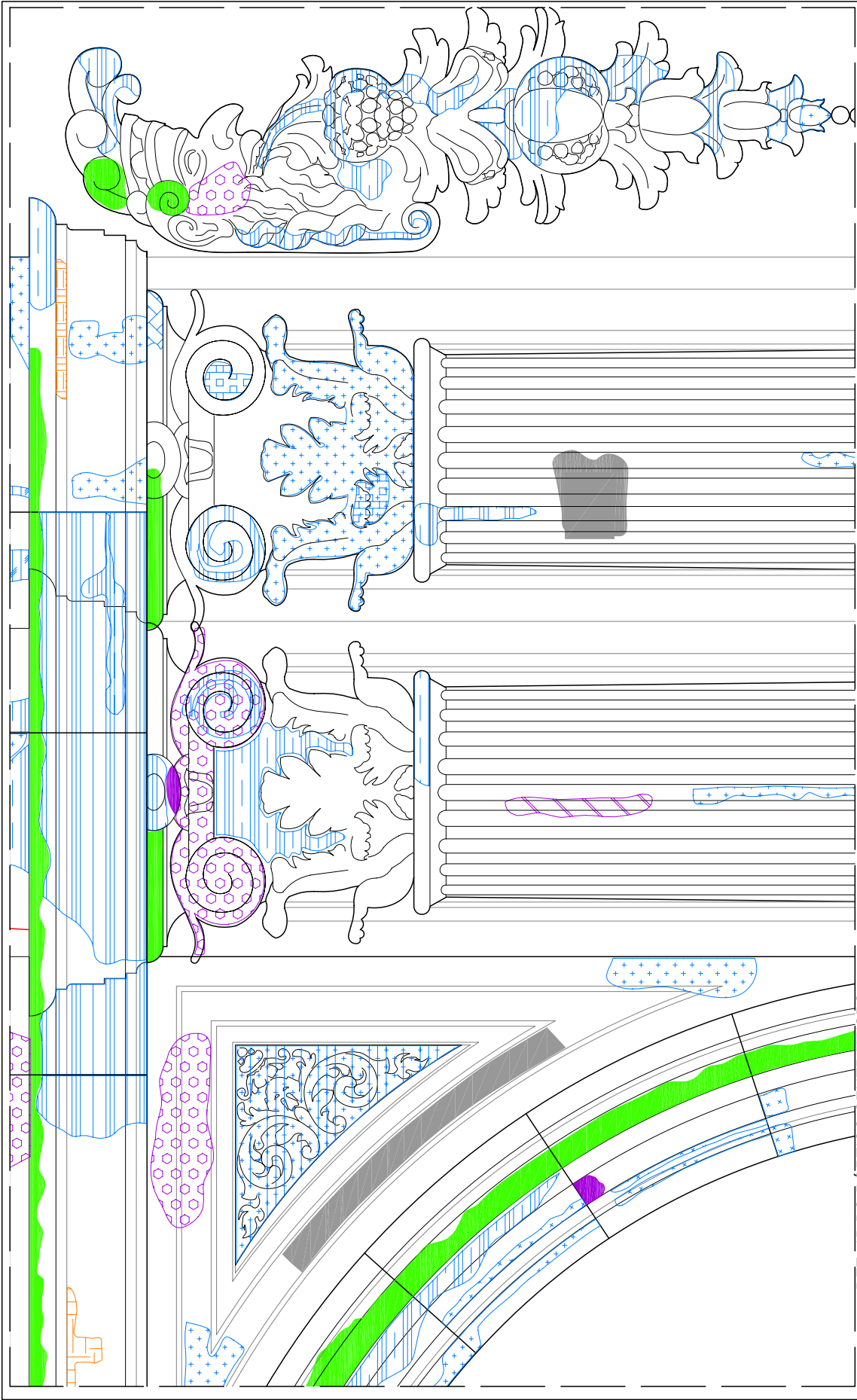
|                                                                                       |         |                                                                                       |                      |                                                                                       |                |                                                                                       |          |                                                                                     |                                 |                                                                                     |                       |                                                                                     |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | GRUPO I |  | GRUPO II             |  | ARREDONDAMENTO |  | EROSÃO   |  | CROSTA NEGRA                    |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL  |  | EXCREMEN TO              |
|  | FRATURA |  | DESCAMACÃO EM PLACAS |  | LACUNAS/PERDAS |  | GRUPO IV |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL |  | GRUPO V               |  | OUTROS                   |
|  | FISSURA |  | PERDA DE MATERIAL    |  | PITTING        |  | GRUPO IV |  | INCRUSTAÇÃO                     |  | COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |  | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|                                                                                       |         |                                                                                       |                      |                                                                                       |                |                                                                                       | SUJIDADE |                                                                                     |                                 |                                                                                     | FUNGO                 |                                                                                     |                          |



LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <b>GRUPO I</b>       | <b>GRUPO IV</b>         |
| FRATURA E DEFORMAÇÃO | DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |
| FRATURA              | INCRUSTAÇÃO             |
| GRUPO II             | SUJIDADE                |
| DESTACAMENTO         | CROSTA NEGRA            |
| DESCAMAÇÃO EM PLACAS | MANCHAMENTO             |
| GRUPO III            | GRUPO V                 |
| PERDA DE MATERIAL    | COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA   |
| PITTING              | FUNGO                   |
| EROSÃO               | EXCREMENTO              |
| LACUNAS/PERDAS       |                         |

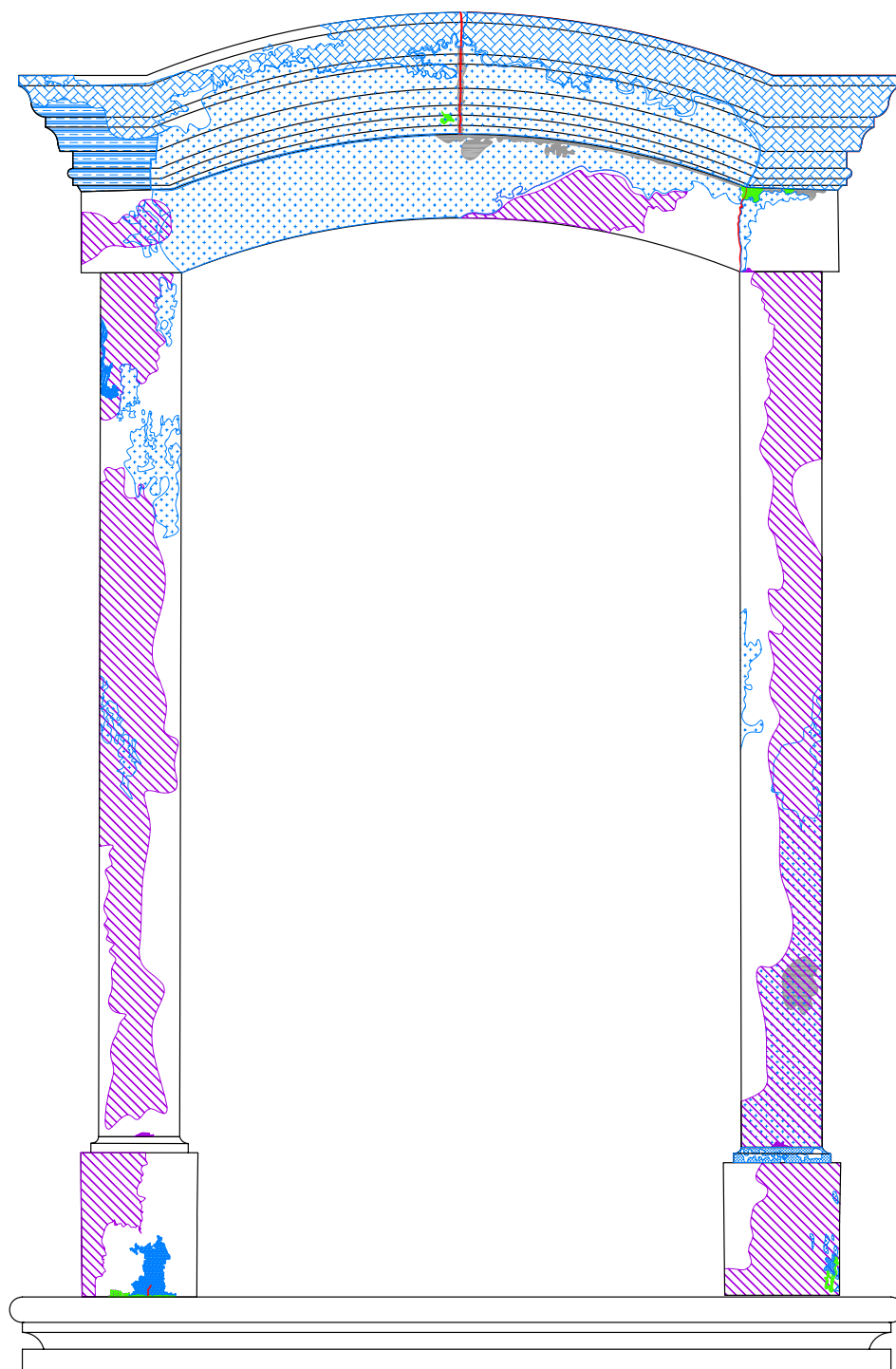
DET. 3B DO PORTICO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10



DET. 4B DO PÓRTICO CENTRAL ISPC  
ESCALA: 1/10

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

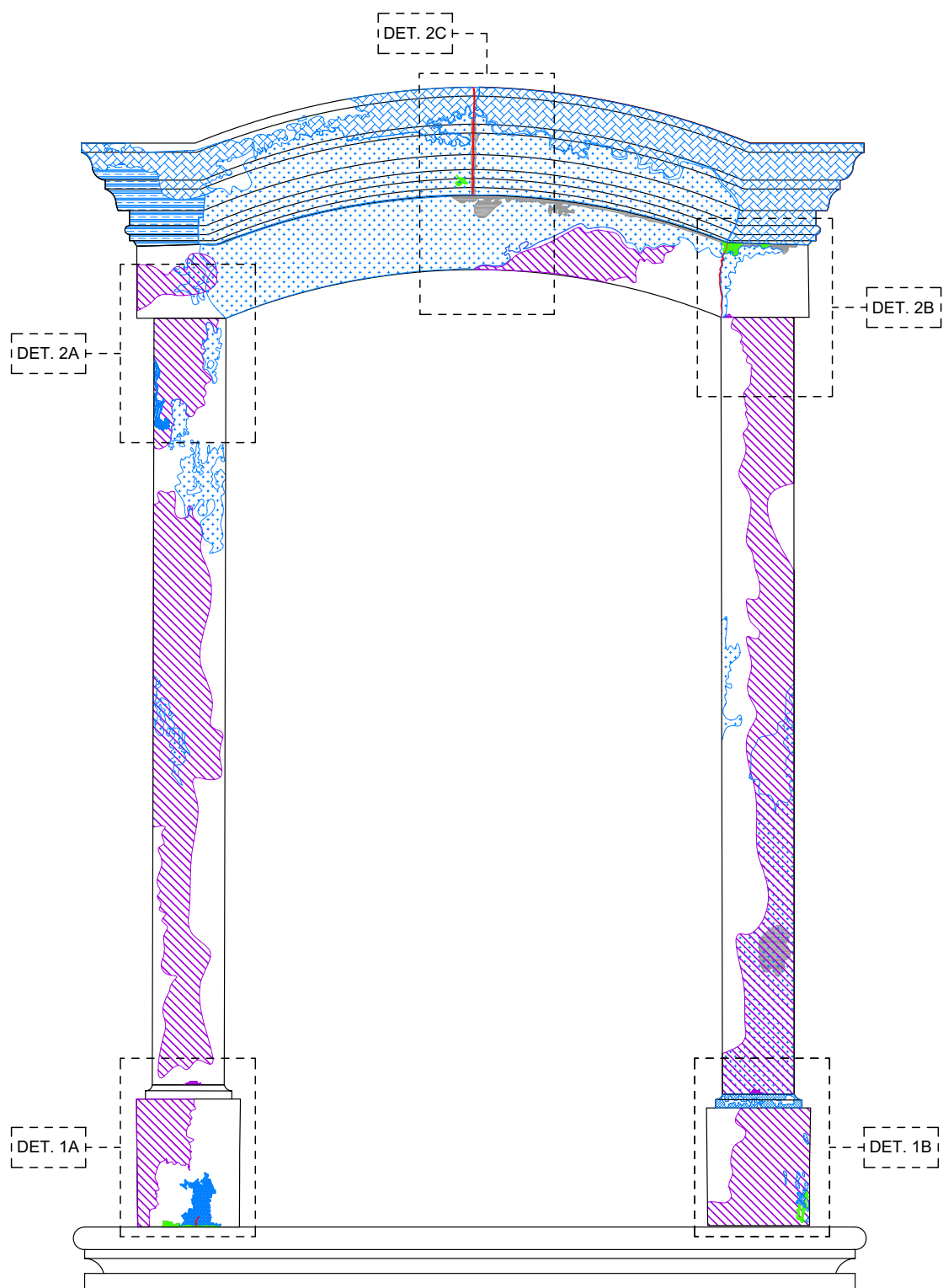
|                                       |                                                       |                                                      |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>GRUPO II</b><br>DESTACAMENTO       | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO            | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA              |
| <b>GRUPO II</b><br>DESCAMAÇÃO         | <b>GRUPO IV</b><br>SUJIDADE + DEPÓSITO<br>SUPERFICIAL | <b>GRUPO V</b><br>EXCREMENTO                         |
| <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL | <b>GRUPO IV</b><br>COLORAÇÃO                          | <b>GRUPO V</b><br>OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|                                       | <b>GRUPO IV</b><br>LACUNAS/PERDAS                     | <b>GRUPO V</b><br>INCRUSTAÇÃO                        |
|                                       | <b>GRUPO IV</b><br>ARREDONDAMENTO                     | <b>GRUPO V</b><br>CROSTA NEGRA                       |
|                                       | <b>GRUPO IV</b><br>PITTING                            | <b>GRUPO V</b><br>SUJIDADE                           |



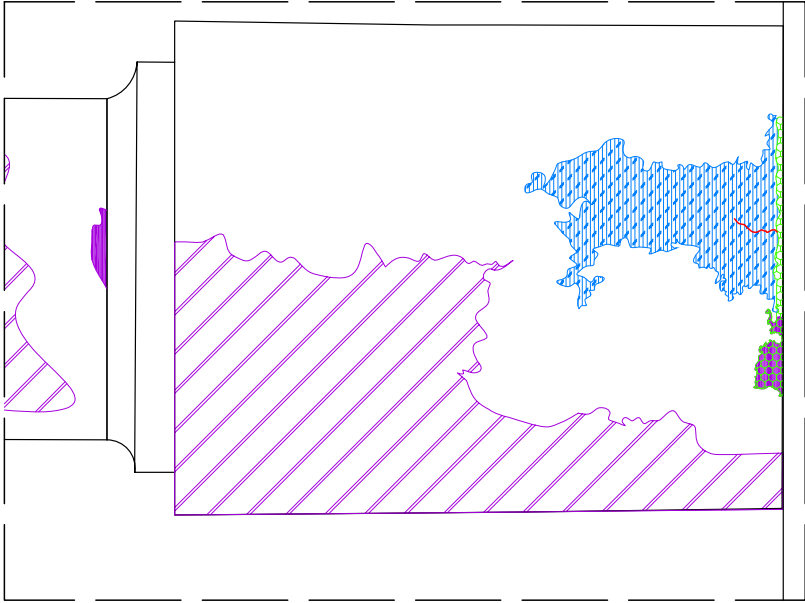
MAPA DE DANOS DA PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/20

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

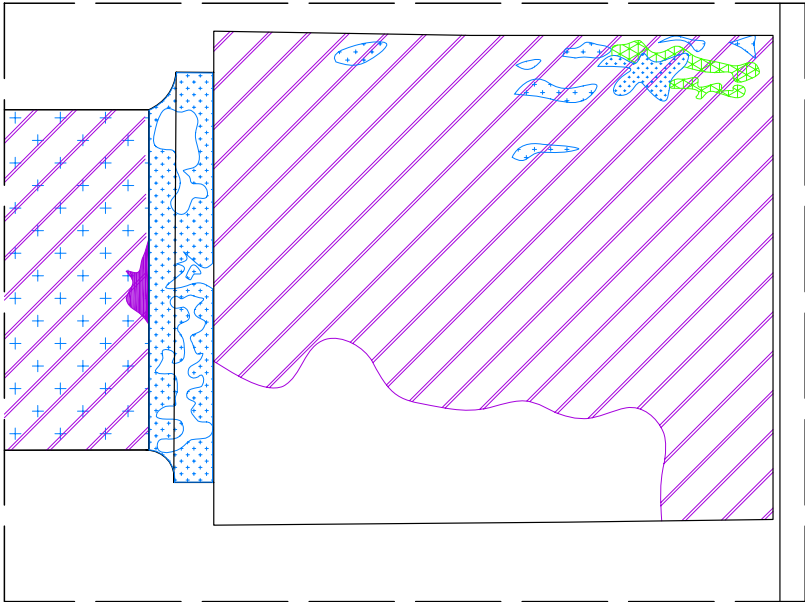
|                                                                                     |                                 |                                                                                     |                                     |                                                                                     |                                 |                                                                                       |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | GRUPO I<br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | ALVEOLIZAÇÃO                        |  | INCRUSTAÇÃO                     |  | GRUPO V<br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA   |
|  | FRATURA                         |  | LACUNAS/PERDAS                      |  | ALTERAÇÃO CROMÁTICA             |  | FUNGO                              |
|  | FISSURA                         |  | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL            |  | MUSGO                              |
|  | GRUPO III<br>PERDA DE MATERIAL  |  | SUJIDADE                            |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL |  | OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |



LOCALIZAÇÃO DOS DETALHES PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/20



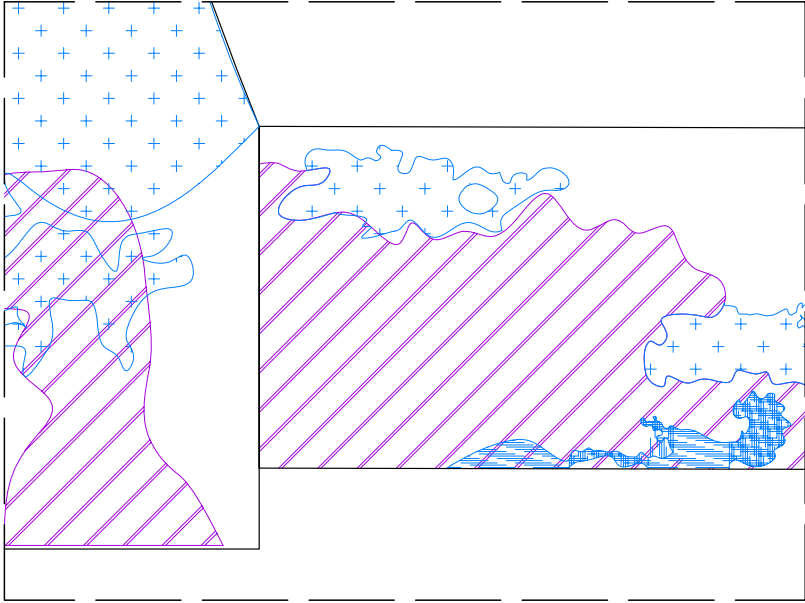
DET. 1A PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/5



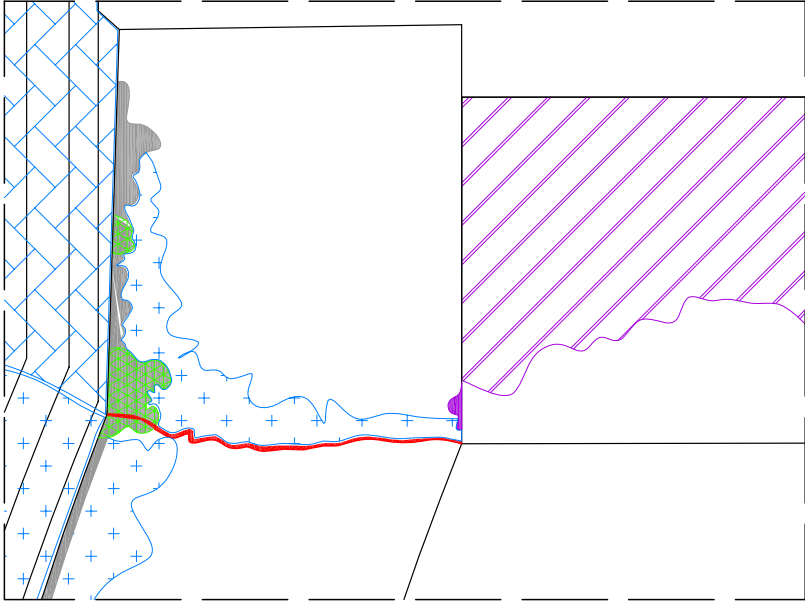
DET. 1B PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/5

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                                                                       |                                                                                       |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO                                                | <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL                                                 | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO                                          | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA                                             |
|  |  |  |  |
| <b>FRATURA</b>                                                                        | <b>ALVEOLIZAÇÃO</b>                                                                   | <b>INCRUSTAÇÃO</b>                                                                  | <b>FUNGO</b>                                                                        |
|  |  |  |  |
| <b>FISSURA</b>                                                                        | <b>LACUNAS/PERDAS</b>                                                                 | <b>ALTERAÇÃO CROMÁTICA</b>                                                          | <b>MUSGO</b>                                                                        |
|  |  |  |  |



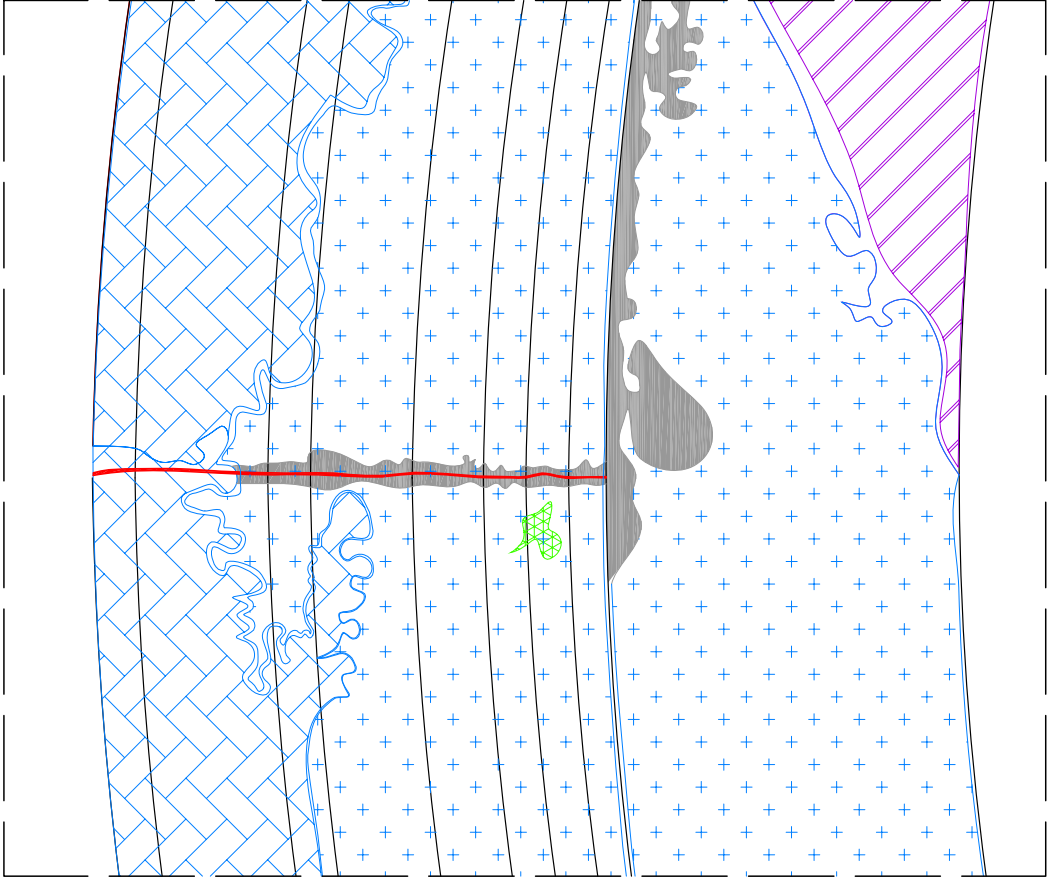
DET. 2A PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/5



DET. 2B PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/5

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

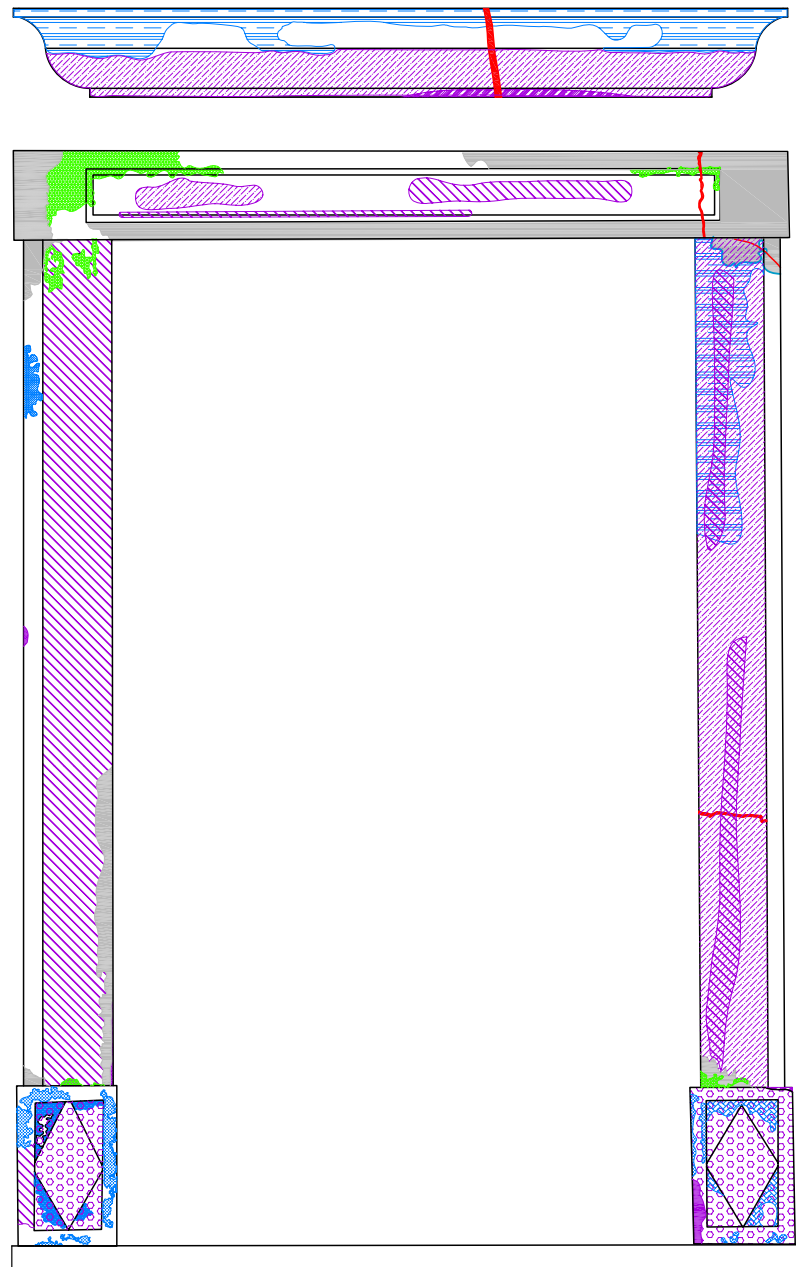
|  |                                        |  |                                       |  |                                            |  |                                         |  |                                           |
|--|----------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------------|--|-----------------------------------------|--|-------------------------------------------|
|  | <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL |  | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | <b>DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>             |  | <b>OUTROS</b><br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|  | <b>FRATURA</b>                         |  | <b>ALVEOLIZAÇÃO</b>                   |  | <b>INCRUSTAÇÃO</b>                         |  | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |  |                                           |
|  | <b>FISSURA</b>                         |  | <b>LACUNAS/PERDAS</b>                 |  | <b>SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>     |  | <b>FUNGO</b>                            |  |                                           |



LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                           |                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO    | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |
| <b>FRATURA</b>                            | <b>INCRUSTAÇÃO</b>                         |
| <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL     | <b>SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>     |
| <b>ALVEOLIZAÇÃO</b>                       | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA    |
| <b>OUTROS</b><br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA | <b>FUNGO</b>                               |

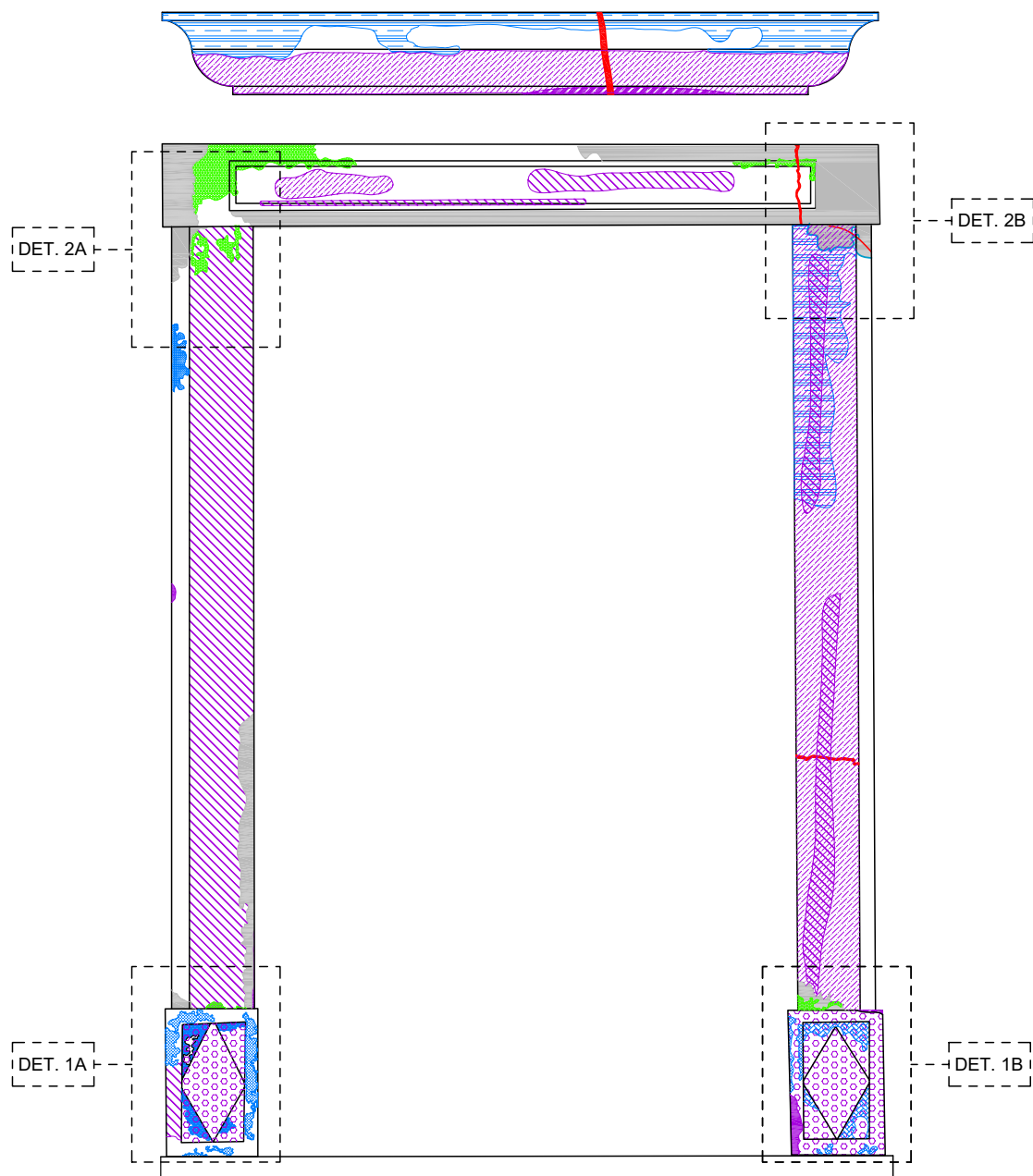
DET. 2C PORTADA CENTRAL INSP  
ESCALA: 1/5



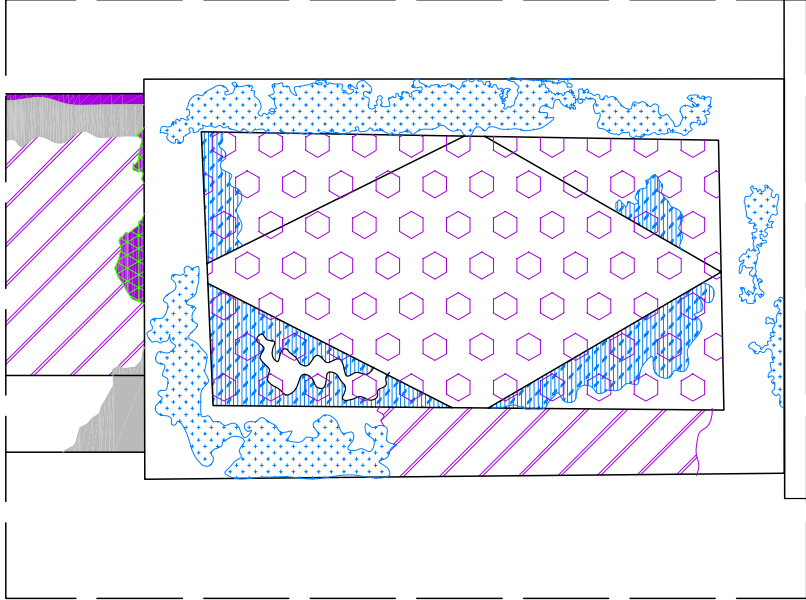
MAPA DE DANOS PORTADA LATERAL DIREITA  
INSP  
ESCALA: 1/20

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

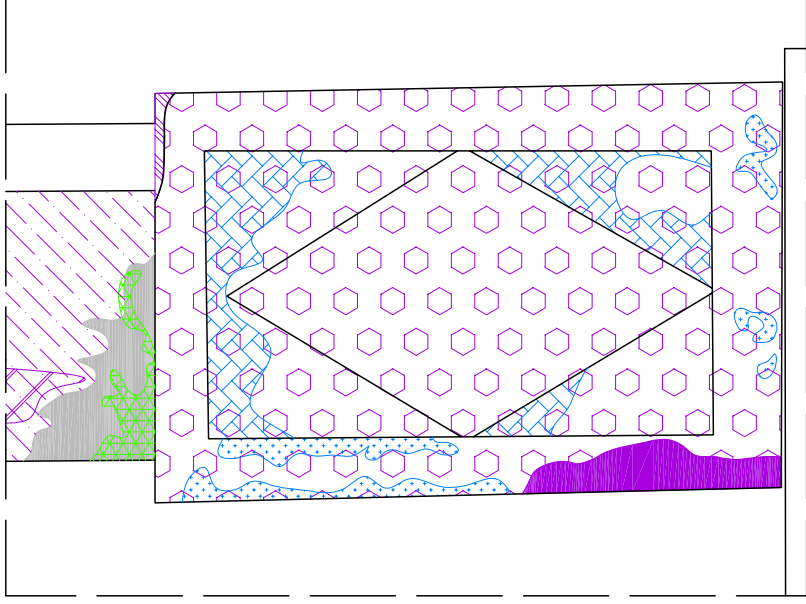
|                                                                                     |                                 |                                                                                     |                                |                                                                                     |                                     |                                                                                       |                                  |                                                                                       |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | GRUPO I<br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | GRUPO III<br>PERDA DE MATERIAL |  | ARREDONDAMENTO                      |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL  |  | OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|  | FRATURA                         |  | ALVEOLIZAÇÃO                   |  | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | MANCHAMENTO                      |                                                                                       |                                    |
|  | FISSURA                         |  | PITTING                        |  | SUJIDADE                            |  | GRUPO V<br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |                                                                                       |                                    |
|  | GRUPO II<br>DESTACAMENTO        |  | LACUNAS/PERDAS                 |  | INCRUSTAÇÃO                         |  | FUNGO                            |                                                                                       |                                    |
|  | LASCA                           |  | EROSÃO                         |  | DEPÓSITO SUPERFICIAL                |  | MUSGO                            |                                                                                       |                                    |



LOCALIZAÇÃO DOS DETALHES PORTADA  
LATERAL DIREITA INSP  
ESCALA: 1/20



DET. 1A PORTADA LATERAL DIREITA INSP  
ESCALA: 1/5



DET. 1B PORTADA LATERAL DIREITA INSP  
ESCALA: 1/5

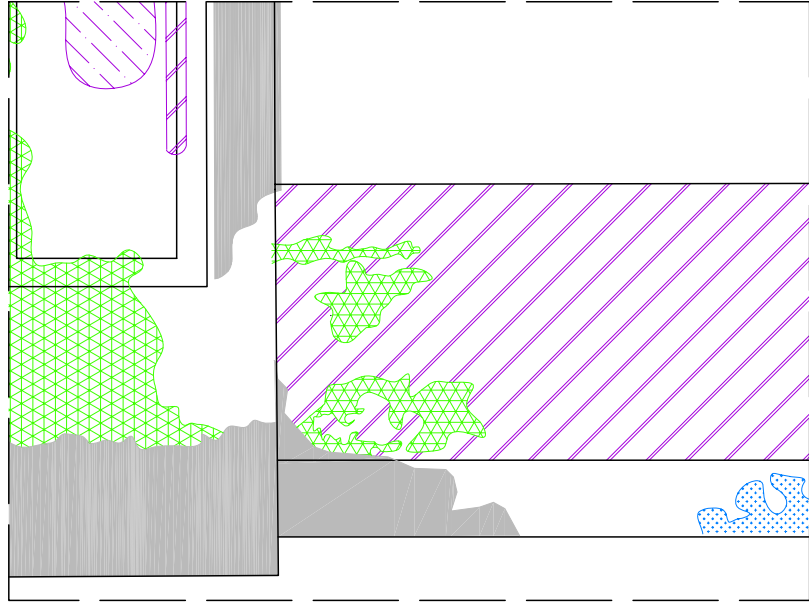
LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                                                                       |                                |                                                                                       |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|  | GRUPO III<br>PERDA DE MATERIAL |  | LACUNAS/PERDAS |
|  | ALVEOLIZAÇÃO                   |  | EROSÃO         |
|  | PITTING                        |  | ARREDONDAMENTO |

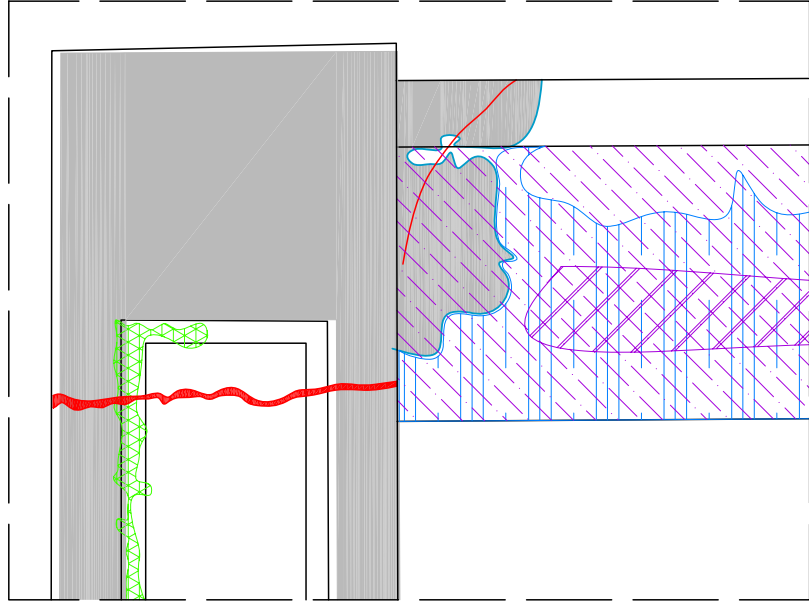
|                                                                                       |                                     |                                                                                       |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | GRUPO IV<br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | INCRUSTAÇÃO |
|  | SUJIDADE + DEPÓSITO<br>SUPERFICIAL  |                                                                                       |             |

|                                                                                     |             |                                                                                     |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | MANCHAMENTO |  | GRUPO V<br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |
|                                                                                     |             |  | FUNGO                            |

|                                                                                     |                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  | OUTROS<br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|



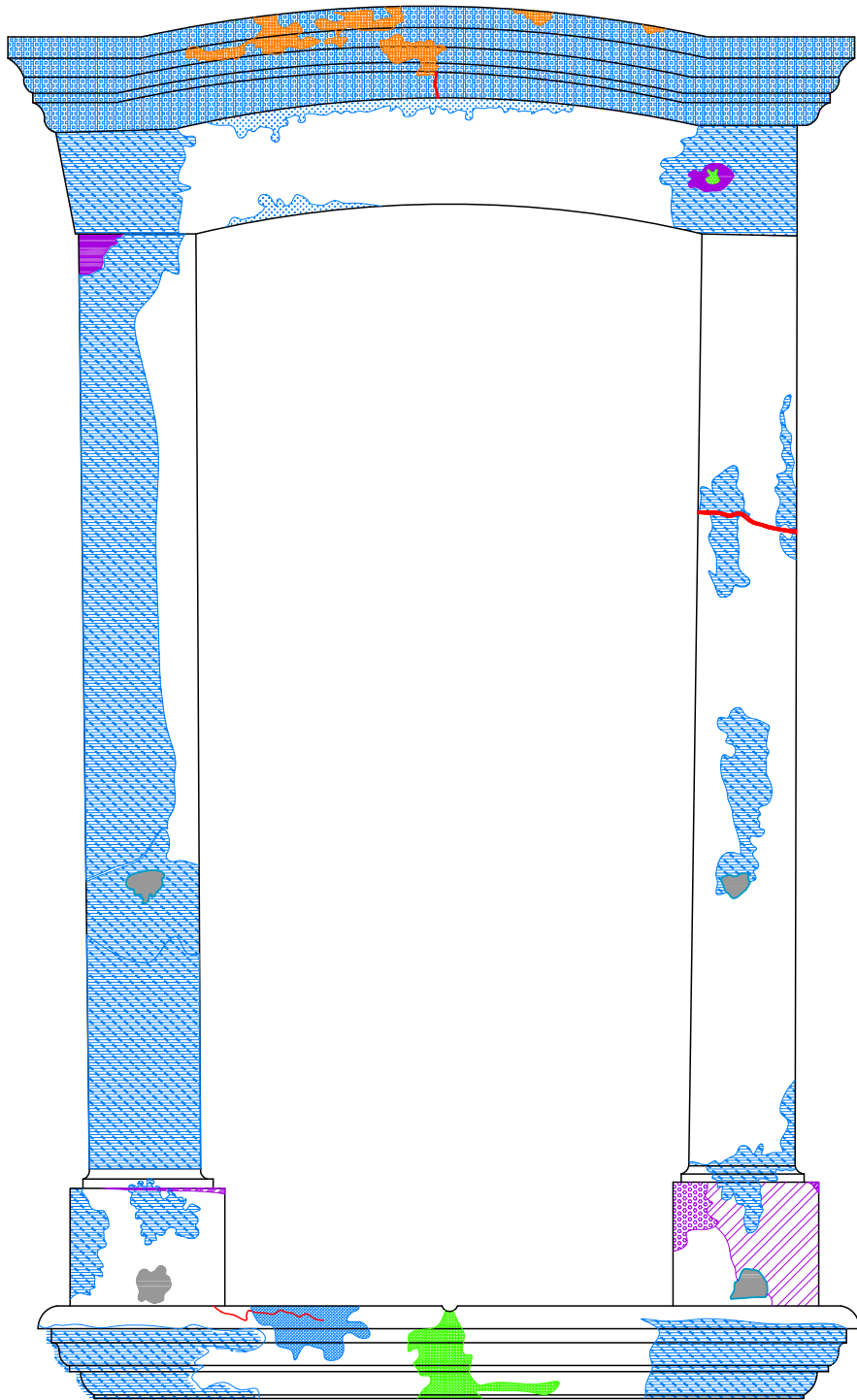
DET. 2A PORTADA LATERAL DIREITA INSP  
ESCALA: 1/5



DET. 2B PORTADA LATERAL DIREITA INSP  
ESCALA: 1/5

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

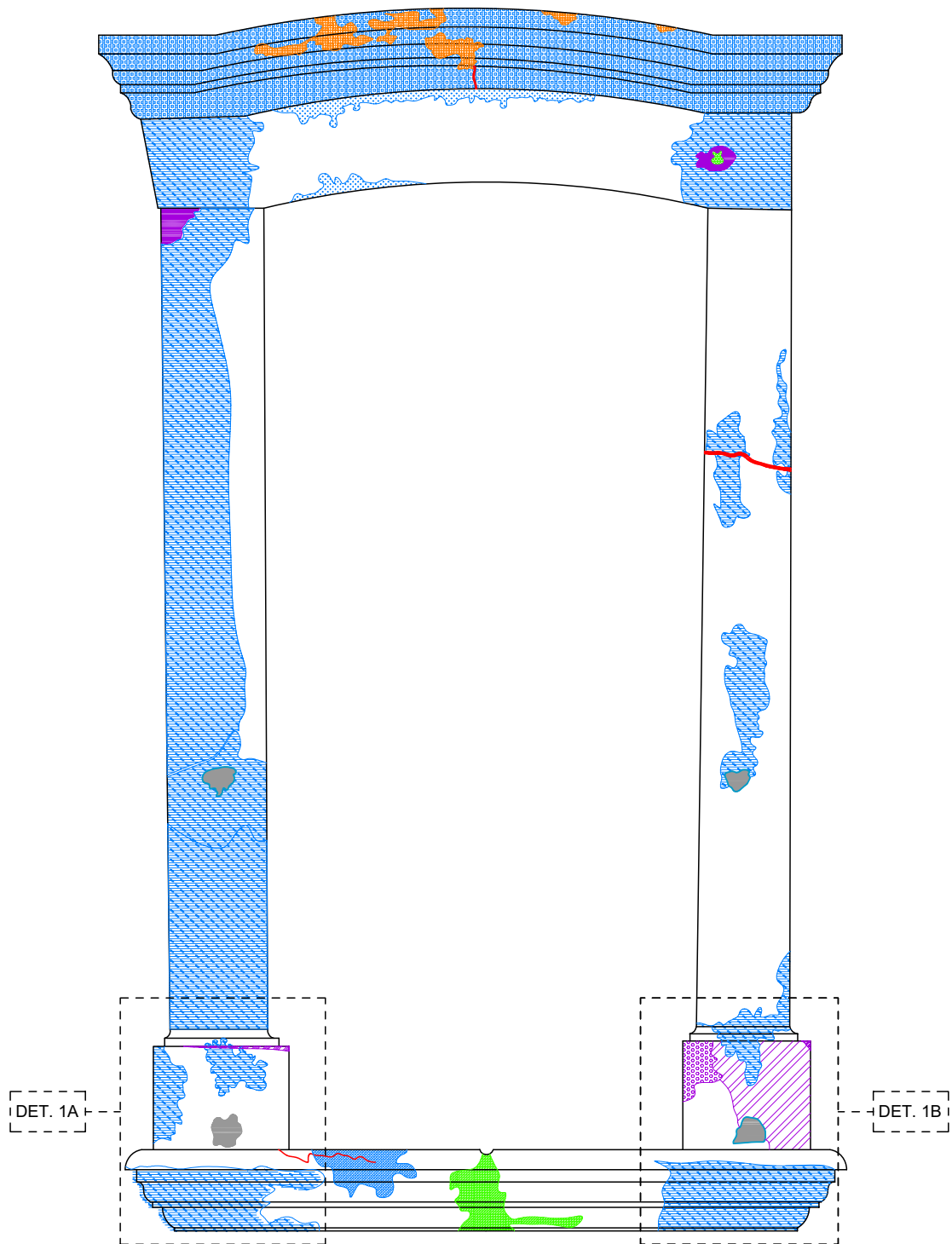
|                                                                                       |                                        |                                                                                       |                                       |                                                                                       |                       |                                                                                      |                                            |                                                                                     |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL |  | <b>LACUNAS/PERDAS</b> |  | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA |
|  | FRATURA                                |  | ALVEOLIZAÇÃO                          |  | EROSÃO                |  | INCRUSTAÇÃO                                |  | FUNGO                                   |
|  | FISSURA                                |  | PITTING                               |  | ARREDONDAMENTO        |  | SUJIDADE + DEPÓSITO SUPERFICIAL            |  | OUTROS                                  |
|                                                                                       |                                        |                                                                                       |                                       |                                                                                       |                       |                                                                                      |                                            |  | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA                |
|                                                                                       |                                        |                                                                                       |                                       |                                                                                       |                       |                                                                                      |                                            |  |                                         |



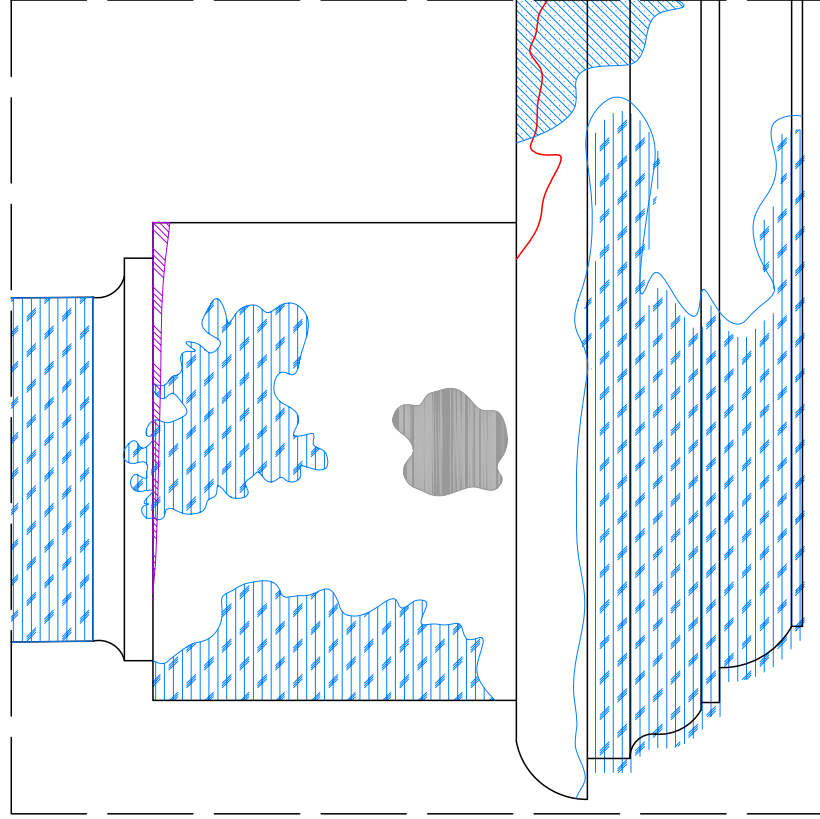
MAPA DE DANOS JANELA TORRE SINEIRA INSP  
 ESCALA: 1/15

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

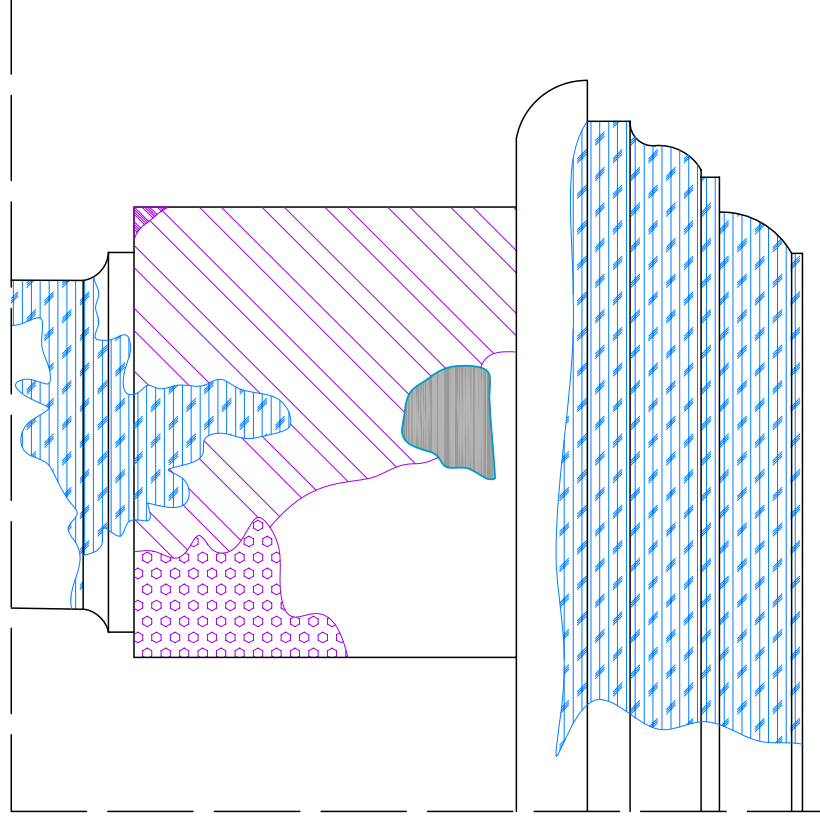
|                                                                                     |                                        |                                                                                     |                                       |                                                                                     |                                            |                                                                                       |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|  | <b>GRUPO I</b><br>FRATURA E DEFORMAÇÃO |  | <b>GRUPO III</b><br>PERDA DE MATERIAL |  | <b>GRUPO IV</b><br>DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO |  | PÁTINA                                    |
|  | FRATURA                                |  | ALVEOLIZAÇÃO                          |  | CROSTA NEGRA                               |  | <b>GRUPO V</b><br>COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA   |
|  | FISSURA                                |  | PITTING                               |  | SUJIDADE                                   |  | FUNGO                                     |
|  | <b>GRUPO II</b><br>DESTACAMENTO        |  | LACUNAS/PERDAS                        |  | MANCHAMENTO                                |  | LIQUEN                                    |
|  | DESCAMAÇÃO + PERDA                     |  | ARREDONDAMENTO                        |  | INCRUSTAÇÃO                                |  | <b>OUTROS</b><br>INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |



LOCALIZAÇÃO DOS DETALHES JANELA TORRE SINEIRA  
INSP  
ESCALA: 1/20



DETALHE 1A JANELA TORRE SINEIRA INSP  
ESCALA: 1/5



DETALHE 1B JANELA TORRE SINEIRA INSP  
ESCALA: 1/5

LEGENDA DAS PATOLOGIAS:

|                                                                                       |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|  | GRUPO I              |
|  | FRATURA E DEFORMAÇÃO |
|  | FISSURA              |
|  | GRUPO III            |
|  | PERDA DE MATERIAL    |
|  | ALVEOLIZAÇÃO         |

|                                                                                      |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | PITTING                  |
|  | ARREDONDAMENTO           |
|  | GRUPO IV                 |
|  | DESCOLORAÇÃO E DEPÓSITO  |
|  | MANCHAMENTO              |
|   | OUTROS                   |
|   | INTERVENÇÃO EM ARGAMASSA |
|   | PÁTINA                   |