

ESTUDO DO PERFIL DE ALTERABILIDADE DO LEPTINITO UTILIZADO NO PATRIMÔNIO CONSTRUÍDO DO RIO DE JANEIRO

STUDY OF THE WEATHERING PROFILE OF THE LEPTINITE USED IN RIO DE JANEIRO HERITAGE BUILDINGS

Rodrigo Alchaar de Faria

Aluno de Graduação em Geologia, 9º período,
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Período PIBIC/CETEM: abril a julho de 2018.
rodrigoalchaar@hotmail.com

Núria Fernández Castro

Orientador, formação acadêmica, M.Sc.
ncastro@cetem.gov.br

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.
rcarlos@cetem.gov.br

RESUMO

Em busca de proporcionar melhores subsídios para as restaurações, o presente trabalho apresenta como proposta, verificar as alterações em um leptinito muito utilizado nas construções históricas do Rio de Janeiro, quando atacado por cloreto de sódio e ácido sulfúrico em diferentes concentrações. Para tal, 4 amostras cúbicas de 5 cm de aresta foram submetidas à ação de H_2SO_4 (0,5 e 1 mol.L⁻¹) e NaCl (5 e 10%), ao longo de 230 dias. Durante esse período, avaliaram-se a porosidade, absorção de água, cor e brilho, dureza e composição química utilizando equipamentos portáteis não destrutivos. Os resultados indicaram que as rochas apresentaram variações nos valores de porosidade e absorção de água, possivelmente devidos ao ataque e liberação dos minerais menos estáveis, em um primeiro momento e, os mais estáveis em um segundo. No entanto, superficialmente, não foi possível observar nenhuma alteração. Os índices colorimétricos, de dureza e a composição química não mostraram alterações significativas durante o estudo.

Palavras chave: leptinito, alterabilidade de rochas, rochas ornamentais.

ABSTRACT

In order to provide subsidies to restoration works, this study proposes to identify a weathering profile of a largely used leptynite in the Rio de Janeiro historical buildings, by means of acidic and salt continuous attacks and physical characteristics evaluation. Four leptynite cubic samples of 5 cm of edge were immersed in solutions of H_2SO_4 (0.5 and 1 mol.L⁻¹) and NaCl (5 and 10%) over 230 days. During this period, and each week, porosity, water absorption, color and gloss, hardness and chemical composition were evaluated using non-destructive portable equipment. The results indicated that the rocks presented variations in the porosity and water absorption values, possibly due to the attack and release of the less stable minerals, at first, and the most stable ones in a second stage. This could not be observed on the samples surface. Colorimetric indexes, hardness and chemical composition did not show significant changes during the study.

Keywords: leptynite, weathering, built heritage.

1. INTRODUÇÃO

O uso de rochas faz parte da história da civilização desde seus primórdios, já que foi empregada na construção de obras civis e monumentos, não só pela abundância, mas pela resistência e durabilidade (Vicente *et al.*, 1996). No Brasil, essa aplicação iniciou-se com o uso de mármore e calcários para fins ornamentais, trazidos desde o período colonial pelos portugueses e italianos (Frasca, 2003). Na cidade do Rio de Janeiro, conformada geomorfologicamente por grandes maciços rochosos sobressaindo sobre baixadas alagadiças, as rochas locais (gnaiesses e granitos) foram usadas como material de construção e aterro, desde o início da sua ocupação, contrastando com o uso da taipa em outras regiões do país (Almeida&Porto Jr., 2012). Destaca-se a utilização dos gnaiesses locais, como o facoidal (a rocha mais carioca) e leptinitos na construção de boa parte dos monumentos da cidade, na forma de ornamentos, fachadas e molduras de portas e janelas, bem como de calçamentos e meio-fio da parte mais antiga da cidade (Mansur *et al.*, 2008).

Inseridos nos centros urbanos, os monumentos pétreos entram em contato com os diversos poluentes de diferentes fontes e acabam se deteriorando, observando-se mudanças físicas e químicas, que resultam na diminuição da resistência da rocha e alterações estéticas, como esfoliações, mudanças cromáticas e manchas (Viles, 1997).

Em trabalhos já desenvolvidos pelo LACON, do CETEM, o leptinito, rocha granítica de granulção fina e cor clara, tem sido encontrado em diversos estados de alteração, mas ainda não tem se alcançado conhecimento suficiente para se estabelecer ou aproximar uma referência do grau dessa alteração. Isso seria importante para o assessoramento das melhores técnicas de conservação e restauração desse tipo de rocha tão frequente nas construções da que foi capital do Império, e cuja preservação é de extrema importância cultural e histórica.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é acompanhar as possíveis alterações de um leptinito submetido à ação de ácido sulfúrico e cloreto de sódio, em diferentes concentrações, a fim de se tentar mensurar o tempo de início e fim de degradação da rocha e associar com os diferentes estágios de degradação encontrados nos monumentos da cidade do Rio de Janeiro.

3. METODOLOGIA

3.1. Origem dos Materiais

Foram utilizadas quatro amostras cúbicas, com 5 cm de aresta, de leptinito que pertenciam ao acervo do CETEM, e obtidas no Mosteiro de São Bento, provavelmente oriundas do Morro da Viúva, hoje aterrado do Flamengo (Almeida & Porto Jr., *op.cit.*) e como reagentes ácido sulfúrico e cloreto de sódio da empresa Merck.

3.2. Interação Rocha/reagentes

Foram preparadas duas amostras de H_2SO_4 , 0,5 e 1,0 mol.L⁻¹ e duas amostras de NaCl, 5 e 10%, em massa. As rochas (Figura 1) foram previamente pesadas e determinada sua porosidade, absorção de água, cor e brilho, composição química e dureza, antes de serem submetidas à ação dos reagentes. A cada 7 dias as rochas eram retiradas das soluções e esse procedimento de caracterização era repetido. As rochas ficaram expostas por cerca de 230 dias, tendo o bolsista realizado o trabalho nos dois últimos meses, continuando o de um bolsista anterior.



Figura 1: Aspecto das amostras do leptinito.

3.3. Caracterização Tecnológica

3.3.1 Porosidade e Absorção de Água

A determinação da porosidade aparente e da absorção de água foi realizada segundo a norma ABNT NBR 15845-2, 2015.

3.3.2 Colorimetria

A determinação da cor e do brilho foi realizada nas seis faces de cada amostra, com o colorímetro portátil da marca *BYK spectro-guide*, em cada uma das faces das rochas.

3.3.3 Composição química por FRX portátil

A composição química da rocha foi avaliada por meio de um equipamento de fluorescência de raios-X portátil da marca *Brüker*, em cada uma das faces.

3.3.4 Determinação de dureza

Para verificação da dureza utilizou-se aparelho da marca *Equotip 3* da PROCEQ, por meio do método rebote em cada uma das faces.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Porosidade e Absorção de Água

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os resultados de porosidade e absorção de água das amostras após a ação dos reagentes durante os cerca de 230 dias de exposição.

Pode-se verificar que ocorre um aumento nos valores de porosidade de 1,0%, para 1,5%, na primeira semana de avaliação. A porosidade diminui posteriormente, após 20 dias de ensaio e após cerca de 80 dias de ensaio, volta a aumentar para valores superiores a 1,5%. A partir de 138 dias a porosidade volta a diminuir para valores em torno de 1,2%. Essas variações poderiam ser devidas às alterações dos minerais com desprendimento, em duas fases, dos menos estáveis em uma primeira e dos mais estáveis em uma segunda e, cujo resultado seria a ocupação de poros internos diminuindo a porosidade (Golditch 1938). Porém, não foram observadas as mesmas alterações na superfície das amostras.

Observa-se o mesmo comportamento em termos de absorção de água e, também, que o efeito de ataque ácido é mais efetivo que o efeito do cloreto de sódio.

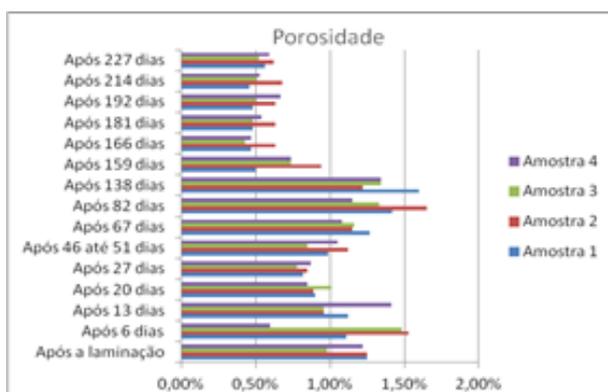


Figura 2: Porosidade (%).

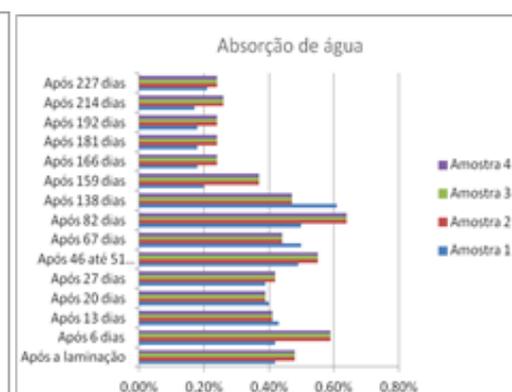


Figura 3: Absorção de água (%).

4.2. Colorimetria

Os padrões a, b e L referentes a cor e G, referente ao brilho, foram, em média, 0,94, 8,57, 71,48 e 1,2 respectivamente, desde o começo até os últimos dias de ensaios, indicando não haver alterações cromáticas, principalmente relacionadas com oxidações sobre os minerais de ferro, podendo haver formações de sesquióxidos de ferro.

4.3. Composição Química por FRX Portátil

Em relação à composição química, observa-se na Tabela 1 que não houve variação significativa dos elementos durante os 230 dias de ataque químico. Os teores de silício estão na faixa de 83 %, alumínio 15%, ferro 1,5%, valores comumente encontrados para esse tipo de material, além de alguns elementos traços, como o Ti na faixa de 0,2 %.

Tabela 1: Composição química (%) das amostras.

Amostra 2 com H₂SO₄ (0,5 mol.L⁻¹)	Si	Al	Fe	Ti
1º dia	78,8	16,7	3,81	0,204
45º dia	79,1	14,2	5,56	0,371
90º dia	85	13,7	0,913	0,127
Amostra 3 com H₂SO₄ (1,0 mol.L⁻¹)				
1º dia	81,7	16,5	1,42	0,227
45º dia	85,8	12,1	1,54	0,354
90º dia	84,1	14,1	1,19	0,31
Amostra 1 com Na Cl (5%)				
1º dia	81,4	16,3	1,91	0,299
45º dia	84	13,6	1,9	0,153
90º dia	81,1	16,7	1,88	0,104
Amostra 4 com NaCl (10%)				
1º dia	84,2	14,6	0,799	0,118
45º dia	83,5	13	2,86	0,239
90º dia	84,8	13,2	1,63	0,224

4.4. Dureza

Os valores da dureza das rochas foram entre 730 e 770 HLD nos primeiros dias de ensaios, ficando próximos de 770 HLD após mais de 90 dias, indicando que não houve alterações significativas, indicando não terem ocorrido mudanças estruturais na rocha causada que gerassem fragilidade e afetassem sua resistência mecânica.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o leptinito submetido à ação de ácido sulfúrico e cloreto de sódio parece apresentar alterações internas, provavelmente em relação ao ataque dos minerais menos estáveis na rocha. Isto poderá ser ou não corroborado com a análise petrográfica. Foi possível observar alterações nos valores de porosidade de 0,5% para 1,5% após a ação do ácido e alterações de absorção de água de 0,4% para 0,6%. No entanto, a composição química da rocha se manteve constante e os índices de dureza não foram alterados, indicando que a coesão da rocha e os padrões colorimétricos se mantiveram constantes. Sugere-se a continuação do estudo com o ataque de ácido e sal e com realização de análises petrográficas comparativas.

6. AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Giovani Pico por ter iniciado o projeto e ter ajudado no seu andamento, aos colegas do LACON, ao CETEM pela infraestrutura e ao CNPq pelo suporte financeiro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15845-2 :2015. **Rochas para revestimento. Parte 2: Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água.**

ALMEIDA, S., PORTO JR. R. (2012). **Cantarias e pedreiras históricas do Rio de Janeiro: instrumentos potenciais de divulgação das Ciências Geológicas.** TERRÆ DIDÁTICA – Instituto de Geociências – Unicamp, Campinas, num. 8(1), pp 3-23.

FRASCÁ, M.H.B.O. (2003), **Estudos experimentais de alteração acelerada em rochas graníticas para revestimento**, tese de doutoramento, USP, São Paulo – SP.

GOLDICH, S. S. (1938) **A study in rock-weathering**, Journal of Geology, 46, 17-58.

MANSUR, K L., CARVALHO, I.S., DELPHIM, C.F.M E BARROSO, E.V., (2008). **O gnaiss facoidal: a mais carioca das rochas** Anuário do Instituto de Geologia, UFRJ, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2.

VICENTE, M.A., DELGADO-RODRIGUES, J., ACEVEDO, J., (1996) **Degradation and conservation of granitic rocks in monuments, Protection and Conservation of the European Cultural Heritage**, Bruxelas, Comissão Europeia, p. 471.

VILES, H.A. (1997), **Urban air pollution and the deterioration of buildings and monuments.** In: Brune, D., Chapman, D.V., Gruynne, M.D. e Paccyna, J. M., The global environment: science, technology and management. Weinheim: Scandinavian Science Publ, VCH, 599-609.