

ESTUDO DAS MORFOLOGIAS DE ALTERAÇÃO PRESENTES NAS ROCHAS DAS FACHADAS DA IGREJA DE NOSSA SENHORA DA CANDELÁRIA

Luanna Cavalcanti Rebecchi de Moura¹, Daniele Pereira da Silva Dalto^{2,3}, Amanda Mozer³, Roberto Carlos da Conceição Ribeiro⁴

1 - Geóloga, Bolsista PCI do CETEM; 2 - Engenheiro Químico, D.Sc, Bolsista PCI do CETEM; 3 - Estudante de Ciências Matemáticas e da Terra, UFRJ; 4 - Engenheiro Químico, D.Sc, Pesquisador CETEM
lcmoura@cetem.gov.br

Resumo: A Igreja de Nossa Senhora da Candelária, cuja construção do atual prédio data de 1898, localiza-se no centro da cidade do Rio de Janeiro. Em 1938 foi inscrita pelo IPHAN nos Livros do Tombo Histórico e no de Belas Artes. Visando a preservação deste patrimônio nacional propõe-se avaliar o estado de conservação das rochas que compõe as fachadas da Igreja, identificar as litologias e os diversos danos presentes no exterior do primeiro andar, e por meio de ensaios não-destrutivos in situ avaliar a dureza e a propagação de ondas ultrassônicas na fachada principal. Para tanto foram avaliados 280 pontos de dureza e 87 pontos de velocidade ultrassônica. Foram também realizadas avaliações pontuais de FRX portátil e coletas de água de lavagem. Os resultados indicaram que a rocha na fachada principal é o leptinito, e os principais danos são formações de bolhas e microfissuras. Na fachada posterior e nas laterais os corpos rochosos são gnaisses facoidais e há menos feições de alteração. As perdas de material, filmes negros, pichações e fezes de animais são danos comuns a todas as fachadas. Dentre as conclusões foi possível verificar que as rochas da fachada principal aparentam maior desgaste em relação às demais fachadas, nesta observaram-se exposições minerais e menor resistência a impactos, que podem indicar que as rochas encontram-se em processo de alteração, possivelmente acentuado pela proximidade ao mar, poluição por dióxido de enxofre, pela utilização da área externa da igreja como abrigo para pernoite de moradores de rua e pelos impactos e vibrações decorrentes de obras e tráfego no entorno.

Palavras Chave: rochas ornamentais, alterabilidade, Igreja de Nossa Senhora da Candelária

Abstract: MORPHOLOGY STUDY OF ALTERATION PRESENT IN THE ROCK FACADES OF NOSSA SENHORA DA CANDELÁRIA CHURCH. The Church of Nossa Senhora da Candelária, whose construction of the current building dates from 1898, is located in Rio de Janeiro's downtown. It was registered in 1938 by IPHAN in the books Tombo Histórico and in Belas Artes. For the preservation of this national heritage is proposed to evaluate the conservation status of the dimension stone present in the facades of the Church, identification of lithologies and various damage present on the exterior of the first floor, and through non-destructive testing in situ evaluate the hardness and determinate the sound speed propagation in the main facade. Therefore, 280 hardness points were evaluated and 87 points of the ultrasonic velocity. Also there were pontual evaluations by using portable XRF and water sampling. The results point out the predominant rock in the main facade is the leptinite gneiss, and major damage are formations of blistering and microcracks. On the back facade and sides the bodies are augen gneisses and there is less change of features, most related to human interventions such as mortar applications. The loss of material, black films, graffiti and animal feces damage are common to all the facades. Among the conclusions it was possible to verify that the dimension stones of the main facade appear more damage compared to other facades, were observed mineral exposures, lower resistance to impact and change of color, which may indicate that the stones are in change process possibly enhanced by proximity to the sea, pollution from sulfur dioxide, the removal of graffiti, the use of the area outside the church as a shelter for the homeless overnight and the impacts and vibrations resulting from works and surrounding traffic.

Keywords: dimension stone, alterability, Church of Nossa Senhora da Candelária

1. INTRODUÇÃO

A Igreja de Nossa Senhora da Candelária remonta ao século XVII e está localizada no centro do Rio de Janeiro, na Praça Pio X, próxima à Baía de Guanabara (Figura 1). Segundo a Irmandade do Santíssimo Sacramento da Candelária, pesquisas realizadas em Portugal confirmaram a data da criação da paróquia em 18 de agosto de 1634, evidenciando que a história da Igreja se confunde com a história da própria cidade. Atualmente a Igreja continua realizando atividades religiosas, como as missas, casamentos e batismos, além de ser amplamente visitada por turistas brasileiros e estrangeiros. Sua monumentalidade é inquestionável, assim como a necessidade de sua preservação, o que impulsionou o presente trabalho de pesquisa. Na Figura 1 está apresentada a fachada principal da Igreja, voltada para a Praça Pio X.

Nessa região está localizado o centro histórico, comercial e financeiro do estado do Rio de Janeiro, sendo uma das regiões com o maior tráfego de veículos e pessoas. Além disso, nos últimos anos

vem ocorrendo obras no entorno com finalidade de revitalização da zona portuária da cidade, o que vem afetando grandemente a região.

2. OBJETIVO

Este trabalho possui dois objetivos principais:

- Verificar a dureza superficial das rochas componentes da fachada principal (voltada para a Praça Pio X) e as velocidades ultrassônicas para essas rochas, e;
- Mapear, caracterizar e identificar as morfologias de alteração presentes nas fachadas da Igreja.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Identificação e individualização dos corpos

Por se tratar de uma fachada extensa, para a obtenção dos dados as colunas de rocha ornamental foram individualizadas, nomeadas, identificadas e fotografadas. Os ensaios visaram repetir os locais ensaiados nas diferentes colunas avaliadas.

doi: 10.18285/geonomos.v24i2.849



Figura 1A. Localização da Igreja da Candelária (Google Maps)

Na Figura 2A é apresentada a nomenclatura geral de cada coluna avaliada, enquanto que na Figura 2B é apresentada a individualização dos corpos que compõe cada coluna. Esse mesmo esquema foi replicado para todas as outras fachadas.

3.2. Avaliação de sais e sujidades

Para melhor compreensão da poluição a qual a Igreja está exposta, nas duas torres pertencentes à fachada principal (T1 e T2) foram realizadas lavagens com uso de água deionizada e uma escova de cerdas macias para coleta da água de lavagem dos balaústres expostos. A superfície da fachada principal da coluna CD também foi amostrada. As águas foram então armazenadas em potes de polipropileno estéril para averiguação dos íons de interesse por meio de espectrometria de emissão



Figura 1B. Fachada Principal

óptica com plasma induzido (ICP-OES) no laboratório de análises químicas do CETEM.

3.3. Caracterização química

Para determinar as composições químicas utilizou-se um aparelho portátil de fluorescência de raios-X, fabricado pela Bruker, modelo S1Turbo SD, capaz de identificar elementos químicos presentes nas rochas avaliadas.

3.4. Mapeamento de danos

Para a realização do mapa de danos foi utilizado o Glossário de Morfologia de Alteração elaborado pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) e depois de identificados os tipos litológicos foram caracterizados os principais danos encontrados nas fachadas da Igreja. Posteriormente, utilizando-se o programa ArcGis (10.2) elaborou-se o mapa de danos.



Figura 2A. Colunas Individualizadas.

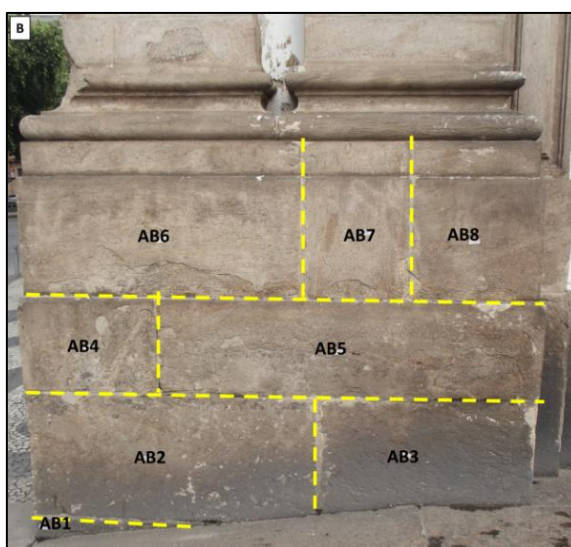


Figura 2B. Corpos Individualizados.

3.6. Determinação de velocidade ultrassônica

A determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas longitudinais permite avaliar, indiretamente, o grau de alteração e coesão das rochas (Torquato et. al., 2002). A velocidade ultrassônica foi mensurada utilizando-se um medidor portátil de velocidade de pulso ultrassônico PUNDIT (Portable Ultrasonic Non Destructive Digital Indicating Tester) da marca Proceq, modelo PL-200. O PUNDIT apresenta a velocidade que a onda ultrassônica percorre do transdutor emissor ao receptor. Para esse ensaio foi utilizada uma fina camada de gel acoplante nas faces dos transdutores com a função de homogeneizar o contato entre as superfícies em que os transdutores foram posicionados. Os testes ultrassônicos foram feitos apenas nas partes em que foi possível um contato superficial bom entre a rocha e os transdutores. Esse procedimento foi baseado na norma ABNT NBR 8802/13, no arranjo de transmissão semi-direta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Avaliação de Sais e Sujidades

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise química da água de lavagem. Observam-se altos teores de cálcio e sulfeto/sulfatos, possivelmente relacionados à alteração das rochas, gerando gipsita, observada nas águas de lavagem. Observam-se elevados teores de nitrato, chegando a 745mg.L-1, possivelmente devido ao efeito de fezes de animais.

Tabela 1. Análise química (mg.L-1) dos íons encontrados na água de lavagem.

Amostra	Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	K ⁺	Fe ³⁺	Mg ⁺²	S ₂ ⁻	(SO ₄) ₂ ⁻	(NO ₃) ⁻¹
Torre 2	baía	14,90	540,00	28,00	5,30	0,01	5,70	404,00	1600,00 745,00
	avenida	30,10	599,00	103,00	6,50	0,02	16,00	334,00	1600,00 356,00
Torre 1	avenida	4,00	5,20	4,00	0,45	0,01	0,37	2,40	5,00 6,60
	baía	11,90	406,00	25,00	6,30	-	3,50	317,00	1200,00 73,00
Fachada Principal	baía	28,20	na	42,00	na	na	2,70	1400,00	805,00 na

(na): Não analisado; (-): Abaixo do limite de detecção do aparelho.

As quantidades de sulfeto e sulfato encontrados são indicativos da poluição atmosférica a qual a Igreja está sujeita, agravadas pelos gases emitidos por veículos que trafegam nas Avenidas Presidente Vargas e Rio Branco, duas das mais movimentadas ruas da cidade.

4.2. Caracterização química

Na Tabela 2 estão apresentadas as composições químicas de algumas rochas da fachada principal. A partir destes resultados é possível observar que se tratam de rochas silicáticas, com percentuais de alumínio entre 10 e 20% e que contém ferro. Os

maiores valores de ferro possivelmente estão associados às biotitas presentes nesses tipos de rochas, granadas ocasionais também podem contribuir com os percentuais mais altos de ferro. Os elementos que sozinho possuíam concentrações inferiores a 5% foram somados e apresentados na mesma coluna.

Tabela 2. Composição química do Leptinito em porcentagem (%).

Corpo	Faixa	Si	Al	Fe	Ti, V, Co, Zn, Mo, outros
OP5	Mínimo	60,01 a 81,39	10,92 a 14,91	3,95 a 22,22	0,72 a 2,59
	Máximo	54,99 a 79,21	18,48 a 21,89	4,45 a 24,98	0,98 a 3,93
MN4 ¹	Mínimo	49,60 a 82,74	10,65 a 18,85	1,65 a 4,03	0,60 a 0,67
	Máximo	52,00 a 84,46	11,95 a 22,75	2,01 a 4,43	0,10 a 1,03
CD3 ²	Mínimo	63,28 a 75,59	11,54 a 15,71	2,85 a 7,88	0,14 a 1,20
	Máximo	67,72 a 80,61	17,46 a 18,09	3,27 a 9,14	0,44 a 1,84
OP2	Mínimo	39,93 a 76,70	10,07 a 14,76	4,21 a 30,09	0,87 a 4,17
	Máximo	45,47 a 79,50	16,53 a 17,44	8,9 a 33,71	1,39 a 5,49

¹ Presença de magnésio acima de 30%; ² Presença de magnésio até 30%.

4.3. Mapeamento de danos

Na Figura 3A está apresentado o mapa de danos da fachada principal. Observou-se que os principais danos são: filmes negros (*blackcrust*), presente no embasamento de todos os corpos, seguida pela feição de "formação de bolhas" (*blistering*), microfissuras (*hair crack*) e esfoliação superficial. Também há pontos onde houve perda de massa e argamassas foram utilizadas para preencher os espaços formados na rocha. Na Figura 3B um exemplo dos danos da coluna AB.

4.4. Determinação de dureza

Os ensaios de dureza indicaram a falta de coesão superficial das rochas, uma vez que os valores se encontraram em torno de 500 HLD em boa parte dos corpos ensaiados (Figura 4), valores estes inferiores aos obtidos nos ensaios realizados em cubos são de leptinito. São notáveis em toda a fachada principal regiões em acelerado processo de alteração, com perdas significativas de material ou mesmo vários pontos em que foram observados preenchimentos por argamassa, nestes trechos foram encontrados valores em torno de 250 HLD.

Em diversos corpos de leptinito da fachada foram observados pegmatitos de pequena dimensão, neles estão visíveis quartzos com granulometria superior ao restante dos minerais da rocha, além de biotitas e feldspatos, nestes pontos os ensaios de dureza refletiram a resistência natural do quartzo, em torno de 700 HLD. Regiões com onde há exposição excessiva de quartzo ou feldspato obtêm-se valores altos, em contrapartida, em locais onde há forte descamação ou perda de massa tais valores caem significativamente. A irregularidade da superfície também influencia nos resultados obtidos, em regiões onde a pedra estava mais plana foi possível obter valores acima de 700 HLD.

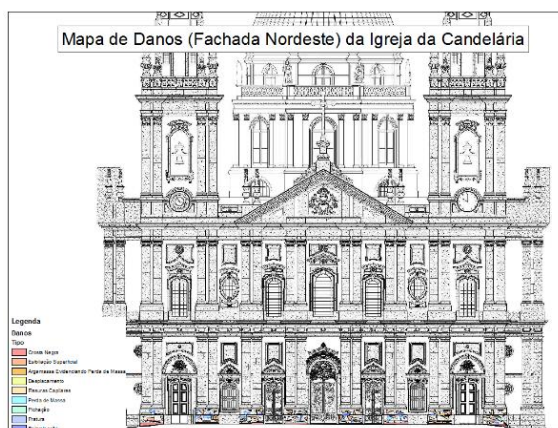


Figura 3A. Mapa de danos da fachada principal da Igreja da Candelária

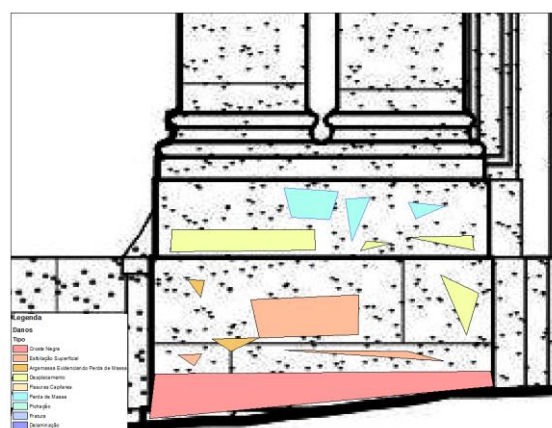


Figura 3B. Mapa de danos da coluna.

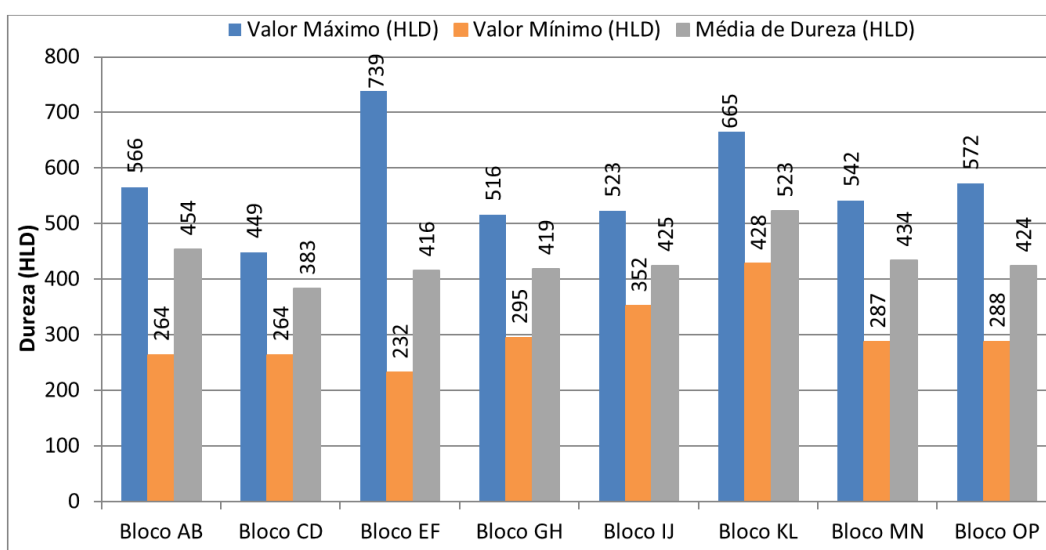


Figura 4. Médias de dureza.

4.5. Determinação de velocidade ultrassônica

Os valores médios de velocidade ultrassônica foram de 2000 m/s-1. Tais valores encontram-se abaixo dos valores estabelecidos por Frazão & Farjallat (1996), que estipulara valores mínimos de 4000m/s-1 para uma rocha silicática sã pelo método direto. Tais resultados indicam possíveis alterações no interior da rocha, como trincas e desagregações, corroborando os resultados de dureza e cor as alterações já indicadas anteriormente. Além disso, vale ressaltar que a avaliação foi realizada pelo método semidireto, que pode causar decréscimo de velocidade de propagação, indicando que a rocha pode estar coesa. No entanto, os resultados anteriores de dureza indicam alterações significativas nas rochas. Esse valor não foi encontrado nas rochas da fachada, e o maior valor obtido foi 3474m/s no bloco AB3 (Figura 6). Todavia, o método possui limitações, entre elas a interferência nos valores por parte de rugosidade das superfícies testadas, a quantidade de gel acoplante, a forma como os transdutores são segurados assim como a força impressa a eles, que

também podem influenciar nos resultados. Por fim, a maior parte dos corpos foi testada utilizando o método indireto, menos indicado, o qual por sua natureza já recebe valores com velocidades menores. Em alguns casos o método semi-direto foi usado, e nestes é possível observar valores maiores do que no método indireto.

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as rochas de sua fachada se encontram em processo de alteração, o qual é acentuado pelo ambiente salino, ampla visitação, tráfego intenso de veículos, pichações das fachadas e pela utilização da área externa da igreja não apenas como abrigo e moradia para pernoite de moradores de rua como também onde pessoas urinam e defecam. A partir dos dados de velocidade ultrassônica relacionados com os de dureza também é possível inferir que as rochas apresentam diferentes graus de degradação, evidenciando que não estão sofrendo os mesmos processos simultaneamente.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM pela infraestrutura, ao CNPq pelo apoio financeiro, a Irmandade de Nossa Senhora da Candelária e seus funcionários e aos colegas e amigos que contribuíram para a realização deste trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 8802: Concreto endurecido – Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica, Rio de Janeiro. 2013.

FRAZÃO, E. B., & Farjallat, J. E. Proposta de Especificação para Rochas Silicáticas de Revestimento. 8º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia (1996) (pp. 369-380). Rio de Janeiro: ABGE.

ICOMOS-ISCS _ International Council on Monuments and Sites-
International Scienti_c Committee for Stone: Illustrated

glossary on stone deterioration patterns. 2008. Disponível em:<http://www.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/

pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf>.

TORQUATO, J.R, & et al. Uso do Pundit na Determinação de anomalias ultrassônicas em blocos rochosos. 3º Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, pp 20-23. Recife, 2002.

Contribuição ao

1º. Simpósio Brasileiro de Caracterização e Conservação da Pedra
14 a 16 de dezembro de 2016, Congonhas – MG

Nota:

É de responsabilidade da comissão editorial do Simpósio a revisão gramatical, ortográfica, de citações e referências bibliográficas.

As normas de submissão podem se diferenciar das desta revista.