

Avaliação do Gnaiss Facoidal Presente na Fachada no 1º Prédio dos Correios no Brasil

Assessment of Facoidal Gneiss Present on the Facade of the 1st Post Office Building in Brazil

Marcelle Lemos Amorim de Cerqueda

Bolsista PCI, Geóloga, D.Sc.

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Supervisor, Geóloga, Eng. Químico, D.Sc.

Resumo

Esse trabalho analisou o estado de conservação das pedras das fachadas do 1º prédio dos Correios no Rio de Janeiro, por meio da avaliação *in situ* das fachadas e uma pequena amostra de mão. Foram realizados ensaios de dureza Leeb e coleta de águas de lavagem, avaliadas por espectrometria de emissão óptica com plasmas indutivamente acoplado e de absorção atômica nas fachadas e a amostra de mão foi avaliada por meio da difratometria de raios-X e microscopia eletrônica de varredura com energia dispersiva associada. A caracterização indicou uma composição mineralógica predominante em quartzo, biotita, muscovita e feldspato, a dureza Leeb indicou valores em torno de 500 HLD, indicando alta dureza da rocha. A porosidade da rocha foi de 1,39%. Os resultados das águas de lavagem por ICP-OES e AAS mostraram maiores valores percentuais em Na+1, K+1, Mg+2 que podem estar atribuídos à composição da rocha e também ao spray salino. O alto teor de enxofre total relaciona-se com o tráfego de veículos automotores e o fósforo associa-se aos dejetos dos pássaros.

Palavras-chave: gnaiss facoidal; rochas do patrimônio, caracterização mineralógica e química.

Abstract

The work analyzed the conservation of heritage stone in facades of the Correios *in loco* and using small sample. The analyzes were carried in the facades and with the hand sample using Leeb hardness, sample collect and mineralogical and chemical characterization analyzes through X-ray diffractometry, scanning electron microscopy with associated energy dispersive and optical emission spectrometry with inductively coupled and atomic absorption plasmas. The mineralogical and chemical characterization by XRD, SEM-EDS, ICP-OES and AAS showed a predominant mineralogical composition in quartz, biotite, muscovite and feldspar, the Leeb hardness presented median values below 450 HLD. The apparent porosity presents a range of 1.39% for the sample. The data obtained from the ICP-OES and AAS analyzes showed higher percentage values in Na, K, Mg that can be attributed to the composition of the rock and saline spray. The total S content is related to motor vehicle traffic and P is associated with bird droppings.

Keywords: facoidal gneiss; heritage stone, mineralogical and chemical characterization.

1. Introdução

A edificação situada na Rua Primeiro de Março, número 64, caracteriza-se por ser uma construção histórica, inaugurada em 1743 como a sede do Correio Geral do Rio de Janeiro (Figura 1A). O prédio possui três pavimentos e um mezanino, ocupando um quarteirão inteiro, sendo o seu acesso principal a rua Primeiro de Março (entrada), a rua do Rosário (lateral direita), a Travessa Tocantins (lateral esquerda) e a rua Visconde de Itaboraí (aos fundos). As fachadas da edificação são mistas, compostas por alvenaria e cantarias em pedras, predominantemente o gnaisse facoidal, em maior quantidade no primeiro pavimento e também em batentes de portas e janelas.

O gnaisse facoidal, conhecido como “a mais carioca das rochas” é utilizada como pedra em diversas edificações históricas no Rio de Janeiro como o Centro Cultural Banco do Brasil, o Palácio do Catete e o Museu de Ciências da Terra/DNPM ou Palácio da Geologia, dentre outros (MANSUR et al., 2008; RIBEIRO et al., 2019).

Localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro o prédio sofre, atualmente (Figura 1B), intensamente com a poluição local e suas fachadas de gnaisse facoidal vem sofrendo constantes alterações ao longo do tempo e as avaliações efetuadas na pedra buscam a compreensão dos danos ao longo do tempo dessa edificação.



Figura 1A: Prédio dos Correios em 1743. Figura 1B: Prédio dos Correios em 2023.

2. Objetivos

A pesquisa teve como objetivo a caracterização e avaliação dos danos do gnaisse facoidal presente nas fachadas pertencentes à edificação histórica dos Correios.

3. Material e Métodos

As avaliações do estado de conservação do gnaisse facoidal das fachadas da edificação dos Correios foram realizadas por meio da avaliação macroscópica, determinação de dureza Leeb e coleta de águas de lavagem nas fachadas, além da avaliação de amostras recolhidas, por meio de análises mineralógica e química.

3.1 Caracterização Macroscópica, Avaliação de Danos e Amostragem In Loco

A análise *in loco*, a olho nu e com o auxílio de uma lupa mão, visando a caracterização mineralógica e textural do gnaiss facoidal. Posteriormente, foram efetuados os mapeamentos de danos encontrados nas pedras conforme o glossário ICOMOS (2008). O diagrama de blocos apresentado na Figura 2 indica as etapas efetuadas no estudo.

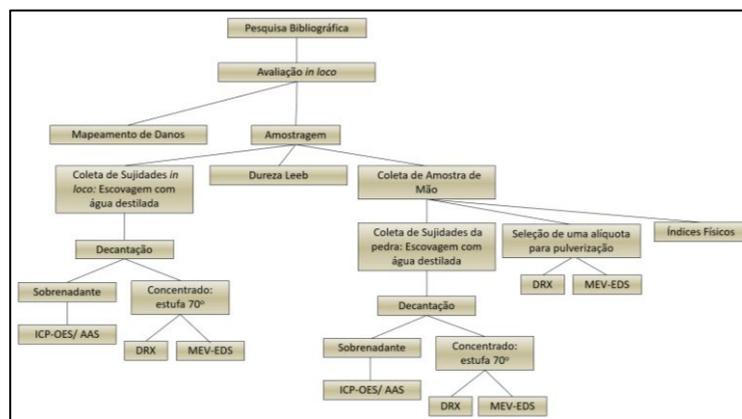


Figura 2. Diagrama de blocos das etapas efetuadas no projeto.

3.2 Dureza Superficial Leeb

A dureza superficial Leeb foi realizada *in loco*, em quatro áreas distintas do paredão e na amostra de mão utilizando o equipamento Equotip, da marca Proceq, sonda tipo D adaptando o método de Wilhelm et al. (2016) e a norma ASTM A956-12.

3.3 Determinação dos Índices Físicos

A determinação dos índices físicos da amostra de rocha foi realizada em conformidade com a norma ABNT NBR 15.845-2 (2015) determinando-se a porosidade, densidade e absorção de água aparente em um fragmento recolhido da fachada.

3.4 Avaliação das Águas de Lavagem

As águas destiladas recolhidas nas lavagens das fachadas foram avaliadas por meio das técnicas de ICP OES e AAS. Tal, análise investigou os analitos presentes que possam estar relacionados à degradação da pedra pela ação dos poluentes no entorno (SANTOS, 2009; COLZATO, 2023; SOUZA, RIBEIRO, 2021).

3.5 Análise Mineralógica

Para a análise mineralógica o fragmento de rocha foi peneiramento abaixo de 106 μm segundo LUZ et al., 2004 e as amostras obtidas após o peneiramento foram acondicionadas em um amostrador, com auxílio de um gabarito e submetidas ao equipamento Bruker-D8 Endeavor, com a obtenção dos difratogramas através do método do pó, nas seguintes condições de operação: radiação $\text{CoK}\alpha$ (40 kV/40 mA); velocidade do goniômetro de 0,02° (2 θ) por passo, com tempo de contagem de 0,5 segundos por passo e coletados de 4 a 80° (2 θ), com

detector sensível à posição LynxEye. As interpretações qualitativas dos espectros obtidos foram realizadas utilizando o banco de dados PDF02 (ICDD, 2006) em software Bruker DiffracPlus.

3.6 Microscopia Eletrônica de Varredura com Energia Dispersiva Associada (MEV-EDS).

As amostras para a análise por meio de MEV-EDS foram acondicionadas em uma haste do equipamento, com o auxílio de uma fita dupla face e metalizadas em prata no equipamento SCD 005 da Bal-Tec.

Posteriormente foram submetidas ao microscópio eletrônico MEV FEI Quanta 400 com EDS acoplado Espirit. da Bruker para a aquisição das imagens e utilização da energia dispersiva. Através do EDS foi possível obter a composição química das amostras (O'DRISCOLL, 2023).

4. Resultados e Discussões

4.1 Caracterização Macroscópica, Avaliação de Danos e Amostragem In Loco

As rochas analisadas nas fachadas possuem uma granulação grossa, com fenocristais de feldspatos, de coloração bege; o quartzo mostra-se incolor sendo verificado em algumas seções suas fraturas conchoidais. A parte máfica da rocha caracteriza-se predominantemente por biotita. A observação em algumas seções da rocha, identificou a granada piropo de coloração vermelha escura. A rocha possui também em algumas seções veios quartzo-feldspáticos discordantes e sua coloração é predominantemente cinza, associando-se as interferências ambientais na pedra.

A avaliação de danos, segundo Glossário ICOMOS, indicou que o Gnaisse Facoidal possui destacamento pelicular, lascas, erosão diferencial, *pitting* dos feldspatos, depósitos de cor cinza e castanhos com aparência de resina (provavelmente associado a possíveis restauros na rocha), eflorescências aparentemente causadas pelo rejunte e acúmulo de sujeira, fantasmas (descoloração) de pichações pretéritas produzidas devido a retirada da tinta da rocha, elementos espúrios, pichações atuais, lacunas produzidas pela ação do tempo e possíveis depredações. Destaca-se que a fachada da Primeiro de Março mostra-se mais escurecida devido a emanção dos gases produzidos pela combustão dos veículos automotores.

4.2 Dureza Superficial Leeb

Os resultados obtidos para a dureza nas fachadas e nas amostras de mão estão apresentados na Tabela 1. Os valores obtidos encontram-se em torno de 450 HLD, que são valores similares obtidos em outras medições realizadas para o Gnaisse Facoidal exposto aos intempéries (RIBEIRO et al., 2019). Em geral, rochas sãs, com maior integridade mecânica apresentam valores entre 700 e 800 HLD.

Tabela 1. Valores da dureza Leeb para quatro locais distintos do paredão e da amostra de mão.

	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Amostra de mão
Média	462	434	522	423	338
Desvio Padrão	110	182	148	121	73,2

4.3 Determinação dos Índices Físicos

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados dos índices físico da amostra de mão onde se verifica um valor de massa específica de cerca de 2.600 kg,m-3, 3,62 de porosidade e 1,39% de absorção de água. Tai valores obtidos são similares ao gnaisse em exposição ao intemperismo, como já identificados por CASTRO *et. al.*, 2021 em edificações similares.

Tabela 2. Resultados dos índices físicos obtidos para a amostra de mão.

Densidade Aparente (Kg/m3)	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)
2.598	3,62	1,39

4.4 Avaliação das Águas de Lavagem

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados dos analitos encontrados nas águas de lavagem das fachadas do prédio. Observam-se teores mais substanciais de íons sódio (44,3 mg.L-1), potássio (14,4 mg.L-1), magnésio (10,0 mg.L-1) e cloreto (20,3 mg.L-1) relacionados com a maresia que carrega os sais oriundo do mar devido á proximidade com o prédio. Observam-se teores de enxofre total na ordem de 21 mg.L-1 relacionados à poluição emanada dos veículos. No entanto, em comparação com outros monumentos da região, verificam-se teores muito baixos desses analitos, uma vez que se observaram teores cerca de 100 vezes maiores em monumentos próximos, indicando uma forma de conservação e limpeza mais efetiva no referido prédio.

Tabela 3. Resultados dos elementos encontrados nas águas de lavagem em (mg.L-1).

	Na+1	K+1	S total	Cl-1	Mg	P
Elementos mg.L-1	47,3	14,4	20,8	20,3	10,0	3,8

4.5 Análise Mineralógica por DRX

Os difratogramas obtidos das frações sólidas obtidas após a água de lavagens e das amostras da rocha mostraram similaridade, por vezes presente ou ausente determinado mineral. A amostra obtida por meio da lavagem da fachada mostrou uma composição mineralógica caracterizada por quartzo, muscovita, chamosita, microclina, albita, anatósio e caulinita. A água de lavagem da amostra de mão apresentou uma composição mineralógica caracterizada por quartzo, muscovita, chamosita, microclina, albita, anatósio e caulinita.

A amostra da rocha antes da lavagem mostrou uma composição mineralógica caracterizada por quartzo, albita, muscovita, microclina, chamosita e gipsita. E a amostra da rocha após a lavagem apresentou os minerais quartzo, albita, microclina, anortita, muscovita e chamosita. A composição mineralógica é similar ao gnaisse facoidal identificados em outras localidades (MANSUR *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2019).

4.6 Microscopia Eletrônica de Varredura com Energia Dispersiva Associada (MEV-EDS)

Os resultados obtidos por meio da energia dispersiva na microscopia eletrônica de varredura estão apresentados na Tabela 4, onde se faz uma correlação da composição dos minerais pela difração de Raios-X.

Tabela 4. Correlação entre o DRX e o MEV das amostras.

Identificação da amostra	DRX	EDS
Sujidade das rochas na fachada	Quartzo, muscovita, <u>chamosita</u> , microclina, albita, <u>anatásio e caulinita</u> .	Mg, Na, Al, Si, P, S.
Sujidade da amostra de mão	Quartzo, muscovita, microclina, albita e <u>anortita</u>	Mg, Na, Al, Si, P, Cl, Ca, S, P.
Amostra de rocha sem lavagem	Quartzo, albita, muscovita, microclina, <u>chamosita e gipsita</u>	Mg, Na, Al, Si, P, Cl, Ca, S.
Alíquota da rocha com lavagem	Quartzo, albita, microclina, <u>anortita</u> , muscovita e chamosita	Fe, Mg, Al, Si, K, Ti.

5. Conclusão

Pôde-se concluir que o gnaiss facoidal presente nas fachadas do prédio dos Correios no Rio de Janeiro apresenta-se em bom estado de conservação e coesão, com dureza média em torno de 450 HLB, massa específica de típica de 2.598 mg/kg, porosidade de 3,62% e absorção de 1,39%, valores típicos para essa rocha em exposição aos intempéries. Observaram-se a presença de poluentes oriundos da maresia, como cloreto, potássio, sódio e magnésio, além de enxofre oriundo da poluição dos veículos, porém em valores extremamente baixos (~40 mg.L-1), indicando um eficiente sistema de limpeza e conservação das fachadas do prédio.

6. Agradecimentos

Agradeço ao CETEM pela infraestrutura fornecida, à Engenheira de Minas Núria Fernandez Castro, à Engenheira Geóloga Rosana Elisa Coppedê Silva e à Arquiteta Yanara Hass (Restauração Carioca) pelo apoio técnico-científico na elaboração do projeto.

7. Referências Bibliográficas

ASTM A956-12, Standard Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products.

CASTRO, N.F.; MANSUR, K.L.; FRASCÁ, M.H.B.; SILVA, R.E.C. A Heritage stone of Rio de Janeiro (Brasil): The Facoidal gneiss. Journal of International Geoscience. 10 december 2020. 16 p. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2020/0200s13>.

COLZATO, M. Fundamentos de espectrometria de emissão óptica com plasmas indutivamente acoplado (ICP OES). Central Multiusuário de Análises Ambientais. Universidade de São Paulo. 2023. Disponível em: <https://cmaa.esalq.usp.br/fundamentos-icp-oes/>. Acessado em 03 de junho de 2023.

MANSUR, K.L.; CARVALHO, I.S.; DELPHIM, C.F.M.; BARROSO, E.V. O Gnaisse Facoidal: a mais Carioca das Rochas. Anuário do Instituto de Geociências. V. 31, 2/2008 p. 9-22.

O'DRISCOLL, A. *How SEM/EDS Works and Its Applications in Materials Science*. Lab Manager. 8 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.labmanager.com/how-sem-eds-works-and-its-applications-in-materials-science-30255>. Acessado em 02 de junho de 2023.

SOUZA, C.M.; RIBEIRO, R.C.C. Influência do processo de urbanização e das condições meteorológicas na deterioração das rochas das fachadas do monumento histórico do Paço Imperial. Brazilian Journal of Development. Curitiba. Mai 2021. v.7.n.5. p. 5261-52629. Doi: 10.34117/bjdv7n5-594.

WILHELM, K., VILES, H. & BURKE, Ó. 2016. Low impact surface hardness testing (Equotip) on porous surfaces – advances in methodology with implications for rock weathering and stone deterioration research. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(8), 1027–1038. <https://doi.org/10.1002/esp.3882>.