

AVALIAÇÃO GEOLÓGICA DA ALTERABILIDADE DE ROCHAS E ARGAMASSAS EM MONUMENTOS PÉTREOS TOMBADOS

GEOLOGICAL EVALUATION OF THE ALTERABILITY OF STONES AND MORTARS IN CULTURAL HERITAGE

Luanna Cavalcanti Rebecchi de Moura

Bolsista de Capacitação Institucional, Geóloga, UERJ

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Supervisor, Engenheiro Químico, D. Sc.

Resumo

Na busca pela eficácia nas ações de preservação, conservação e restauro do patrimônio cultural, o suporte tecnológico utilizando instrumentos portáteis não destrutivos vem se tornando uma ferramenta vital. Outro instrumento importante é a avaliação geológica de rochas presentes nestes patrimônios, visando compreender o estado de alteração do material para viabilizar a remoção ou redução da influência dos prováveis agentes causadores. O presente trabalho aborda o subsídio tecnológico prestado e os resultados obtidos antes do restauro da fachada do Real Gabinete Português de Leitura do Rio de Janeiro. A rocha que está aplicada em toda a fachada é um calcário calcítico com cerca de 54% de CaO e 45% de perda por calcinação. Os principais danos das rochas na fachada são incrustações, sujidades, colonização microbiológica, fissuras capilares, depósitos e lascagem. Os resultados colorimétricos comparativos entre os estados anterior e posterior à limpeza-teste demonstram que houve aumento no parâmetro de luminosidade (L^*), algo positivo para esta rocha, que tem tonalidade clara, e que não houve aumento no brilho, outro fator relevante, já que são rochas não polidas. Em relação à sujidade acumulada foi confirmada a presença de gipsita, possivelmente relacionada à alteração da calcita em presença úmida de enxofre (atmosfera poluída). Outros minerais encontrados podem estar relacionados à degradação da argamassa ou a eventuais depósitos de sujidades trazidas pelo vento. Na análise química da água de lavagem, foi detectado o sulfato (132 ppm) como principal contaminante e teores de cálcio, que pode estar sendo retirado da composição da argamassa ou provir de particulado em suspensão, além de sódio (50 ppm) e cloreto (20 ppm), que podem estar relacionados à chuva ou à maresia trazida pelo ventos, pois a baía de Guanabara dista cerca de 1,0 km do prédio. A argamassa é constituída por areia e cal em traço 2:1.

Palavras-chave: Real Gabinete Português de Leitura, Alterabilidade de rocha, Lioz, Rochas ornamentais.

Abstract

In the search for efficacy applied in preservation, conservation and restoration of cultural heritage, technological support using non-destructive portable instruments has become an essential tool. Another important instrument is the geological evaluation of stones, present in these cultural heritages, aiming to understand the material and its state of alteration to enable the elimination or reduction of the influence of the probable weathering agents. This paper presents the results obtained from the technological research provided before the restoration of the facade of the Royal Portuguese Reading Room. The stone that is

applied in the facade is limestone with about 54% CaO and 45% calcination loss. The main damages of the stones are incrustations, soiling, microbiological colonization, hair cracks, deposits and flaking. Using comparatively the colorimetric results between the states before and after the test-cleaning is possible to observe that there was an increase in the parameter L^* , something positive for this stone, which has a light tonality, and that there was no increase in brightness, another positive factor, since they are unpolished stones. In relation to the accumulated soiling, the presence of gypsite was confirmed, possibly related to the alteration of the calcite in the wet presence of sulfur (polluted atmosphere). Other minerals found may be related to the degradation of the mortar or to eventual deposits of soil brought by the wind. In the chemical analysis of the washing water, sulphate (132 ppm) was detected as the main contaminant and calcium contents, which may be removed from the mortar composition or from particulate matter, also sodium (50 ppm) and chloride (20 ppm), which may be related to the rain or the wind brought by the winds, since the Guanabara Bay is about 1.0 km from the building. The mortar consists of sand and lime in trace 2:1.

Keywords: Royal Portuguese Reading Room, Stone Alterability, Lioz, Ornamental stone.

1. Introdução

Desde a antiguidade as rochas vêm sendo usadas como material de construção, principalmente por suas características de durabilidade e resistência. Conseqüentemente, diversas etapas da evolução humana foram registradas por meio delas (Vidal *et al.*, 2013). No final do século XVIII começou-se a discutir a importância de preservar monumentos erguidos pelas civilizações passadas a fim de proteger a memória humana (Zanirato e Ribeiro, 2006). No Brasil diversas medidas foram adotadas, dentre elas a criação de um órgão para realizar o levantamento dos patrimônios nacionais (IPHAN) munido do tombamento, uma ferramenta administrativa de proteção ao patrimônio cultural, que visa preservar as características originais do monumento (Brasil, lei nº 25, 1937). Entre as maneiras de assegurar tal preservação, o suporte tecnológico aparece como uma ferramenta interdisciplinar eficiente já que pode informar de maneira embasada o tipo de material em estudo e as principais causas de sua alteração e deterioração, permitindo-se, assim, que as intervenções sejam realizadas de maneira apropriada (Creagh, 2005). Dentro deste universo de preservação, a avaliação geológica das rochas que constituem um bem tombado, visa compreender o estado de alteração do material e seus causadores, estudando a viabilidade de remover ou minimizar a influência deles. A compreensão do que há de errado com o material auxilia no desenvolvimento de soluções eficiente de longo prazo.

O prédio do Real Gabinete foi concluído em 1888, sua arquitetura conta com um revestimento em rocha branca por toda a fachada trabalhada em estilo neomanuelino. Como elementos de decoração da fachada existem quatro estátuas (da esquerda para a direita: Pedro Álvares Cabral, Luis de Camões, Infante Dom Henrique e Vasco da Gama). Como forma de proteção o edifício foi tombado em 1970 pelo IPHAN (Anacleto, 2000).

2. Objetivos

Caracterização das rochas e argamassas e verificação das causas de alterações da fachada do Real Gabinete Português de Leitura do Rio de Janeiro.

3. Material e Métodos

A fachada foi inspecionada e o material rochoso descrito, identificando os principais danos e documentando-os, adotando-se para tal nomenclatura proposta pelo ICOMOS (2016). Por meio do espectrofotômetro portátil modelo *spectro-guide sphere gloss*, da marca *BYK*, foram feitas avaliação de cor e brilho, para determinar os valores nos eixos L^* , a^* , b^* (Judd, 1952), plotados posteriormente em uma ferramenta de conversão em cor em *software* livre disponível na internet¹. A amostragem foi realizada e as amostras numeradas segundo Figura 1.

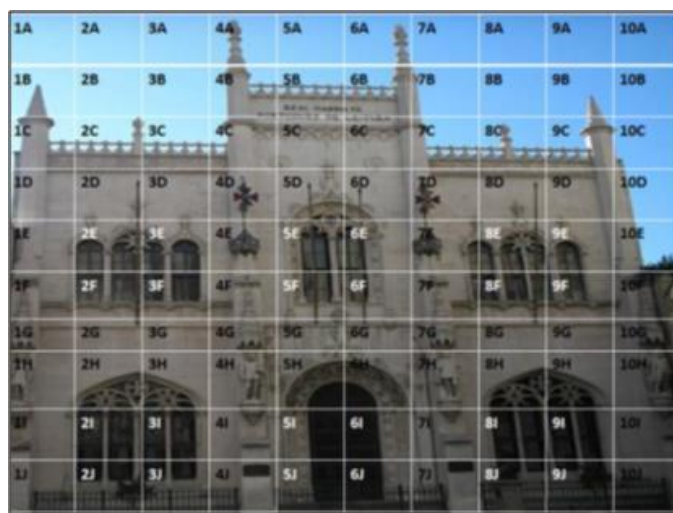


Figura 1. Individualização alfanumérica para identificação das regiões de ensaio e amostragem.

Nas regiões onde havia acúmulo de sujeira, foi coletado material seco com auxílio de escova de cerdas macias e pote de polipropileno estéril para análise em difração de raios-X (DRX). Em outras áreas, optou-se pela lavagem da superfície suja com uso de pissetes com água deionizada e escovação da região com escova de cerdas de polipropileno macias, e posterior coleta da água contaminada em potes de polipropileno estéreis. Estes foram identificados segundo código alfanumérico (seguindo os quadrantes apresentados na Figura 1), armazenados ao abrigo da luz solar e encaminhados com menos de 24 horas para a Coordenação de Análises Mineraias do CETEM (COAMI) para ensaios de absorção atômica de chama e cromatografia iônica. Foi coletada uma amostra de rocha na parte posterior da fachada na região do quadrante 7C para avaliações de petrografia (ABNT, 2015a), índices físicos (ABNT, 2015b), DRX e fluorescência de raios-X (FRX). Por fim, foi coletada uma amostra de argamassa para a determinação da composição por meio de DRX, FRX e para a reconstituição de traço pelo método proposto por Teutonico (1994).

¹ <http://colorizer.org/>

4. Resultados e Discussão

4.1 Rocha

A rocha que está aplicada em toda a fachada é uma sedimentar do tipo carbonática na qual é possível a observação de fósseis de organismos marinhos. Possui coloração branca com tons rosados associados (Figura 2A), data do período Cretáceo e é denominada lioz. Na fachada estudada, as rochas se apresentam com aspecto mais esbranquiçado e os fósseis são menos visíveis. Durante as inspeções visuais, foi possível identificar que os principais danos das rochas da fachada estão relacionados a incrustações, sujidades (Figura 2B), colonização microbiológica (Figura 2C), fissuras capilares (Figura 2D), depósitos (especialmente de fezes de pássaros, Figura 2E) e lascagem.

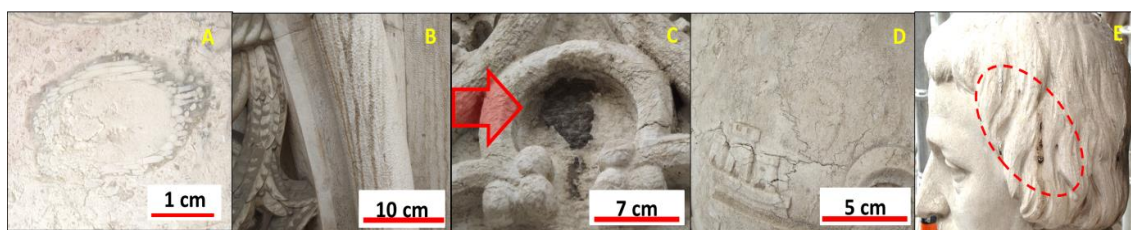


Figura 2. Aspecto típico do lioz, com fósil (A); ponto com sujidade (C); colônia microbiológica – apontada por seta (C); fissuras capilares no peito da estátua (D); depósito de fezes de pássaros no cabelo de uma das estátuas (E).

Após a análise de DRX, verificou-se que a rocha é um calcário calcítico, enquanto por FRX detectou-se cerca de 54% CaO e 45% de perda por calcinação, além de traços de ferro. Por meio da avaliação petrográfica, observou-se que é um calcário do tipo matriz suportada, com abundância de fósseis de tamanhos diversos (Figura 3A). As principais alterações são as dissoluções principalmente na borda dos fósseis, o que pode favorecer o aumento da porosidade do material (Figura 3B). Entretanto, em termos de índices físicos, o fragmento de rocha apresentou valor médio de 0,30% para porosidade, que está dentro do intervalo sugerido por Silva (2008) para lioz são.

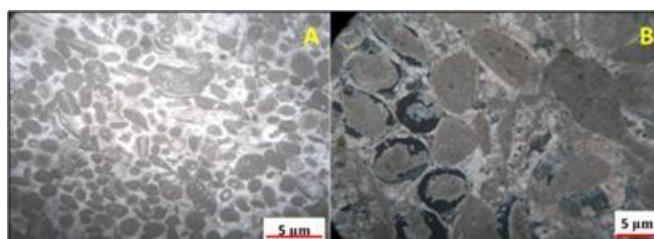


Figura 3. Fotomicrografias: (A) textura geral da rocha, nicóis cruzados; (B) dissolução das bordas de grãos (regiões escuras ao redor dos fósseis), nicóis cruzados.

Durante as avaliações de cor, foi possível constatar que mesmo com a superfície exposta às intempéries, foram detectadas tonalidades dentro do quadrante claro (L acima de 50). Os parâmetros L*, a* e b* tendem a cores entre cinza-claro e branco gelo, que contemplam a região de cor do lioz branco. Para fins

comparativos foram obtidos dois valores sobre pontos com sujidade escura. Os parâmetros combinados resultaram em cinza escuro (L abaixo de 50). Em relação ao brilho, a média foi de 1,0 unidade de brilho, representando um brilho praticamente inexistente e adequado à fachada, que é constituída por peças sem polimento. Verificou-se, ainda, que a escultura de Vasco da Gama (10H), limpa e hidrofugada pela empresa para testes, não apresentou alterações cromáticas ou de brilho.

O DRX realizado no pó seco obtido da sujidade acumulada em pontos da fachada apontou a presença de gipsita, possivelmente relacionada à alteração da calcita em presença úmida de enxofre (proveniente de ação antrópica). Foi também detectada presença de quartzo, muscovita, feldspato potássico e caulinita, que compõe a areia e a argila, e podem estar relacionados à degradação da argamassa ou a eventuais depósitos de sujidades trazidas pelo vento (De Mello, 2001). Por meio dos resultados da análise química da água de lavagem, pode-se verificar que o principal contaminante encontrado é o sulfato, com concentrações entre 31,10 ppm (6H) e 132,00 ppm (7H). Foram detectados teores de cálcio variando entre 21,89 ppm (5H) e 153,00 ppm (7H), que pode estar associado à argamassa ou ao particulado em suspensão, proveniente de fontes antrópicas (De Mello, 2001). Os teores de sódio e cloreto estão baixos, sendo, possivelmente, oriundos do mar, trazidos pelos ventos ou chuvas, com exceção do ponto 4H, onde foi determinada concentração de 51,10 ppm para sódio e 20 ppm para cloreto.

4.2. Argamassa

O estudo relativo a argamassa focou apenas na compreensão de sua composição e na realização do seu traço para fins documentais. Os resultados do FRX da argamassa apontaram 42,35% de SiO₂, 21,23% de CaO, 12,37% de Al₂O₃, além de traço de potássio e ferro e uma perda por calcinação de 18,25%. Pelo DRX foi possível observar picos característicos de quartzo (com maior intensidade), de calcita (segunda maior intensidade), plagioclásio (do tipo albita), além de picos pouco intensos de gipsita e caulinita. O traço resultante obtido pelo método de Teutonico foi de uma argamassa de areia e cal (2:1).

5. Conclusão

A rocha que está aplicada em toda a fachada é um calcário calcítico do tipo matriz suportada com fósseis de organismos marinhos, tem coloração branca com tons rosados associados e é denominado lioz, com 54% CaO e 45% de perda por calcinação, além de traços de ferro. Os principais danos observados estão relacionados a incrustações, sujidades, colonização microbiológica, fissuras capilares, depósitos (especialmente de fezes de pássaros) e lascagem. Os danos identificados podem estar associados à ação do sulfato identificado na análise química, sendo a formação da gipsita a alteração mais acentuada. A argamassa avaliada possui apenas areia e cal em traço 2:1.

6. Agradecimentos

Ao CETEM pela infraestrutura, ao CNPq pelo apoio financeiro e a restauradora Márcia Braga pela colaboração. Agradecimento especial a Joedy Queiroz e a todos os colegas e amigos que contribuíram de forma direta ou indireta para o sucesso deste projeto.

7. Referências Bibliográficas

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15845-1: Rochas para revestimento - Parte 1: Análise petrográfica, Rio de Janeiro. 2015a.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15845-2: Rochas para revestimento - Parte 2: Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água, Rio de Janeiro. 2015b.
- ANACLETO, R.: Arquitectura Neomanuelina no Brasil: a saudade da Pátria. PDFem: Revista Camões. nº11. 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/Camila/Downloads/rev11_art5_neomanuelina.pdf>. Acesso em 01/09/2017, as 16h00.
- BRASIL. Decreto de Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm> Acesso em 05/04/2017, as 14h30.
- CREAGH, D. C., The characterization of artefacts of cultural heritage significance using physical techniques, Radiation Physics and Chemistry, Volume 74, Issue 6, December 2005, Pages 426–442.
- ICOMOS-ISCS - INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES - INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR STONE. Illustrated glossary on stone deterioration patterns – Glossario Ilustrado das formas de deterioração da pedra. Tradução portuguesa da versão inglês-francês de 2008 por José Delgado Rodrigues e Maria João Revez. 2016. Disponível em: http://www.icomos.pt/images/pdfs/Glossario_Pedra_Icomos.pdf
- JUDD. D. B. Color in business, science and industry. Journal of the Franklin Institute, v. 254, n. 2, p. 184, 1952.
- SILVA, Z. C. G., O Lioz Português – de lastro de navio á arte na Bahia, editora versal, 1ª edição, Lisboa, Portugal, 2008.
- TEUTONICO, J. M. et al. The Smeaton Project: factors affecting the properties of lime-based mortars. Lime News, nº2, p. 7-13. 1994.
- VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F.: Tecnologia de Rochas Ornamentais – Pesquisa, Lavra e Beneficiamento. 200 pag. CETEM/MCTI, 2013.
- ZANIRATO, S. H.; RIBEIRO, W. C.: Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável. Revista Brasileira de História. vol. 26; nº 51 São Paulo. Jan./Junho 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbh/v26n51/12.pdf>> acesso em 21/08/2017 as 11h00.