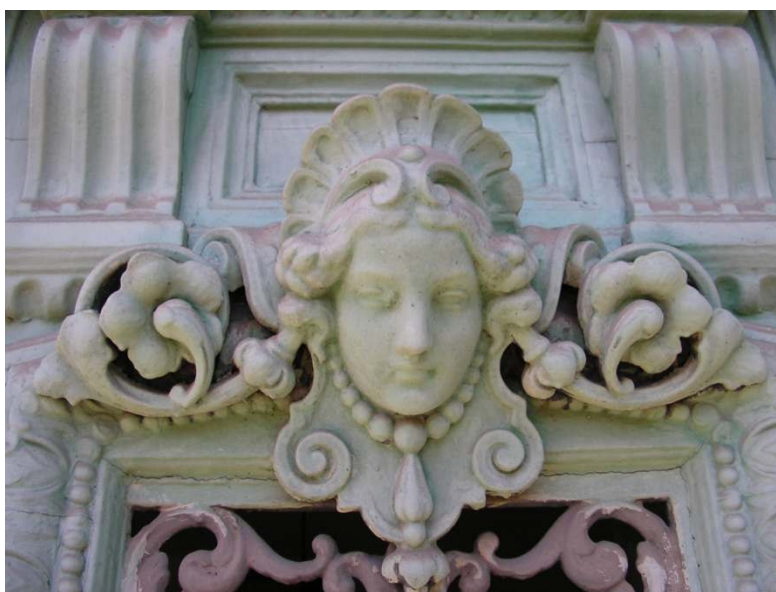


**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**

Carlos Dion de Melo Teles



Inspeção de fachadas históricas

Levantamento de materiais e danos de argamassas de revestimento

**São Carlos
2010**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Carlos Dion de Melo Teles

Inspeção de fachadas históricas:

Levantamento de materiais e danos de argamassas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Paulo, para obtenção do grau de Doutor em Arquitetura.

Área de Concentração: Arquitetura,
Urbanismo e Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Osny Pellegrino Ferreira

São Carlos

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

T269i Teles, Carlos Dion de Melo
Inspeção de fachadas históricas : levantamento de materiais e danos de argamassas / Carlos Dion de Melo ; orientador Osny Pellegrino Ferreira. -- São Carlos, 2010.

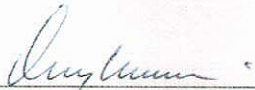
Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Patrimônio histórico. 2. Inspeção. Argamassas. I. Título.


FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Engenheiro CARLOS DION DE MELO TELES.

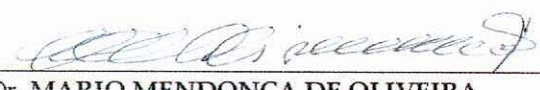
Tese defendida e julgada em 20.10.2010 perante a Comissão Julgadora:




Prof. Dr. **OSNY PÉLLEGRINO FERREIRA** – (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO



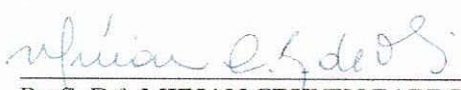
Prof.^a. Dr.^a. **MARIA ÂNGELA PEREIRA DE CASTRO E SILVA BORTOLUCCI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) APROVADO



Prof. Dr. **MARIO MENDONÇA DE OLIVEIRA**
(Universidade Federal da Bahia/UFBA) APROVADO



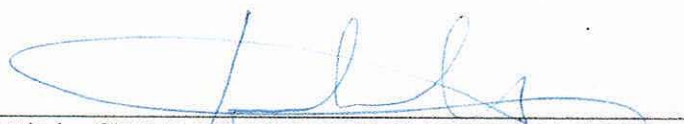
Prof. Dr. **MARCOS TOGNON**
(Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP) APROVADO



Prof.^a. Dr.^a. **MIRIAN CRUXEN BARROS DE OLIVEIRA**
(Instituto de Pesquisas Tecnológicas/IPT) APROVADO



Prof. Titular **RENATO LUIZ SOBRAL ANELLI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo



Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedicatória

À Valéria, minha esposa, com amor e gratidão por seu incentivo, carinho, companheirismo e apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho.

Ao meu filho, Tiago, por todas as vezes que em me tirou da elaboração desta tese com um simples sorriso.

Aos meus pais, por me proporcionarem seus ombros, para que eu alçasse voos mais altos, e seu amor, para que eu nunca perdesse vínculo com minhas raízes.

Aos meus irmãos, cunhados, primos, compadres e amigos pelas alegrias compartilhadas.

À prof.^a Maria Ângela Bortolucci, pelo incentivo, apoio, exemplo e altruísmo.

“Acredito que somos anjos de uma asa só;
Precisamos nos abraçar para alçar voo.
Precisamos uns dos outros.”

Autor desconhecido

Agradecimentos

Agradecemos ao orientador, prof. Osny Pellegrino, pelo voto de confiança e apoio dado para o desenvolvimento deste trabalho.

Em especial agradeço à prof.^a Ângela Bortolucci, quem primeiro incentivou para que começássemos este doutorado e que tantas vezes contribuiu nas discussões.

Ao prof. Marcos Tognon, pela franca troca de ideias, sugestões, incentivo e sua desafiadora e recorrente questão: “-Dion, isso dá tese?”.

Ao prof. Eduvaldo Paulo Sichieri, pelo auxílio na definição do tema, na estruturação e validação de conceitos.

No laboratório LCC, agradecemos a todos, e particularmente a Sérgio Trevelin, Paulo César Albertini, Paulo W. Pratavieira, prof. Javier Mazariegos Pablos e prof. João Adriano Rossignolo.

Muitas correções importantes foram sugeridas, com paciência e dedicação, pelos bons amigos Fernando Tsukumo e Carlos Lívio Benassi.

Os estudos de caso não seriam possíveis sem uma atuação em equipe, das pessoas de diversas instituições, a quem agradecemos:

O esforço conjunto deste levantamento foi gerenciado pelo IHL, Instituto Herbert Levy, em especial pelo eng. José Carlos Barboza de Oliveira. Também o IHL realizou a captação de recursos para a execução deste trabalho, da Petrobras e da Casa da Moeda do Brasil, com incentivo da Lei Federal de Incentivo à Cultura, através do Ministério da Cultura.

A coordenação foi da arq. Marisa Assumpção, acrescida do uso de seus trabalhos de levantamento histórico.

A análise de amostras da edificação foi realizada pelo IPT (Institutos de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo). Agradecemos (em ordem alfabética) a todos os participantes do IPT: Ademir Nunes, Cláudia Bastos, Daniel Martins Aleixo, Eduardo Brandau Quitete, Eli Arruda Toledo, Fabiano Ferreira Chotoli, Jilson Cardoso, Mírian Crúxen Barros de Oliveira, Nilson de Paulo, Priscila Melo Leal Menezes, Thais Noffs Battestin e Valdecir Angelo Quarcioni, além de toda equipe de apoio.

Os mapeamentos de danos do Paço de São Cristóvão foram transcritos pela Ingenium Arquitetura e Restauro, coordenado pelo arq. Luciano Jardim, a quem agradecemos. Também é de sua autoria o levantamento de danos do Torreão Norte, fachadas Norte e Oeste. O mapeamento de danos do Centro Cultural e Museu da Casa da Moeda do Brasil foi transcrito por Bruno de Oliveira Furquim.

Agradecemos toda a equipe do IPHAN, pelos questionamentos que contribuíram para a metodologia;

À participação do químico Cláudio Monteiro, da Minercal, que foi muito importante para o ajuste da formulação;

Também agradecemos à CAPES, que proporcionou bolsa de estudos importante para a dedicação durante cerca de um ano.

Talvez mais importante, agradeço à arq. Valéria Mantovani de Melo Teles, pelo suporte técnico e revisão. Também à Valéria, esposa, e a meu filho, Tiago, pela compreensão quanto ao tempo subtraído do nosso convívio e pelo incentivo nas horas necessárias.

Esta tese foi desenvolvida empregando softwares livres, quase exclusivamente. Assim, quero agradecer a todas as pessoas que dedicaram seu tempo livre ou profissional para depois oferecer aos demais seus frutos.

A fachada pertence àquele que a olha

Victor Hugo apud Vallière (1998)

Quem cuida, tem

Ditado popular

O problema da recuperação e restauração de monumentos (...) é extremamente complexo. Primeiro porque depende de técnicos qualificados cuja formação é demorada e difícil, pois requer, além do tirocínio de obras e de familiaridade com processos construtivos antigos, sensibilidade artística, conhecimentos históricos, acuidade investigadora, capacidade de organização, iniciativa e comando e, ainda finalmente, desprendimento.

Compromisso de Brasília (COSTA, 1970)

É absolutamente necessário dispor de melhores programas de formação de pessoal qualificado.

Estes programas deveriam ser flexíveis, multidisciplinares e compreender um aprendizado que permita adquirir uma experiência prática sobre a matéria.

Declaração de Amsterdã, 1975

Resumo

As argamassas de fachada protegem a edificação, seu conteúdo e revelam sua identidade, funções realçadas quando se trata de patrimônio histórico. Elas sofrem pelo intemperismo, umidade, vandalismo, intervenções malsucedidas e vícios de fabricação. A tese apresenta e aplica uma metodologia de levantamento de danos, materiais e técnicas construtivas, para a conservação ou restauro de argamassas de fachadas históricas. Revisa a literatura de preservação arquitetônica e demonstra a importância desse levantamento. Faz uma compilação dos mecanismos de degradação de argamassas históricas. Traz informações práticas sobre acesso vertical à fachada, definição de objetivos de levantamento, representação da evolução histórica, elaboração de formulários de campo e orçamento. Apresenta proposta de formação de inspetores, revisa a bibliografia e propõe metodologia de levantamento de danos, materiais e métodos construtivos. No levantamento de danos, emprega a inspeção visual e ensaio não destrutivo, por percussão com martelo de bordas em ABS. Revê e propõe critérios de amostragem e protocolos de análises laboratoriais. Emprega análise macroscópica, difração de raios-X (DR-X), petrografia e química por digestão ácida. Traz sugestões quanto à síntese e apresentação dos resultados à equipe de restauração. A metodologia prima pela simplicidade e economicidade, foi desenvolvida através de três estudos de caso, sendo dois no Paço de São Cristóvão – Pátio Maior e na fachada principal - e a fachada exterior do futuro Museu da Casa da Moeda do Brasil, ambos no Rio de Janeiro, juntos somando aproximadamente 4.400m² de argamassa. As informações de materiais e métodos construtivos contribuíram para o levantamento histórico e compreensão da patologia. O levantamento de danos por percussão indicou 69% de argamassa comprometida (problemas de aderência ou reposição inadequada) no Pátio Maior, apesar da inspeção visual indicar somente 5% de ausência de argamassa por queda. A demolição cuidadosa das argamassas degradadas comprovou um desvio de apenas 4% do levantamento de danos por percussão. O protocolo de análise laboratorial agrupou as amostras pela inspeção macroscópica e/ou DR-X, realizando análises mais completas apenas em representantes destes grupos. Empregou a DR-X na identificação mineralógica. A petrografia foi muito versátil, agregando informações sobre composição mineralógica, granulometria, porosimetria, traço aproximado e história geológica. O traço foi avaliado através da análise química, comprovada para argamassas de areia, cal e/ou cimento, entretanto limitada na presença de agregado carbonático e/ou argila. Os estudos de caso apresentaram composições de envolvendo cal, areia, saibro, cimento e agregado carbonático. Fragmentos de conchas/corais foram encontrados em diversas amostras. As patologias foram relacionadas a torrões de argila na composição da argamassa, falta de aglomerante e incompatibilidade entre emboço e reboco. A apresentação de resultados na forma de mapas temáticos foi eficaz no ambiente multidisciplinar. A aplicação da metodologia se demonstrou viável e útil no apoio às decisões de restauro de argamassas de fachadas históricas, podendo ser aplicada também a argamassas contemporâneas.

Palavras-chave: inspeção de fachadas; argamassas; patrimônio histórico

Abstract

Façade renders protect the building, it's content and reveal it's identity. Those roles are even more important on cultural heritage buildings. Renders decay under weathering, damp, vandalism, unsuccessful interventions and manufacturing defects. This thesis presents and applies an assessment methodology concerning historical façades plasters, construction methods and damage. The architectural preservation literature is reviewed, highlighting the importance of such assessment. Rendering decay mechanisms are compiled, focused on historical mortars. Practical field information is described, including façade vertical access, assessment objectives definition, historical evolution representation, field forms design and implied costs. An inspector formation proposal is outlined. Materials, construction methods and damage assessment literature are reviewed and a method is proposed. Damage assessment relies on visual inspection and nondestructive essay, using ABS faced hammer percussion. Sampling criteria and laboratory protocols are reviewed and proposed. The proposed protocol applies macroscopic analysis, X-ray diffraction (XRD), petrography and acid digestion chemical analysis. Suggestions are made concerning results synthesis and presentation to preservation team. Presented methodology, based on simplicity and low cost, was developed during three case studies: two on São Cristóvão Palace – Main Court and Main Façade- and the exterior façades of the future Casa da Moeda do Brasil Museum, both in Rio de Janeiro. The three studies account for roughly 4.400 m² of assessed rendered surface. Construction methods and materials assessment contributed to the building's historical studies and pathology comprehension. Percussion assessment evaluated damage on 69% of the Main Court rendered area, although visual inspection accounted only 5% of missing render. Careful demolition of damaged render proved a 4% deviation from percussion assessment forecast. Laboratory protocol grouped samples based on macroscopic evaluation and/or XRD. Only group representatives were submitted to further analysis. XDR was used for mineralogical identification. Petrography proved a very versatile essay, yielding data on composition, granulometry, porosimetry, approximated formulation and geological history. Plaster composition was evaluated by chemical analysis blind proofed for sand, lime and/or Portland cement, though impaired when carbonate aggregate and clay particles are present. Case studies showed various mortar formulations, comprising lime, sand, clay, cement and carbonate aggregate. Sea shell/reef fragments were found in several samples. Pathology was related to the presence of clay lumps, lack of binder and incompatibility between plaster layers. Thematic maps were successfully used in results presentation to multidisciplinary teams. The proposed methodology is viable and useful, supporting decisions within architectural preservation of historical façades plaster rendering. Contemporary façades can benefit from the methodology as well.

Keywords: facade assessment; plaster render; cultural heritage

Lista de ilustrações

Figura 1: Templo de Hokki-ji, em Nara (Japão).....	57
Figura 2: Esquema do processo de tomada de informação para posterior decisão sobre o tipo de conservação a ser adotado (continua na Figura 3).....	63
Figura 3: Esquema do processo decisório do tipo de intervenção de conservação (continuação da Figura 2).....	66
Figura 4: Esquema de origem das patologias em argamassas de revestimento.....	71
Figura 5: Possíveis causas de umidade em paredes não enterradas.....	72
Figura 6: Presença de sais em paredes, com ou sem degradação.....	74
Figura 7: Alterações de aspecto de uma argamassa, seus mecanismos e a profundidade de seus danos	76
Figura 8: Danos físicos encontrados em argamassas: características e prováveis mecanismos	78
Figura 9: Fluxograma de intervenção em fachadas históricas argamassadas, destacando as etapas abordadas nesta tese.....	82
Figura 10: Guindaste em posição de trabalho, ao lado do Museu CMB.....	92
Figura 11: Esquema de envelope de trabalho para diferentes guindastes.....	93
Figura 12: Envelope de trabalho da plataforma Z-80/60.....	96
Figura 13: Provável evolução histórica da construção do Pátio Maior.....	107
Figura 14: Composição provável dos substratos das paredes das fachadas do Pátio Maior.....	108
Figura 15: Ilustração datada de 1870, quando o edifício abrigava o Museu Nacional	112
Figura 16: Representação pertencente ao projeto de reforma, onde ainda não há previsão da fachada chanfrada na esquina.....	112
Figura 17: Planta baixa do primeiro pavimento, pertencendo ao Relatório de 1906, indicando a fachada chanfrada na esquina (reprodução fora da escala)..	113

Figura 18: Croqui do Palácio da Quinta da Boa Vista, com indicativo do norte (não exato), e localização dos corpos do Torreão Norte, Fachada Central e Torreão Sul.....	118
Figura 19: Croqui do Paço de São Cristóvão, indicando a sigla empregada para cada trecho de fachada.....	118
Figura 20: Exemplo de nomenclatura das aberturas aplicado à fachada FC-N.....	119
Figura 21: Representação da nomenclatura usada, com exemplo WN 25.....	120
Figura 22: Nomenclatura dos elementos de fachada.....	121
Figura 23: Passo um, percutir o martelo em ziguezague, cobrindo toda a área, até encontrar um ponto com som alterado.....	139
Figura 24: Percutir buscando os pontos onde há mudança do tipo de som.....	139
Figura 25: Riscos na parede indicando áreas com argamassa sã e com argamassa degradada.....	139
Figura 26: Adornos pré-moldados aplicados sobre a abertura FC-S-21, destacados em azul.....	144
Figura 27: Detalhe de argamassa de emboço exposta, com marcas de apicoado, junto à abertura FC-S-31.....	144
Figura 28: Detalhe do friso sobre a abertura TS-S23, onde a perda de argamassa deixa à mostra os cravos que servem de estrutura. Em detalhe, um cravo, com seção quadrada, em ferro forjado.....	144
Figura 29: Balaustradas do Torreão Norte, similares às do Torreão Sul.....	145
Figura 30: Janela TS-N-12, tendo ressaltados em azul dois pontos em que se encontram argamassas expostas pela perda da argamassa de acabamento atual. No detalhe à direita, a marca de um rusticado, em posição diferente do rusticado atual	145
Figura 31: detalhe de um capitel sem a argamassa de acabamento, deixando à mostra os tijolos que constituem sua volumetria.....	146
Figura 32: Balaústres da Fachada Central Sul, similares aos encontrados no jardim	146
Figura 33: Detalhe de uma erupção do reboco, junto à abertura TS-S-25.....	147
Figura 34: Mapeamento esquemático dos diferentes substratos encontrados (sem escala).....	150

Figura 35: Argamassa de emboço exposta pela perda de reboco, junto à abertura TN-S-21	147
Figura 36: presença de agregado biogênico em argamassa desprendida da Fachada Central, porção central.....	147
Figura 37: Substrato de pedra exposto pela perda da argamassa por influência da umidade.....	148
Figura 38: Pilastra com tijolos expostos (N16).....	151
Figura 39: Fratura na verga em cantaria da abertura TN-E-23.....	149
Figura 40: Cacos de telha colonial empregados para preencher volume na argamassa, junto à abertura N14.....	152
Figura 41: Detalhe de caco de telha colonial empregado para preencher volume na argamassa.....	152
Figura 42: Parte superior da pilastra junto à WN23, onde a argamassa ausente permite ver um caco de telha marselhesa.....	152
Figura 43: Detalhe de caco de telha marselhesa, junto à WN23.....	152
Figura 44: Adornos junto ao óculo da janela WN23.....	153
Figura 45: A perda de material de um friso de adorno junto ao óculo da janela WN23 deixa à mostra cravo oxidados, empregados na armação de frisos.....	153
Figura 46: Friso perdido junto à janela N29, onde restaram à mostra cravos empregados como armação, muito oxidados.....	153
Figura 47: Detalhe de um cravo recuperado em N29, onde ainda se percebe a seção quadrada, típica dos cravos forjados.....	153
Figura 48: Parapeitos no térreo, em argamassa reforçada com barra chata de ferro. Atrás, a cantaria do séc. XIX.....	154
Figura49: Detalhe da barra chata de reforço.....	154
Figura 50: N12 - Pedra de cantaria indo até o chão, resquício de antiga porta.....	155
Figura 51: WS17 - Pedra de cantaria indo até o chão, resquício de antiga porta.....	155
Figura 52: WN13 - Presença de alvenaria ao lado da janela, indicando a redução do vão de uma antiga porta mais larga.....	156

Figura 53: WS14 - Ausência de cantaria, distinguindo do período das demais aberturas.....	156
Figura 54: N27 – Alvenaria fechando vão de antiga porta-balcão. À esquerda, cantaria da porta indo até a laje de pedra do balcão, que foi cortada.....	156
Figura 55: WN25 – Detalhe da laje de pedra do balcão, com marcas de corte bruto	156
Figura 56: WS12 - Arco da cantaria (indicado pelo pontilhado) 28cm mais alto do que a abertura da janela.....	157
Figura 57: WS13 - Pedra de cantaria (indicada pelo pontilhado) interrompida 42,5cm acima do peitoril.....	157
Figura 58: N13 - Tubo de queda em cobre (à direita), exposto pela perda de material da pilastra.....	158
Figura 59: N21- Argamassa de acabamento encontrada sob a argamassa de acabamento atual.....	159
Figura 60: Resumo comparativo dos danos encontrados em todas as fachadas inspecionadas.....	161
Figura 61: Gráfico resumo dos danos levantados nas fachadas.....	162
Figura 62: Mapa esquemático indicando os locais aproximados da retirada de corpos de prova (sem escala).....	178
Figura 63: Amostra N24 (Museu CMB). Agregado de vidro (provável escória) aglutinando grãos de quartzo - polarizadores paralelos.....	185
Figura 64: Amostra N24 (Museu CMB). Idem figura 63, polarizadores cruzados. O quartzo cristalino se apresenta em tons de cinza. A porção vítrea em preto.	185
Figura 65: Fluxograma do método IPT de análise química de argamassas, parte 2 de 2	189
Figura 66: Esquema simplificado de um Microscópio Eletrônico de Varredura - MEV	193
Figura 67: Fluxograma do método IPT de análise química de argamassas, parte 1 de 2	190
Figura 68: Fluxograma de análise de argamassas históricas.....	197
Figura 69: Caracterização mineralógica-petrográfica de argamassas históricas.....	199

Figura 70: Caracterização química de argamassas históricas, segundo de Midendorf et al.....	200
Figura 71: Protocolo para caracterização de argamassas históricas, segundo Arioglo e Acun.....	201
Figura 72: Diagrama sobre caraterização de argamassas históricas, segundo Kanan	202
Figura 73: Protocolo de análise de argamassas do IPT,	203
Figura 74: Método proposto: pré-levantamento e análise-chave.....	207
Figura 75: Método proposto: análise completa.....	211
Figura 76: Método proposto: identificação de sais solúveis	213
Figura 77: Semelhança entre traços de reboco, segundo análise petrográfica do Relatório IPT nº 901 013.....	217
Figura 78: Variação do percentual em volume de gesso, tendo como referência o volume de cal das argamassas das paredes dos diversos andares da Fachada Leste (Pátio Maior). Emboço e reboco.....	227
Figura 79: Representação esquemática da análise visual das amostras, utilizada para pré-triagem.....	229
Figura 80: Representação esquemática das análises realizadas nas amostras de argamassas.....	231
Figura 81: Amostra TS-N-11 (LMCC-P 216/07, lâmina IPT 10.898) fragmento de osso com borda fosfática incluso (esquerda). Polarizadores descruzados.	233
Figura 82: Amostra TN-E-13 R (LMCC-P 208/07), lâmina IPT nº 10.896. Aspecto dos vazios: bolhas de ar aprisionado (Bo) e microfissuras (MF). Notar agregado de cristais de belita (Be). Polarizadores descruzados.....	235
Figura 83: Amostra FC-N-13 (Emboço 1, LMCC-P-217/07 e1, lâmina IPT 10.899). Torrão de cimento. Polarizadores descruzados.	236
Figura 84: Representação esquemática da composição das argamassas da Fachada Frontal e torreões. Notar que as indicações com hachura vertical ou horizontal são inferências, baseadas na análise visual e comparadas às demais amostras, estas últimas avaliadas por DR-X, petrografia e análise química.....	238
Figura 85: Vista de furo existente na argamassa próximo a WW13 (Fachada Central). Sob a pintura há uma argamassa de emboço muito alva.....	240

Figura 86: Detalhe do furo em profundidade. A caneta indica a separação entre duas camadas de emboço.....	240
Figura 87: A degradação de uma pilastra expôs camadas de argamassa em WN27..	241
Figura 88: Detalhe da separação entre duas argamassas na pilastra WN27, uma mais branca e uma alaranjada.....	241
Figura 89: Torrão de argila presente no emboço alaranjado, frequentemente maior que 5mm (N13).....	242
Figura 90: Fragmento de agregado biogênico, frequente nestas argamassas, indicam uma calcinação incompleta da cal (N13).....	242
Figura 91: Agregado calcário de origem mineral presente na argamassa de emboço alaranjada (N13).....	242
Figura 92: Presença de fragmento de agregado biogênico e de carvão, indicando uma calcinação incompleta (N29).....	242
Figura 93: Fragmento de rocha (N29).....	243
Figura 94: Fragmento de madeira, provavelmente sobra da calcinação (N29).....	243
Figura 95: Argamassa pigmentada espessa (WW14 - porta principal).....	244
Figura 96: Argamassa pigmentada anormalmente espessa (N21).....	244
Figura 97: Grupos de argamassas de assentamento.....	247
Figura 98: Amostra WW37 - Emboço (LMCC-P 478/09). Fragmento de solo (seta vermelha). Polarizadores paralelos.....	249
Figura 99: Emboço: grupos de argamassa segundo análise macroscópica (círculos) e petrográfica (losangos).....	250
Figura 100: Amostra WW22 -Emboço (LMCC-P 472/09).Grão de provável belita -silicato dicálcico (seta vermelha) com halo de hidratação (seta amarela).Polarizadores cruzados.....	251
Figura 101: Amostra N24 (LMCC-P467/09). Contato entre as camadas mais internas. Porção mais externa para o topo. Polarizadores paralelos.....	252
Figura 102: Reboco: grupos de argamassa segundo análise macroscópica (círculos) e petrográfica (losangos).....	253

- Figura 103: Amostra "Esquina Adorno" (LMCC-P 487/09). Grãos de provável belita (silicato dicálcico, setas vermelhas) com halo de hidratação. Rocha carbonática mal calcinada (seta amarela). Polarizadores paralelos.....256
- Figura 104: Amostra N24 – Reboco 3 (LMCC-P 467/09). Agregado alterado por consumo em processo de reação com o ligante. O agregado localiza-se na interface reboco 3 e emboço. Polarizadores paralelos.....259
- Figura 105: Amostra N24 – Reboco 3 (LMCC-P 467/09). Pseudo vug preenchido por portlandita. Trata-se de vidro com borda de reação interna e neoformação de portlandita. À esquerda, polarizadores paralelos; à direita, cruzados.261
- Figura 106: Fluxograma de escolha do método de acesso vertical e sua contribuição no orçamento..... 276

Lista de Tabelas

Tabela 1: Consolidação da Cartas Patrimoniais específicas do patrimônio arquitetônico, quanto à sua abrangência e natureza (teórica, prática ou salvaguarda).....	46
Tabela 2: Tabela-resumo dos tipos de conservações indicados na Carta de Burra.....	50
Tabela 3: Critérios gerais de decisão sobre o tipo de intervenção	68
Tabela 4: Resumo dos métodos de acesso vertical às fachadas.....	102
Tabela 5: Grupos de objetivos e extratos dos objetivos dos exemplos.....	104
Tabela 6: Representação esquemática da evolução histórica da Fachada do Paço....	109
Tabela 7: Apresentação esquemática da nomenclatura empregada.....	117
Tabela 8: Apresentação esquemática da nomenclatura empregada.....	119
Tabela 9: Nomenclatura empregada nas fachadas.....	120
Tabela 10: Níveis de degradação de argamassas de fachada.....	129
Tabela 11: Comparação entre os resultados do levantamento por percussão e da verificação em obra, por demolição.....	141
Tabela 12: Quadro resumo dos indícios de alterações de aberturas.....	155
Tabela 13: Objetivo do levantamento e fatores a considerar na amostragem: ponderações.....	172
Tabela 14: Relação entre os objetivos de investigação e informações desejadas	180
Tabela 15: Inspeção visual / baixa ampliação.....	183
Tabela 16: Análises físicas do protocolo de Midendorf et al.....	198
Tabela 17: Comparação entre protocolos de análise (Kanan 1 a 4 são, respectivamente, as análises de laboratório: simples; intermediário; avançado; e complementares).....	205
Tabela 18: Composição volumétrica de traço de argamassas de emboço.....	218
Tabela 19: Composição volumétrica de traço de argamassas de reboco.....	218

Tabela 20: Teores de pasta, vazios e agregados nas argamassas de emboço do Pátio Maior.....	220
Tabela 21: Teores de pasta, vazios e agregados nas argamassas de emboço do Pátio Maior (excetuando a amostra do segundo pavimento da Fachada Leste)	221
Tabela 22: Resultados de análise química nas amostras de reboco (Fachada Oeste e Leste – em volume).....	222
Tabela 23: Tabela de reconstituição aproximada de traço em volume, baseada nos resultados da análise petrográfica. O agregado quartzoso é indicado por “areia” e o agregado carbonático é indicado por “carbonato”	237
Tabela 24: Análises laboratoriais realizadas nas amostras, excetuando a análise macroscópica, que foi feita em todas as amostras.....	246
Tabela 25: Composição química para argamassas de assentamento (em massa).....	248
Tabela 26: Composição química para argamassas de emboço (em massa).....	251
Tabela 27: Composição química para argamassas de reboco (em massa).....	254
Tabela 28: Composição química para argamassa de adorno (em massa).....	255
Tabela 29: Exemplo de orçamento na formatação empregada pelos projetos da Lei Federal de Incentivo à Cultura.....	279
Tabela 30: Resumo das áreas levantadas quanto ao dano, por fachada.....	326
Tabela 31: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, fachada norte (R. Constituição).....	326
Tabela 32: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, Fachadas Oeste (Praça da República) com dois pavimentos.....	327
Tabela 33: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, Fachadas Oeste (Praça da República) com três pavimentos.....	327

Lista de abreviaturas e siglas



ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
ATG	Análise termogravimétrica
C2S	Silicato tricálcico
C3S	Silicato tricálcico
CCM	Centro Cultural e Museu
CEU	Conselho Europeu de Urbanistas
CI	Cromatografia de íons
CMB	Casa da Moeda do Brasil
CSH	Silicato de cálcio hidratado
DE	Dispersão de energia
DR-X	Difração de raios-X
DTG	Análise termogravimétrica diferencial
EAA	Espectrografia de absorção atômica
EC	Eletroforese capilar
EDS	Espectrografia de energia dispersiva de raios-X (Energy-dispersive X-ray spectroscopy)
EUV	Espectrografia da luz ultravioleta
FR-X	Fluorescência de raios-X
FTIR	Análise quantitativa através de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier
Hh	Homem-hora (uma hora de trabalho de um homem ou uma mulher)
ICCROM	International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
ICP	Espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (inductively coupled plasma - atomic emission)

	spectrometry - ICP-AES)
IHL	Instituto Herbert Levy
IPHAN	Instituto Brasileiro do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MLP	Microscopia de luz polarizada
MNQBV	Museu Nacional da Quinta da Boa Vista
OEA	Organização dos Estados Americanos
pH	Potencial de hidrogênio
PIHg	Porosimetria por intrusão de mercúrio
SED	Sistema de energia dispersiva
Sig. Cult.	Significação cultural
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNEP	Organização das Nações para o Meio Ambiente
UNEP	Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente
USP	Universidade de São Paulo

Lista de símbolos

°C graus Celsius

Símbolos empregados nos fluxogramas:

	Entrada no processo		Processo
	Conector		Conector em outra página
	Resultados esperados		Decisão
	Fim do processo		Junção de soma

Sumário

1 Introdução.....	33
1.1 Exclusões.....	36
1.2 Justificativa.....	37
1.3 Objetivos.....	40
1.4 Como ler esta tese.....	41
2 Estado da arte.....	44
2.1 Cartas, pedra e cal	44
2.2 Patologia das argamassas.....	69
3 Método proposto.....	81
3.1 Estudos de caso.....	84
4 Antes de sair em campo.....	85
4.1 Formação do inspetor.....	85
4.2 Acesso vertical.....	89
4.3 Definindo os objetivos do levantamento.....	101
4.4 Representação da evolução histórica.....	105
4.5 Convenção de nomenclatura.....	115
4.6 Elaborando formulários de campo.....	121
4.7 Organização digital dos arquivos.....	124
5 Levantamento de campo.....	126
5.1 Estado da arte.....	126
5.2 Métodos construtivos e qualitativo de danos.....	134
5.3 Estudos de caso.....	141
6 Amostragem.....	167
6.1 Estado da arte.....	167
6.2 Método proposto.....	171
6.3 Pátio Maior.....	174

6.4 Fachada do Paço.....	174
6.5 Museu CMB.....	176
7 Análises laboratoriais.....	179
7.1 Estado da arte.....	179
7.2 Método proposto.....	206
7.3 Estudos de caso.....	214
7.4 Pátio Maior.....	216
7.5 Fachada do Paço.....	227
7.6 Museu CMB.....	239
8 Síntese e apresentação dos resultados.....	264
9 Condição material e intervenção.....	266
9.1 Estudo de caso Pátio Maior: propostas de intervenção.....	267
9.2 Estudo de caso Fachada do Paço: proposta de intervenção.....	269
10 O que prever em um orçamento.....	274
10.1 Inspeção de materiais e danos.....	274
10.2 Análises laboratoriais.....	277
11 Conclusões gerais e recomendações.....	281
11.1 Sugestões para trabalhos futuros.....	292
Apêndice A.....	301
Apêndice B.....	304
Apêndice C.....	314
Apêndice D.....	318

1 Introdução

Art.2 - A conservação e o restauro dos monumentos devem recorrer à colaboração de todas as ciências e técnicas que possam contribuir para o estudo e a proteção do patrimônio monumental.

Carta de Veneza

No ano de 2002, chamado para o levantamento de danos das fachadas do Pátio Maior do Paço de São Cristóvão, um patrimônio cultural expressivo, ocorre um diálogo entre um profissional de formação técnica em materiais e a arquiteta responsável pelo projeto de restauração.

“- Então, o que vocês precisam: análises de EDS, DR-X, MEV, FTIR?”

ao que responde a arquiteta:

“- Na verdade, é importante confirmar a evolução histórica, originalidade e patologias.”

Este diálogo não foi real, mas ilustra os jargões de dois campos do conhecimento humano, unidos pelas atividades de conservação do patrimônio cultural. Uma ponte a ser construída. Não havia respaldo de uma norma ou manual específicos. Em 2002, ainda não havia a facilidade de buscar informações que há hoje. Muitos dos documentos citados aqui não estavam disponíveis naquele ano. As bases seriam as normativas internacionais do patrimônio cultural e o fundamento científico, trazido do curso de Engenharia de Materiais.

Esta tese é a formalização da metodologia que começou a ser desenvolvida para o Pátio Maior do Paço de São Cristóvão, e seguiu sendo aprimorada para a Fachada Principal do mesmo Paço e para o edifício do futuro Centro Cultural e Museu da Casa da Moeda do Brasil. Sua delimitação é a avaliação de materiais e danos de argamassas de revestimento de fachadas históricas.

As hipóteses básicas abordadas são:

- que o levantamento de materiais e danos é um estudo preliminar fundamental para a preservação de fachadas de edificações históricas;
- que o método proposto é um método eficaz para o levantamento de materiais e danos de argamassas de revestimento de fachadas de edificações históricas.

As vantagens do método proposto são:

- cobrir todas as atividades, da preparação do levantamento de campo até a seleção de análises laboratoriais e apresentação dos resultados (vide Figura 9, p.82). Somente as análises laboratoriais não são aprofundadas, supondo-se que este serviço será contratado de um laboratório especializado;
- os estudos históricos da edificação propiciam melhor abordagem do levantamento e resultados mas, neste caso, também se beneficiam com as informações coletadas em campo;
- o emprego do ensaio de percussão com martelo de bordas de ABS, um ensaio de baixo custo e muito simples e eficaz, cujo método é detalhado;
- a seleção progressiva das análises laboratoriais, à medida que são obtidos os primeiros resultados, visa melhor aplicação dos recursos disponíveis;
- o agrupamento de amostras por similaridades em análise-chave permite uma visão mais ampla da edificação, mesmo sem fazer análises completas de todas as amostras;
- a apresentação dos resultados em mapas temáticos permite um melhor acesso.

Para compreender melhor a metodologia, são revistas informações necessárias a uma melhor compreensão das questões envolvidas na preservação patrimonial, através da revisão crítica dos documentos normativos. Também é feita uma revisão do estado da arte quanto à

patologia das argamassas.

Visando contribuir para que haja os recursos necessários para o desenvolvimento de levantamentos, são revisadas informações sobre a elaboração de orçamentos para este tipo de trabalho. Estas informações são muito importantes para que orçamentos de projetos que visem se beneficiar da Lei Federal de Incentivo à Cultura¹, para que os recursos sejam previstos desde o princípio. Também serão úteis para profissionais e empresas que desejem realizar este tipo de trabalho, cuja formação é proposta nesta tese.

São empregados três levantamentos reais como exemplos, que juntos somam cerca de 4.400m²:

- Pátio Maior² do Paço de São Cristóvão (Rio de Janeiro – RJ), referido como “Pátio Maior”. Realizado no final de 2002 e começo de 2003, consiste em um grande pátio interno, com vegetação e um chafariz, circundado por fachadas de três pavimentos. Possui uma área de parede, excluídas as janelas, de cerca de 1.900m², integralmente inspecionadas;
- Fachada Principal do Paço de São Cristóvão, referido como “Fachada do Paço”. Realizado no segundo semestre de 2007, consiste nas fachadas do bloco central, onde há a entrada principal, e dos torreões laterais, todos em três pavimentos. Possui uma área de parede, excluídas as janelas e cantarias, de 1.800m², integralmente inspecionadas;
- Centro Cultural e Museu da Casa da Moeda do Brasil, referido como Museu CMB. Realizado no segundo semestre de 2009, consiste em todas as fachadas externas do prédio de esquina, com dois pavimentos, e três pavimentos no corpo central. Possui

¹ Lei nº 8.313 de 23 de dezembro de 1991, conhecida também por Lei Rouanet

² Em contraponto com o Pátio Menor, existente no Paço.

uma área de parede, excluídas as janelas e cantarias, de 770m², dos quais 667m² foram inspecionadas.

Esses estudos são apresentados na forma de extratos dos relatórios elaborados na época, o que explica diferenças de estilo e apresentação entre os exemplos.

As idades das fachadas abordadas, do começo da segunda metade do séc. XIX e começo do XX, situam-se em uma faixa muito comum nas edificações do Corredor Cultural do Rio de Janeiro. A supor uma vida útil semelhante das argamassas, estima-se que este parque construído deverá carecer de levantamentos e intervenções nas décadas que chegam, sendo oportuna a publicação destas experiências acumuladas.

1.1 Exclusões

Este trabalho não aborda outros assuntos relacionados, como as técnicas e materiais de intervenção disponíveis para as fachadas argamassadas, apesar de ser um tópico importante para a tomada de decisão do projeto de restauro. A revisão das patologias é limitada às argamassas, não abordando outras patologias cujos sintomas são revelados na argamassa, como recalques e deficiências estruturais.

Os componentes artísticos das fachadas não são abordados especificamente, embora algumas técnicas de análises laboratoriais tenham sido aplicadas às argamassas de componentes artísticos, nos exemplos da Fachada do Paço e no Museu CMB.

Os efeitos da formulação e/ou porosidade das argamassas no seu desempenho e estética não foram abordados objetivamente, apesar de terem sido citados nos exemplos. Entendemos que a formulação das novas argamassas é um trabalho subsequente ao levantamento de materiais e

danos.

Os valores cromáticos, pátina e efeitos estéticos das argamassas na fachada não foram considerados na metodologia de levantamento.

O único ensaio não destrutivo empregado na metodologia é a percussão com martelo de cabeça polimérica. Outros ensaios são citados na revisão bibliográfica, porém apenas este foi empregado.

Não foram abordadas ou empregadas técnicas de coordenadas que pudessem ajudar no registro, como GIS, fotogrametria de curta distância ou teodolitos, embora a associação com essas técnicas possa ser promissora.

1.2 Justificativa

“Fechar a caixa” é uma das primeiras medidas de intervenção em um edifício histórico em degradação, isto é, intervir em sua cobertura e fachadas de modo a interromper a infiltração de água. Afinal, a umidade está relacionada com a degradação dos mais diversos sistemas arquitetônicos e mobiliário. Este tipo de urgência aponta para uma das funções primordiais das fachadas (e coberturas): proteger a edificação e seus usuários das intempéries. Ao mesmo tempo em que os protegem, as fachadas terão frequentemente portas e janelas que permitirão o contato controlado com este ambiente externo.

A importância das fachadas vai muito além da vedação e contato. John Marston Filch (NEW YORK LANDMARKS CONSERVANCY, 1997) coloca a fachada como uma forma de comunicação do proprietário com a sociedade, exprimindo através dela sua posição social, riqueza, atualização cultural. Um hábito mais antigo que o modismo atual. Filch relata que, na

reconstrução de Varsóvia (Polônia) no pós-guerra, os arquitetos foram surpreendidos com a quantidade de camadas de argamassas até em edifícios medievais. Alguns foram remodelados segundo a cultura vigente – renascença, barroco, rococó – em intervalos de 60 a 70 anos.

Tanto pelo registro dos seus antigos habitantes como pelo testemunho de uma época da sociedade as fachadas adquirem valor cultural. Vallière (1998) atribui a Victor Hugo a expressão: “A fachada pertence àquele que a vê” (tradução livre). Neste ponto de vista, os proprietários das fachadas – todos os habitantes e transeuntes daquele local – estão intitulados a primar pela sua preservação. François Pinchon (VALLIÈRE, 1998) declara: “Em uma obra construída, a fachada constitui a alma da construção. Ela reflete a vontade arquitetural do momento e, além, o estado de espírito e a corrente de pensamento cultural do povo que se exprime através da obra do conceitor.” (prefácio)

Não só pela memória coletiva se obriga a conservação de fachadas. Um acidente em Nova Iorque, 1979, em que um pedestre foi atingido e morto na queda de um fragmento de fachada, levou à criação da “Local Law 10 (1980)” (NEW YORK LANDMARKS CONSERVANCY, 1997), obrigando a inspeção periódica de fachadas de edificações. O receio frente a essa lei levou alguns proprietários à extirpação de elementos arquitetônicos das fachadas, ferindo sua integridade cultural, despertando a intervenção da entidade autora do livro. Já na França, segundo Vallière (1998), a Lei Malraux obriga a manutenção de fachadas a cada 10 anos.

Cada tipo de fachada terá um revestimento externo que será a camada mais marcante na estética. Essa camada poderá ser a própria alvenaria exposta, em pedras ou tijolos. Em outros casos, uma ou mais camadas sobrepostas à alvenaria, constituídas de argamassa, pedra, azulejos, tijolos, lambris ou outros. Essa camada mais externa proverá proteção, além de acabamento estético. Paredes na arquitetura de terra, como taipas de mão, de pilão e adobes,

necessitam de uma camada que as proteja da água. Paredes de tabique, taipa de mão e alguns enxaiméis contam com uma argamassa externa para proteger a estrutura de madeira da umidade. Paredes de alvenaria de pedra, principalmente de pedras menores (ditas “de mão”), empregam argamassas de acabamento para proteger da perda do enfrechamento, sem o qual a parede perderia sua integridade. Paredes de diversos tipos, em regiões sujeitas a sais, como as sujeitas à névoa salina dos litorais, empregam argamassas como proteção aos sais, que muitas vezes as sacrificará.

Fachadas de edificações históricas exigem cuidados especiais em sua manutenção. Não somente pelo aspecto cultural, mas pela questão da compatibilidade. As argamassas de cimento utilizadas no presente se revelam ineficientes por questões diversas, além de mais custosas. Tais argamassas, muito provavelmente, serão incompatíveis com a umidade ascendente, comum em edificações históricas; causarão danos ao introduzir sais lixiviáveis em um sistema vulnerável a eles; serão excessivamente rígidas em relação ao sistema original (defeito este constatado na Fachada do Paço). Portanto, é preciso conhecer o sistema original antes de intervir, para fazê-lo somente quando necessário e da maneira adequada. Sem conhecê-lo, a intervenção poderá ser pouco duradora ou até mesmo prejudicial à edificação.

Assim, a presente tese visa contribuir para o levantamento preliminar de materiais e danos em argamassas de revestimento de fachadas históricas, visando facilitar a coleta das informações necessárias às decisões do projeto de restauro destas edificações.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Contribuir para a conservação do patrimônio cultural arquitetônico, apresentando uma metodologia de levantamento de informações de danos, materiais e técnicas construtivas, necessário ao projeto de conservação arquitetônica de fachadas históricas argamassadas, em particular sobre os elementos minerais destas argamassas, estado de coesão e/ou aderência;

1.3.2 Objetivos específicos

- Promover revisão crítica de normas internacionais de preservação do patrimônio histórico;
- Fazer revisão de literatura técnica sobre patologia de argamassas, levantamento de danos e análises laboratoriais;
- Sugerir uma formação mínima para inspetores que realizam este tipo de levantamento;
- Propor as atividades que devem ser realizadas antes de ir a campo;
- Descrever a metodologia do levantamento em campo, de métodos construtivos, patologias e levantamento de danos por percussão;
- Descrever os critérios de seleção dos locais para retirada de amostras;
- Apontar os critérios de seleção das análises laboratoriais pertinentes.
- Descrever como estudos de caso, trabalhos de campo envolvendo o levantamento de danos e materiais;

- Integrar conhecimentos úteis para a interação produtiva entre os diferentes profissionais no campo da conservação arquitetônica de argamassas;
- Contribuir para que os recursos necessários sejam disponibilizados, através de orçamentos de projetos de preservação elaborados corretamente.

1.4 Como ler esta tese

A estrutura da presente tese conta com uma parte da revisão do estado da arte no início, necessária ao acompanhamento do assunto como um todo. Nela é feita uma revisão crítica dos documentos que regem a preservação do patrimônio histórico, desde as cartas patrimoniais até manuais do Programa Monumenta. Também é feita uma revisão sobre patologias de argamassas, com enfoque nas argamassas antigas.

Outras revisões foram alocadas junto a temas específicos, pretendendo facilitar a leitura. Assim, no capítulo que trata do levantamento em campo, fazemos uma revisão específica do assunto. Da mesma forma, antes de tratar da retirada de amostras das fachadas e também das análises laboratoriais, há revisões específicas.

Ao longo de toda a tese, são apresentados exemplos de três estudos de caso diferentes, com muitos detalhes de aplicação e das limitações envolvidas.

Existem muitas informações práticas no capítulo “Antes de sair em campo”, com o objetivo de melhorar a qualidade do levantamento. Nesse capítulo fazemos uma proposta de formação para o inspetor, abordamos questões de acesso vertical à fachada (e a produtividade que aferimos para cada método), definições de objetivos de levantamento, escolha de nomenclatura para referências, elaboração de formulários de campo e organização digital das

informações colhidas. Nesse capítulo também é abordado um tópico muito importante: a representação da evolução histórica das fachadas, que auxilia muito nas decisões de levantamento, amostragem e interpretação dos resultados.

O levantamento de campo é apresentado em três aspectos: levantamento de materiais e métodos construtivos, levantamento qualitativo de danos e levantamento quantitativo de danos. Este último emprega a técnica de percussão com martelo de bordas de ABS, muito simples, eficaz e que demonstrou um desvio bastante pequeno, podendo ser aplicada para o descolamento de argamassa e para desagregação do reboco.

A seleção de amostras para análise é um tema muito importante, pois será diretamente relacionado com a validade dos resultados. Foi dedicado um capítulo a esse tema.

No capítulo de análises laboratoriais, é feita uma revisão sobre protocolos de análise. O protocolo empregado foi o do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), laboratório contratado para as análises. Como os relatórios do IPT de resultados são extensos, são apresentadas as interpretações dos resultados para os estudos de caso.

Trabalhos no campo da preservação são realizados em equipes multidisciplinares. A comunicação dos resultados deverá atender às diferentes formações envolvidas. Foi dedicado um capítulo sobre esse aspecto. Também é abordada a relação da condição material verificada e das intervenções aplicadas nos estudos de caso já concluídos.

A elaboração de orçamentos pode parecer uma questão à parte. Entretanto, trata-se de uma questão fundamental, pois, sem orçamento corretamente elaborado, a metodologia exposta não terá oportunidade de ser aplicada como foi, e até aprimorada. O tema é abordado no final da tese, pois exige a compreensão prévia de todos os passos do levantamento.

O leitor poderá abordar este trabalho de formas diversas:

- leitura linear, visando acompanhar a lógica da metodologia apresentada;
- leitura comparativa dos estudos de caso apresentados, visando observar as diferentes soluções dadas em cada situação e etapa do levantamento;
- leitura focada em um estudo de caso escolhido, visando conhecer melhor esse levantamento;

2 Estado da arte

Neste capítulo, serão abordados temas ligados ao embasamento teórico do restauro e à patologia das fachadas argamassadas históricas. As revisões sobre técnicas de levantamento de campo, critérios de amostragem e protocolos de análise laboratorial foram deslocadas para capítulos específicos, aproximando-as das metodologias propostas e dos exemplos, visando propiciar uma leitura mais direta e melhor comparação dos conceitos. Estas revisões específicas serão encontradas nos capítulos 5.1 (levantamento de campo), 6.1 (retirada de amostras) e 7.1 (análises laboratoriais). O leitor poderá ler todos os capítulos de revisão antes, se assim preferir.

2.1 Cartas, pedra e cal

Camilo Boito (1884), em sua conferência realizada em Turim, alerta longamente para os riscos diversos que o restauro pode trazer, ilustrando com diversos exemplos distorções causadas pela interferência do restaurador. Diversos manifestos surgiram do crescente interesse pelo legado cultural dos povos e do receio causado pelos restauros malsucedidos e transformações destruidoras sobre esta herança.

Alguns destes manifestos surgiram de eventos profissionais e científicos, como a Carta de Atenas, de 1931. Outros surgiram de encontros promovidos por entidades da Nações Unidas, preocupadas com a preservação do patrimônio da humanidade. Outras, ainda, por eventos políticos, buscando formas de implantar a preservação preconizada. A esse conjunto de documentos publicados damos o nome de Cartas Patrimoniais e podem ser considerados

documentos norteadores da prática da Conservação Cultural. Alguns possuem influência mundial, como os do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios, ICOMOS, ligado às Nações Unidas. Outros congregam países de um continente, que dividem um mesmo contexto cultural. Outros, ainda, são específicos de um país, da implantação de políticas de Conservação em seu território. Muitas vezes, as Cartas internacionais deverão refletir em posturas locais a serem fixadas por Cartas nacionais.

Entre os documentos internacionais, continentais e nacionais com influência no Brasil contamos quarenta documentos. Podemos resumir os assuntos abordados por tais cartas no Apêndice A, em ordem cronológica. Porém, se considerarmos apenas aqueles que tratam especificamente do patrimônio arquitetônico, podem ser consolidados na Tabela 1. Nela, consideramos uma Carta “teórica” quando seu foco é a definição de conceitos ligados à Conservação. As cartas ditas “práticas” focam a transposição desses conceitos para a prática da Conservação, indicando caminhos a se tomar. Já as cartas de “salvaguarda” procuram expor necessidades de ações e atribuir responsabilidades aos governos, legisladores, ONGs, profissionais, de forma a preservar o Patrimônio Cultural. Apesar da importância de todas as Cartas, aquelas ligadas à prática da Conservação são as que mais apoiam os trabalhos de campo, orientando as decisões.

Usando os critérios expostos, vemos, portanto, na Tabela 1 que das quarenta Cartas Patrimoniais, treze são ligadas ao patrimônio arquitetônico diretamente. Destas, apenas três tratam o assunto quanto à sua prática.

Tabela 1: Consolidação da Cartas Patrimoniais específicas do patrimônio arquitetônico, quanto à sua abrangência e natureza (teórica, prática ou salvaguarda)

Natureza da Carta	Abrangência			Total
	Internacional	Continental	Nacional	
Teórica	4	2	1	7
Prática	3			3
Salvaguarda	1	1		2
Teórica e Salvaguarda		1		1
Total	8	4	1	13

Concentrando-nos nas cartas ditas “práticas”, a primeira é a Carta de Atenas (CARTA..., 1931). É um documento de abrangência internacional. Entre outros conceitos, ela já recomenda que os profissionais de conservação e arquitetos colaborem com “representantes das ciências físicas, químicas e naturais” (pág. 3) para a obtenção de métodos de conservação adequados. Também se aponta a necessidade de uma análise escrupulosa das degradações que afetam um monumento antes de qualquer consolidação ou restauração.

Uma outra Carta de Atenas (CARTA..., 1933) é mais conhecida pela abordagem ampla sobre a Arquitetura Moderna. Nela, na página 25, há um capítulo intitulado “Patrimônio Histórico das Cidades”, que consolida conceitos importantes, reconhecendo a importância de se preservar o patrimônio arquitetônico, seja em monumentos isolados ou em conjuntos. Condena, como falsificação, a utilização de estilos do passado em construções novas erigidas em zonas históricas.

Cerca de três décadas depois foi publicada a Carta de Veneza (CARTA..., 1964), com uma importante consolidação de embasamentos para o restauro. Em seu segundo artigo, a colaboração interdisciplinar volta a ser reforçada. Nela são reforçados alguns tópicos:

- a importância da manutenção permanente;

- a importância da destinação útil na conservação do monumento, desde que compatível com este;
- a importância de conservação do monumento como um conjunto, sem desmembramentos ou remoção de local;
- o restauro como intervenção excepcional, com objetivo de conservar ou revelar valores do monumento, e que “termina onde começa a hipótese” (Art. 9º);
- a necessidade de um estudo prévio arquitetônico e histórico;
- a precedência das técnicas tradicionais sobre as técnicas modernas de conservação e construção;
- o respeito às contribuições de diversas épocas;
- a integração harmoniosa, mas distinguível, das partes acrescentadas para completar o monumento;
- propõe restrições a acréscimos nos edifícios, que devem respeitar “as partes interessantes do edifício” (Art. 13), sua composição e suas relações com o meio ambiente;
- exalta a importância da elaboração de relatórios de todos os trabalhos de conservação, a serem depositados em arquivo de órgão público e disponíveis à pesquisadores.

Uma Carta que se destaca é a Carta do Restauro do Ministério de Instrução Pública, Governo da Itália (CARTA..., 1972). Apesar de seu caráter nacional italiano (portanto não contabilizada na Tabela 1), com aspectos apenas aplicáveis àquele país, a Carta traz importantes orientações para o restauro de bens culturais em geral, não apenas arquitetônicos. Nela as ações são divididas em Salva-guarda, quando são medidas de conservação sem ação direta sobre a obra; de Restauro, quando são destinadas a manter em funcionamento, facilitar a leitura e transmitir integralmente ao futuro o bem. Esta carta é uma norma de

procedimentos, indicando a forma de proceder e ações a se evitar. Nela se enfatiza a importância dos estudos preliminares:

Art 8 “[...] Serão documentadas, ainda, todas as eventuais investigações e análises realizadas com o auxílio da física, da química, da microbiologia e de outras ciências.”(p. 3)

A realização do projeto para a restauração de uma obra arquitetônica deverá ser precedida de um exaustivo estudo sobre o monumento, elaborado de diversos pontos-de-vista (que estabeleçam a análise de sua posição no contexto territorial ou no tecido urbano, dos aspectos tipológicos, das elevações e qualidades formais, dos sistemas e caracteres construtivos, etc), relativos à obra original, assim como os eventuais acréscimos ou modificações. Parte integrante desse estudo serão pesquisas bibliográficas, iconográficas e arquivísticas, etc, para obter todos os dados históricos possíveis. O projeto se baseará em uma completa observação gráfica e fotográfica, interpretada também sob o aspecto metrológico, dos traçados reguladores e dos sistemas proporcionais e compreenderá um cuidadoso estudo específico para a verificação das condições de estabilidade.” (p. 9)

As restaurações devem ser continuamente vigiadas e supervisionadas para que se tenha segurança sobre sua boa execução e para que se possa intervir imediatamente no caso em que se apresentarem fatos novos, dificuldades ou desequilíbrios nas paredes; e também, especialmente quando intervêm o piquete e o maço, para evitar que desapareçam elementos antes ignorados ou eventualmente despercebidos nas investigações prévias, mas, certamente, bastante úteis para o conhecimento do edifício e do sentido da restauração. Em particular, antes de raspar uma camada de pintura, ou eliminar um eventual reboco, o diretor dos trabalhos deve constatar a existência ou não de qualquer marca de decoração, tais como os grumos e coloridos originais das paredes e abóbadas”. (p. 9)

Assim, apesar de ser uma carta desenvolvida para a Itália, a Carta do Restauo pode nos dar subsídios importantes para as decisões.

Dezesseis anos depois da Carta de Veneza, uma nova Carta nos traz esclarecimentos importantes para a tomada de decisão no campo da conservação arquitetônica. É a Carta de Burra (CARTA..., 1980), nomeada segundo a localidade do sul da Austrália onde foi

promulgada. Nela, temos a introdução do termo significação cultural, que abrange o valor de um patrimônio cultural do ponto de vista estético, histórico, científico ou social, para as gerações passadas, presentes ou futuras. É uma definição muito ampla, que não será aprofundada nesta tese, porém que direciona um dos critérios de avaliação de um bem cultural, permitindo focar a preservação e valorização nos aspectos que mais significam para um público. É do público (passado, presente e futuro) que emana a significação cultural (Sig. Cult).

Além da significação cultural, dois outros aspectos são levados em consideração na análise do bem: a condição material e a base científica quanto às técnicas de conservação. Sob condição material estão a análise da substância que constitui este bem e a perspectiva histórica desta substância (quando pertence aos acréscimos, reformas e outras intervenções). Também são analisados os fatores que degradam esta substância. Conhecendo os fatores de degradação e tendo bases comprovadas para avaliar os tipos de intervenção possível, temos informações para apoiar uma decisão sobre o bem ou parte dele. Esta decisão será tomada à luz da significação cultural.

A Carta de Burra (CARTA..., 1980) trata o termo de “conservação” como:

(...)cuidados a serem dispensados a um bem para preservar-lhe as características que apresentem uma significação cultural. De acordo com as circunstâncias, a conservação implicará ou não a preservação ou a restauração, além da manutenção; ela poderá, igualmente, compreender obras mínimas de reconstrução ou adaptação que atendam às necessidades e exigências práticas.

Os cinco tipos de conservação que a Carta de Burra propõe podem ser resumidos pela Tabela 2:

Tabela 2: Tabela-resumo dos tipos de conservações indicados na Carta de Burra
 Fonte: Baseado na Carta de Burra (CARTA..., 1980)

Intervenção	Definição	Condições e Salvaguardas
Manutenção	Proteção contínua da substância, do conteúdo e do entorno de um bem e não deve ser confundido com o termo reparação. A reparação implica a restauração e a reconstrução, e assim será considerada.	<ul style="list-style-type: none"> • Não usar técnicas de estabilização que ofendam a significação cultural; (não explícito na Carta, mas extrapolado de “Preservação”)
Preservação	Manutenção no estado da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele se degrada.	<ul style="list-style-type: none"> • Não usar técnicas de estabilização que ofendam a significação cultural;
Restauração	Restabelecimento da substância de um bem em um estado anterior conhecido.	<ul style="list-style-type: none"> • Valorizar significação cultural; • Haver recursos suficientes; • Haver dados do estado anterior do bem; • Só tirar contribuições cuja significação cultural for baixa.
Reconstrução	Restabelecimento, com o máximo de exatidão, de um estado anterior conhecido; ela se distingue pela introdução na substância existente de materiais diferentes, sejam novos ou antigos. A reconstrução não deve ser confundida, nem com a recriação, nem com a reconstituição hipotética, ambas excluídas do domínio regulamentado pelas presentes orientações.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser condição necessária para sobrevivência do bem; • Restabelecer significação cultural do conjunto do bem; • Não envolver a maior parte do monumento; • Reproduzir substâncias de características anteriores conhecidas p/ documentos ou testemunhos;
Adaptação	Agenciamento de um bem a uma nova destinação sem a destruição de sua significação cultural.	<ul style="list-style-type: none"> • Ser condição necessária para a sobrevivência do bem; • Não acarretar prejuízo sério à significação cultural; • Limitar-se ao mínimo indispensável; • Fazer apenas modificações reversíveis ou de baixa significação cultural

O que aqui interpretamos como “condições e salvaguardas” na Tabela 2 foi compilado dos diversos artigos da Carta de Burra e ajuda a orientar as decisões na elaboração, escolha ou aprovação de um projeto de conservação.

Seguindo a revisão das Cartas, a Carta de Florença (ICOMOS, 2001) abrange um aspecto específico da conservação arquitetônica, que são os jardins históricos, de modo que não será abordada neste trabalho.

Recentemente, o Ministério da Cultura, através do Programa Monumenta, editou um conjunto de publicações que assumem uma grande importância no cenário brasileiro, tão carente de documentos de orientação e são oferecidas gratuitamente em seu site³: oito manuais e oito cadernos técnicos sobre temas importantes para a restauração e arqueologia. O Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural (GOMIDE, SILVA E BRAGA, 2005) está entre eles. Trata-se de uma obra editada originalmente para o programa de preservação de espaços urbanos Monumenta, mas tem cunho universal e assume um papel importante em nosso país. O manual descreve, no capítulo “Projeto de Intervenção no Patrimônio Edificado”, subcapítulo “Identificação e conhecimento do bem” (p. 20):

- Pesquisa Histórica

A Pesquisa Histórica visa sistematizar as informações, obtidas por meio de pesquisas arquivística, bibliográfica e fontes orais, objetivando conhecer e situar a edificação no tempo, identificando sua origem e o seu percurso histórico. Devem ser buscados nas pesquisas aspectos políticos, socioeconômico, técnicos e artísticos que direta ou indiretamente possam estar relacionados com a vida pregressa do Bem.

Tem também o propósito de aferir a autenticidade dos elementos, identificando alterações, avaliando qualitativamente a ambiência da edificação, subsidiando portanto, decisões projetuais. São úteis, também, para definições de caráter técnico, os estudos das tipologias regionais, das fotos e dos desenhos antigos, prospecções, descrições, plantas, cortes e demais documentações relativas ao Bem.

O levantamento dos dados históricos deve ser suficientemente rigoroso de modo a evitar falsas interpretações comprometendo a autenticidade das informações, ou a necessidade de novas pesquisas.

³<<http://www.monumenta.gov.br>>

- Levantamento Físico

Compreende as atividades de leitura e conhecimento da forma da edificação, obtidos por meio de vistorias e levantamentos, representados gráfica e fotograficamente” (p. 21)

- Levantamento cadastral (tópicos abordados): planta de situação; planta de locação; plantas baixas; fachadas; cortes; plantas de cobertura.
- Topografia do terreno
- Documentação fotográfica
- Elementos artísticos integrados

- Análise tipológica, identificação de materiais e sistemas construtivos

Esta atividade consolida criticamente o conjunto de informações obtido na pesquisa histórica, levantamento cadastral e prospecções, analisando de forma pormenorizada a tipologia arquitetônica, os materiais empregados, o sistema construtivo da edificação e o contexto no qual está inserida (p. 26)

- Prospecções (arquitetônica; estrutural e do sistema construtivo; arqueológica)

As prospecções objetivam fornecer informações complementares à pesquisa histórica e levantamento cadastral, possibilitando análises e deduções de hipóteses de diagnóstico, alternativas de soluções de projeto (p. 26).

“Prospecção” é um termo que pode dar a noção de retirada de corpos de prova. Todavia, sendo o Manual um documento ligado à arquitetura, ele delimita a prospecção em um nível macro, através dos aspectos: Arqueológico; Arquitetônico; Estrutural e do Sistema Construtivo. Baseia-se na descrição dos elementos encontrados e na busca de vestígios que indiquem transformações no bem. Já a arqueológica consiste em um campo de conhecimento em si, buscando identificar o potencial arqueológico que o bem possa conter.

- Diagnóstico

É a etapa de consolidação dos estudos e pesquisas anteriormente realizados, na medida em que complementa o conhecimento do objeto, analisando de forma pormenorizada determinados problemas ou interesses específicos de utilização do Bem (p. 28).

Esta etapa é subdividida nos seguintes trabalhos:

- Mapeamento de danos
- Análise do estado de conservação
 - Avaliação do estado de conservação dos materiais; e do sistema estrutural;
 - Identificação dos agentes degradadores;
 - Caracterização dos danos de fundação e danos estruturais.
- Estudos geotécnicos (dependendo do diagnóstico)
- Análises e testes, que aqui constituem na avaliação dos materiais existentes, visando subsidiar o diagnóstico para definir a intervenção.

Desta forma, podemos ver a importância, a complexidade e a abrangência dos estudos preliminares à conservação de um bem. Em edificações maiores e mais complexas, esses estudos envolverão arquitetos, historiadores, engenheiros civis, topógrafos, restauradores, técnicos em edificações, engenheiros de materiais, geólogos, químicos e apoio administrativo. Afinal, dificilmente um só profissional cobrirá todos os conhecimentos envolvidos.

2.1.1 Materiais originais e sua substituição

A Carta de Veneza coloca o “respeito pelo material original” como um fundamento do restauro. Talvez como uma reação a abusos passados, em que restauradores avançaram seu

trabalho no campo da hipótese. Camilo Boito (1884) cita diversos casos em sua palestra. Em um deles, um historiador foi levado a crer que gregos e romanos ferravam os cascos de seus cavalos, para somente mais tarde se descobrir que as ditas ferraduras foram acrescentadas à determinadas esculturas pelo seu restaurador, por pura elucubração. De uma maneira ou de outra, a Carta de Veneza ressalta a importância do material original e prega intervenções através de técnicas tradicionais, somente apelando para técnicas modernas quando as tradicionais forem inviáveis e as modernas já forem comprovadas cientificamente. Além disso, quando for o caso de substituição de uma parte faltante, prega que estas devem “integrar-se harmoniosamente no conjunto e, simultaneamente, serem distinguíveis do original de forma que o restauro não falsifique o documento artístico ou histórico.” (p. 3).

A Carta do Restauro, do Ministério de Instrução Pública do Governo da Itália (CARTA..., 1972) também aborda este aspecto em diversos artigos. É importante ler essas colocações tendo em mente que a Carta não aborda somente o patrimônio cultural arquitetônico, mas toda gama de bens culturais, como esculturas, quadros, livros, etc.

O artigo 7º, inciso primeiro, basicamente reafirma o que foi registrado pela Carta de Veneza, acrescentando a sugestão de se incluir marcas e datas onde for possível. Essa prática é muito interessante e muito empregada. Por exemplo, se um edifício usa maçanetas características e faltam algumas, podemos fazer uma réplica e colocar a data na sua parte inferior, onde só será vista por quem realmente estiver procurando. Não distrai a leitura de quem visita o prédio e nem falsifica perante os olhos de um profissional de conservação.

Mais adiante, no artigo 7º inciso 4º, há uma colocação que diferencia uma intervenção em um material de suporte, substrato ou estrutura.

Art. 7.4 modificações ou inserções de caráter sustentante e de conservação da estrutura interna ou no substrato ou no suporte, desde que, uma vez realizada a operação, na aparência da obra vista da superfície não resulte alteração nem cromática nem de matéria;

Neste caso, são possíveis modificações ou inserções. Embora não haja uma definição do que diferencia a matéria de suporte, substrato ou estrutura, podemos nos apoiar na definição da significação cultural para entender que são materiais que não possuem maior significação cultural em si, mas sustentam, apoiam, preservam materiais com maior significação cultural. Como uma tela que sustenta a camada pictórica ou o emboço que sustenta um afresco.

A Carta do Restauro ainda reforça a importância da reversibilidade das intervenções, para que não inviabilize outras intervenções futuras. Quanto a novas técnicas a serem aplicadas em restauros, estabelece que devem ser aprovadas pelo ministro da Instrução Pública, com parecer justificado, o que mostra a grande responsabilidade creditada a esse tipo de introdução.

Voltando à questão da originalidade, a Carta do Restauro aponta (p. 9-10):

Uma exigência fundamental da restauração é respeitar e salvaguardar a autenticidade dos elementos construtivos. Este princípio deve sempre guiar e condicionar a escolha das operações. No caso de paredes em desaprumo, por exemplo, mesmo quando sugiram a necessidade peremptória de demolição e reconstrução, há que se examinar primeiro a possibilidade de corrigi-los sem substituir a construção original.

A eventual substituição de paramentos murais, sempre que se tornar estritamente necessárias e nos limites mais restritos, deverá ser sempre distinguível dos elementos originais, diferenciando os materiais ou as superfícies de construção recente; mas, em geral, resulta preferível realizar em toda a extensão do contorno da reintegração uma sinalização clara e persistente, que mostre os limites da intervenção. Isso poderá ser conseguido com uma lâmina de metal adequado, com uma série contínua de pequenos fragmentos de ladrilho, ou com frestas visíveis, mais ou menos largas e profundas, segundo o caso.

Coincidentemente, este trecho lida especificamente com a questão dos paramentos murais, que será o foco dos trabalhos de campo que apresentaremos.

A Declaração de Amsterdã (DECLARAÇÃO..., 1975) reforça também a preocupação com técnicas novas antes de intervir no material original. Chega a propor a criação de um catálogo de métodos e técnicas utilizados com a colaboração de instituições científicas e posto à disposição do público interessado.

A já citada Carta de Burra (CARTA..., 1980) segue a ideia colocada pela Carta de Veneza, ao dizer que “A conservação se baseia no respeito à substância existente e não deve deturpar o testemunho nela presente”. Porém já vemos um ponto importante ao falar do testemunho presente na substância, pois ela define como objetivo da conservação “preservar a significação cultural de um bem”, colocando, portanto, esta significação em destaque. No artigo quinto, a Carta de Burra especifica que seja levado em consideração para a conservação “o conjunto de indicadores de significação cultural”, não limitando a importância dada a um bem a um só aspecto. Uma intervenção de restauro somente deve acontecer quando houver incremento da significação cultural.

a) O que é original? O que é autêntico?

Vimos diversos documentos que exaltam a importância de se respeitar o material ou substância original. Mas, enfim, o que é original?

A declaração da Carta de Veneza (CARTA..., 1964) pelo respeito à substância original reflete um pensamento ocidental, porém provavelmente não tão universal como se pretendia. Vejamos o exemplo de Nara:

Existem em Nara (Japão) dois templos budistas que estão entre as edificações em madeira mais antigas do mundo, datando do século VII. O templo de Hokki-ji (Figura 1⁴) foi construído no ano de 708, tem 24m de altura e três andares, segundo a Japan National Tourism Organization (2009). É considerado um tesouro nacional no Japão e foi tombado pela ONU em 1994.

Larsen e Marstein (2000) apontam que há comprovação documental de sete intervenções no templo de Hokki-ji:

1. no começo do século XII, a parte superior da cobertura foi desmontada no terceiro piso, reparada e remontada.;
2. no século XIII, a estrutura foi completamente desmontada e reparada;
3. no século XV, a cobertura foi reparada;
4. no século XVII, a segunda desmontagem completa foi realizada. Nesse período, algumas alterações importantes foram realizadas na estrutura;
5. entre 1897 e 1898, reparos importantes foram realizados;
6. entre 1972 e 1975, a estrutura foi completamente desmontada novamente pela terceira vez, reparada e foram revertidas algumas alterações.



Figura 1: Templo de Hokki-ji, em Nara (Japão)

Ainda segundo Larsen e Marstein, a cultura japonesa valoriza tanto a substância do bem cultural como o conhecimento sobre como as coisas são feitas. As técnicas e tradições são preservadas e implementadas na preservação dos bens. Ao contrário da atual preservação

⁴ Fotografia de 663highland, disponível em <<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hokiji01ds1440.jpg>> (sob licença GFDL+creative commons2.5)

ocidental, a substituição de um membro estrutural do templo não é lamentada como uma perda de significação cultural, desde que substituído empregando-se o mesmo material e técnica, mantendo viva uma tradição. A tradição japonesa, aliás, prevê a desmontagem integral de uma edificação de madeira a cada 300 a 400 anos; desmontagens parciais a cada 150 a 200 anos; reparos importantes entre 75 e 100 anos ou após desastres; e a substituição das telhas de madeira (“shingles”) entre 20 e 30 anos.

Os membros da estrutura foram datados um a um por Sekino (1978), em um estudo citado por Larsen e Marstein. Sekino conclui que aproximadamente metade dos membros estruturais do templo de Hokki-ji são do século VII, o que demonstra que os carpinteiros se preocuparam, ao longo dos séculos, em reusar o máximo possível o material antigo. No Japão, a substituição de peças estruturais de madeira deve ser considerada como parte da história de uma estrutura. “A substituição contínua é, de fato, a única maneira de preservar sua autenticidade como estruturas de madeira”, concluem Larsen e Marstein sobre este caso.

Como vemos, a interpretação de autenticidade e, portanto, de preservação pode variar conforme o contexto. Essa foi justamente a motivação da “Conferência sobre autenticidade em relação à convenção do Patrimônio Mundial”, que resultou no Documento de Nara (CARTA..., 1994). Nele, afirma-se que o patrimônio cultural de cada parcela da humanidade é considerado patrimônio de todos pela UNESCO. A responsabilidade por esse patrimônio pertence, em primeiro lugar, à comunidade cultural que o gerou. Em segundo lugar, àquela que cuida dele.

Declarar que a responsabilidade pertence em primeiro lugar à comunidade cultural que o gerou traz consequências interessantes. Preservar uma oca indígena, portanto, deve ser feito pela própria comunidade que a criou e, portanto, com suas técnicas tradicionais. Se sua

tradição prega a troca das partes que se degradarem e mesmo sua remoção de local em caso de cheias – ou deixar que se alague e seja reconstruída – então este é o processo a se seguir. A menos que esses métodos se mostrem insuficientes para preservar a significação cultural do bem. Porém, como devemos agir quando esta comunidade que gerou o bem não mais existir?

A responsabilidade da preservação do bem pousa, em segundo lugar, sobre a comunidade que cuida dele, sua “herdeira”. A significação cultural e a forma de preservar podem diferir das primeiras, passando a refletir a comunidade que cuida dele. Entretanto, interpreta-se aqui que esta comunidade “guardadora” deve buscar seguir os costumes da comunidade “criadora”, para assim resgatar e manter a cultura original. Parando sempre onde começa a hipótese, naturalmente.

O Documento de Nara ainda aponta que a aceitação do valor atribuído a um bem dependerá:

- da confiabilidade conferida ao trabalho de levantamento a respeito desses bens;
- do conhecimento e a compreensão dos levantamentos de dados a respeito
 - da originalidade dos bens;
 - das transformações ao longo do tempo.

A autenticidade é considerada um dos principais fatores de atribuição de valor, sendo um papel fundamental dos estudos científicos do patrimônio cultural. Todo esse julgamento de valores pode diferir de cultura para cultura, não podendo ser julgado sob um critério universal. Se por um lado o Documento de Nara desmistifica uma métrica universal para a significação cultural, por outro lado, ele orienta apenas vagamente sobre como preencher esse vazio:

14 - É da mais alta importância e urgência, portanto, que no interior de cada cultura, o reconhecimento esteja em acordo com a natureza específica de seus valores patrimoniais e a credibilidade e veracidade das pesquisas relacionadas.

15 - Dependendo da natureza do patrimônio cultural, seu contexto cultural e sua evolução através do tempo, os julgamentos quanto à autenticidade devem estar relacionados à valorização de uma grande variedade de pesquisas e fontes de informação. Estas pesquisas e levantamentos devem incluir aspectos de forma e desenho, materiais e substância, uso e função, tradições e técnicas, localização e espaço, espírito e sentimento e outros fatores internos e externos. O emprego destas fontes de pesquisa permite delinear as dimensões específicas do bem cultural que está sendo examinado, como as artísticas, históricas, sociais e científicas.

O Documento de Nara passa às culturas locais o julgamento da autenticidade.

É neste sentido que a Carta de Brasília (CARTA..., 1995) ressalta ser necessário colocar a autenticidade no contexto dos países do Cone Sul. Esses países possuem culturas sincretistas e também das culturas de resistência, de minorias. Assim, a Carta de Brasília de 1995 prega que:

- nenhuma cultura que compõe o mosaico cultural desses países seja valorizada em detrimento das demais;
- a autenticidade passa pela identidade cultural, que é mutável e dinâmica, podendo “adaptar, valorizar, desvalorizar, revalorizar os aspectos formais e os conteúdos simbólicos de nosso patrimônio”;
- autenticidade está ligada à ideia de verdadeiro. Os bens materiais culturais são portadores de uma mensagem. “Um bem é autêntico quando há correspondência entre o objeto material e seu significado.” ;

- a autenticidade pode ser graduada segundo as ideias que geraram o bem, sob aspecto espacial, edílico, funcional, decorativo, etc. Esta graduação será diferente para a arquitetura colonial, industrial, eclética, moderna, etc.;
- deve ser estabelecido o objetivo para a preservação da memória e da mensagem cultural. “O suporte tangível não deve ser o único objeto da preservação.”;
- “A mensagem original do bem deve ser conservada (...) assim como a interação entre o bem e suas novas circunstâncias culturais que deram lugar às mensagens diferentes (...). (...) autenticidade faz também alusão a todas as vicissitudes às quais o bem foi sujeito ao longo de sua história e que, contudo, não alteram seu caráter.”;
- a autenticidade de um bem recebe contribuições do contexto em que está inserido. Este contexto pode ser arquitetônico (malha urbana) como sociocultural (moradores e suas atividades), sendo que ambos devem ser preservados. Quando possível, a preservação deste entorno deve gerar relações harmônicas de textura e cor;
- quando o bem é constituído por materiais efêmeros por natureza (como a terra, madeira, elementos vegetais, etc.), a preservação pela substituição destes elementos empregando técnicas tradicionais é considerada uma resposta autêntica. Também é considerada autêntica esta ação para regiões de sob impacto do clima, de terremotos, erupções, etc.;
- a conservação da autenticidade deve reconhecer e valorizar as “tradições culturais locais” (p. 4), e o estudo das técnicas mais apropriadas para a preservação desta ou destas autenticidades. A intervenção deve resgatar o caráter do bem arquitetônico, rubricando sua autenticidade.

Na Carta de Brasília de 1995, fala-se de “conteúdo cultural”, “mensagem” do bem, “herança” e vários outros termos que parecem ser similares à significação cultural. Sua leitura é difícil, em especial para profissionais acostumados com a objetividade de normas técnicas na orientação de trabalhos.

Esses documentos que tratam de autenticidade nos trazem, portanto, orientações gerais sobre como abordá-la. A aplicação dessas orientações depende de haver estudos regionais, sobre o conceito de autenticidade daquela comunidade, e sobre o bem em questão e sua significação cultural. Como há uma carência generalizada sobre esses estudos de autenticidade, recai sobre os ombros do arquiteto tomar as decisões baseado no seu sentimento sobre a comunidade a quem ele serve.

Não temos a pretensão de esgotar o tema da autenticidade nesta tese, mas apenas demonstrar sua complexidade e como ele envolve mais do que simples análise do material. Esta é uma questão mais pertinente ao arquiteto responsável pelo projeto de restauro e aos órgãos patrimoniais, conforme o caso.

2.1.2 Significação, materiais e conservação arquitetônica

Interpretamos a Carta de Burra dividindo o processo decisório sobre um tipo de conservação em dois momentos: tomada de informação e tomada de decisão (Figura 2). Este processo decisório pode ser aplicado tanto para o bem como um todo, como para parte deste bem, detalhando as decisões. Desta forma, pode-se optar pela conservação simples de um edifício mas, em detalhe, pela restauração de seus afrescos, por exemplo.

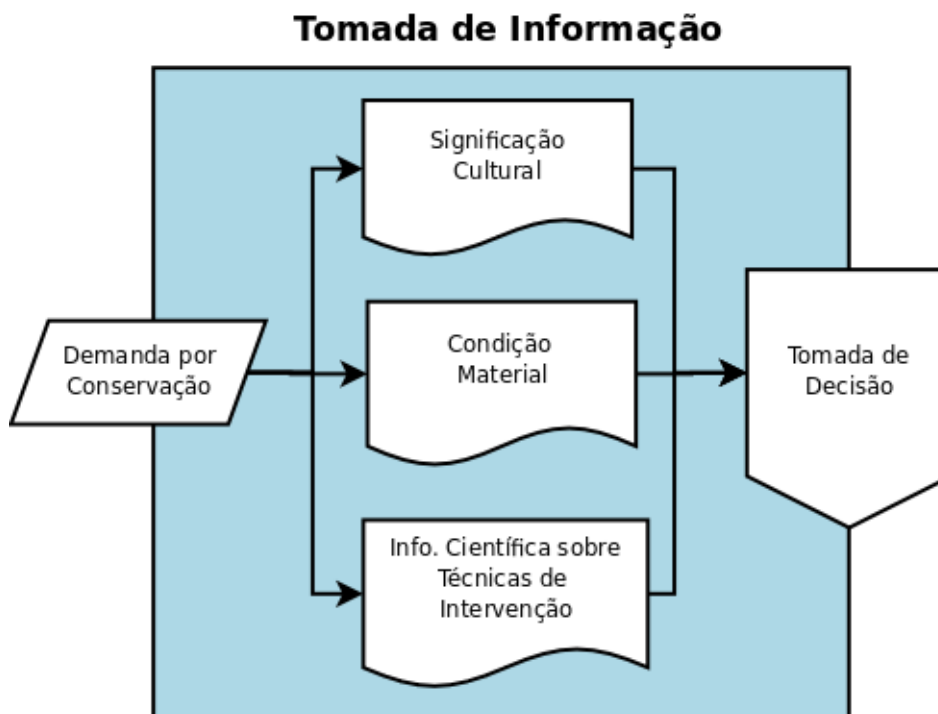


Figura 2: Esquema do processo de tomada de informação para posterior decisão sobre o tipo de conservação a ser adotado (continua na Figura 3)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da Carta de Burra

A tomada de informação começa com uma demanda por conservação, que muitas vezes parte da população usuária do bem, através da imprensa, órgãos de representação, ONGs, paróquias, usuários do próprio prédio, proprietários e outras formas. A partir dessa demanda, o arquiteto deve elaborar -ou encarregar quem elabore- dois levantamentos que servirão de apoio às decisões e projetos que se seguirão, sobre a significação cultural e sobre a condição material. A complexidade desses levantamentos dependerá da complexidade do bem em si. É natural que, para um sobrado do começo do século XX, a quantidade de informação e detalhes será muito inferior à utilizada em um palácio, situado em um jardim, com mais de dois séculos de existência.

Os levantamentos apresentados devem ser realizados para o edifício como um todo, sendo aprofundado para os aspectos que serão sujeitos à intervenção, no caso de intervenção parcial. O investimento inicial, uma vez realizado, será aproveitado para outros trabalhos futuros e traz muitos benefícios no aumento da qualidade das intervenções.

Muitas vezes, os levantamentos realizados para a tomada de informações constituem em um produto cultural em si, podendo levar à edição de livros, roteiros de documentários e/ou exposições que não só aumentam o benefício ao público, mas o aproximam do bem e da intervenção. Além de aumentar a exposição dos mecenas, quando houver.

a) Significação cultural

A “demanda por conservação” é de grande importância pois determina “para quem se restaura”. A significação cultural é a relação deste público, para quem se restaura, com o bem, porém estendido ao contexto histórico das gerações passadas e futuras. Definições de autenticidade, que serão importantes para as decisões, também dependem deste público.

O relatório de significação cultural abrangerá:

1. detalhamento da demanda por preservação;
2. levantamento histórico do bem, visando delinear sua evolução no tempo e os aspectos que representam maior importância, através de levantamento histórico;
3. caracterizar com clareza o bem no presente.

O levantamento de significação cultural não foi objeto desta tese e não será aprofundado. Todavia, estudos sobre a condição material do bem se beneficiam de trabalhos realizados previamente sobre o levantamento histórico e o levantamento cadastral da edificação. Ao

conhecer o levantamento histórico, o profissional que estudará a condição material estará atento para colher em campo evidências que apoiem ou questionem este trabalho através dos materiais encontrados. É muito importante que o levantamento da condição material também contribua com o levantamento da significação cultural.

b) *Condição material*

Uma vez estabelecido do que se trata o bem, deve ser descrito seu estado de conservação/degradação, que é o foco desta tese. No capítulo 3, “Método proposto” (p. 81), são descritos os passos propostos para esta etapa, ilustrados na Figura 9. A revisão do estado da arte dos vários passos do levantamento da condição material está disposta no início dos respectivos capítulos, visando facilitar a leitura.

c) *Decisões no processo de preservação*

Uma vez de posse das informações quanto à significação cultural e a condição material, o arquiteto deverá decidir sobre que abordagem será dada à conservação do bem. A Carta de Burra traz um processo que representamos esquematicamente na Figura 3. Ela alerta para que não se ouse uma intervenção mais completa sem haver recursos para fazê-la até o final. Neste caso, é melhor se ater à conservação. Porém, naturalmente, até mesmo a conservação mais simples incorre em custos.

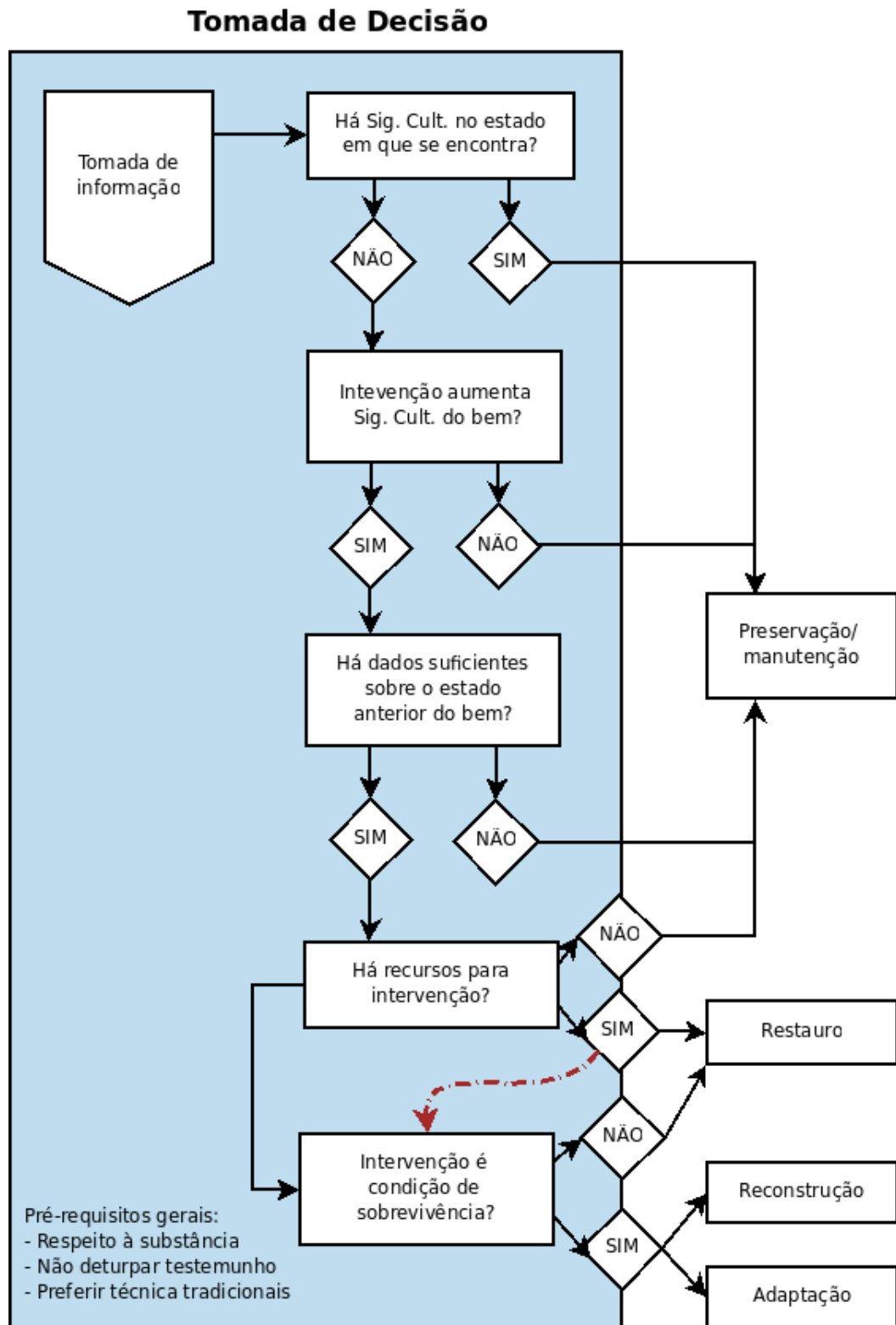


Figura 3: Esquema do processo decisório do tipo de intervenção de conservação (continuação da Figura 2)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da Carta de Burra.

Entre os importantes manuais publicados pelo programa Monumenta-IPHAN está o manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal (KANAN, 2008).

Nele, Kanan propõe como critério de intervenção:

Conservação ou intervenção, pontual ou parcial, deve ser sempre a primeira opção em vez da remoção e substituição total. Muitas vezes, os revestimentos antigos apresentam sinais de degradação somente superficiais e é possível limpar, conservar, consolidar, reparar lacunas e fissuras antes de realizar intervenções radicais e irreversíveis. Dependendo do valor do edifício, das características das argamassas e revestimentos e de seu estado de conservação, bem como das opções econômicas, de mão-de-obra e dos materiais disponíveis, devem ser avaliadas as alternativas e definidos os critérios de intervenção para a conservação e restauração das argamassas e revestimentos das alvenarias antigas.

Quando são necessários reparos e substituições, parciais ou totais, de argamassas, rebocos e acabamentos à base de cal, é dispensável que os materiais de substituição sejam idênticos aos antigos. Ser compatível significa conciliar propriedades físico-químicas e estéticas sem obrigatoriamente usar materiais idênticos. A compatibilidade deve ser referente aos materiais do substrato e os em contato. (p. 19 à 22)

A presença de partículas mais finas (menores que 0,075mm), ou mesmo de argilas, (tamanho inferior a 0,002mm) foi comum nas argamassas antigas, mas nem sempre é recomendável manter essas partículas mais finas nas reconstituições. (p. 82)

Entendemos que, quando Kanan expressa “dependendo do valor do edifício”, não se trata do valor imobiliário, mas justamente da significação cultural.

A pesquisadora portuguesa Maria do Rosário Veiga esquematiza, em uma tabela, os critérios de “valor histórico, arquitetônico ou artístico” e “tipo de degradação” (Tabela 3), podendo ser interpretado justamente como significação cultural e condição material:

Tabela 3: Critérios gerais de decisão sobre o tipo de intervenção
 Fonte: VEIGA, 2003

Tipo de degradação	Valor histórico, arquitectónico ou artístico	Opção de Intervenção	Seleção dos materiais	Seleção das técnicas	Outras exigências
Degradação superficial pontual	Elevado	Conservação, e, se necessário, consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspecto idêntico
	Reduzido	Conservação, e, se necessário, reparação localizada	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspecto	-	Reparabilidade; aspecto compatível
Degradação superficial generalizada	Elevado	Conservação, e, se necessário, consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspecto idêntico
	Reduzido	Conservação e reparação localizada	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspecto	-	Reparabilidade; aspecto compatível
Degradação profunda pontual	Elevado	Conservação, consolidação e reparação localizada	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspecto idêntico
	Reduzido	Substituição parcial	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspecto	Técnicas de aplicação de acordo com as regras da boa arte	Reparabilidade; aspecto compatível
Degradação profunda generalizada	Elevado	Consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspecto idêntico
	Reduzido	Substituição integral	Materiais compatíveis dos pontos de vista funcional e de aspecto	Técnicas de aplicação de acordo com as regras da boa arte	Reparabilidade; aspecto compatível

Foge aos objetivos deste trabalho esgotar a questão de critérios de intervenção, entretanto acreditamos ficar claro que a decisão quanto ao tipo de intervenção dependerá de questões relacionadas ao estado de conservação do material e ao seu valor cultural em si e no contexto da edificação. Dessa forma, acreditamos que fica comprovada a relevância do tema abordado.

O tipo de levantamento que é discutido neste trabalho visa contribuir para o critério do estado de conservação e poderá, eventualmente, contribuir com o quesito significação cultural, ao identificar indícios de originalidade e de práticas de ofício que destaquem a argamassa estudada em seu contexto.

A decisão final quanto à intervenção caberá ao arquiteto responsável pela restauração e aos órgãos patrimoniais responsáveis. Não é uma tarefa fácil: por um lado, haverá o desejo de se preservar o máximo da matéria original. Por outro, ponderações sobre a patologia, a durabilidade das possíveis intervenções, a originalidade da argamassa reforçada com polímeros modernos, a originalidade da argamassa baseada na original, a proteção que a argamassa dá ao conjunto e a execução como maneira de reservar o saber-fazer. Também serão postos fatores prementes do canteiro da obra e seus mecenas, como a beleza do resultado, a velocidade da execução, a disponibilidade de mão de obra e o orçamento disponível. A decisão deverá ser ponderada, sem perder a referência das Cartas Patrimoniais e demais norteadores da prática da preservação cultural.

2.2 Patologia das argamassas

Organizamos os materiais de forma a melhor nos servir. Entretanto, sempre terão a tendência a voltar à forma mais elementar da natureza. Quando um material perde esta organização e deixa de atender às nossas necessidades, dizemos que degrada. Buscamos evitar esta degradação e prolongar o período útil, aumentando o desempenho. Esta luta contra a degradação é mais relevante ainda quando uma das utilidades é cultural, como no caso do patrimônio histórico.

Um material poderá se reintegrar à natureza por diversos caminhos. Pode sofrer ciclos de calor e frio, alimentar fungos, ser lixiviado pela água, alterado por ácidos, entre outros. Para mantê-lo, é necessário protegê-lo frente aos caminhos de degradação.

O objetivo deste capítulo é delinear as degradações ocorridas em argamassas de fachadas históricas, para que fique claro o que uma inspeção deverá registrar. Uma atenção menor será dada ao detalhamento dos mecanismos que causam estas degradações. O leitor poderá aprofundar seus conhecimentos através das fontes citadas, destacando: Torraca (2009), Henriques (1994) e Souza, Pereira e Brito (2005).

A Figura 4 apresenta um esquema de origens de defeitos em argamassas de revestimentos externos. Ainda no projeto de uma edificação podem ter origem futuros defeitos, como na ausência de juntas de dilatação (edifícios modernos), especificação errada do material, ausência de recursos que afastam a água (p.e. pingadeiras) ou de impermeabilização das fundações e cimalthas. Durante a execução, a compra errada de materiais ou divergências nos procedimentos de aplicação podem gerar defeitos. Durante o uso, a ausência de manutenção, a manutenção errada (p.e. lavagem com ácidos) ou aplicação de argamassa incompatível no fechamento de falhas e ausências. Por fim, falhas estruturais, falhas de impermeabilização, vazamentos de canos e sistema pluvial, alterações de lençol freático (p.e. aterros, estradas ou fundações na vizinhança) ou microclima (p.e. ventos encanados por edificações vizinhas).

Naturalmente que, em edifícios históricos, a fase de “Concepção e Execução” não pode ser alterada, porém seus defeitos podem ser estudados, contornados e evitados.

Segundo SOUZA, PEREIRA e BRITO 2005, a ausência de manutenção é provavelmente uma das principais causas de degradação em edifícios históricos no mundo. Em particular, as argamassas tradicionais de cal aérea ou hidráulica têm muito a ganhar com uma caiação anual. Em primeiro lugar, porque poucos organismos se instalam sobre a caiação nova, devido ao seu pH. Em segundo lugar, as argamassas sofrem um pequeno desgaste contínuo, com a dissolução e lixiviação da cal pelo orvalho e chuva acidificados pela poluição. A caiação

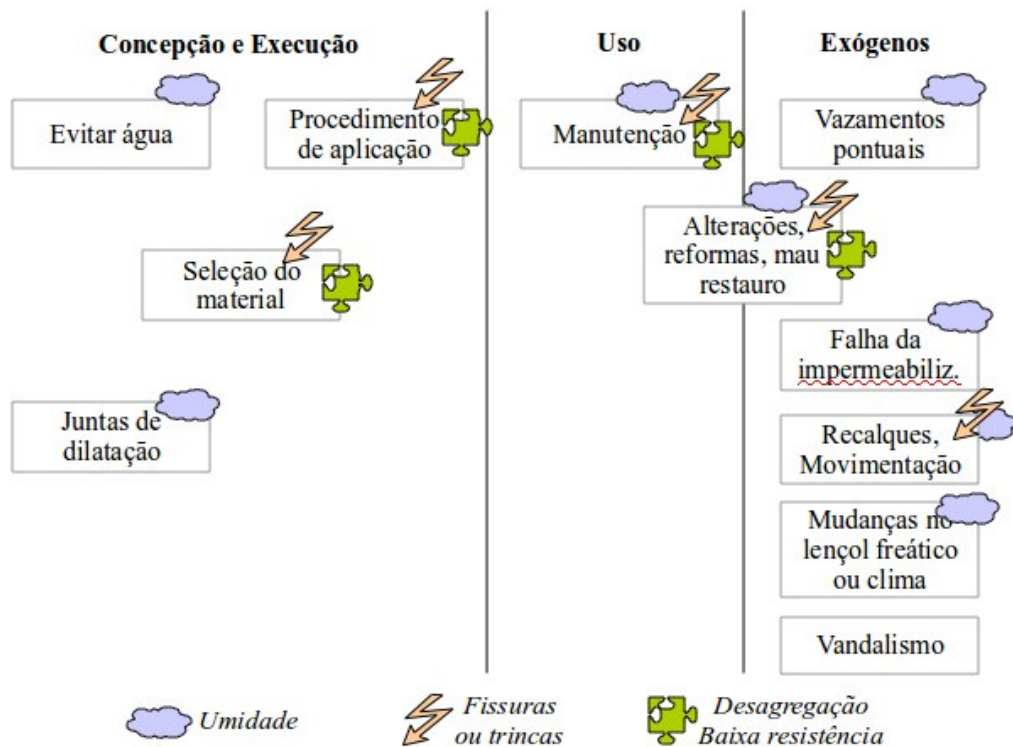


Figura 4: Esquema de origem das patologias em argamassas de revestimento

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Torraca (2009), Henriques (1994) e Souza, Pereira e Brito (2005)

repõe o material perdido e fecha eventuais microfissuras que tenham surgido. Desta forma, ela é um rejuvenescedor para argamassas de cal. Em locais com atmosfera acidificada, como os centros urbanos de trânsito intenso, a cal se degrada mais rapidamente. Nesses casos, a pintura à base de silicatos será uma alternativa mais durável.

Como se pode ver no esquema da Figura 4, durante a vida da edificação, a umidade terá

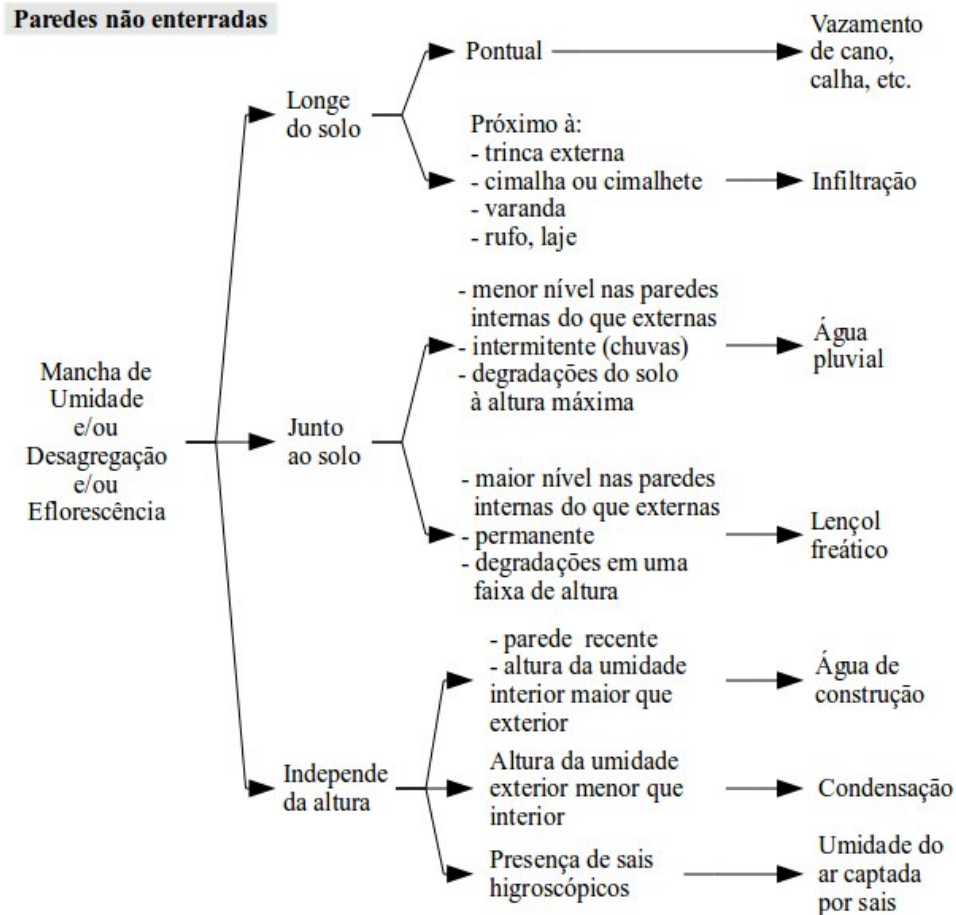


Figura 5: Possíveis causas de umidade em paredes não enterradas
Fonte: Elaborado pelo autor, baseado no texto de Henriques (1994).

várias oportunidades de atuar. A Figura 5 traz um esquema baseado no texto de Henriques (1994) para apoiar a busca da fonte desta umidade. Muitas vezes, as fontes de umidade atuam em conjunto, dificultando o diagnóstico.

A Figura 5 indica a possibilidade de a fonte ser água de construção, isto é, a água contida na própria argamassa e alvenaria no momento da construção. Naturalmente, essa fonte não ocorrerá em paredes construídas há várias décadas ou séculos. Entretanto, pode ser o caso de uma intervenção recente.

A água de condensação é uma preocupação de regiões mais frias, em especial com aquecimento, onde o vapor d'água contido no ar quente do interior condensa ao entrar em contato com uma parede fria -ou até no interior da parede- quando as condições de condensação e a permeabilidade da parede permitirem. Em nosso país, esta situação será mais rara. Porém poderá ser observada em locais com ar saturado de vapor e mais quente, como cozinhas industriais, lavanderias e banheiros, em regiões frias do país. Seus efeitos relevantes são superficiais, causando principalmente manchas por emboloramento.

Situações como vazamentos e infiltrações são ligadas a fontes próximas e costumam ser localizadas com boa observação e, quando necessário, conhecimento das instalações hidráulicas e pluviais.

Em muitos casos, a presença de alguma umidade faz parte da vida de uma edificação histórica. A impermeabilização de fundações não era prática comum nos métodos de construção até o começo do século XX, embora se buscasse fazer as fundações com pedras, menos permeáveis.

Quando apenas a água é carregada por capilaridade por dentro de uma parede e evapora pela argamassa, ela não causa maiores danos, salvo em condições de congelamento. Sendo a parede caiada periodicamente, dificilmente se desenvolverão fungos nela, mesmo com umidade. Entretanto, havendo sais solúveis nessa água, eles serão transportados até o ponto em que ela evapora, deixando os sais. Quando essa concentração de sais aumenta, ocorre a cristalização, que pode ter efeitos expansivos dentro dos poros da argamassa, provocando sua degradação. Quanto menor for o poro, maior será o efeito degradador do crescimento de cristais.

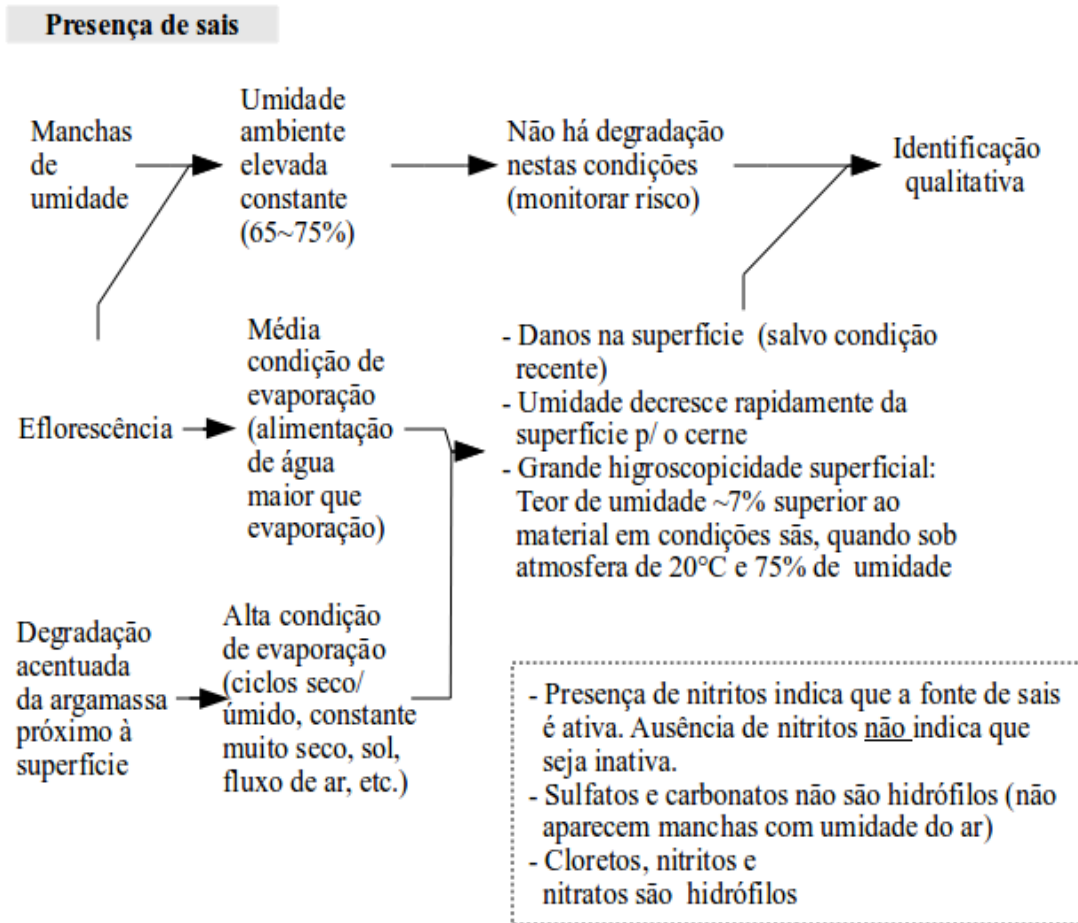


Figura 6: Presença de sais em paredes, com ou sem degradação

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nos textos de Henriques (1994), Souza, Pereira e Brito (2005) e Torraca (2009).

Na Figura 6, podemos ver que os sais não causam danos quando a umidade é constante, pois haverá sempre fornecimento de água, mantendo-os em solução e nunca cristalizando. Este caso se verifica em uma situação, como quando um lençol freático alimenta a umidade, que entra por capilaridade na parede em alturas baixas e a evaporação é baixa. Entretanto, em alturas maiores da mesma parede, com alimentação de água capilar menor do que a evaporação, pode acontecer o dano por cristalização. Por isso, na presença de lençol freático constante, os danos tendem a acontecer em uma determinada faixa de altura, onde a umidade já não é elevada.

Em outra situação, quando a umidade acontece em ciclos e depois seca, como quando originada de águas pluviais, o dano tende a acontecer em toda a altura sujeita à umidade.

Quanto mais favoráveis forem as condições de evaporação, mais profunda na parede ocorre a cristalização, com expansão de cristais e degradação em poros pequenos. Já em condições de baixa evaporação, a solução concentrada de sais ocorre mais na superfície, na forma de eflorescência, sem causar danos.

É interessante observar que, na ausência de argamassa, é a alvenaria que fica sujeita à degradação por sais. A argamassa, neste caso, atua como camada de sacrifício para proteger a alvenaria. Uma edificação histórica sujeita a esses efeitos e que tenha perdido sua argamassa, deve ser reargamassada com urgência, visando sua proteção. Caso não se conheça a composição da argamassa original, o seu traço primará pela reversibilidade.

Um processo de alteração superficial muito comum em ambientes urbanos é a crosta negra formada por deposição “a seco”. Nas madrugadas, quando ocorre o ponto de orvalho e a umidade se deposita nas superfícies, ela traz consigo sujidades suspensas no ar e gases dissolvidos como os compostos de enxofre (SO_x) e de nitrogênio (NO_x).

A quantidade de água é muito pequena, não chegando a escorrer, mas o suficiente para penetrar os poros mais superficiais, por alguns milímetros. Nesses ambientes urbanos, a sujidade trazida contém partículas de carbono superfina, chamada negro de fumo, provindas principalmente de queima de combustíveis fósseis por veículos e caldeiras, e pelo desgaste de pneus. Também contém compostos de SO_x e NO_x, provindos da queima de combustíveis, que provocam uma acidificação da água, a qual adquire o poder de solubilizar a cal, transformando-a em bicarbonato de cálcio ou em sulfato de cálcio.

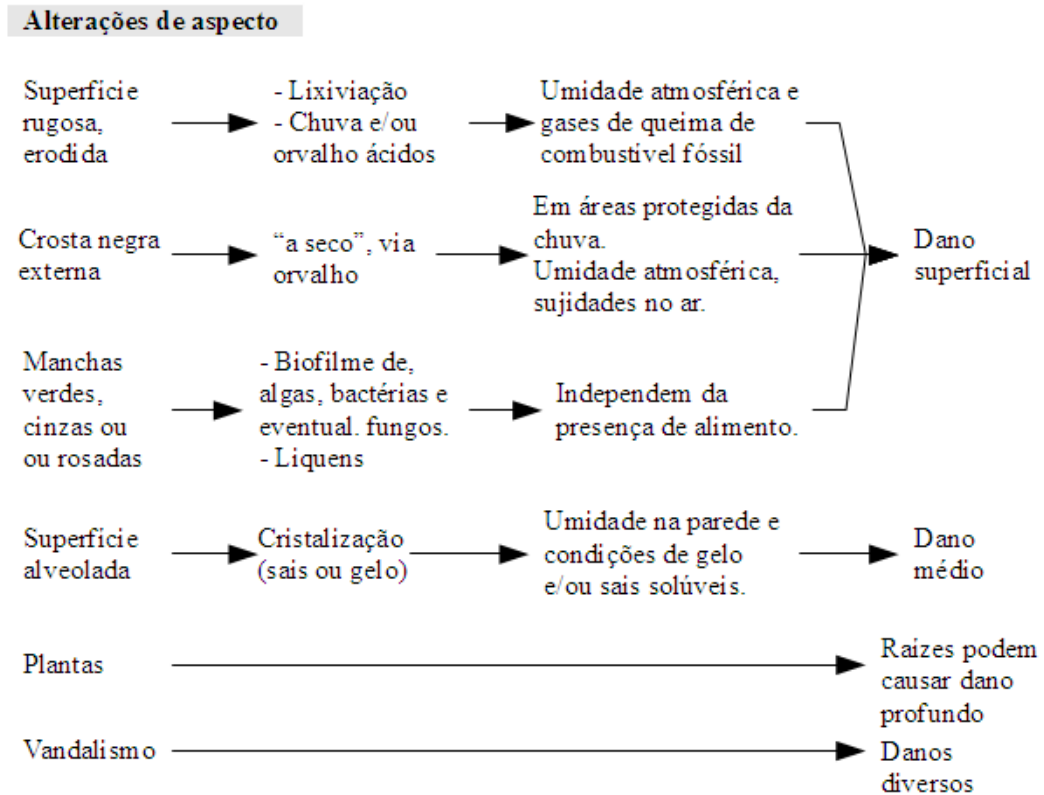


Figura 7: Alterações de aspecto de uma argamassa, seus mecanismos e a profundidade de seus danos
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Henriques (1994), Souza, Pereira e Brito (2005) e Torraca (2009)

Durante o dia, quando a temperatura aumenta, a umidade evapora deixando na superfície a sujidade e a cal solubilizada. A sequência de ciclos de umidade e seca leva ao aumento de espessura desta camada enegrecida, que todavia é lavada em eventos de chuva. Os locais protegidos da chuva, entretanto, preservam a crosta negra. Com o passar do tempo, um edifício histórico terá toda sua superfície erodida superficialmente, enquanto as partes sob cornijas, relevos e outros adornos estarão negras por esta camada superficial (Figura 7).

Em ambientes rurais o efeito de solubilização será menor e a crosta poderá ter uma cor diferente, dependendo das partículas suspensas (pólen, finos da terra, etc).

A crosta negra, todavia, é um dano superficial. Além dele, na Figura 7 vemos outras alterações de aspecto com consequência superficial, que são a lixiviação e a colonização por

fungos e bactérias. Raramente, esses mecanismos atuam isoladamente e os fungos e bactérias normalmente auxiliam na lixiviação ao solubilizar compostos da argamassa para seu metabolismo. O mesmo orvalho que traz as sujidades da crosta negra também costuma ser acidificado por compostos de NOx e SOx e solubiliza a cal, que será lixiviada em locais sujeitos à chuva. Já o líquen pode causar pequenos danos pela sua ancoragem na argamassa.

As plantas superiores se instalam em locais onde haja condições para germinação e desenvolvimento. As sementes e o alimento podem ser trazidos pela poeira do ar, arrastados pela água da chuva ou por pássaros e seus dejetos. Muitas vezes, esse material se acumulará em relevos, como em adornos. A fixação dessas plantas via raízes causam danos que podem chegar à alvenaria, no caso de pequenas árvores.

Da mesma forma que a ancoragem de uma raiz causa uma tensão mecânica que leva a uma fissuração, existem outros motivos que causam fissuras, representados na Figura 8. Existem fontes de tensões internas do material.

A retração do material está entre as tensões internas à argamassa. Pode estar ligada à perda de água após a aplicação, hidratação tardia de cal magnésiana⁵ e a expansão de materiais graúdos, como torrões de argila nas variações de umidade ou materiais com dilatação muito diferente, frente às mudanças de temperatura. Quando essas variações são homogêneas, distribuídas por toda a argamassa, como é o caso da perda de água, tendem a formar fissuras mapeadas. As fissuras mapeadas lembram justamente as estradas de um mapa, com caminhos sinuosos e interconectados. Já quando a argamassa é demasiadamente pobre, com baixa resistência mecânica, estes mecanismos levam à desagregação.

⁵ A cal magnésiana não é deletéria em si, mas sim sua hidratação tardia. Quando hidratada industrialmente em autoclave, com qualidade controlada, não ocorre o problema da expansão. Porém nunca deve ser empregada cal magnésiana, mesmo que parcialmente magnésiana, hidratada em canteiro de obra.

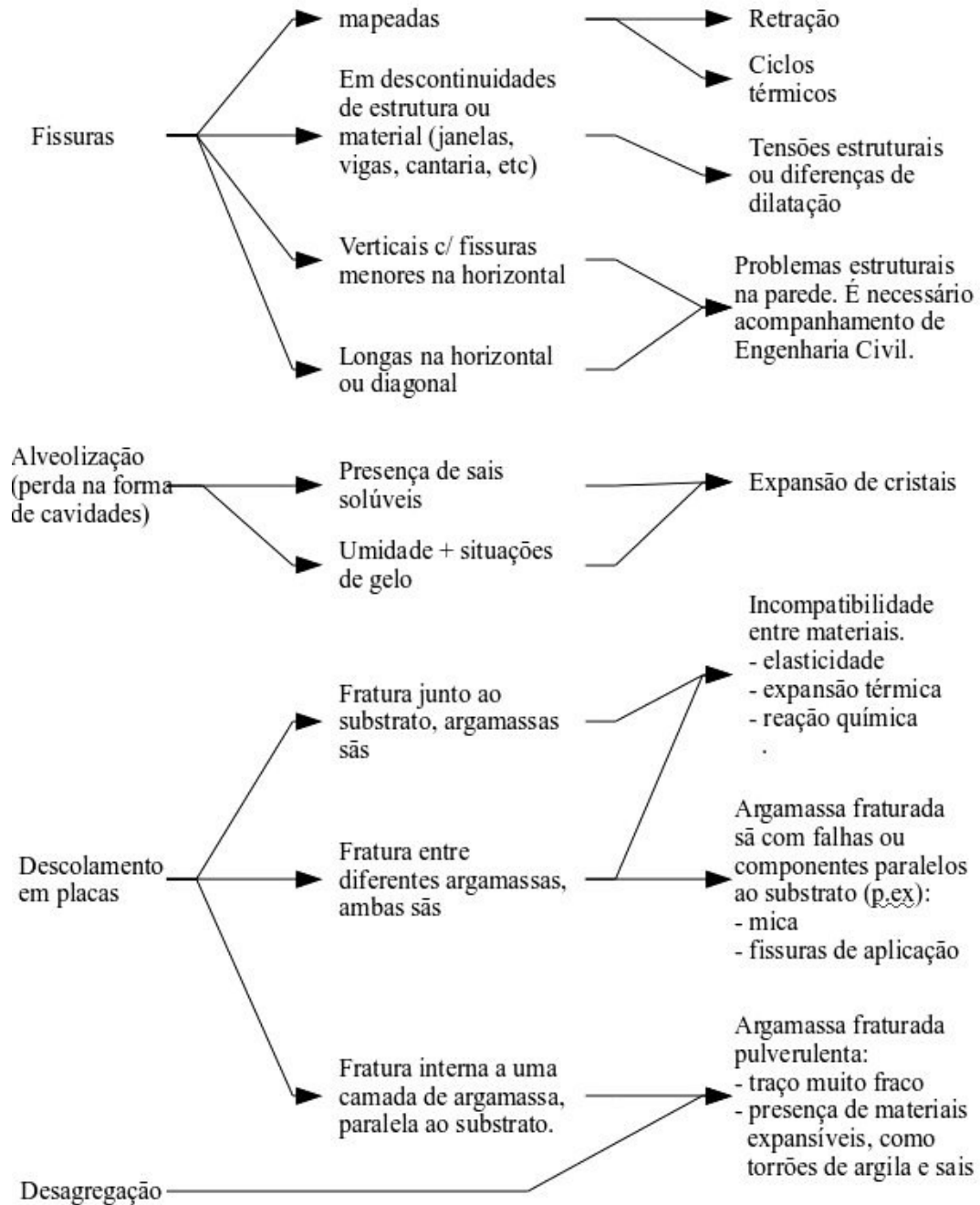


Figura 8: Danos físicos encontrados em argamassas: características e prováveis mecanismos

Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Henriques (1994), Souza, Pereira e Brito (2005) e Torraca (2009)

Há casos em que as fissuras acompanham caminhos preferenciais da água sobre a fachada, quando há uma retração/ expansão relacionada à umidade na argamassa, em menor proporção.

Esses caminhos ocorrem junto aos adornos e janelas, por exemplo.

Quando uma camada de argamassa se comporta de maneira muito diferente da camada nela aderida (ou substrato), ocorre um descolamento entre elas. Quando as duas argamassas são resistentes, o descolamento ocorre na interface entre elas, soltando-se uma placa de argamassa sã e restando na edificação uma argamassa coesa, aderida ao substrato ou o próprio substrato exposto. Quando a argamassa mais interna tem composição pouco resistente ou foi enfraquecida por tensões internas, a fratura ocorre nesta camada, com o descolamento da camada mais extensa, ainda sã, em placas, expondo a argamassa desagregada (dita “salitrada” em termos antigos ou “esfarelenta” em termo corrente).

Segundo Torraca (2009), o descolamento em placas pode ser agravado pela vibração causada pelo trânsito de veículos pesados nas redondezas da edificação. As placas de argamassas que já perderam a aderência localmente, mas permanecem ligadas ao restante da argamassa, entram em ressonância com esta vibração, provocando a progressão das trincas.

Grandes diferenças de rigidez entre as camadas ou entre argamassa e substrato também são fontes de tensão. Em primeiro lugar porque, normalmente, a rigidez está ligada ao coeficiente de dilatação térmica, criando tensões entre as camadas. Em segundo lugar, porque uma rigidez baixa permite à argamassa se adaptar às movimentações -térmicas, estruturais, etc. - desde que esta deformação não exceda sua capacidade de resistência e lhe provoque fissuras. Por outro lado, uma camada excessivamente rígida não acompanhará movimentações e terá tendência a criar uma fissura em si ou entre as camadas.

As fontes externas de tensão são ligadas às deformações do edifício. Essas deformações podem ocorrer por recalque da fundação, reformas mal calculadas ou indícios de que a

resistência da alvenaria foi excedida. Elas tendem a se concentrar em locais de descontinuidade, como as janelas, vergas, cantarias, etc., em especial onde houver ângulos vivos na interface. Nesses locais, será mais fácil verificar trincas locais. Todavia, um recalque pode provocar longas trincas diagonais ao longo da fachada. Fissuras longas horizontais ou verticais podem ser indícios de problemas estruturais na alvenaria. É importante estudar as origens dessas movimentações para garantir a segurança e a perenidade da intervenção.

Outro tipo de dano comum, observado pelo autor, deve-se à oxidação de metais ferrosos no interior da argamassa. Muitos adornos empregam cravos forjados ou pregos no seu interior, como uma estrutura de reforço. Com o passar dos anos e a carbonatação da cal que protegia o ferro, este se oxida, expandindo e fissurando a argamassa.

Uma visão resumida e prática das degradações em edificações tradicionais e das sugestões de intervenções pode ser encontrada no Manual de conservação preventiva para edificações (KLÜPPEL; SANTANA (coord.), [2005]).

3 Método proposto

O objetivo do método proposto é contribuir para o levantamento da condição material de bens culturais. No caso, de argamassas de fachada. Os passos propostos são:

- adequação dos dados históricos da edificação ao levantamento a ser feito, para auxiliar nos levantamentos;
- levantamento dos tipos e extensão de degradações;
- determinação dos objetivos das análises laboratoriais;
- escolha da quantidade e dos locais para retirada de corpos de prova;
- acompanhamento da retirada de corpos de prova;
- escolha das análises necessárias para cumprir os objetivos delineados;
- análise dos resultados obtidos;
- síntese e apresentação de resultados.

Esses passos podem ser compreendidos no contexto do projeto de conservação/ restauro pelo diagrama da Figura 9.

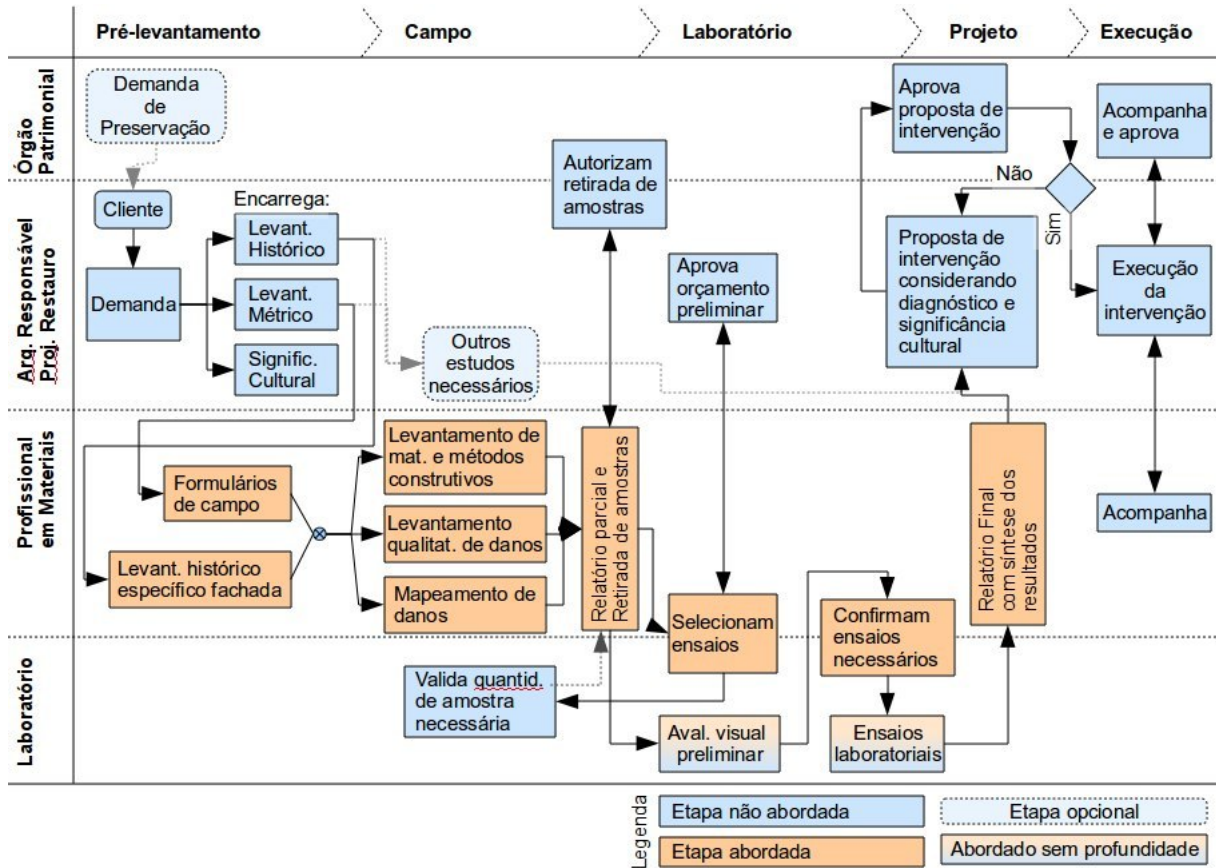


Figura 9: Fluxograma de intervenção em fachadas históricas argamassadas, destacando as etapas abordadas nesta tese

Os passos propostos são focados no diagnóstico e caracterização da argamassa. Entretanto, é interessante ir mais além e realizar o levantamento de materiais e métodos construtivos, que consta na Figura 9, o qual poderá enriquecer os dados levantamento histórico. Isso porque:

- o inspetor terá acesso a partes da edificação que provavelmente não foram acessadas por outros profissionais participantes do projeto;
- ao encontrar perdas de material, o inspetor poderá verificar os materiais subjacentes, como substratos, presença de cravos, pregos, cimento, ladrilhos, impermeabilizantes, etc., não acessíveis em outras áreas;

- o conhecimento de história das técnicas construtivas, necessário para subsidiar as análises, também pode auxiliar a trazer dados da história da edificação (e vice-versa);
- algumas patologias poderão estar relacionadas com a técnica construtiva ou vícios de execução;
- ao retirar corpos de prova, o registro do tipo de substrato poderá trazer informações que auxiliem a datar as paredes.

É interessante frisar que o levantamento do Pátio Maior se deu no final de 2002 e começo de 2003. Nesta ocasião, o IPT já havia desenvolvido um procedimento e experiências anteriores na análise laboratorial de argamassas históricas, todavia a metodologia de campo precisou ser desenvolvida para atender aquela demanda específica.

O método proposto será delineado ao longo desta tese, buscando mesclar com os estudos de caso para ilustrá-lo. No capítulo 4, serão abordados os trabalhos preliminares ao levantamento de campo: questões relativas à formação do inspetor, acesso às fachadas, definição de objetivos dos levantamentos, organização das informações históricas da edificação, formulários a serem empregados em campo, materiais necessários e questões sobre a organização das informações a serem levantadas.

A técnica de levantamento em campo em si é descrita no capítulo 5, com foco nos levantamentos de métodos construtivos, levantamento de danos, indo até a escolha dos locais para retirada de amostras, que é abordada no capítulo 6.

As análises laboratoriais são descritas no capítulo 7. O mérito dos protocolos de laboratório cabe ao IPT, personificado em seus pesquisadores. A metodologia de seleção das análises, buscando obter o máximo de informação dentro do orçamento disponível foi desenvolvida durante os levantamentos citados e formalizada nesta tese.

Por fim, no capítulo 8, “Síntese e apresentação dos resultados”, são apresentadas informações úteis sobre síntese dos resultados. Este tema é um grande desafio pela grande quantidade de informações colhidas a serem compiladas de forma acessível para um público tão diversificado quanto uma equipe multidisciplinar de restauro.

3.1 Estudos de caso

Os dois objetos de estudo empregados nesta tese são:

- Paço de São Cristóvão (Pátio Maior e Fachada Principal);
- prédio do futuro Centro Cultural e Museu Casa da Moeda do Brasil.

Ambos os prédios são tombados como patrimônio cultural na esfera nacional e municipal. O fator que os diferenciou de outros tantos edifícios tombados foi a oportunidade de realizar os levantamentos entre os estudos preliminares de seus restauros, dada a importância creditada a esse tipo de levantamento pelo Instituto Herbert Levy (IHL), proponente do projeto cultural de mecenato junto ao Ministério da Cultura, pela Assumpção Consultoria Técnica e pelos profissionais do Instituto do Patrimônio Artístico e Histórico Nacional (IPHAN-RJ). Somente foi possível dedicar os recursos e o tempo necessários aos estudos aqui apresentados graças ao empenho dos profissionais dessas entidades. Os projetos foram patrocinados pelo Ministério da Cultura, via patrocínio cultural da Petrobras (casos do Paço de São Cristóvão), e pela Casa da Moeda do Brasil.

4 Antes de sair em campo

4.1 Formação do inspetor

Os desafios encontrados na avaliação de danos e materiais de fachadas argamassadas envolvem muitas áreas de conhecimento diferentes, como muitos outros aspectos da preservação como um todo. O profissional que se propõe a este estudo deve complementar sua formação, independentemente da sua origem acadêmica.

É muito importante ter uma percepção do conjunto do trabalho, e isso é mais fácil quando um mesmo profissional realiza várias etapas. Entretanto, seria muito difícil que uma só pessoa tivesse todo o conhecimento necessário, havendo a necessidade de uma equipe, por menor que seja. Todavia, deve-se garantir que todos da equipe tenham a visão compartilhada do processo.

Muitos dos conhecimentos necessários podem ser adquiridos durante um curso de graduação ou outro, ou através de livros. Entretanto, em outros casos, o interessado dependerá de uma aquisição de informações dispersas, pois ainda não existem compilações prontas.

Em todas as etapas do trabalho, do levantamento de campo à definição da intervenção, são necessários conhecimentos sobre a história da edificação em si, a cronologia dos materiais e técnicas construtivas, a patologia das construções e a constituição mineral dos materiais tipicamente encontrados.

Quanto à patologia das construções, em especial das argamassas, o conhecimento pode ser adquirido em disciplinas de graduação ou pós-graduação, em livros como o de Fiorito (1994)

ou de Cincotto (1989) e publicações específicas da área de edificações históricas.

Existem outros conhecimentos que precisam ser coletados de fontes dispersas. No caso da história da edificação, é fundamental haver um trabalho prévio para a edificação em questão, com levantamentos em cartórios, arquivos públicos, iconografia e outras fontes. Esse tipo de trabalho normalmente é feito por historiador ou por arquiteto. É importante que seja realizado antes do levantamento de materiais e danos e que seja difundido entre os que trabalham no projeto.

Uma grande lacuna é percebida quanto aos estudos sobre a cronologia dos materiais e técnicas construtivas no Brasil. A pesquisadora mais conhecida, talvez a única, é Cybèle Celestino Santiago, que une o conhecimento em arquitetura com a disciplina de historiadora. Recentemente, publicou um livro sobre argamassas tradicionais de cal (SANTIAGO, 2007). Sua leitura é praticamente obrigatória para os interessados nesta área, pois nos proporciona uma síntese de referências da área, de origem italiana, francesa, portuguesa, espanhola e brasileira, do século I a.C. ao século XVIII, com ênfase nos últimos duzentos anos.

Fora essa compilação, o profissional deverá recorrer diretamente aos livros antigos encontrados no Brasil, em bibliotecas tradicionais como a Biblioteca Nacional (RJ), Real Gabinete de Leitura Português (RJ) ou em diversas lojas de livros usados existentes, ditos “sebos”. Infelizmente, os sebos raramente adquirem títulos técnicos antigos, que são pouco valorizados por leigos. Uma pequena coleção chamada Biblioteca de Instrução Profissional possui títulos úteis, como o de Pinheiro (192?), intitulado Materiais de Construção. Ou ainda de Segurado (192?), Acabamentos das Construções. Há também manuais conhecidos como “vinholas”, do ofício da construção, como O Vinhola Brasileiro (RAINVILLE, 1880). Existirão muitos outros títulos de manuais de engenharia, como Huguenin (188?), Figueredo

(1905), Foerster (1942), Graf (1948), entre outros, nacionais ou importados, todos encontrados no Brasil e, portanto, prováveis referências de época para nossas construções. Entretanto, o pesquisador observará que a parte específica de argamassas consta pouco nestas obras, fazendo do aprendizado um verdadeiro garimpo e exigindo notas organizadas para consultas.

O levantamento de campo exige somar conhecimentos de segurança em altura, fotografia, fotogrametria (se empregado), ensaio de percussão em argamassa e reconhecimento macroscópico de argamassas, além de outros ensaios de campo que venham a ser empregados (vide TAVARES et al., 2005, citados na p.130).

O ensaio de argamassa com percussão foi um tema sobre o qual não encontramos referências. Talvez pela sua simplicidade, ou por não despertar necessidade da indústria da construção civil geral, pois parece ser mais fácil demolir a argamassa defeituosa e refazer - mesmo que se repitam os vícios originais. Nesta tese, buscamos descrever o procedimento dessa inspeção para diminuir tal lacuna (ver capítulo 5.2.3, p. 136).

As habilidades de desenho são básicas e facilmente adquiridas em um curso ou prática autodidata. São necessárias para passar ao papel o que foi levantado na fachada. Este trabalho será realizado sobre um levantamento métrico já realizado, onde haverá referências no papel que ajudam a transpor as áreas levantadas. O uso de fotografia ortogonal com correção da distorção da lente minimiza essa necessidade.

Os conhecimentos de fotografia foram, em parte, substituídos pelo automatismo das câmeras atuais. Entretanto, é importante ter noção de tempo de exposição e enquadramento para garantir fotos do levantamento que sejam úteis.

Técnicas de segurança em altura podem ser adquiridas lendo as normas específicas e fazendo um curso de montanhismo, que também ajudará a vencer o medo de altura para quem o tem.

Já na etapa de especificação de análises laboratoriais, sua execução e síntese dos resultados, consideramos importante o domínio das análises em si e suas limitações. As análises laboratoriais que descrevemos no capítulo 7 envolvem especialistas ligados à geologia, química, engenharia de materiais e/ou civil. Considerando-se a especificidade dos profissionais e custos dos equipamentos, esta é a área que frequentemente será contratada em instituição de pesquisa, contando com uma equipe dedicada. Todavia, havendo interesse ou necessidade em análises simples para caracterização de argamassas, recomendamos a leitura do manual de laboratório para conservadores de bens arquitetônicos, de Teutonico (1988).

A prática na análise macroscópica de argamassas depende bastante da habilidade do profissional que a executa. A análise macroscópica laboratorial é normalmente realizada por geólogo, que possui grande conhecimento dos aspectos dos minerais como um todo, mas que deverá somar conhecimentos sobre argamassas. No levantamento de campo, é realizada pelo inspetor, que deverá conhecer o aspecto dos minerais de maior ocorrência em argamassas. Infelizmente, não conhecemos literatura específica para análise mineralógica de argamassas.

Uma vez identificados os danos e os materiais, será necessário propor uma intervenção. Por esse motivo, deve-se conhecer as técnicas de intervenção, teoria da conservação/restauro e formulação de argamassas. Até recentemente, o conhecimento delas se baseava na leitura de literatura estrangeira, artigos e divulgações comerciais de fabricantes. Recentemente, foi publicado um livro sobre o tema do restauro e conservação de alvenarias e argamassas por Pôrto (2009). Essa publicação possui linguagem muito didática e acessível, constituindo um

bom material para ensino e uma primeira aproximação para futuros especialistas. Outro livro com linguagem mais avançada e escopo mais técnico e amplo é o de Oliveira (2002). Uma referência importante é o caderno de encargos publicado pelo Programa Monumenta (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2005) e o Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal (KANAN, 2008), que trazem a chancela do Ministério da Cultura e diversos procedimentos de intervenção.

Conceitos de teoria do restauro devem ser adquiridos em disciplinas acadêmicas específicas ou através de livros como o de Choay (2001), Braga (2003), da leitura das diversas Cartas Patrimoniais, hoje facilmente encontradas na Internet, e de autores clássicos como Camillo Boito, Eugène Viollet-le-Duc e John Ruskin

Embora tenhamos dividido a explanação nas etapas de levantamento de campo, análises laboratoriais e definição da solução de intervenção, cabe esclarecer que não há divisão estanque entre elas. Foi apenas uma forma esquemática de apresentar a grande diversidade de conhecimento envolvida, que não é possível abordar em apenas tese.

4.2 Acesso vertical

Fachadas são tipicamente verticais. Inspeccioná-las envolve, portanto, alguma forma de transporte vertical. Excluindo os edifícios térreos, é preciso planejar essa forma de acesso, pois incorrerá em custos e poderá influenciar nos prazos.

Quem pensa em atuar nessa área não pode ter vertigem e deve conhecer (e praticar) os procedimentos de segurança. Estudar a portaria NR-18 (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2008) nestes tópicos é obrigatório. Além disso, é recomendável fazer um curso específico de

segurança em altura e/ou um curso básico de montanhismo (também conhecido como alpinismo). É certo que o montanhismo é um esporte e que não reflete a prática de canteiro de obras. Entretanto, propicia um ótimo ambiente para se aprender sobre a importância dos equipamentos, verificar sempre se os procedimentos são cumpridos e para trocar o medo de altura pela confiança nos procedimentos e equipamentos.

Toda a área sob a fachada inspecionada deve ser isolada de trânsito de pessoas e veículos. Há risco de queda de ferramentas e, muitas vezes, de pedaços de argamassa.

Trabalhar em altura significa, normalmente, não ter bancadas e estar longe de um almoxarifado. É preciso planejar de antemão tudo que for necessário. Além de segurança, uma “cadeirinha” de alpinista ou um cinturão “paraquedista” são úteis também para prender os diversos equipamentos de inspeção. Os equipamentos, em especial o martelo, devem ter cordames para serem presos ao pulso. Uma queda pode ser um risco aos transeuntes e é seguramente um contratempo para o trabalho.

Para facilitar o trabalho e estender o alcance da inspeção alguns centímetros a mais, empregamos um suporte de giz preso como prolongação do cabo do martelo, de modo que fica possível riscar com o próprio martelo que faz a percussão. O alcance da marcação passa a ser o mesmo da percussão, além de ocupar apenas uma das mãos.

4.2.1 Escadas, cavaletes e afins

São métodos simples, porém muito úteis nos pavimentos térreos. É interessante esgotar o alcance que oferecem antes de apelar para os métodos de alcance maior, pois são pouco custosos e oferecem muita agilidade ao inspetor.

Escadas de eletricista (de encostar contra a parede) são bastante úteis para a inspeção. São práticas em alturas de três a quatro metros. Acima disso, o risco aumenta e a parte inferior fica demasiadamente afastada da parede, para lhe garantir estabilidade. Usando-se a escada, pode-se alcançar uma área correspondente à envergadura da pessoa, portanto entre 1,7m e 2,0m a cada lance.

Um banco de madeira comprido é útil para aumentar em cerca de 0,5m de altura a área inspecionada. Sendo comprido, o esforço de subir e descer é compensado por uma extensão maior inspecionada. Utilizando-se um cavalete com tábuas, pode-se alcançar cerca de 0,8m, porém com um esforço maior para subir e descer. Deve-se sempre estar atento às bordas, para evitar acidentes.

Um funcionário pode auxiliar a carregar este material de acesso ao longo da fachada. Porém, como ele ficará ocioso enquanto se inspeciona, pode ser mais interessante treiná-lo para auxiliar na inspeção.

Vantagens: baixo custo; agilidade; pode ser facilmente retirado para fotografar a área inspecionada.

Desvantagens: alcance limitado a cerca de 4,5m de altura; deve-se redobrar a atenção com a segurança.

Custos: A aquisição de uma boa escada de eletricista é dispendiosa, cerca de R\$450,00. Se o material já estiver disponível, o custo é muito reduzido.

Rendimento: No caso do Museu CMB, foram inspecionados cerca de 410 m² de paredes (descontando-se aberturas) em 40 Hh (Homem-hora) de trabalho de inspetor com um ajudante. Resulta em um rendimento de 10,2m²/h (inspetor + ajudante) em um prédio desta dimensão. Há que se lembrar que o tempo de preparação inicial está embutido nessa conta e

que o rendimento será menor quando o edifício for menor. O Museu CMB fica em um terreno muito plano, o que facilita esse tipo de trabalho. Terrenos acidentados, comuns em Ouro Preto, por exemplo, devem diminuir tal rendimento.

4.2.2 Guindaste

Tipicamente, a inspeção de fachadas é um estudo que antecede as obras de restauração. Assim sendo, ocorre em um momento em que ainda não há infraestrutura de canteiro de obras e andaimes. Neste contexto, o uso de guindaste é bastante interessante. O caminhão-guindaste emprega uma gôndola, uma espécie de gaiola pendurada no gancho, onde os inspetores ficam. As gôndolas menores comportam duas pessoas, como a que se encontra diante do caminhão na Figura 10. Existem gôndolas maiores, porém precisam ser levadas em caminhão à parte, o que encarece o orçamento. Para que a gôndola fique mais estável, é necessário lhe amarrar cordas, que são manuseadas por um auxiliar no chão. Este cuidado é importante para que a gôndola não bata e danifique a fachada ao sabor dos ventos.

Os caminhões-guindaste variam conforme sua capacidade, medida em toneladas. Isso é pouco importante, pois o peso do inspetor será irrisório. Entretanto, o alcance do guindaste também varia com essa capacidade. Quanto maior o guindaste, maior seu “envelope de operação”. Além de alcançar maiores alturas, um guindaste maior também alcança uma



Figura 10: Guindaste em posição de trabalho, ao lado do Museu CMB

distância maior da sua base, permitindo fazer uma inspeção com menos reposicionamentos do caminhão. Cada reposicionamento do guindaste leva cerca de quarenta minutos. Deve ser ponderado o que será mais vantajoso: um guindaste maior com maior alcance ou um menor e menos custoso, porém com mais intervalos para reposicionamento. Na Figura 11 vemos à esquerda, em azul, um guindaste menor, com alcance da altura do prédio, mas que precisa de cerca de quatro posições para alcançar toda a fachada central. À direita, em laranja, o envelope de um guindaste maior, que excede a altura do edifício, porém pode inspecionar a fachada central com apenas duas posições.

Alguns guindastes menores alcançam alturas maiores usando-se um extensor de lança (“gib”). Entretanto, o “gib” demora cerca de uma hora para instalar e mais uma para desinstalar, e o aluguel do guindaste é medido em horas. Frequentemente, será mais interessante alugar um guindaste maior, que dispense o uso do “gib”.

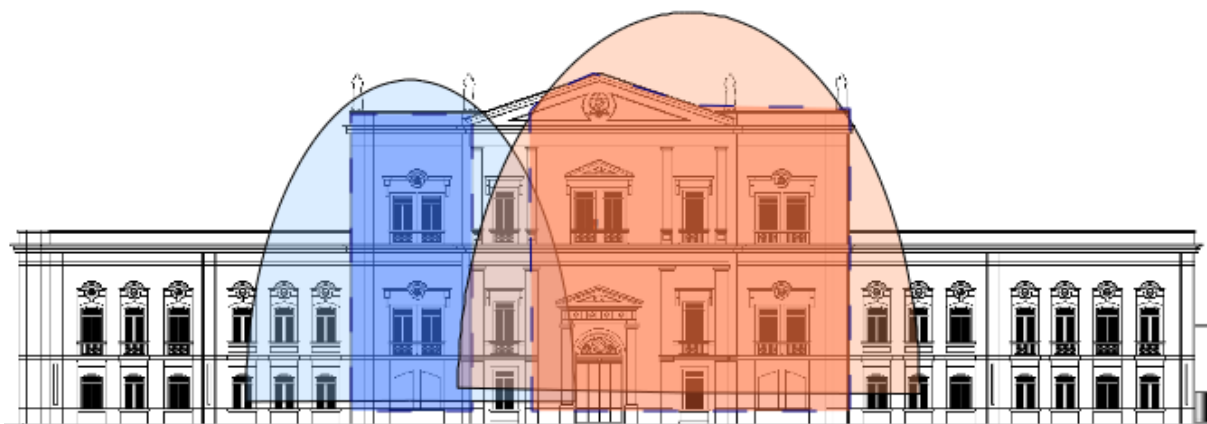


Figura 11: Esquema de envelope de trabalho para diferentes guindastes

Pedir a visita de um vendedor técnico da empresa de guindaste é uma medida interessante para acertar esses detalhes. Ao orçar o trabalho, também deve-se lembrar que o aluguel começa a ser contado a partir da saída do caminhão-guindaste da empresa e encerra com sua

chegada. Além disso, muitas vezes poderá haver restrição de horário para circulação de caminhões em áreas centrais de cidades. Caso haja local seguro para o caminhão-guindaste ser guardado à noite, pode-se negociar com a locadora o pernoite no local, economizando custo de deslocamento.

Deve-se aproveitar ao máximo o dia do guindaste, para compensar os deslocamentos. Uma jornada de inspeção pode chegar a dez horas de trabalho, embora o cansaço possa diminuir a qualidade da inspeção. Todavia, é fundamental haver luz para a inspeção e fotografias. Assim, deve-se prever jornadas mais curtas quando se projetar uma inspeção nos meses de inverno.

Existe uma linguagem de sinais empregada pelos operadores de guindaste. O inspetor deve aprender com o operador os sinais que serão empregados para orientar onde deseja inspecionar. Também é importante já explicar a sequência de inspeção pretendida antes de subir, para facilitar essa comunicação.

O guindaste opera em torno de um eixo. Assim, a operação de deslocar a gôndola lateralmente obriga a rodar a base nesse eixo e corrigir o raio, esticando ou abaixando a lança. É uma operação mais complicada do que subir e descer, em que se recolhe ou alimenta o cabo de aço do carretel. Portanto, é mais produtivo que a inspeção seja feita em prumadas, na seguinte sequência:

1. posiciona-se a gôndola na porção inferior ou superior da fachada, na prumada desejada;
2. sobe (ou desce), parando nos trechos conforme o alcance do inspetor, empregando apenas os cabos de aço;
3. ao terminar a prumada, afasta-se do prédio para anotações e fotografias, descendo (ou subindo) conforme necessário;

4. encaminha para a próxima prumada, mexendo na lança e rotacionando a base.

Não se deve esquecer de levar protetor solar, óculos de proteção escuros e de organizar a sequência de inspeção de modo a aproveitar a melhor luz do sol para as fotografias.

Vantagens: boa velocidade de inspeção; permite fotografias ortogonais da fachada nua, sem andaimes na frente.

Desvantagens: é preciso de espaço para estacionar o guindaste, sendo necessário muitas vezes interditar ruas.

Rendimento: No Museu CMB, medimos 32,0m²/h (área corrida, sem descontar janelas) em fachadas de dois pavimentos e 24,7 m²/h nas regiões de três pavimentos, devido a reposicionamentos e colocação do “gib”.

No Palácio de São Cristóvão, medimos 34,1m²/h, tendo três pavimentos de grande pé direito. Foram poucos reposicionamentos, não foi necessário empregar “gib” e a equipe, muito experiente, posicionava rapidamente cada ponto de inspeção.

Não esquecer de considerar percurso de ida e volta a cada jornada, e horários em que caminhões não podem circular. Lembrar que a jornada será mais curta no inverno.

Custo: Um caminhão-guindaste de 18m de lança custou R\$135/h em 2009, no Rio de Janeiro. Porém os preços podem variar bastante dependendo do tamanho do guindaste e da região onde se encontra. Fora dos grandes centros urbanos, pode ser necessário deslocamento rodoviário e diárias de alimentação e hospedagem para a equipe.

4.2.3 Plataforma Articulada

São equipamentos que surgiram mais recentemente no mercado, onde também são conhecidas como “lança articulada autopropelida” ou mesmo “girafa”. Também existe a versão de “lança telescópica”, um pouco menos flexível, que exige mais distância da parede.

Consistem em uma base sobre rodas com sistema hidráulico, gerador ou baterias, e uma lança similar a um guindante (lança telescópica) ou similar a um braço (ombro, antebraço, cotovelo, braço). A unidade é controlada a partir da própria gôndola que fica no extremo da lança, pelo próprio inspetor. Pode ter altura máxima de trabalho entre 10 e 43 metros, dependendo do modelo. Os modelos encontrados para locação são fabricados pelas empresas estadunidenses JLG (Oshkosh Corp.) e Terex, proprietária da marca Genie.

Nos sites dos fabricantes, há uma lista de empresas que alugam estes equipamentos.

Na Figura 12 tomamos como exemplo o envelope de trabalho da plataforma Z80/60 da Genie Industries, que tem alcance de 27,4m de altura. Na figura, vemos que, para trabalhar em baixas alturas como para a altura máxima, precisa-se de uma distância de cerca de sete metros da fachada. Essa distância pode significar o bloqueio de ruas estreitas e a obrigação de trabalhar somente nos finais de semana, aumentando os custos do equipamento.

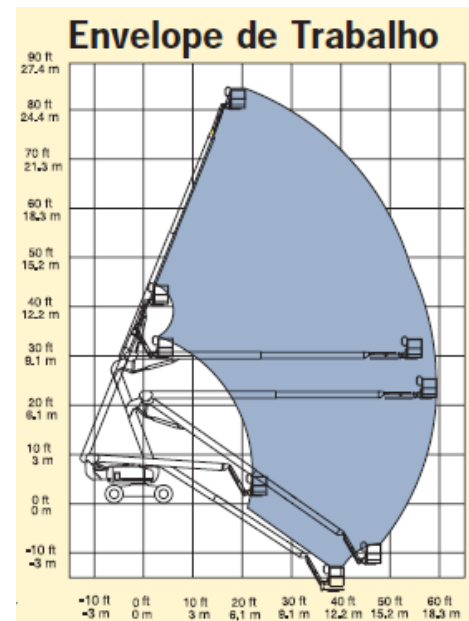


Figura 12: Envelope de trabalho da plataforma Z-80/60

Fonte: Genie Industries.

O aluguel desse tipo de equipamento é baseado no tempo que será usado (semanal, quinzenal), sendo o frete, do locador ao local de uso, pago pelo cliente. Desta forma, quando o uso for limitado aos finais de semana, o valor do frete se multiplicará.

Quando o equipamento for usado vários dias seguidos, deve-se prever um local de guarda durante a noite. Caso o edifício inspecionado não comporte, será preciso sondar um estacionamento próximo e computar seu custo. Ou, ainda, a contratação de um vigilante noturno com esse fim, cujo custo deverá ser considerado no orçamento.

Vantagens: agilidade; permite fotografias ortogonais da fachada nua, sem andaimes na frente.

Desvantagens: é necessária uma distância de cerca de 7m da fachada para posicionar a base, sendo necessário, muitas vezes, interditar ruas. Opera apenas em terrenos planos.

Rendimento: este recurso não chegou a ser empregado pelo autor, portanto não há dados específicos sobre rendimento. Acreditamos que ele será similar ao do guindaste, considerando-se ser um acesso mecanizado.

4.2.4 Andaimes

A montagem de andaimes são uma maneira tradicional de acessar a fachada. É muito provável que seja utilizada na etapa de obras, e seria uma tentação pensar em montá-los com antecedência, para atender às necessidades de inspeção (não só de materiais, mas de camadas de pintura, confecção de moldes e outras atividades que antecedem a obra). Essa possibilidade deve ser estudada sobre um cronograma bem elaborado, pois, uma vez instalados, o aluguel mensal será cobrado. O processo de inspeção e análise laboratorial pode chegar a três meses,

quando o número de amostras é grande. Se for uma etapa que antecede (nem sempre o é) o projeto da Lei de Incentivo à Cultura, a análise do Ministério da Cultura deve levar mais três meses. Portanto, é importante ponderar se haverá vantagem nessa montagem antecipada.

Do ponto de vista da inspeção, os andaimes são bons apoios de acesso. Porém apresentam algumas desvantagens em relação aos outros métodos. Deslocar-se em um andaime, subindo e descendo os quadros e fazendo a devida amarração de segurança, é algo que toma tempo da inspeção, diminuindo o rendimento. As fotografias tiradas ficam prejudicadas, pois uma distância de dois metros das fachadas gera enquadramentos ortogonais com pouco alcance, os enquadramentos diagonais possuem pouca precisão e há a interferência visual dos tubos.

Assim, não é o melhor método de acesso, porém pode ser empregado caso haja um motivo maior no contexto do projeto. Foi o caso, por exemplo, em algumas fachadas do Palácio de São Cristóvão, onde não havia acesso para outros métodos. Ou, em outras fachadas, onde já havia um andaime montado como apoio à sobrecobertura do telhado, cuja restauração antecedeu a da fachada.

A locação de andaimes, muitas vezes, é feita por uma firma, e sua montagem, por uma segunda firma especializada. Entretanto, os andaimes fachadeiros são regulamentados pela portaria NR-18 do Ministério do Trabalho (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2008) e devem ser supervisionados por profissional qualificado. É interessante que um só profissional, ou empresa, seja responsável técnico pelos materiais e montagem do andaime, seja ele da locadora, da montadora ou da própria equipe da obra.

Vantagens: é versátil para outras atividades pré-restauração e pode ser instalado em praticamente qualquer localização.

Desvantagens: inspeção mais lenta e fotografias com pior enquadramento e interferência visual dos tubos.

Rendimento: No Palácio de São Cristóvão, foram empregados andaimes em fachadas inacessíveis ao guindaste. Os andaimes foram montados parcialmente, apenas a parte metálica, sem plataformas ou guarda-corpos. Se, por um lado, a ausência de plataformas facilitava a visibilidade da fachada, por outro, ela dificulta bastante a locomoção do inspetor. Assim, é possível que o rendimento da inspeção varie em uma situação com andaime completo. Nas condições apresentadas, o rendimento foi de 25m²/h, com um inspetor, sem ajudante.

Custos: Locação mensal (R\$3,70/m²). Montagem e Desmontagem (R\$18/m² - valor inclui as duas). Valores de referência do Rio de Janeiro, em 2009.

4.2.5 Rapel e métodos de montanhismo

O montanhismo é praticado há décadas e possui toda uma gama de certificações e procedimentos que, quando atendidos, proporcionam uma alta segurança ao praticante. Quando as demais alternativas de acesso vertical forem esgotadas, as técnicas de montanhismo podem proporcionar o acesso à inspeção necessário.

Apesar de ser uma técnica segura, é preciso ter em mente algumas dificuldades. A primeira é que o montanhista deve também ter o conhecimento necessário à inspeção. Não adianta contratar esportistas a menos que tenham um treinamento adequado. É, talvez, mais prático que um inspetor aprenda montanhismo e, se necessário, faça-se acompanhar por um montanhista experiente.

Não conhecemos nenhuma inspeção que tenha usado as técnicas de montanhismo e medido o rendimento de área inspecionada por hora de trabalho. Entretanto, é de se esperar um baixo rendimento, uma vez que a técnica mais comum, o rapel, envolve a descida controlada por uma corda, precisando subir novamente ao patamar superior a cada prumada inspecionada. Além disso, é preciso criar pontos de ancoragem seguros para amarrar a corda, o que pode ser difícil se o edifício estiver muito degradado.

A técnica de montanhismo também exige o contato com a superfície da fachada. Assim, dificilmente se conseguirão boas fotografias ortogonais da região inspecionada.

Apesar dessas dificuldades, essa pode ser a solução adequada em regiões de difícil acesso, como fachadas recuadas em pavimentos superiores, onde a “base” é o telhado do pavimento inferior. Ou mesmo em locais ermos, onde não haja locação de guindastes, plataformas ou andaimes na proximidade.

Vantagens: exige poucos equipamentos e de fácil transporte. É versátil e pode ser usada em diversas situações.

Desvantagens: necessário treinamento específico de inspetores. Provavelmente, terá baixo rendimento de área inspecionada por hora.

Rendimento: não conhecido, mas provavelmente baixo.

Custo: não conhecido, uma vez que não se conhece o rendimento. Deve-se levar em consideração um contrato de seguro que contemple esse tipo de atividade.

4.2.6 Resumo

Como um resumo do capítulo de métodos de acesso vertical, organizamos as informações na Tabela 4.

4.3 Definindo os objetivos do levantamento

No capítulo 6.1, veremos uma unanimidade entre Jean-Marie Teutonico (1998), John Hughes e Kristof Callebaut (2000), Elisabeth Goins (2004) e Maria Isabel Kanan (2008): todos enfatizam a importância de se ter objetivos claros e definidos antecipadamente. Teutonico lembra de maneira simples e direta: “Você precisa saber o que está procurando!!!” (p. 137, tradução livre do autor).

Tabela 4: Resumo dos métodos de acesso vertical às fachadas

Método	Vantagem	Desvantagem	Rendimento	Custo Equip.
Escadas, etc.	Baixo custo; agilidade; fotografias sem interferências	alcance limitado a cerca de 4,5m de altura; deve-se redobrar a atenção com a segurança.	10,2 m ² /h (inspetor + ajudante)	Baixo
Guindaste	Boa velocidade de inspeção; permite fotografias ortogonais sem interferências	é preciso de espaço para estacionar o guindaste, sendo necessário, muitas vezes, interditar ruas.	42,7 a 34,1 m ² /h	R\$168/h (lança 18m. Prever 2h deslocamento dia)
Plataforma articulada	Boa velocidade de inspeção; permite fotografias ortogonais sem interferências	Distância de cerca de 7m da fachada para posicionar a base; somente terrenos planos	Provavelmente similar ao guindaste	R\$820/dia + R\$6/h (diesel) + frete de caminhão-prancha
Andaimes	Versátil para outras atividades pré-restauração; instalado em qualquer localização	Inspeção mais lenta e fotografias com pior enquadramento e interferência visual dos tubos.	25m ² /h (somente inspetor)	Locação: R\$3,70/m ² Montagem/Desmontagem R\$18/m ²
Rapel	Exige poucos equipamentos e de fácil transporte; pode ser usada em diversas situações.	Treinamento específico de inspetores. Provavelmente terá baixo rendimento de área inspecionada por hora.	Provavelmente baixo	Dependerá do custo do inspetor treinado na técnica de montanhismo

A definição dos objetivos é algo que se espera do interessado pelo imóvel, seja ele o proprietário, usuário ou arquiteto por um deles contratado. Entretanto, também deve haver acordo com eventuais órgãos patrimoniais responsáveis.

Segundo Goins (2004) os objetivos mais comuns são:

- a caracterização da argamassa original;
- compreensão dos mecanismos de degradação; ou
- estudos acadêmicos para conservação e restauro.

Hughes e Callebaut (2000) também fazem uma divisão similar, mas ainda alertam que mesmo os estudos acadêmicos, muitas vezes, pecam por não definir claramente seus objetivos, dado fundamental para o leitor compreender a representatividade dos resultados.

Kanan (2008) lembra que, além dos objetivos claros, devem ser feitos o levantamento histórico e o levantamento métrico. De fato, a “caracterização da argamassa original” exige uma compreensão de que argamassa seria a original. Para tanto, o levantamento histórico é fundamental e deve:

- gerar uma cronologia da edificação, segundo a qual pode haver mais do que uma argamassa original;
- situar a argamassa original esperada na linha cronológica dos materiais de construção;
- buscar evidências dos materiais empregados (em livros de contas, registros de compras, etc.) ou exigidos (em contratos, leis, publicações da época).

Do ponto de vista da obra, frequentemente, o objetivo é:

- registro do estado presente e comparação do estado presente com a cronologia;
- saber que traço de argamassa deve ser empregado, para cada parte da edificação (para tanto, é importante verificar a cronologia da edificação);
- decidir se será feita substituição (total ou parcial) ou reparo da argamassa presente;
- compreender a patologia, para que a argamassa de substituição possa evitá-la ou para que o método de reparo possa conviver com ela;
- em caso de substituição parcial, obter dados que permitam formular uma argamassa compatível com a original do ponto de vista físico e mecânico.

Entretanto, outros objetivos podem ser evocados, conforme o caso. O ideal é que fiquem esclarecidos já no momento da elaboração do contrato de serviço.

Os objetivos dos exemplos de levantamento são divididos em cinco categorias na Tabela 5.

Tabela 5: Grupos de objetivos e extratos dos objetivos dos exemplos

	Pátio Maior	Fachada do Paço	Museu CMB
Registro do estado presente	Caracterizar a argamassa de reboco e emboço com maior interesse histórico do Pátio Maior;	o registro histórico pré-intervenção;	identificar os materiais de argamassa empregados na fachada;
Formular argamassa equivalente	ter subsídios para a formulação de uma argamassa equivalente;	orientação da restauração, buscando o uso de materiais iguais ou compatíveis com os originais (segue em *)	identificar os materiais de argamassa empregados na fachada;
Evolução histórica	comparar as argamassas das outras fachadas para verificar se há semelhança entre elas, tendo em vista a evolução histórica do edifício;	acrescentar subsídios à história arquitetônica da edificação;	contribuir com dados que reforcem o conhecimento histórico sobre a edificação;
	comparar as argamassas da porção lateral da Fachada Oeste com sua porção central, onde já se localizou uma capela.		buscar indícios dos métodos construtivos empregados
Patologia		(*) e contornar causas de degradação.	conhecer as causas da degradação apresentada;
Outros (não relacionados à amostragem)		dimensionamento dos trabalhos de restauração;	estimar a extensão da degradação, através de um levantamento de danos parcial, em trechos da fachada definidos;

No caso do Pátio Maior, havia algumas questões específicas da evolução histórica a ser elucidadas. Dado o avançado estado de degradação do pátio, que chegou a ser interditado em

algumas partes pelo risco de queda do revestimento, a expectativa era de substituição total da argamassa.

Embora seja mais comum definir os objetivos apenas com o(a) arquiteto(a) responsável, no caso do Museu CMB foi possível uma reunião com representantes do proprietário/usuário da edificação (Casa da Moeda do Brasil), do instituto responsável pelo projeto cultural (IHL) e com a arquiteta responsável pelo projeto de restauração. Infelizmente, não houve presença do órgão patrimonial responsável, que teria completado o quórum.

4.4 Representação da evolução histórica

O levantamento histórico do edifício é requisito fundamental. Nesse ponto concordam Teutonico (1998), Hughes e Callebaut (2000), Arioglu e Acun (2006) e Kanan (2008). A experiência nos mostra que um bom levantamento histórico auxiliará nas definições dos objetivos, na inspeção mais detalhada de pontos de interesse, na seleção dos pontos de amostragem, na seleção das análises laboratoriais condizentes com o material esperado e na interpretação dos resultados. É, portanto, uma base fundamental para o trabalho.

Maria Isabel Kanan (2008) sugere uma “Completa documentação do edifício, que deve incluir informações sobre localização, data da construção, reparações e intervenções anteriores.”, o que é bastante abrangente. Arioglu e Acun (2006) propõem uma linha cronológica, organizando as restaurações anteriores através da busca em documentos históricos.

Todas essas definições estão corretas no âmbito da edificação. Entretanto, um levantamento histórico pode ser muito abrangente. Poderão ser coletadas informações de registro de imóveis, contratos de obras, livros-caixa, jornais, iconografia e até informações sobre os seus

ocupantes. Propomos que seja feita a elaboração de um documento específico para a fachada que será inspecionada. Não se trata de um novo levantamento histórico, mas de uma releitura focada no objeto, de modo que as informações pertinentes fiquem explícitas e não se diluam no universo de informações, sempre interessantes, do levantamento como um todo.

Nos exemplos que se seguem, foram feitos os resumos das informações históricas disponibilizadas pelo cliente, com foco nas fachadas de interesse. Nos relatórios de inspeção, essa cronologia já é enriquecida de informações coletadas, como a constituição dos substratos ou outros detalhes.

O exemplo do Paço de São Cristóvão, em especial a Fachada Principal, é muito rico de informação, por se tratar de um edifício que foi centro político do país. A iconografia e a documentação são muito mais ricas do que as de um edifício comum. O Centro Cultural e Museu CMB possui uma documentação menos abrangente, apesar de ter abrigado lá também o Museu Nacional e o Arquivo Nacional.

4.4.1 Pátio Maior

Segundo levantamento realizado em conjunto com o Projeto Memória/UFRJ e em estudo realizado pela arquiteta Marisa Assumpção (relatório interno do Instituto Herbert Levy), a evolução construtiva do Pátio Maior pode ter se dado segundo a Figura 13.

A documentação mostra que o Pátio Maior teria abrigado o primeiro Congresso Constituinte da República (final do séc. XIX), sofrendo grandes modificações para ser transformado em plenário, que incluíram a cobertura do pátio. Em 1910, teria sofrido outra grande reforma. Em 1930, teria começado a pintura do prédio com sua cor atual, rosa.

A retirada das amostras dos panos de parede do térreo e segundo pavimento das fachadas norte (restaurante) e sul (Jardim das Princesas) revelou que os substratos são de alvenaria de pedra (Figura 14). Nos substratos de alvenaria de tijolos, foram encontradas pelo menos três marcas diferentes de tijolos, além de fragmentos de pedras intercalados. Os tijolos apresentavam, de maneira geral, uma boa queima.

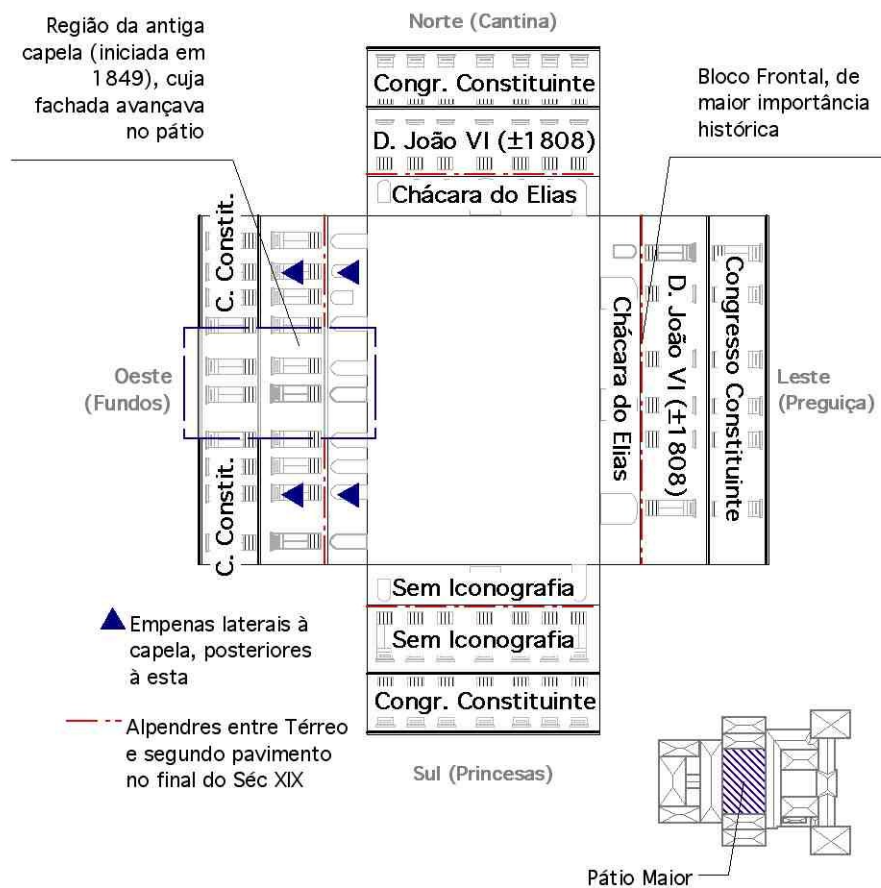


Figura 13: Provável evolução histórica da construção do Pátio Maior

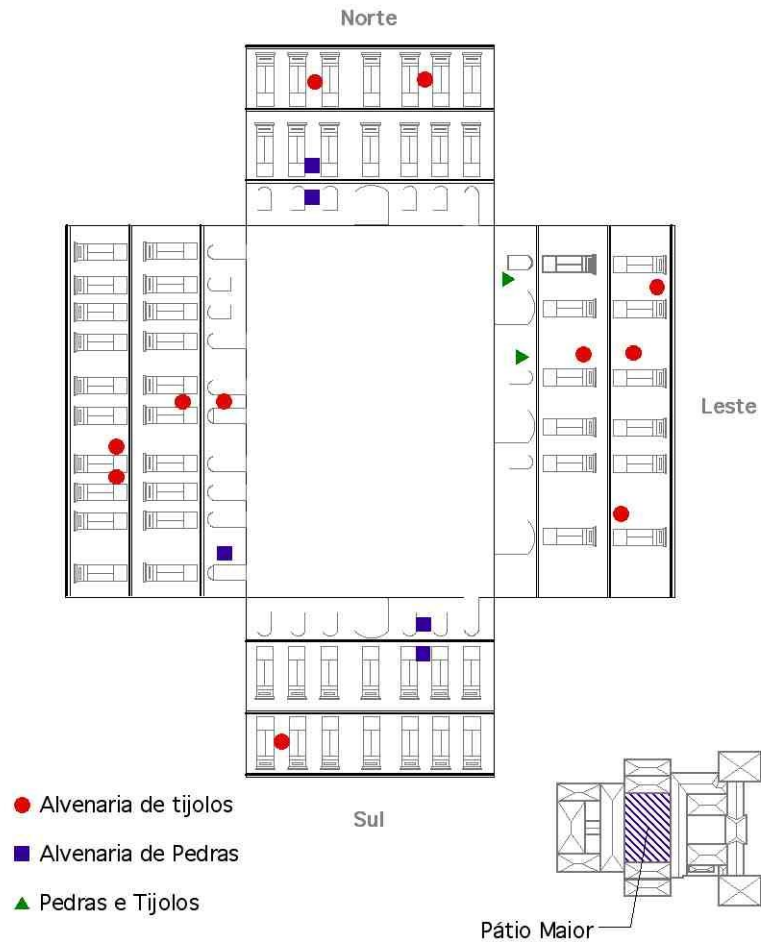










Figura 14: Composição provável dos substratos das paredes das fachadas do Pátio Maior

4.4.2 Fachada do Paço

Tendo por base estudos históricos já realizados pelo Projeto Memória/UFRJ e pela arquiteta Marisa Assumpção (relatório interno do Instituto Herbert Levy), este resumo não tem a intenção de esgotar o assunto ou mesmo aprofundá-lo. As informações são apresentadas de forma esquemática, apenas, com foco na Fachada Frontal. Através dos esquemas da Tabela 6, apresentamos os estilos da fachada ao longo do tempo. Nessa tabela, elaboramos esquemas baseados na documentação disponível, ao lado de uma iconografia representativa. Estilos

Tabela 6: Representação esquemática da evolução histórica da Fachada do Paço

1808			1
1816 - 1820			2
1820 - 1831			3
1841 - 1845			4
1845 - 1857			5

● Edificação Colonial

● Neogótico

● Neoclássico

1. Adaptado de Thomas Ender no Brasil, Palácio Real de Campo, em São Cristóvão, 1817.
2. Adaptado de Jean Baptiste Debret, Viagem Pitoresca e Histórica ao Brasil, Tomo Terceiro, Prancha 20, Editora Itatiaia Limitada, 1989, também disponível em: http://www.bibvirt.futuro.usp.br/imagens/pranchas_de_debret/tomo_terceiro/quinta_real_da_boa_vista_ou_palacio_de_s_cristovao_quinta_da_boa_vista_de_1808_a_1831 Acessado em 01/04/2009
3. Adaptado de Jean Baptiste Debret, Viagem Pitoresca e Histórica ao Brasil, Tomo Terceiro, Prancha 20, Editora Itatiaia Limitada, 1989
4. Adaptado de aquarela representando a reforma do Torreão Norte ao mesmo tempo em que o Torreão Sul já se encontra em estilo neoclássico e a Fachada Central ainda se encontra em estilo neogótico.
5. Adaptado de fotografia de Marc Ferrez, 1870.

diferentes chegaram a conviver em alguns períodos, distintos por cores.

a) Cronologia

- 1808 – Antes da chegada da Família Real ao Brasil, a construção que ocupava a Quinta era conhecida como “Chácara do Elias”, segundo o nome de seu proprietário. Seria uma casa colonial, cujos vestígios foram sendo reformados e/ou demolidos ao longo da história do Palácio. Na Fachada Principal, ela ocuparia a porção indicada em azul na Tabela 6.
- 1816-1820- Visando dar uma aparência mais solene à chácara original, são projetados quatro pavilhões, hoje chamados “torreões”, em cada extremo. Também é reformada a Fachada Principal, sendo o estilo neogótico escolhido para o projeto. A entrada principal recebe uma escadaria circular em pedra. Neste período, o arquiteto John Johnston é o encarregado dos melhoramentos.
- 1820 – 1831- Com o casamento, seguido depois da coroação de D. Pedro I, e também com a mudança de arquiteto, o Torreão Sul começa a ser erguido já em estilo neoclássico, enquanto a Fachada Central e o Torreão Norte permanecem em neogótico.
- 1841-1845- Realiza-se a reforma do Torreão Norte, ganhando mais um pavimento e feições neoclássicas.
- 1845 – 1857- A Fachada Principal é também reformada, incluindo a demolição de partes ainda existentes da Chácara do Elias. Também é demolida uma pedreira, que possibilitou aumentar o pé direito do térreo e por ele fazer a entrada principal,

eliminando as escadas semicirculares em pedra. A fachada como um todo já tem uma aparência muito parecida com a atual.

Ainda houve algumas intervenções importantes no prédio, nas seguintes datas:

- 1890 – No início da República, o prédio abriga a primeira Assembleia Constituinte;
- 1892 – O prédio passa a abrigar o Museu Nacional.
- 1895 a 1915 – São introduzidas no frontão as armas da República e os dizeres “Museu Nacional”;
- 1921 – O Museu fecha por quatro meses para obras;
- 1935 – Já não existiam as marquises sobre as portas dos Torreões. É dessa década a pintura externa rosa;
- 1958 – Obras na Fachada Principal, com a recuperação incluindo paredes, portas, janelas, gradis, etc. Inclusive substituem o revestimento “choco e salitrado”, e usam “selador na superfície”.

4.4.3 Museu CMB

O levantamento realizado pelo contratante, Instituto Herbert Levy, ainda não havia sido concluído, por atraso do profissional contratado. Pelas informações disponíveis, o edifício foi construído no século XIX, sofrendo uma ampla reforma de suas fachadas entre 1905 e 1908, conforme se comprova na iconografia das Figuras 15 e 16.

A Figura 16 indica sete prumadas de janelas na fachada WN (porção esquerda) e omite a fachada chanfrada na esquina, da mesma forma que a ilustração de 1870. Todavia, a Figura 17 (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1906) mostra, pela planta baixa,

que o chanfro era previsto nesta época.



Figura 15: Ilustração datada de 1870, quando o edifício abrigava o Museu Nacional
Fonte: Autor desconhecido



Figura 16: Representação pertencente ao projeto de reforma, onde ainda não há previsão da fachada chanfrada na esquina
Fonte: (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1906)

Assim, concluímos que as fachadas atuais foram toda modificadas na mesma época, entre 1905 e 1908, quando ganharam feições neoclássicas. É de se esperar manutenções e intervenções menores depois desta época. Entretanto, as argamassas devem apresentar uma homogeneidade de composição, variando, talvez, segundo o elemento arquitetônico que compõem.

Segundo o Termo de Contrato entre o governo e o engenheiro Raphael Rebecchi, que empreitou as obras (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1905, p. 06 e 07), então entre os escopos da obra (transcrevemos somente os pertinentes às argamassas ou fachadas – grafia original e grifos nossos):

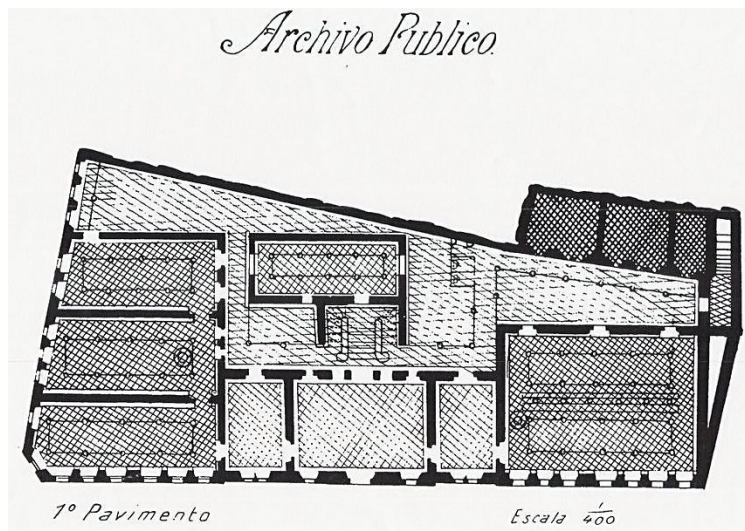


Figura 17: Planta baixa do primeiro pavimento, pertencendo ao Relatório de 1906, indicando a fachada chanfrada na esquina (reprodução fora da escala)

- (2) - Construção de paredes de pedra, com as dimensões indicadas no projecto e para os mesmos accrescimos, em dois pavimentos: **a argamassa, -partes iguaes de barro e de Cal de Cabo-Frio.**
- (3) - Levantamento de todas as paredes externas e internas (empregando-se pedra ou tijolos) do segundo pavimento, com a mesma largura das actuaes, e na altura indicada pelo projecto.
- (4) - Construção das paredes internas e externas do terceiro pavimento, nas dimensões dadas pelo projecto.
- (5) - Idem do entalhamento e platibanda geraes, em volta de todo o edificio, inclusive o frontão rectilineo, na parte central.
- (6) Embôço e rebôco de todas as paredes, incluindo os ornatos constantes da fachada, e reconstrução do revestimento geral das paredes existentes interna e externamente, depois de picado o actual. Dosagens para o **Embôço.= partes iguaes de cal e barro;** para o **rebôco=cal de Cabo-Frio.**
- (9) – Ladrilhamento a ceramica, do sólo, em todo o primeiro pavimento, abrangendo os novos compartimentos, os passadiços e comodos das latrinas e as varandas. Poderão ser aproveitados os massames que estiverem em bom estado; devendo estes e os que faltarem ser construídos com a altura indicada. Dosagem das argamassas: **tres partes de cimento de primeira qualidade para duas de areia.**

(26) – As calhas e conductores serão de cobre de 18, e distribuídas segundo as indicações do Fiscal.-

(27) – A pintura geral será a óleo, com as mãos de tintas precisas, nas cores indicadas pelo Engenheiro Fiscal, sendo que nos salões destinados a administração, se ornamentarão as paredes e tectos.- (pg. 10)

(31)-Serão collocadas grades de ferro batido, ornamentos, em todas as janellas do primeiro pavimento. Deverão ser de abrir, com fechadura reforçada, e abrangendo todo o vão; as dimensões e gastos, serão indicados pelo Engenheiro Fiscal.-

(32)- O contractante fornecerá e assentará quatro estatuas de ferro na fachada, com as dimensões e naturezas indicadas pelo Engenheiro Fiscal.-

(33)- Os oculos indicados nas janellas do segundo e terceiro pavimentos deverão ser abertos, atravessando a parede de lado a lado e levando caixilhos ou grade de ferro; conforme fôr indicado pelo Engenheiro Fiscal.- (pg. 10)

(36)- O contractante fará uma terceira face na intercessão das paredes da Praça da República e na rua da Constituição; como indica o desenho e exige a prefeitura.-

(37)- Serão de cantaria todo o portico da entrada principal, incluindo todo o vão, sapata, forro, pilastras, peitoriz, balaustres, ornatos, fachas, capiteis, entablamentos, frontões, umbreiras, vergas, chapellinhas, grande frontão, sendo a cal somente as paredes e o fundo do frontão grande.- (pg. 11)

Lamentamos muito que esse Termo de Contrato de 1905 foi recebido somente no fechamento do relatório de análises laboratoriais, pois poderia ter orientado melhor os trabalhos de levantamento.

Em relatório de 1906 (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1906, p. 34 e 35), relatando o curso das obras na edificação, que passaria a abrigar o Arquivo Nacional, são apontadas atividades já realizadas, das quais transcrevemos as relativas às fachadas:

- levantamento das paredes do segundo pavimento antigo atingiu a cota dos sete metros;
- abertura dos óculos circulares, com 0,70m de diâmetro, sobre todas as janelas das duas frentes externas;
- revestimento;
- construção da platibanda;
- trabalhos de ornamentação nas mesmas frentes, mas [concluídas naquele momento] somente nas duas alas laterais;
- elevação da parte central da fachada, [concluídas naquele momento] até as umbreiras e peitoris de cantaria do terceiro pavimento;
- colocação de toda a cantaria do primeiro e segundo andares;
- (...) [colocação] de calhas e condutores em geral;

4.5 Convenção de nomenclatura

Um requisito fundamental para um trabalho em equipe é usar nomes conhecidos e aceitos por todos os envolvidos. Especialmente em um grupo potencialmente heterogêneo como em trabalhos de restauro. Nem todos conhecerão de antemão termos como “lucarna”, “cornija” ou “arquete”. Pior: poderá haver interpretações dúbias. Um glossário visual pode ser uma forma adequada de apresentar os termos comuns que serão empregados.

Em fachadas, é muito comum a repetição dos elementos arquitetônicos. É preciso distinguir à qual nos referimos, em que região da fachada. As referências devem ter caráter perene, uma vez que a documentação de restauro é feita para ser arquivada e consultada muitas gerações depois. Assim, referências como “fachada da copa” devem ser evitadas, pois as funções

podem se alterar ao longo dos anos, perdendo a referência ou, pior, levando a interpretação errônea.

Existem muitas formas de suprir a necessidade de nomenclatura. A forma exemplificada a seguir foi considerada simples e satisfatória. Consiste em dividir as fachadas em trechos que são batizados com iniciais do ponto cardinal aproximado para o qual a fachada é voltada. Esta é uma referência perene. Pelas letras “O” (Oeste) e “L” (Leste) poderem ser confundidas com o numeral zero e o “L” minúsculo com o “i” maiúsculo, empregamos as siglas internacionais W e E.

Depois é criada uma nomenclatura tendo como referência as aberturas do edifício, similar à nomenclatura de matriz: linha x coluna, pavimento x prumada. A dezena indica o andar e a unidade a contagem da esquerda para direita.

Também são convencionados sufixos para identificar com mais detalhe um elemento arquitetônico, como o pano de parede, pilastra, cimbalhete, balcão ou o que mais for necessário.

O emprego de siglas exige que o leitor se acostume com elas. Entretanto, é prático para marcar referências com poucos caracteres em fotografias, legendas, desenhos, tabelas, etc.

No primeiro exemplo, do Pátio Maior, a nomenclatura é apresentada em forma de tabela codificadora. Entretanto, essa apresentação não foi prontamente assimilada pelos participantes do projeto, o que levou a uma apresentação mais gráfica nos trabalhos seguintes, da Fachada do Paço do mesmo edifício e no Centro Cultural e Museu CMB.

4.5.1 Pátio Maior

A nomenclatura utilizada para designar os locais é a descrita na Tabela 7:

Tabela 7: Apresentação esquemática da nomenclatura empregada

FE	T	p	n	— número da amostra
				p=parede; s=sanca; j=janela
				T=térreo; 2P=segundo pavimento; 3P=terceiro pav.
				FE=Fachada Leste FW=Fachada Oeste
				FN=Fachada Norte FS=Fachada Sul

Exemplo: Parede do térreo da Fachada Leste (FE Tp 1).

Muitas vezes a Fachada Leste é chamada de Fachada “da Preguiça”, devido à localização do fóssil de preguiça gigante no Museu. A Fachada Sul também é conhecida como “das Princesas”, devido à sua passagem para o Jardim das Princesas.

4.5.2 Fachada do Paço

Foi empregada uma nomenclatura baseada nos trechos de prédio (Torreão Norte, Fachada Central, Torreão Sul), nos quatro pontos cardeais aproximados, pavimentos e aberturas, como explicamos a seguir (Figura 18).

Considerando-se estes corpos da edificação e os pontos cardeais, foram adotadas siglas, conforme os exemplos e croqui a seguir (Figura 19):

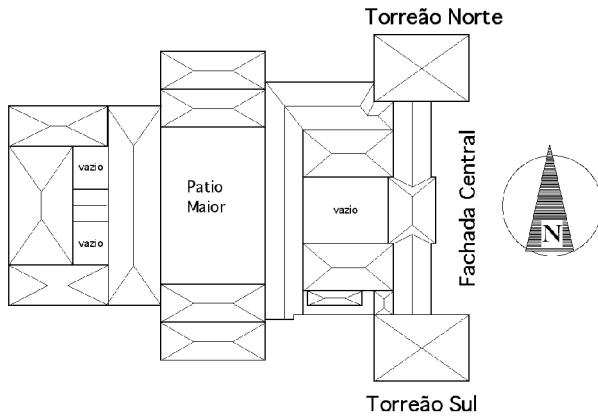


Figura 18: Croqui do Palácio da Quinta da Boa Vista, com indicativo do norte (não exato), e localização dos corpos do Torreão Norte, Fachada Central e Torreão Sul

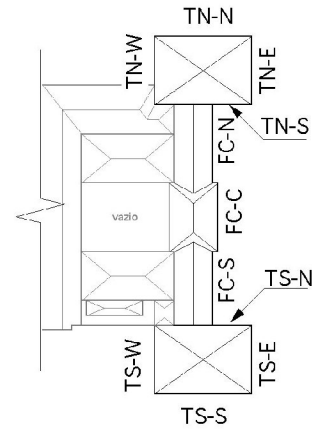


Figura 19: Croqui do Paço de São Cristóvão, indicando a sigla empregada para cada trecho de fachada

- **TN-S** Torreão Norte, fachada sul
- **TS-E** Torreão Sul, fachada leste
- **TS-N** Torreão Sul, fachada norte
- **FC-S** Fachada Central, porção sul
- **FC-C** Fachada Central, porção central (entrada do museu)
- **FC-N** Fachada Central, porção norte

Em cada trecho de fachada, as aberturas foram empregadas como forma de indicar a localização, conforme Figura 20:

- **11** primeiro piso, primeira abertura da esquerda para a direita
- **12** primeiro piso, segunda abertura da esquerda para a direita
- etc.

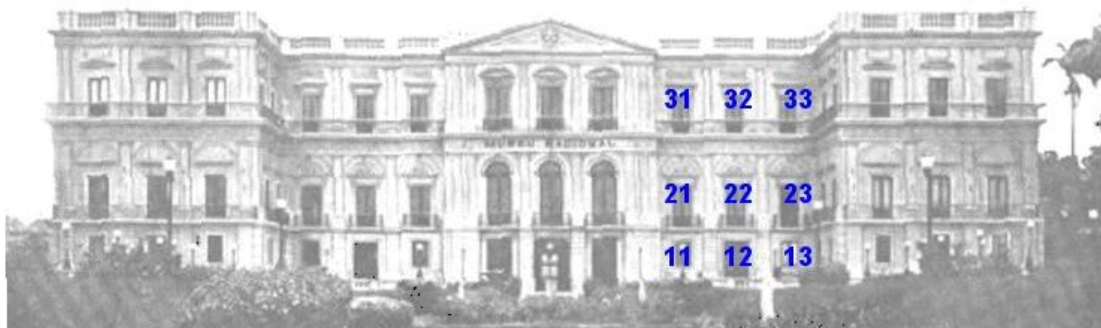
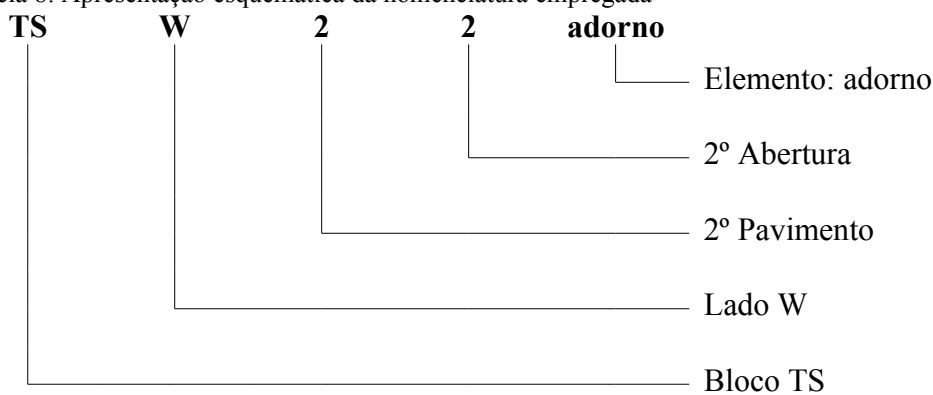


Figura 20: Exemplo de nomenclatura das aberturas aplicado à fachada FC-N

Desta forma, a nomenclatura é exemplificada na Tabela 8 com TS-W-22-adorno, que corresponde ao adorno do segundo pavimento, da segunda abertura (contado da esquerda para a direita) do lado oeste do Torreão Sul.

Tabela 8: Apresentação esquemática da nomenclatura empregada



4.5.3 Museu CMB

Foram usadas referências de nomenclatura de amostras e localização na fachada, que seguem a lógica a seguir. As fachadas foram denominadas conforme a Tabela 9.

Tabela 9: Nomenclatura empregada nas fachadas

Sigla	Descrição
N	Fachada ao longo da rua da Constituição, aproximadamente voltada para o norte
Esq	Fachada da pequena porção chanfrada na esquina
WN	Porção norte (esquerda), com dois andares ⁶
WW	Porção central, com três andares
WS	Porção sul (direita), com dois andares
S	Fachadas voltadas para o beco no primeiro e segundo piso e sobre os telhados no terceiro piso

Também foram empregadas as janelas como marcos de referência. A Figura 21 traz uma representação esquemática desta nomenclatura e um exemplo para a quinta janela do segundo andar da porção esquerda da fachada da praça da República.

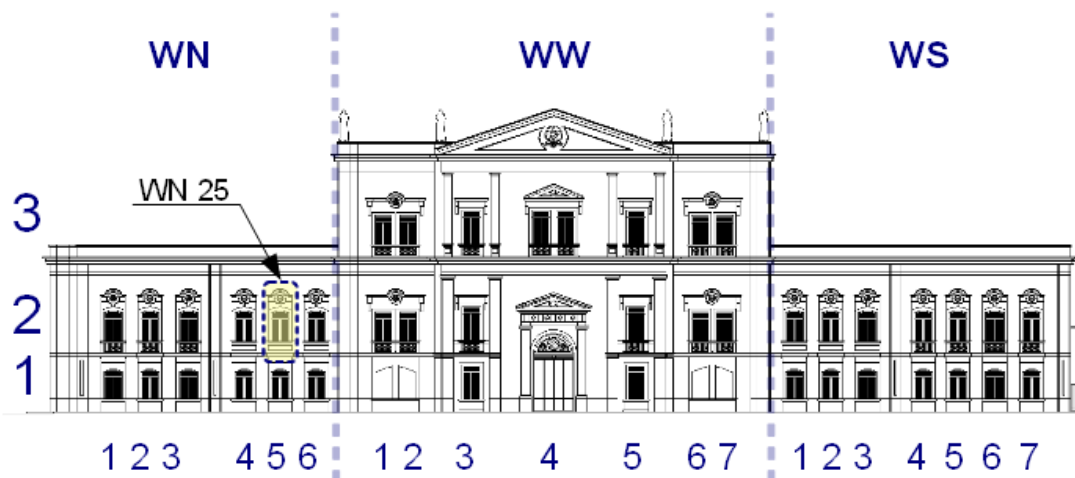


Figura 21: Representação da nomenclatura usada, com exemplo WN 25

Além disso, usaremos termos para representar alguns elementos das fachadas, conforme Figura 22.

⁶ Na reforma da segunda metade do século XX, foi criado um “meio andar”, cujo piso corresponde aos óculos do segundo pavimento, não considerado nesta descrição.

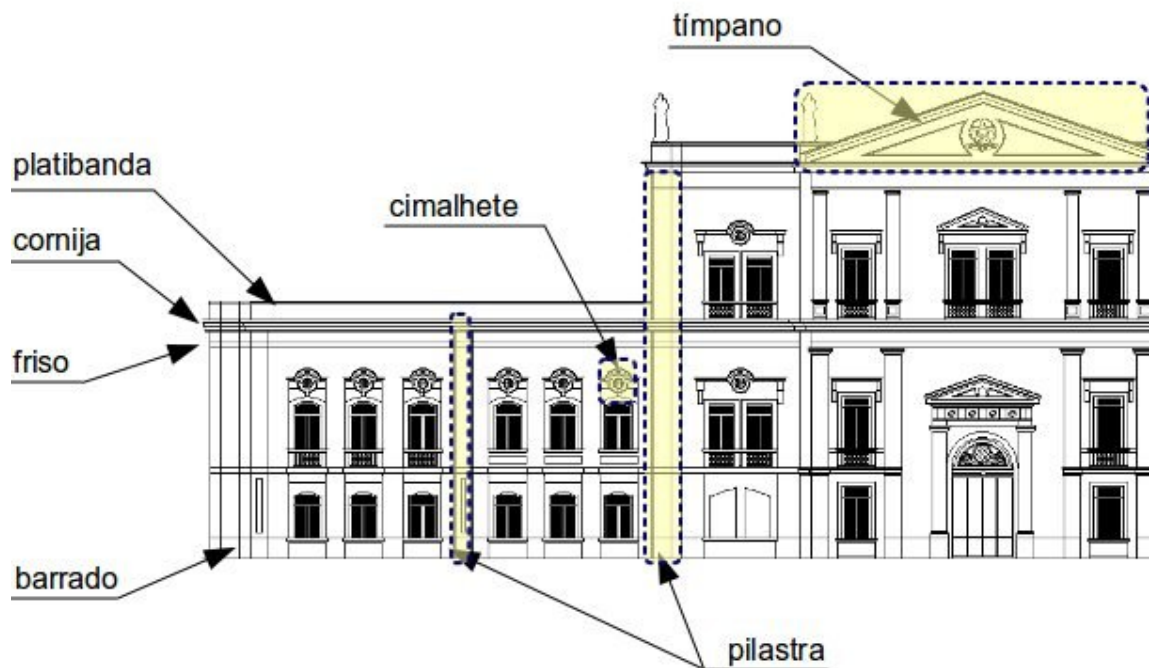


Figura 22: Nomenclatura dos elementos de fachada

Exemplo: “WW27pilastra” refere-se à pilastra próxima à última janela à direita no segundo pavimento da porção central da fachada principal.

4.6 Elaborando formulários de campo

A quantidade de informação a ser coletada em campo é muito grande. É preciso garantir um registro sistemático para que o trabalho não seja perdido. Uma vez de volta ao escritório, todas as fotografias de parede parecem iguais, e será muito difícil distinguir entre várias amostras.

Um passo fundamental é ter um desenho da fachada (levantamento métrico), onde tomar notas e passar o levantamento a limpo, de preferência no computador. Caso não haja o levantamento métrico, será necessário fazê-lo - e incluir este esforço no orçamento/cronograma. Havendo o desenho, é interessante verificar sua fonte e algumas

medidas aleatórias. Algumas vezes, os desenhos são realizados sobre fotografias e incorporam defeitos da distorção da lente e da perspectiva em que foi tirada. Outras vezes, o erro acumulado em muitas medidas gera distorções importantes. Um desenho-base defeituoso acarretará igualmente erros no levantamento, na hora de tomar notas.

Uma vez tendo um desenho, a tendência é imprimir as vistas existentes e ir a campo. Todavia, os grandes formatos de papel costumeiramente empregados em arquitetura não são práticos para notações em campo. Dobrar e desdobrar toma tempo e apaga as notações feitas nas dobras, que poderão até rasgar. O vento causará transtorno ao forçar grandes papéis. Faltarão bordas, para notas, nas partes centrais do desenho.

O melhor caderno de campo, considerado por experiência do autor, emprega extrações das vistas de fachadas, porém em folhas A4. As extrações são feitas em escala 1:50, buscando-se sempre ter referências em cada página (janelas, frisos, adornos, etc.), mesmo que a lateral do desenho de uma folha repita a lateral da anterior. Também é conveniente que se deixem margens em branco, entre 1 a 2cm, para anotações. Também não se deve imprimir nas duas faces, guardando o verso para anotações. Estas folhas A4 são encadernadas em espiral, com capas de plástico, para proteger da sujeira e eventuais respingos.

Alguns detalhes de adorno podem demandar escalas maiores. Em alguns casos, uma folha A3 dobrada pode ser conveniente no caderno.

As folhas A4 são convenientes para as notações em campo, porém não ajudam a dar uma visão do conjunto, necessária para acompanhar os progressos e para planejar a amostragem. Neste caso, vistas da fachada em escala 1:200 são bastante úteis para passar a limpo as anotações. Elas não permitem muito detalhe, não substituindo as anotações em A4, porém ajudam muito na visão de conjunto.

Na hora de tomar anotações ou croqui, devem-se aproveitar o máximo as referências da imagem representada nos desenhos. Frisos, janelas, balcões, etc. são muito úteis, desde que em escala.

Os croquis devem empregar uma convenção de hachuras conforme a conveniência do inspetor, desde que sejam fáceis de desenhar e distinguir, mesmo quando desenhadas sem suporte, em campo. É útil que as hachuras tenham o mesmo “peso” visual, para que seja fácil estimar as proporções entre as anotações visualmente. Mesmo as áreas sãs devem ter hachuras, de forma a distingui-las das áreas ainda não inspecionadas, mesmo que seja apenas um “ok” no centro da área sã.

Canetas de várias cores são muito úteis para distinguir as anotações. Todavia, é interessante que a hachura predominante seja feita a lápis, para que eventuais erros sejam corrigidos sem causar imprecisões. Também, deve-se evitar levar muitas canetas e lapiseira em campo, por não ser prático carregá-las. Ainda assim, deve-se ter uma caneta de cada sobressalente à mão, especialmente quando se trabalha em locais ermos ou dias não comerciais.

As fotografias requerem uma atenção especial, pois será difícil distingui-las depois de um tempo. As máquinas digitais têm o recurso de mostrar o número da fotografia, gerado automaticamente, no visor. Esse número deve ser indicado no croqui, no local onde foi o foco central da fotografia. Muitas vezes, neste ponto também se anota o detalhe observado e fotografado.

Ao fim de cada dia, o receio de que algo aconteça com as anotações, fruto de muitas horas de trabalho, indica que é útil tirar fotografias das anotações feitas, como cópia de segurança.

4.7 Organização digital dos arquivos

O levantamento do Museu CMB gerou 1.071 arquivos digitais. A Fachada do Paço 1.109. Entre fotografias, desenhos, relatórios, correspondência e planilhas, as facilidades digitais levam também a uma necessidade de organização. Felizmente, as ferramentas para organizar são triviais, bastando alertar sobre a necessidade de o fazer antes que se perca o controle. Cada profissional pode ter suas preferências e forma de trabalho, devendo ponderar as sugestões frente à sua conveniência.

A experiência mostrou ser útil criar pastas com nomes de cada fachada, ou trecho de fachada, estabelecidos pela nomenclatura adotada. Dentro delas, caso seja conveniente, criar outras com o nome adotado de cada abertura ou outra referência. Além dessas pastas, criam-se outras para as fotografias de detalhes construtivos e de detalhes das patologias.

Para facilitar a busca pelas fotografias, pode-se renomear cada uma, segundo uma nomenclatura adotada, porém com o prejuízo de perder a referência feita nas anotações de campo. Outra possibilidade bastante prática é criar uma planilha-índice das fotografias, onde se apontam o seu nome, sua localização, a descrição e a página da anotação de campo em que aparece. Uma ferramenta de busca no computador poderá encontrar o arquivo da fotografia pelo seu nome, onde quer que esteja.

Alguns programas de gerenciamento de imagem permitem a organização das fotografias por palavras-chave, ou “tags”. As fotografias podem ser “folheadas” por temas, segundo suas palavras-chave. Esse tipo de recurso pode ser muito útil.

Naturalmente, criar-se-á uma pasta para o relatório de inspeção. Nela é útil haver uma sub-pasta com as imagens que foram e serão empregadas, já reduzidas e editadas para o formato

mais conveniente ao relatório.

Os nomes dos arquivos gerados podem ser acrescidos de um sufixo “v00”, indicando a versão do arquivo. A cada vez que se envia o arquivo para alguma pessoa, uma nova versão é criada, acrescentando o número. Desta forma, podem-se rastrear melhor as versões distribuídas, o que pode ser útil em trabalhos multidisciplinares como os de restauro.

Um CD pode ser entregue, junto com o relatório, contendo todas essas fotografias, mesmo que não tenham sido empregadas no relatório. É um registro importante a ser arquivado. Infelizmente, a vida útil de um CD é muito curta, comparada ao patrimônio histórico.

5 Levantamento de campo

5.1 Estado da arte

São poucos os trabalhos que abordam os aspectos do levantamento de danos das fachadas argamassadas históricas. Entendemos por levantamento de danos um mapeamento gráfico e descritivo das patologias encontradas em uma fachada ou de trechos desta, de forma contínua. Em contraponto, levantamentos pontuais são análises locais, caracterizando uma pequena amostra da fachada. Embora sejam complementares, o levantamento de danos possui a vantagem de fornecer um quadro patológico da fachada para avaliar as causas de degradação com maior segurança.

Em Florianópolis, Ruth Dendia fez um trabalho interessante avaliando as fachadas de sete igrejas tombadas no município (DENDIA, 2008). Apesar de citar que “o desprendimento é reconhecido pelo som cavo ao se bater no reboco.” (p. 51), ela opta por realizar a inspeção visual. Deduzimos que a opção foi devida ao curto espaço de tempo, pois faz o levantamento de sete edificações no prazo de um mestrado. Embora sejam indícios importantes, patologias como sujidade, desprendimento de tinta, algumas biodeteriorações e algumas eflorescências podem não ter maiores consequências para a argamassa de revestimento, exigindo intervenções mais superficiais apenas. Assim, no caso da inspeção visual, somente quando há desprendimento do reboco, fica confirmada uma patologia profunda de argamassa.

Dendia empregou como base a NORMAL 88 - Normativa Manufatti Lapidei (ICR-CNR, 1990) para a representação gráfica, abrangendo os seguintes aspectos:

- Diferença de textura
- Sujidade
- Desprendimento de reboco
- Desprendimento de tinta
- Fissuras
- Manchas de umidade
- Presença de vegetação
- Colônia de micro-organismos
- Desprendimento de partes
- Eflorescências
- Outros
- Dano humano

Como apoio, foram realizadas análises laboratoriais para identificação de sais de eflorescências e para identificação de fungos. As composições das argamassas se basearam em relatos e documentos.

De uma maneira geral, o trabalho de levantamento sobre cada edificação realizado por Dendia (2008) foi muito completo. Foram levadas em consideração a história, manutenções, orientação solar, localização, informações obtidas em entrevistas e a patologia.

Também em Florianópolis, estudando edificações mais recentes, Armando F. Silva (2007) faz um levantamento de patologia de fachadas também baseado no método visual, dados de projeto, dados de obra, manutenções, orientação solar, distância do mar e em entrevistas. Apesar de não ter empregado em seu trabalho de campo, ele cita a percussão da argamassa para avaliar sua aderência, batendo levemente com uma ferramenta de madeira ou de borracha, em um metro quadrado a cada 100 de parede. Nas áreas onde a amostra apresentasse som grave ou cavo, a superfície não estaria aderida à base, devendo toda a região ser percutida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT, 1996⁷ apud SILVA, 2007). Essa técnica não foi empregada por não fazer parte dos objetivos daquele trabalho.

⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT. **NBR 13749: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação**. Rio de Janeiro, 1996.

No Rio Grande do Sul, Gustavo T. Segat (2005) nos traz um estudo de caso sobre manifestações patológicas em argamassas de um conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS). O conjunto é composto por sobrados geminados, com cerca de 10 anos de uso, somando 300 unidades, com 2.400 planos de fachada no total. Sua metodologia emprega também a inspeção visual para detectar os defeitos de revestimento. Para sistematizar a coleta de informações, Segat elaborou formulários de campo com croquis das fachadas e hachuras padrão para cada manifestação patológica, que foram:

- Fissuras disseminadas - fissuras com perfil linear;
- Fissuras mapeadas;
- Fissuras na interseção entre dois sobrados;
- Outras;
- Manchas de umidade por respingos;
- Manchas de umidade de infiltrações;
- Vesículas;
- Descolamentos do revestimento.

O levantamento foi contabilizado qualitativamente (ocorrências de tipos de patologias em uma fachada) e quantitativamente (número de ocorrências de cada manifestação na fachada, não importando a área da mancha ou comprimento da fissura). Não houve divergências entre os dois métodos.

Gaspar e De Brito (2005) fazem a análise visual de 150 fachadas de edifícios. As características do conjunto são: ter idade inferior a 30 anos; estrutura de concreto; fechamentos em blocos de concreto e acabamento externo em argamassa cimentícia aplicada

em pelo menos duas camadas.

São consideradas zonas de desempenho diferente entre si:

- próximo ao chão;
- panos de parede contínuos
- em torno das aberturas (portas e janelas);
- cimalkas e platibanda⁸;
- superfícies inferiores de balcões, varandas ou beirais;
- quinas e bordas.

Cada zona dessas está sujeita a um tipo de degradação diferente, que foi mapeada visualmente no artigo, segundo as seguintes classes (Tabela 10):

Tabela 10: Níveis de degradação de argamassas de fachada
Fonte: Gaspar e De Brito (2005)

Nível de degradação	Sinais	Tipo de intervenção necessária
0	Nenhum sinal detectável visualmente	Nenhuma intervenção necessária
1 bom	Manchas superficiais	Avaliação visual
2 degradação leve	Fissuras visíveis com lentes de aumento; pichação; presença localizada de fungos; possíveis acessos para água e eflorescências leves; leves manchas de umidade.	Limpeza superficial (escovação e lavagem)
3 degradação ampla	Fissuração localizada e visível ao olho nu; quinas e bordas degradadas; infiltrações localizadas; eflorescências; danos superficiais (cor e textura)	Reparo e proteção
4 degradação extensiva	Fissuração extensiva; esfoliação ou esfarelamento da superfície; infiltração extensiva e danos na superfície; elementos de aço quebrados ou corroídos; perda de adesão entre camadas; descolamento do revestimento da parede.	Substituição parcial ou total

Apesar dessa tipologia ser bem diferente da tipicamente encontrada em edifícios históricos, o método estatístico aplicado é bastante interessante. O tratamento dos dados permite criar um

⁸ Em inglês o termo “parapet” pode ser traduzido como parapeito ou platibanda. Optou-se por este último, pela relação com a cimalka.

mapa de probabilidades das zonas do edifício em relação à sua chance de apresentar defeitos, o que resultou coerente com a sujeição à umidade, movimentações estruturais, retrações do material, etc.

Os trabalhos apresentados até agora se apoiam na inspeção visual para relatar as degradações nas argamassas. Martha Tavares e outros (TAVARES et al., 2005) fazem um panorama sobre análises disponíveis para apoiar as observações em campo, com os seguintes objetivos:

- determinar os materiais utilizados e as técnicas de aplicação empregadas;
- diagnosticar as alterações e suas causas;
- selecionar os métodos de restauração adequados.

Os ensaios descritos relacionados com o diagnóstico de argamassas são:

- fotografia e macrofotografia;
- fotografia com luz rasante, em ângulos de 5 e 30°, visando detectar deformações, abaulamentos, etc;
- fotogrametria para levantamento arquitetônico;
- estratigrafia de cores - estudo das diversas camadas de pintura que a edificação teve ao longo de sua vida, que contribui com a historiografia da edificação;
- ensaio de permeabilidade a baixa pressão (Tubos de Karsten), que mede a taxa de absorção de água do sistema de argamassas aplicado na alvenaria, fornecendo uma medida indireta das alterações superficiais e/ou grau de deterioração;
- propagação de ultrassom, que pode ser empregada no estudo da homogeneidade dos materiais, comparação do módulo de elasticidade dinâmico e, indiretamente, da resistência dos materiais (importantes, por exemplo, na elaboração de argamassas de

reparação);

- termografia de infravermelhos, que é uma fotografia abaixo do espectro visível, revelando alterações nas argamassas, presença de umidade, zonas com falta de aderência, descontinuidades, fissuras e compatibilidade de materiais;
- higrômetro portátil, que permite a leitura da umidade de um determinado ponto em campo;
- kits de análises de sais solúveis;
- ensaio de resistência semidestrutivo com impacto de esfera ou de corpo cortante;
- ensaio de penetração controlada por impactos (consiste em corpo pontiagudo que é inserido na argamassa por impactos de energia definida, onde a penetração é medida a cada impacto);
- ensaio de coesão (resistência ao risco e à abrasão), cujos resultados são ligados à resistência da argamassa superficial;
- ensaio de aderência por tração, por arrancamento;
- ensaio de microperfuração, similar à uma furadeira, mede o avanço e o torque do furo, permitindo uma medida indireta de resistência do material ao longo da profundidade do furo.

Os autores opinam que a microperfuração, ultrassom e termografia são os métodos mais promissores, mas ainda estão pouco estudados para a aplicação em edificações históricas. Já os ensaios de coesão, de impacto de esfera ou elemento cortante, penetração controlada e aderência por tração foram estudados pelos autores e se mostram, a princípio, adequados. Todavia, os ensaios apresentados muitas vezes não bastam em si, necessitando de estudos complementares. Além disso, por serem resultado de ensaios de campo, devem ser levados

em consideração diversos parâmetros impossíveis de controlar, como condições climáticas, fontes de umidade/ e, sempre que possível, devem-se realizar ensaios comparativos.

No tocante ao mapeamento contínuo de danos, a análise mais promissora entre os métodos apresentados é a termografia, que permitiria uma visão de toda a fachada ou de trechos desta, relacionando degradações, materiais dissimilares e umidade. Todavia, conforme afirmado, este ensaio ainda precisa ser mais bem desenvolvido.

Os demais ensaios são úteis para avaliações pontuais no local, sendo necessária uma grande quantidade para realizar um mapa contínuo de fachada completa ou mesmo de trechos desta com esses ensaios. Entretanto, não há dúvida de que esses ensaios podem fornecer informações preciosas ainda em campo.

Na Turquia há uma significativa quantidade de edifícios históricos com fachadas argamassadas. Dois pesquisadores de lá, Arioglu e Acun (2006), nos trazem um interessante artigo com uma proposta completa, de antes da inspeção até a elaboração da argamassa de substituição. Em sua proposta, os objetivos do estudo são:

- conhecer as propriedades da argamassa original;
- levantar dados que expliquem a atual condição das argamassas e os fatores de influência.

A primeira fase da metodologia proposta por eles é inspeção visual e documentação. Consiste em um levantamento histórico sobre a edificação e uma inspeção visual, apontada em desenhos de elevação da fachada, reportando à existência de argamassas diferentes (diferentes períodos ou funções) e degradações. Eles sugerem que seja feita, quando necessário, uma estratigrafia das argamassas.

Na etapa seguinte, experimental, são propostos os ensaios não destrutivos no local, visando colher informações de propriedades físicas e mecânicas para resolver dúvidas levantadas na inspeção visual e como preliminares das análises em laboratório.

Os ensaios de campo propostos são:

- permeabilidade a baixa pressão (tubos de Karsten);
- hidrômetro portátil;
- dureza Mohs, medida da dureza em relação a minerais padronizados;
- câmera endoscópica, enviada por meio de um furo feito através das argamassas, usada para identificar espessura das camadas e estado de conservação;
- ultrassom, empregado para revelar homogeneidade e microfissuras.

Não foram encontrados artigos que abordassem a avaliação por percussão com martelo, descrita nesta tese. Alguns artigos apenas citam uma linha, sem especificar como foi feito ou sem haver realizado um mapa com os resultados, como em Henriques (2002):

Em algumas zonas foram identificados destaques entre camadas ou destas com o suporte, através do tipo de som obtido por percussão, muito embora não fossem detectadas deformações significativas.

Este ensaio expedito, embora tenha como desvantagem a dependência do treinamento do inspetor, demonstra ser eficiente o bastante para mapear uma fachada completa a um custo bastante acessível.

A metodologia empregada nos estudos de caso é descrita no capítulo 5.2.

5.2 Métodos construtivos e qualitativo de danos

O método proposto é dividido em três abordagens. Elas são apresentadas separadamente por uma questão didática, mas na prática são realizadas concomitantemente. São elas:

- levantamento de métodos construtivos;
- levantamento qualitativo de danos;
- levantamento quantitativo de danos.

Para o levantamento quantitativo, é necessário inspecionar uma grande área da fachada, ou mesmo toda ela. Enquanto se realiza esse trabalho, colhem-se evidências dos métodos construtivos e dos tipos de danos encontrados.

5.2.1 Levantamento de métodos construtivos

O primeiro passo para se conservar é conhecer. Será impossível compreender algumas degradações observando apenas a argamassa, sem conhecer seu substrato, impermeabilizações e outros detalhes. Assim, o levantamento de métodos construtivos auxilia a observar a argamassa de maneira mais holística, além de colher dados para a compreensão histórica da edificação e para antever intervenções de restauro.

Essa etapa do levantamento se dá pela observação, anotação e registro fotográfico das evidências que a edificação já oferece. As perdas de material, por exemplo, podem fornecer informações sobre os substratos, reforços, reformas, etc. Em casos onde a edificação se encontra em bom estado, é desaconselhável causar danos apenas para obter tais informações, salvo quando este conhecimento propiciar uma melhor conservação do conjunto.

5.2.2 Levantamento qualitativo de danos

O objetivo desta etapa é ilustrar os danos típicos que serão quantificados. Pode ser conveniente que os danos sejam apresentados concomitantemente com o levantamento de métodos construtivos, quando a relação for natural.

Antes de começar o levantamento quantitativo, que implica em um contato direto e mais próximo com a fachada, deve-se realizar uma observação atenta, à distância. O uso de binóculos é bastante útil nessas ocasiões. Algumas perguntas devem ser respondidas nessa etapa:

- Quais os tipos de patologia visíveis?
- Há concentração maior de degradação em uma determinada área ou fachada (junto à cimalha, junto à cornija, nas faces ensolaradas, nas faces sombreadas, etc.)?
- Podem ser observados indícios de alteração de prumo, nível ou esquadro?
- Podem ser verificadas trincas relacionadas com recalque de fundações, perda de estabilidade estrutural, sobrecarga e outros fatores?
- Existem indicativos de reformas ou alterações?
- Há algum ponto que deva ser observado mais de perto (apontar no respectivo formulário de campo)?

Além dessas perguntas, devem-se observar questões práticas como eventuais luminárias, fiações, ou outros obstáculos para o acesso por guindaste ou plataforma articulada.

Quando possível, o levantamento qualitativo de danos deve registrar as várias etapas diferentes do mesmo dano, delineando a progressão patológica.

5.2.3 Levantamento quantitativo de danos

O método escolhido para o levantamento quantitativo de danos prima pela simplicidade. Apesar da promessa dos métodos apontados por Martha Tavares e outros (TAVARES et al., 2005), a inspeção da fachada por percussão é um método muito eficiente para avaliar a extensão da degradação das argamassas. Seu rendimento chegou a 30m²/h, e o custo do equipamento de inspeção é baixo. A percussão em si é qualitativa, distinguindo apenas entre argamassa sã ou degradada, diferente da medida em escala contínua da resistência à compressão, da elasticidade ou de outra propriedade. Entretanto, como essa análise pode ser realizada de forma contínua, permite quantificar a área sã em relação à área com alguma degradação.

A inspeção por percussão desenvolvida emprega um martelo com cabeça metálica e pontas de ABS (acrilonitrila butadieno estireno - dureza Shore D85). Nos casos apresentados, foram empregados martelos da marca Tramontina PRO (descrito como “martelo de bordas plásticas em ABS 30 mm”). Essa ferramenta é empregada em oficinas mecânicas ou em ferramentarias, podendo ser encontrada em lojas do ramo. Foram testados martelos de borracha, porém o som obtido foi muito inferior. Martelos convencionais de ferro forjado produzem som inadequado e causam maior dano à fachada. Além do martelo, outros materiais são necessários:

- cinto-carpinteiro, para carregar o equipamento;
- giz de cera em tom contrastante⁹ com a pintura da fachada;
- metro dobrável, tipo carpinteiro¹⁰;

⁹ Chamado de giz “estaca”, pode ser comprado em caixas de uma só cor em lojas de ferramentas ou algumas papelarias.

- ferramentas para escarificar, como canivete, furador ou outra ferramenta pontiaguda;
- cadernos de formulários de campo e canetas e lapiseira;
- equipamento de proteção individual (cinto de segurança em altura, óculos e capacete);
- protetor solar, água, etc.

A inspeção por percussão se baseia no som repercutido por uma argamassa ao ser batida com um martelo. O martelo em si emite um som, que deve ser conhecido pelo inspetor, devendo-se evitar sua troca. O seu som do martelo pode ser ouvido quando se bate em uma superfície muito rígida e de grande massa. Um meio-fio bem fixado ou uma pesada cantaria são bom padrão de referência.

Ao se percutir com o martelo, evitamos bater e mantê-lo pressionado contra a superfície inspecionada, mas antes impulsioná-lo para que ele rebata na superfície e volte livremente, permitindo então que a superfície emita seu som, sem contato do martelo.

O som resultante será dividido em três tipos:

- um som “seco”, “firme”, similar ao de bater em uma pedra maciça ou meio-fio, indica uma argamassa saudável e bem aderida ao substrato;
- um som “cavo”, “oco”, indicador de um vazio, é normalmente causado por uma camada de argamassa sã, que vibra quando percutida, mas descolada de seu substrato ou de uma argamassa subjacente. Pode ser resultado de um problema de interface ou de um emboço degradado;
- um som amortecido, dito “fofo”, em que a deformação ou fratura da superfície da argamassa absorve a energia do martelo, indica que a argamassa da superfície perdeu

¹⁰ Também conhecido como metro bambu. Trena retrátil é uma alternativa, porém o metro dobrável tem se mostrado mais versátil.

sua coesão e se deforma com o impacto.

Esses sons característicos podem ocorrer de forma mais ou menos acentuada e, inclusive, misturar-se. Neste levantamento não foi feita distinção de argamassas muito ou pouco degradadas, mas apenas entre as sãs e outras com algum tipo de degradação, considerando-se que toda degradação demandará reparo e que a argamassa pouco degradada de hoje será a muito degradada no futuro. É possível, se desejado, distinguir as argamassas com som “oco”, indicativo de problema de interface ou de emboço, das argamassas com som amortecido, indicativo de problema de desagregação do reboco.

O método de inspeção consiste em:

1. Percutir o martelo, de 10 em 10 cm (aprox.), fazendo um longo ziguezague dentro de uma área de interesse (entre duas janelas, por exemplo), até que seja percebido algum som de degradação (Figura 23);
2. Percutir em pequeno ziguezague, indo de um som firme, voltando até o som de degradação, indo novamente ao som firme, voltando ao degradado, e assim por diante (Figura 24);
3. À medida que se delinea a interface entre o são e o degradado, risca-se com giz de cera¹¹;
4. Percutem-se as áreas formadas dos dois lados das linhas, para verificar se são realmente degradadas ou sãs, hachurando-se a área degradada, conforme a convenção assumida (Figura 25);
5. Após terminar a área de interesse, toma-se nota nos formulários de campo e registra-se, usando-se fotografias ortogonais à fachada. Essas fotografias, corrigindo sua

¹¹ Giz escolar, de carbonato de cálcio, também pode ser empregado, sendo mais reversível, apesar de menos perene e lixiviável.

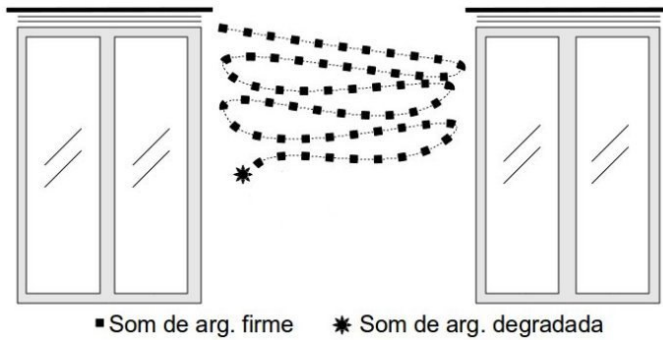


Figura 23: Passo um, percutir o martelo em ziguezague, cobrindo toda a área, até encontrar um ponto com som alterado

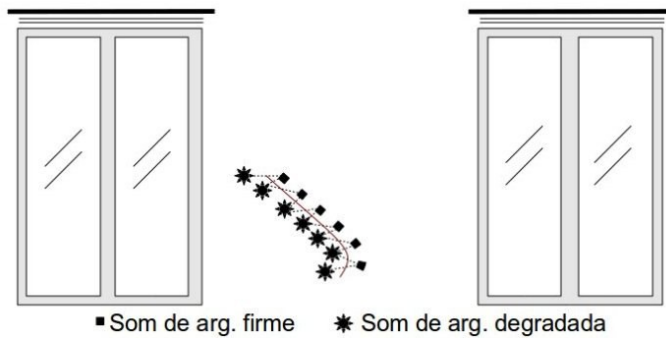


Figura 24: Percutir buscando os pontos onde há mudança do tipo de som

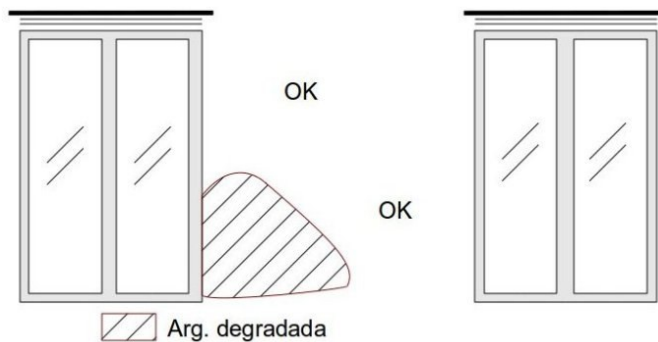


Figura 25: Riscos na parede indicando áreas com argamassa sã e com argamassa degradada

distorção, poderão ser usadas na transcrição dos resultados para a vista de fachada.

O procedimento de inspeção é bastante simples, porém demanda prática. O ideal é que o iniciante faça um treinamento em um muro sem valor histórico, que já se deseja reparar. Após avaliar todo o muro, riscando-o, poderá demolir a argamassa e verificar seu estado de degradação.

Caso uma região deixe dúvida sobre estar sã ou degradada, o inspetor deverá voltar a uma área seguramente sã ou percutir uma cantaria, para comparar os sons. Mesmo uma área “pouquíssimo degradada”, será considerada como alterada neste método, pois entende-se que ela está no início da degradação.

Apenas áreas com diâmetro menor que 20 cm (aproximadamente um palmo), sãs ou alteradas, são ignoradas em relação ao seu entorno. Isto é, se toda uma área está degradada, por exemplo, exceto uma “ilha” de argamassa sã com diâmetro menor que 20cm, então toda a região será considerada degradada. O inverso também será verdadeiro. Essa postura se deve à limitação da escala do desenho, e é considerada pouco relevante frente às dimensões de uma fachada.

A primeira aplicação desse método, no Pátio Maior, suscitou dúvidas por parte do IPHAN-RJ. Havia a intenção legítima de provocar a menor intervenção possível e desejava-se evitar a retirada desnecessária de argamassas. O levantamento por percussão surpreendeu, pois havia apontado que 64% da argamassa ainda presente estaria degradada (ou grosseiramente substituída), quando somente 5% havia caído. Seria isso pessimismo demais? Assim, foi demandado que fosse removida somente a argamassa degradada, mantendo as partes que ainda estivessem aderidas e coesas. Esse levantamento, batizado de Verificação de Obra, pode ser visto no Apêndice B, em contraponto com o levantamento por percussão. Uma comparação resumida entre os métodos pode ser vista na Tabela 11. Após a verificação, o levantamento foi julgado coerente e as obras de intervenção foram iniciadas. Foi selecionada uma parcela da argamassa a ser mantida, como testemunho da argamassa antiga.

Na Tabela 11 vemos dois métodos diferentes. O método “direto” consiste no método explicado, onde a percussão é feita de forma contínua, em toda a parede. É o método aplicado nos demais estudos de caso apresentados. O método “estocástico” foi idealizado pelo Eng. José Carlos Barboza, do IHL, visando abreviar o trabalho: em cada retângulo do rusticado¹² percutia-se três vezes. Se as três vezes indicassem argamassa sã, era indicado como tal para

¹² Desenho em baixo relevo, imitando juntas alvenaria de blocos de pedra, em padrões retangulares na fachada.

todo o retângulo. Caso contrário, seria indicada a presença de degradação para todo o retângulo.

Tabela 11: Comparação entre os resultados do levantamento por percussão e da verificação em obra, por demolição

Fachada	Oeste	Norte	Leste	Sul
Método	Estocástico	Estocástico	Direto	Estocástico
Área Total (m²)	482	435	581	436
Área Sã (m²) - levantamento	214	126	114	134
% Sã	44%	29%	20%	31%
Área Sã (m²) – mantida na demolição	127	21	92	71
Erro (m²)	87	105	22	63
Erro (% total)	18%	24%	4%	14%

Pela tabela, fica claro que o método estocástico teve um erro de três a cinco vezes maior que o método direto. Também estimamos que a produtividade do método estocástico foi similar ao método direto, motivo pelo qual foi abandonado.

No cômputo geral, a inspeção por percussão foi considerada muito adequada, e o erro geral foi de 4%. A percussão mostrou tendência a gerar mais falsos positivos (indicar que a argamassa está sã, quando na verdade está degradada) do que falsos negativos. Isso, talvez, porque houve um lapso de quase um ano entre o levantamento e a verificação, onde a degradação pode ter evoluído mais.

5.3 Estudos de caso

O primeiro estudo de caso, do Pátio Maior, foi realizado há mais tempo, antes do levantamento qualitativo de métodos construtivos e de danos ser desenvolvido. Apenas o quantitativo foi realizado.

Já o levantamento realizado na Fachada Principal do mesmo edifício contou com essa metodologia e com a facilidade de empregar fotografias digitais. Esse levantamento é apresentado com as três etapas distintas: métodos construtivos, qualitativo de danos e quantitativo de danos.

O terceiro estudo de caso, do Centro Cultural e Museu CMB, apresenta o levantamento qualitativo de danos junto com o levantamento de métodos construtivos e com a descrição do quantitativo de danos, de maneira menos explícita.

O levantamento quantitativo de danos foi realizado apenas em parte da fachada, o que levou a um tratamento estatístico para extrapolar o dano provável no conjunto. Os resultados da extensão da degradação são descritos por fachadas e elementos arquitetônicos (parede, pilastras, cimalha, etc.).

5.3.1 Pátio Maior

Uma vez realizado o levantamento visual, constatamos que muitas áreas de aparente bom estado de conservação apresentavam som cavo. Assim, foi necessário realizar um levantamento de danos utilizando-se o método qualitativo de percussão com martelo de bordas em ABS.

A fachada leste (dita “da Preguiça”) foi escolhida como referência, por estar ligada ao bloco frontal, de maior relevância na edificação. Nessa fachada, realizamos o levantamento, percutindo e mapeando integralmente todas as regiões com som cavo, pelo método “direto”. Nas demais fachadas, visando abreviar os trabalhos, a pedido do IHL, foi realizado pelo método estocástico. Somente nos pavimentos térreos foi sempre utilizado o método contínuo,

uma vez que inexistem os desenhos de rusticado, empregados como referência para o método “estocástico”.

Os resultados dessas análises são apresentados nas vistas anexas (Apêndice B).

A patologia mais comum é o descolamento em placas. A argamassa descolada ainda apresenta boa rigidez em si, tendo, entretanto, descolado do substrato como um conjunto (reboco e emboço solidários). Em alguns casos raros, foi identificado o descolamento entre reboco e emboço. Algumas regiões isoladas apresentaram argamassa superficial desagregada. Esses casos foram geralmente relacionados aos descolamentos com perda de argamassa, que expõe a superfície da espessura da argamassa ainda aderida às intempéries.

5.3.2 Fachada do Paço

a) Levantamento de Métodos Construtivos

As paredes são autoportantes em pedra de mão¹³, o que transparece em locais com ausência de argamassa de acabamento (Figura 36). Também são empregados tijolos, tendo sido observados especialmente nos capitéis de pilastras, como se vê na Figura 31.

Também de tijolos são feitos os balaústres dos torreões (Figura 29). A ausência de argamassa deixa ver sua “alma” de tijolos. As manchas escuras nos tijolos são relacionadas com uma queima deficiente. Em contraponto, os balaústres da Fachada Central são similares aos encontrados no jardim, em argamassa de cimento (Figura 32).

Grande parte da tipologia de adornos é realizada em argamassa cinza e extremamente dura, sendo provavelmente pré-moldados e aplicados no local (Figura 26). A composição de uma

¹³ Pedra bruta, de forma irregular, de um tamanho facilmente carregado com uma mão.

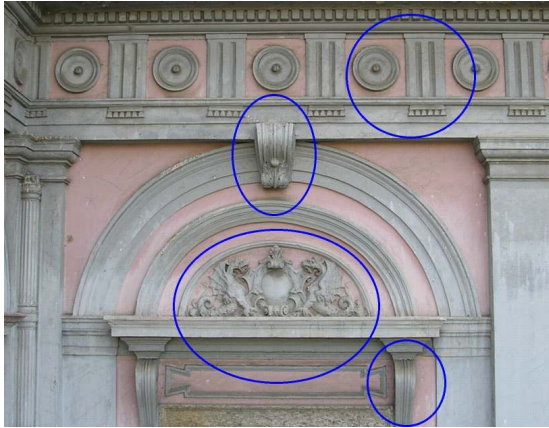


Figura 26: Adornos pré-moldados aplicados sobre a abertura FC-S-21, destacados em azul



Figura 27: Detalhe de argamassa de emboço exposta, com marcas de apicoado, junto à abertura FC-S-31

amostra retirada de um destes adornos em TS-

W-22 será abordada no capítulo de análises.

Os frisos são moldados no local, provavelmente com o molde de correr, dito “carrinho”, com argamassa similar a dos panos de parede. Há, no interior dos frisos, cravos fixados à parede subjacente, com o intuito de estruturá-los. O fato de terem sido observados cravos de ferro forjado (Figura 28) é um indicativo de que tenham sido realizados antes da industrialização do país, sendo provavelmente anterior ao século XX.

Como um edifício é o resultado de suas sucessivas intervenções, é importante relatar quando há indícios de nova aplicação de argamassa, posterior à sua construção. Foram encontradas marcas de apicoamento em argamassas de emboço, em áreas expostas pela perda do reboco (Figura 27). O apicoamento é a criação de



Figura 28: Detalhe do friso sobre a abertura TS-S23, onde a perda de argamassa deixa à mostra os cravos que servem de estrutura. Em detalhe, um cravo, com seção quadrada, em ferro forjado



Figura 29: Balaustradas do Torreão Norte, similares às do Torreão Sul

um baixo relevo na argamassa, através de um martelo pontudo, visando dar melhor aderência à nova argamassa que será aplicada. Tipicamente é usado quando se aplica uma argamassa nova sobre uma já endurecida, podendo indicar uma reaplicação do reboco.

Também constitui prova de recobrimento de argamassa, dois trechos encontrados na fachada TS-N. Havendo perdido a argamassa de acabamento, foi exposta outra argamassa, com o relevo de rusticado, em

posição diferente da atual (Figura 30). Houve, portanto, um momento em que o acabamento seria ligeiramente diferente do atual.

Outro detalhe digno de nota é o emprego de ladrilhos hidráulicos, com a face decorada para baixo, encontrados nos cimalthetes das janelas, bem como nas cornijas. Esses ladrilhos possuem provavelmente a função de impermeabilizar estas superfícies superiores contra a

umidade da chuva.

Quanto às aberturas das janelas e portas, estas possuem arcos de descarga para suportar o esforço superior. Sob estas, compondo os marcos, temos vergas em cantaria.

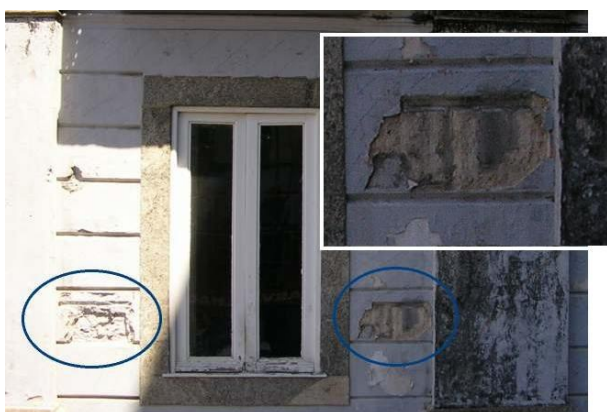


Figura 30: Janela TS-N-12, tendo ressaltados em azul dois pontos em que se encontram argamassas expostas pela perda da argamassa de acabamento atual. No detalhe à direita, a marca de um rusticado, em posição diferente do rusticado atual

b) Levantamento qualitativo de danos

A degradação mais comum nas argamassas da fachada é o descolamento entre camadas de emboço e reboco, que interpretamos da seguinte forma:

Primeiro, aparecem fissuras superficiais, e o reboco se deforma para o exterior, formando uma bolsa oca (bexiga). Quando a deformação é grande, as fissuras se partem, formando uma erupção, conforme se vê na figura a seguir (Figura 33).

Com a ação das intempéries, o reboco cai, deixando exposto o emboço e expondo-o ainda mais ao tempo, conforme se vê na Figura 34.

A argamassa de reboco, embora descolada, ainda apresenta coesão em si. A argamassa de emboço que fica exposta tem uma superfície pulverulenta, sob a qual o estado é bom. Constatamos que a argamassa do reboco é, via de regra, mais rígida do que a do emboço. Muito raramente o substrato da parede fica exposto por perda total da argamassa.

Outro tipo de degradação comumente observada se dá junto às cimalthas, onde há influência da umidade descendente. Nessas, e logo abaixo delas, a umidade causa degradação das argamassas, causando seu



Figura 31: detalhe de um capitel sem a argamassa de acabamento, deixando à mostra os tijolos que constituem sua volumetria



Figura 32: Balaústres da Fachada Central Sul, similares aos encontrados no jardim



Figura 33: Detalhe de uma erupção do reboco, junto à abertura TS-S-25



Figura 34: Argamassa de emboço exposta pela perda de reboco, junto à abertura TN-S-21



Figura 35: presença de agregado biogênico em argamassa desprendida da Fachada Central, porção central

descolamento, que muitas vezes chega a expor o substrato da parede, como se vê na Figura 36.

O descolamento de argamassas permitiu encontrar nelas agregado biogênico nestas, que é um indicativo de que cal de conchas e/ou corais (Figura 35) pode ter sido usado em argamassas, em alguns pontos da fachada.

Os denticulos (friso nas cornijas formado por pequenos paralelepípedos equidistantes) apresentam degradação, com perda de argamassa entre um a dois décimos dos exemplares. Há, porém, vários casos com algum grau de desprendimento da argamassa que necessitarão de fixação.

Os adornos geométricos, em forma de pratos e de frisos verticais, repetidos sob a cimalha do segundo pavimento (parte superior da Figura 26), apresentam, em quase sua totalidade, som de argamassa coesa e rígida. Cerca de um terço destes apresentam também um som cavo,

indicando algum desprendimento do substrato. Encontram-se firmes, sendo provavelmente chumbados na argamassa, porém podem ser alvo de fixação durante a restauração.

A impermeabilização empregada, composta por ladrilhos hidráulicos, deixa oportunidade para a penetração de água pelo rejunte, causando degradação.



Figura 36: Substrato de pedra exposto pela perda da argamassa por influência da umidade

Os balaústres dos Torreões sofrem de degradação generalizada de sua argamassa de recobrimento (Figura 29). Muito branca e contendo agregado biogênico, é, provavelmente, argamassa original da construção dos balaústres, à base de cal. Sua exposição às intempéries, ao longo do tempo, causou sua degradação. Mesmo em pontos em que o balaústre apresenta bom estado, sua face oculta, comumente, apresentará degradação.

A presença de vegetação é frequente em toda a fachada e está representada nos desenhos de levantamentos de danos.

Os cravos forjados, empregados como estrutura dos frisos, já foram citados na descrição dos métodos construtivos. Eles contribuem para a degradação, pois, quando a argamassa já está carbonatada, deixam de estar passivados pelo pH e oxidam, expandindo o seu volume e trincando a argamassa. A presença de trincas e infiltração apressam mais o processo.

Embora o foco deste trabalho sejam as argamassas de acabamento, foram percebidas trincas em vergas de cantaria nas aberturas TNE22 e TNE23 (Figura 37). Este tipo de trinca pode se repetir em outras aberturas e precisa ser estudado, pois a verga é uma estrutura que suporta a

carga abaixo do arco de descarga das aberturas.

c) Mapeamento quantitativo de danos

As fachadas do lado da entrada (Leste) foram inspecionadas com auxílio de guindaste, o que permitiu obter um registro fotográfico melhor, mais ortogonal e desobstruído. As fachadas TS-S e TS-W foram inspecionadas com auxílio de andaimes.

Todas as fachadas inspecionadas foram observadas em toda a sua superfície, de perto. Apenas as balaustradas de coroamento foram observadas pontualmente e também panoramicamente, o que bastou para identificar sua degradação.

Devido ao acesso, este mapeamento foi realizado nas fachadas sul e leste do Torreão Norte. Entretanto, houve um levantamento nas fachadas norte e oeste, realizado pelo arq. Luciano Jardim, na ocasião da intervenção na cobertura deste torreão, em 2003, quando havia andaimes instalados para suporte da sobrecobertura provisória.

As vistas de fachada resultantes deste levantamento podem ser encontradas no Apêndice C.



Figura 37: Fratura na verga em cantaria da abertura TN-E-23

5.3.3 Museu CMB

a) Levantamento de métodos construtivos (e qualitativo de danos)

Substrato

Na Figura 38, vemos os pontos em que o substrato é visível ou ficou visível pela retirada de amostras. Através deste mapeamento metódico, podemos observar que:

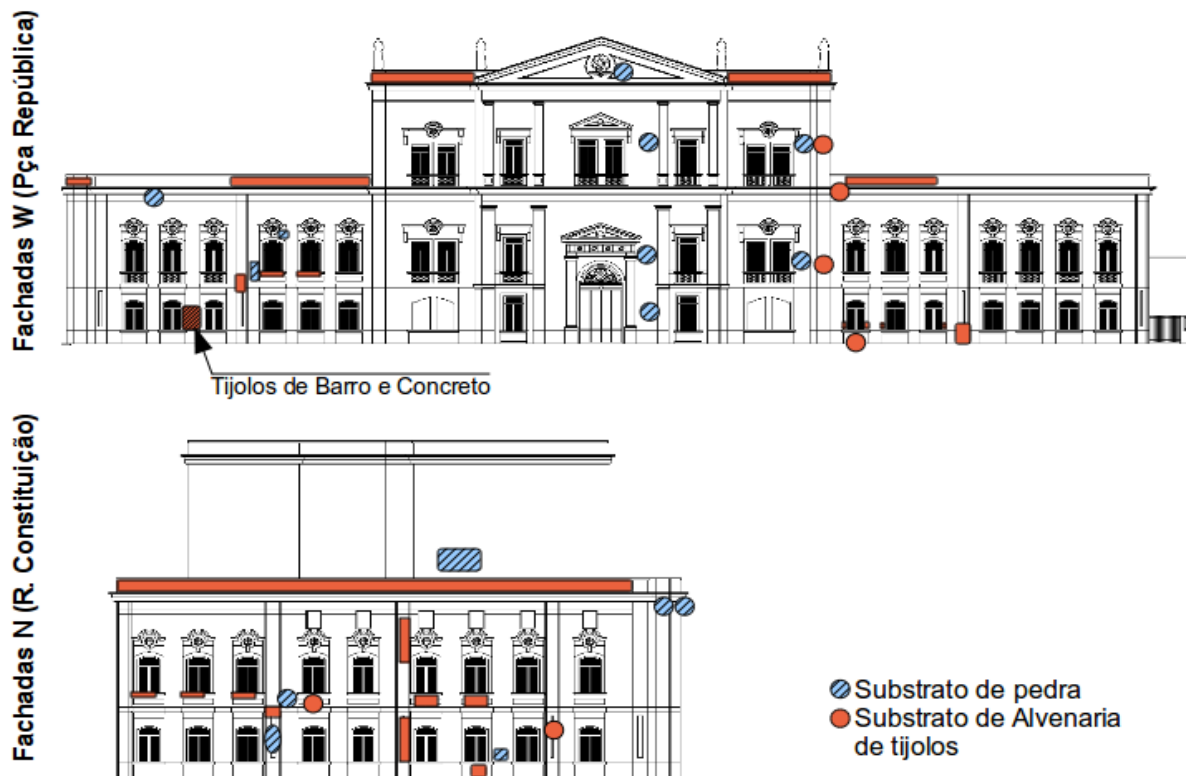


Figura 38: Mapeamento esquemático dos diferentes substratos encontrados (sem escala)

- as fachadas são constituídas principalmente de alvenaria de pedra de mão, sendo, possivelmente, esse o método já empregado na construção ainda no séc. XIX;



Figura 39: Pilastra com tijolos expostos (N16)

algumas portas do térreo, hoje convertidas;

- tijolos são empregados principalmente nos adornos, como nas pilastras, peitoris, cornijas, platibandas, excetuando-se quando são em pedra aparente. É incógnito se estes tijolos seriam exclusivamente da reforma de 1905-1908 (mais provável) ou se já seriam empregados no séc. XIX;
- tijolos são empregados no fechamento de vãos de porta transformados em janelas, como as aberturas do segundo piso e
- as paredes do terceiro piso da fachada central (WW) foram elevadas na reforma de 1905-1908, todavia seus substratos são em pedras de mão, até o tímpano e nas paredes laterais, que dão sobre os telhados;
- Foram encontrados tijolos de concreto e cerâmicos, junto à abertura WN13. No séc. XIX, essa abertura era uma porta mais larga que a janela atual, fato marcado por ser a janela desprovida de cantaria, ao contrário das demais. Tijolos de concreto não eram comuns no começo do século XX e supomos ser resultado de uma intervenção posterior.

Adornos

Para se obter os volumes dos adornos, foram empregados tijolos (Figura 39) e cacos de telha. É frequente o emprego de cacos de telhas coloniais (Figuras 40 e 41), provavelmente

resultantes da substituição da cobertura do telhado por telhas oriundas de Marselha, que hoje ainda se encontram nos telhados do bloco central.



Figura 40: Cacos de telha colonial empregados para preencher volume na argamassa, junto à abertura N14



Figura 41: Detalhe de caco de telha colonial empregado para preencher volume na argamassa



Figura 42: Parte superior da pilastra junto à WN23, onde a argamassa ausente permite ver um caco de telha marselhesa



Figura 43: Detalhe de caco de telha marselhesa, junto à WN23

Em raros locais encontramos cacos de telha marselhesa, indicando que ela existia no momento da execução dos adornos atuais (Figuras 42 e 43).

Em adornos corridos (como frisos), tipicamente feitos com “carrinho” (molde de correr), foram encontrados cravos forjados empregados como estrutura. O tipo de cravo indica que sua execução foi realizada no começo do século XX ou antes disso. Exemplos dessa construção podem ser vistos nas Figuras 44, 45, 46 e 47.



Figura 44: Adornos junto ao óculo da janela WN23



Figura 45: A perda de material de um friso de adorno junto ao óculo da janela WN23 deixa à mostra cravos oxidados, empregados na armação de frisos



Figura 46: Friso perdido junto à janela N29, onde restaram à mostra cravos empregados como armação, muito oxidados



Figura 47: Detalhe de um cravo recuperado em N29, onde ainda se percebe a seção quadrada, típica dos cravos forjados

Como já citado, os cravos deixam de estar protegidos da oxidação à medida que a argamassa que os envolve carbonata. A oxidação dos cravos é expansiva e trinca a argamassa, degradando-a e acelerando o processo de oxidação.

Nos parapeitos das janelas térreas, por serem aplicados sobre pedras, existe um reforço com barra de ferro chata, no interior da argamassa (Figuras 48 e 49). Tais elementos encontram-se geralmente degradados ou com fissuras longitudinais, no sentido da barra, devido à dilatação diferenciada e à oxidação das barras.



Figura 48: Parapeitos no térreo, em argamassa reforçada com barra chata de ferro. Atrás, a cantaria do séc. XIX



Figura 49: Detalhe da barra chata de reforço

Na pilastra junto à N13 (Figura 38), encontramos substrato de pedra. Porém essas bases de pilastra já eram largas e presentes na iconografia do séc. XIX (Figura 20). No pavimento térreo, os tijolos foram usados para dar forma às arestas dessas pilastras.

Portas convertidas em janelas

Se compararmos as Figuras 15 e 16, vemos que no séc. XIX havia portas no térreo que foram fechadas, e também que foi aberta a atual porta central. Também vemos que havia balcões no segundo piso, onde hoje são janelas. Quanto a essas mudanças, foi possível perceber (Tabela 12):

Tabela 12: Quadro resumo dos indícios de alterações de aberturas

Abertura	Mudança	Figura
N12	Porta transformada em janela. A cantaria de porta está presente, oculta pela argamassa.	50
WS17	Porta transformada em janela. A cantaria de porta está presente, oculta pela argamassa.	51
WN13	Porta transformada em janela. Como a porta original era mais larga do que a janela atual, há alvenaria de tijolos completando o vão.	52
WS14	Porta transformada em janela. A porta original era mais larga do que a janela atual, sem marco em cantaria, ao contrário das demais aberturas.	53
2º Piso	As portas balcão foram convertidas em janelas. As cantarias de porta continuam presentes sob a argamassa, os vãos fechados com tijolos e as lajes em pedra com corte bruto, sem acabamento.	54 e 55
WW11, 12, 16, 17	Portas transformadas em janelas. A divisão entre as janelas, que formavam uma só porta, não é feita em cantaria como são os marcos da mesma porta.	Sem imagem



Figura 50: N12 - Pedra de cantaria indo até o chão, resquício de antiga porta



Figura 51: WS17 - Pedra de cantaria indo até o chão, resquício de antiga porta



Figura 52: WN13 - Presença de alvenaria ao lado da janela, indicando a redução do vão de uma antiga porta mais larga



Figura 53: WS14 - Ausência de cantaria, distinguindo do período das demais aberturas



Figura 54: N27 – Alvenaria fechando vão de antiga porta-balcão. À esquerda, cantaria da porta indo até a laje de pedra do balcão, que foi cortada



Figura 55: WN25 – Detalhe da laje de pedra do balcão, com marcas de corte bruto

Arcos mais altos, cantarias mais curtas

Uma característica intrigante foi encontrada na fachada WS, à direita da fachada central. Nessa região, percebeu-se que as cantarias de verga em arco, que suportam as aberturas do térreo, se encontram a cerca de 28cm acima da janela (Figura 56), quando é comum estarem logo acima da abertura.



Figura 56: WS12 - Arco da cantaria (indicado pelo pontilhado) 28cm mais alto do que a abertura da janela



Figura 57: WS13 - Pedra de cantaria (indicada pelo pontilhado) interrompida 42,5cm acima do peitoril

Já na parte de baixo da janela, percebe-se que algumas cantarias de marco lateral se interrompem cerca de 42cm acima do peitoril, fato que se repete nas aberturas WS13, WS14 e WS15 (Figura 66).

O motivo dessas diferenças é incógnito.

Algumas hipóteses são propostas.

Quanto às vergas:

- As janelas da fachada WS teriam abertura maior, o que justificaria os arcos de verga nesta altura, e teriam sido uniformizadas com as demais alas durante a reforma, diminuindo a abertura;
- O piso, como um todo, seria mais alto e foi rebaixado na reforma. As janelas teriam sido deslocadas para baixo, mas a cantaria não.

Esta hipótese não justifica, entretanto, as diferenças de 42cm entre marcos laterais e peitoril, enquanto há 28cm entre a janela e a verga.

Quanto aos marcos laterais:

- O estilo das janelas era diferente, com pedras mais protuberantes em relação ao pano de parede, que completavam a altura dos marcos laterais até o peitoril, a exemplo da Figura 54. Esses trechos protuberantes teriam sido removidas por serem incompatíveis

com o estilo da reforma. É estranho que se verifique tal característica apenas em três das sete janelas;

- Trechos degradados das cantarias laterais dessas janelas teriam sido eliminados no momento da reforma. Todavia, coincide sempre a mesma altura de cantaria removida;

É importante frisar que nenhuma das alternativas passa de hipótese, sem encontrar respaldo na Figura 15.

Impermeabilização

No cimo das platibandas, foram empregados pequenos ladrilhos de cerâmica vermelha, como impermeabilização. Sua origem de Marselha (França), constado em baixo relevo no verso, é um indicativo de que foram assentados na reforma de 1905-1908.

Nas superfícies superiores de cimalthetes de janelas e de pilastras, são ausentes os ladrilhos ou outra impermeabilização. Frequentemente, havia argamassa forte e mal acabada de cimento, fruto de alguma intervenção, ou argamassas muito degradadas.

Tubos de água pluvial

Foram encontrados tubos de água pluvial embutidos junto à N13 (Figura 58) e N21. Esses tubos, em cobre, indicam que os tubos em ferro fundido externos são fruto de uma intervenção mais recente, provavelmente para contornar o entupimento dos tubos originais.



Figura 58: N13 - Tubo de queda em cobre (à direita), exposto pela perda de material da pilastra

Não é claro, entretanto, se os tubos de cobre datam do séc. XIX ou se foram inseridos na reforma de 1905-1908. A Figura 15 já representa uma platibanda na fachada frontal (Praça da República), embora aparentemente inexistente na Fachada N (Rua da Constituição). Não há informações sobre a água posterior do telhado, se terminaria em empena, em rincão ou em beiral. Caso acabasse em rincão, seria um indício de possível tubo de queda.

Argamassa de acabamento subjacente

Na última pilastra da Fachada N (rua da Constituição), junto à janela N21 (Figura 59), um pequeno trecho de argamassa de acabamento foi encontrado sob a argamassa atual. A hipótese é que se trata de uma argamassa do séc. XIX, razão por que se providenciou uma amostra. Ao



Figura 59: N21- Argamassa de acabamento encontrada sob a argamassa de acabamento atual

se retirar uma amostra, foram encontrados, sob essa argamassa, um tubo de escoamento de água pluvial, em cobre, e um substrato em tijolos. Não é claro, portanto, se é uma alteração na própria reforma de 1905-1908 ou se seria, realmente, um resquício da fachada que a precedeu.

b) Levantamento quantitativo de danos

Metodologia

Foi empregada a técnica de levantamento de danos por percussão com martelo de bordas em ABS. São representadas nas vistas de fachada:

- “Desprendimento de argamassas”: aponta quando há perda de material, deixando exposta uma argamassa subjacente ou até mesmo o substrato;
- “Áreas com problemas de aderência da argamassa”: representa áreas com som cavo, onde há perda de aderência sob a camada de reboco;
- “Pedra encoberta”: regiões onde a cantaria é encoberta por uma fina camada de reboco, mormente em bom estado. Essa informação é relevante quanto aos métodos construtivos;
- “Pedra aparente”: regiões onde a cantaria era aparente, as quais fogem do escopo deste trabalho.

É necessário fazer uma ressalva quanto aos desenhos de vistas de fachadas fornecidos pelo IHL, para servirem de base para este levantamento. Os desenhos foram provavelmente realizados com base em fotografias tiradas no nível térreo, o que ocasionou uma distorção por perspectiva nos andares superiores, principalmente na fachada central. Visando aferir a distorção, realizamos uma medida vertical no terceiro pavimento e verificamos ser 38% menor do que o registrado no desenho. Sem ter sido feito um estudo sistemático, foi impossível aplicar uma correção, transcrevendo-se o levantamento sobre os desenhos, conforme fornecidos.

Visando otimizar os recursos, nem toda a fachada foi inspecionada. As áreas excluídas são desprovidas de qualquer hachura nas vistas de fachadas. Ao todo, foram levantados 74% da área da fachada empregando-se esse método. Os resultados se encontram nas tabelas e no desenho de vistas de fachadas do Apêndice D e são resumidos graficamente através da Figura 60. Lembramos que tanto a legenda “Desprendimento” (perda de material) como “Problemas de Aderência” indicam patologias e suas participações podem ser somadas para melhor visualizar a extensão do dano.



Figura 60: Resumo comparativo dos danos encontrados em todas as fachadas inspecionadas

As fachadas WW e WWpedra (porção central de WW) apresentaram desempenho diferenciado, como pode ser visto na Figura 61. Tal fato será explicado em termos de intervalos de confiança no subtópico “Pano de parede” deste capítulo.

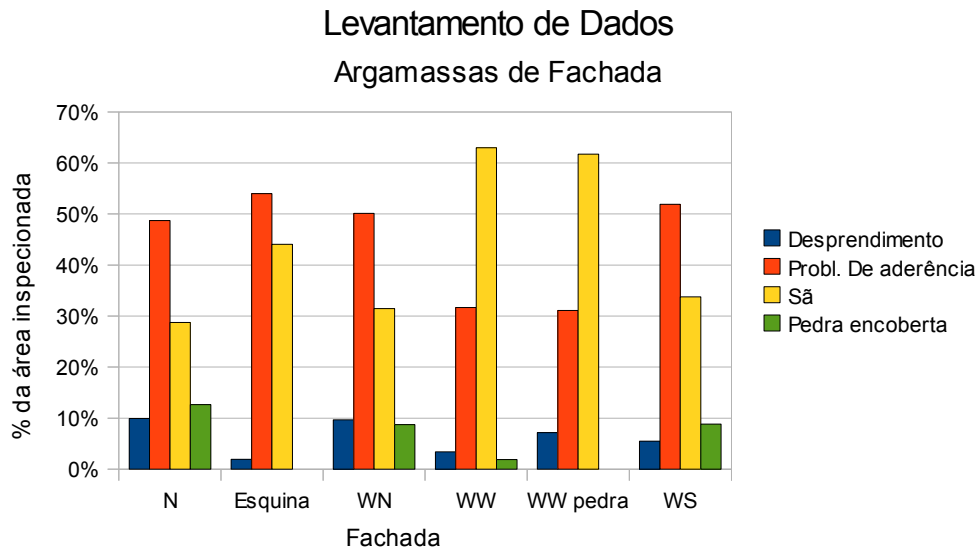


Figura 61: Gráfico resumo dos danos levantados nas fachadas

Barrado

O barrado consiste em uma argamassa forte de areia e cimento, em toda a fachada, excetuando-se onde há cantaria. A escolha desse tipo de argamassa já demonstra a preocupação com a umidade ascendente, isto é, a umidade do solo que sobe à parede por capilaridade. Efetivamente, quando a amostra do barrado de N11 foi retirada, percebemos uma forte umidade na argamassa, devido ao trabalho de prospecção de solo realizado naquela região na véspera, com emprego de água.

A argamassa do barrado se encontra coesa, de uma maneira geral, muito rígida, porém é muito frequente seu descolamento em placas, verificado pela percussão. Tal descolamento é mais severo na Fachada N (rua da Constituição) e menos severo na Fachada WS (à direita da parte central) e sob as janelas da Fachada WN.

Pano de parede

As patologias mais frequentes foram a perda de argamassa e a argamassa com som cavo, representando um descolamento. Estas são, provavelmente, dois estágios da mesma patologia. O descolamento de argamassa normalmente se verificou na camada de emboço, que apresentava perda de coesão. A camada de reboco estava coesa, via de regra.

Analisando-se a vista de fachada do levantamento, podem-se observar três regiões com comportamento diferente:

- as fachadas de dois pavimentos (N, WN e WS);
- a fachada da esquina;
- a fachada central (WW);

Fachadas de dois pavimentos (N, WN e WS, exceto esquina)

A região com maior existência de argamassa são em todas as fachadas de 2 pavimentos se localiza entre os cimalthetes das janelas do segundo piso e a cornija. É justamente a região com menor incidência de chuvas, pois é protegida pela cornija, o que corrobora a hipótese da influência da umidade na degradação da argamassa da fachada. A platibanda, muito exposta a ciclos de chuva e sol, encontra-se quase que completamente degradada.

Nessas regiões, com um intervalo de 95% de confiança, podemos afirmar que já houve um desprendimento entre 6 e 12% e que há argamassas com problema de aderência entre 39 e 55%. Resta de argamassa ainda são entre 24 e 36% da área. Tais intervalos são úteis para inferir o estado das regiões ainda não inspecionadas, com essas mesmas características.

Pelos resultados, apresentados no Apêndice D, constatamos que as fachadas de dois andares, norte e oeste, possuem comportamentos semelhantes dentro de um intervalo de confiança de 95%. Excetuamos a esquina, que, talvez pela particularidade de possuir pouco pano liso de parede, traz resultados fora desses intervalos.

Esquina

Seja pela sua distribuição diferenciada dos elementos arquitetônicos, seja por alguma alteração no tipo de argamassa empregada, essa pequena fachada apresentou um estado de conservação melhor que as demais fachadas de 2 pavimentos

Os resultados a seguir se encontram no Apêndice D: há um desprendimento de 2% e argamassas com problema de aderência em 54% da área inspecionada. Restam 44% de argamassa sã nessa área. Esses valores estão fora do intervalo de confiança das demais fachadas de 2 pavimentos.

Fachada central (WW)

Apesar de apresentar degradação bastante extensa, esta região encontra-se menos degradada que as fachadas de dois pavimentos. A região do primeiro pavimento se apresenta em pior estado, provavelmente devido à umidade ascendente do solo ou à maior exposição às chuvas.

Nessa região foi empregada uma argamassa visivelmente diferenciada, o que tem proporcionado um desempenho superior aos das demais regiões, que pode corresponder à menor quantidade de fragmentos de solo ou cerâmica observados nas análises petrográficas de WW14. O emprego de cantarias aparentes refinadas é uma demonstração do tratamento

diferenciado que esta região recebeu. Assim, a argamassa nela empregada também foi diferenciada, com menor quantidade de argilominerais, o que resulta na sua cor mais clara (Figura 86, página 234).

Os resultados a seguir se encontram no Apêndice D, para a porção sem pedra aparente: já houve um desprendimento de 3% e há argamassas com problema de aderência em 32% da área inspecionada. Resta argamassa ainda sã em 63 % desta área.

Já na região com cantaria aparente, os resultados são similares: houve um desprendimento de 7% e há argamassas com problema de aderência em 31% da área inspecionada. Resta argamassa ainda sã em 62 % dela, quando excluimos do cálculo a área de cantaria aparente propriamente dita.

Cimalhetes e Cornija

O estado de conservação dos cimalhetes e cornija é similar em toda a edificação. Eles aparentam coesão em sua estrutura, o que cabe ser confirmado em estudo próprio. Todavia a impermeabilização levou à degradação de suas superfícies mais expostas e bordas. Algumas regiões protegidas, porém sujeitas à infiltração descendente da água da chuva, encontram-se bastante degradadas e necessitam de atenção. As superfícies superiores dos cimalhetes, sujeitas à ação direta da chuva e do sol se encontram em pior estado, especialmente as bordas. Já na cornija, a proteção com lajotas de cerâmica vermelha melhora o desempenho, porém em diversas regiões há descolamento, e mesmo ausência, das lajotas.

Armas da república

São um adorno importante do edifício, porém a dificuldade de acesso impediu que fosse avaliado com mais detalhes. Apesar de o guindaste ser capaz de alcançar a altura, a presença de luminárias dificultou a operação.

Nas regiões avaliadas, o adorno se encontra em bom estado e necessitará de reparos pontuais. Sua argamassa foi considerada similar à argamassa do adorno da esquina, do qual foi colhida uma amostra, poupando as armas da república de danos.

Argamassas encobrindo cantarias

As cantarias de portas e janelas do séc. XIX foram encobertas por uma fina camada de argamassa. Nas vistas de fachadas elas foram destacadas com hachura própria, visando contribuir para a leitura do método construtivo, sem distinguir sobre seu estado. Tais argamassas se encontram, via de regra, em bom estado de conservação.

6 Amostragem

6.1 Estado da arte

Elisabeth Goins (2004) publicou um roteiro para análise de argamassas históricas onde se preocupou além dos limites do laboratório. Ela dedica um capítulo à seleção de locais para a retirada das amostras em campo. Sugere que, em primeiro lugar, sejam definidos os objetivos da análise. Normalmente os objetivos são ligados a um dos focos: caracterização do material original, compreensão de mecanismos de degradação ou estudos para conservação e restauro.

- Caracterização dos materiais originais: neste caso as amostras devem ser retiradas de locais abrigados ou protegidos. Devem ser retiradas amostras aleatoriamente de outros locais, para comparação;
- Estudos de áreas específicas: as amostras devem ser retiradas da área com as características desejadas. Também devem ser retiradas amostras de outras áreas, para comparação;
- Caracterização geral do material: as amostras devem ser retiradas de modo a refletir o caso comum. Devem ser excluídas áreas com degradação severa, argamassa solta ou perda de material. Da mesma forma, locais perfeitamente conservados devem ser evitados. Esse tipo de estudo pode ser empregado para caracterizar propriedades físicas, como porosidade, para seleção de materiais de reparo.

Muitas vezes, uma combinação de estratégias é necessária. Qualquer que seja o método escolhido, precisa ser explicitado no relatório.

Quando for empregada uma escolha aleatória, Goins lembra que ela deve ser verdadeiramente aleatória. Ao contrário de “andar pela área escolhendo de forma que pareça aleatória” (p. 8), uma forma verdadeiramente randômica seria fazer uma quadrícula e sortear as posições por meio de pedaços de papel em uma urna.

Goins propõe que sejam colhidas, no mínimo, três amostras por área de interesse. Caso se verifique que essas amostras são muito heterogêneas entre si, deve-se aumentar o seu número. Consideramos esta estratégia desejável, porém limitada pelo tamanho dos recursos disponíveis e curtos prazos que temos encontrado no Brasil.

Goins também indica o uso de fichas de anotações de campo, para cada amostra recolhida. Nas fichas registram-se o local, o número de amostras, a razão da seleção (aleatório, área deteriorada, etc.), método de retirada, distância da superfície, descrição da amostra e condições ambiente.

Talvez essas recomendações pareçam óbvias, porém são geralmente ignoradas ou omitidas, segundo informam Hughes e Callebaut (2000), em um artigo introdutório dos anais do International RILEM Workshop on Historic Mortars. Segundo eles, muitos dos estudos acadêmicos com argamassas históricas deixam de ter objetivos bem definidos e, na maior parte deles, a amostragem é omitida. Desta forma, o leitor fica sem condições de avaliar a representatividade dos estudos. Segundo os autores, os dois tipos de estudos mais comuns são os de conservação e reparo e os estudos acadêmicos, mais gerais.

Em todos os casos, deve-se tirar, apenas, o mínimo necessário de amostras para responder aos objetivos definidos, obedecendo ao princípio da intervenção mínima. Dessa forma, defendem ser normalmente impossível ter uma amostragem estatística relevante. A coleta de amostras será feita com desvio (*bias*) induzido pelas informações preliminares e não será

puramente estatística. A análise dos resultados deve ser feita deixando à luz as considerações de amostragem.

Objetivos claros são insuficientes para garantir uma amostragem bem sucedida. É também fundamental ter conhecimento prévio sobre o edifício, avaliação visual, natureza dos materiais, as diferentes argamassas presentes, fases históricas e seu estado de conservação. Devem ser registradas informações do local, fotografias, técnica de retirada, características da amostra, fase histórica, cor, função, possível ligante, condição, materiais de construção associados, objetivo do estudo e análises propostas. Sugerem que as amostras sejam retiradas, de preferência:

1. pelas pessoas que as analisarão no laboratório;
2. por pessoas com experiência em laboratório, que compreendem a qualidade de amostra necessária;
3. por pessoas sem experiência de análise laboratorial, havendo uma metodologia que os guie.

Voltemos ao trabalho de Arioglu e Acun (2006). Antes da retirada das amostras, vale lembrar que eles também se apoiam no mapeamento de danos e tipos de argamassas (feitos visualmente), no levantamento histórico e em ensaios não destrutivos. Os critérios de amostragem propostos são:

- áreas construídas ou reparadas em períodos diferentes;
- diferentes andares ou níveis em relação ao térreo;
- diferentes direções;
- camadas estruturais e superficiais¹⁴;

¹⁴ O original não traz detalhes sobre estes dois últimos critérios: “While taking samples, they should be collected from varying directions as well as from the structure and the surface layer of the building” p. 1227

Na prática, percebemos que, ao levarmos em consideração todos esses critérios em um edifício hipotético de três andares, construído ou reparado em três períodos, com três corpos (central e laterais) e duas camadas (emboço e reboco), teremos 54 amostras únicas. Se quisermos três exemplares de cada, como sugere Goins, somam 162. Se forem analisadas quatro amostras por semana, serão gastos cerca de dez meses para obter o resultado global. É um desafio frequente nesta área: ser representativo minimizando o número de amostras.

Também segundo Arioglu e Acun, a amostragem deve ser feita de maneira delicada e planejada, visando minimizar os danos. De maneira similar aos demais autores, todas as amostras retiradas devem ser registradas com fotografias e apontadas nas elevações de fachada. Cartões de identificação de amostras devem registrar: código da amostra; localização, função (assentamento, reboco, emboço, etc.), período histórico, cor e tipo de dano.

As recomendações de Kanan (2008), no Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal, são harmônicas com os demais autores. Ele recomenda uma clara definição de objetivos, levantamento histórico do edifício, levantamento visual da fachada e registro esmerado da coleta de dados (com fotografias, desenhos indicando a posição e descrição de aspecto).

Também são harmônicas as recomendações de Teutonico (1998) sobre a retirada das amostras. Demanda estudo e documentação preliminar e determinação dos objetivos. A autora também sugere que as amostras sejam retiradas de locais de áreas onde elas causam o menor dano possível para o conjunto, desde que garantam a representatividade da amostra.

6.2 Método proposto

A amostragem é um momento delicado. Sua importância pode ser ilustrada pelo exemplo da xícara de água do mar. Se eu vou até o mar e tiro uma xícara de água e nessa xícara não vejo nenhum peixe, posso afirmar que no mar não há peixes? Não se trata de fazer uma revisão de estatística, mas apenas lembrar que amostragem dependerá do tamanho da amostra em relação conjunto de interesse (população) e da homogeneidade da população. Mesmo que minha amostra fosse grande, a chance de encontrar um bacalhau na beira de uma praia da Bahia será muito menor do que em alto-mar, no hemisfério Norte.

Da mesma forma, devemos nos questionar sobre os fatores que fazem uma fachada heterogênea e, portanto, exigem amostragem separada. Os principais são:

- períodos de construção ou de reforma – é infrutífero recolher amostra de um período apenas, na expectativa que represente todos os períodos;
- funções arquitetônicas – uma amostra de argamassa da cornija provavelmente não será representativa do barrado, por exemplo;
- estado de conservação – uma amostra de argamassa degradada não será representativa das argamassas sãs e vice-versa. Regiões pouco degradadas podem contar com argamassas diferentes das regiões muito degradadas, ou terem sido expostas a condições diferentes (sol, chuva, ventos, saís, etc.).

Enquanto Arioglu e Acun (2006) propõem a amostragem por diferentes andares e direções, aqui propomos ponderar os períodos de construção. Se dois andares forem do mesmo período, seguramente será desnecessário amostrar os dois andares, pois o número de amostras se multiplica conforme as variáveis. Salvo se esses andares possuírem outra característica ou

desempenho que os diferenciem.

No capítulo 4.3, “Definindo os objetivos do levantamento”, vimos os objetivos estabelecidos para os três estudos de caso. Eles podem ser divididos em quatro campos relacionados com a amostragem. Sobre eles, fazemos as seguintes ponderações (Tabela 13):

Tabela 13: Objetivo do levantamento e fatores a considerar na amostragem: ponderações

Objetivo	Fator	Períodos Construção/ Intervenção	Funções Arquitetônicas	Estado de Conservação
Registro do estado presente		Pelo menos uma amostra do período de interesse	Pelo menos uma amostra de cada função	Bom estado (salvo características de uma região)
Formular argamassa equivalente		Pelo menos uma amostra do período de interesse	Pelo menos uma amostra de cada função	Bom estado
Evolução histórica		Pelo menos uma amostra por período, podendo ser também por andares e/ou orientações. Observar substratos.	Opcional	Bom estado
Patologia		Pelo menos uma amostra de cada período de interesse.	Pelo menos uma amostra de cada função de interesse.	Sã e degradada, quando envolver saís. Sã, nos outros casos, sendo opcional também degradada. Quando se observar influência da orientação, altura, chuva, etc. providenciar amostras comparativas.

A escolha dos locais para amostragem deve levar em consideração, conforme os objetivos, os locais onde haverá menor (ou maior) probabilidade de alteração, menor possibilidade de intervenção recente ou menor prejuízo ao patrimônio cultural, além de acesso, segurança, presença de eletricidade (se necessário), etc. Uma vez marcados os locais candidatos, livres de impedimentos, aí sim poderá ser feito o sorteio, caso necessário. Quando necessário retirar de vários andares, é interessante tirar na mesma prumada (alinhamento vertical), o que deve ser

previsto no sorteio.

Quanto à quantidade de amostras, concordamos com Goins (2004) que sejam desejáveis pelo menos três amostras para cada período e/ou função e/ou estado de conservação, porém, como lembra Hughes e Callebaut (2000), os limites impostos na conservação do patrimônio raramente permitirão que a amostragem seja muito abrangente. Todavia, vale lembrar que o prejuízo da retirada de amostras pode ser menor do que o prejuízo da dúvida ou de decisões errôneas. A retirada de amostra, em si, é pouco onerosa e a área afetada é pequena em relação à fachada como um todo. Muitas amostras serão analisadas apenas macroscopicamente, porém estarão à disposição caso as análises sejam necessárias e deverão constituir o acervo museológico da edificação. Toda amostragem deverá ser aprovada previamente pelo(s) órgão(s) patrimonial(is) competente(s).

Para a retirada de amostras sugerimos:

1. uso de serra-copo diamantada de diâmetro entre 5 e 10 cm¹⁵, realizando-se corte a seco, de maneira cuidadosa, de forma a evitar a desagregação e danos à superfície da argamassa (método empregado nos estudos de caso);
2. de maneira alternativa, as amostras podem ser retiradas usando-se serra-circular diamantada, tipo “corta-mármore”, a seco, realizando-se cortes em quadrado com lado entre 5 e 10 cm;
3. as amostras devem ser divididas antes das análises, para que se reserve uma metade como testemunho;
4. caso não haja data próxima para que ocorra a intervenção, os orifícios decorrentes da remoção das amostras devem ser fechados com argamassa compatível a ser definida,

¹⁵ O prof. Mário Mendonça de Oliveira e prof. Marcos Tognon relaram, em 2010, que têm empregado amostras com 5cm de diâmetro. Deve-se verificar o tamanho mais adequado com o laboratório de análises escolhido.

ou conforme acordado com o responsável pela edificação e órgãos patrimoniais.

Empresas que fazem corte e perfuração em concreto podem ser contratadas para o serviço de retirada de amostras. O operador da extração deve levar uma talhadeira muito pequena, para promover o descolamento da argamassa de seu substrato.

6.3 Pátio Maior

Os critérios empregados foram:

- argamassa sã;
- um jogo de amostras por fachada;
- uma amostra por andar, visando observar a evolução histórica, preferencialmente na mesma prumada;
- na fachada oeste foram previstas uma amostra central e uma lateral no terceiro pavimento, visando verificar questões relativas à capela, que já ocupou aquele espaço;
- na fachada leste, terceiro pavimento, foram retiradas três amostras, buscando-se uma de argamassa sã. Idem, duas amostras na fachada norte.

Buscando-se retirar amostras na mesma prumada, de argamassa sã, reduziram-se muito as possibilidades de locais, fazendo que um sorteio fosse desnecessário.

Na Figura 14, vemos os locais de retirada das amostras, onde foi possível verificar o substrato também.

6.4 Fachada do Paço

A retirada das amostras foi realizada considerando-se que:

- o Torreão Sul foi erguido com todos os seus andares já em estilo neoclássico;
- o Corpo Central e o Torreão Norte foram reformados para o neoclássico pouco depois do Torreão Sul, ganhando então o terceiro piso;
- os adornos repetidos na fachada foram moldados em atelier, e sua dureza e aparência já indicavam a probabilidade de serem constituídos de uma argamassa de cimento, diferente das demais;
- o tipo de argamassa de reboco apresentava aparência similar em todos os pavimentos e blocos;
- a argamassa de emboço, quando aparente, tinha aspecto similar, porém podendo variar segundo os períodos de construção já citados, no Torreão Sul, Corpo Central e Torreão Norte (por ser mais interna, pode ter permanecido nas reformas);
- os balaústres degradados se encontravam nos Torreões, com aspectos de argamassas e degradações similares nos dois Torreões.

Decidimos pela retirada de amostras:

- de argamassas sãs, com a menor modificação possível pela degradação;
- em prumadas - primeiro, segundo e terceiro pavimento - em cada um dos três blocos;
- no Torreão Sul, demos preferência pela face oeste (TS-W), mais oculta, possivelmente menos sujeita a intervenção e acessível por andaimes;
- também no Torreão Sul, optamos por retirar uma amostra de argamassa de balaústre e de adorno, sendo escolhido um adorno de fácil recomposição e pouco visível;

- ainda no Torreão Sul, na região onde foi encontrado um rusticado diferenciado abaixo da camada de acabamento atual, indicando uma argamassa mais antiga, optamos por retirar uma amostra;
- as posições de retirada na Fachada Central no Torreão Norte foram escolhidas pela existência de argamassa sã na mesma prumada e facilidade de acesso, o que reduziu muito os locais possíveis.

Os locais de retirada de amostras são representados nas vistas anexas (Apêndice C), que abordam o levantamento de danos. São elas:

- Torreão Sul: TS-N-11, TS-W-12, TS-W-22, TS-W-22-adorno, TS-W-32, TS-W-31-balaústre
- Fachada Central: FC-N-13, FC-N-23, FC-N-33
- Torreão Norte: TN-E-13, TN-E-23, TN-E-32-pilastra

6.5 Museu CMB

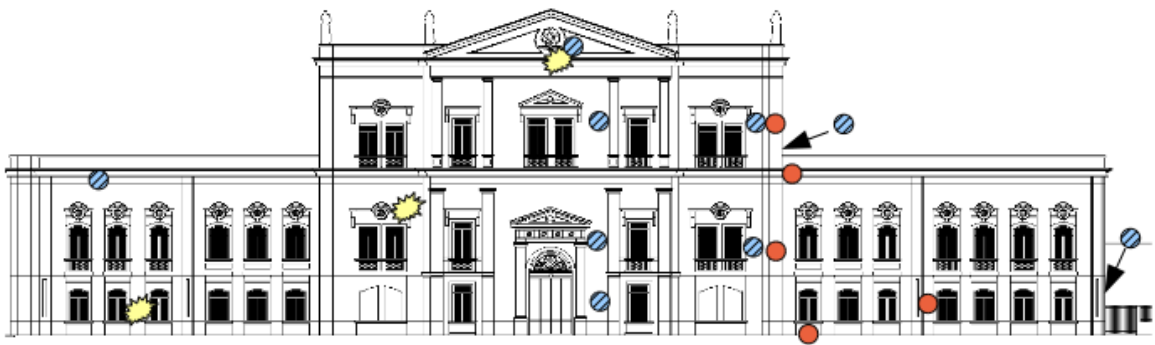
Para a escolha dos locais de retirada das amostras foram empregados os seguintes critérios:

- locais com argamassa em bom estado;
- amostras dos setores de fachada:
 - Fachada N (Rua da Constituição);
 - Fachada WW (central, com três pavimentos);
 - Fachadas WN / WS (laterais, com dois pavimentos);
 - Fachada 3S (empena lateral sul do terceiro pavimento do bloco central);

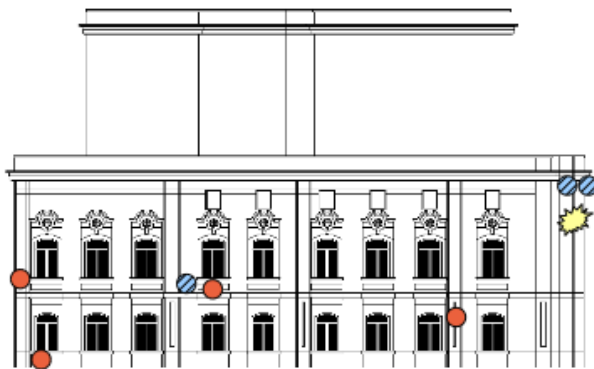
- Fachada 1S (empena lateral sul do térreo, no beco).
- amostras dos seguintes elementos arquitetônicos:
 - pano de parede
 - pilastra
 - friso plano sob cornija
 - cornija
 - tímpano
 - barrado
 - adorno estuque
- impedimento de acesso (falta de permissão para uso do guindaste, que obstruiria parte da rua da Constituição);
- oportunidade:
 - amostra do cimbalhete de WW22, acidentalmente destacada pelo guindaste;
 - friso do tímpano, já destacado, porém coeso;
 - adorno estuque, aproveitada amostra já destacada, porém coesa, para evitar maiores danos.

Vemos, na Figura 62, um mapa esquemático com os locais de retirada das amostras.

Fachadas W (Pça República)



Fachadas N (R. Constituição)



- Amostra retirada, substrato pedra.
- Fragmento recolhido como amostra
- Amostra retirada, substrato tijolos

Figura 62: Mapa esquemático indicando os locais aproximados da retirada de corpos de prova (sem escala)

7 Análises laboratoriais

7.1 Estado da arte

As análises laboratoriais são um campo extenso e, frequentemente, conta-se com o apoio de um laboratório especializado, como foi o caso nestes estudos. Cada laboratório desenvolve seus protocolos de análise conforme os equipamentos e equipes disponíveis. Assim, é mais frutífero debater o protocolo empregado com o laboratório selecionado. A esse laboratório, por sua vez, cabe acompanhar a literatura e comparar seus métodos com outras práticas, buscando-se constante aprimoramento.

Chamamos de protocolo de análises uma sequência de procedimentos que, juntos, possibilitam obter as informações desejadas de uma amostra. A princípio, qualquer protocolo que obtenha as informações desejadas será satisfatório, e poderá ser avaliado pela sua exatidão e repetibilidade.

Os protocolos podem variar conforme os equipamentos e pessoal técnico disponível em um dado laboratório. Assim, um protocolo adequado a um laboratório pode diferir do ideal para outro laboratório. É o caso do manual de Isabel Kanan (2008), que sugere um número de análises conforme o tipo de laboratório disponível, desde um simples laboratório de campo até para análises bastante avançadas.

Hughes e Callebaut (2000) propõem, na Tabela 14, as prováveis informações desejadas, dependendo do objetivo da pesquisa.

Tabela 14: Relação entre os objetivos de investigação e informações desejadas
 Fonte: Huges e Callebaut (2000), tradução livre do autor.

Objetivo da amostragem	Informação possivelmente desejada
Conservação e restauração: comparação; análise de degradação (causas: busca por soluções); segurança (integridade estrutural).	Agregado/ ligante; teor de sais; resistência à compressão; dureza; teor de umidade; mineralogia; hidraulicidade
Pesquisa de materiais: composição; desempenho; comportamento físico e mecânico	Principais elementos constituintes; mineralogia; dureza; resistência ao gelo; porosidade; permeabilidade; hidraulicidade.
Arqueologia: fonte das matérias primas; tecnologia de produção; tecnologia de construção.	Principais elementos constituintes; agregado/ ligante; petrografia; texturas; hidraulicidade.

É necessário conhecer minimamente as análises para selecionar um laboratório e estabelecer junto com sua equipe o protocolo ideal para obter as informações desejadas.

Lorraine Schnabel (2009) propõe um número de questões que podem ser úteis na hora de estabelecer as análises a serem empregadas:

- O método identifica compostos (como hidróxido de cálcio) ou elementos (como oxigênio, hidrogênio e cálcio)?
- O método identifica apenas compostos com estrutura cristalina, ou também identifica compostos amorfos?
- O método permite identificar compostos idênticos, mas com quantidades de água estrutural -água ligada à molécula- diferentes?
- O método é quantitativo, informando a quantidade de cada composto, ou qualitativo, informando apenas que compostos se encontram? Ou, ainda, semiquantitativo, dando uma estimativa das quantidades sem grande precisão?
- Que tamanho de amostra é necessário?
- A amostra necessita estar intacta ou pode estar em esfarelada?

- Que tipo de preparação de amostra é necessária e como ela afeta os resultados?
- Quais são os limites de detecção da análise, isto é, qual é a menor concentração de um elemento que ela identifica?
- Que materiais presentes na amostra podem interferir nos resultados dos demais componentes?

A essas perguntas adicionamos mais algumas:

- a análise pode dar falso-positivo, isto é, identificar um componente ou característica que na realidade é ausente?
- a análise pode dar falso-negativo, isto é, deixar de identificar um componente ou característica que na realidade está presente?
- Qual é a variabilidade do método? O resultado é estatisticamente relevante ou é preciso repetir várias vezes para obter uma média?
- Qual é o custo do método, incluindo preparação, análise e relatório?
- Qual é o prazo necessário para a quantidade de amostras?

Acrescentamos também que, além de informação sobre as análises, é necessário ter conhecimento sobre os materiais empregados em argamassas históricas.

- Que materiais provavelmente estarão na amostra?
- Que alterações a amostra pode ter sofrido pela exposição ao intemperismo?
- Que alterações a amostra pode ter sofrido na retirada?

Kara Dotter¹⁶ (apud SCHNABEL, 2009) realizou um levantamento representativo da frequência com que certas técnicas de análise são citadas em protocolos divulgados na literatura. As análises mais empregadas são, em ordem de frequência:

¹⁶ DOTTER, K. **Characterization of Historic Lime Mortars**. Dissertação de mestrado. Graduate School of Geological Sciences - University of Texas, Austin, 2006

1. Análise petrográfica, incluindo luz polarizada;
2. Difração de raios-X (DR-X);
3. Análise química por via úmida (incluindo a digestão por ácidos);
4. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) combinada com métodos de análise de elementos (SEM/EDS).

A esses métodos acrescentamos a análise visual. Nem sempre é descrita nas publicações, mas seguramente é, no mínimo, a primeira aproximação com a amostra.

Vamos descrever esses métodos com um pouco mais de detalhe, portanto.

7.1.1 Análise visual

A análise visual é considerada uma primeira parte da análise petrográfica. Aqui, apresentaremos com destaque especial, pois, como será tratado adiante, essa etapa tem uma grande importância na triagem das amostras trazidas de campo. A análise visual consiste na leitura guiada da amostra, ao contrário de uma observação a esmo. A Tabela 15, dedicada à análise petrográfica, pode ser usada como guia para obter informações macroscópicas sobre os agregados, cor e elementos incrustados. Esse tipo de observação demanda alguma prática, podendo ser realizada em campo, como primeira análise, e então repetida em laboratório, por um especialista (normalmente geólogo).

Tabela 15: Inspeção visual / baixa ampliação

Fonte: Norma ASTM C856, modificada por Goins (2004), tradução livre do autor

Agregados		Matriz	Vazios e Poros	Itens encrustados
Fração Grossa	Fração Fina			
Composição: Dimensão máxima Porcentagem do Total				
Tipo: 1. Seixo 2. Pedra britada 3. Misto seixo e pedra britada 4. Outro (descreva) 5. Pozolana (descreva) 6. Misto	Tipo: 1. Areia natural 2. Areia artificial 3. Misto 4. Outro 5. Pozolana (descreva) 6. Misto	<ul style="list-style-type: none"> • Cor Rock Color Chart/ Munsell • Distribuição da cor: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sarapintado 2. Homogêneo 3. Mudanças graduais 	<ul style="list-style-type: none"> • Poros esféricos (% aprox. do total) • Poros não esféricos (% aprox. do total) • Poros vazios, recobertos, preenchidos ou parcialmente preenchidos? • Mudança de cor da superfície interior do poro para a matriz? 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Tamanho • Localização • Tipos de metal • Tipos de outros itens (como orgânicos)
Se tipo 1, 2 ou 4: homogêneo ou heterogêneo.				
Textura: • Forma • Distribuição • Empacotamento • Granulometria (contínua, descontínua, deficiências no(s) tamanho(s)) • Direção em relação à superfície (lados planos ou eixos longos paralelos ou perpendiculares às superfícies formada e acabada)	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição • Forma de partícula • Granulometria • Orientação preferencial 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição – homogênea ou heterogênea • Fraturas em torno ou através do agregado? • Descreva o contato entre matriz e agregado • Descreva as trincas 	<ul style="list-style-type: none"> • Forma • Distribuição • Granulometria • Paralelismo ao longo dos eixos de poros irregulares ou planos de vazios; uns em relação aos outros; em relação às faces chatas ou eixos longos dos agregados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existem poros ligados com o material? Notar posição em relação ao material (abaixo, horizontal) • Objetos metálicos estão limpos ou corroídos? • Existem trincas relacionadas com o material encrustado?
Histórico da amostra – Apontar informação disponível. Apontar idade, se conhecida. Apontar o ambiente genérico das amostras (rural, urbano, etc.)				
Estado geral: Apontar o estado geral de intemperismo. Apontar a friabilidade e densidade da amostra. Dar uma descrição geral da cor. Resistência do material – você consegue quebrá-lo com as mãos? Existem trincas? Como estão distribuídas? Elas passam através do agregado graúdo? Estas trincas estão preenchidas com algo? Os agregados se separaram da matriz durante o corte ou extração da amostra? Superfície: depósitos? Regiões com aspecto molhado ou seco? Halos nos agregados?				

7.1.2 Análise petrográfica

É conhecida como análise petrográfica devido às suas origens na geologia, mas também é chamada de micrografia ótica de seção polida ou ceramografia. Exige uma delicada preparação de amostra, onde esta é embutida, cortada e depois polida, cuidando-se de não se perder os grãos de sua estrutura. Envolve um número de técnicas para analisar, ao microscópio, as amostras especialmente preparadas. Uma técnica básica consiste na análise de uma amostra polida em uma lupa estereográfica de baixa ampliação - um tipo de microscópio de duas lentes que dá noção tridimensional da amostra - com luz refletida. Outra técnica, mais avançada, consiste em cortar uma seção da amostra fina, lixar e polir até que fique translúcida, quando se analisa em um microscópio de luz transmitida com polarizadores. Ao se polarizar a luz, observam-se melhor alguns minerais, o que auxilia muito na sua identificação. Por exemplo, nas figuras 63 e 64, a porção vítrea escurece ao se cruzar os polarizadores, por ser isotrópica sob a luz polarizada. Essas preparações e análises são bem descritas por Goins (2004).

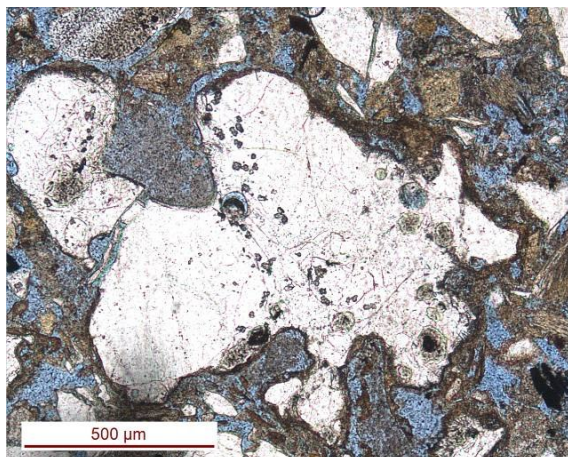


Figura 63: Amostra N24 (Museu CMB). Agregado de vidro (provável escória) aglutinando grãos de quartzo - polarizadores paralelos.

Fonte: IPT (2010)

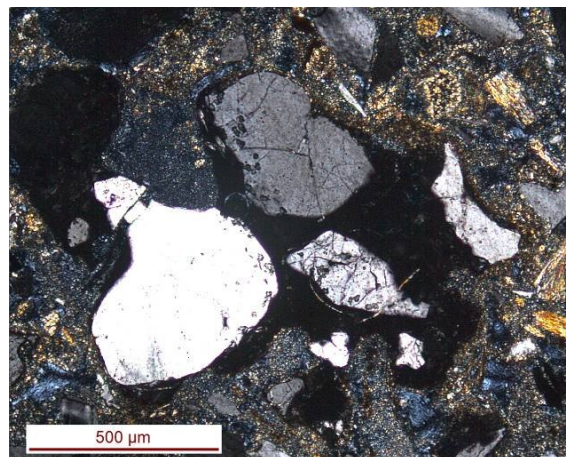


Figura 64: Amostra N24 (Museu CMB). Idem figura 63, polarizadores cruzados. O quartzo cristalino se apresenta em tons de cinza. A porção vítrea em preto.

Fonte: IPT (2010)

Tanto Goins (2004) como Oliveira, Nascimento e Cincotto (1999) se norteiam pela norma ASTM C856 para guiar as observações na amostra. A Tabela 15 traz um resumo da grande quantidade de informações que pode ser obtida da análise petrográfica. Essa visão, panorâmica e abrangente, pode diferenciar minerais e não somente a composição química. Pode observar os vazios, trincas, identificar reações entre componentes, estimativa de granulometria e estimativa da relação agregado e aglomerantes.

Durante a análise das amostras, pode ser empregada a análise modal. São identificados os minerais sob pontos escolhidos aleatoriamente, ou medida a dimensão linear dos minerais que se encontram sob uma linha aleatória. Atualmente, softwares de análise de imagem auxiliam a identificação e quantificação de elementos diferentes na imagem. Essas técnicas permitem a estimativa quantitativa da composição da amostra, embora com menor precisão que outros métodos, como a análise química por via úmida.

Por comparação, a análise petrográfica permite analisar se duas argamassas são equivalentes em composição, além de verificar se seus agregados possuem histórias

geológicas similares, algo que outras análises não permitem obter.

Esses e outros resultados fazem da análise petrográfica uma análise versátil e que seja amplamente empregada em argamassas históricas.

Como apoio, Goins traz em seu trabalho uma série de tabelas com a descrição dos minerais mais comuns em argamassas históricas, além da descrição dos procedimentos de quantificação em petrografia (contagem, participação linear ou participação em área).

7.1.3 Difração de raios-X

Difração é um fenômeno que ocorre com a propagação de ondas (sonoras, visíveis, radiações, etc.), ao encontrarem um obstáculo. No caso, o fenômeno empregado é conhecido com Difração de Bragg, que é a consequência da interferência entre ondas refletidas por diferentes planos de átomos de um cristal. Em alguns ângulos específicos, os feixes refletidos entre os diferentes planos atômicos interagem de forma a cancelar uns aos outros, causando campos “escuras” na reflexão. Em outros ângulos, os feixes interagem de forma a reforçar uns aos outros, causando campos “claros”. Tais ângulos “claros” e “escuras”, chamados de franjas de interferência, dependerão do comprimento de onda do raio-X e da distância entre os planos atômicos, que é específica do cristal. Assim, registrando os ângulos em que ocorrem as franjas de interferência, podemos identificar o cristal presente, como se fosse sua “impressão digital”. O gráfico resultante, de intensidade do raio difratada versus o ângulo, permite identificar os principais cristais presentes e mesmo suas proporções semiquantitativas. Quanto maior a quantidade de um cristal, mais a amostra difratará o feixe em seus ângulos específicos. O resultado é comparado com bases de dados cristalográficas, com o auxílio de ferramentas

computacionais.

A DR-X permite conhecer os principais componentes mineralógicos de uma amostra. Todavia um componente em grande quantidade, como a areia de uma argamassa, poderá encobrir outros, em quantidade pequena, como cristais residuais da hidratação do cimento. Para contornar esse inconveniente, emprega-se como artifício desagregar a amostra com pistilo de borracha e passar na peneira. A parte mais fina, equivalente ao aglomerante e eventuais agregados muito finos, é analisada em uma DR-X à parte, chamada “DR-X de finos”, acrescentando mais informação à DR-X completa. Caso haja mascaramento por carbonato de cálcio, presente nos finos, devem-se analisar os finos insolúveis da digestão ácida.

A DR-X, pelo seu princípio, apenas acusa a presença de estruturas cristalinas, com átomos organizados. As franjas de interferência estarão ausentes na sílica amorfa ou vidro, por exemplo, mas são observadas no cristal de sílica.

7.1.4 Análises químicas

O termo “análises químicas” pode ser empregado para todo um universo de análises. No contexto de argamassas históricas, ele normalmente se refere às análises de digestão ácida e perda ao fogo. O estudo mais antigo citado na revisão feita por Valdecir Quarcioni e Maria Alba Cincotto (2006) data de 1926.

Em termos gerais, a digestão ácida consiste em expor uma amostra a um ácido e verificar o quanto dela foi solubilizada e o quanto restou insolúvel. Em uma argamassa de cal, por exemplo, o aglomerante é solúvel e o agregado, quando areia de sílica, insolúvel. Na prática, é

necessário realizar essa análise em várias etapas para diferenciar outros componentes da argamassa.

Também faz parte da análise química a perda ao fogo. Chamamos de perda ao fogo a análise onde uma amostra é submetida a uma temperatura controlada, verificando depois quanta massa perdeu. Por exemplo, sabemos que a cal (CaCO_3) decompõe-se a 848°C , perdendo anidrido carbônico (CO_2) e tornando-se “cal virgem” (CaO). Assim, se aquecermos cal pura acima de 848°C por tempo suficiente para que toda a reação ocorra, a massa perdida será aquela do anidrido carbônico liberado, e proporcional à quantidade de cal presente.

Uma das análises químicas mais conhecidas foi desenvolvida por Hanna Jedrzejewska, e publicada em 1960 (JEDRZEJEWSKA, 1960). Nela, é feita uma digestão ácida da argamassa, medindo o volume de gás desprendido, a massa inicial da amostra e do resíduo insolúvel. O objetivo de Jedrzejewska era extrair parâmetros para comparação entre as mais de mil amostras de argamassas polonesas analisadas, mesmo sem obter a composição exata (traço) das argamassas. O método de Jedrzejewska é descrito por Jean-Marie Teutonico (1988), em um manual de química para restauradores muito difundido, porém com ressalvas. Teutonico dá preferência a outro método, mais simples, e sugere que esses métodos sejam empregados em conjunto com outras análises, como a petrografia. Já o prof. Mário Mendonça Oliveira, da Universidade Federal da Bahia, relatou, que tem empregado o método onde a argamassa não está totalmente carbonatada, permitindo avaliar o grau de carbonatação (informação verbal¹⁷).

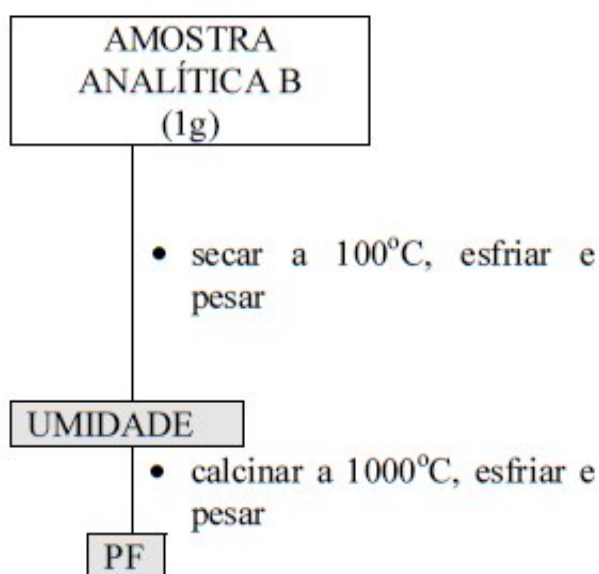
Muita variabilidade pode vir da forma como é feita a digestão ácida (concentração, temperatura, tempo decorrido, etc.) e das premissas empregadas para o cálculo. Por exemplo, se for suposto que o ligante está totalmente carbonatado, e isso não for verdade, então o

¹⁷ Informação fornecida em 2010.

resultado calculado poderá apresentar um desvio.

O método empregado pelo IPT nos estudos aqui apresentados foi atualizado em 1998 (QUARCIONI e CINCOTTO, 1998) e otimizado em 2006 (QUARCIONI e CINCOTTO, 2006). Seus passos podem ser resumidos nas Figuras 65 e 66.

Umidade e Perda ao Fogo



Anidrido Carbônico (CO₂)

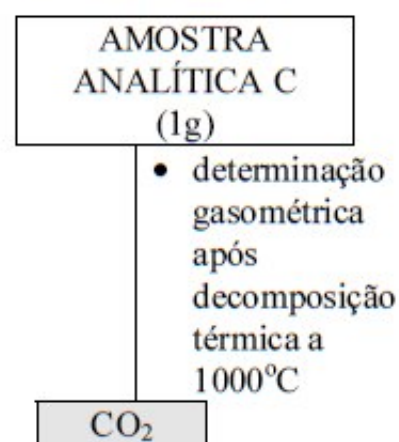


Figura 65: Fluxograma do método IPT de análise química de argamassas, parte 2 de 2
Fonte: Quarcioni e Cincotto (1998)

Os autores alertam que tal método é inadequado para cimento Portland pozolânico ou com adição de pozolanas, pois a pozolana é geralmente insolúvel ao ataque com ácido clorídrico nas condições empregadas. Dessa forma, ela será contabilizada como areia, subestimando-se o teor de ligante. O cimento é contabilizado em função do teor de sílica solúvel.

Outra ressalva importante é que o método é inadequado na presença de agregado carbonático (pedra calcária moída, conchas, corais, pó de mármore, etc.), pois este será solubilizado no

ácido, ao contrário do agregado quartzoso (areia).

Considerando as duas ressalvas, vemos como é importante conhecer previamente a natureza da argamassa. Em argamassas recentes, sua natureza pode ser aferida por cadernos de encargos, diários de obra, projeto arquitetônico e outros documentos da edificação, raramente disponíveis em edificações históricas. Em argamassas históricas, é muito importante associar a análise química à petrografia.

Embora os métodos de análise química possam variar de laboratório para laboratório, é fundamental que haja estudos de aplicação do método sobre argamassas de dosagem conhecida, para verificar sua exatidão e variabilidade. Esses dados foram publicados por Quarcioni e Cincotto (2006) para o método IPT, em sua versão atualizada.

7.1.5 Microscopia eletrônica e análises SEM/EDS

Na microscopia ótica, o limite de ampliação é limitado pelo comprimento de ondas usadas, dentro do espectro visível. A microscopia eletrônica começou a ser desenvolvida na década de 1930, empregando-se um feixe de elétrons no lugar da luz, que possuem comprimentos de onda muito menores, permitindo aumentos de imagem cerca de 250 vezes maiores que na luz visível.

Microscópios eletrônicos de varredura (MEV) são o tipo mais comum de microscópios eletrônicos. Neles, um feixe de elétrons de alta energia é projetado contra o corpo de prova. Estes elétrons excitam o material, que por sua vez emite alguns tipos de radiação, inclusive outros elétrons. Estes elétrons reemitidos são chamados de secundários e são a base da formação de imagem na maior parte dos MEVs. Na Figura 67, vemos um esquema bastante

simplificado de um MEV.

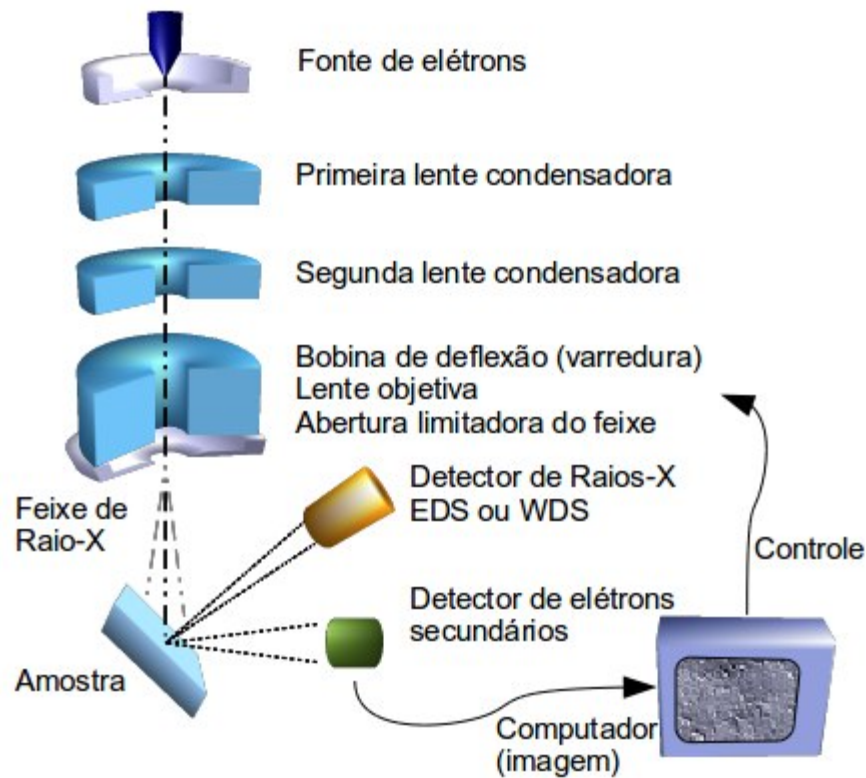


Figura 67: Esquema simplificado de um Microscópio Eletrônico de Varredura - MEV

Em um MEV, o feixe de elétrons gerado passa por uma série de lentes magnéticas que colimam os elétrons como uma lente óptica faz com a luz. Na última lente, um conjunto de bobinas faz que o raio seja desviado, varrendo uma área da amostra em uma sequência de linhas (como se fossem as linhas de um texto), repetidamente. Cada ponto atingido emite elétrons secundários, que são detectados pelo microscópio e interpretados na forma de uma imagem, por um computador. Em microscópios mais antigos, a imagem é formada através de um tubo de raios catódicos, similar aos dos televisores mais antigos.

A vantagem do MEV vai além maior ampliação da imagem. O feixe de elétrons incidente pode não gerar apenas os elétrons secundários, usados na imagem, mas também raios-X e elétrons rebatidos (BSE – Back Scattered Electrons). Esses dois tipos de radiação podem ser empregados por sensores especiais para obter informações sobre a composição do material visualizado, pois cada átomo e cristal interagirá de maneira singular com a radiação.

Desta forma, ao mesmo tempo em que se observa a imagem, podemos fazer uma análise da composição atômica de um determinado ponto, visando elucidar questões. Tais análises são muito pontuais, podendo ser pouco representativas frente à amostra.

Como lado negativo da microscopia eletrônica, temos o alto custo de equipamento e de sua manutenção, levando a custos elevados de análise. A necessidade de vácuo e a alta energia do feixe de elétrons dificultam a análise de materiais orgânicos que possam ter sido empregados como aditivos na argamassa.

7.1.6 Protocolos de análise

Na literatura, encontramos cinco propostas de protocolo para análise de argamassas históricas. Existem muitos artigos relatando estudos de caso, porém são considerados aqui apenas os que propõem um protocolo padronizado para análises. Também são omitidos protocolos para uma análise específica, mas somente os que abrangem um conjunto de análises necessárias para caracterizar uma argamassa para fins de conservação e restauração. Como explicado anteriormente, os protocolos de análise não são tema central desta tese, portanto este levantamento visa ser mais representativo do que abrangente.

Por exemplo, o artigo de Hanna Jedrzejewska, publicado em 1960, é uma referência para alguns¹⁸, porém seu objetivo é extrair parâmetros para comparação entre as mais de mil amostras de argamassas polonesas analisadas, do ponto de vista arqueológico. Ele é a base de muitos procedimentos, inclusive de um dos descritos por Jean-Marie Teutonico (1988), e também citado por Estêvão Candeias e outros (CANDEIAS et al., 2006).

Para facilitar a compreensão, elaboramos ou adaptamos diagramas desses protocolos, procurando manter a lógica de apresentação original, além de uma tabela comparativa (Tabela 17).

O trabalho de Jean-Marie Teutonico, na forma de material didático para um curso de química para restauradores-conservadores, tornou-se uma referência muito importante na área. Na época do estudo do Pátio Maior, em 2002-2003, era uma das únicas referências disponíveis, por meio de uma fotocópia desgastada pela circulação entre colegas de prática. Hoje, esse material está disponível na Internet.

O manual de Teutonico (1998) traz a descrição passo a passo de diversas análises que são úteis, porém sem delinear a sequência e necessidade de cada uma, o que se espera de um protocolo. São as análises:

- preparação de amostra para petrografia de luz refletida;
- absorção de água por imersão total e por ação capilar;
- porosidade de sólidos (medida indireta por absorção de água e massa hidrostática);
- sais solúveis (determinação qualitativa dos principais sais);
- digestão ácida para determinar:
 - aglomerante carbonático;

¹⁸ Citado por 34 artigos, segundo o Google Acadêmico <<http://scholar.google.com/>> em 16 de abril de 2010.

- quantidade de finos insolúveis em ácido;
- quantidade de agregado insolúvel em ácido (areia), incluindo descrição de características mineralógicas da areia;
- emprego em conjunto com petrografia.
- digestão empregando medida de CO₂ liberado (método Jedrzejewska), para argamassas de areia e cal. O método Jedrzejewska é descrito como menos preciso, segundo análises realizadas no ICCROM.

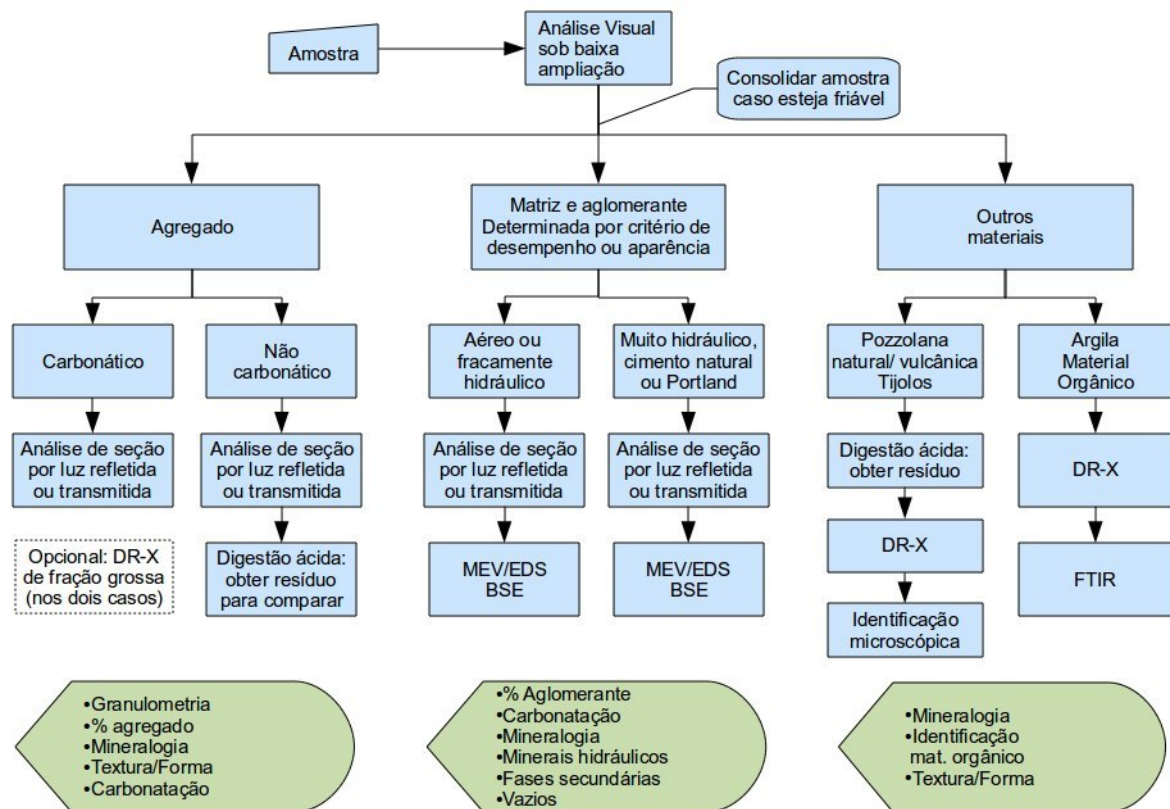


Figura 68: Fluxograma de análise de argamassas históricas
 Fonte: Adaptado de Goins (2004)

Ambas metodologias de digestão ácida são adequadas apenas para argamassas de areia silicosa e cal.

No trabalho já citado de Goins (2004), o protocolo é apresentado com apoio de um diagrama. Adaptamos esse diagrama, incluindo caixas com resultados esperados na parte inferior, na Figura 68. Sua apresentação se dá em função das parcelas da argamassa que se deseja analisar, seja o aglomerante, o agregado ou outros materiais. Logicamente, as petrografias de seção por luz refletida ou transmitida se dão sobre as mesmas amostras, incluindo-se agregado e aglomerante, embora apareçam em dois momentos do diagrama.

Nota-se que a proposta de Goins se centra principalmente na petrografia, granulometria por peneiramento e DR-X, com o apoio de MEV-EDS e BSE, que são empregados principalmente quando é necessário identificar e quantificar minerais hidráulicos. A digestão ácida é empregada apenas como método de separação do agregado para outras análises.

Vemos na, Figura 68, que a análise visual e a de baixa ampliação têm um papel importante em triar o tipo de agregado e tipo de aglomerante.

Midendorf et al. (2000) nos trazem uma proposta de protocolo com duas vertentes: uma de análise mineralógica-petrográfica (Figura 69) e outra química (Figura 70). Esses dois protocolos são complementares entre si, devendo ser aplicados a cada amostra, assim como as análises físicas, descritas na Tabela 16.

Tabela 16: Análises físicas do protocolo de Midendorf et al.
Fonte: Midendorf et al. (2000)

- | | |
|--|---|
| • cor; | • densidade; |
| • porosidade; | • distribuição de tamanhos de poro; |
| • capacidade de absorção de água (absorção capilar de água sob vácuo e sob pressão atmosférica); | • comportamento de secagem; |
| • permeabilidade ao vapor d'água; | • resistência ao congelamento; |
| • coeficientes de expansão térmica e higrométrica; | • resistência à compressão, flexão, módulo de elasticidade; |
| • resistência à abrasão. | • resistência de adesão; |

Além dessas, podem ser incluídas análises laboratoriais mais avançadas, onde forem disponíveis, para esclarecer eventuais aspectos não cobertos.

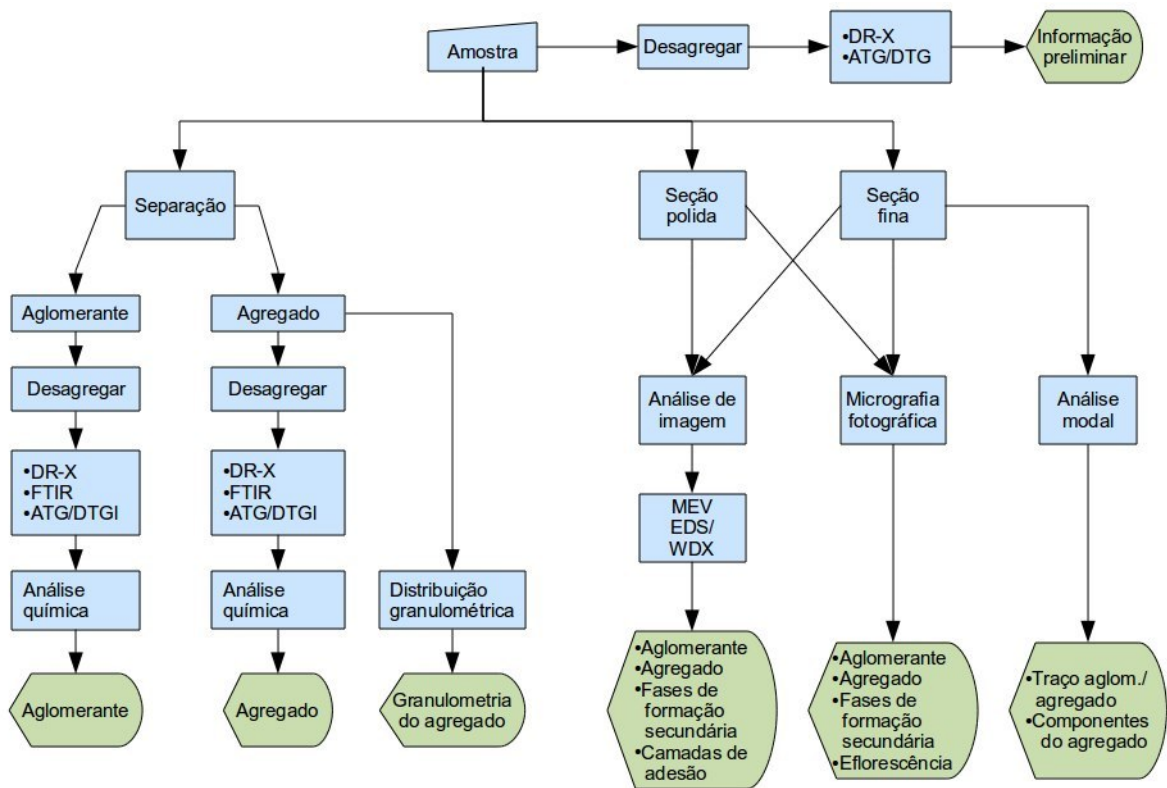


Figura 69: Caracterização mineralógica-petrográfica de argamassas históricas
 Fonte: Adaptado de Midendorf et al. (2000)

Não resta dúvida que o protocolo proposto por Midendorf e outros (2000) é completo e desejável. Entretanto, quando o número de amostras e camadas de um edifício é grande, seu custo e prazo podem ficar proibitivos.

Candeias e outros (2006) usam um método muito similar ao de Midendorf e outros (2000), pelo que não foi realizado diagrama específico. Candeias dispensa as análises de FTIR (Figura 69), FR-X e perda ao fogo (Figura 70). A perda ao fogo, em que Midendorf e outros aquecem a amostra a 450 e 925°C é, aparentemente, substituída por Candeias e outros pela ATG/DTG, onde um aquecimento contínuo é feito controlando-se o peso e a energia necessária, técnica também empregada por Midendorf e outros.

A caracterização física proposta por Candeias e outros é mais simples que a de Midendorf e outros (Tabela 16). Emprega o ensaio de resistência à compressão, porosimetria de mercúrio/adsorção de gases (quantidade e distribuição de tamanho de poros) e absorção de água.

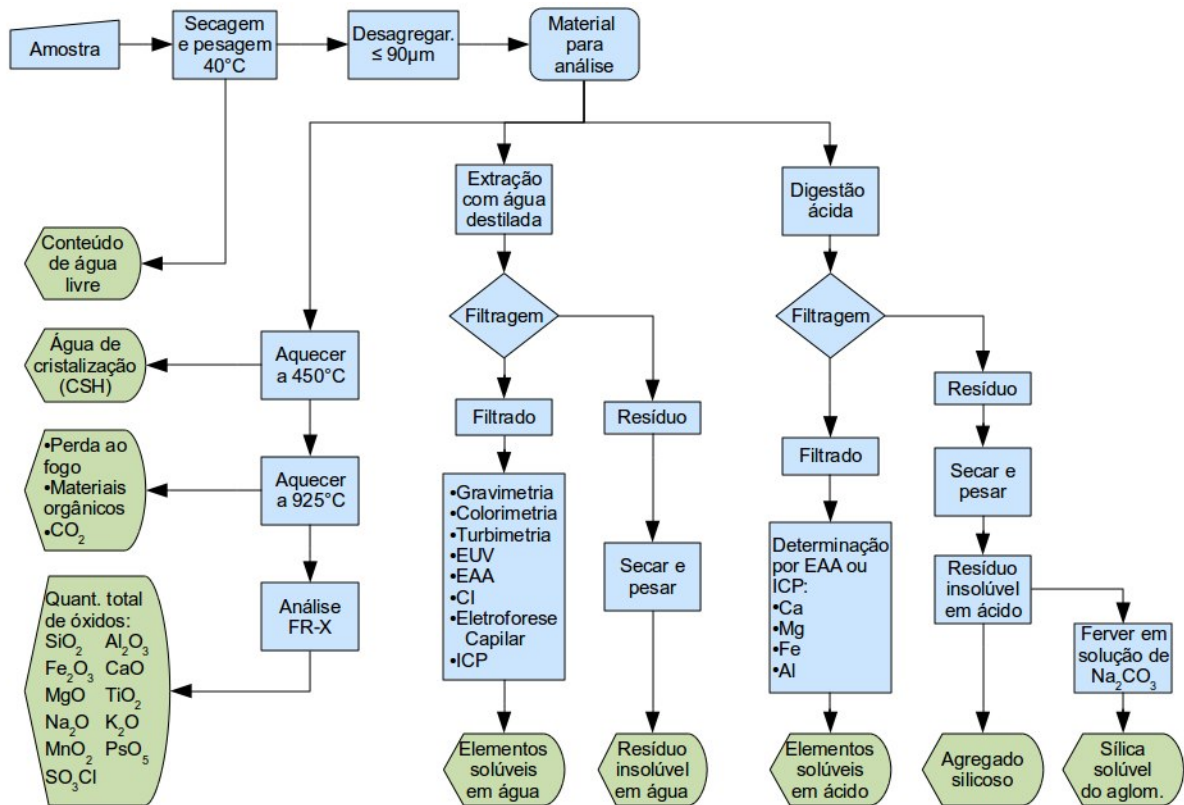


Figura 70: Caracterização química de argamassas históricas, segundo de Midendorf et al.

Fonte: Elaborado a partir de Midendorf et al. (2000)

A proposta de Arioglu e Acun (2006) visa a elaboração de argamassas de substituição ou reparo compatível com a original. Para tanto, apresentam um diagrama esquemático que vai da inspeção visual e documental da edificação à aprovação da argamassa. A parte relativa ao protocolo de laboratório foi extraída deste diagrama, e adicionadas informações contidas no texto, resultando na Figura 71.

Arioglu e Acun mantêm um panorama mais amplo sobre a questão, na medida em que a caracterização não é uma atividade-fim em seu artigo, mas um meio para se elaborar uma

argamassa de reparo ou substituição. Neste sentido, as contribuições de ensaios não destrutivos de campo são incluídas no momento da avaliação dos resultados. Certamente, essa análise mais abrangente seria bem recebida pelos demais autores, porém é explícita por Arioglu e Acun.

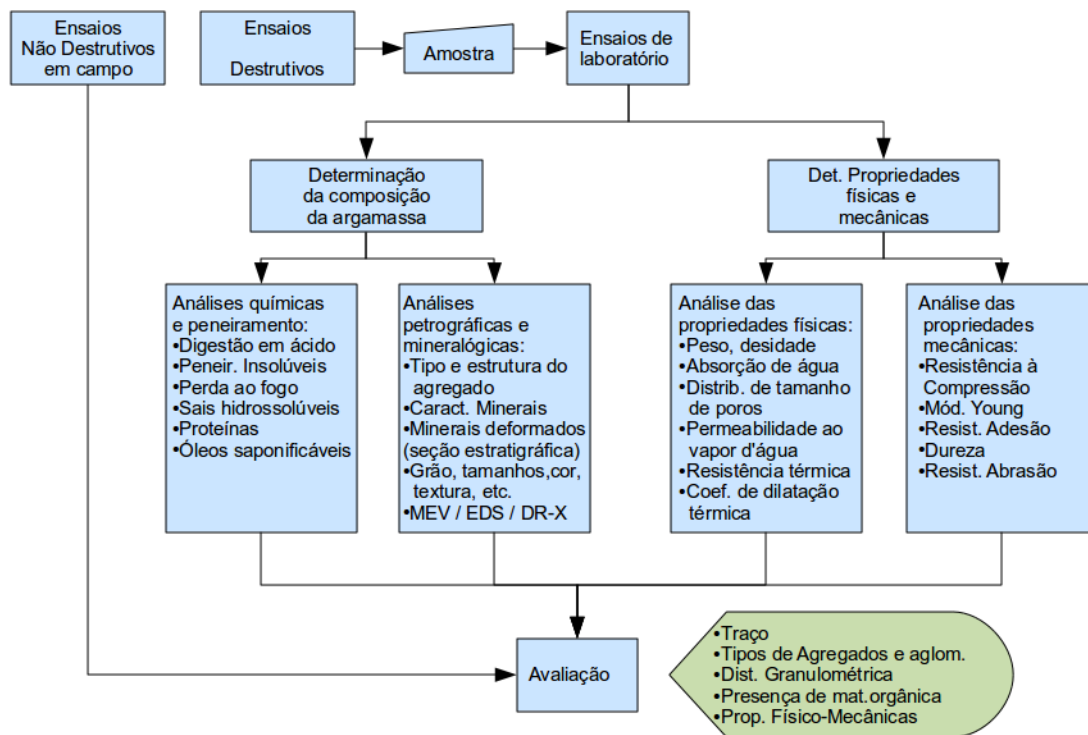


Figura 71: Protocolo para caracterização de argamassas históricas, segundo Arioglu e Acun
Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Arioglu e Acun (2006)

As análises propostas de forma concisa na Figura 71 são muito similares às propostas por Midendorf e outros, nas Figuras 69 e 70. São compostos pelo dueto das análises químicas e petrográficas e por diversas análises físicas. A petrografia e a digestão ácida possuem papel central.

Kanan (2008) apresenta as análises divididas segundo os recursos disponíveis, desde um simples laboratório de campo até análises avançadas. Este texto foi interpretado pelo

fluxograma da Figura 72. Esta apresentação é harmônica com as condições de diversas restaurações no Brasil, onde os recursos são escassos e, muitas vezes, a distância é grande até um laboratório mais completo. Os protocolos de “laboratório simples” podem ser realizados com poucos equipamentos, provavelmente disponíveis em qualquer farmácia de manipulação, com custos baixos, dependendo entretanto de algum conhecimento do executor. Seus resultados são mais restritos, mas seguramente já podem esclarecer diversas questões e afastam a desculpa da falta de recursos. Mesmo as análises intermediárias dependem de equipamentos bastante simples.

O protocolo de Kanan explora mais a observação, instigando a obter muitas informações com poucos recursos. À medida que os recursos são disponíveis, o dueto análise química e petrografia está novamente entre os mais relevantes.

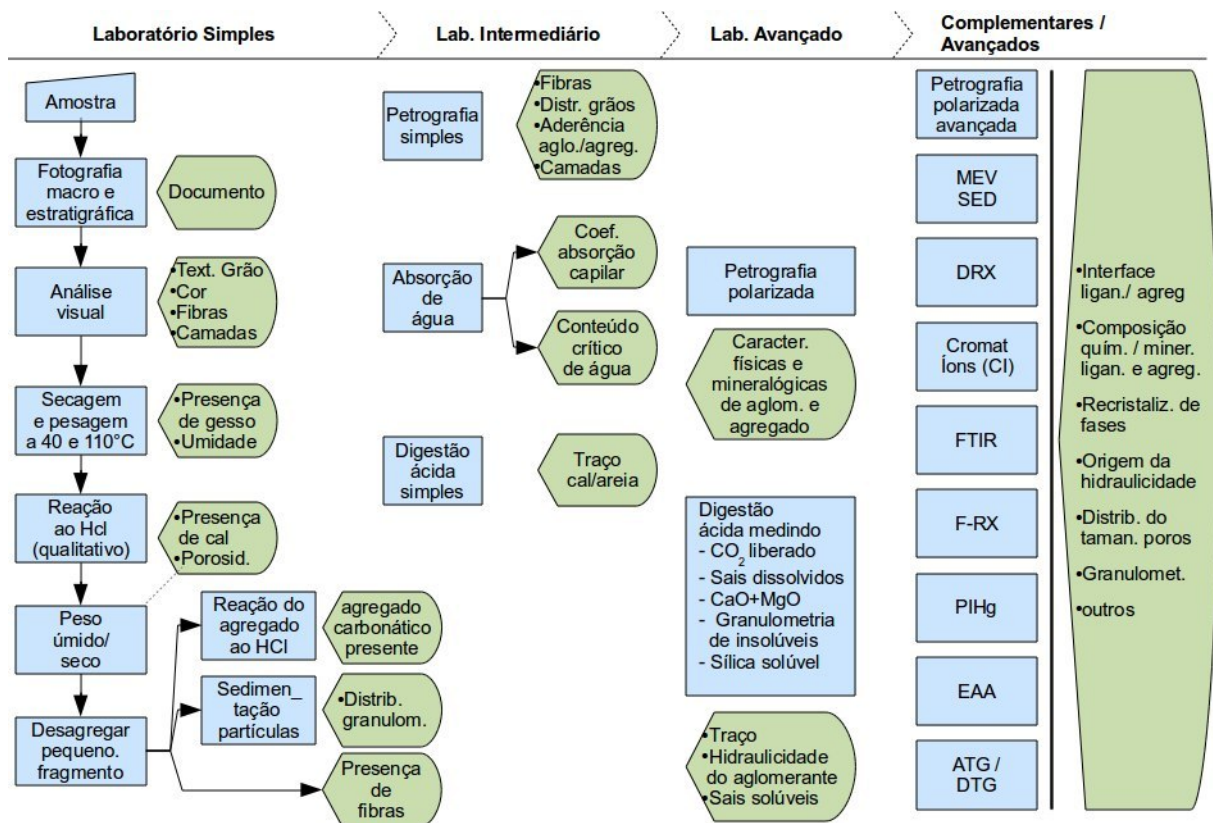


Figura 72: Diagrama sobre caracterização de argamassas históricas, segundo Kanan
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Kanan (2008)

O protocolo do IPT é muito relevante para esta tese, pois foi a base empregada dos estudos de caso aqui apresentados. Além disso, é uma referência nacional em análise de argamassas, históricas ou atuais. Este protocolo, igualmente apoiado no dueto análise química e petrografia, pode ser representado pela Figura 73. Consiste em um protocolo que independe de equipamentos ou técnicas avançadas, embora a experiência dos executores seja muito relevante.

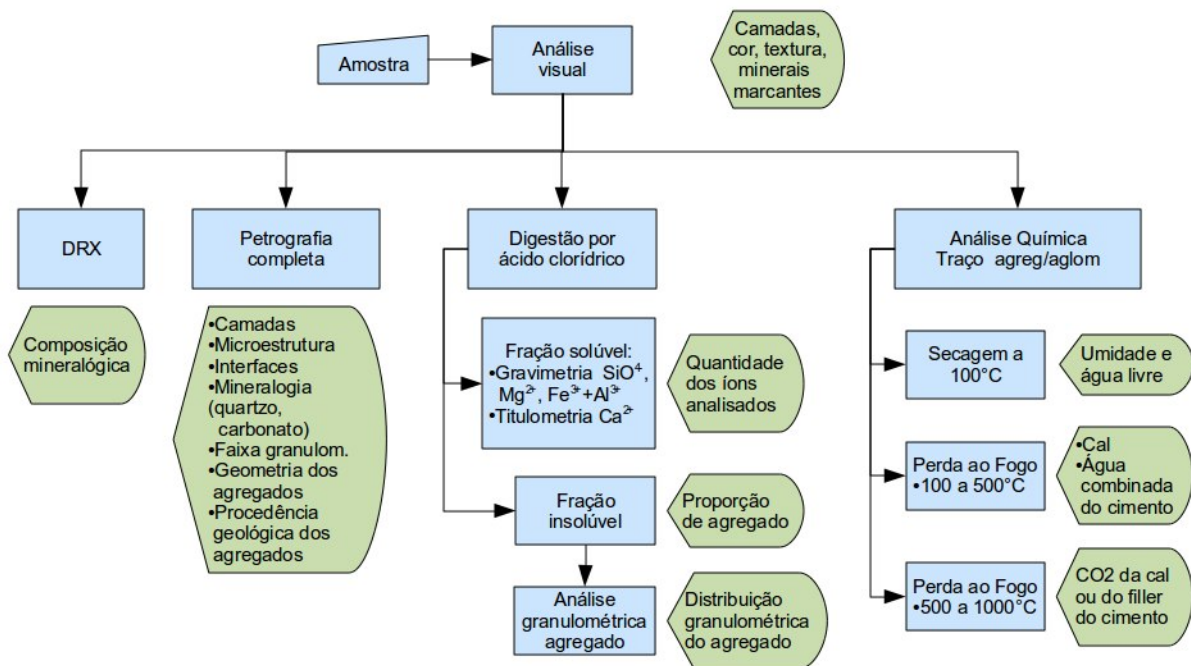


Figura 73: Protocolo de análise de argamassas do IPT,

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Nascimento, Oliveira, Quarcioni (2009) e Quarcioni, Cincotto (2006)

O protocolo do IPT se assemelha ao proposto por Midendorf e outros, porém sem empregar análises como MEV, EDS, WDX, FTIR, ATG/DTG, EUV, EAA, CI, ICP, ou eletroforese capilar. Um protocolo mais simples, sem ser simplório, é uma vantagem em uma realidade de orçamentos limitados. Nada impede que outras análises sejam agregadas ao protocolo do IPT,

se necessário.

Os diversos diagramas de protocolos apresentados assumiram aspectos diferentes, dependendo da apresentação do seu autor ou da interpretação feita nesta tese. Muitas vezes, essa representação varia dependendo mais do enfoque do que do conteúdo. Para facilitar comparações, as análises propostas e resultados esperados foram tabulados (Tabela 17). Nela, as colunas Kanan 1 a 4 representam as partes da Figura 72 de laboratório simples, laboratório intermediário, laboratório avançado e complementares/ avançados, nesta ordem.

Conforme já enunciado, essa revisão de protocolos não visa definir se um protocolo é melhor que outro, ou se existe um ideal. O protocolo a ser empregado deverá ser debatido com o laboratório que realizará as análises, tendo em conta seus equipamentos, profissionais, prazos e preços. O mais importante é haver estudo do laboratório sobre a exatidão e variabilidade de suas análises, realizados sobre corpos de prova de composição conhecida, sem que esta seja de conhecimento prévio de quem realizou as análises (estudo cego ou, em inglês, *blinded experiment*).

Tabela 17: Comparação entre protocolos de análise (Kanan 1 a 4 são, respectivamente, as análises de laboratório: simples; intermediário; avançado; e complementares)

Análise	Goins	Midendorf	Candeias	Arioglu	Kanan 1	Kanan 2	Kanan 3	Kanan 4	IPT
Análise visual (cor, textura, camadas, fibras, etc.)	■				■	■	■	■	■
perda de massa a 40°C (gesso)		■			■	■	■	■	
idem 100°C (umidade)					■	■	■	■	■
idem 100 a 500°C (cal e água estrutural do cimento)		■							■
idem entre 500 a 1000°C (cal e filler do cimento)		■		■					■
ATG-DTG (massa/ energia consumida VS aquecimento)		■	■					■	
Petrografia simples (fibras, faixa granulométrica, aderência aglomerante/agregado, camadas)	■	■	■	■		■	■	■	■
Petrografia completa (microestrutura, interfaces, identificação de minerais, geometria dos agregados, procedência geológica)	■	■	■	■			■	■	■
Petrografia - Análise modal (estimativa de traço)	■	■							
Digestão ácida simples (traço cal-areia)		■	■	■		■	■	■	■
Digestão ácida completa		■	■				■	■	■
Granulometria dos insolúveis (agregado)	■		■	■			■	■	■
CO ₂ liberado							■	■	
SiO ⁴ (sílica solúvel)		■	■				■	■	■
Mg ²⁺ , Ca ²⁺ (traço, hidráulidade)		■	■				■	■	■
Fe ³⁺ , Al ³⁺ (hidráulidade)		■	■				■	■	■
Sais hidrossolúveis		■	■	■			■	■	
Proteínas e saponificação de óleos				■					
MEV (microestrutura) EDS/ WDX (cristais presentes)	■	■	■	■				■	
DR-X (identificação de minerais cristalinos)	■	■	■	■				■	■
FTIR (identificação de materiais orgânicos)	■	■						■	
EEA – Composição atômica		■	■					■	
F-RX (quantidade total de óxidos)		■						■	
Cromatografia de íons (análise de elementos)			■					■	
Absorção de água (coef. abs. capilar e conteúdo crítico)		■	■	■		■	■	■	
Distribuição de tamanho de poros (PHg/Adsorção Gases)				■				■	
Propriedades físicas e mecânicas diversas	■	■	■						

7.2 Método proposto

O método proposto visa a melhor utilização dos recursos disponíveis, mesmo que em detrimento do menor prazo. Assim, o resultado de uma etapa influenciará os procedimentos da etapa seguinte. Quando necessário encurtar o prazo, poderão ser realizadas várias etapas ao mesmo tempo, sob risco de realizar análises redundantes ou cujos resultados serão de pouca serventia.

As etapas previstas são:

1. Pré-levantamento
2. Análise completa
3. Análise-chave

A etapa de pré-levantamento é ilustrada na Figura 74. Deve ser feita uma análise visual ainda em campo, buscando-se verificar quantas variantes de argamassa existem, mesmo antes de uma análise visual mais completa, em laboratório. Para tanto, deve-se:

- empregar uma grande mesa ou mesmo o chão;
- desenhar um grande croqui do edifício, para que as amostras sejam posicionadas sobre seus locais de retirada;
- tirar a poeira das amostras com ajuda de uma trincha e/ou aspirador de pó;
- rotular as amostras ou posicioná-las em recipientes rotulados, tão logo quanto possível, para evitar trocas;
- empregar uma lente tipo “conta-fios” para avaliação expedita.

Este pré-levantamento de campo ajudará a verificar se todos os objetivos da amostragem foram atendidos, antes de encaminhar para o laboratório, evitando a volta a campo para

retirada de mais amostras.

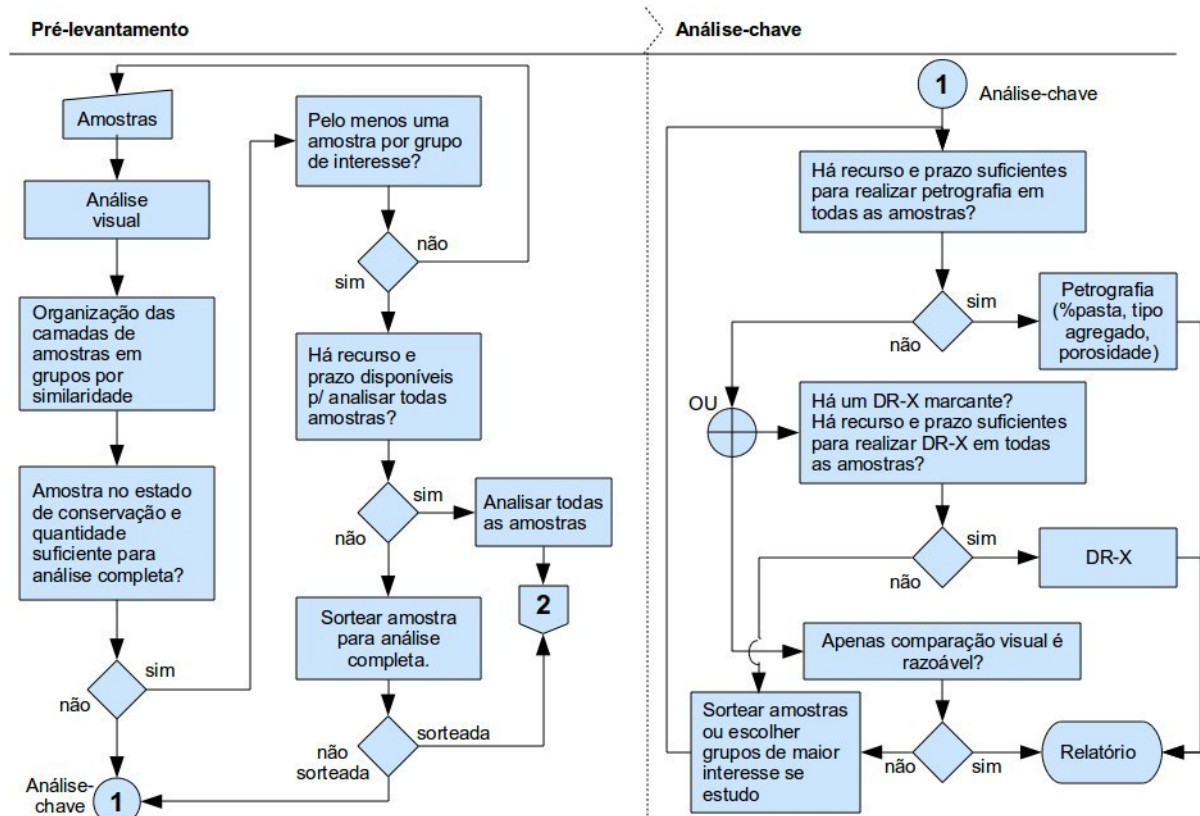


Figura 74: Método proposto: pré-levantamento e análise-chave

Uma vez em laboratório, a análise visual é feita, com mais detalhe e rigor. Essa análise permite um primeiro agrupamento das amostras, segundo sua cor, área da pasta/agregado, tipo de agregado, minerais característicos e quantidade/tamanho de poros. A descrição será feita para cada camada de cada amostra.

Deve-se evitar empregar um texto corrido para descrever as amostras. Será mais prático empregar uma grande tabela com colunas para cada característica e vocabulário controlado, consistente, para facilitar a síntese dos resultados. Sempre que possível, empregar valores numéricos. Por exemplo, no lugar do texto (ou concomitante com): “80% de pasta, 10% de agregado e 10% de núcleos de cal, nódulos de hidróxidos de ferro e fragmentos centimétricos subarredondados de argamassa. Intensa zona alterada com cerca de 30 mm próxima a

superfície”, empregam-se colunas chamadas de “pasta”, “agregado”, “hidróxido de ferro”, etc. Nessas colunas, colocam-se os valores, numéricos ou literais. Sempre que possível, devem-se preferir valores numéricos: no lugar de “sim” ou “não”, 0 ou 1. No lugar de “nada, traços, médio, muito”, “0, 1, 5 e 10”, por exemplo. Esse tipo de notação auxiliará no emprego dos filtros e classificação da planilha eletrônica para encontrar similaridades nas amostras, que permitirão agrupá-las. Também será possível empregar ferramentas estatísticas, como a regressão múltipla, para buscar correlações entre os componentes.

Se a análise visual já permitir a escolha de análise-chave, para comparação entre as amostras, pode-se encaminhá-los. Caso contrário, é melhor esperar os resultados da análise completa para escolher a análise-chave.

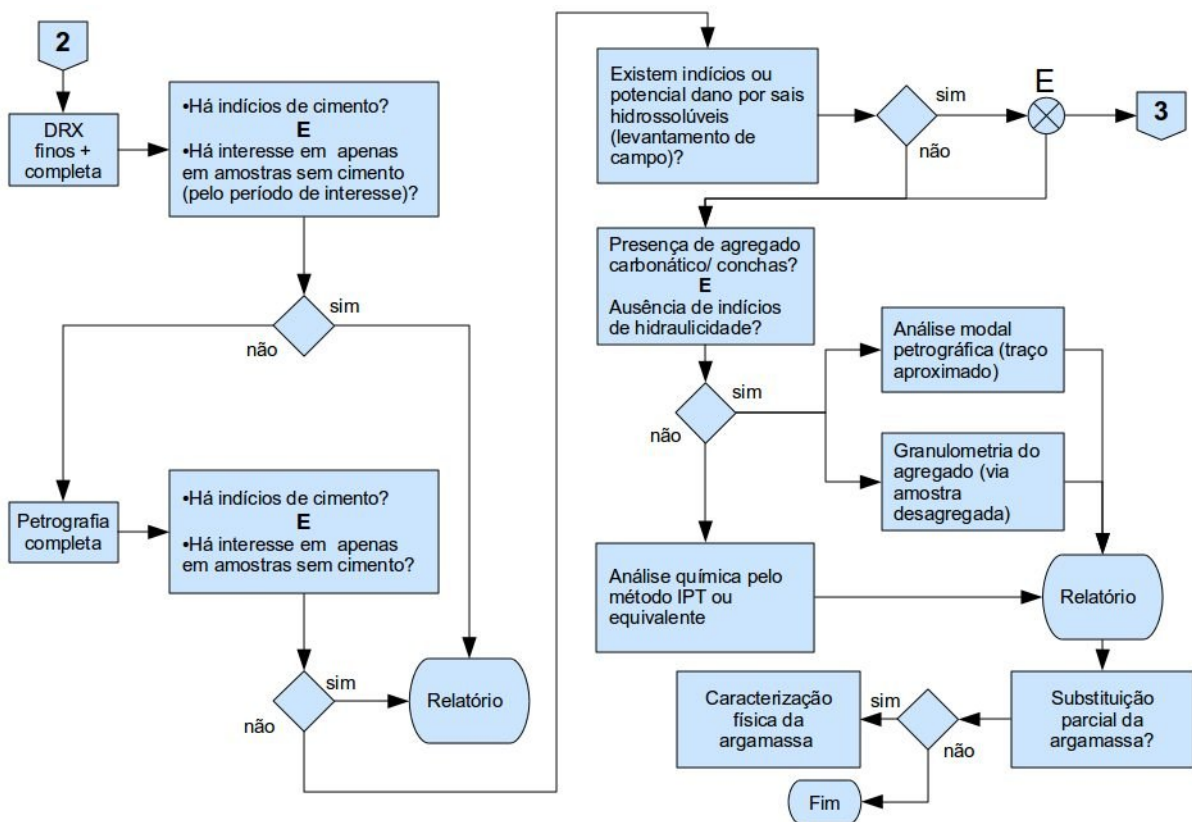


Figura 75: Método proposto: análise completa

Uma vez definidos os grupos, baseados na análise visual, serão selecionadas amostras para uma análise mais completa, representada na Figura 75. Nela, a primeira análise é a DR-X, por ter baixo custo e rápida execução. Entretanto, considerando-se que a petrografia também trará informações sobre a composição mineralógica da argamassa, esta poderá preceder a DR-X ou mesmo substituí-la, na ausência desse equipamento.

O cimento é apontado como elemento-chave para a decisão, pois, se a argamassa em questão for de um edifício do século XVIII e o objetivo for caracterizar apenas argamassas originais, então a presença de cimento indica uma época mais recente (no século XVIII não havia cimento Portland). Todavia, é preciso cuidar que nem sempre é possível distinguir uma cal hidráulica ou pozolânica de um cimento, pela DR-X. Mesmo a petrografia pode ser inconclusiva. Em caso de dúvida, deve-se proceder aos passos seguintes.

A natureza da análise química é tal que interpreta a presença de agregados carbonáticos como cal. A presença de agregados cerâmicos poderá superestimar a quantidade de cimento ou pozolana. Portanto, nesses casos, é necessário avaliar se os resultados da análise química serão úteis à caracterização. Muitas vezes, a análise química será útil para estimar o grau de hidráulicidade da argamassa, mesmo sem fornecer sua composição exata, o que é útil para a formulação de uma argamassa de reposição ou substituição.

Os ensaios físicos e mecânicos poderão ser considerados, muitas vezes, parte da formulação de uma argamassa de reposição parcial, na execução da obra de restauro. Entretanto, em alguns casos se saberá, de antemão, que o restauro prezarão pelo reparo, evitando a substituição, devido a um baixo dano ou alta significância cultural. Nesses casos, os ensaios físico-mecânicos já poderão ser previstos. Caso as argamassas originais a serem reparadas passem por algum tipo de procedimento de fixação, esses ensaios devem caracterizar a

argamassa em seu estado reparado, para que a argamassa de reparo seja compatível com este novo estado.

Quando há indícios de degradação por sais a serem confirmados e detalhados quanto ao tipo de sal presente, o procedimento da Figura 76, adaptado de Jean-Marie Teutonico (1988, p. 58-67) deverá ser seguido. Alternativamente, poderão ser empregados métodos como Espectrografia a Plasma, havendo recursos disponíveis.

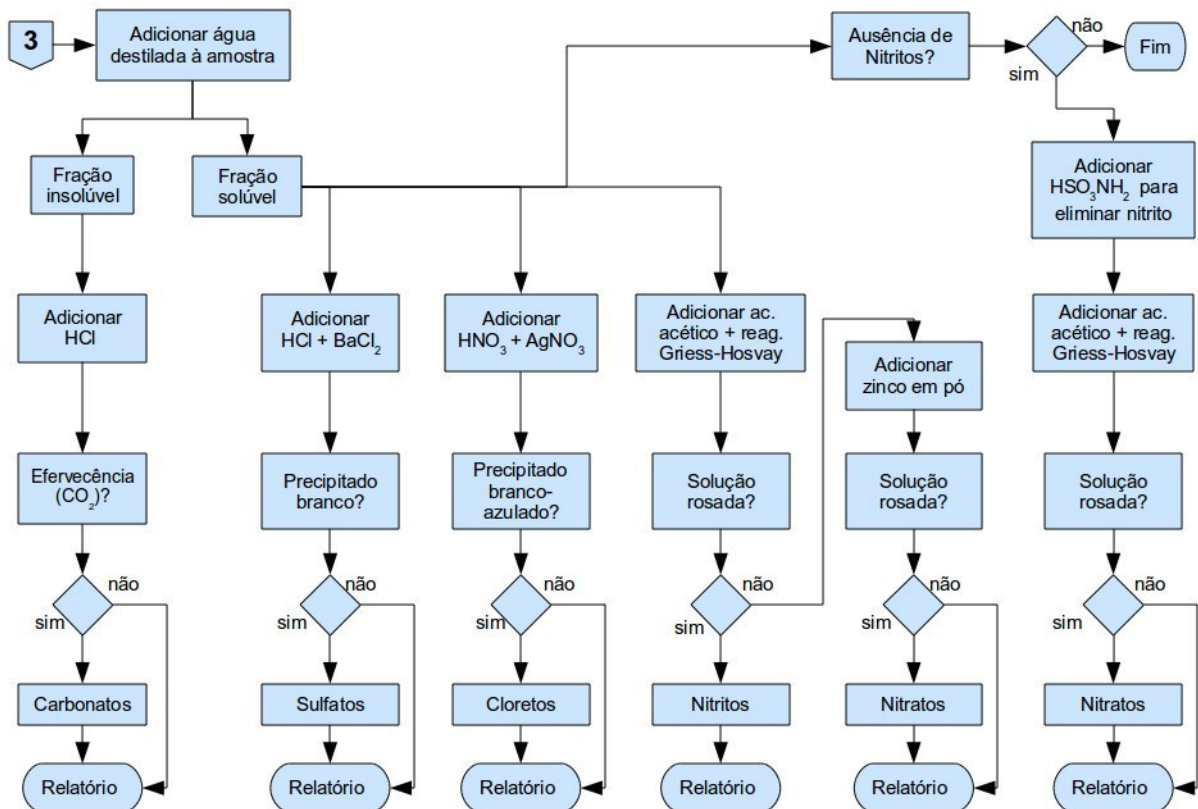


Figura 76: Método proposto: identificação de sais solúveis
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Teutonico (1988).

7.3 Estudos de caso

O primeiro estudo de caso apresentado, do Pátio Maior, descreve mais longamente a patologia da argamassa, pela delicadeza do assunto. Ficando comprovado que a degradação ocorria por causa inerente à argamassa, as áreas ainda consideradas sãs deveriam se degradar nos anos que se seguiam, pondo em questão sua permanência. Foi preciso aprofundar a questão para que a decisão de remoção total do sistema de argamassas fosse tomada. Neste primeiro estudo de caso, a ideia de agrupamento começou a ser desenvolvida.

No caso da Fachada do Paço, apenas a argamassa de emboço era considerada contemporânea à reforma neoclássica e seria mantida, pois apresentava danos contornáveis, podendo ser reparada ou completada. A argamassa de reboco, mais recente, é que se mostrava incompatível com o emboço, e a providência era sua substituição.

O levantamento do Museu CMB não está concluído até o fechamento desta tese (junho de 2010). Os resultados ainda poderão ser analisados com enfoque maior em um aspecto ou outro, dependendo das reuniões de apresentação dos resultados. Os resultados apresentados exprimem apenas questões relativas às composições. A patologia é abordada apenas secundariamente.

Os resultados das análises figuram nos relatórios específicos do IPT (2003, 2007 e 2010), sendo apresentadas aqui somente a compilação e interpretação desses dados. Foram empregados os seguintes procedimentos:

- Difractometria de Raios X: procedimento DIGEO-LPTR-PE-008 (Pátio Maior) e CT-OBRAS-LMCC-P-PE-008, difratômetro Rikagu Geigerflex, operando na radiação $K\alpha$ do cobre (Patrimônio nº 22564), interpretados com base nas fichas do

JCPDS (1974);

- Análise Petrográfica: procedimento DIGEO-LPTR-PE-001 (Pátio Maior) e CT-OBRAS-LMCC-P-PE-001, baseados nas normas NBR 12768/92 e ASTM C856/95, sobre lâminas delgadas de 2 x 4 cm, com lupa estereográfica e microscópio petrográfico Carl Weiss Photomicroscope II (patrimônio 24247 - MIC 13) e microscópio (MIC 08), Leitz Ortholux II POL-BK;
- Análise Química – determinação de anidrido carbônico: procedimento DEC-LQM-PE 011, baseado em diretrizes gerais da NBR 11.583/90 (Pátio Maior); e CT-OBRA-LMCC-Q-PE-011, baseado em diretrizes gerais da NBR NM20:2004.
- Análise Química – umidade, perda ao fogo, resíduo insolúvel, anidrido silícico, óxidos de ferro e alumínio, óxido de cálcio, óxido de magnésio e anidrido sulfuroso: procedimento DEC-LQM-PE-042 (Pátio Maior) e CT-OBRAS-LMCC-Q-PE-042, baseado em QUARCIONI (1998).
- Análise termogravimétrica - as amostras foram moídas até a fração granulométrica passante na peneira #200 (amostra LMCC-P487/09) e na #325 (amostras LMCC-P 467/09 e 471/09), e então quarteadas, homogeneizadas e secas em estufa a 40°C, por 12 horas. Uma pequena alíquota (cerca de 60mg) de cada amostra foi colocada em cadinho de alumina 110µl (P/N 960070.901), sem tampa, com fluxo de gás de 100ml/min de argônio (ultra puro) e rampa de aquecimento constante de 10°C/min até 1000°C. A análise térmica foi executada em equipamento TA Instruments SDT 2960.

7.4 Pátio Maior

Por ser a fachada do bloco de maior relevância, optamos por concentrar os primeiras análises, mais completas, na Fachada Leste (da Preguiça).

Consolidamos os resultados laboratoriais na tabela apresentada no Apêndice B visando facilitar sua comparação. Foram empregados códigos de cores, de forma a ressaltar a formação de eventuais padrões ou contrastes. Entretanto, comprovamos ser mais produtivo criar mapas temáticos para embasar cada conclusão, contendo apenas os dados pertinentes, guardando a totalidade dos resultados para os anexos (Figura 77).

Ao fazer uma análise comparativa entre as argamassas, podemos identificar que:

Argamassas de Emboço:

- Os agregados das argamassas de emboço dos panos de parede têm histórias geológicas similares;
- As argamassas de emboço utilizam cales hidráulicas e gesso como aglomerante;

Argamassas de Reboco:

- Os agregados da argamassas de reboco possuem histórias geológicas similares;
- As argamassas de reboco utilizam cal aérea e gesso como aglomerante;
- Não há diferença significativa entre as argamassas de reboco de pano, janela e sanca, independentemente do pavimento;
- As argamassas do segundo pavimento são mais “ricas” (maior teor de aglomerante), conforme Figura 77;
- As argamassas de reboco do segundo pavimento e da sanca superior (platibanda) apresentam grande semelhança micrográfica;

- As argamassas de reboco do pavimento térreo (barrado, pano e janela) são semelhantes às argamassas do terceiro pavimento (pano e janela).

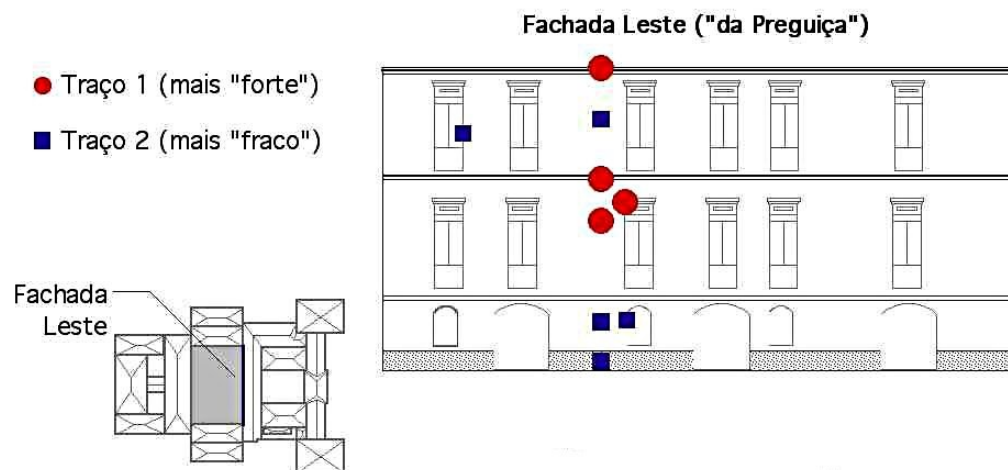


Figura 77: Semelhança entre traços de reboco, segundo análise petrográfica do Relatório IPT n° 901 013.

O emprego de agregados com histórias geológicas similares indica uma grande probabilidade de o revestimento de todos os andares ter sido realizado ou recuperado na mesma época. Por outro lado, a formulação diferenciada do reboco do segundo pavimento e a da sanca superior podem indicar etapas, equipes ou épocas diferenciadas de execução.

Analisando-se o traço das argamassas, foi encontrada a presença de gesso. Essa presença pode ser justificada pelo trecho abaixo, tirado de um manual das primeiras décadas do século XX (SEGURADO, 192?).

“A adição de 2 a 3% de gesso cru ou cozido à argamassa de cal hidráulica ou cimento aumenta sua resistência, em proporção que pode atingir 30%”

Para as argamassas de emboço, encontrou-se a aproximada composição volumétrica¹⁹ (traço), de cal hidráulica: areia: gesso (Tabela 18):

Tabela 18: Composição volumétrica de traço de argamassas de emboço

	Cal	Areia	Gesso
Pavimento Térreo	1	: 3	: 0
Segundo Pavimento	1	: 4,5	: 0,03
Terceiro Pavimento	1	: 2,5	: 0,02

Uma variação de traço entre 1:3 e 1:2,5 poderia ser esperada pelas variações inerentes da análise, enquanto 1:4,5 indicaria uma argamassa realmente mais “pobre”. Essa variação de traço não foi percebida na análise petrográfica, entretanto.

Para as argamassas de reboco, encontrou-se a composição volumétrica (traço) aproximada de cal aérea : areia : gesso (Tabela 19):

Tabela 19: Composição volumétrica de traço de argamassas de reboco

	Cal	Areia	Gesso
Barrado	1 :	1	: 0,02
Pavimento Térreo	1 :	1,2	: 0,01
Segundo Pavimento	1 :	0,13	: 0,01
Terceiro Pavimento	1 :	1,2	: 0,01

No segundo pavimento, o traço identificado seria extremamente rico, contendo somente 13% em volume de agregado. Apesar de poder indicar um vício da análise química, a análise petrográfica indica que o traço do reboco do segundo pavimento e da sanca superior conteriam somente cerca de 1/3 do teor de agregado das demais argamassas de reboco.

Sobre a técnica de execução das argamassas, podemos relatar:

¹⁹ Embora o traço em volume seja referenciado, por ser mais facilmente apreendido pelas pessoas que lidam com obras no debate da intervenção, é importante que a composição final da argamassa seja dada em massa, por ser um método mais preciso.

- os estudos não detectaram presença de camada de aderência ou chapisco;
- foram detectados, em algumas amostras, vazios que indicariam a execução do emboço em mais de uma camada sucessiva;
- nas sancas e molduras de janelas (relevos), foi identificado o uso de pregos grandes, fixados perpendicularmente à parede, de modo a “armar” o grande volume de argamassa que constitui os relevos. Os pregos eram de fio-máquina, portanto de fabricação provável no século XX.

7.4.1 Semelhança entre argamassas

a) Emboço

Os agregados encontrados em todas as amostras são similares, de origem silicosa, grãos indo de angulosos a subangulosos e esfericidade de baixa a média-baixa. Somente a amostra do térreo da Fachada da Preguiça (FE Tp 1) apresentou esfericidade média. Podemos considerar que o agregado de todas as amostras tem histórias geológicas similares. Portanto, podem ter sido executados no mesmo período.

No que toca à composição do agregado, todas as amostras apresentaram um agregado quartzoso, com um percentual de 5 a 10% de feldspato. Há uma semelhança importante na presença de biotita/muscovita e de solo/argila, componentes provavelmente relacionados com a degradação por descolamento em placas que se verifica no Pátio.

A granulometria verificada foi de areia grossa. Areia média foi verificada na amostra do segundo pavimento da parede sul, e média-fina na amostra do térreo da Fachada da Preguiça

(FE Tp 1).

A análise petrográfica permite uma comparação do traço da amostra, expresso por porcentagens da área de pasta (aglomerante indefinido), agregado e vazios. Por meio dessa análise, mediram-se os teores abaixo (Tabela 20):

Tabela 20: Teores de pasta, vazios e agregados nas argamassas de emboço do Pátio Maior.

(% área)	Máximo	Mínimo	Média	Desv.-Padrão
Pasta	15	30	19	5
Vazios	5	20	11	5
Agregado	65	80	71	7

Considerando a precisão desse método e os resultados obtidos, não podemos afirmar que exista diferença significativa entre os traços de análise modal petrográfica das argamassas do Pátio Maior. É possível extrapolar os dados das análises laboratoriais para o grupo de emboços.

b) Reboco

Apesar de o agregado do reboco apresentar maior variação de aspecto e granulometria, ele pode ser considerado como tendo a mesma história geológica para todas as paredes do pátio maior.

A composição rica em quartzo do agregado se repetiu em todas fachadas. O quartzo foi normalmente acompanhado de pequenas quantidades de feldspato, ausente somente na fachada sul.

A granulometria predominante foi média, sendo fina somente na mostra do térreo da fachada norte (FN Tp) e mais heterogênea na amostra do térreo da fachada oeste (FW Tp).

O traço das argamassas, em geral, pôde ser comparado pela da análise petrográfica. Todavia, como o traço da argamassa do segundo pavimento da fachada leste (da Preguiça – FE 2Pp) foi apontado como anormal (Tabela 19), e será computado nas médias e desvios-padrão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21: Teores de pasta, vazios e agregados nas argamassas de emboço do Pátio Maior (excetuando a amostra do segundo pavimento da Fachada Leste)

(% área)	Máximo	Mínimo	Média	Desv.Padrão
Pasta	15	25	21	2
Vazios	5	10	8	2
Agregado	70	75	71	1

Considerando os resultados obtidos, podemos afirmar que existe uma proximidade significativa entre os traços das argamassas do Pátio Maior, e somente a amostra do segundo pavimento da Fachada Leste (FE 2Pp) difere significativamente.

Assim, concluímos que há similaridade entre as argamassas de reboco do Pátio Maior, podendo-se extrapolar os dados das análises laboratoriais das argamassas do Grupo 2 (composto das amostras da Fachada Leste, do primeiro pavimento e do terceiro, excetuando a sanca superior).

Com o objetivo de confirmar o traço, o tipo de ligante e a similaridade entre o térreo e o segundo pavimento, foi realizada uma análise química nas amostras de reboco do térreo e segundo pavimento da Fachada Oeste (FW Tp19 e FW 2Pp11).

Observou-se que o aglomerante é cal aérea com uma pequena adição de gesso, similar à Fachada Leste (da Preguiça). Na Tabela 22, temos a aproximada composição volumétrica (traço – baseada em densidades dos materiais atuais) de cal aérea hidratada : areia (média) : gesso.

Tabela 22: Resultados de análise química nas amostras de reboco (Fachada Oeste e Leste – em volume)

	Cal	Areia	Gesso
Pavimento Térreo Oeste	1 :	0,99	: 0,02
Segundo Pavimento Oeste	1 :	0,93	: 0,02
Pavimento Térreo Leste	1 :	1,2	: 0,01

Concluimos pela semelhança dos traços entre as amostras do térreo e do segundo pavimento da Fachada Oeste e do Térreo da Fachada Leste. Essa semelhança reforça a ideia de que todas as paredes do pátio apresentam argamassas semelhantes, e que a composição do segundo pavimento da Fachada Leste é provavelmente uma exceção. Lembramos que, mesmo neste segundo pavimento, o agregado utilizado é similar aos demais.

7.4.2 Granulometria

A análise granulométrica foi realizada e se encontra no relatório do IPT N° 67 139. Esta distribuição granulométrica deve ser considerada, caso se deseje obter a mesma textura que a argamassa atual apresenta, dispensando maiores comentários.

7.4.3 Conclusão

As argamassas das quatro fachadas do Pátio Maior possuem forte semelhança no que toca ao agregado utilizado e contaminantes. Os traços das argamassas são similares aos do Grupo 2 da Fachada Leste (amostras do primeiro pavimento e do terceiro, excetuando-se a sanca

superior). O tipo de dano observado nas fachadas também é similar em tipo e extensão.

7.4.4 Patologia

O dano mais difundido em todas as fachadas foi o descolamento em placas, com grandes áreas já descoladas junto ao substrato. Esse dano é maior no Terceiro Pavimento, seguido do Segundo Pavimento e menos presente, embora ainda em quantidade grave, no Térreo.

As origens de dano de uma argamassa podem ser:

- Externas: dependentes de ações independentes da argamassa em si, como chuva ácida, movimentações da estrutura (e portanto do substrato), umidade ascendente ou descendente.
- Internas: são consequência de propriedades inerentes da argamassa, como impurezas da matéria-prima, rigidez excessiva, falta de aderência com o substrato, vícios de fabricação, expansão e retração com umidade.

Quanto às causas externas, podemos afirmar:

1. Chuva ácida: é descartada pelos motivos apresentados no capítulo .
2. Movimentações da estrutura: descartada pela ocorrência uniforme e ameboide da patologia em todas as fachadas do pátio, conforme levantamento de danos, sem seguir padrões que correspondessem à movimentação da estrutura ou fundações.
3. Umidade descendente: considera-se que a água poderia infiltrar por trás da argamassa, por falha da calha ou por influência dos adornos. Descartada a hipótese por inexistirem padrões de degradação que relacionassem com a influência dos adornos, relevos ou calhas.

4. Umidade ascendente: apesar de poder ser uma contribuição, descartamos a hipótese na falta de degradação correspondente às alturas mais sujeitas.

Assim, por exclusão, concluímos que a causa da degradação da argamassa é interna, inerente a essa. Considerando os resultados das análises, podemos concluir que a degradação que ocorre entre a argamassa de emboço e o substrato está relacionada com uma ou mais das causas seguintes:

1. Impurezas da matéria prima: são encontrados em quantidade significativa torrões de solo com argila, variando de cerca de 2,5% a 7%, que favorecem um comportamento de retração e expansão com a umidade. A degradação ocorre em conjunção com os ciclos de umidade e secagem, chuva e sol, mais severos nos andares superiores, e coincidentemente, mais degradados.
2. Vícios de execução: a ausência de uma camada de interface (chapisco ou leite de cal) bem como uma compressão inadequada da argamassa contra o substrato levam à má aderência ao substrato e ao descolamento em placas.

Desta forma, concluímos que a degradação apresentada é inerente à argamassa e sua execução, e que o restante da argamassa ainda classificada como sã, deverá apresentar o mesmo tipo de dano nos anos que se seguem. Caso o fator preponderante seja a quantidade de argila presente, a simples reancoragem da argamassa ao substrato não interromperá o processo de degradação, que poderá voltar a ocorrer.

7.4.5 Inter-relação entre os dados históricos e os resultados de análises da Fachada Leste

A Fachada Leste é considerada a fachada mais antiga do Pátio Maior, tendo recebido o terceiro pavimento antes mesmo da grande alteração sofrida em virtude do Congresso Constituinte, em 1890. Foi constatado um traço de argamassa de reboco mais rico em ligante no segundo pavimento dessa fachada e na sanca do terceiro pavimento, diferentemente das amostras das demais fachadas e pavimentos. Esse fato pode refletir uma reforma em período diferente entre esta região e as demais, visando adequar o conjunto visualmente.

7.4.6 A presença de gesso nas argamassas

Foi constatada com frequência a presença de gesso nas argamassas de emboço e reboco. Com base na literatura apresentada (SEGURADO, 192?), a adição de 2% de gesso à argamassa aumenta-lhe a resistência. Acrescentamos que tal prática também leva a uma argamassa mais plástica na sua aplicação e de pega inicial mais rápida.

Foi descartada a hipótese apresentada de que o gesso seria uma impureza da matéria-prima. Caso o gesso estivesse associado à cal, haveria uma proporção constante entre eles. Todavia, a argamassa de reboco do segundo pavimento, mais rica em cal, apresenta teor de gesso similar ao das demais. Nas argamassas de emboço, a quantidade em volume de gesso varia de zero (térreo) a 3% (segundo pavimento), passando por 2% (terceiro pavimento).

A hipótese de chuva ácida também foi descartada. Nela, o gesso seria produto da reação da cal com a chuva ácida, ao longo dos anos. Fosse resultado da reação com a chuva ácida, ele

estaria mais concentrado na superfície (reboco) da argamassa, e na argamassa dos andares superiores. Todavia, a petrografia por transmissão com luz polarizada nos revela os teores entre reboco e emboço conforme o gráfico a seguir (Figura 78):

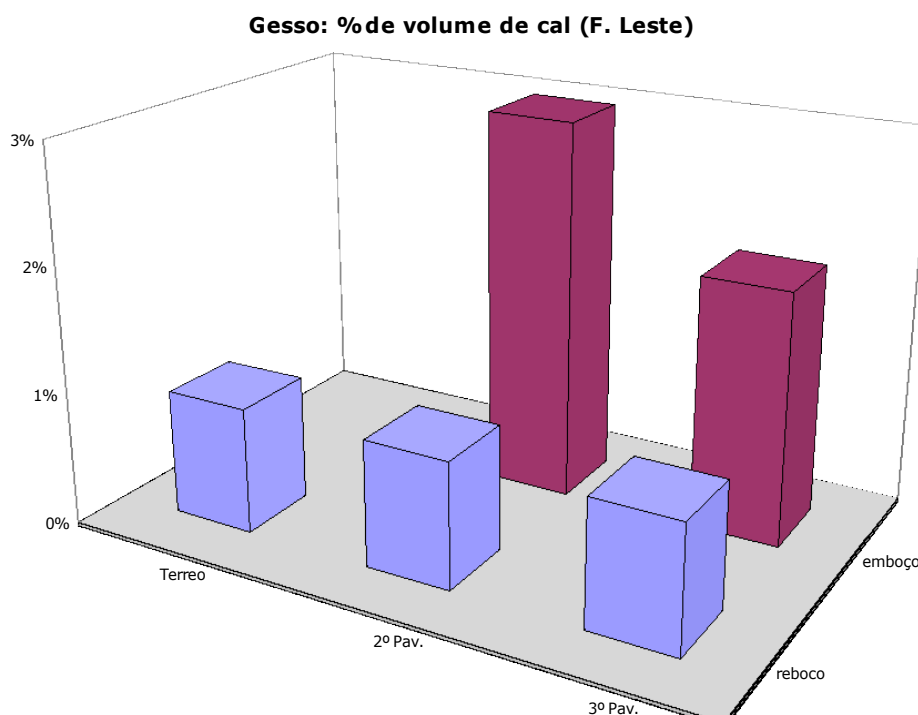


Figura 78: Variação do percentual em volume de gesso, tendo como referência o volume de cal das argamassas das paredes dos diversos andares da Fachada Leste (Pátio Maior). Emboço e reboco.

Na Figura 78, podemos verificar que a quantidade de gesso nas amostras de pano de parede é sempre constante para o reboco, independentemente do andar. Essa quantidade no reboco é inferior à encontrada no emboço, excetuando-se a argamassa da parede do térreo.

7.5 Fachada do Paço

Foram empregados cinco tipos de avaliação:

- Análise macroscópica e pré-classificação
- Difractometria de raios-x

- Petrografia
- Análise química por via úmida
- Granulometria

7.5.1 Pré-análise das amostras

A análise macroscópica foi realizada em todo o conjunto, visando pré-classificar as amostras e orientar as demais análises. Como resultado da análise macroscópica, que se apresenta no subcapítulo 7.5.3 e Figura 79²⁰. É possível confirmar a homogeneidade das argamassas de reboco, de pano de parede, representadas pela parte superior dos cilindros, na Figura 79, sendo a maioria da cor branca Munsell N9. Frente aos vários períodos de reformas pelas quais a fachada passou, essa homogeneidade em si é um indicativo de ter sido alvo de uma grande reforma quando todas as fachadas já possuíam feições neoclássicas.

²⁰Nas representações da fachada, a primeira e última coluna representam o Torreão Sul e Norte, respectivamente. A coluna central (3) a entrada principal, e das demais colunas (2 e 4) os corpos laterais.

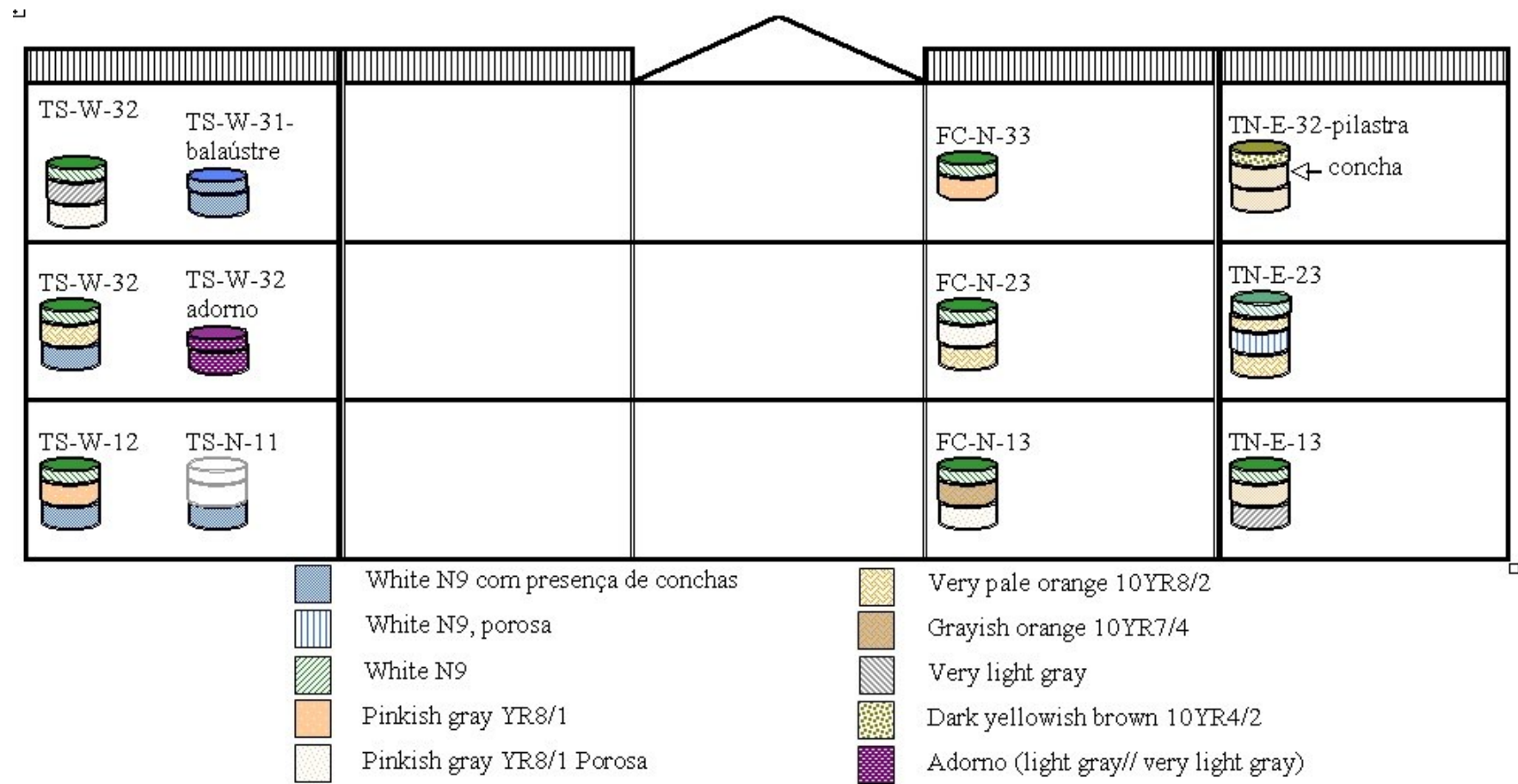


Figura 79: Representação esquemática da análise visual das amostras, utilizada para pré-triagem.

7.5.2 Escolha das análises a serem empregadas

Optamos por realizar análises mais completas nas amostras do primeiro pavimento (térreo). No térreo havia maior possibilidade de se encontrar as argamassas de emboço originais e seria analisada uma importante variedade de pré-classificações de argamassas. Além disso, optamos por realizar análises de DR-X em outras amostras do Torreão Norte e Sul, como análise-chave, para confirmar sua composição. Dadas as limitações de tempo e de recursos, nem todas as amostras foram ensaiadas, sendo as demais armazenadas para análises futuras.

No total, as análises empregadas podem ser representadas no esquema apresentado na Figura 80.

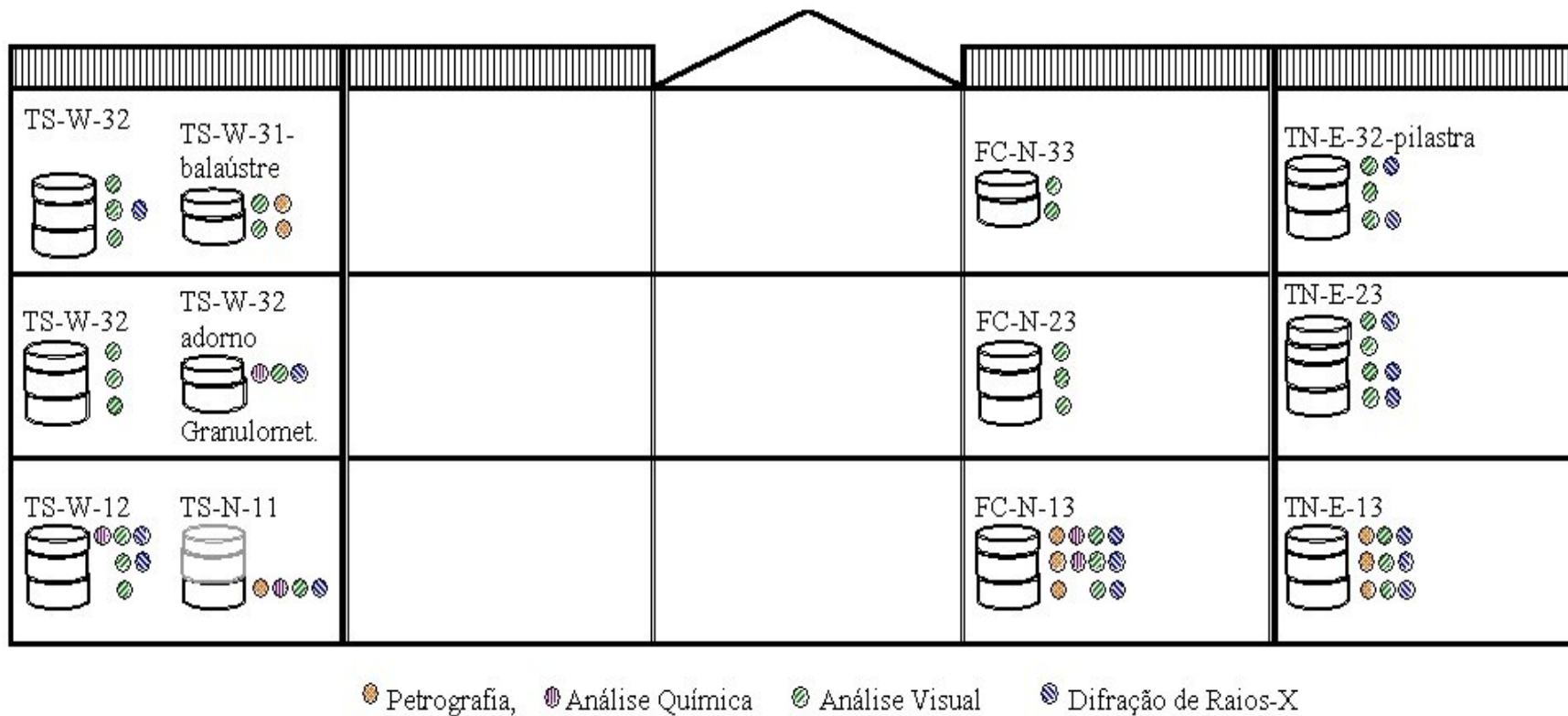


Figura 80: Representação esquemática das análises realizadas nas amostras de argamassas

As reconstituições de traço por análise química previstas na Figura 80 tiveram resultados limitados por dois motivos:

- a amostra FC-N-13, que acreditávamos ser representativa, mostrou ter cimento em sua formulação, o que indica ser mais recente que a reforma neoclássica da fachada;
- a amostra TS-W-31, do balaústre, já indicava ter agregado carbonático, que altera a reconstituição de traço por via úmida.

Assim, foi necessário realizar novas análises de amostras selecionadas, buscando:

- a formulação do emboço, a ser empregada na reposição da parte degradada e na substituição de emboços cimentícios;
- a formulação do emboço dos balaústres, a ser aplicado na restauração dos torreões;

A análise petrográfica das amostras de emboço revelou o emprego de agregado carbonático. Também apresentam a cal como aglomerante. Esses componentes são indistinguíveis pela análise químicas bem como pela difração de raios-X. Por isso, optamos pela análise petrográfica para realizar esta reconstituição aproximada de traço. As amostras escolhidas para esta análise foram:

- TS-W-12: Fachada Oeste do Torreão Sul, primeiro andar. Essa amostra foi escolhida por já ter sido analisada e identificada uma primeira camada de emboço de cal e areia e um segundo emboço com presença de agregado biogênico, sendo assim considerado um emboço que dataria da reforma neoclássica;
- TS-W-31: Fachada Oeste do Torreão Sul, balaústre sobre a primeira janela da esquerda para a direita. Essa amostra foi escolhida por ser do balaústre e pelo de os balaústres dos torreões necessitarem de restauração;

Foi considerada, em um primeiro momento, a análise das amostras FC-N-23 (emboço 1) e TN-E-23. Todavia, o acúmulo de dados sobre a amostra TS-W-12 e sua similaridade com a amostra TS-N-11, considerada uma argamassa original da reforma neoclássica, levaram à mudança da escolha.

7.5.3 Resultados

Com a análise macroscópica, foi confirmada a homogeneidade das argamassas de reboco, excluindo-se as amostras TN-E-32-pilastra, TS-W-22-adorno, TS-W-31-balaústre e TS-N-11. A última amostra trata-se de uma camada de argamassa de acabamento (com rusticado) que esteve encoberta pela atual. Assim, acreditamos que a argamassa de acabamento oculta seja efetivamente mais antiga. Também se observaram cinco colorações diferentes dos emboços que, se consideradas a porosidade e a presença de agregado biogênico, levam a dez variações

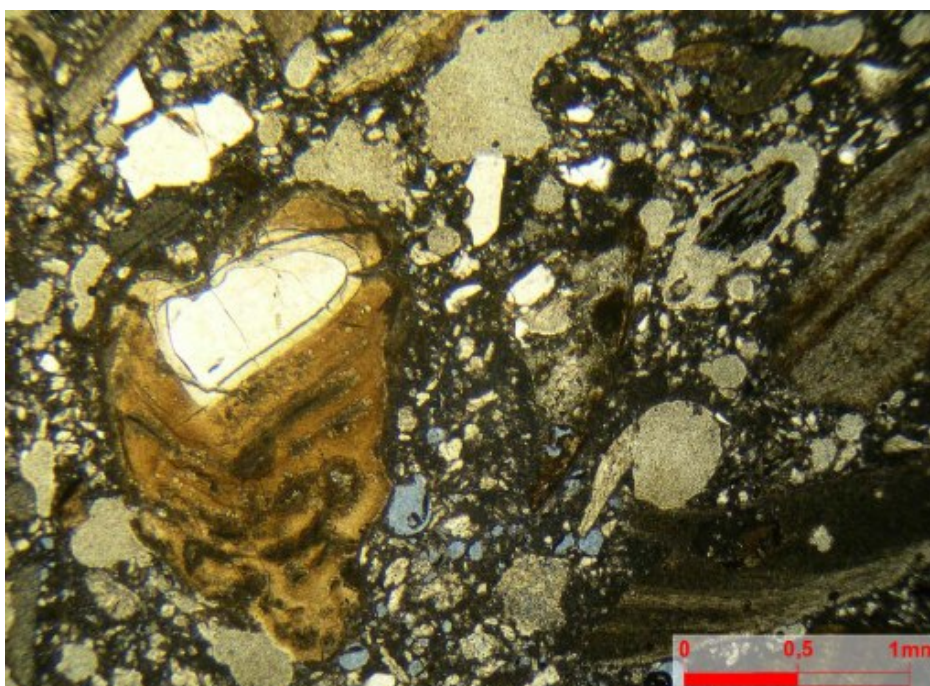


Figura 81: Amostra TS-N-11 (LMCC-P 216/07, lâmina IPT 10.898) fragmento de osso com borda fosfática incluso (esquerda). Polarizadores descruzados.

Fonte: IPT (2007)

de argamassas, sem contar a do adorno TS-W-22-adorno.

A presença de agregado biogênico em algumas argamassas foi considerada um indício importante de composição (cal de conchas/corais) e de antiguidade.

Os resultados da análise visual encontram-se no esquema apresentado na Figura 79.

Considerando apenas a composição das argamassas obtida pelas análises e a presença de agregado biogênico, podemos agrupar as composições segundo o esquema apresentado na Figura 84 (p.232). Vale notar que as argamassas com hachura horizontal e vertical têm sua composição inferida por similaridade (agrupamento) da análise visual ou pela presença de agregado biogênico, no lugar de análises laboratoriais diretas. Sua representação, porém, permite uma leitura da composição das argamassas da Fachada com um bom nível de segurança.

Também vale notar que, na amostra TN-E-13, o reboco apresentou belita na análise petrográfica (Figura 82) e no Emboço 1 “raros cristais de portlandita”. Esses cristais podem ser indicativos da presença de cimento, porém em uma quantidade fraca, imperceptível pela DR-X. Assim, representamos esse reboco como argamassa análoga a cimento, cal e areia, embora a petrografia tenha indicado apenas cal e areia e belita. Já o referido Emboço 1 (ainda de TN-E-13) foi representado como cal e areia. A presença de cimento do Emboço 2 de TN-E-13 e a de cal de calcinação deficiente nas três camadas reforçam a hipótese de que foram realizadas na mesmo época, em algum momento do século XX ou final do XIX.

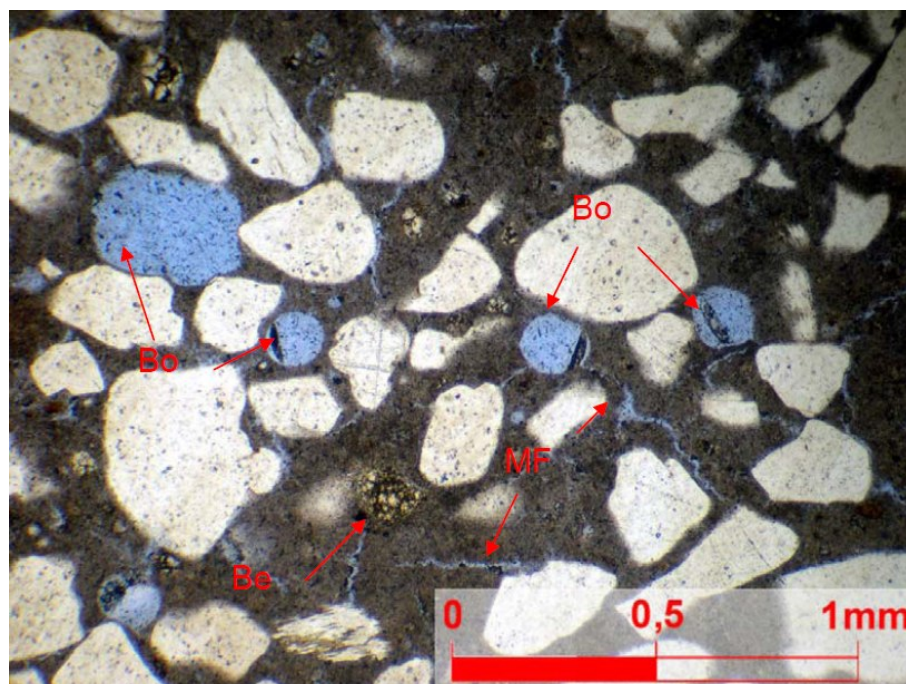


Figura 82: Amostra TN-E-13 R (LMCC-P 208/07), lâmina IPT nº 10.896. Aspecto dos vazios: bolhas de ar aprisionado (Bo) e microfissuras (MF). Notar agregado de cristais de belita (Be). Polarizadores descruzados.
Fonte: IPT (2007)

Quanto à reconstituição de traço, podemos verificar os resultados a seguir:

- A argamassa TS-N-11, considerada a mais antiga da edificação, apresentou um agregado carbonático, além da cal e uma pequena quantidade de areia. Como o agregado carbonático e a cal carbonatada são quimicamente iguais, seria inadequado realizar a reconstituição de traço dessa argamassa por análise química. A análise petrográfica indicou, todavia, um traço em área aproximado de 1: 2 (cal : agregado carbonático).
- A amostra de adorno, TS-W-22-adorno, tem como ligante cimento e areia como agregado, em um traço de 1:2,8 (em massa).
- Pelo fato de os rebocos serem de camada fina, a baixa quantidade de amostra de reboco disponível levou a ensaiar amostras de dois locais, uma vez que o material seria insuficiente para realizar duas análises (prova e contraprova) com uma mesma

amostra. Tanto a amostra FC-N-13 como TS-W-12 foram constituídas de cimento, cal hidratada e areia, sendo seus traços:

FC-N-13 1 : 1,5 : 6,8 (em massa)

TS-W-12 1 : 2,9 : 18,4 (em massa)

- Na amostra FC-N-13, que acreditávamos ser um emboço subjacente e, portanto, mais antigo, revelou um traço de cimento e areia de 1 : 4,2 (em massa), tendo sua coloração alaranjada provavelmente devido à presença de traços de argilominerais.

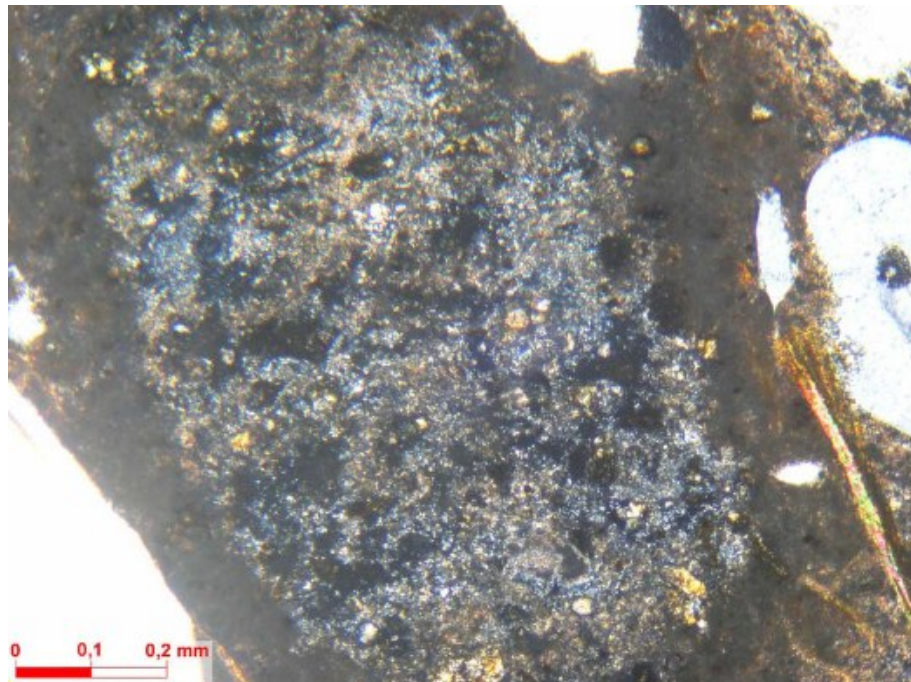


Figura 83: Amostra FC-N-13 (Emboço 1, LMCC-P-217/07 e1, lâmina IPT 10.899).
Torrão de cimento. Polarizadores descruzados.

Nas amostras TS-W-12 e TS-W-31, a presença de grande quantidade de carbonato obrigou à reconstituição de traço baseado na análise petrográfica. A reconstituição de traço pela petrografia é uma aproximação, por avaliar uma pequena superfície, quando, na realidade, trata-se de um volume. A transformação em traço por volume, apresentada na Tabela 23, obriga a ainda outra aproximação. Assim, os traços apresentados são apenas uma baliza para a elaboração de uma argamassa de reposição, e deverá ser adaptada de maneira a aprimorar as

propriedades.

Tabela 23: Tabela de reconstituição aproximada de traço em volume, baseada nos resultados da análise petrográfica. O agregado quartzoso é indicado por “areia” e o agregado carbonático é indicado por “carbonato”

Amostra	Camada	Cal	Areia	Carbonato
TS-W-12	Emboço 1	1	4	
TS-W-12	Emboço 2 (junto ao substrato)	1	entre 1,5 e 2	entre 1,5 e 2
TS-W-31	Única	1	entre 0,7 e 1	entre 0,3 e 1,2

O resultado da amostra TS-W-31 apresenta uma quantidade de vazios entre 15 e 20%, considerada bastante alta. Uma das descrições desses vazios é “Vazios irregulares (0,4 a 3,2mm de comprimento) – comuns. Pode ser grãos arrancados ou pasta lixiviada”. Desta forma, a reconstituição de traço da amostra encontra um grau de imprecisão maior. A formulação acima considera que 15% desses vazios eram cal ou carbonato e foram lixiviados.

1

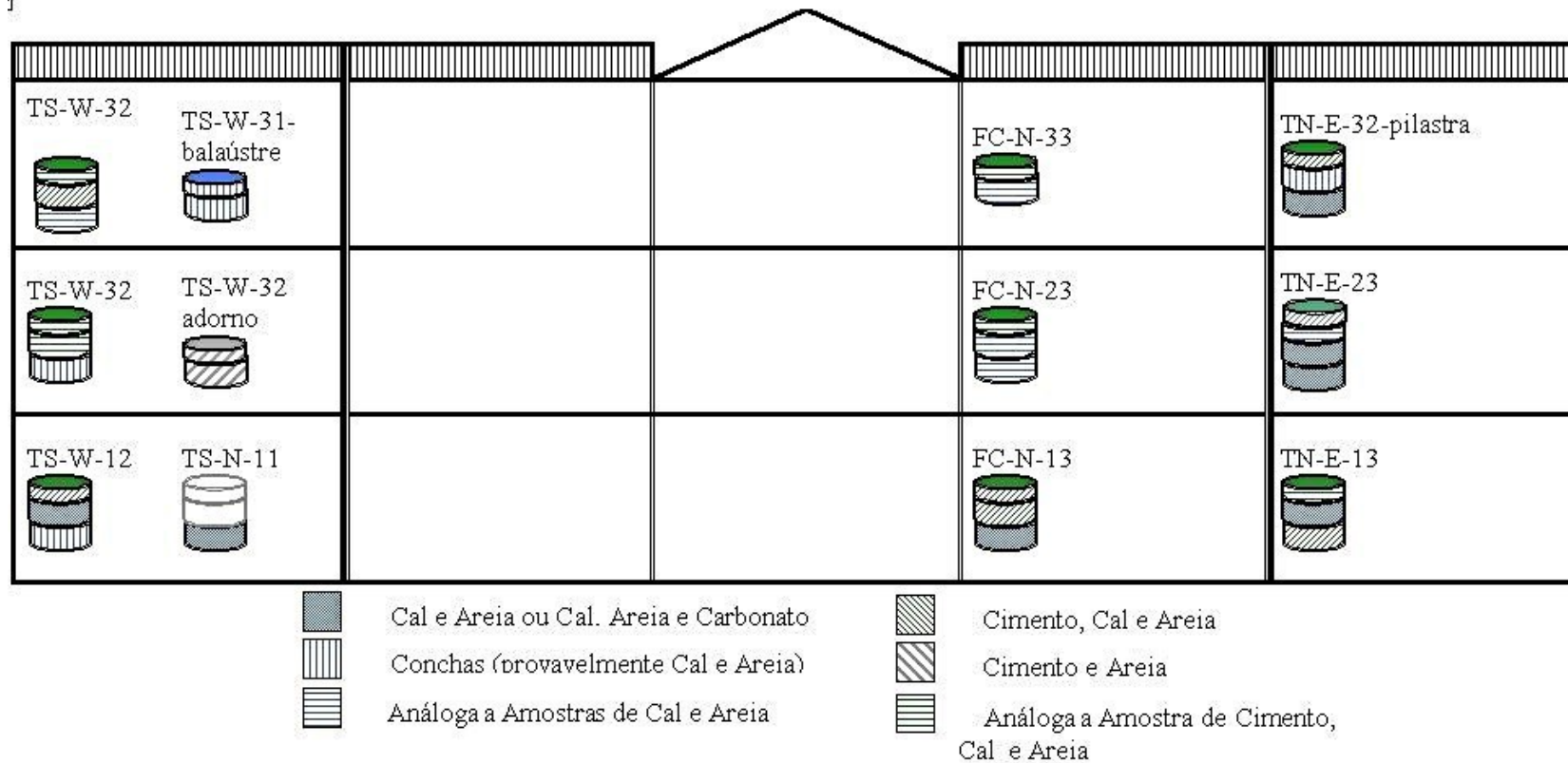


Figura 84: Representação esquemática da composição das argamassas da Fachada Frontal e torreões. Notar que as indicações com hachura vertical ou horizontal são inferências, baseadas na análise visual e comparadas às demais amostras, estas últimas avaliadas por DR-X, petrografia e análise química.

7.6 Museu CMB

Toda esta etapa foi realizada antes de se conhecer o Termo de Contrato de 1905 (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1905), onde as formulações a serem empregadas são descritas. Esta informação seria relevante na seleção das análises e a síntese dos resultados.

7.6.1 Pré-análise das amostras

Antes de as amostras serem enviadas para análise em laboratório, foi realizada uma avaliação expedita, como primeira aproximação.

Foram encontrados três sistemas de argamassa diferentes, no que toca aos panos de paredes e grandes adornos (excluindo estuques da esquina e do tímpano):

- nas fachadas de menor altura (N, WN, e WS) são encontradas de duas a três camadas de argamassas, sendo frequente o emboço em argamassa bastarda;
- na fachada central (WW), é encontrado um sistema de três camadas, com argamassas claras;
- argamassa de barrado, espessa, em cimento e areia.

A argamassa de reboco aparenta ter a mesma composição em todas as fachadas.

a) Fachada Central



Figura 85: Vista de furo existente na argamassa próximo a WW13 (Fachada Central). Sob a pintura há uma argamassa de emboço muito alva



Figura 86: Detalhe do furo em profundidade. A caneta indica a separação entre duas camadas de emboço

Na porção central da fachada, região onde se encontra a cantaria aparente, a argamassa difere das demais. Nela se vê um reboco muito alvo, um emboço também alvo e um mais cinza (Figuras 92 e 86). As composições esperadas são:

- reboco de cal, areia e possivelmente agregado calcário;
- emboço 1 (branco) de cal, areia, agregado calcário e eventuais fragmentos de pedra;
- emboço 2 (cinza) de cal, pó de pedra, areia e agregado calcário.

b) Demais fachadas

As espessuras de camadas podem variar, prevalecendo pontos em que a argamassa alaranjada ficava exposta. Nas Figuras 86 e 91, vemos um exemplo onde uma camada de argamassa alaranjada encontra-se subjacente a uma acinzentada, seguida pelo reboco. O

reboco aparece cinza na fotografia devido às intempéries, porém, ao ser fraturado, revela uma superfície muito alva, similar ao da fachada central.

As composições esperadas para essa argamassas são:

- reboco de cal, areia e, possivelmente, agregado calcário;
- emboço 1 (acinzentado) de cal, areia, agregados calcários (agregado biogênico e minerais), fragmentos de pedra (granito), fragmentos de carvão e fragmentos de madeira;
- emboço 2 (alaranjado) de cal, areia, argila, agregados calcários (agregado biogênico e minerais), fragmentos de pedra, chamote, fragmentos de carvão e fragmentos de madeira.



Figura 87: A degradação de uma pilastra expôs camadas de argamassa em WN27



Figura 88: Detalhe da separação entre duas argamassas na pilastra WN27, uma mais branca e uma alaranjada

Vale ressaltar que essas duas argamassas de emboço, acinzentada e alaranjada, são de elaboração muito precária, com torrões mal argamassados e frequentes indícios do emprego de cal mal calcinada:



Figura 89: Torrão de argila presente no emboço alaranjado, frequentemente maior que 5mm (N13)



Figura 90: Fragmento de agregado biogênico, frequente nestas argamassas, indicam uma calcinação incompleta da cal (N13)



Figura 91: Agregado calcário de origem mineral presente na argamassa de emboço alaranjada (N13)



Figura 92: Presença de fragmento de agregado biogênico e de carvão, indicando uma calcinação incompleta (N29)

Torrões, agregado biogênico, carvão e madeira são todos indícios de um preparo pouco rigoroso das argamassas. Dentre eles, o mais grave é a presença de torrões de argila ou saibro.

O emprego de saibro em argamassas raramente é citado na literatura antiga, que tende a seguir a tradição vitruviana de argamassa apenas de areia e cal. Segundo Santiago (2007), apesar de muitos autores condenarem o uso de argilas em argamassas de cal, o saibro pertence às formulações tradicionais de argamassa, tendo referências portuguesas em 1733. Todavia, sua presença em torrões, e não finamente misturado, causa problemas sérios à argamassa. A

argila tem a propriedade de expandir com a umidade e de retrain com a secura, o que se agrava quando concentrada em torrões. Esse movimento, embora de proporções microscópicas, tende a desagregar a argamassa com o tempo.



Figura 94: Fragmento de madeira, provavelmente sobre da calcinação (N29)



Figura 93: Fragmento de rocha (N29)

A presença de torrões de saibro é uma das causas prováveis da avançada degradação das argamassas da fachada.

c) Argamassa pigmentada

Foram encontradas argamassas pigmentadas em cor amarelo-alaranjada em diversos locais da fachada. Normalmente como uma camada fina, confundida com uma pintura rígida, porém atingia uma espessura razoável em alguns locais, como vemos nas Figuras 90 e 89. Sua posição, sobre várias camadas de pintura, indica ser uma intervenção recente.



Figura 95: Argamassa pigmentada espessa (WW14 - porta principal)



Figura 96: Argamassa pigmentada anormalmente espessa (N21)

7.6.2 Análises laboratoriais

Listamos, a seguir, as análises inicialmente previstas. As análises laboratoriais variaram conforme progrediram os trabalhos, conforme a metodologia proposta.

Análise macroscópica em 25 amostras, constituídas de:

- recebimento e avaliação dimensional;
- remoção do pó acumulado na superfície durante a retirada por perfuratriz;
- fotografia;
- descrição da argamassa em termos de:
 - cor (Rock Color Chart Comitee - 1963 ou mais atual – ou padrão Munsell);
 - minerais visíveis macroscopicamente;
 - porosidade (pouco porosa, porosa, muito porosa).

Análises petrográficas e DRX (difração de raios X) em 7 amostras, sendo duas de uma camada, duas com três camadas, e três com duas, observando:

- minerais presentes;
- porosidade;
- morfologia;
- avaliação do traço em quatro camadas (duas amostras).

Reconstituição de traço em sete camadas, de cinco amostras (duas de duas camadas e três de uma camada), através de:

- análise química;
- DTGA (Análise diferencial termogravimétrica).

Considerando-se que havia elementos marcantes entre as amostras, foi estimado que a própria análise macroscópica poderia ser empregada como análise-chave para o agrupamento.

Algumas amostras por grupo foram selecionadas para uma análise mais detalhada, via petrografia de luz transmitida. Essa análise depende de raros profissionais aptos e, por falta de disponibilidade naquele momento, houve uma grande demora nos resultados. Assim, as amostras para análise química tiveram que ser selecionadas apenas pelas suas características macroscópicas. As análises macroscópicas indicavam argamassas de areia, saibro argiloso e cal, uma composição dificilmente avaliada pela análise química. Frente a tal hipótese, foram selecionadas algumas amostras para Análise termogravimétrica (ATG/DTG).

As análises efetivamente realizadas são apontadas na Tabela 24:

Tabela 24: Análises laboratoriais realizadas nas amostras, excetuando a análise macroscópica, que foi feita em todas as amostras

Amostra	Petrografia (Nº camadas)	Análise Química (camadas)	DR-X (Nº camadas)	ATG/DTG
Esquina Pilastra	3			
N24 parede	2	emboço e reboco	2	reboco
WW14	2	emboço e reboco	2	reboco
WS21 cornija	4	emboço		
WW22	2	emboço	1	
WW37	2		2	
Esquina Adorno	1			única
S31	3	assentamento	2	
WN13		bloco		
Tímpano	4			

7.6.3 Resultados

a) *Argamassas de Assentamento*

A caracterização das argamassas de assentamento não foi objetivo inicial deste trabalho, somente a das de revestimento. Entretanto, tendo algumas amostras trechos da camada de assentamento, optamos por registrar seus dados para compará-las com as demais argamassas. Especialmente por serem de locais oriundos da reforma de 1907 (terceiro pavimento, tímpano, fechamento de porta e cornija). Esses dados contribuem, portanto, para a datação das argamassas. As amostras que puderam ser analisadas, bem como seu agrupamento por análise visual encontram-se na Figura 97.

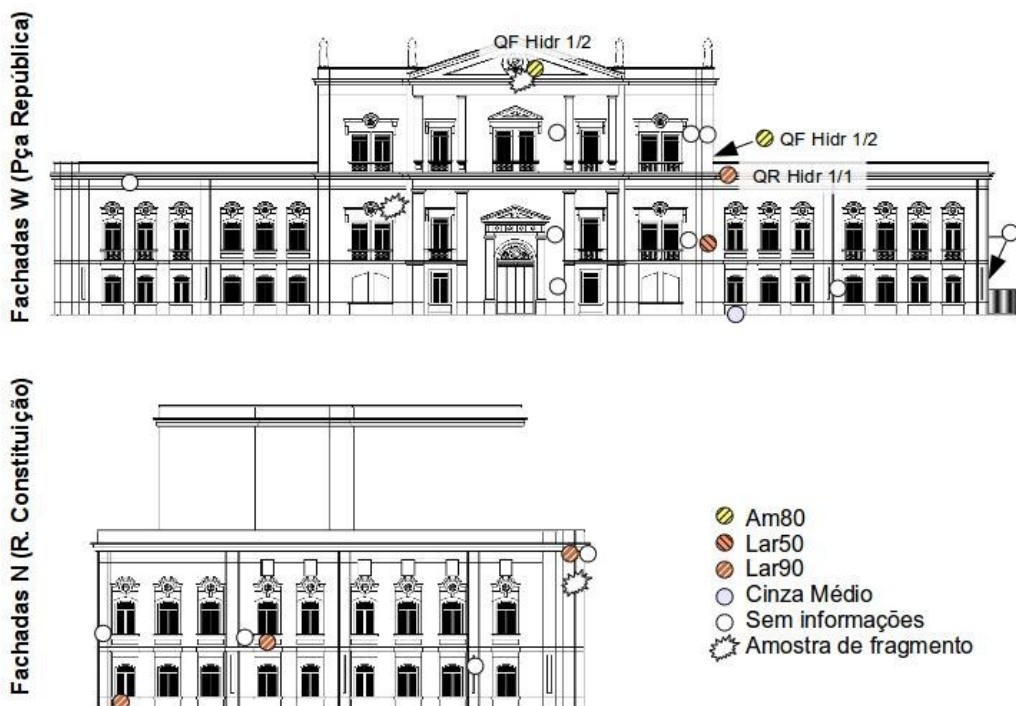


Figura 97: Grupos de argamassas de assentamento

As argamassas podem ser descritas da seguinte forma:

- **Am80** São argamassas em que 90% do agregado é composto de uma parte de quartzo, uma parte de feldspato e uma quantidade variável de fragmentos de rocha (nestes casos, de 5 a 10%), além de menores quantidades de agregado biogênico, fragmentos de cerâmica e traços de mica. A quantidade de pasta (fase contínua) constitui entre metade e um quarto da área observada de agregado. Possuem indícios minerais de ligante hidráulico.
- **Lar50** Com base no emboço de WW37, macroscopicamente similar, são argamassas em que 90% do agregado é composto por metade de quartzo e metade de feldspato, além de quantidades pequenas de fragmentos de rocha, agregado biogênico, fragmentos de cerâmica e traços de mica. A quantidade de pasta (fase contínua) constitui entre um sétimo e um oitavo da área observada de agregado. Elas possuem indícios minerais de ligante hidráulico.
- **Lar90** Nestas argamassas, o agregado é composto por 40% de quartzo e 40% de fragmento de rocha, com 20% de fragmentos de cerâmica. A pasta corresponde à mesma área observada de agregado. Possui indícios minerais de ligante hidráulico.

Basicamente, as amostras do Tímpano e lateral do terceiro piso podem ser vistas como traços diferentes da mesma composição, onde os fragmentos de rocha teriam a mesma origem do quartzo e do feldspato.

Já a argamassa da cornija é justificadamente diferente, uma vez que participa de um adorno em balanço, com alguma exigência estrutural.

As composições químicas encontradas, em massa, foram (Tabela 25):

Tabela 25: Composição química para argamassas de assentamento (em massa)

Amostra (assentamento)	Grupo Macro.	Grupo Petrog.	Relação aglom./ agreg.	Cimento (massa)	Cal (massa)	Gesso (massa)	Agreg (massa)
S31	Am80	QF Hidr 1/2	1:1,9	1	1	0	3,7
WS21 cornija	Lar90	QR Hidr 1/1	1:1,3	1	0,2	0	1,5

Não foi realizada análise química na amostra WS21-Cimalha Assentamento ou em WW37 emboço, portanto não há informações sobre o traço dessas argamassas.

Cabe lembrar que, na petrografia de S31 Assentamento, foram detectados cerca de 5% (em área) de fragmentos biogênicos, contabilizados como cal pela análise química.

b) Argamassas de Emboço

As argamassas de emboço foram classificadas, em sua maioria, no grupo macroscópico Am80, conforme vemos na Figura 99, seguida de Lar50 e Cinza Claro.

A análise petrográfica de algumas amostras mostrou uma convergência das amostras de todos os grupos, sendo traços diferentes com a mesma base de agregado, onde predominam quartzo e feldspato em proporções iguais, mais fragmentos de rocha, que em alguns casos

chega a 50% (Esq Pilastra), 35% (S31) e 25% (WW14), mas que também pode ser menor que 5%, como WW22, N24 e WW37. Uma hipótese seria que os fragmentos de rocha teriam a mesma origem que o quartzo e feldspato. Seriam estas decomposições, ou moagem, da mesma rocha. Tais amostras também possuem fragmentos biogênicos, cerâmica ou solo (Figura 98) e mica de até 5% cada, a menos de N24 que chega a 15% de cerâmica ou solo.

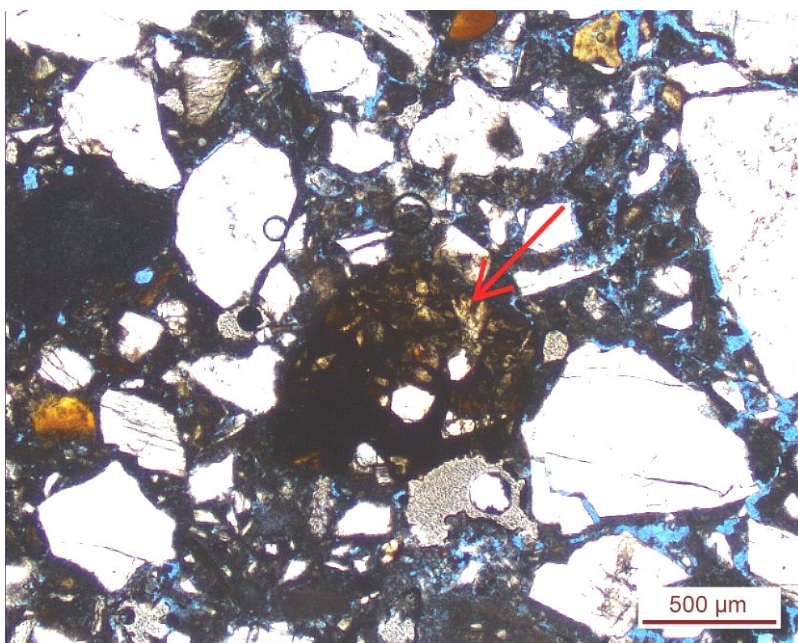


Figura 98: Amostra WW37 - Emboço (LMCC-P 478/09). Fragmento de solo (seta vermelha). Polarizadores paralelos.

Fonte: IPT (2010)

Segundo Santiago (2007), é difícil se estabelecer qual material é tratado por saibro na literatura histórica, pois ela variava conforme as fontes locais. Porém, provavelmente diferia da formulação a que se refere atualmente, com grandes quantidades de argila. Seria uma areia de jazida, grossa,

e que muitos autores alertam que não deveria turvar a água (presença de argila). A areia de jazida pode ter origem da decomposição de muitos tipos de rocha. Neste caso, o feldspato estaria associado ao quartzo, entretanto ainda com boas quantidades de fragmentos maiores.

A quantidade de pasta (fase contínua) observada é que explica a diferença macroscópica entre os grupos de amostras, representando as seguintes percentagens de área observada:

- QF Hidr 1/2 30 a 35% (S31 Esquina Pilastra, WW22-Cimalhete);
- QF Hidr 1/7 10% (N24, WW14, WW37);
- QF Hidr 2/1 60 a 65% (WS21-Cornija).

Em todas as variantes, há uma quantidade de poros que varia de 10 a 20% (N24), podendo ser indicativo de lixiviação de ligante durante a vida da argamassa.

A argamassa mais rica em pasta, do grupo “QF Hidr 2/1”, foi observada em WW22-Cimalhete. Essa diferença de traço pode se justificar por ser um adorno, que demanda maior resistência da argamassa. Ela também possui um agregado mais selecionado, com menos fragmentos de rocha e mais quartzo, apenas traços de agregado biogênico e 5 a 10% de fragmentos de cerâmica (ou solo).

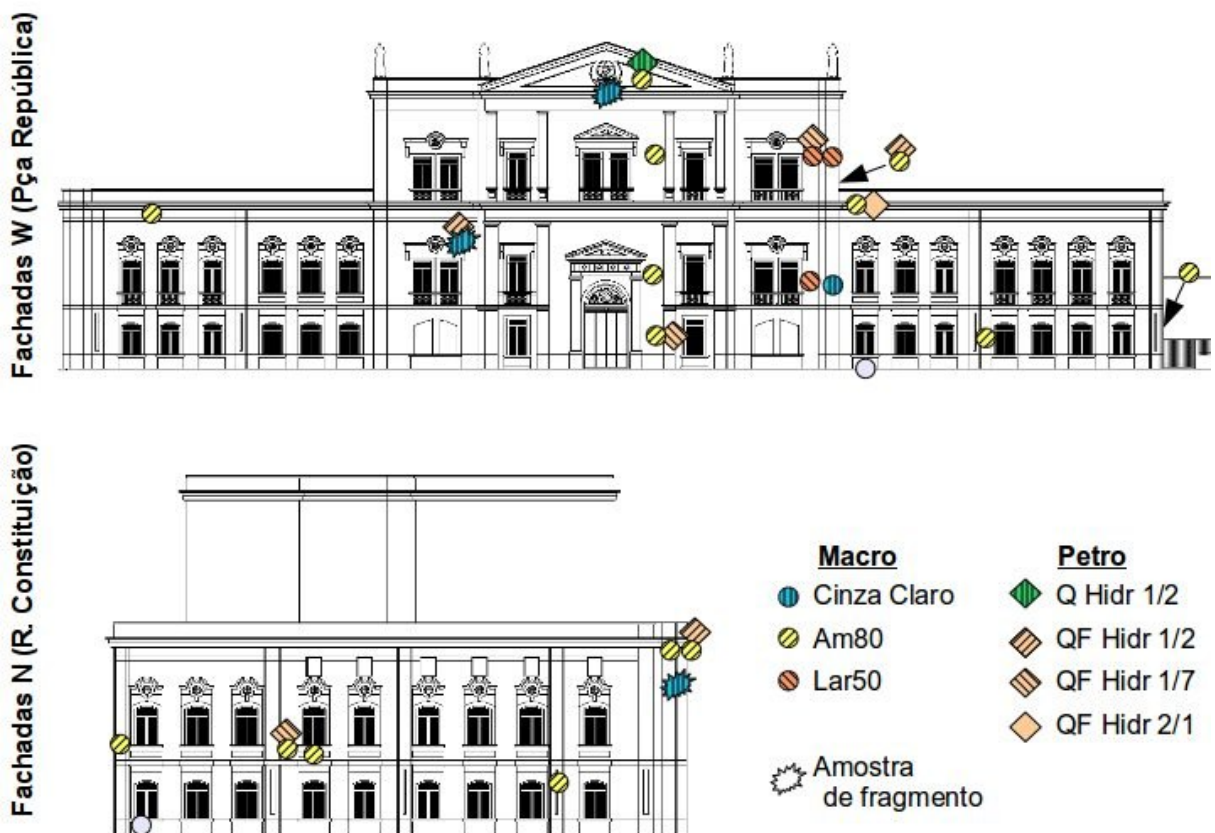


Figura 99: Emboço: grupos de argamassa segundo análise macroscópica (círculos) e petrográfica (losangos)

Tabela 26: Composição química para argamassas de emboço (em massa)

Amostra (Emboço)	Grupo Macro.	Grupo Petrog.	Relação aglom./ agreg.	Cimento (massa)	Cal (massa)	Gesso (massa)	Agreg (massa)
N24	Am80	QF Hidr 1/7	1:7,8	0	1	0	7,8
WW14	Am80	QF Hidr 1/7	1:4,1	0	1	0	4,1
WW22- Cimalhete	Cinza Claro	QF Hidr 1/2	1:0,9	1	0,9	0,3	1,9

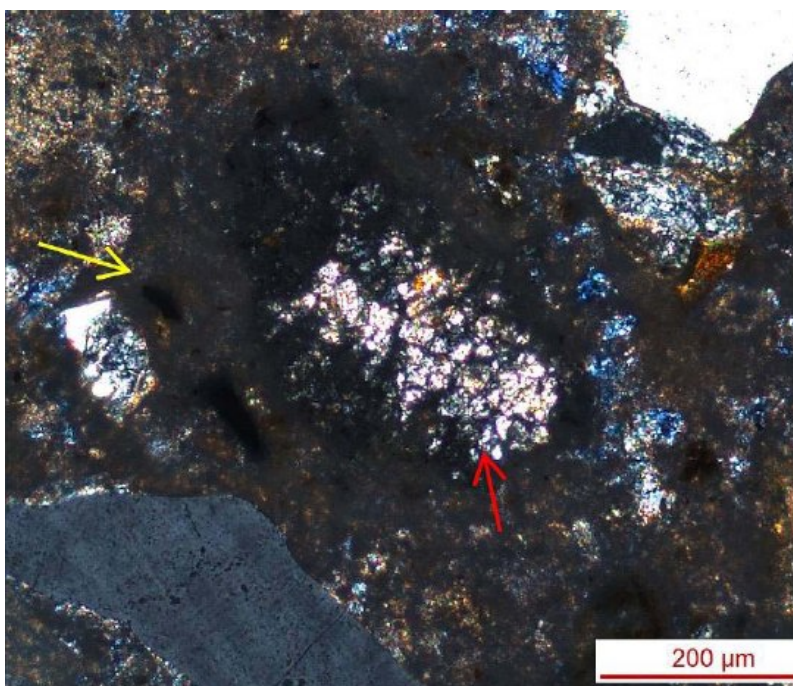


Figura 100: Amostra WW22 -Emboço (LMCC-P 472/09).Grão de provável belita -silicato dicálcico (seta vermelha) com halo de hidratação (seta amarela).Polarizadores cruzados.

Cabe notar que a argamassa N24 possui 20% da sua área ocupada por poros e 10% pela pasta, enquanto WW14 possui 10% de poros e 10% de pasta. Uma hipótese é que a elevada porosidade de N24 (Figura 101) foi causada pela lixiviação do ligante, sendo sua composição original mais “rica” em cal.

Lembramos que a região da fachada central, representada por WW14, demonstrou um melhor desempenho que as demais, sendo o melhor exemplo a perseguir.

Uma exceção do agrupamento Am80 é a amostra do pano de parede do tímpano. Chamada de “Q Hidr 1/2 ”, que tem um agregado predominantemente quartzoso, com apenas 5% da área ocupada por feldspato, outros 5% de fragmentos de tijolo ou solo, menos de 5% de agregado

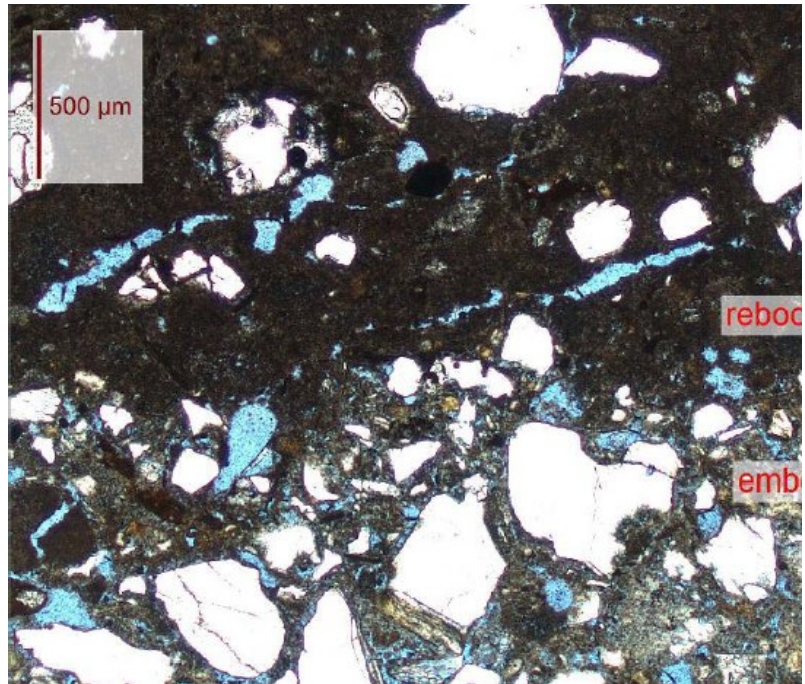


Figura 101: Amostra N24 (LMCC-P467/09). Contato entre as camadas mais internas. Porção mais externa para o topo. Polarizadores paralelos.

Fonte: IPT (2010)

biogênico e traços de mica. A área ocupada pela pasta corresponde a 30%, tendo 65% de agregado e 5% de poros. Nesta amostra foi localizado clínquer, um indício de hidráulidade, e a área observada constituía em uma parte de pasta para duas de agregado. Não foram realizadas mais análises que aprofundassem os conhecimentos sobre esta amostra.

c) Argamassas de Reboco

As argamassas de reboco mostraram-se bastante homogêneas macroscopicamente, indo do branco ao cinza-claro, com baixa porosidade e quartzo fino, em sua maioria. Foram agrupadas conforme a Figura 102.

A observação petrográfica dessas amostras revelou diversas similaridades, excetuando-se a amostra WS21-Cornija. A quantidade de pasta (fase contínua) é de quatro partes da área observada por uma parte de agregado. O agregado é constituído de variadas proporções de quartzo e fragmentos biogênicos, conforme os grupos:

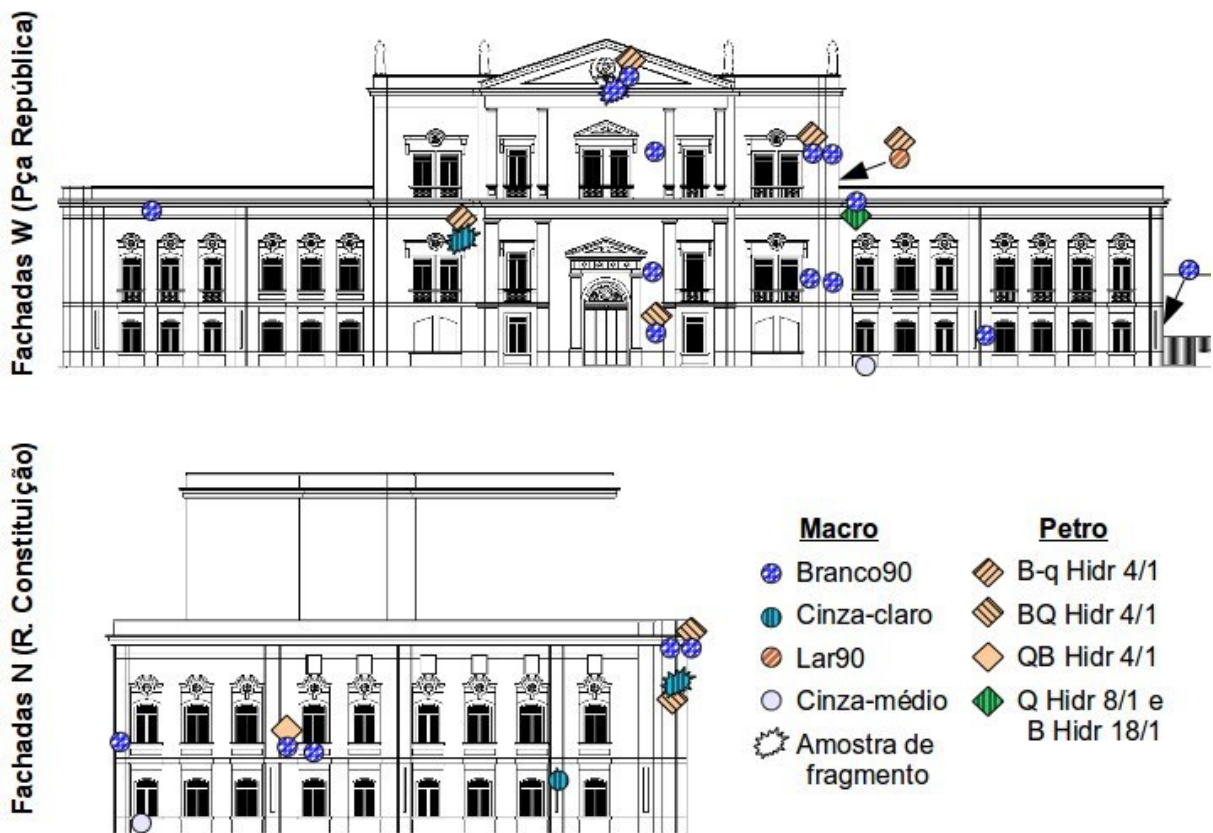


Figura 102: Reboco: grupos de argamassa segundo análise macroscópica (círculos) e petrográfica (losangos)

Em duas das três amostras com mais quartzo, há presença de feldspato, em quantidades inferiores a 5%, estando provavelmente associado à origem deste quartzo. Há também a presença de fragmentos de cerâmica ou solo em uma amostra de cada um desses grupos. Já a presença de traços de mica foi observada em quatro das sete amostras, em todos os grupos.

A amostra com características diferentes, WS21-Cornija, possui duas camadas de reboco. A interior possui agregado 85% (área) de quartzo, 5%(área) feldspato e 10%(área) de fragmentos de cerâmica ou solo. Apresenta uma área observada de pasta oito vezes superior ao agregado.

O reboco exterior de WS21-Cornija contém 18 vezes mais pasta (em área) do que agregado, constituído de carbonato. Possivelmente, origina-se de uma aplicação mais espessa de argamassa industrializada, descrita no tópico “e- Reboquite”, deste capítulo.

A Tabela 26 traz o resultado da análise química dessas argamassas.

Tabela 27: Composição química para argamassas de reboco (em massa)

Amostra (reboco)	Grupo Macro.	Grupo Petrog.	Relação aglom./ agreg.	Cimento (massa)	Cal (massa)	Gesso (massa)	Agreg. (massa)
N24	Branco90	QB Hidr 4/1	1:1,2	1	2,4	0	4,1
WW14	Branco90	BQ Hidr 4/1	1:0,2	1	8,8	0	2,4

Lembramos que a região da fachada central, representada por WW14, demonstrou um melhor desempenho que as demais, sendo o melhor exemplo a perseguir.

Sobre a presença de cimento no cálculo do traço dessas argamassas, vale ressaltar que a DR-X de N-24 indicou a presença de CSH e que, em WW14, há presença não só de CSH como de portlandita, C3S e C2S. São indícios da presença de cimento na composição da argamassa. Também na ATG/DTG, foram detectados picos correspondentes à portlandita e CSH, reforçando ainda mais este indício.

d) **Argamassa de Adorno**

Apenas uma amostra de adorno em estuque foi ensaiada, visando minimizar os danos pela retirada de amostra do adorno da esquina. A petrografia de “Esquina Adorno” revelou indícios de hidraulicidade (Figura 103), reforçados pela ATG/DTG, onde foi percebida a presença de CSH. O agregado dessa argamassa tem base de fragmentos biogênicos ou rochas calcárias (60 a 65% da área) e quartzo fino. Este agregado corresponde a cerca de 20% da área observada; a pasta ocupa 70% e há uma porosidade de 10%.

A análise química apresentou os seguintes dados:

Tabela 28: Composição química para argamassa de adorno (em massa)

Amostra (camada única)	Grupo Macro.	Grupo Petrog.	Relação aglom./ agreg.	Cimento (massa)	Cal (massa)	Gesso (massa)	Agreg. (massa)
Esquina Adorno	Cinza- claro	BQ Hidr 4/1	1:0,3	1	2,6	0	1,2

Lembrando-se que cerca de 12% em área da amostra continha agregado carbonático, e que este agregado é interpretado quimicamente como cal, será necessário adaptar a formulação acima. Este é um limite inerente à técnica, portanto a composição indicada é apenas uma baliza para a nova formulação.

e) **Reboquite**

Uma fina camada de argamassa de revestimento foi encontrada em toda a edificação, junto às camadas de tinta, podendo ter maior espessura em alguns casos mais raros. Essa argamassa é muito homogênea, rica em agregado carbonático e está normalmente sobreposta às camadas de tinta mais antigas. Concluimos que é uma argamassa da segunda metade do século XX, genericamente chamada de “reboquite”.

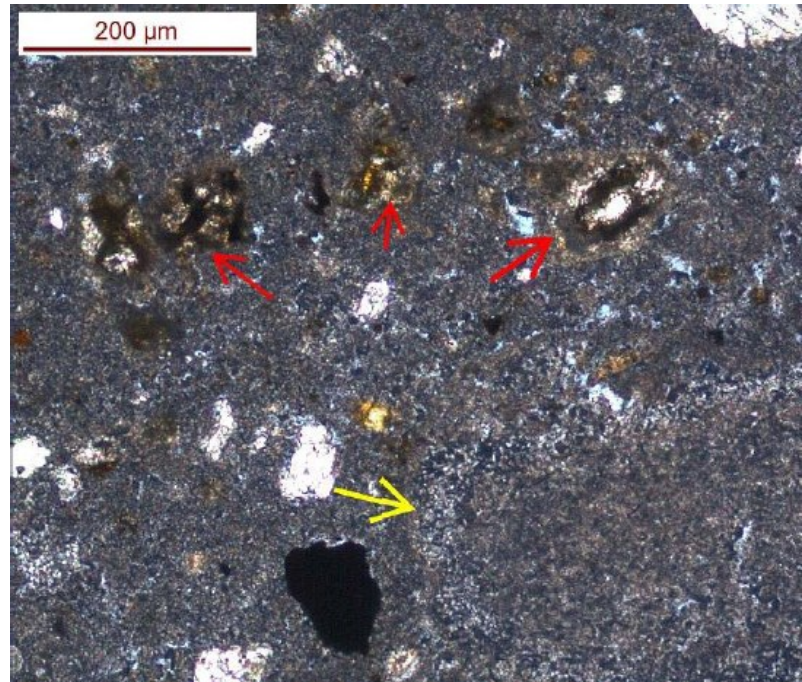


Figura 103: Amostra "Esquina Adorno" (LMCC-P 487/09). Grãos de provável belita (silicato dicálcico, setas vermelhas) com halo de hidratação. Rocha carbonática mal calcinada (seta amarela). Polarizadores paralelos.

Fonte: IPT (2010)

Hoje, em linguagem corrente de canteiro de obras, as argamassas pré-fabricadas são referidas como “reboquite”. Segundo Caricchio (1957), “No Distrito Federal²¹ são conhecidos e predominam as argamassas da sociedade Pancreto e Quartzolit; no Norte, as da Empresa Durite; no Sul, as da Fábrica Cirex(...)” (página 72). Entre os rebocos pré-fabricados no Rio de Janeiro, ele cita o Itacreto, Revestin, Revestec, Durite, Quartzolit, Reboquit e Rebotex. Entre estes, são rebocos externos e disponíveis em cores: Itacreto, Durite e Quartzolit.

²¹ Então, Rio de Janeiro.

Não foi aprofundado o estudo dessas argamassas, pela sua relativa contemporaneidade.

f) Barrado

A região do barrado costuma sofrer um ambiente muito mais hostil e sujeito à degradação decorrente da umidade ascendente e sais. Pelas amostras retiradas, o barrado foi inicialmente considerado incompatível com a reforma de 1907, por ser uma argamassa rica em cimento. Ter sido substituída seria condizente com a expectativa de baixa durabilidade dos barrados.

A descrição macroscópica de N11 condiz com uma argamassa de areia e cimento, embora a argamassa de assentamento que a acompanhou seja similar às demais - agregado biogênico, núcleos de cal, fragmentos de cerâmica, hidróxido de ferro (Relatório IPT, Análise Macroscópica, Amostra N11 Barrado):

“Camada única: 60% de pasta e 40% de agregados, apresenta um fragmento de 15 mm de material carbonizado;
Camada de assentamento: pasta 90%, agregado (5%) e 5% de fragmentos de concha, núcleos de cal arredondados com até 2 mm; fragmentos de tijolo com ~ 5 mm e nódulos de hidróxido de ferro com até 3 mm.”

Entretanto, frente aos inesperados resultados de hidráulica das várias argamassas da edificação, a análise macroscópica foi reinterpretada. Nela foram percebidas, para as camadas 2 e 3 (sendo a 1 a mais externa), características presentes nos agregados de outras argamassas: fragmentos de vidro, fragmentos de cerâmica núcleos de cal (Relatório IPT, Análise Macroscópica, Amostra WS11-Barrado):

Camada 1: 60 % é pasta e 40% agregado (alguns grãos de quartzo ocorrem na forma de "tabletes") possui ainda raros núcleos de cal;
Camada 2: 60% pasta, 35% agregados (subarredondados a angulosos) e 5 % de núcleos de cal e fragmentos de vidro preto;
Camada 3: 60% pasta, 35% agregados (subarredondados a angulosos com grãos de quartzo com até 8mm) e 5 % de fragmentos de tijolo e raros núcleos de cal;
Camada de assentamento 1: 60% pasta, 35% agregados (subarredondados a angulosos com grãos de quartzo com até 8mm) e 5 % de fragmentos de tijolo e raros núcleos de cal; Camada de assentamento 2: Pasta 80%, agregados 10% e 10% de núcleos de cal (com até 5 mm) e fragmentos arredondados de tijolo (?).

Infelizmente, com as análises realizadas, é impossível concluir se a camada 1 de WS11 e toda N11 foram substituídas ou se seriam originais. Também não há informação sobre seu traço por análise química.

g) Hidraulicidade

A verificação de propriedades hidráulicas em argamassas de revestimento em 1905-08 foi inesperada. Lembramos que ainda não tínhamos conhecimento do Termo de Contrato da obra (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1905), onde uma argamassa de cimento era indicada para o assentamento de revestimentos cerâmicos.

Baseados nas observações, a equipe do IPT e o autor vislumbraram três origens, talvez concomitantes: pó cerâmico, vidro de escória e cimento.

Pó cerâmico

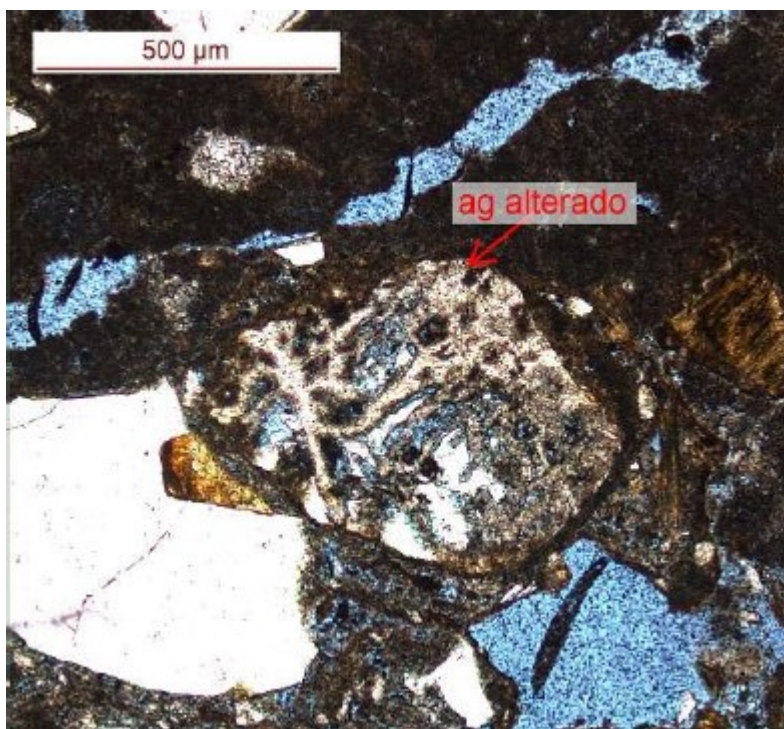


Figura 104: Amostra N24 – Reboco 3 (LMCC-P 467/09). Agregado alterado por consumo em processo de reação com o ligante. O agregado localiza-se na interface reboco 3 e emboço. Polarizadores paralelos.

Fonte: IPT (2010)

A presença de fragmentos de cerâmica observada na petrografia, muitos deles reagidos com a pasta (Figura 104), indica o acréscimo de cerâmica como aditivo da argamassa. Essa prática é antiga, tendo sido encontrada nas obras de Vitruvius, Faventino e Paládio Rutílio por Santiago (2007), que cita também a obra de D'Aviler (1699²². apud SANTIAGO, 2007, p. 153):

D'Aviler recomendou o uso de material cerâmico pulverizado (preferencialmente o uso de pó de telha), além da cal e da areia, na proporção 1:1,5 (cal, *ciment*) quando a intenção fosse conferir hidráulidade à argamassa. Ressalta-se que este foi o primeiro autor estudado que fez referência explícita à mistura de pó de material cerâmico com a cal viva.

O fato de recomendar pó de telha, e não de tijolos, provavelmente visa uma cerâmica com queima completa, pois o interior dos tijolos, muitas vezes, atingem uma temperatura de queima baixa, não transformando a argila em cerâmica.

²² D'AVILIER, Augustin Charles. *Cour d'architecture*, 3ª Ed., Amsterdam, George Gallet, 1699

Santiago cita muitas outras fontes e conclui que o *ciment* (pó cerâmico) foi um material de ampla difusão até o século XVIII, sempre que se desejava alguma hidraulicidade em uma argamassa. A recomendação seria adicionar um pó fino, sendo sugerido inclusive passar em uma “peneira de padeiro” (BELIDOR, 1755²³ apud SANTIAGO, 2007). Os fragmentos cerâmicos observados seriam frações grossas deste pó cerâmico fino. O pó em si, depois de reagido, não é possível observar na petrografia. Seus produtos de reação formam silicato de cálcio hidratado, indistinguível quimicamente de um cimento ou pozolana.

Vidro de escória

Em várias amostras de argamassa a análise petrográfica revelou núcleos de vidro, normalmente ainda contendo cristais de quartzo em seu interior, com formação de cristais de melita aciculares no sentido radial e bordas com formação de portlandita (Figura 105). Tais características são típicas de vidros de escória de alto forno, embora não se descarte ser um resíduo de indústria vidreira.

John Ashurst faz referência a estes aditivos: “Construtores romanos também usaram tijolos, telhas e vasos cerâmicos pulverizados e escória de ferro como aditivos pozolânicos” (1938²⁴ apud SANTIAGO, 2007).

A adição deste vidro pode ter sido feita no Rio de Janeiro, caso houvesse alguma fonte disponível, ou vir incorporada a um cimento industrializado importado.

²³ BELIDOR, B.F. *La science des ingenieurs*. Paris, Claude Jombert, 1729. L. VI, p.76

²⁴ (ASHRUSH, J. *Mortars, plasters and renders in conservation*. Londres, EASA/RIBA, 1983 p.12)

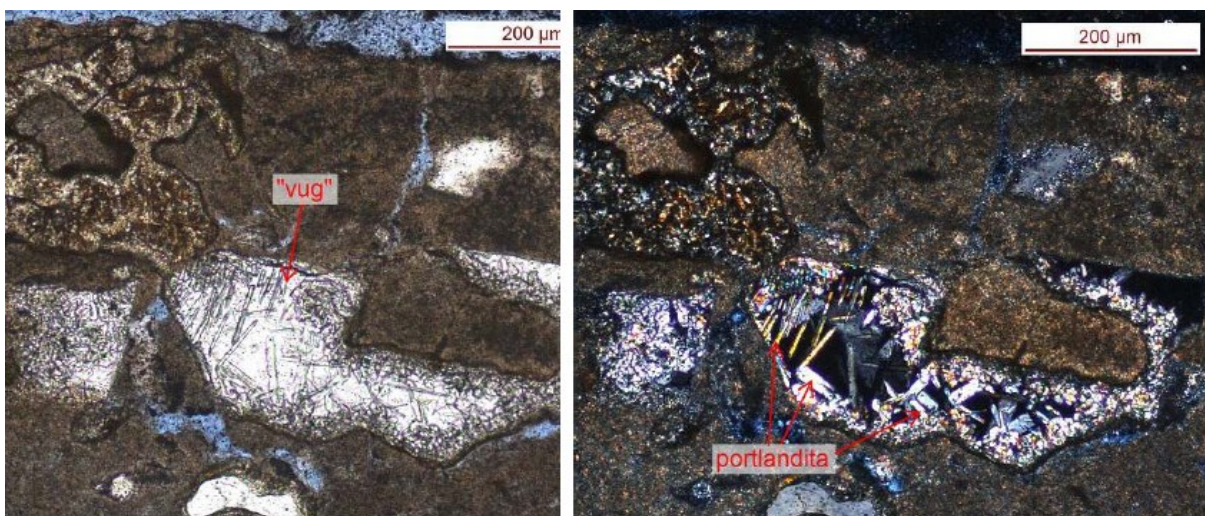


Figura 105: Amostra N24 – Reboco 3 (LMCC-P 467/09). Pseudo *vug* preenchido por portlandita. Trata-se de vidro com borda de reação interna e neoformação de portlandita. À esquerda, polarizadores paralelos; à direita, cruzados.

Fonte: IPT (2010)

Cimento

O ano de 1905-08 parecia uma data bastante precoce para a aplicação de cimento no Brasil em argamassa de revestimento. Por isso, fizemos uma revisão de algumas datas (KAEFER, 2010; BAGATTIN²⁵, 2010 e LOTURCO, 2010):

- 1791- Smeaton faz experiências para a elaboração de argamassa hidráulica para o farol de Eddystone;
- 1796- O “cimento romano”, obtido pela queima de misturas naturais de cal e argila, foi patenteado por James Parker, e produzido industrialmente;
- 1810-1820- A patente de Parker expira, dando espaço para um maior número de fabricantes deste tipo de material;
- 1818- Experiências de Vicat, na França, sobre argamassas hidráulicas para fundação da ponte sobre o rio Dordogne;

²⁵ Em consulta pessoal ao autor, em junho de 2010, fomos informados que os dados da produção no Brasil foram tirados do relatório CONSULTEC. **A Indústria do Cimento no Brasil: seus custos e desenvolvimento**. Rio de Janeiro, Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, 1967.

- 1824- O cimento Portland foi patenteado na Inglaterra por Joseph Aspdin, a partir da dosagem artificial de cal e argila;
- 1897 a 1904- Foi operada a fábrica fábrica de cimento na fazenda Santo Antônio (próximo a Sorocaba - SP), pelo comendador Antônio Proost Rodovalho, voltando em 1907 e extinguindo-se definitivamente em 1918. Possuía capacidade para 25 mil toneladas, sendo esta metade da demanda brasileira no início do século XX (VICENTINI, 2007).
- 1904- Construção de um conjunto de seis prédios utilizando-se concreto armado pela Empresa de Construções Civis, sob responsabilidade do engenheiro Carlos Poma, no Rio de Janeiro.

Baker (1904²⁶ apud DOEBLEY E SPITZER, 1997) relata que havia uma fábrica de cimento de escória de alto forno operando em Chicago em 1904, que seria a única fábrica deste tipo nos EUA naquela época.

Também fizemos uma breve pesquisa no Diário Oficial da União e pudemos ver frequentes licitações para compra de cimento já nas duas últimas décadas do século XIX.

Portanto, embora não fosse esperado inicialmente o resultado de hidraulicidades nas argamassas deste prédio, verificamos ser perfeitamente possível, obrigando-nos a rever nosso conceito de datação quanto ao cimento.

Origem da Cal

Considerando a grande quantidade de agregado carbonático de origem biogênica presente nas argamassas, concluímos que a cal aplicada foi fabricada a partir de conchas e/ou corais. Segundo a geóloga do IPT Priscila Menezes, quando há origem em sambaquis, é comum

²⁶BAKER, I.O. **A treatise on masonry construction**. Londres: Wiley, 1904

encontrar quantidades de ossos de peixes, o que não foi verificado. Desta forma, supõe-se que o material tem origem em depósitos naturais ou resíduos de consumo.

A presença de fragmentos de carvão vegetal e a quantidade de agregado biogênico não calcinados leva a concluir que a fabricação se deu pelo processo rudimentar de medas, em que se empilhavam camadas de conchas/corais ou rochas carbonáticas intercaladas com camadas de carvão, mantendo uma chaminé central. O monte (meda) era, então, coberto com madeira, carvão ou argamassando com barro. A meda era então queimada. O processo é descrito por Santiago (2007) como comum na Bahia até meados do século XX.

8 Síntese e apresentação dos resultados

O grande número de dados resultantes das análises dificulta a sua síntese. No levantamento do Museu CMB, mais de mil dados sobre as diversas amostras foram levantados, sem contar dados de campo.

A síntese não deve ser feita apenas no final, mas em diversos momentos, para avaliar o progresso e os próximos passos:

- após cada dia de levantamento quantitativo de danos em campo;
- antes da escolha dos locais para retirada das argamassas;
- na análise macroscópica expedita, em campo;
- após a análise macroscópica, para a seleção das análises;
- ante o resultado de cada tipo de análise;
- na síntese final, comparando com os levantamentos de campo.

Em grande parte a síntese se apoia na busca de similaridades e contrastes entre as amostras, regiões inspecionadas, argamassas de diferentes funções arquitetônicas ou épocas. Essa busca pode se dar por meio da representação gráfica, onde vemos, ao longo da fachada, as diferentes propriedades. Essas propriedades podem se explícitas, como regiões de argamassa sã versus argamassa degradada, ou iconográficas, como símbolos e cores para indicar os diferentes tipos de agregados encontrados.

Outra forma de buscar correlações é por tabelas, organizando-as por meio das diferentes propriedades observadas. Por exemplo, classificar primeiro pela proporção pasta/agregado, depois pela proporção de quartzo e após pela presença ou ausência de agregado biogênico.

Muitas vezes, o emprego de artifícios matemáticos serão úteis. Por exemplo, a relação de quantidade de óxidos de ferro e alumínio versus a quantidade de anidrido sulfúrico pode revelar mais do que simplesmente as quantias vistas separadamente.

Ferramentas estatísticas também são muito úteis. O uso de médias, desvio-padrão e intervalos de confiança podem ajudar a confirmar ou negar hipóteses. O emprego de regressão múltipla pode mostrar quais fatores estão mais fortemente relacionados em um sistema, revelando minerais de mesma origem em um agregado, por exemplo.

Hughes e Callebaut (2000) lembram que dificilmente se fará uma amostragem estatística relevante em um edifício histórico. Portanto, a validade da amostragem deve ser questionada, e os critérios empregados devem ser lembrados na análise dos resultados. Por isso, pode ser pouco produtivo buscar análises com precisão de muitas casas decimais.

Grandes tabelas podem ser como um labirinto. Vide tabela do Apêndice B. Ela foi apresentada em uma reunião, envolvendo o pessoal técnico de arquitetos e engenheiros do projeto do Pátio Maior. Ainda assim, a compreensão dos resultados foi dificultada pela quantidade de informação a ser filtrada para cada conclusão, natural apenas aos olhos de quem passou os últimos dias analisando. Como representação, as tabelas empregadas para a síntese dificilmente transmitirão a informação ao público final. Na apresentação dos resultados, é importante ter em mente que estes serão empregados por um grupo multidisciplinar. Pequenos resumos didáticos sobre as técnicas podem ser úteis.

Representar os resultados sobre um croqui da fachada do edifício é importante para a compreensão de todos, mas também para explicitar os contrastes e similaridades. Os resultados deverão ser apresentados tendo-se em mente o apoio às atividades de decisão, orçamento e restauro da edificação.

9 Condição material e intervenção

Conforme exposto no capítulo 9 (p.260), a condição material será uma das informações necessárias para a tomada de decisão quanto ao tipo de conservação dispensada à fachada em questão. Como conclusão dos relatórios de inspeção, delineamos propostas de intervenção do ponto de vista do material, para que depois sejam confrontadas com os requisitos culturais.

No primeiro estudo de caso, do Pátio Maior, a apresentação direta dessa conclusão, sem reforçar que se tratava de uma conclusão parcial, baseada apenas na condição material, causou grande desconforto da equipe. Afinal, não se trata apenas de uma questão técnica. Os subcapítulos 9.1.1 e 9.1.2 foram respostas aos questionamentos, agregados em uma revisão do relatório. Nos demais relatórios, esse aspecto foi reforçado de princípio.

Nos casos do Pátio Maior e Fachada do Paço foi possível expressar o traço da argamassa em volume, pois sua formulação foi simplificada para areia e cal. Ainda assim, é preciso presumir alguns valores de densidade para exprimir o traço em volume. Em casos de argamassa hidráulica, a hidraulicidade do aglomerante escolhido ditará sua quantidade, sendo o cálculo mais complexo. Nesses casos, o traço foi expresso em massa.

Argamassas industrializadas especialmente formuladas foram selecionadas para as obras do Pátio Maior e da Fachada do Paço. Tal escolha teve como motivação a garantia da qualidade da obra e constância da formulação. As propostas iniciais de traço foram debatidas e refinadas junto ao fabricante, que promoveu aplicações-teste do produto no local e acompanhamento junto à equipe de aplicação.

O uso de argamassa especialmente industrializada possibilitou o emprego de uma argamassa de reboco homogeneamente pigmentada, o que diminui o efeito estético depreciativo caso não seja possível fazer a manutenção da caiação de acabamento.

A argamassa especialmente industrializada trouxe outra vantagem impensada: ela ajuda a datar a argamassa discretamente. No futuro, um pesquisador que observe a grande homogeneidade obtida em toda a fachada entenderá que se trata de uma industrialização, inexistente antes do séc. XX.

Até o presente momento, não foi encerrado o relatório de análises referente ao Museu CMB, o que nos impede de relatar a conclusão e recomendações do levantamento na presente tese.

9.1 Estudo de caso Pátio Maior: propostas de intervenção

Considerando:

- as semelhanças entre as argamassas estudadas, que indicaram uma provável substituição da argamassa do térreo e do segundo pavimento, quando da realização ou reforma do Terceiro Pavimento, possivelmente no final do século XIX ou início do século XX;
- o estado extremamente comprometido das argamassas do Pátio Maior (80% degradado na fachada leste, 55% na oeste, 71% na norte, 69% na sul);
- as causas prováveis do descolamento de placas serem inerentes à argamassa ou resultado de sua execução, o que indica que a argamassa ainda remanescente deve sofrer a mesma degradação;

propusemos, como intervenção, a remoção da argamassa degradada bem como da remanescente, mantendo apenas as partes de relevo em janelas e sancas que ainda apresentem resistência satisfatória.

A execução dessas argamassas deve seguir os procedimentos apurados:

- remover a argamassa existente no local, preservando os relevos e mestras²⁷ para referência;
- escovar o substrato com escova de aço para remover os resquícios de argamassa desagregada;
- aplicar água de cal sobre a alvenaria;
- aplicar o emboço em camadas nunca superiores a 1,5 cm de espessura, sendo sempre bem prensado contra o substrato;
- reproduzir fielmente os rusticados no reboco, com referência ao levantamento feito e apresentado nas pranchas de levantamento;
- usar pregos longos e inoxidáveis como “armação” da argamassa nas regiões de relevo, como sancas e molduras de janela, além da aplicação em camadas.

9.1.1 Esclarecimentos sobre a formulação

As argamassas deverão ser substituídas por argamassas com o seguinte traço (volume):

Emboço:

1 : 3 cal hidráulica : areia média-grossa

Reboco (pigmentado):

1 : 1 cal aérea : areia média + pigmento a definir

²⁷ pequenos trechos utilizados como referência de linha e prumo na execução do revestimento.

As argamassas propostas para reposição terão traço similar ao atual, porém isenta de argila e mica. Esta escolha foi justificada pela capacidade atual de produzir tal argamassa com matérias-primas mais adequadas e livres das contaminações encontradas, consideradas deletérias para o desempenho. Os traços propostos, além de serem similares aos encontrados hoje no Pátio, são de emprego amplamente comprovado nas construções tradicionais brasileiras. Portanto, é esperado um bom desempenho das argamassas propostas, desde que realizadas com matérias-primas de boa qualidade e seguindo as normas vigentes.

Todavia, cabe ao IPHAN direcionar essa intervenção como melhor parecer.

9.1.2 Quanto à significância cultural

A proposta de substituição total da argamassa presente hoje no pátio é duramente questionada, diante da recomendação de manter o máximo do material existente possível. Esclarecemos que o foco dos relatórios apresentados é primordialmente técnico, não se aprofundando no valor histórico da argamassa hoje presente.

A argamassa atual não apresenta pinturas artísticas ou relevos elaborados. Ela também não representa o estado da arte da época. Todavia, os próprios defeitos de uma argamassa, e mesmo sua simplicidade, podem ser julgados como características importantes a serem mantidas, a critério do IPHAN.

9.2 Estudo de caso Fachada do Paço: proposta de intervenção

Os materiais constituintes das argamassas são indicativos da época em que foram aplicados. O cimento foi patenteado em 1824, na Inglaterra, mas teve seu uso difundido no Brasil somente no final do século XIX, começo do século XX. A cal com calcinação deficiente é anterior à sua industrialização, sendo mais comum antes de meados do século XX. Já a cal de

conchas e/ou corais é mais comum antes da primeira metade do século XX. Desta forma, concluímos que:

- o reboco em toda fachada, constituído de cimento, cal e areia, é resultado de uma intervenção do século XX, em 1921 ou 1958;
- considerando que há cimento no emboço contíguo ao substrato de TN-E-13, as argamassas de cal e areia do emboço e reboco aplicados sobre esta são resultado de uma intervenção mais recente;
- as argamassas mais antigas encontradas nas amostras foram as de cal de conchas e/ou corais, do Torreão Sul, seguidas pelo do emboço 3 de TN-E-23;
- os adornos moldados em atelier, repetidos por toda a fachada, são realizados em cimento e areia, com granulometria especificada no Relatório de Ensaio N° 959 891-203, do IPT, e traço especificado no Relatório de Ensaio N°959 379-203. Uma hipótese é que esses adornos são originais da reforma neoclássica do prédio, tendo sido comprados prontos. Outra hipótese é que tenham sido substituídos quando da intervenção de 1958;
- a degradação generalizada da fachada hoje tem por principal causa a incompatibilidade física das argamassas de reboco, mais rígidas, com as argamassas de emboço, de cal e areia, causando descolamento na interface entre as duas;
- a degradação dos balaústres dos torreões se deve à sua exposição às intempéries sobre uma argamassa de cal, com resistência limitada.

Assim sendo, tecemos as seguintes recomendações para apreciação frente ao projeto de restauro e ao(s) órgão(s) de patrimônio responsável(is):

- Considerando a natureza recente do reboco e seu estado generalizado de degradação, propusemos a sua retirada em toda a fachada;
- A argamassa de emboço subjacente deveria ser avaliada após a retirada do reboco, somente sendo substituída com caso de degradação ou a presença de cimento;
- Considerando a impossibilidade de se usar cal de conchas e/ou corais, propusemos utilizar cal mineral calcítica ou dolomítica (esta última somente quando houver garantia de hidratação completa);
- Um método de fixação dos adornos deveria ser estudado no Projeto de Restauro, quando apresentarem som cavo, mas perfeita integridade da argamassa, indicando seu desprendimento do substrato;
- Caso se desejasse manter como testemunho exposto ao público a argamassa de conchas/corais, sugerimos o local TS-N-11, a critério do Projeto de Restauro.

9.2.1 Quanto às argamassas de substituição

A formulação de argamassa de emboço a ser empregada foi detalhada em conjunto com o fabricante da argamassa, tendo como referência as análises apresentadas (ver subcapítulo 7.5, TS-W-12 emboço 2 e TS-W-31-balaústre). Como primeira aproximação, empregamos o traço:

cal	:	areia	:	carbonato	
1	:	2	:	1,5	para os panos de parede
1	:	1	:	1	para os balaústres.

Considerando-se a precisão do método empregado e também que o traço pode variar ligeiramente entre uma região e outra da fachada, há uma pequena liberdade de escolha. Essa

liberdade foi utilizada junto ao fabricante da argamassa para escolher a que tiver melhor desempenho. Lembramos que a argamassa escolhida deverá ser compatível com a argamassa de emboço já existente, que será mantida em muitos trechos (somente será retirada quando em mau estado ou com presença de cimento). Desta forma, os traços não deveriam se afastar da tabela apresentada e não devem conter cimento.

No caso dos balaústres, dado o estado avançado de degradação em todas as peças, propusemos que toda a argamassa existente fosse reposta, o que realmente foi a opção do IPHAN. O órgão de patrimônio responsável pôde, neste caso, optar por uma liberdade maior na escolha da argamassa que vise melhorar seu desempenho.

9.2.2 Argamassa de reboco (acabamento)

Não foram encontrados indícios da argamassa de reboco original da reforma neoclássica. Assim, recomendamos que a argamassa de emboço da fachada e balaústres fosse recoberta por uma argamassa de reboco de cal e areia fina, com granulometria estudada para minimizar os vazios. Desta forma, com uma camada mais “fechada”, a argamassa estará protegida das intempéries, que tendem a lixiviar o agregado carbonático bem como a cal. O traço dessa camada de acabamento deverá ser aproximadamente de 1:3 (cal:areia), desenvolvida em conjunto com o fabricante, sendo fundamental que tivesse elasticidade e dilatação compatíveis com o emboço.

A camada de acabamento poderá ser pigmentada, segundo especificação do projeto de restauro. Porém, é interessante ressaltar que a caição ajuda a preservar as argamassas à base de cal, constituindo-se, ao mesmo tempo, em uma camada protetiva e em um meio de reposição da cal eventualmente lixiviada. Posto isso, recomendamos a caição para acabamento e conservação da fachada.

9.2.3 Argamassa de adornos

Os reparos e reconstituições de ornatos deverão ser feitos com a argamassa apontada para TS-W-22-adorno. Quando moldada em atelier, recomendamos a cura submersa em água, para melhorar suas propriedades.

Já os reparos e reconstituições de frisos, moldados in loco com “carrinhos”, recomendamos o uso da mesma argamassa de emboço e de reboco indicadas para os panos de parede.

10 O que prever em um orçamento

Delimitar um bom orçamento é uma questão tão importante quanto as considerações sobre como fazer a inspeção e análises em si. Do ponto de vista do profissional que venha a prestar serviços desta natureza, um bom orçamento é um relevante fator de sucesso. E seu sucesso será o sucesso da preservação do patrimônio histórico.

Mas há um outro aspecto ainda mais carente de bons orçamentos: os projetos para a Lei Federal de Incentivo à Cultura (Lei 8.313 de 23 de dezembro de 1991). Esse mecanismo tem sido uma das principais fontes de recursos para a preservação do patrimônio cultural arquitetônico. Para tirar proveito do incentivo, é necessário apresentar um projeto para aprovação Ministério da Cultura. Nesse projeto constará uma planilha orçamentária detalhada e, uma vez aprovada, não haverá flexibilidade. Portanto, se nessa planilha for omitida a alínea de inspeção de fachada e das análises laboratoriais, o proponente poderá se ver obrigado a realizá-los mesmo sem ter recursos para tanto. Mais de uma vez fomos consultados por empresas sob exigência de um órgão patrimonial, porém sem orçamento que permitisse fazer um estudo mínimo.

10.1 Inspeção de materiais e danos

Infelizmente, não será possível prever um “número mágico” de custo por área de fachada inspecionada. Até porque os valores podem mudar de região para região e o orçamento do Mecenato, uma vez aprovado, não tem grande flexibilidade. É necessário considerar vários aspectos e fazer contato com fornecedores para se obter o valor necessário. É esse roteiro que

abordamos, devendo ser desenvolvido por um profissional que tenha afinidade com construções civis.

- O primeiro passo é conhecer a edificação a ser inspecionada:
 - deve-se saber a área a ser inspecionada e quantos elementos arquitetônicos merecem atenção especial;
 - é preciso observar o entorno e seu relevo, para saber se haverá espaço para equipamento de acesso vertical e se a inclinação da rua dificultará a operação;
 - caso seja necessário interditar ruas, é preciso verificar se é possível em dias corridos, de semana.

Com tais dados na mão, será necessário definir a forma de acesso vertical mais adequada. Pode ser necessário mais do que uma, conforme o caso.

Uma vez definida a forma de acesso, pode-se estipular o rendimento da inspeção e calcular o número de horas necessárias. É importante notar que os valores apresentados neste estudo são os medidos para apenas um inspetor experiente e que podem variar para outros inspetores. O valor horário do inspetor também deve variar conforme sua experiência e fatores pessoais. Algumas Associações de Engenheiros Arquitetos e Agrônomos publicam tabelas de preços de serviços das categorias, sugerindo valor horário para consultorias.

Determinar o apoio necessário à inspeção, como diárias de Auxiliar de Construção, locação de escadas, etc.

Além da inspeção em si, é preciso reservar um tempo do acesso vertical para a retirada de corpos de prova, que, muitas vezes, exige acesso a locais elevados. Esse tempo dependerá do número de corpos de prova estimados previamente.

Além do valor horário do inspetor em campo, deve-se orçar o esforço necessário para a organização das fotografias, elaboração do relatório de inspeção e, se for o caso, sua apresentação à equipe. Embora o valor possa variar conforme a complexidade do edifício, deve-se estimar pelo menos 40Hh para tanto.

O serviço de passar a limpo as anotações de campo para o CAD pode variar conforme o tipo de patologia e a experiência do desenhista. Prever 0,05Hh/m² de desenhista pode ser uma boa aproximação.

Pode ser necessário prever um número de diárias para a equipe de inspeção e/ou guindaste, dependendo da localização. É mais interessante pagar os valores diretamente ao hotel/restaurante, evitando-se a incidência de impostos sobre estes valores, caso inseridos na fatura do serviço de inspeção.

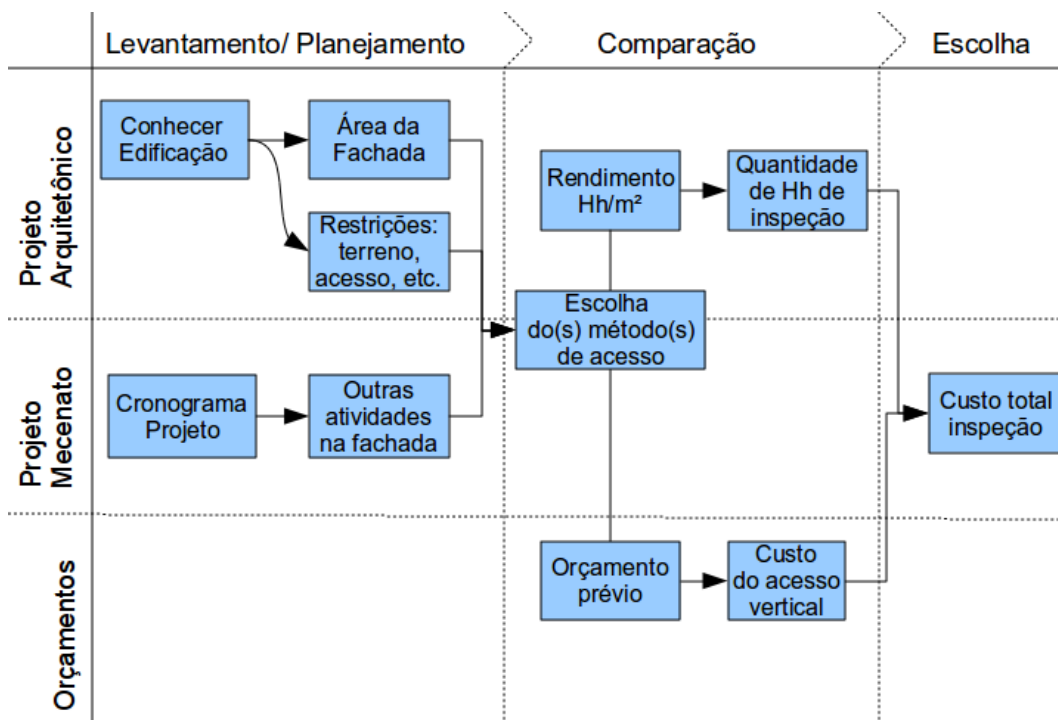


Figura 106: Fluxograma de escolha do método de acesso vertical e sua contribuição no orçamento

Na Figura 106, vemos um fluxograma esquemático dos passos descritos para a seleção do método de acesso vertical. Mais de um método pode ser escolhido, dependendo das restrições existentes.

10.2 Análises laboratoriais

O orçamento da parte de análise de corpos de prova dependerá de algumas estimativas prévias. Uma visita de um profissional experiente ao local poderá melhorar a precisão do orçamento. Via de regra, será necessário prever:

- o número de amostra desejadas, que depende de quantos elementos arquitetônicos diferentes existem (pano de parede, barrado, pilastras, adornos, etc), potencialmente com argamassas diferentes;
- quantos períodos construtivos existiram, quando for necessário comparar as formulações ou verificar se há vestígios;
- o número de patologias diferentes, pois, havendo regiões com desempenho muito diferente, é interessante compará-las;
- o número de camadas de cada amostra, normalmente duas (emboço e reboco), mas sendo comum encontrar três em edifícios históricos, devido às reformas;
- o tipo de análise necessária, que poderá variar do emboço para o reboco e será bastante diferente se houver agregado carbonático.

Vemos que o número de corpos de prova pode crescer rapidamente, pois se multiplicam.

Por exemplo:

4 (elementos arquitetônicos) x 2 (períodos constr.) x 2 (patologias) x 3 (camadas)

Resulta em:

- 16 retiradas de corpos de prova
- 16 análises de reboco
- 32 análises de emboço

Portanto, é importante estimar bem, para que o projeto não fique dispendioso demais ou que faltem recursos na execução.

A retirada de corpos de prova costuma ser orçada por unidades e profundidade (espessura da argamassa), havendo faturamento mínimo. Empresas que fazem corte e perfuração em concreto são adequadas para esse tipo de serviço, lembrando-se que devem usar serra-copo diamantada a seco, sem refrigeração de água, pois a água pode lixiviar alguns elementos das amostras. O diâmetro deve ser confirmado com o laboratório de ensaios, porém de 5 a 10 cm costuma ser um diâmetro adequado para a maior parte das análises.

Alternativamente, as amostras podem ser retiradas empregando-se uma serra manual de disco diamantado, que tenha profundidade de corte maior que a espessura da argamassa. Se o equipamento estiver disponível, o custo da retirada poderá ser menor, devendo ser orçado diretamente com o empreiteiro.

O inspetor deverá acompanhar a retirada das amostras, prevendo, pelo menos, 30min. para cada uma, dependendo do acesso. Esse valor deve ser previsto no orçamento, assim como a identificação e embalagem das amostras para envio ao laboratório, onde são previstos mais 20min.

Um relatório final deverá ser elaborado, ligando os fatos inspecionados aos resultados laboratoriais. Deve-se investir cerca de 60Hh de trabalho de um profissional capaz de analisar todos esses dados.

Por fim, devem-se também reservar recursos para impressões de relatórios (cerca de 60 páginas por exemplar, que costumam contar com muitas imagens coloridas) e desenhos de vistas de fachadas, cujo número dependerá da área.

Tabela 29: Exemplo de orçamento na formatação empregada pelos projetos da Lei Federal de Incentivo à Cultura

Descrição das etapas/fases	Quantidade	Unidade	Quantidade de unidades	Valor unitário
Inspetor para avaliação de materiais e danos da fachada, inclusive acompanhamento da retirada de amostras	1	Hh		
Auxiliar de construção civil	1	diária		
Guindaste, incluindo equipe	1	H		
Plataforma articulada	1	diária		
Frete para plataforma articulada (ida e volta)	2	un		
Andaime fachadeiro (m ²)		meses		
Frete para andaime fachadeiro (ida e volta)	2	un	1	
Serviço de montagem e desmontagem de andaime fachadeiro	2	un		
Elaboração de relatório e organização de fotografias	1	Hh		
Serviço de CAD referente ao levantamento de danos e materiais	1	Hh (ou prancha)		
Serviço de retirada de corpos de prova (inclusive mobilização)	1	un		
Diárias e hospedagem para equipe de inspeção (por pessoa)	No. de pessoas	diária	No. de dias	
Análises laboratoriais (DR-X, Petrografia, Análise Química, conforme o caso)	1	Amostras		
Reuniões com equipe de laboratório	2	Hh		
Elaboração de relatório de caracterização de materiais	1	Hh		
Serviços de impressão	1	Verba		
Apresentação final e visitas à obra (Hh, hospedagem e deslocamento)	1	Verba		

Em casos em que parte da equipe é de outra cidade, é interessante reservar recursos para viagem e hospedagem para apresentação do trabalho final à equipe, incluindo órgãos de

patrimônio, e visitas à obra.

Na Tabela 29, é dado um exemplo de planilha de orçamento similar ao modelo de formulário do Ministério da Cultura. Nela há duas colunas de quantidade. A primeira se refere à quantidade do descrito, e a segunda à quantidade das unidades. Por exemplo, um item “Hospedagem para equipe (por pessoa – 5 pessoas por 10 dias)” teria 5 como primeira quantidade, “diária” como unidade”, 10 como segunda quantidade, que resultam em 50 diárias vezes o valor de uma diária.

11 Conclusões gerais e recomendações

Nos estudos de caso, demonstramos que a metodologia proposta é aplicável e trouxe informações úteis às decisões de preservação das fachadas.

A revisão bibliográfica sobre cartas patrimoniais nos ajudou a perceber melhor os critérios envolvidos em projetos de restauro. O levantamento abordado nesta tese é uma contribuição para um cenário de decisão, mas não suficiente em si. Essa percepção é muito importante para o trabalho em equipe, onde é necessário esclarecer as expectativas e contribuições de cada participante.

Quanto à patologia das argamassas históricas, ela difere pouco de argamassas em geral, excluindo-se as patologias de curto prazo e aquelas decorrentes de materiais e métodos já não mais empregados. Sua revisão neste trabalho auxilia a explicitar os caminhos contra os quais os dados obtidos deverão ser analisados. Por não ser uma análise sistemática, cabe ao profissional ter estas informações bem assentadas para direcionar seu olhar.

Apresentamos, também, muitas informações de caráter prático, visando facilitar a aplicação do método por pessoas interessadas em verificá-lo ou empregá-lo. Não encontramos nenhuma bibliografia que citasse questões como modos de acesso vertical, representação da evolução histórica de fachadas, seleção de nomenclatura, elaboração de formulários de campo e organização de informações coletadas. Esses tópicos refletem a prática que adquirimos em campo e contribuem para o sucesso das demais etapas. Um bom formulário de campo, por exemplo, contribui para que as informações sejam anotadas com mais precisão e que não se percam.

Na metodologia, sugerimos que o levantamento histórico anteceda todos os trabalhos, sendo reinterpretado com enfoque na fachada estudada. Esse levantamento auxiliou a orientar os trabalhos de campo, a amostragem e a interpretação dos resultados. No caso do Museu CMB, um atraso no levantamento histórico levou ao início dos trabalhos com poucas informações. A divulgação na equipe do termo de contrato da reforma de 1905, após o término das análises laboratoriais, deixou clara essa necessidade. Nesse documento havia informações diretas sobre as argamassas a serem empregadas na obra, tipos de alvenarias e demais serviços, que poderiam ter auxiliado a guiar as escolhas e interpretações.

O levantamento de campo praticado empregou inspeções visuais, similar à literatura citada, porém nos apoiamos sobretudo na percussão com martelo de bordas em ABS. Essa análise, citada brevemente por alguns autores e praticado intuitivamente em canteiros, foi descrita, aprofundada e comprovada no presente trabalho. O método foi aplicado em três levantamentos em fachadas argamassadas cujo substrato era pedra e/ou tijolos, e cujas argamassas eram de cal e/ou cimento e diversos tipos de aglomerantes. O total de área de parede inspecionada foi de cerca de 4.400m².

O levantamento por percussão superou as expectativas frente à verificação, quando se demoliu cuidadosamente e mediu a argamassa sem aderência na fachada leste do Pátio Maior do Paço de São Cristóvão. A diferença entre o levantamento por percussão e a demolição foi de apenas 4% de falso negativo, isto é, regiões onde a percussão acusou argamassa sã, mas estava sem aderência. Como houve um lapso de quase um ano entre o levantamento e a verificação, quando a degradação avançou, estimamos que o desvio do levantamento tenha sido menor. Considerando-se a simplicidade do método e seu custo relativamente baixo, este resultado foi considerado excelente.

Os levantamentos de métodos construtivos e qualitativo de danos causaram muito boa impressão nas equipes envolvidas nos projetos. Sua utilidade foi muito maior do que causar boa impressão, uma vez que empregamos muitas dessas informações na análise do quadro patológico. Dados sobre impermeabilização, cravos forjados embutidos na argamassa e aspectos cronológicos são alguns exemplos de aplicação. Consideramos muito importante a realização deste aspecto do levantamento.

A metodologia de amostragem, apesar de ter sido desenvolvida antes da maior parte das obras citadas e nunca publicada, chegou a conclusões similares. Mostrou-se eficaz nos estudos de caso expostos, que trazem exemplos de outras questões presentes na prática, como o acesso aos locais ideais para amostragem.

Muitos autores recomendam fazer uma amostragem mínima, visando um dano mínimo ao patrimônio. Na escala das fachadas examinadas, entre 700 e 2.000m², a retirada de algumas dezenas de amostras, de 0,008m² cada, pode ser considerada um dano pequeno. O maior limite que percebemos foi a capacidade de analisar as amostras depois de retiradas, tanto de orçamento quanto de tempo. Percebemos que o orçamento limita mais a aplicação de estatística nas análises laboratoriais do que o dano de amostragem, em edificações desse porte e sem valores artísticos agregados à argamassa, como afrescos ou baixos-relevos.

Quanto às análises laboratoriais, a metodologia proposta diferiu dos autores referenciados em dois aspectos. Primeiro, por não buscar prever todas as análises úteis à avaliação de argamassas, mas delinear a partir dos primeiros resultados, as análises seguintes adequadas a cada caso. Segundo, por buscar agrupar as amostras retiradas através de similaridades, evitando realizar análises completas em todas as amostras, o que seria dispendioso, demandaria muito tempo e agregaria pouco valor. Entretanto, nem sempre foi possível aplicar

a metodologia proposta. Foi o caso do Museu CMB, onde a demora nos resultados da análise macroscópica e petrográfica fez que as escolhas de análises por via química antecedessem sua conclusão. Todavia, de uma maneira geral, a metodologia proposta se mostrou satisfatória como guia para a equipe envolvida, podendo ser, como foi, adaptada conforme a necessidade.

As análises laboratoriais seguiram os protocolos do IPT, de análise petrográfica, reconstituição de traço por análise química e DR-X. Tais análises possuem uma grande interdependência: o resultado de um modifica a interpretação do outro. Por exemplo, a detecção de minerais típicos do cimento pela petrografia e/ou DR-X leva a um cálculo da análise química em que se prevê cimento. É importante a observação do conjunto.

A DR-X é empregada como apoio às duas outras análises. Salvo erros de procedimento, a DR-X não resulta em falsos positivos. Se indica um mineral, está presente na amostra. Entretanto, pode ignorar minerais em baixa concentração. Assim, ela pode orientar à observação dos minerais identificados na petrografia e, como já dito, orientar os cálculos da análise química quanto à presença de cimento, gesso, cal, etc.

A petrografia se mostrou uma análise muito versátil, oferecendo-nos informações sobre composição mineralógica, história geológica das matérias primas, granulometria, poros, concentrações relativas, entre outras. Infelizmente, é uma análise demorada e altamente dependente de um profissional treinado. A petrografia foi o caminho crítico do prazo nas análises laboratoriais, por esse motivo. Ainda assim, é difícil prescindir dela pela visão holística que proporciona. É importante que se otimizem os processos de preparação de amostras, se automatize a análise das imagens e que mais profissionais sejam treinados nesta especialidade, para seja empregada em mais estudos.

O emprego de microscopia eletrônica e EDS seria muito útil na análise petrográfica, podendo inclusive agilizá-la. Infelizmente, o custo do equipamento (tipicamente entre 150 e 200 mil dólares americanos) e o de sua operação fazem dela uma opção dispendiosa. O aparecimento de novos microscópios eletrônicos de baixo vácuo e operação simplificada, custando cerca de 70 mil dólares, embora de magnificação relativamente baixa (20mil vezes²⁸), oferece a perspectiva de que, em alguns anos, tal instrumento será mais acessível e poderá ser incorporado a essa análise.

A reconstituição de traço por análise química é uma análise muito útil, dando resultados bastante precisos e aferidos por estudo cego. Todavia, é restrito às argamassas de agregado quartzoso (ou outro insolúvel em ácido clorídrico) com cimento e/ou cal. Essa ressalva limita muito suas conclusões em argamassas históricas, que, muitas vezes, terão saibro e agregado carbonático em sua formulação. A reconstituição de traço passa a ser apenas uma aproximação, dependendo fortemente da análise petrográfica.

Na busca de alternativas para a análise de traço no Museu CMB, empregamos em três amostras a ATG/DTG, na expectativa de identificar e quantificar os materiais pela sua energia de reação. Os resultados reforçaram a hidráulidade das argamassas de reboco e de adorno. A quantificação foi prejudicada por não ter referências experimentais que ligassem a perda de massa do CSH e da portlandita à quantidade de cimento. Se considerarmos como análise qualitativa, a DR-X desempenha este papel melhor e mais economicamente. Assim, na ausência de dados que possam fazer uma estimativa de composição a partir da ATG/DTG, não é interessante recomendar seu uso.

²⁸ na verdade essa magnificação é plenamente adequada a essa análise.

A síntese dos resultados das análises tiveram enfoques diferentes conforme as questões suscitadas pela equipe de restauração, incluindo órgão patrimonial. Essa abordagem é natural e é interessante que esteja demonstrada pelos estudos de caso. De uma maneira geral, foram buscadas informações ligadas à patologia, tipo de agregado e traço das argamassas.

O aspecto da patologia foi plenamente atendido empregando-se as informações de campo com as informações de laboratório, principalmente da petrografia e análise macroscópica. Essas informações permitem indicar influências externas, como insolação e umidade ascendente. Revelam também a presença de componentes deletérios na argamassa e até de vícios de aplicação, pela observação de porosidade e componentes acumulados e/ou direcionados em planos. Alguns detalhes poderiam ter sido mais aprofundados com a aplicação de MEV/EDS, porém não chegam a prejudicar as conclusões.

A análise do agregado, quanto à composição e sua história geológica, se apoia na petrografia, cujos dados são analisados à luz dos levantamentos de campo e evolução histórica. Talvez as maiores limitações da petrografia aplicada sejam a medida bidimensional e os finos. A composição dos agregados é feita de forma semiquantitativa, portanto aproximada. Ela envolve a observação da percentagem de área ocupada por cada componente. Além de ser uma observação aproximada, a relação entre área e volume depende do coeficiente de aspecto do grão e de sua orientação. Também a petrografia não possibilita distinguir componentes muito finos que tenham sido incorporados ou reagido com a pasta (ligante). Ainda assim, as informações obtidas foram importantes e satisfatórias. Especialmente por distinguir agregados de igual composição química pela sua história geológica, que caracteriza lavras diferentes e, possivelmente, períodos de execução diferentes.

A análise do traço das argamassas não deve ser aferida apenas pela análise química. Conforme discutido, essa análise está sujeita a desvio na presença de argilominerais, agregado carbonático, entre outros. Assim, sua interpretação deve ser feita acompanhada pela petrografia e, se possível, pela DR-X, de modo a indicar a presença desses componentes. Na presença deles, a precisão final do traço estará subordinada à precisão da análise semi-quantitativa da petrografia, que indicará a sua proporção.

A indicação de resultados de traço de argamassa com menor precisão é aceitável. Em primeiro lugar, porque ela é a interpretação de uma argamassa atual, estado alterado de uma argamassa antiga, sujeita à lixiviação, chuvas ácidas e a outros mecanismos. Em segundo lugar porque a análise corresponde a uma pequena amostra, em relação à fachada, de uma argamassa que tradicionalmente era formulada em volume, com baldes ou carriolas. É de se esperar que haja uma variação na formulação ao longo da argamassa. Ainda assim, o resultado do traço será um importante indicativo para formulação da argamassa de substituição ou reposição. Ele será o ponto inicial do desenvolvimento, e deverá ser adaptado de forma a garantir maior compatibilidade e/ou desempenho (nesta ordem) à nova argamassa.

A apresentação de resultados na forma de mapas temáticos, em que cada resultado é apresentado separadamente sobre esboços da fachada, se mostrou muito eficaz para compartilhar informações no grupo de trabalho. Em contraponto, a apresentação de resultados, na forma de grande tabela, criou mais dúvidas do que esclarecimentos, devido à complexidade e quantidade de informações. Esse compartilhamento de informações é muito relevante, pois no ambiente de conservação e restauro arquitetônico o poder de decisão é distribuído entre o órgão patrimonial, proprietário/usuário, arquiteto responsável, mecenas cultural, instituição captadora de recursos, prestação de contas ao Ministério da Cultura e

análise de projetos culturais do Ministério da Cultura (nem sempre todos, e com poder de decisão variável). Sem contar com os profissionais que usarão tais informações na sequência, como orçamentistas, executores da obra, inspetores, etc. É importante que as informações possam ser minimamente apreendidas por um público muito diversificado. Esse público, via de regra, não estará tão interessando nos detalhes científicos interpretados. Quando estiver, poderá ter acesso direto aos relatórios laboratoriais, mais fotografias e outros detalhes.

A nomenclatura, base de toda referência, também foi aprimorada. Ela passou a ser apresentada de forma mais gráfica, visando facilitar a localização dos dados em discussão. Uma mudança simples, mas que auxiliou bastante na comunicação entre os participantes.

Embora a formulação da nova argamassa não faça parte do escopo desta tese, vale comentar que o emprego de argamassa industrializada foi cogitado inicialmente pela garantia da qualidade. Especialmente formulada pela Minercal para o Pátio Maior e Fachada do Paço, findou sendo também uma maneira sutil de se datar a argamassa, pois a homogeneidade desta ao longo da fachada será perceptível aos olhos de um especialista no futuro. O mesmo poderá ser dito sobre o uso de incorporadores de ar, um aditivo sutil que pode contribuir para um melhor desempenho da argamassa.

Os subsídios para orçamento de trabalhos de levantamento são uma compilação de informações úteis e lembretes. São apresentados dados inéditos sobre a produtividade da inspeção e a previsão das análises laboratoriais. Também não conhecemos algum trabalho publicado sobre esse tema. Acreditamos que esse tópico tenha contribuído para que sejam corretamente previstos os recursos para os levantamentos das fachadas, que hoje são um limitante para a execução de trabalhos mais completos. Atualmente, o Ministério da Cultura, gestor da Lei Federal de Incentivo à Cultura, não restringe a aprovação de um projeto cultural

que não contempla os levantamentos preliminares necessários a toda intervenção no patrimônio cultural. Algumas vezes, os órgãos patrimoniais (como o IPHAN, vinculado ao mesmo Ministério da Cultura) exigem esses levantamentos antes da execução, porém o orçamento do projeto, já aprovado, não prevê recursos para tal.

Os estudos de caso apresentaram uma evolução entre si. O Pátio Maior, justamente por ser o primeiro, não contou com uma metodologia tão estruturada, e menos informações foram coletadas em campo. Também não contou com a profusão de imagens possibilitada pela fotografia digital.

Por ser a primeira aplicação, houve muita resistência dos profissionais do IPHAN, que pretendiam uma intervenção mínima, como aconselham as cartas patrimoniais. A resistência era compreensível: em termos de argamassa já ausente media-se apenas 5% da área total, enquanto a análise de percussão indicava o comprometimento de 69% da superfície²⁹. As análises laboratoriais mostraram sintonia com o quadro de degradação observado, apontando as origens da degradação como inerentes à argamassa. Essa conclusão foi inicialmente baseada na interpretação da teoria disponível, sem normas ou outros casos que a pudessem apoiar. Foi natural que o IPHAN pedisse a comprovação pela demolição cuidadosa da argamassa que realmente estivesse desprendida. Felizmente, do ponto de vista da validação do método, houve comprovação da degradação (vide Apêndice B). Por fim, foi selecionada uma área de argamassa em melhor estado para ser preservada, e o restante foi substituído, buscando-se melhor desempenho da proteção oferecida pela argamassa à fachada.

O levantamento da Fachada do Paço se beneficiou de diversas sugestões feitas no Pátio Maior e da experiência que acumulamos. Apesar da maior responsabilidade, foi um trabalho

²⁹ com problema de descolamento ou grosseiramente reposta por argamassa de cimento

que começou mais bem estruturado, com procedimentos já delineados. Por ser acessível, esse levantamento contou com serviço de guindaste, ganhando produtividade. Registramos toda a fachada com fotografias. Empregamos muitas fotografias no relatório, pela facilidade técnica.

A proporção da fachada onde a argamassa apresentava problemas de aderência foi muito grande, demonstrada no Apêndice C. Os estudos apontaram para outra causa: a incompatibilidade entre a argamassa de reboco e a argamassa cimentícia do reboco, fruto de uma intervenção posterior.

A intervenção realizada foi a retirada de toda a argamassa de reboco, que já se descolava do emboço. O emboço foi mantido, desde que em bom estado. O reboco foi recomposto com uma argamassa de formulação similar e recoberta com uma massa fina especialmente desenvolvida. Também foi mantida uma pequena área de argamassa original, como testemunho. As argamassas dos balaústres foram inteiramente substituídas, dada sua avançada degradação.

No Museu CMB, o trabalho de campo teria apenas oito dias corridos para ser feito, o que incitou uma preparação prévia melhor. Foi a primeira aplicação dos formulários de campo no formato A4, em forma de caderno. Esse tipo de formulário trouxe ganhos em agilidade e qualidade das informações colhidas. Um detalhe simples, mas muito positivo.

Também no Museu CMB treinamos, pela primeira vez, um auxiliar de construção civil, para ajudar na inspeção por percussão. O treinamento não foi difícil, porém exigiu acompanhamento de perto, já que a sensibilidade auditiva demora a se desenvolver. Ainda assim houve um ganho, pois enquanto o auxiliar percutia supervisionávamos e anotávamos os resultados. Após cerca de três dias de trabalho, o auxiliar adquiriu autonomia, ainda que supervisionado de perto. A transcrição para o caderno de campo foram sempre feitas por nós.

A caracterização macroscópica da argamassa em campo também melhorou no Museu CMB. Não apenas pelos trabalhos anteriores, mas porque passou a ser um hábito observar, com olhos e mãos, todas as argamassas que pudemos desde então. Uma forma empírica de adquirir repertório.

As fachadas do Museu CMB não foram integralmente inspecionadas por falta de tempo em campo. Para que os resultados pudessem ser extrapolados para toda a fachada, empregamos os intervalos de confiança da estatística. Tal procedimento será útil em futuros trabalhos em que haja homogeneidade em uma extensa fachada, quando poderá optar por inspecionar por amostragem.

No levantamento por percussão, podemos perceber que a porção central da fachada, de três pavimentos, possui um desempenho melhor que as demais, com 62% de argamassa sã, contra 22 a 42% das demais fachadas. Há correspondência na análise química: a amostra da região central apresenta um emboço com duas vezes mais cal e um reboco com quatro vezes mais do que a amostra da fachada norte. Por outro lado, não se pode afirmar que o desempenho da fachada norte, com maior insolação, é diferente ao das demais fachadas de dois pavimentos. O principal motivo de degradação é a presença de argila em torrões na argamassa e a baixa relação aglomerante/agregado.

A divulgação do Termo de Contrato da obra (MINISTERIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES, 1905) somente no fechamento das análises laboratoriais causou decepção, retrabalho e motivação. Decepção e retrabalho, pois esse documento poderia ter auxiliado a direcionar as análises laboratoriais e fomos obrigados a reinterpretar os resultados à luz desse texto. Motivação, pois é um documento com informações muito importantes não só para a fachada, mas para a edificação como um todo. Assim, reforçamos a importância de que seja

feito um levantamento histórico prévio aos demais levantamentos.

Apesar do Termo de Contrato indicar a aplicação de argamassa de reboco apenas com “cal de cabo frio”, foram identificados componentes hidráulicos nas amostras estudadas. Também foi considerada hidráulica a argamassa de assentamento, indicada no contrato como barro e cal. É uma mostra de que, mesmo com uma documentação tão contundente, devemos empregar as análises laboratoriais.

Infelizmente, até o final desta tese ainda não haviam ocorrido o encerramento do relatório e reuniões finais do Museu CMB, pelo que não é possível relatar conclusões e procedimentos adotados. Entretanto, de uma maneira geral, acredita-se que houve um ganho neste trabalho em relação aos demais, em matéria de organização, informações coletadas e assertividade.

No cômputo global, a metodologia apresentada nesta tese atendeu às expectativas dos envolvidos nas intervenções usadas de estudo de caso, seja do órgão patrimonial, do projeto de restauro, seja da executora da obra. Considerando-se a idade dos edifícios abordados, é de se esperar que esta questão se torne relevante para os edifícios do Corredor Cultural do Rio de Janeiro e do Centro de São Paulo, cuja idade das fachadas dista, em sua maioria, algumas décadas de idade dos casos apresentados.

11.1 Sugestões para trabalhos futuros

Algumas questões não puderam ser exploradas no presente trabalho e passam a ser sugestões para outras pesquisas:

- A metodologia foi aplicada apenas em argamassas de cal e/ou cimento com agregados diversos, sobre substrato de pedra ou tijolos maciço. É necessário verificar se o

levantamento de danos por percussão será eficaz em paredes de taipa de mão, enxaimel, tabique e outras variações de paredes estruturadas, além de taipas de pilão, adobes e outros substratos de terra. Também é importante verificar sua eficácia em argamassas de barro, esterco-barro e outras variantes encontradas na arquitetura patrimonial;

- As propriedades físicas e mecânicas das argamassas não chegaram a ser verificadas no presente trabalho, e será interessante aprofundar o conhecimento nesta prática e verificar se a metodologia de seleção de análises está adequada ou pode ser mais detalhada;
- Apesar de ter sido feita a verificação de obra das fachadas do Pátio Maior, não foi possível realizar a comparação ponto a ponto com o levantamento por percussão, que se traduzisse em índices de confiabilidade mais detalhados. Este estudo deverá ser aprofundado;
- O levantamento por percussão envolve riscar as áreas afetadas na parede com giz de cera, para depois transcrevê-las desenhando em caderno de campo e/ou fotografia. Esse processo demanda trabalho e introduz erro. Poderá ser estudada uma forma de digitalizar tal levantamento diretamente, poupando trabalho e aumentando a precisão;
- O emprego de uma sonda com acelerômetro para captar as vibrações da parede causadas pelo martelo, analisadas por software dedicado, poderá aumentar a confiabilidade da análise e deixá-la menos dependente do treinamento/capacidade do inspetor;
- O agrupamento de amostras realizado a partir de análise-chave, como a análise macroscópica ou DR-X, não teve a oportunidade de ser verificada de forma extensiva

e conclusiva. Um estudo futuro, com prazo e recursos suficientes, poderá realizar análises completas em todas as amostras dos diferentes grupos e verificar se realmente as similaridades poderão ser verificadas apenas pela análise-chave;

- A metodologia foi proposta tendo sempre em mente a preservação do patrimônio histórico construído. Um estudo futuro poderá adequar e testar essa aplicação da metodologia em edifícios mais recentes, em estudos de desempenho e patologia;
- A análise química pode ser influenciada pela presença de argila, porém conhecemos estudos cegos que abordem tal questão, o que pode ser um aspecto a explorar.

Além das lacunas do presente trabalho, são percebidas oportunidades de outra natureza que poderão beneficiar levantamentos no patrimônio histórico como um todo:

- A Carta de Amsterdã (DECLARAÇÃO..., 1975, p. 10) sugere:

Os materiais e técnicas novas não devem ser aplicados sem antes se obter a concordância de instituições científicas neutras.

Seria necessário arrecadar dados para confecção de um catálogo de métodos e de técnicas utilizados e, para isso, criar instituições científicas que deveriam cooperar estreitamente entre si. Esse catálogo deveria ser posto à disposição de todos os interessados, o que favoreceria a reforma das práticas de restauração e de reabilitação.

Se a ideia de arrecadar dados possui mais de 3 décadas, o formato wiki poderia ser inovadoramente aplicado a essa demanda. A natureza do wiki é da edição colaborativa de informações, fazendo que cada pesquisador, restaurador, estudante, normatizador seja potencialmente um coautor e usuário do wiki. Esta comunidade será organizada na forma de contribuidores, revisores e aprovadores. Pessoas dispostas a sanar dúvidas e pessoas necessitando de respostas podem utilizar um fórum eletrônico, que documenta as questões para referências futuras.

- A criação de estudos sobre autenticidade, segundo o ponto de vista de diversas comunidades, é preconizada pela Carta de Brasília (CARTA..., 1995). O Ministério da Cultura deverá promover estudos sistemáticos sobre os conceitos culturais envolvidos, em cada estado e em cada minoria da população, de forma a prover o suporte às decisões dos diversos projetos que ocorrem em todo o país. Não é prático que um projeto de intervenção arquitetônica isolado tente abordar um assunto tão amplo e, muito menos, que cada projeto cultural o faça de maneira isolada e redundante.
- O governo Collor foi uma marca para o IPHAN, que foi desaparelhado e passou de um órgão que promovia ações de conservação por si a um regulador do uso e das intervenções no patrimônio cultural nacional. Não visamos debater aqui o mérito dessa mudança. No nosso ponto de vista, a atual atividade exige uma postura de órgão normatizador, publicando e reforçando a aplicação de normas e diretrizes para a conservação do patrimônio cultural nacional. Esse tipo de publicação deixará evidentes quais os padrões pelo qual o próprio IPHAN irá julgar os projetos de conservação sob sua tutela, e até mesmo a aprovação de projetos culturais pela Lei Federal de Incentivo à Cultura. Este trabalho, naturalmente, teria uma repercussão positiva sobre órgãos estaduais e municipais de preservação do Patrimônio, que não seriam capazes de elaborar tais documentos por si. Tais normas devem ser de consulta pública e realizadas em conjunto com outros profissionais que atuam na área, como arquitetos, mecenas e representantes de comunidades.
- Conforme as citações de abertura, a formação de mão de obra no campo da preservação é fundamental e uma grande lacuna em nosso país. Iniciativas no sentido de levar conhecimento pelo meio de cursos técnicos, graduação e aperfeiçoamento

profissionais são necessárias. Além de cursos presenciais, cada canteiro de obra tem o potencial de oferecer cursos práticos, inclusive com financiamento pela Lei Federal de Incentivo à Cultura, o que poderia ser incentivado e/ou exigido pelo Ministério da Cultura. O ensino à distância também é uma fronteira a ser explorada, com imenso potencial de atender nosso país, além de seus grandes centros culturais.

- Os relatórios de restauro entregues ao IPHAN e Ministério da Cultura, como resultado das intervenções e projetos culturais possuem um grande potencial de divulgação de experiências e de profissionais competentes. Sendo eles a prestação de contas do que foi feito com o dinheiro público e com o patrimônio cultural nacional, deveriam ser publicados na Internet, com amplo acesso. Os que não forem digitais, devem ser catalogados e divulgados, sendo digitalizados sob demanda. Esses relatórios poderão ser explorados por pesquisadores, para fazer estudos comparativos de soluções, pesquisas de desempenho das intervenções, modelos de elaboração de orçamentos, apontar as principais patologias que acometem nosso patrimônio, direcionar cursos de formação onde mais são necessários, alimentação de base de dados de materiais tradicionais e de restauro, cronologia dos materiais, entre outros aspectos. Os benefícios seriam grandes, inclusive para balizar os trabalhos do próprio IPHAN e Ministério da Cultura.

Referências

ARIOGLU, N. ACUN, S. A research about a method for restoration of traditional lime mortars and plasters: A staging system approach. **Building and Environment**. Amsterdam, N° 41, p. 1223–1230, 2006.

BATTAGIN, A.F. **Breve história do cimento Portland**. Disponível em <<http://www.cimento.org/historiacimento.htm>>. Acesso em 03 de junho de 2010.

BOITO, C. **Os Restauradores: Conferência feita na Exposição de Turim em 7 de junho de 1884**. Cotia: Ateliê Editorial, 2002.

BRAGA, M (org). **Conservação e restauro. Arquitetura brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Rio, 2003.

CANDEIAS, A. E.; NOGUEIRA, P.; MIRÃO, J.; SILVA, A. S.; VEIGA, M.R.; CASAL, M. G.; RIBEIRO, I.; SERUYA, I. Characterization of ancient mortars. Present methodology and future perspectives. **Workshop on Chemistry in the Conservation of Cultural Heritage: present and future perspectives**. Perugia, Chairmen of the European Research Councils' Chemistry Committees, 2006. Disponível em <http://www.eu-arte.org/files/Ext_ab/candeias.pdf>. Acesso em 23 de março de 2010.

CARICCHIO, L. M. **Construção Civil III**. Grafica Olímpica Editora, 1957.

CARTA de Atenas. (1931). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=232>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

_____. (1933). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=233>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Brasília. (1995). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=265>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Burra. (1980). Curitiba: ICOMOS. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=251>>. Acesso em: 13 jan. 2009

CARTA de Cabo Frio. (1989). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=259>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Fortaleza. (1997). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=268>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Lausanne. (1990). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=262>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Mar Del Plata sobre patrimônio intangível. Mar Del Plata. (1997). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=272>>. Acesso em: 13 jan. 2009

CARTA de Nova Delhi. (1956). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=234>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

CARTA de Petrópolis. (1987). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=257>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

- CARTA de turismo cultural. (1976). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=248>>. Acesso em: 13 jan. 2009
- CARTA de Veneza. (1964). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=236>>. Acesso em: 13 jan. 2009
- CARTA de Washington. (1986). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=256>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- _____. (1987). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=258>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- CARTA do restauro. (1972). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=254>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- CARTA do Rio. (1992). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=263>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- CARTAGENAS de Índias – Colômbia. (1999). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=270>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio**. Tradução de Luciano Vieira Machado. São Paulo: Estação Liberdade; UNESP.
- CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. 2a. Ed. São Paulo: IPT, 1989.
- CODELLO, R. **Gli intonaci: conoscenza e conservazione**. Firenze: Ed. Alinea, 1996.
- COMPROMISSO de Salvador. (1971). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=241>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- CONFERÊNCIA de Nara. (1994). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=264>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- COSTA, Lúcio. **Compromisso de Brasília: Primeiro encontro dos Governadores de Estado, Secretários Estaduais da Área Cultural, Prefeitos de Municípios interessados, Presidentes e Representantes de instituições culturais**. Brasília, 1970. Disponível em <<http://portal.iphan.gov.br/portal/>> . Acesso em 13 de janeiro de 2009.
- COSTA, Lúcio. Considerações sobre arte contemporânea (1940). In: Lúcio Costa, **Registro de uma vivência**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995. 608p.il.
- DECLARAÇÃO de Amsterdã. (1975). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=246>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- DECLARAÇÃO de Estocolmo. (1972). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=243>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- DECLARAÇÃO de Nairobi. (1982). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=253>>. Acesso em: 13 jan. 2009.
- DECLARAÇÃO de São Paulo II. (1996). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=272>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DECLARAÇÃO de São Paulo. (1989). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=260>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DECLARAÇÃO de Sofia. (1996). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=267>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DECLARAÇÃO de Tlaxcala. (1982). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=254>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DECLARAÇÃO do México. (1985). Disponível em:<<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=255>. Acesso em: 13 jan. 2009.

DENDIA, R. C. S. **Igrejas tombadas do século XVIII em Florianópolis, SC: Aspectos históricos, construtivos e diagnósticos de problemas patológicos nas fachadas**. 2008. 140f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

DOEBLEY, C.E. SPITZER, S.D. Guidelines and standards for testing historic mortars. In: KELLEY, S.J. (Editor). **Standards for preservation and rehabilitation**. West Conshohochen: ASTM, 1997.

FERRANTE, M. **Seleção de materiais**. São Carlos: EDUFSCar, 1996. 326p. il.

FIGUEREDO, A. **Construções rurais: habitações estúbulos, oficinas e arrecadações agrícolas**. Porto: Chardron, 1905.

FIORITO, A.J.I. **Manual de Argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Ed. Pini, 1994.

FOERSTER, M. **Materiales de construcción**. 3.ed. Buenos Aires: Labor, 1942. (Manuales Técnicos Labor, 34).

FUNARO, V.M.B.O, coord. ... [et al.]. --**Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso**. São Paulo: SIBi-USP, 2004. 110 p .

GASPAR, P. DE BRITO, J. Mapping defect sensitivity in external mortar renders. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, vol 19 fascículo 8, pgs. 571–578, out. 2005.

GOINS, E. A new protocol for the analysis of historic cementitious materials: interim report. In: BARTOS P., GROOT C., HUGHES J.J. **International RILEM Workshop on Historic Mortars**. Cacham, RILEM Publications s.a.r.l., 2000. p. 71-78

GOINS, I. **Standard practice for determining the components of historic cementitious materials**. Natchitoches, US Department of the Interior, National Park Service, National Center for Preservation Technology and Training, 2004. Também disponível em <<http://www.ncptt.nps.gov/product-catalog/>>. Acesso em 11/02/2010.

GOMIDE, J.H.; SILVA, P. R.; BRAGA, S. M. N. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. Brasília: Ministério da Cultura, Programa Monumenta, 2005. Também disponível em <http://www.cultura.gov.br/upload/Manual%20de%20elaboracao%20de%20projetos_1159297382.pdf>. Acesso em 24/03/2009.

GRAF, O. Los materiales de construcción y sus propiedades. In: **MANUAL del ingeniero constructor**. Barcelono: Labor, 1948. Tomo 1.

GUIMARÃES, J.E.P. **A cal: fundamentos e aplicações na engenharia civil**. São Paulo: Ed. Pini, 1997.

HENRIQUES, F. Conservação dos revestimentos exteriores do Palácio Nacional de Sintra. **LNEC - Cadernos Edifícios**, Lisboa, nº 2, 2002

HENRIQUES, F. **Humidade em paredes**. Lisboa: LNEC, 1994.

HUGHES, J.J., CALLEBAUT K. Pratical sampling of historical mortars. In: BARTOS P., GROOT C., HUGHES J.J. **International RILEM Workshop on Historic Mortars**. Cacham, RILEM Publications s.a.r.l., 2000. P. 17 a 26.

HUGUENIN, P. **Aide-mémoire de l'ingénieur**. Paris: Polytechnique Baudry, [188?].

ICR INSTITUTO CENTRALE PER IL RESTAURO, CNR CENTRI DI STUDIO DI MILANO E ROMA SULLE CAUSE DI DEPERIMENTO I SUI METODI DI CONSERVAZIONE DELLE OPERE D'ARTE. **Normal 1/88 – Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico**. Roma: CNR-ICR, 1990.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (2007a). **Carta da Serra da Bodoquena / carta das paisagens culturais e geoparques**. Bonito. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/documento/patrimonio/patrimonio.asp>>. Acesso em: 13 jan. 2009

_____. (2007b). **Carta de Bagé ou carta da paisagem cultural**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/documento/patrimonio/patrimonio.asp>>. Acesso em: 13 jan. 2009

IPT. **Relatório Técnico Nº114 887-205: Caracterização das argamassas históricas do prédio do antigo Arquivo Nacional e futuro Centro Cultural da Casa da Moeda – Rio de Janeiro**. São Paulo, IPT, 2010. 74p.

_____. **Relatório Técnico Nº66 045: Caracterização de amostras de revestimento de argamassa da fachada leste do Pátio Maior do Museu Nacional – RJ**. São Paulo: IPT, 2003. 66 p.

_____. **Relatório Técnico Nº95 933-2005: Caracterização de amostras de revestimento de argamassa da fachada frontal do Museu Nacional da Quinta da Boa Vista – Rio de Janeiro**. São Paulo: IPT, 2007. 62p.

JAPAN NATIONAL TOURISM ORGANIZATION. **Shrines and Temples: Hokki-ji Temple (Ikejirini-ji Temple and Okamoto-dera Temple)**. Disponível em <http://www.jnto.go.jp/eng/arrange/attractions/facilities/shrines_temples/83dn3a00000ej7s.html> . Acesso em 10 de junho de 2009.

Jedrzejska, H. Old Mortars in Poland: A New Method of Investigation. in: **Studies in Conservation**, Vol. 5, No. 4 (Nov., 1960), pp. 132-138. Londres, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1960. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1505237>>. Acesso em 22 de julho de 2009.

KAEFER, L.F. **A evolução do concreto armado**. Disponível em <<http://www.lem.ep.usp.br/pef605/HistoriadoConcreto.pdf>>. Acesso em 03 de junho de 2010.

KANAN, M.I. **Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal: Cadernos Técnicos 8**. Brasília, IPHAN / Programa Monumenta, 2008. 172 p.: il.

KLÜPPEL, G.P.; SANTANA, M.C. (Coord.). [2005]. **Manual de conservação preventiva para edificações**. Brasília: Iphan, 2010. (Cadernos Técnicos). Disponível em <http://www.monumenta.gov.br/upload/Manual%20de%20conserva%E7%E3o%20preventiva_1168623133.pdf>. Acessado em 07 de fevereiro 2010.

LARSEN, K.E.; MARSTEIN, N. **Conservation of historic timber structures: an ecological approach**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000. 140p. il.

LOTURCO, B. **Sinônimo de construção**. São Paulo, Techne, 2010. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/137/imprime98902.asp>>. Acesso em 07 de junho de 2010.

MANIFESTO de Amsterdã. (1975). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=247>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

MIDENDORF, B., et al. Chemical-mineralogical and physical-mechanical investigations of old mortars. In: BARTOS P., GROOT C., HUGHES J.J. **International RILEM Workshop on Historic Mortars**. Cacham, RILEM Publications s.a.r.l., 2000. p. 53 – 59

MINISTÉRIO DA CULTURA. Programa Monumenta. **Cadernos de encargos**. Brasília: Ministério da Cultura, Programa Monumenta, 2005. 420p. il.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES. **Relatório**. Rio de Janeiro. pgs 34 e 35. Rio de Janeiro: Ministério da Justiça e Negócio Interiores, 1906

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E NEGÓCIOS INTERIORES. **Termo de contracto celebrado no Escriptorio das obras do Ministério da Justiça e Negócios Interiores com o Engenheiro civil Raphael Rebecchi para as obras de adaptação do Palacio da Justiça, predio nº12 da Praça da Republica a servir para o Archivo Publico Nacional**. Rio de Janeiro: Ministério da Justiça e Negócio Interiores, 1905. 11p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria SIT n.º 40, de 07 de março de 2008. **NR 18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (118.0002)**, Brasília, Março, 2008. Disponível em <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_18.asp>. Acesso em 21 de novembro de 2009.

MUSEU NACIONAL UFRJ. **Museu Nacional**. Disponível em <<http://www.museunacional.ufrj.br/omuseu.htm>> . Acesso em: 10 de maio de 2009.

NASCIMENTO, C.B.; OLIVEIRA, M.C.B. de; QUARCIONE, V.A. Metodologia de caracterização de argamassas históricas: proposição e estudos de caso. In: **1º Congresso Iberoamericano y VIII Jornada de Restauración y Conservación del Patrimonio**. Buenos Aires, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT), 2009.

NEW YORK LANDMARK'S CONSERVANCY. **Historic building façades: the manual for maintenance and rehabilitation**. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1997.

NORMAS de Quito. (1967). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=238>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

NOVA carta de Atenas. (2003). Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/documento/patrimonio/patrimonio.asp>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

OLIVEIRA, M.C.B; NASCIMENTO, C.B. do; CINCOTTO, M.A. Microestrutura de argamassas endurecidas: uma contribuição da petrografia. in: V Congresso Iberoamericano de Patología de las Construcciones/ VII Congresso de Control de Calidad, Montivideo, 1999. **Compat 99 - memorias / proceedings : un aporte a la construccion del futuro**. Montevideo : Asiconpat, 1999. p.227-234

OLIVEIRA, M.M. **Tecnologia da conservação e da restauração – materiais e roteiros: um roteiro de estudos**. Salvador: EDUFBA: ABRACOR, 2002.

PINHEIRO, T.B. **Biblioteca de Instrução Profissional - Materiais de construção**. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, [192?].

PÔRTO, N. **Alvenaria e argamassas: restauração e conservação**. ; organização CALDAS, W. Rio de Janeiro: In-folio, 2009.

QUARCIONI, V.A. **reconstituição de traço de argamassas: atualização do Método IPT**. 1998. 188p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

QUARCIONI, V.A.; CINCOTTO, M.A. **BT/PCC/207: Reconstituição de Traço de Argamassas: Atualização do Método IPT**. São Paulo, Escola Politécnica – USP, 1998. 27p. Disponível em <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDFs%20novos/BTs/BT207%20Valdecir_MariaAlba.pdf>. Acessado em 11 de Abril de 2010.

QUARCIONI, V.A.; CINCOTTO, M.A. Optimization of calculation method for determination of composition of hardened mortars of Portland cement and hydrated lime made in laboratory. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, vol. 20 (2006) fascículo, pgs. 1069–1078.

RAINVILLE, César. **O Vinhola Brasileiro**. Rio de Janeiro: Eduardo & Henrique Laemmert, 1880.

RECOMENDAÇÃO de Paris de obras públicas ou privadas. (1968). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=239>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

RECOMENDAÇÃO de Paris: paisagens e sítios. (1962). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=235>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

RECOMENDAÇÃO de Paris: proteção do patrimônio mundial, cultural e natural. (1972). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=244>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

RECOMENDAÇÃO de Paris. (1964). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=273>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

_____. (1989). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=261>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

_____. (2003). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=271>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

RECOMENDAÇÕES de São Domingos. (1974). Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=245>>. Acesso em: 13 jan. 2009.

SANTIAGO, C.C. **Argamassas tradicionais de cal**. Salvador: EDUFBA, 2007. 202p. il.

SCHNABEL, L. Mortar Analysis Part 2: Analytical Methods. in **APT Bulletin**, Vol. 40, No. 2 (2009), pp. 1-7. Springfield, Association for Preservation Technology International (APT). Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/40284487>>. Acesso em 28 de março de 2010.

SCHWARTCZ, L.M. **As barbas do imperador: D. Pedro II, um monarca nos trópicos**. São Paulo: Companhia da Letras, 1998. 623 p.

SEGAT, G.T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. 2005. 166 p. Trabalho de conclusão (mestrado profissional). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

SEGURADO, J.E.S. **Biblioteca de Instrução Profissional – Acabamentos das Construções** 5ª Edição, Livraria Bertrand, Lisboa, 192?, 353p. il.

SEKINO, M. Principles of conservation and restoration regarding wooden buildings in Japan. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE CONSERVATION AND RESTORATION OF CULTURAL PROPERTY – CONSERVATION OF WOOD**. Tokyo: Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 1978. pp. 127-142.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. 2007. 190f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOUZA, V., PEREIRA, F.D., BRITO, J. Rebocos tradicionais: principais causas de degradação. **Engenharia Civil UM**. Minho, Número 23, p. 5-18, 2005.

TAVARES, M. et al. Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos. Importancia y aplicabilidad de los ensayos in situ. **PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico**. Nº 53, abril 2005, p. 11-17. Sevilha, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 2005.

TELES, C.D.M. **Museu Nacional - Pátio Maior Complementação de informações**. Brasília: Innova-ti, 2003. 4p.

TELES, C.D.M. **Museu Nacional - Pátio Maior Relatório Complementar de Ensaio de Argamassa**. Brasília: Innova-ti, 2003. 5p.

TELES, C.D.M. **Museu Nacional - Pátio Maior Relatório de Ensaio de Argamassa**. Brasília: Innova Tecnologia Inovadora Ltda. (Innova-ti), 2003. 8p.

TELES, C.D.M. **Relatório de Avaliação de Materiais e Danos: Fachada Frontal e Torreões Museu Nacional da Quinta da Boa Vista**. São Carlos: Innova-ti, 2007. 31p.

TELES, C.D.M. TELES, V.M.M. **Centro Cultural e Museu Casa da Moeda do Brasil: levantamento de danos, ensaios laboratoriais, métodos construtivos e materiais, fachadas externas.** São Carlos: Innova-ti, 2010. 50p.

TEUTONICO, J.M. **A laboratory manual for architectural conservators.** Roma: ICCROM, 1988.

TORRACA, G. **Lectures on Materials Science for Architectural Conservation.** Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 205p., 2009. Também disponível em <http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/torraca.pdf>. Acesso em 06 de janeiro de 2009.

VALLIÈRE, G. **Le ravalement de façade: mode d'emploi: Nettoyage et décapage des caçades anciennes et modernes.** Paris: Ed. Eyrolles, 1998.

VEIGA, M. R. As argamassas na conservação. In **Actas das 1^{as} Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.** Avaliação e Reabilitação das Construções existentes. Aveiro, 26 de Novembro de 2003. Coleção Comunicações, COM 103, LNEC, Lisboa 2003.

VICENTINI, R.C.C. **O percurso de um precursor - as atividades de um empreendedor paulista na São Paulo imperial e republicana.** Dissertação para obtenção do título de Mestre em História. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP, 2007.

WILCKEN, P. **Império à deriva: A corte portuguesa no Rio de Janeiro, 1808-1821.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2005. 326p.

Glossário

adaptação	(de um bem cultural) “agenciamento de um bem a uma nova destinação sem a destruição de sua significação cultural (CARTA..., 1980).”;
bem	designa um local, uma zona, um edifício ou outra obra construída, ou um conjunto de edificações ou outras obras que possuam uma significação cultural, compreendidos, em cada caso, o conteúdo e o entorno a que pertencem (CARTA..., 1980);
conservação	“cuidados a serem dispensados a um bem para preservar-lhe as características que apresentem uma significação cultural”. (CARTA..., 1980) A conservação poderá abranger a manutenção, preservação, restauração, reconstrução ou mesmo a adaptação;
estratigrafia	remoção e documentação, camada por camada, de tintas ou argamassas, buscando relacionar sua presença com determinados períodos históricos da edificação e também verificar a presença de pinturas artísticas encobertas por camadas posteriores;
maço	ferramenta de percussão, equivalente à marreta, porém podendo ser feito de madeira ou outros materiais;
manutenção	“proteção contínua da substância, do conteúdo e do entorno de um bem e não deve ser confundido com o termo reparação.” (CARTA..., 1980);
Munsell	padrão de cores, com aplicação internacional, que leva o nome de seu inventor, Albert Henry Munsell (1858-1918);
patologia	ciência que estuda as manifestações das doenças, porém muitas vezes usada para designar o sintoma da doença em si. Empregado nas edificações em analogia à prática médica;
piquete	ferramenta pontiaguda para esculpir ou quebrar por percussão, equivalente ao ponteiro;
preservação	“manutenção no estado da substância de um bem e a desaceleração do processo pelo qual ele é degradado” (CARTA..., 1980);
reconstrução	“restabelecimento, com o máximo de exatidão, de um estado anterior conhecido; ela se distingue pela introdução na substância existente de materiais diferentes, sejam novos ou antigos.” (CARTA..., 1980);
restauração	“restabelecimento da substância de um bem em um estado anterior conhecido” (CARTA..., 1980);

rusticado	baixo relevo feito na argamassa imitando alvenaria de pedras aparelhadas;
significação cultural	valor estético, histórico, científico ou social de um bem para as gerações passadas, presentes ou futuras (CARTA..., 1980);
substância	conjunto de materiais que fisicamente constituem o bem (CARTA..., 1980);
uso compatível	utilização que não implique mudança na significação cultural da substância, modificações que sejam substancialmente reversíveis ou que requeiram um impacto mínimo (CARTA..., 1980);

Apêndice A

Carta	O que se preserva	Técnica ou Teoria?	Abrangência	Tema
Carta de Atenas 1931	Monumentos antigos; seu entorno; fisionomia das cidades; plantações e ornamentações vegetais. Supressão de intervenções de publicidade; postes; fios; indústria ruidosa; chaminés.	Teórica	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Atenas; 1933	Discorre sobre o urbanismo e seus problemas eminentes	Teórica	Internacional	Urbanismo
Recomendação de Nova Deli 1956	Sítios arqueológicos e seus produtos	Salvaguarda	Internacional	Patrimônio Arqueológico
Recomendação de Paris 1962	Paisagens	Salvaguarda	Internacional	Patrimônio Cultural
Carta de Veneza 1964	Criações arquitetônicas; grandes ou modestas; sítios urbanos ou rurais; onde houver significado cultural; acontecimento histórico; testemunho de uma civilização ou evolução significativa.	Prática	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Recomendação de Paris de 1964	Visa proibir e impedir a exportação; importação e comércio ilícito de bens culturais	Salvaguarda	Internacional	Comércio
Normas de Quito 1967	Trata de planos nacionais e interamericanos para preservação do patrimônio cultural; com ênfase à arqueologia	Salvaguarda	Continental; Nacional	Patrimônio Arqueológico
Compromisso de Brasília 1970	Trata de plano nacional para preservação de patrimônio cultural	Salvaguarda	Nacional	Patrimônio Cultural
Compromisso de Salvador 1971	Trata de política nacional de Patrimônio Cultural; em recomendações; sem detalhes executivos.	Salvaguarda	Nacional	Patrimônio Cultural
Carta do Restauro 1972; Itália	Determina a prática da preservação na Itália; inclusive arquitetônica	Prática	Nacional	Patrimônio Cultural
Declaração de Estocolmo 1972	Refere-se ao ambiente humano	Teórica	Nacional	Patrimônio Ambiental
Recomendação de Paris 1972	Patrimônio Internacional; Cultural e Natural.	Salvaguarda	Internacional	Patrimônio Cultural
Resolução de São Domingos; 1974	Patrimônio Monumental Latinoamericano	Teórica e Salvaguarda	Continental	Patrimônio Arquitetônico
Declaração de Amsterdã; 1975	Bairros; aldeias; planejamento urbano; educação patrimonial	Salvaguarda	Continental	Patrimônio Arquitetônico
Manifesto de	Conservação integrada do patrimônio	Teórica	Continental	Urbanismo

Carta	O que se preserva	Técnica ou Teoria?	Abrangência	Tema
Amsterdã; 1975	arquitetônico do continente europeu; com foco em bairros e aglomerados.			
Carta de Turismo Cultural 1976 – ICOMOS	Monumentos e sítios culturais e naturais de interesse turístico	Salvuarda	Internacional	Patrimônio Cultural
Recomendação de Nairóbi - 1976	Conjuntos históricos ou tradicionais	Salvuarda	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Machu-Pichu 1977	Urbanismo em geral	Teórica	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Burra; 1980	Conservação do patrimônio arquitetônico	Prática	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Florença; 1981	Jardins Históricos	Prática	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Declaração de Nairóbi; 1982	Meio ambiente (reafirma Estocolmo)	Teórica	Internacional	Patrimônio Ambiental
Declaração de Tlaxcala; 1982	Pequenas aglomerações	Salvuarda	Continental	Patrimônio Cultural
Declaração do México; 1985	Identidade cultural e diversidade	Teórica	Internacional	Patrimônio Cultural
Carta de Washington; 1986	Cidades; centros urbanos; bairros	Teórica	Internacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Petrópolis 1987	Sítios Urbanos Históricos	Teórica	Nacional	Patrimônio Arquitetônico
Carta de Cabo Frio; 1989	Rever a história americana; reconhecendo o papel das populações do continente.	Teórica	Continental	Patrimônio Cultural
Declaração de São Paulo; 1989	Críticas à Carta de Veneza	Teórica	Nacional	Patrimônio Cultural
Carta de Lausanne; 1990	Patrimônio arqueológico	Salvuarda	Internacional	Patrimônio Arqueológico
Carta do Rio; 1992	Meio ambiente	Salvuarda	Internacional	Patrimônio Ambiental
Documento de Nara; 1994	Autenticidade: pesquisas; fontes de informação e cultura local.	Teórica	Internacional	Patrimônio Cultural
Carta de Brasília; 1995	Autenticidade	Teórica	Nacional	Patrimônio Cultural
Declaração de São Paulo II; 1996	Recomendações para reverter a resistência contra a preservação do patrimônio pela divulgação dos princípios de ICOMOS	Salvuarda	Nacional	Patrimônio Cultural
Declaração de Sofia; 1996	ICOMOS e sistema de Cartas Patrimoniais.	Teórica	Internacional	Patrimônio Cultural

Carta	O que se preserva	Técnica ou Teoria?	Abrangência	Tema
Carta de Fortaleza; 1997	Patrimônio Imaterial	Salvaguarda	Nacional	Patrimônio Imaterial
Carta Mar Del Plata sobre Patrimônio Intangível; 1997	Patrimônio Imaterial	Salvaguarda	Continental	Patrimônio Imaterial
Cartágenas de Índias – Colômbia; 1999	Patrimônio arqueológico; histórico; etnológico; paleontológico e artístico da comunidade andina.	Salvaguarda	Continental	Patrimônio Cultural
Recomendação de Paris; 2003	Patrimônio Imaterial	Salvaguarda	Internacional	Patrimônio Imaterial
Cara de Bagé ou Carta da Paisagem Cultural 2007	Paisagens culturais	Teórica	Nacional	Paisagem Cultural
Carta da Serra da Bodoquena; 2007	Paisagens culturais e geoparques	Teórica	Regional	Paisagem Cultural
Nova Carta de Atenas 2003	Urbanismo; desafios europeus para o século XXI	Teórica	Continental	Urbanismo

Apêndice B

Planilha de resultados laboratoriais do Pátio Maior

Vistas resultantes do Levantamento de Danos do Pátio Maior.

Museu Nacional - Pátio Maior - Comparação entre paredes de fachadas

Dados do IPT Relatórios Técnicos Nº 66 045 e Nº 67139

Local Núm. Amostra	Reboco								Emboço							
	Terreo				2º Pavimento				Terreo				2º Pavimento			
	Norte FN T p	Leste FE T p (1)	Sul FS T p	Oeste FW T p	Norte FN 2P p	Leste FE 2P p (4)	Sul FS 2P p	Oeste FW 2P p	Norte FN T p	Leste FE T p (1)	Sul FS T p	Oeste FW T p	Norte FN 2P p	Leste FE 2P p (4)	Sul FS 2P p	Oeste FW 2P p
Descrição das Amostras	Cinza Clara	Branco Gelo	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Branco Gelo	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara	Cinza Clara

Minerais DR-X <0,15mm (ordem de importância dos picos)

Calcita		1		3		1		3		1				1		
Quartzo		2		1		2		1		4				4		
Bassanita						6										
Feldspato				2				2		3				3		
Mica				6		5		6		5				5		
Aluminato de Cálcio Hidratado				7		3		7								
Gipso						4										
Talco																
Dolomita										6						
Silicato de Cálcio Hidratado				5				5		7				6		
Portlandita										8				8		
Caulinita				4				4		2				2		
Clínquer Anidro														7		

Análise Petrográfica

% Pasta	15 a 20	20 a 25	20 a 25	20	20	75	25	20	20	10 a 15	20	15 a 20	30	15	20 a 25	15 a 20
% Vazios	10	5 a 10	5 a 10	5 a 10	5 a 10	5	5	10	5 a 10	5 a 10	10	15 a 20	5 a 10	20	5 a 10	5 a 10
% Agregado	70 a 75	70	70	70 a 75	70 a 75	20	70	70	70 a 75	80	70	65	60 a 65	65	70	80
Composição Agregado																
% Feldspato	tr	tr		tr	tr	5		tr	<5	5 a 10	10	5	5 a 10	10	5 a 10	<5
% Quartzo	>95	>95	100	>95	>95	90	100	100	>95	85	85 a 90	90	90 a 95	75 a 80	85 a 90	>95
% Agr. Carbonático	<5		tr	<5	tr	<5	tr	tr				tr				
% Biotita + Muscovita	tr	tr		tr	tr	tr			tr	5	tr	<5	tr	10	tr	tr
% Outros		<5				tr				<5				tr		
% Solo / Torrão Argila	tr			tr	<5	tr			tr	<5	<5	<5	tr	<5	5	tr
Carbonatação da Pasta	Intensa	Intensa	Fraca a Moderada	Intensa	Moderada	Intensa	Moderada a Intensa	Moderada	Intensa	Intensa	Intensa	Intensa	Intensa	Localmente carbonatada	Intensa	Moderada
Aspecto do agregado																
Arredondado		x				x										
Sub-arredondado	x	x	x	x	x	x	x	x								
Sub-anguloso		x		x		x		x		x		x		x		x
Anguloso		x						x		x		x		x		
Esféricidade	Alta	Heterog.	Heterog.	Média-Baixa	Alta	Média	Alta	Média-Baixa	Baixa	Média	Baixa	Média-Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média-Baixa
Granulometria predominante do Agregado																
Fina	xxx	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Média	x	xxx	xxx	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x	x	x	x	x	xxx	x
Grossa	x	x	x	x	x	x	x	x	xxx		xxx	xxx	xxx	xxx	x	xxx

xxx = característica predominante

Análise Química (%)

Perda ao Fogo		16,5		15,9		31,6		17,2		6,96				6,89		
Base não volátil																
Resíduo insolúvel		73,5		72,8		24,5		72,2		89,9				92,3		
SiO2		1,3		0,62		5,83		0,71		2,11				0,95		
Óxidos de Fe e Al		0,78		0,69		3,88		1,01		1,32				0,95		
CaO		21,1		24,6		56,3		25,5		6,9				5,82		
MgO		2,08		0,26		3,94		0,23		0,11				0,05		
SO3		0,35		0,63		2,06		0,85		0,25				0,41		
Hidraulicidade		ausente		ausente		fraca		ausente		alta				moderada		
Traço em Massa (%)																
Cal Hidratada		29,8		33,1		77,7		34,8								
Cal Hidráulica Hidrat.										14,5				10,1		
Gesso		0,6		1,2		2,21		1,4		0,07				0,6		
Agregado silicoso		69,7		65,6		20		64,6		85,4				89,4		

Traço em Volume Estimado (proporcional à cal)

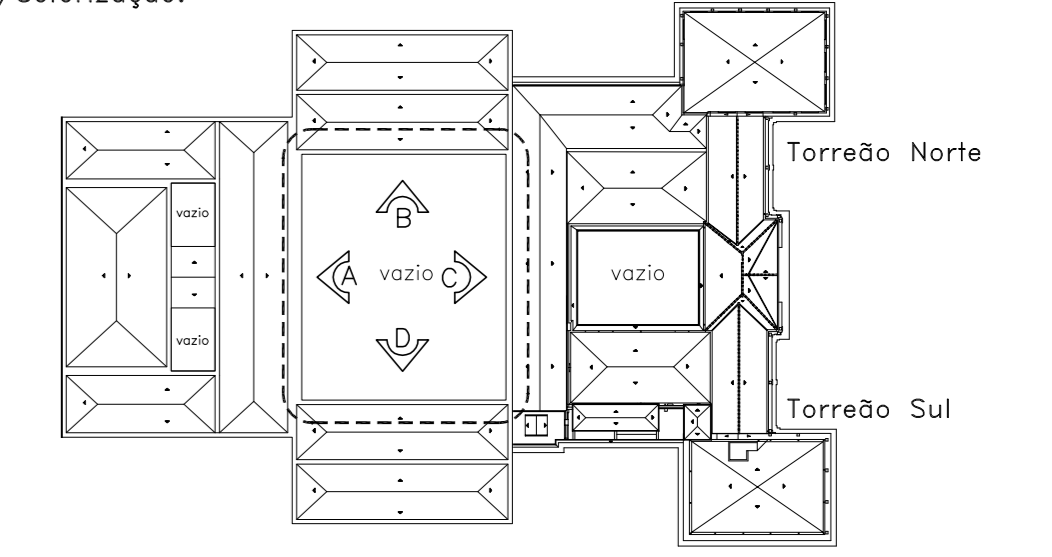
Cal Hidratada (0,58 kg/dm3)		1,00		1,00		1,00		1,00								
Cal Hidráulica Hidrat. (0,58 kg/dm3)										1,00				1,00		
Gesso (1,250 kg/dm3)		0,01		0,02		0,01		0,02		0,00				0,03		
Agregado silicoso (3% umidade, 1,15 kg/dm3)		1,17		0,99		0,13		0,93		2,94				4,43		



TÉRREO	SEGUNDO PAVIMENTO
67.3 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 2.6 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 35.7 m ² ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 81.6 m ² RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 5.4 m ² ÁREA COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 23.6 m ² = 35% ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 43.7 m ² = 65%	199.2 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 11.6 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 11.6 m ² ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 81.6 m ² RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 5.4 m ² ÁREA COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 106.0m ² = 53% ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 93.2 m ² = 47%
TERCEIRO PAVIMENTO	RESUMO
216 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 1.8 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 43.2 m ² ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 85.4 m ² RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 1.1 m ² ÁREA COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 84.5m ² = 39% ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 131.5m ² = 61%	482.5 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 4.4 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 90.5 m ² ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 167.0 m ² RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 6.5 m ² ÁREA COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 214.1m ² = 45% ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 268.4m ² = 55%

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
02	18/07/2003	MODIFICAÇÃO QUADRO DE ÁREAS	
01	15/07/2003	REVISÃO GERAL	
00	09/06/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.**

Subtítulo: **PATIO MAIOR – ELEVÇÃO A MAPEAMENTO DE DANOS DAS FACHADAS**

Escala: 1:100
Prancha: **MAP01/04**

Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Colaboração: Ingenium Arquitetura Ltda.	Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL Carlos Dion Teles
Levantamento em campo dos danos: Eng. Carlos Dion Teles		Ricarte Gomes–UFRJ Museu Nacional

Convênio:
Instituto Hebert Levy Petrobras
Ministério da Cultura Universidade Federal do Rio de Janeiro

COR	PENA	ESP
12	12	02
104	104	02

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
100	03
130	04
170	05
210	07

MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO – VISTA A
ESC.1/100

- DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
- REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO DIRETO POR PERCUSSÃO)
- ÁREAS INCLUINDO PROBLEMAS DE ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO ESTOCÁSTICO POR PERCUSSÃO)
- ARGAMASSA RECOMPOSTA



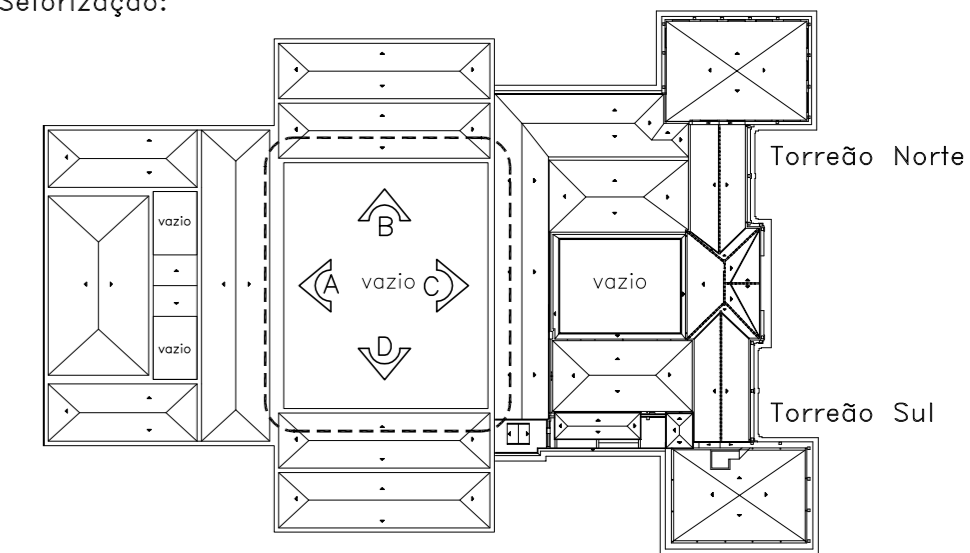
MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO – VISTA B
ESC.1/100

- DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
- REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO DIRETO POR PERCUSSÃO)
- ÁREAS INCLUINDO PROBLEMAS DE ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO ESTOCÁSTICO POR PERCUSSÃO)
- ARGAMASSA RECOMPOSTA

TÉRREO	SEGUNDO PAVIMENTO
82.1 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS	169.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS
DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO	DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
–Total área = 0.9 m ²	----
REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA	REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
–Total área = 19.10 m ²	–Total área = 14.5 m ²
ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA	ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA
----	–Total área = 85.2 m ²
RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA	RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA
–Total área = 12.3 m ²	–Total área = 3.5 m ²
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO BOM</u>	<u>ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM</u>
–Total área = 49.7 m ² = 61%	–Total área = 65.8 m ² = 39%
<u>ÁREAS COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u>	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u>
–Total área = 32.3 m ² = 39%	–Total área = 103.2 m ² = 61%
TERCEIRO PAVIMENTO	RESUMO
184.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS	435.1 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS
DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO	DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
–Total área = 24.0 m ²	–Total área = 24.1 m ²
REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA	REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
–Total área = 38.0 m ²	–Total área = 71.6 m ²
ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA	ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA
–Total área = 60.0 m ²	–Total área = 145.2 m ²
RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA	RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA
–Total área = 52.0 m ²	–Total área = 67.8 m ²
<u>ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM</u>	<u>ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM</u>
–Total área = 10.0 m ² = 6%	–Total área = 125.5 m ² = 29%
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u>	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u>
–Total área = 174.0 m ² = 94%	–Total área = 309.5 m ² = 71%

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
02	18/07/2003	MODIFICAÇÃO QUADRO DE ÁREAS	
01	15/07/2003	REVISÃO GERAL	
00	09/06/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título:

PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.

Subtítulo:

PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO B
MAPEAMENTO DE DANOS DAS FACHADAS

Escala Prancha
1:100

MAP02/04

Projeto/Consultoria:

Arq. Marisa Assumpção

Colaboração:

Ingenium Arquitetura Ltda.

Coordenação/Gerenciamento:

José Carlos Barboza – IHL
Carlos Dion Teles

Levantamento em campo dos danos:
Eng. Carlos Dion Teles

Ricarte Gomes–UFRJ
Museu Nacional

Convênio:

Instituto Hebert Levy

Petrobras

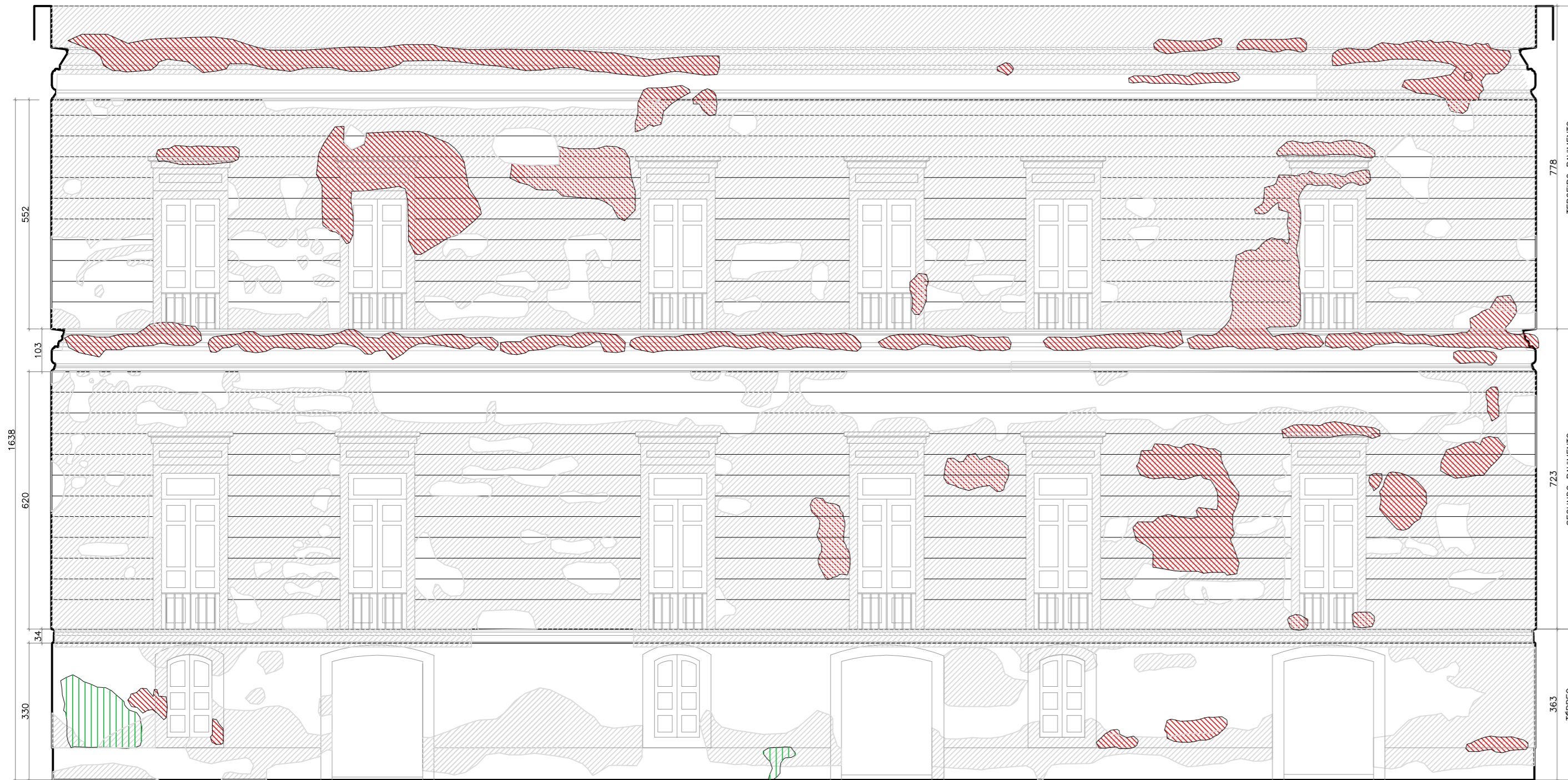
Ministério da Cultura

Universidade Federal do Rio de Janeiro

COR	PENA	ESP
12	12	02
104	104	02

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
100	03
130	04
170	05
210	07

COR	PENA	ESP
250	250	01
251	251	01
252	252	01
253	253	01
07	10	015



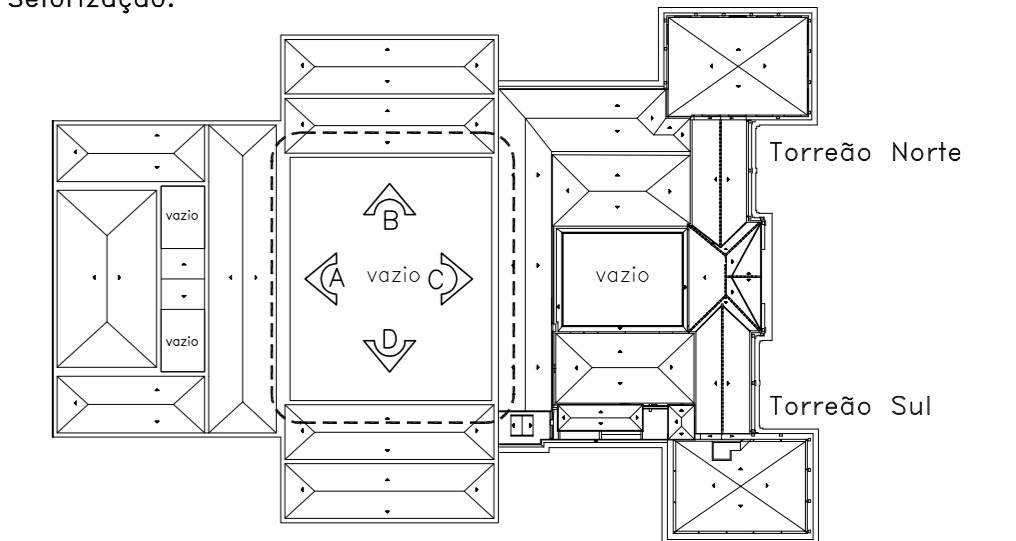
TÉRREO	SEGUNDO PAVIMENTO
105.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 1.8 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 47.5 m ²	226.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 21.4 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 158.4 m ²
ÁREA COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 55.7 m ² = 53%	ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 46.2 m ² = 21%
ÁREAS COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 49.3 m ² = 47%	ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 179.8 m ² = 79%
TERCEIRO PAVIMENTO	RESUMO
250.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 30.7 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 206.8 m ²	581.0 m ² – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 53.9 m ² REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 412.7 m ²
ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 12.5 m ² = 5%	ÁREAS COM REVESTIMENTO BOM –Total área = 114.5 m ² = 20%
ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 237.5 m ² = 95%	ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO –Total área = 466.5 m ² = 80%

MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO – VISTA C
ESC.1/100

- REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO DIRETO POR PERCUSSÃO)
- ARGAMASSA RECOMPOSTA
- DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
02	18/07/2003	MODIFICAÇÃO QUADRO DE ÁREAS	
01	15/07/2003	REVISÃO GERAL	
00	18/03/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título:

**PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.**

Subtítulo:

**PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO C
MAPEAMENTO DE DANOS DAS FACHADAS**

Escala
1:100

Prancha
MAP03/04

Projeto/Consultoria:
Arq. Marisa Assumpção

Colaboração:
Ingenium Arquitetura Ltda.

Coordenação/Gerenciamento:
José Carlos Barboza – IHL
Carlos Dion Teles

Levantamento em campo dos danos:
Eng. Carlos Dion Teles

Ricarte Gomes–UFRJ
Museu Nacional

Convênio:

Instituto Hebert Levy

Petrobras

Ministério da Cultura

Universidade Federal do Rio de Janeiro





COR	PENA	ESP
12	12	02
104	104	02

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
100	03
130	04
170	05
210	07

COR	PENA	ESP
250	250	01
251	251	01
252	252	01
253	253	01
07	10	015



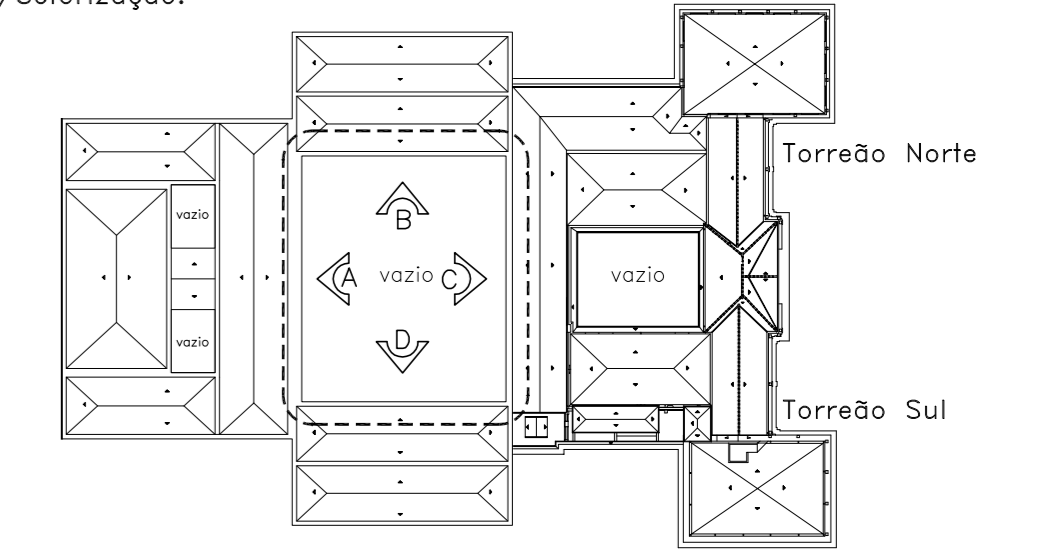
MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO – VISTA D
ESC.1/100

-  DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
-  REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO DIRETO POR PERCUSSÃO)
-  ÁREAS INCLUINDO PROBLEMAS DE ADERÊNCIA
(VERIFICADO POR MÉTODO ESTOCÁSTICO POR PERCUSSÃO)
-  ARGAMASSA RECOMPOSTA

TÉRREO	SEGUNDO PAVIMENTO
80.0 m2 – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS	169.0 m2 – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS
DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 8.6m2	DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO -----
REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 27.80m2	REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 24.2 m2
ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA -----	ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área =107.8 m2
RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 6.63m2	RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA -----
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO BOM</u> –Total área = 37.0 m2 = 47%	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO BOM</u> –Total área = 36.6m2 = 22%
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u> –Total área = 43.0 m2 = 53%	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u> –Total área = 132.4m2 = 78%
TERCEIRO PAVIMENTO	RESUMO
187.0 m2 – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS	436 m2 – ÁREA TOTAL SEM OS VÃOS
DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 7.3 m2	DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO –Total área = 15.9 m2
REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 24.4 m2	REVESTIMENTO SEM ADERÊNCIA –Total área = 76.4 m2
ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 57.0 m2	ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA –Total área = 164.8 m2
RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 37.9 m2	RECOMPOSIÇÕES DE ARGAMASSA –Total área = 44.5 m2
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO BOM</u> –Total area = 60.4m2 = 33%	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO BOM</u> –Total area = 134 m2 = 31%
<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u> –Total area = 126.6m2 = 67%	<u>ÁREA COM REVESTIMENTO COMPROMETIDO</u> –Total area = 302 m2 = 69%

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
02	18/07/2003	MODIFICAÇÃO QUADRO DE ÁREAS	
01	15/07/2003	REVISÃO GERAL	
00	09/06/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.**

Subtítulo: **PATIO MAIOR – ELEVÇÃO D MAPEAMENTO DE DANOS DAS FACHADAS**

Escala: 1:100
Prancha: **MAP 04/04**

Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Colaboração: Ingenium Arquitetura Ltda.	Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL Carlos Dion Teles
Levantamento em campo dos danos: Eng. Carlos Dion Teles		Ricarte Gomes–UFRJ Museu Nacional

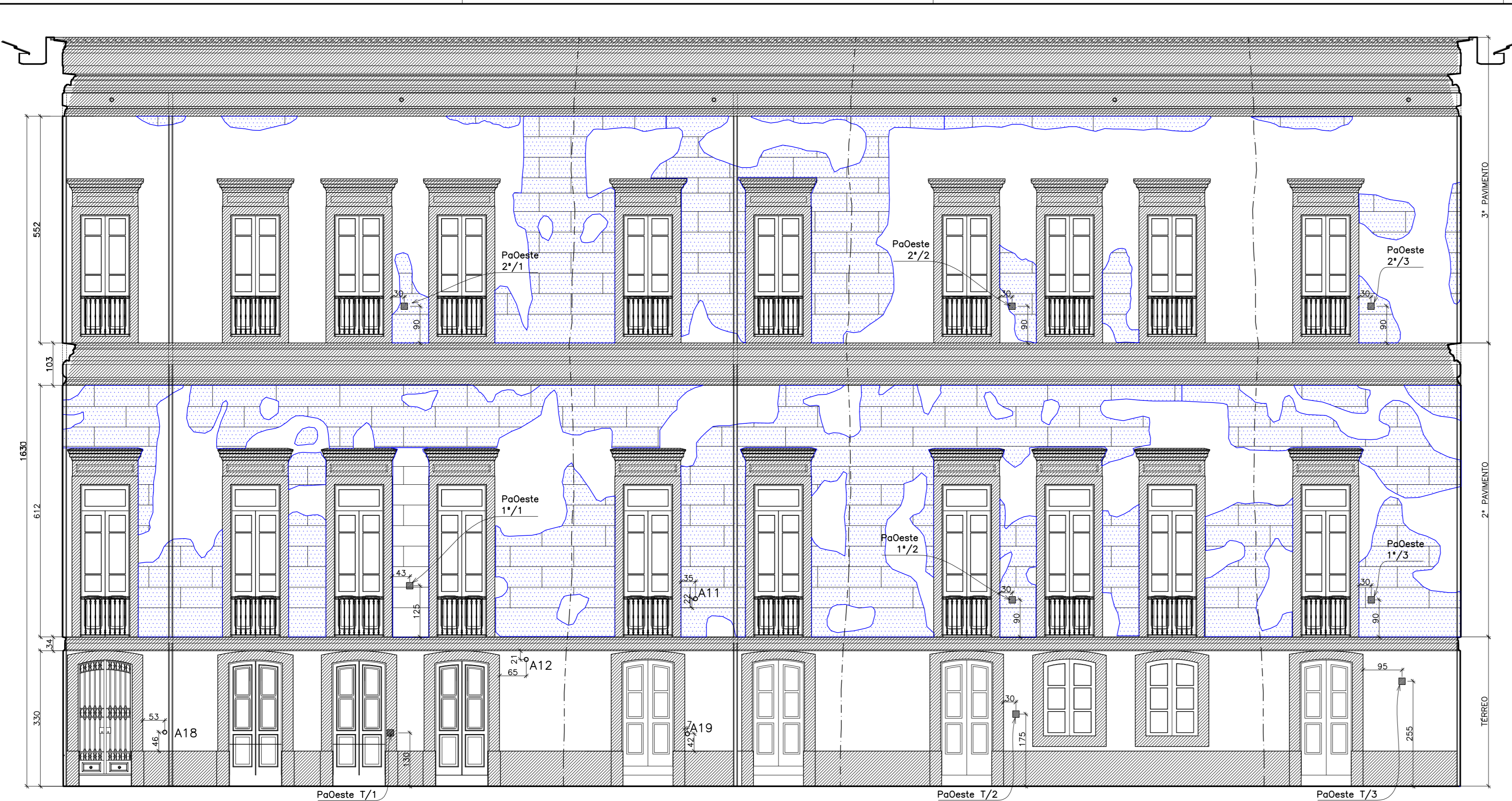
Convênio:
Instituto Hebert Levy Petrobras
Ministério da Cultura Universidade Federal do Rio de Janeiro

COR	PENA	ESP.
12	12	02
104	104	02
11	0075	
10	01	
30	015	
50	02	
100	03	
130	04	
170	05	
210	07	

COR	PENA	ESP.
250	250	01
251	251	01
252	252	01
253	253	01
07	10	015

COR	PENA	ESP
05	05	02
		60%

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
104	025
100	03
130	04
170	05
210	07



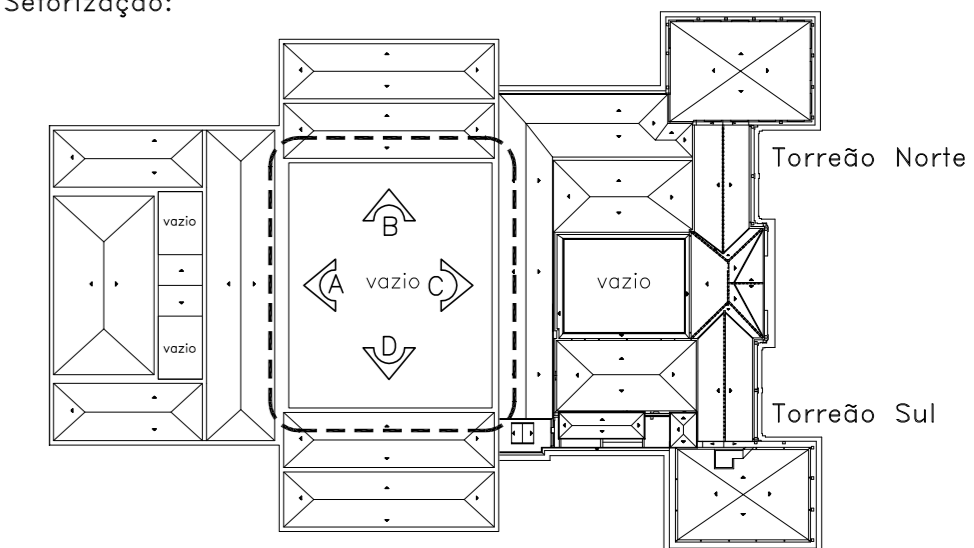
- LOCALIZAÇÃO DAS FOTOS
- A10 CORPOS DE PROVA – TESTES LABORATORIAIS IPT
- JANELAS DE PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA (PAREDE/ORIENTAÇÃO/PAVIMENTO/NÚMERO DA PROSPECÇÃO)
- REVESTIMENTO REMOVIDO
- ▨ REVESTIMENTO MANTIDO
- ▨ ÁREAS PRESERVADAS PARA REFERÊNCIA DE ESPESSURA DO NOVO REVESTIMENTO. (EMBASAMENTO, CORNIJAS, PLATIBANDA E MOLDURAS DOS VÃOS). ESSAS ÁREAS INCLUEM PROBLEMAS DE:
 - 1-PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
 - 2-RECOMPOSIÇÃO DE ARGAMASSA INADEQUADA
 - 3-DESPRENDIMENTO TOTAL DO REVESTIMENTO
- || CONDUTORES DE ÁGUAS PLUVIAIS
- ⎓ RASGO NO REVESTIMENTO COM CABO DE AÇO DE ATERRAMENTO DO PÁRA-RAIO

**MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
VISTA A – PAREDE OESTE**

ESC.1/75

01	15/04/2004	ACRÉSCIMO ORIENTAÇÃO PAREDES (NORTE, SUL, LESTE E OESTE)	
00	29/02/2004	EMISSÃO INICIAL	
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO

Planta geral/Setorização:



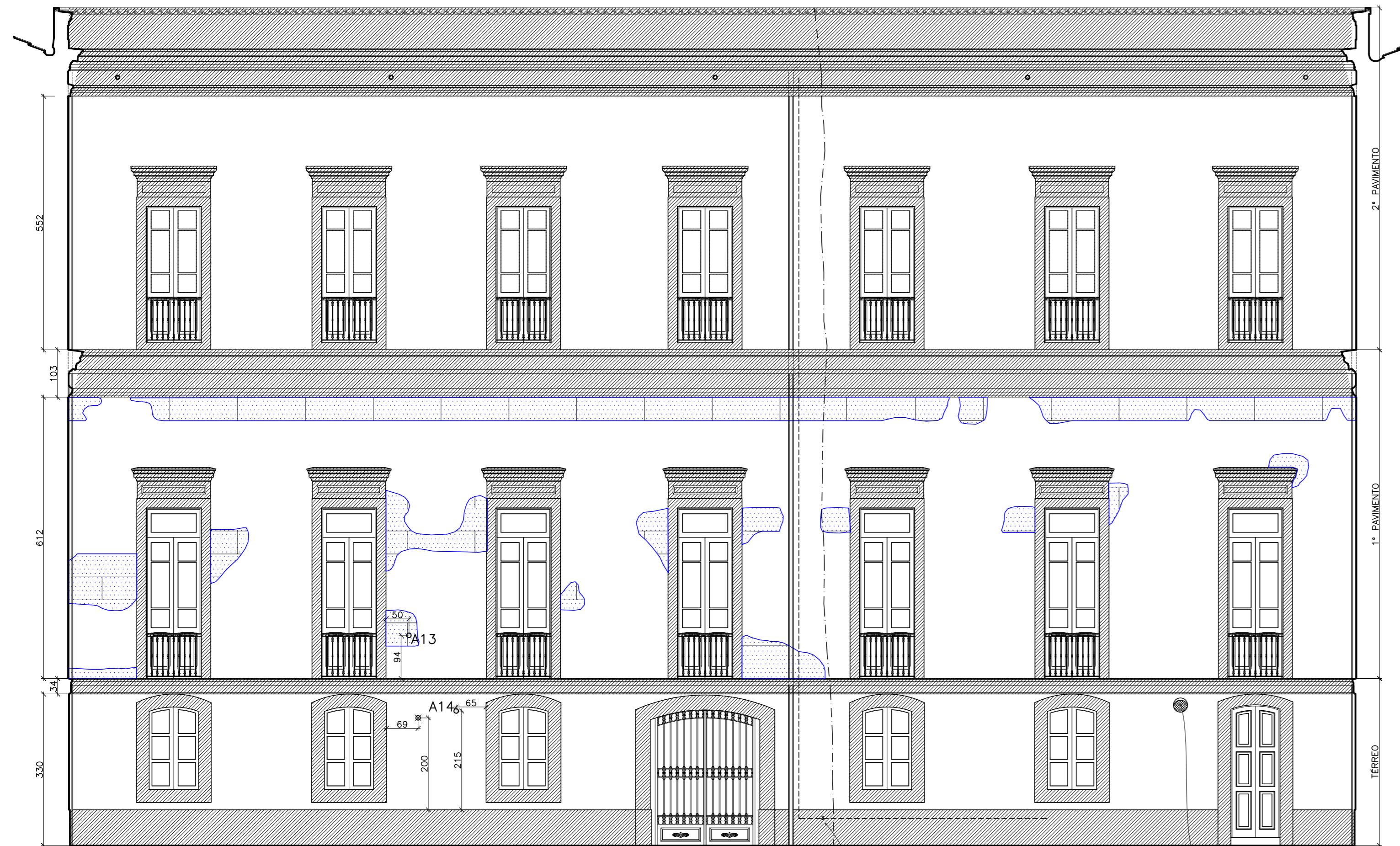
Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.**

Subtítulo: **PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO A – PAREDE OESTE
AVERIGUAÇÃO DO MAPEAMENTO DE DANOS**

Escala: 1:75
Prancha: **MAP01/04**

Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Colaboração: Arq. Luciano Jardim A. dos Santos	Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL Ricarte Gomes–UFRJ Museu Nacional
---	---	---

Convênio: Instituto Hebert Levy Ministério da Cultura	Petrobras Universidade Federal do Rio de Janeiro
---	---



○ LOCALIZAÇÃO DAS FOTOS

A1º CORPOS DE PROVA – TESTES LABORATORIAIS IPT

■ JANELAS DE PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA (PAREDE/ORIENTAÇÃO/PAVIMENTO/NÚMERO DA PROSPECÇÃO)

□ REVESTIMENTO REMOVIDO

▤ REVESTIMENTO MANTIDO

▨ ÁREAS PRESERVADAS PARA REFERÊNCIA DE ESPESURA DO NOVO REVESTIMENTO. (EMBASAMENTO, CORNIJAS, PLATIBANDA E MOLDURAS DOS VÃOS). ESSAS ÁREAS INCLUEM PROBLEMAS DE:

- 1-PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
- 2-RECOMPOSIÇÃO DE ARGAMASSA INADEQUADA
- 3-DESPRENDIMENTO TOTAL DO REVESTIMENTO

|| CONDUTORES DE ÁGUAS PLUVIAIS

- - RASGO NO REVESTIMENTO COM CABO DE AÇO DE ATERRAMENTO DO PÁRA-RAIO

MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
VISTA B – PAREDE NORTE

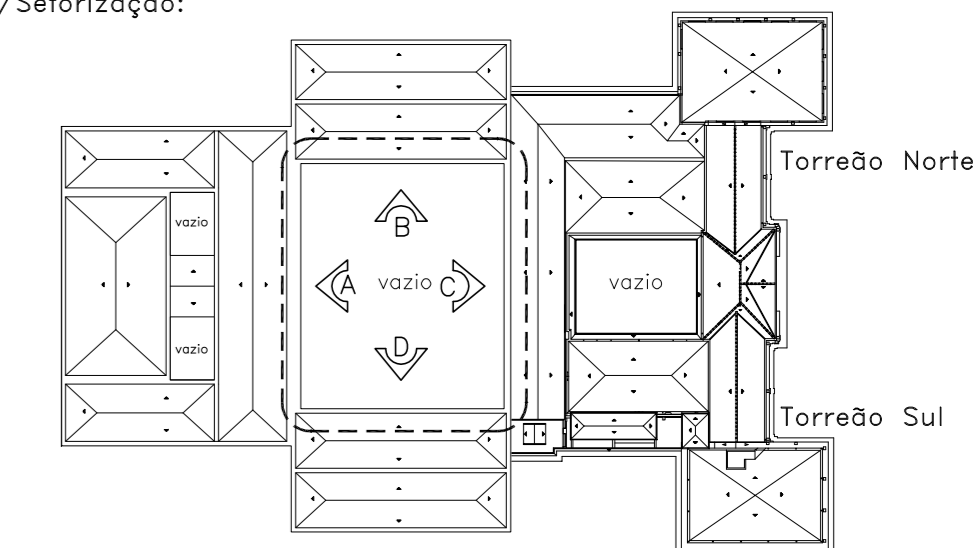
ESC.1/75

TUBO DE 1/2" COM REGISTRO (INTERNO)

EXAUSTÃO COZINHA

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
01	15/04/2004	ACRÉSCIMO ORIENTAÇÃO PAREDES (NORTE, SUL, LESTE E OESTE)	
00	29/02/2004	EMISSÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título:

PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.

Subtítulo:

PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO B – PAREDE NORTE
AVERIGUAÇÃO DO MAPEAMENTO DE DANOS

Escala Prancha
1:75

MAP 02/04

Projeto/Consultoria:

Arq. Marisa Assumpção

Colaboração:

Arq. Luciano Jardim A. dos Santos

Coordenação/Gerenciamento:

José Carlos Barboza – IHL

Ricarte Gomes–UFRJ
Museu Nacional

Convênio:

Instituto Hebert Levy

Ministério da Cultura

Petrobras

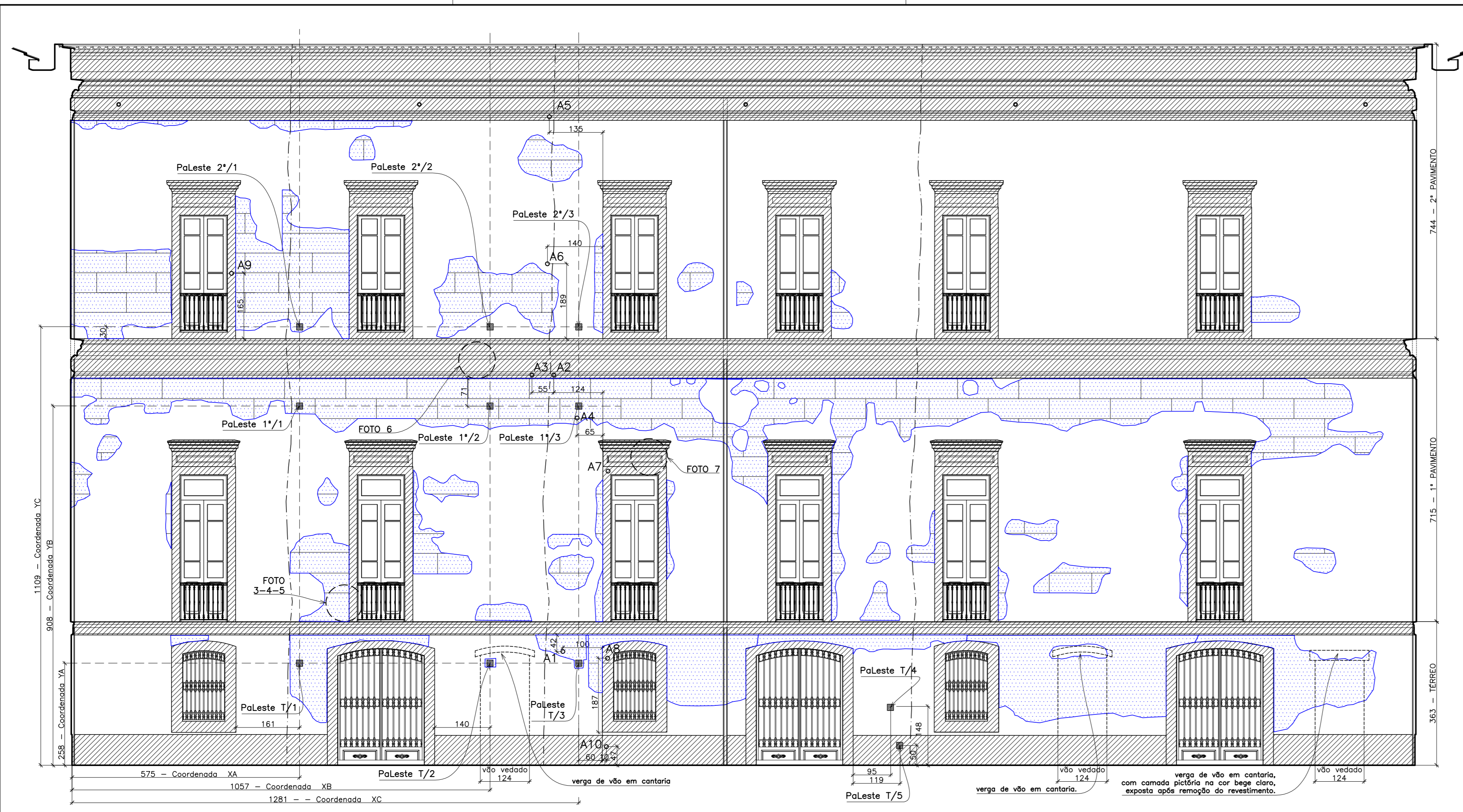
Universidade Federal do Rio de Janeiro

COR	PENA	ESP
05	05	02

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
104	025
100	03
130	04
170	05
210	07

COR	PENA	ESP
05	05	02
		60°

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
104	025
100	03
130	04
170	05
210	07

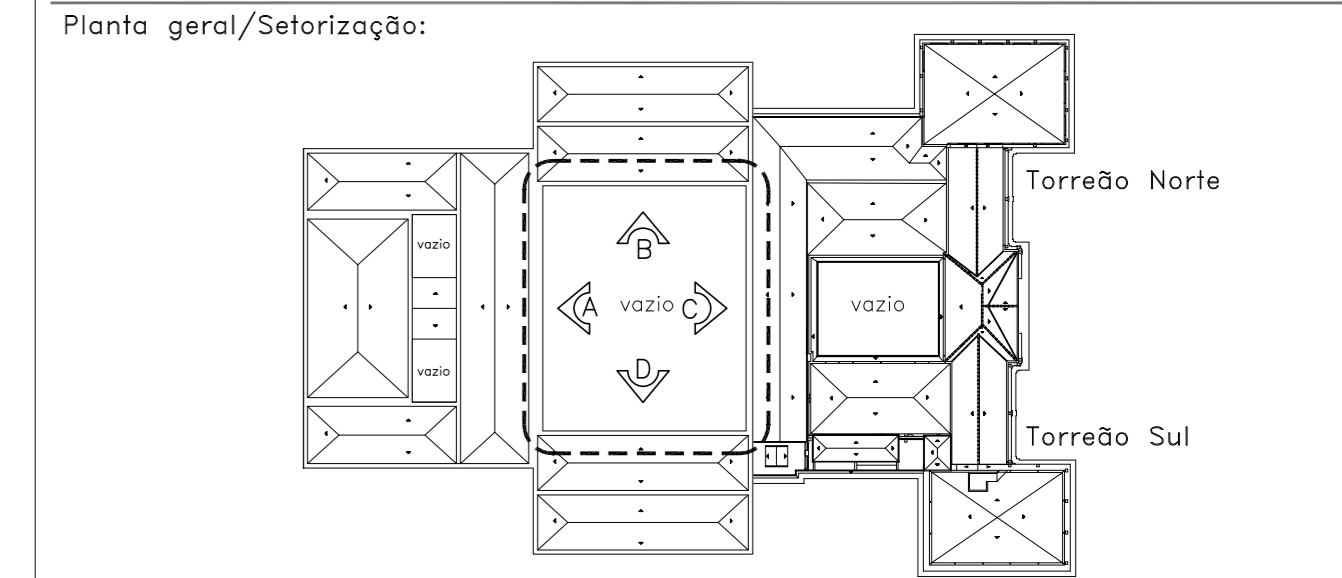


- LOCALIZAÇÃO DAS FOTOS
- ▲ A1º CORPOS DE PROVA – TESTES LABORATORIAIS IPT
 - JANELAS DE PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA (PAREDE/ORIENTAÇÃO/PAVIMENTO/NÚMERO DA PROSPECÇÃO)
 - REVESTIMENTO REMOVIDO
 - ▨ REVESTIMENTO MANTIDO
 - ▩ ÁREAS PRESERVADAS PARA REFERÊNCIA DE ESPESSURA DO NOVO REVESTIMENTO. (EMBASAMENTO, CORNIJAS, PLATIBANDA E MOLDURAS DOS VÃOS). ESSAS ÁREAS INCLUEM PROBLEMAS DE:
 - 1-PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
 - 2-RECOMPOSIÇÃO DE ARGAMASSA INADEQUADA
 - 3-DESPRENDIMENTO TOTAL DO REVESTIMENTO

- || CONDUTORES DE ÁGUAS PLUVIAIS
 - - - RASGO NO REVESTIMENTO COM CABO DE AÇO DE ATERRAMENTO DO PARA-RAIO
- OBS:
 PROSPECÇÕES ESTRATIGRÁFICAS PERDIDAS NA REMOÇÃO DO REVESTIMENTO
 PaLeste T/4 – PaLeste 2º/2

AVERIGUAÇÃO DO MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
VISTA C – PAREDE LESTE
 ESC.1/75

07	15/04/2004	ACRÉSCIMO ORIENTAÇÃO PAREDES (NORTE, SUL, LESTE E OESTE)	
06	18/03/2004	ACRÉSCIMO TUBOS AP E PARA-RAIOS	
05	30/01/2004	MODIF. ESCALA / REVISÃO MANCHAS E LEGENDA	
04	22/12/2004	MODIF. NOTA DAS VERGAS	
03	11/12/2003	AJUSTE DAS MANCHAS E ACRÉSCIMO VERGAS OCULTAS REVESTIMENTO	
02	11/12/2003	REV GERAL, ACRÉSCIMO MARCAÇÃO ESTRIGRAFIA E CORPOS DE PROVA	
01	08/12/2003	EMISSÃO INICIAL	
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO



Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.**

Subtítulo: **PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO C – PAREDE LESTE AVERIGUAÇÃO DO MAPEAMENTO DE DANOS**

Escala: 1:75

Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Colaboração: Arq. Luciano Jardim A. dos Santos	Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL Ricarte Gomes–UFRJ Museu Nacional
---	---	---

Convênio:
 Instituto Hebert Levy
 Ministério da Cultura
 Petrobras
 Universidade Federal do Rio de Janeiro

Arquivo: Patio-Levantamento Mecanico-C (VERIFICAÇÃO OBRA)-2.dwg



○ LOCALIZAÇÃO DAS FOTOS

A1º CORPOS DE PROVA – TESTES LABORATORIAIS IPT

■ JANELAS DE PROSPECÇÃO ESTRATIGRÁFICA (PAREDE/ORIENTAÇÃO/PAVIMENTO/NÚMERO DA PROSPECÇÃO)

□ REVESTIMENTO REMOVIDO

▨ REVESTIMENTO MANTIDO

▨ ÁREAS PRESERVADAS PARA REFERÊNCIA DE ESPESSURA DO NOVO REVESTIMENTO. (EMBASAMENTO, CORNIJAS, PLATIBANDA E MOLDURAS DOS VÃOS). ESSAS ÁREAS INCLUEM PROBLEMAS DE:

- 1-PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
- 2-RECOMPOSIÇÃO DE ARGAMASSA INADEQUADA
- 3-DESPRENDIMENTO TOTAL DO REVESTIMENTO

|| CONDUTORES DE ÁGUAS PLUVIAIS

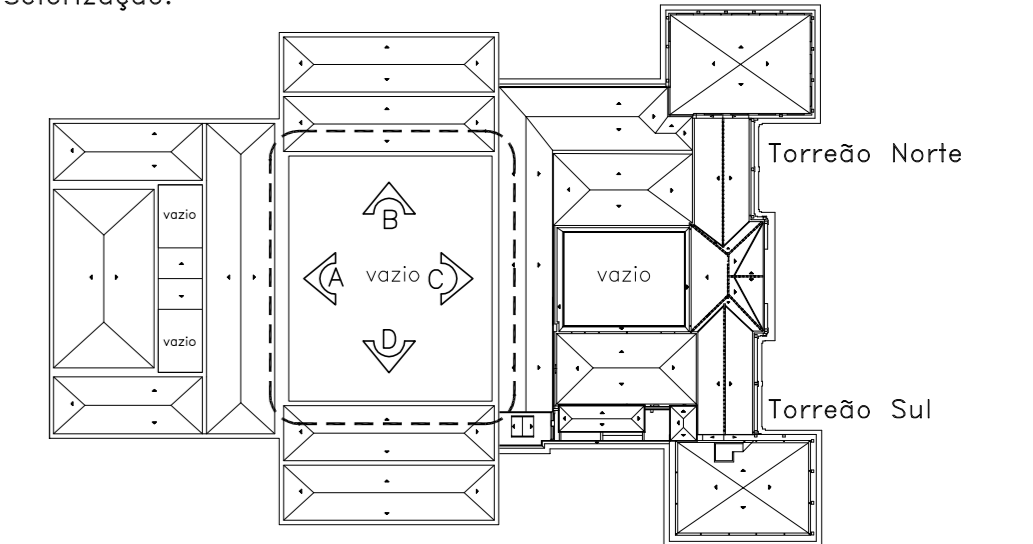
⎓ RASGO NO REVESTIMENTO COM CABO DE AÇO DE ATERRAMENTO DO PARA-RAIO

MAPEAMENTO DE ADERÊNCIA DO REVESTIMENTO
VISTA D – PAREDE SUL

ESC.1/75

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
02	15/04/2004	ACRÉSCIMO ORIENTAÇÃO PAREDES (NORTE, SUL, LESTE E OESTE)	
01	18/03/2004	ACRÉSCIMO PROSPEC. ESTRATIGRÁFICAS, TUBOS DE AP E PARA-RAIO	
00	03/02/2004	EMISSÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título:

PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO –RJ.

Subtítulo:

PATIO MAIOR – ELEVAÇÃO D – PAREDE SUL
AVERIGUAÇÃO DO MAPEAMENTO DE DANOS

Escala

1:75

Prancha
MAP 04/04

Projeto/Consultoria:

Arq. Marisa Assumpção

Colaboração:

Arq. Luciano Jardim A. dos Santos

Coordenação/Gerenciamento:

José Carlos Barboza – IHL

Ricarte Gomes–UFRJ
Museu Nacional

Convênio:

Instituto Hebert Levy

Ministério da Cultura

Petrobras

Universidade Federal do Rio de Janeiro

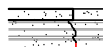
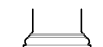

COR	PENA	ESP
05	05	02

COR	ESP
11	0075
10	01
30	015
50	02
104	025
100	03
130	04
170	05
210	07






Apêndice C




Vistas resultantes do Levantamento de Danos da Fachada do Paço.

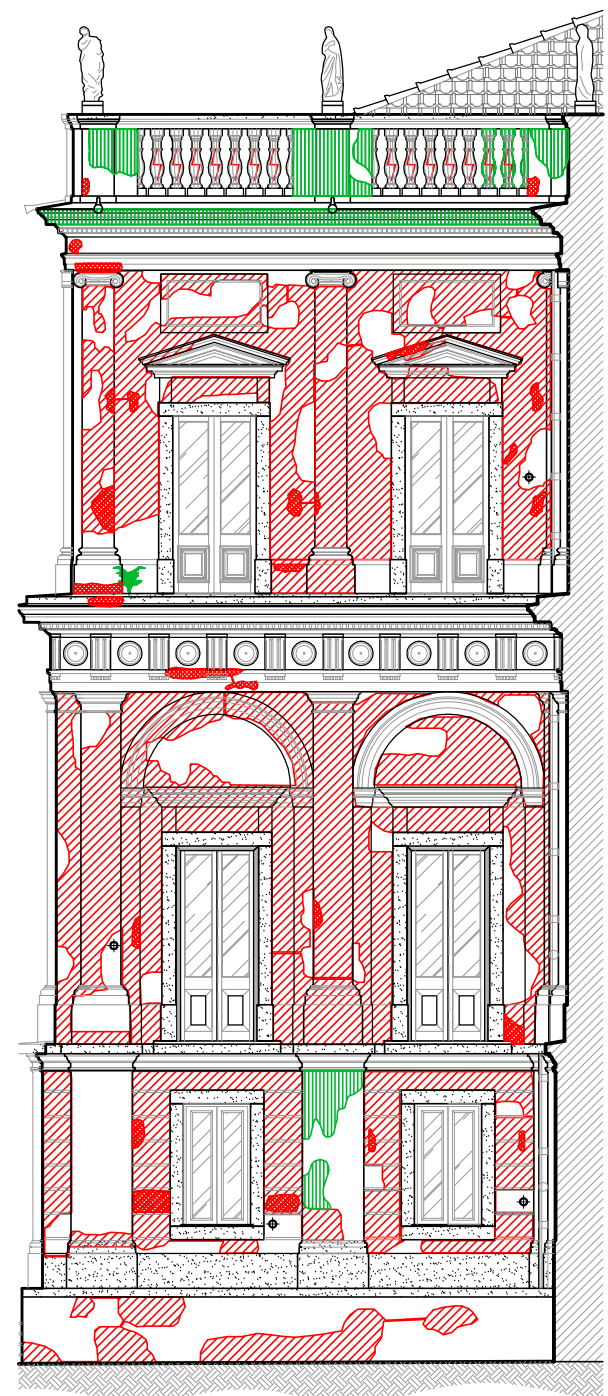
LEGENDA DE ACABAMENTOS

-  SUPERFÍCIES EM GRANITO
-  SUPERFÍCIES REVESTIDAS EM ARGAMASSA
-  ESQUADRIAS DE MADEIRA E VIDRO

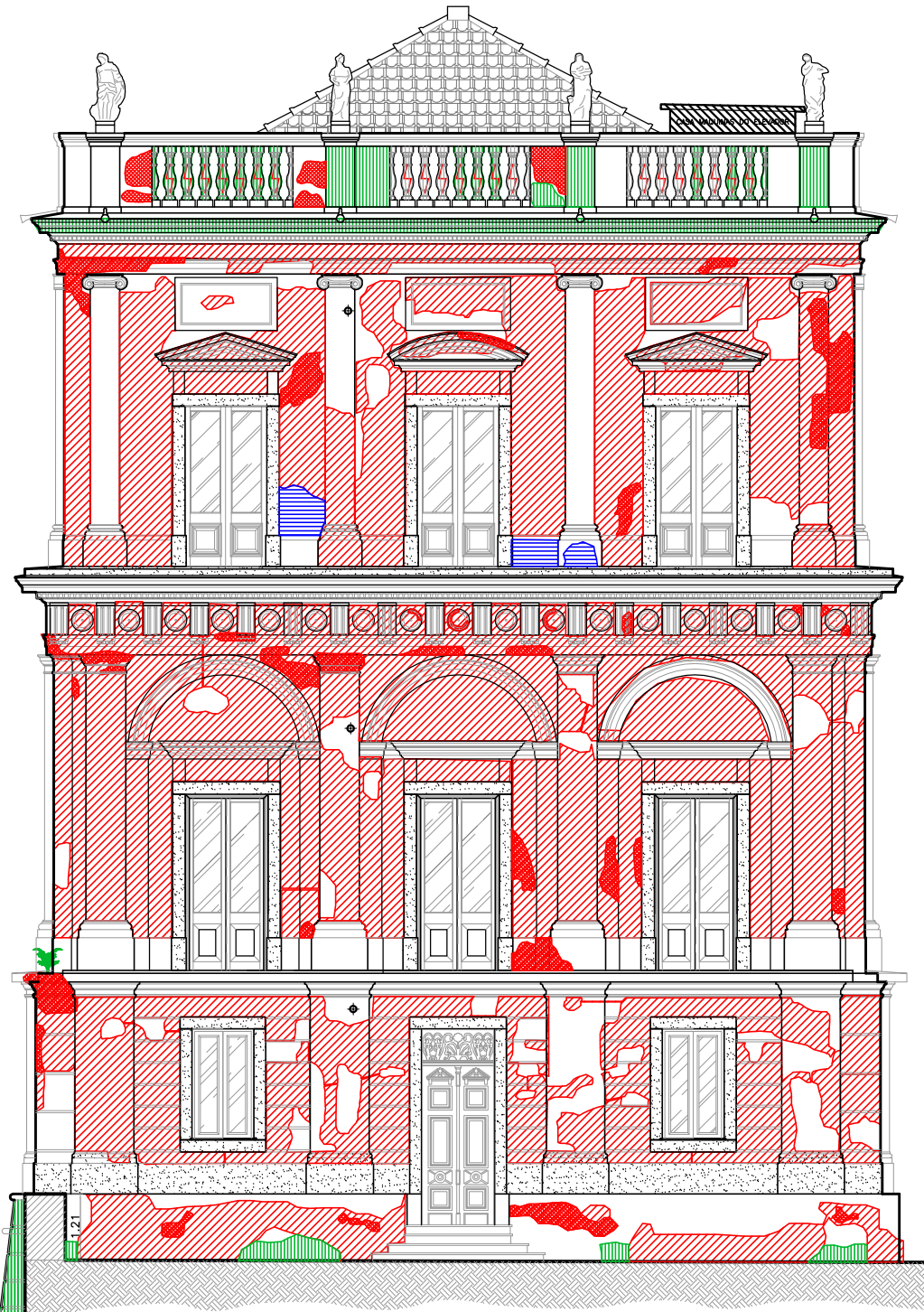
LEGENDA DE DANOS

-  VEGETAÇÃO
-  LIMO
-  DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
-  ARGAMASSA RECOMPOSTA
(ARGAMASSA INADEQUADA DE CIMENTO E AREIA)
-  ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO EMBOÇO
(VERIFICADO POR MÉTODO DE PERCUSSÃO – SOM CAVO)

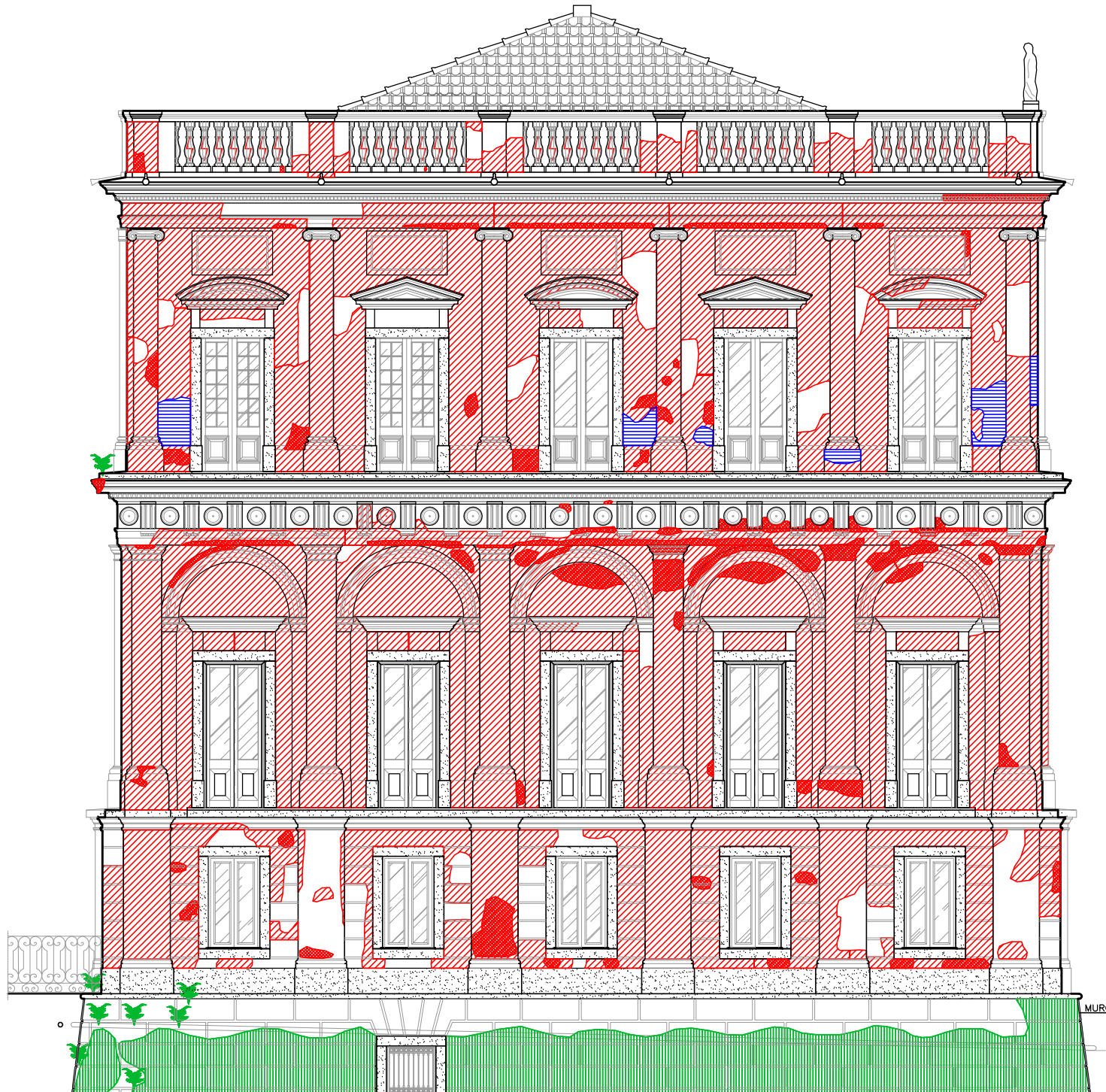
-  MODIFICAÇÕES E ACRÉSCIMOS
-  CORPOS DE PROVA PARA ANÁLISE
-  BALAUSTRADA COM TRICAS



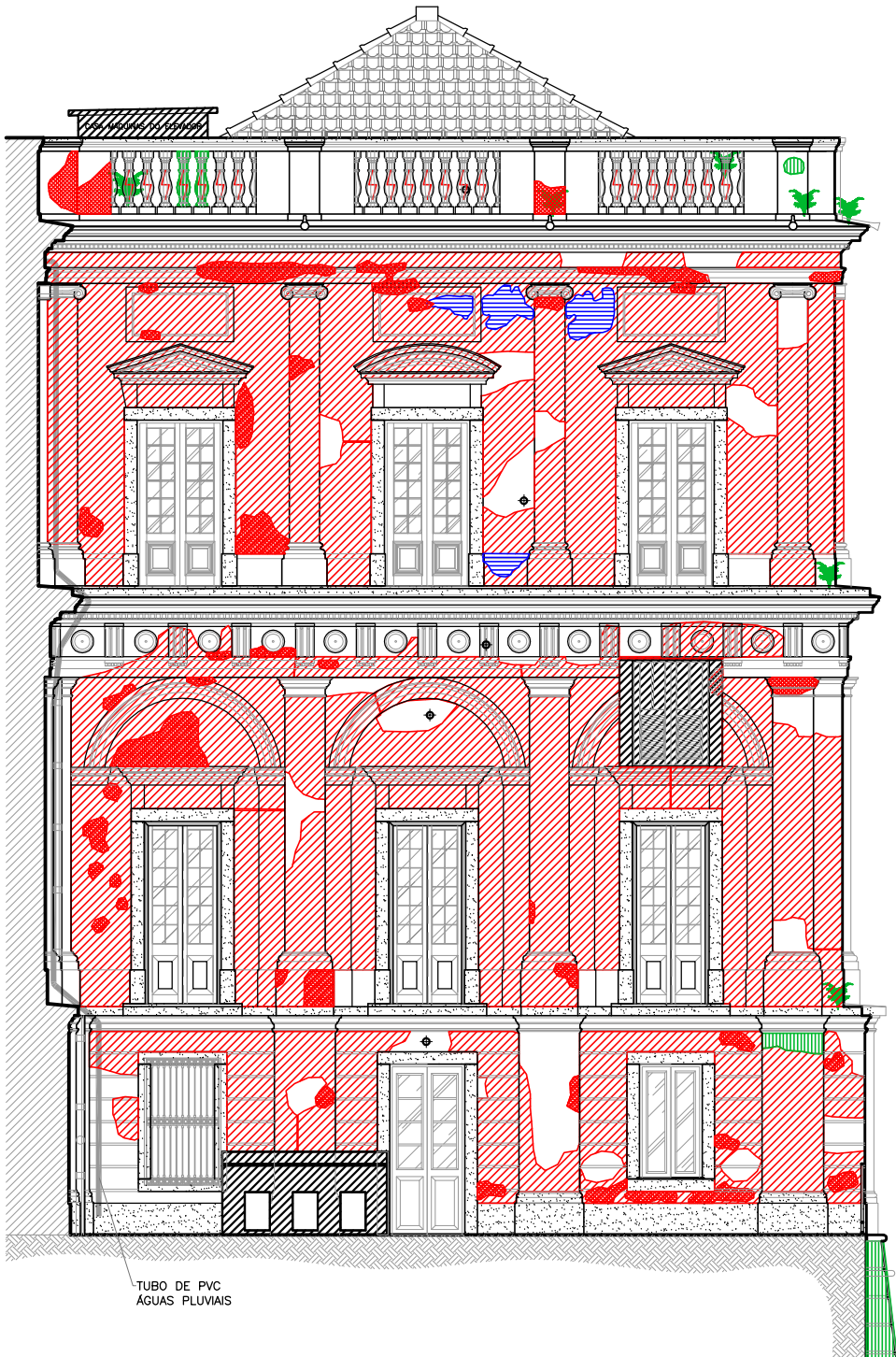
FACHADA "A"
ESC.1/125



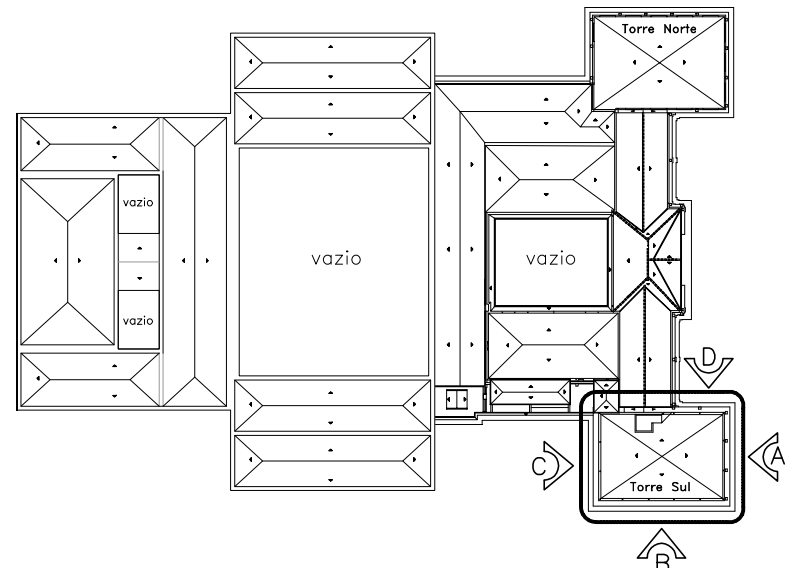
FACHADA "B"
ESC.1/125



FACHADA "C"
ESC.1/125



FACHADA "D"
ESC.1/125



00	05/12/2003	EMISSÃO INICIAL	
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO

Planta geral/Setorização:

Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO – RJ**

Subtítulo: **TORREÃO SUL – MAPEAMENTO DE DANOS FACHADAS "A", "B", "C" e "D"**

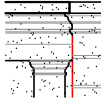

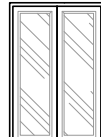
Escala: 1:125

Prancha: **MAP 01/03**







Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL	Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Convênio: Instituto Hebert Levy Petrobras Ministério da Cultura Univ. Federal do Rio de Janeiro
Testes de percussão: Eng. Carlos Dion de Melo Teles	Colaboração: www.ingenium.arq.br	

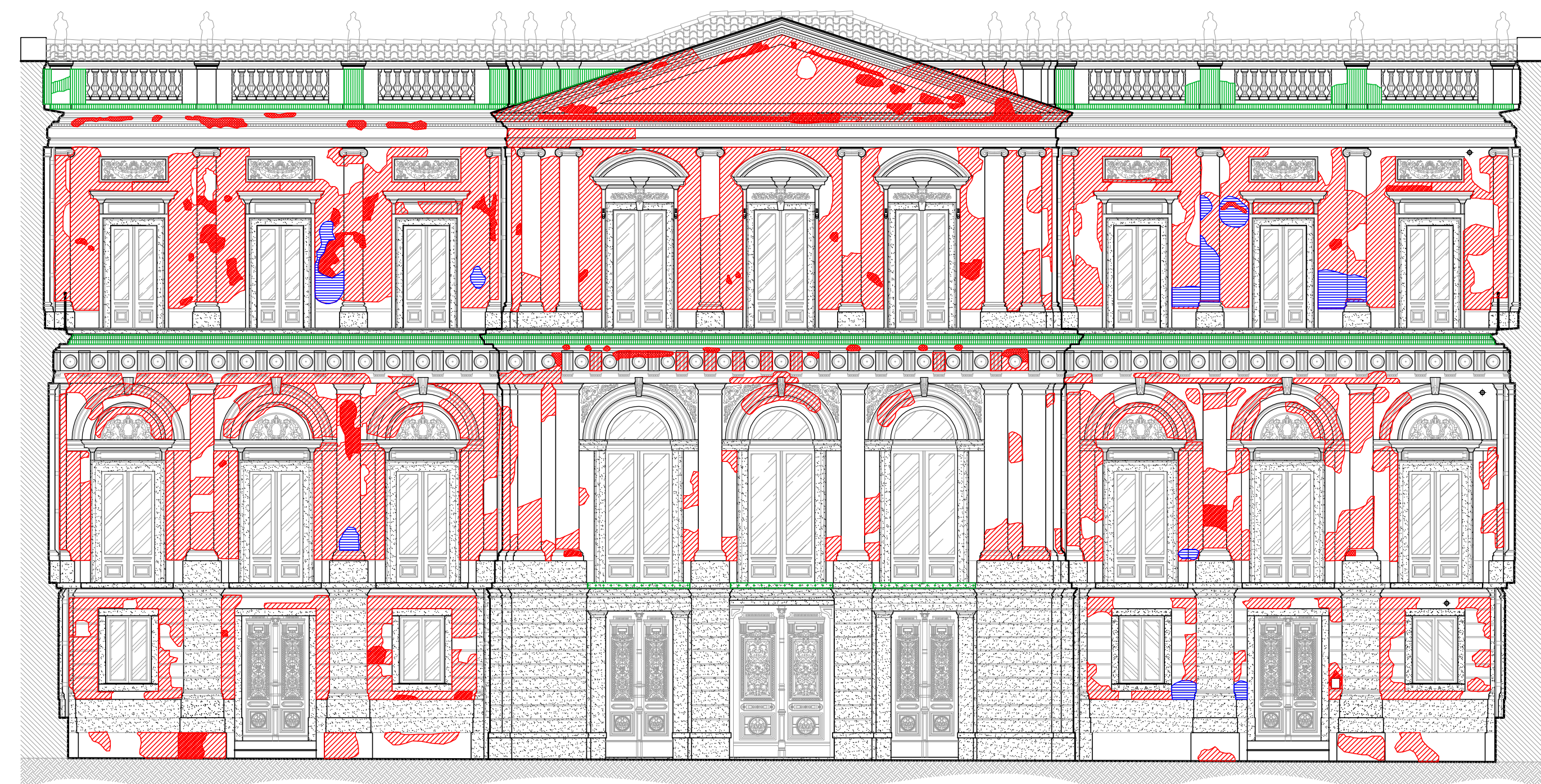
COR	ESP	
11	0075	
10	01	
30	015	
50	02	
100	03	PRETA
130	04	
170	05	
210	03	
COR	PENA	ESP
250	250	01
251	251	01
252	252	01
253	253	01
01	01	02
42	42	02
104	104	02
05	05	02

LEGENDA DE ACABAMENTOS

-  SUPERFÍCIES EM GRANITO
-  SUPERFÍCIES REVESTIDAS EM ARGAMASSA
-  ESQUADRIAS DE MADEIRA E VIDRO

LEGENDA DE DANOS

-  VEGETAÇÃO
-  LIMO
-  DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
-  ARGAMASSA RECOMPOSTA
(ARGAMASSA INADEQUADA DE CIMENTO E AREIA)
-  ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO EMBOÇO
(VERIFICADO POR MÉTODO DE PERCUSSÃO - SOM CAVO)
-  CORPOS DE PROVA PARA ANÁLISE



COR	ESP	PRETA
11	0075	
10	01	
30	015	
50	02	
100	03	
130	04	
170	05	
210	03	

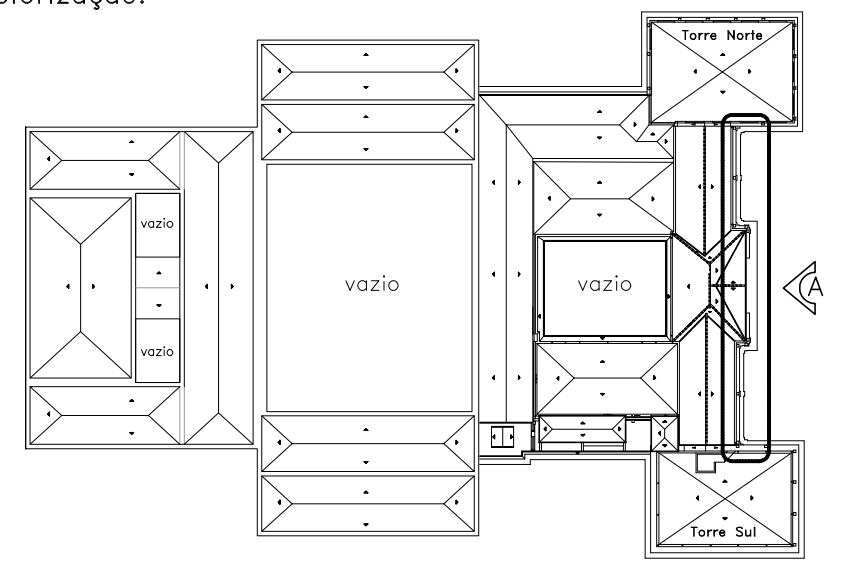
COR	PENA	ESP	TONS CINZA
250	250	01	
251	251	01	
252	252	01	
253	253	01	

COR	PENA	ESP
01	01	02
42	42	02
104	104	02
05	05	02

FACHADA "A"
ESC.1/125

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
00	10/05/2007	ATUALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO	
00	05/12/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título: **PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO – RJ**




Subtítulo: **CORPO CENTRAL – MAPEAMENTO DE DANOS FACHADA "A"**

Escala: 1:125






Prancha: **MAP 02/03**





Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL	Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Convênio: Instituto Hebert Levy Petrobras Ministério da Cultura Univ. Federal do Rio de Janeiro
Testes de percussão: Eng. Carlos Dion de Melo Teles	Colaboração: www.ingenium.arq.br	

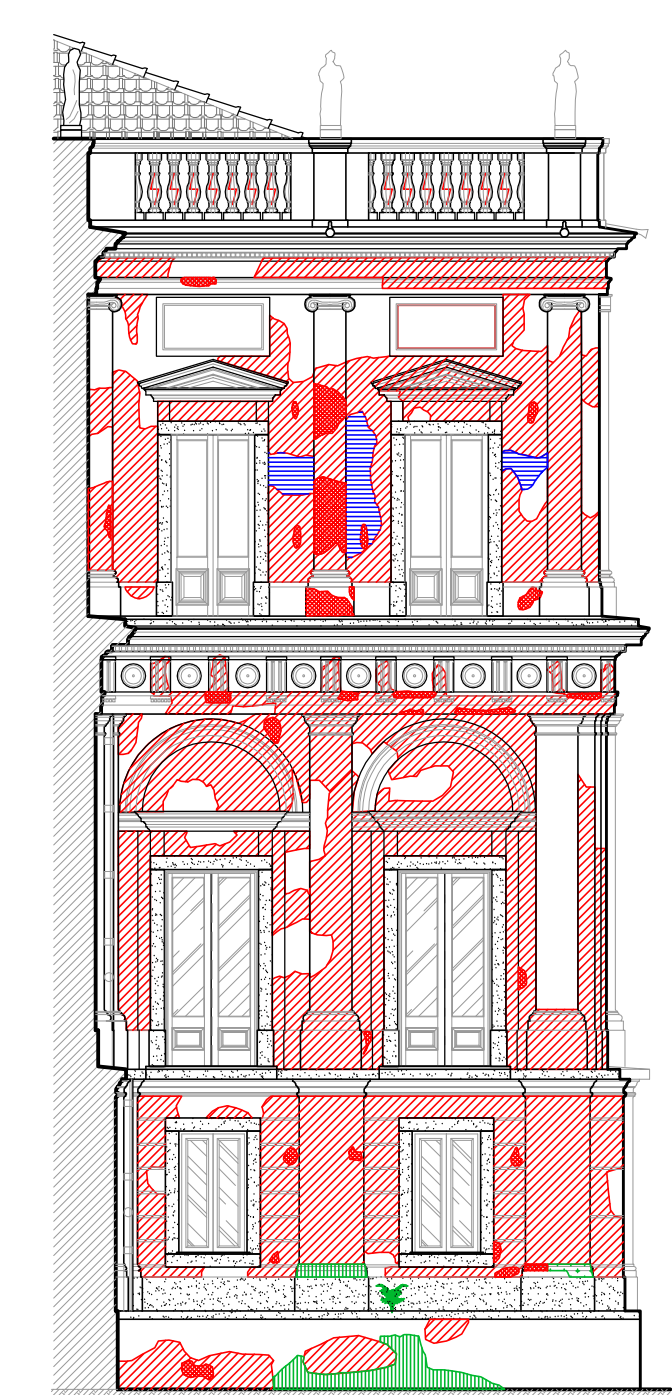
LEGENDA DE ACABAMENTOS

-  SUPERFÍCIES EM GRANITO
-  SUPERFÍCIES REVESTIDAS EM ARGAMASSA
-  ESQUADRIAS DE MADEIRA E VIDRO

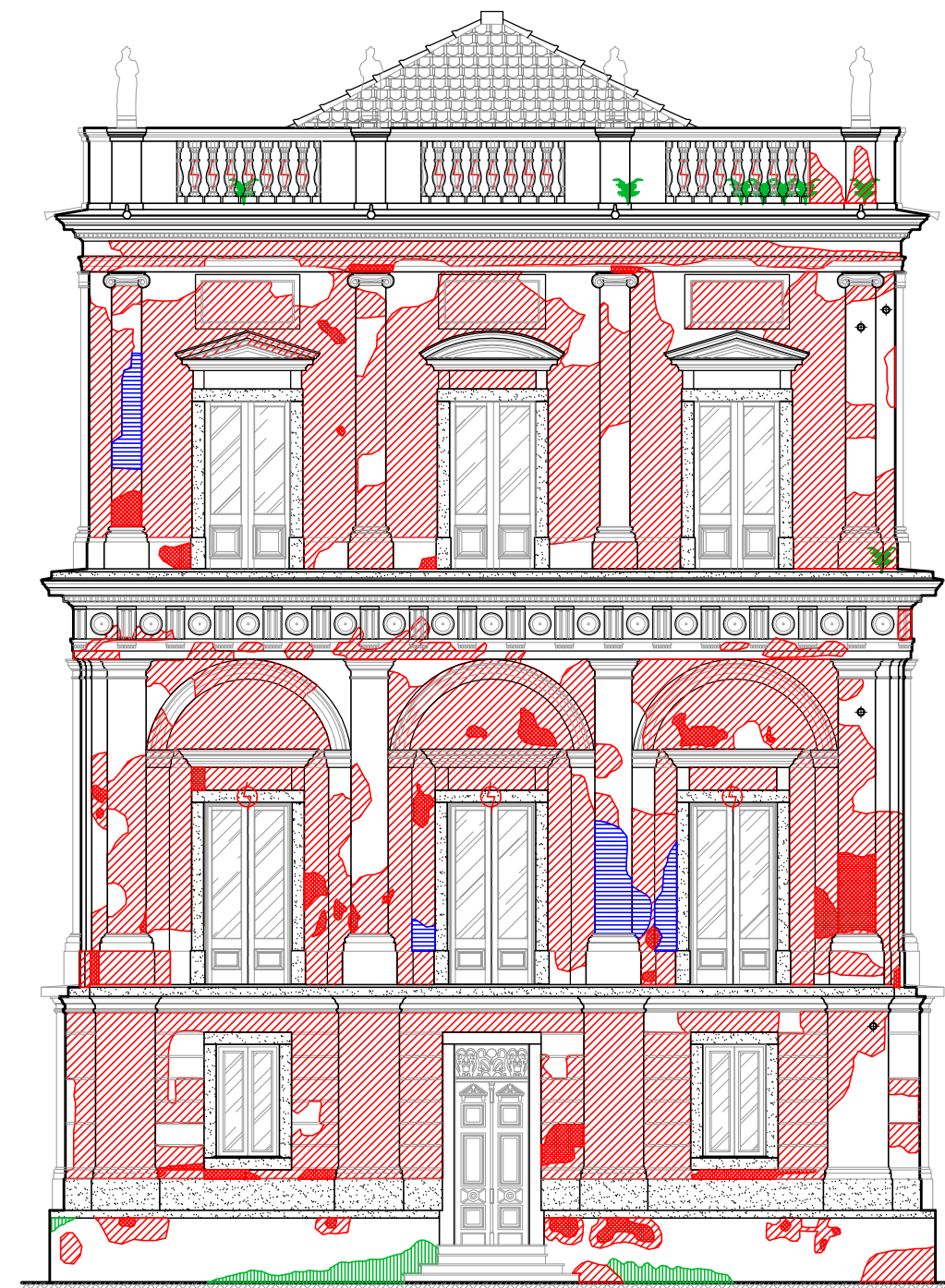
LEGENDA DE DANOS

-  VEGETAÇÃO
-  LIMO
-  DESPRENDIMENTO TOTAL DO EMBOÇO
-  ARGAMASSA RECOMPOSTA
(ARGAMASSA INADEQUADA DE CIMENTO E AREIA)
-  ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DO EMBOÇO
(VERIFICADO POR MÉTODO DE PERCUSSÃO – SOM CAVO)

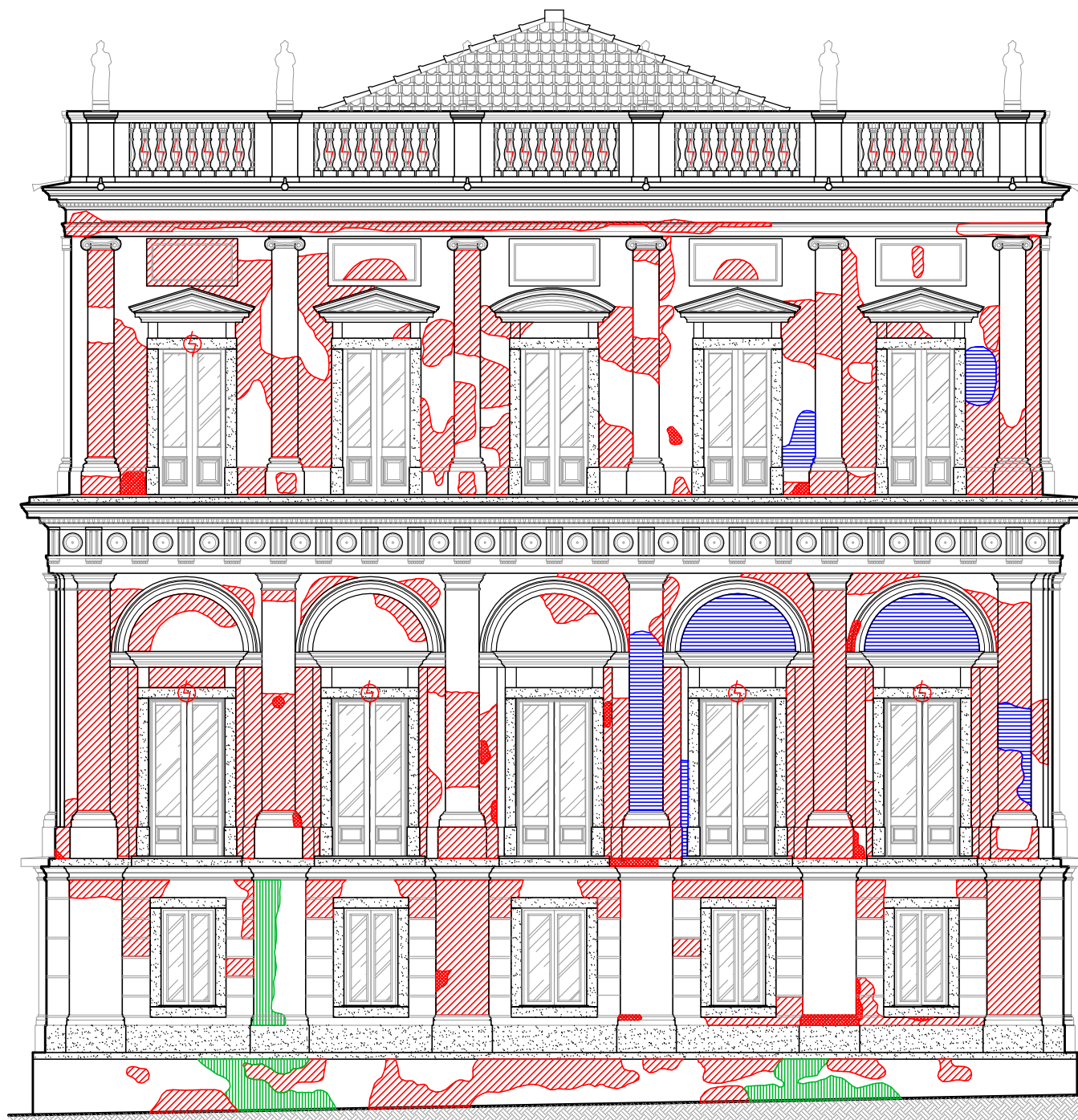
-  MODIFICAÇÕES E ACRÉSCIMOS
-  CORPOS DE PROVA PARA ANÁLISE
-  BALAUSTRADA COM TRICAS
-  FISSURAS ESTRUTURAIS NAS VERGAS DE GRANITO



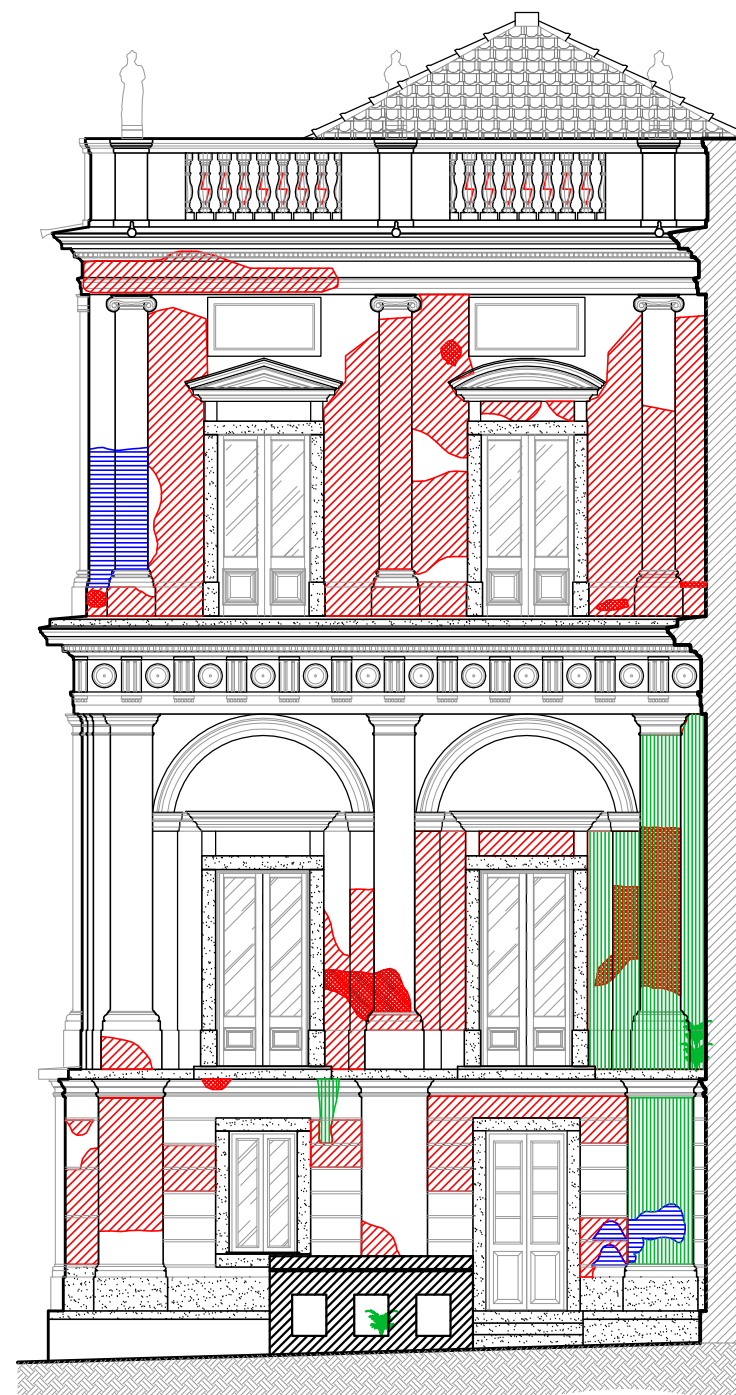
FACHADA "A"
ESC.1/125



FACHADA "B"
ESC.1/125



FACHADA "C"
ESC.1/125



FACHADA "D"
ESC.1/125

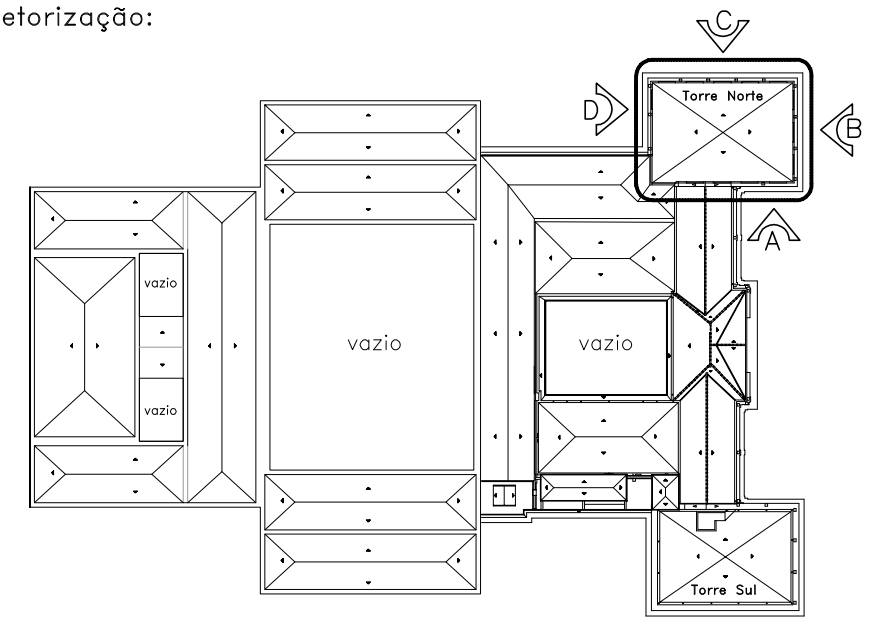
COR	ESP	PRETA
11	0075	
10	01	
30	015	
50	02	
100	03	
130	04	
170	05	
210	03	

COR	PENA	ESP	TONS	FINZA
250	250	01		
251	251	01		
252	252	01		
253	253	01		

COR	PENA	ESP
01	01	02
42	42	02
104	104	02
05	05	02

REV.	DATA	DESCRIÇÃO	VISTO
00	10/05/2007	ATUALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO	
00	05/12/2003	EMIÇÃO INICIAL	

Planta geral/Setorização:



Título: PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO MUSEU NACIONAL
QUINTA DA BOA VISTA, SÃO CRISTÓVÃO – RJ

Subtítulo: TORREÃO NORTE – MAPEAMENTO DE DANOS
FACHADAS "A", "B", "C" E "D"

Escala: 1:125
Prancha: MAP 03/03

Coordenação/Gerenciamento: José Carlos Barboza – IHL	Projeto/Consultoria: Arq. Marisa Assumpção	Convênio: Instituto Hebert Levy Petrobras Ministério da Cultura Univ. Federal do Rio de Janeiro
Testes de percussão: Eng. Carlos Dion de Melo Teles	Colaboração: www.ingenium.arq.br	

Apêndice D

Vistas resultantes do Levantamento de Danos do Centro Cultural e Museu da Caixa Econômica Federal.

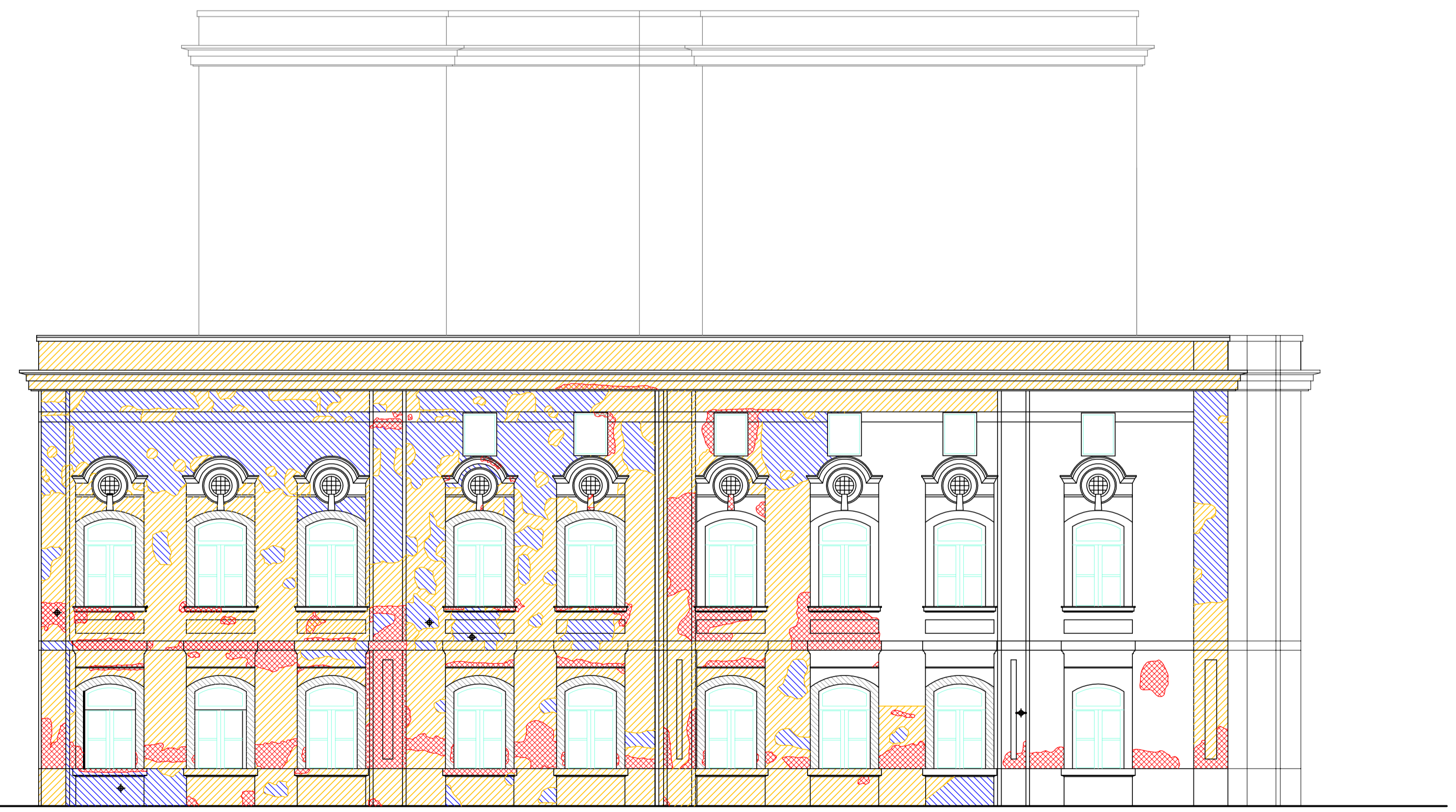
Tabelas com resultados do levantamento de Danos.



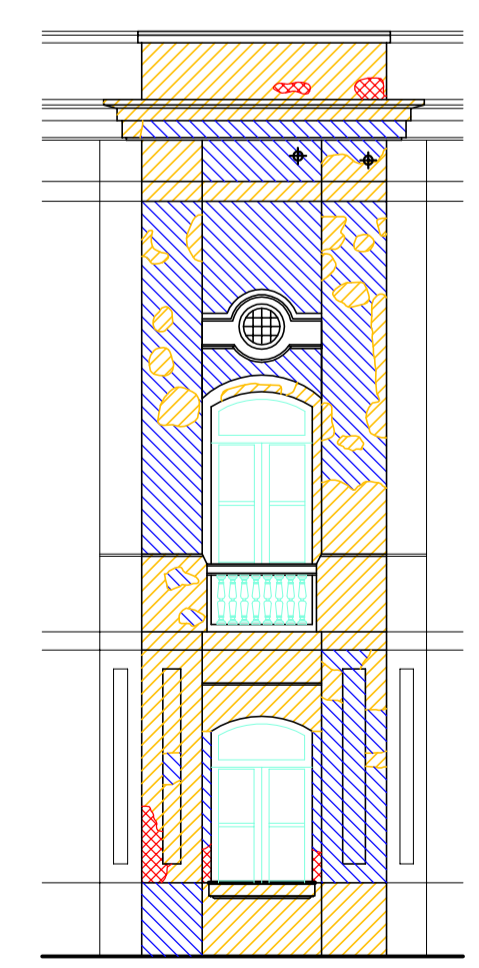
01 Fachada Principal
ESCALA: 1/100

LEGENDA DE DANOS/ ARGAMASSAS

- ARGAMASSA SA
- DESPRENDIMENTO DA ARGAMASSA
- PEDRAS ENCOBERTAS
- ÁREAS COM PROBLEMAS DE ADERÊNCIA DA ARGAMASSA (VERIFICADO POR MÉTODO DE PERCUSSÃO - SOM CAVO)
- PEDRA APARENTE 115,0m²
- CORPOS DE PROVA PARA ANÁLISE



02 Fachada Lateral
ESCALA: 1/100



03 Fachada Esquina
ESCALA: 1/100

REV.	DATA	MODIFICAÇÕES	DESENHO
01	21/09/2009	Emissão inicial	Dion Teles

CASA DA MOEDA DO BRASIL
 projeto
 MUSEU E CENTRO CULTURAL DA CASA DA MOEDA DO BRASIL
 Praça da República, nº 26 - Centro Rio de Janeiro / RJ
 fase
 FACHADAS / ARGAMASSAS e CANTARIAS
 título
 MAPEAMENTO DE DANOS / ARGAMASSAS

supervisão	projeto arquitetônico	consultoria de eng. restauro
José Carlos Barboza	Glauco Campello	Carlos Dion de Melo Teles
Instituto Herbert Levy	consultoria de restauro	Valéria M. Melo Teles
	Marisa Assumpção	Innova-ii

escala	data	arquivo	desenho
1/100	21. set. 2009	CMB-LEVFA01.dwg	Bruno O. Furquim

	N	%	Esquina	%	WN	%	WW	%	WW	%	WS	%	Total	%Inspec
	pedra													
Área total	281		35		187		131		300		266		900	
Área Inspeccionada	203	100%	30	100%	168	100%	118	100%	210	100%	147	100%	667	100%
Desprendimento	20	10%	1	2%	16	10%	4	3%	6	3%	8	5%	49	7%
Probl. De aderência	99	49%	16	54%	84	50%	37	32%	25	12%	77	52%	313	47%
Sã	58	29%	13	44%	53	31%	74	63%	49	24%	50	34%	249	37%
Pedra encoberta	26	13%		0%	15	9%	2	2%	0	0%	13	9%	56	8%
Pedra Aparente		0%		0%	0	0%	0	0%	130	62%	0	0%	0	0%

Tabela 31: Resumo das áreas levantadas quanto ao dano, por fachada

	N1a3	%	N4a5	%	N6a8	%	N9	%	Total	%	Desv Padrão	Min (95% Conf)	Max (95% Conf)
Área total	75		72		74		60		281				
Área Inspeccionada	64,8	100%	67,3	100%	54	100%	16,5	100%	202,6	100%			
Desprendimento	3	4%	10,3	15%	5	9%	2	14%	20	10%	5%	5%	15%
Probl. De aderência	33	51%	35	52%	27	50%	4	22%	99	49%	14%	35%	63%
Sã	22	33%	16	24%	16	30%	5	27%	58	29%	4%	25%	33%
Pedra encoberta	8	12%	6	9%	6	11%	6	36%	26	13%	13%		
Pedra Aparente		0%		0%		0%		0%	0	0%	0%		

Tabela 32: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, fachada norte (R. Constituição)

	WN1 a 3	%	WN4 a 6	%	WS1 a 3	%	WS4 a 7	%	Total	%	Média	Desv Padrão	Min (95% Conf)	Max (95% Conf)
Área total	90		97		131		135		318					
Área Inspeccionada	87	100%	81	100%	82	100%	66	100%	250	100%				
Desprendimento	5	5%	12	14%	3	3%	6	9%	19	8%	8%	5%	2%	12%
Probl. De aderência	38	43%	47	58%	45	54%	32	49%	129	52%	51%	6%	45%	57%
Sã	38	44%	15	18%	27	33%	23	35%	80	32%	32%	10%	22%	42%
Pedra encoberta	7	8%	8	9%	8	10%	5	8%	23	9%	9%	1%		
Pedra Aparente		0%		0%		0%		0%	0	0%				

Tabela 33: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, Fachadas Oeste (Praça da República) com dois pavimentos

	WW1 a 2	%	WW4 a 6	%
			Pedra	
Área total	131		300	
Área Inspeccionada	117,75	100%	80,1	100%
Desprendimento	4	3%	6	7%
Probl. De aderência	37	32%	25	31%
Sã	74	63%	49	62%
Pedra encoberta	2	2%		
Pedra Aparente		0%	130	

Tabela 34: Resumo das áreas levantadas quanto a dano, Fachadas Oeste (Praça da República) com três pavimentos

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)