

# **ANÁLISE DOS ÍNDICES FÍSICOS DE TRÊS QUARTZITOS SUBMETIDOS À IMPERMEABILIZAÇÃO POR IMERSÃO**

## **ANALYSIS OF THE PHYSICAL INDEXES OF THREE QUARTZITES SUBMITTED TO WATERPROOFING BY IMMERSION**

**LAYLA CRISTINA QUEIROZ UTSCH**

Aluna de Graduação da Geologia 9º período, UFES  
Período PIBIC/CETEM: novembro de 2021 a julho de 2022,  
layla.utsch@edu.ufes.br

**LEONARDO LUIZ LYRIO DA SILVEIRA**

Orientador, Geólogo, D.Sc.  
leolysil@cetem.gov.br

### **Resumo**

Os quartzitos são rochas metamórficas de alta resistência física e de alto valor agregado, porém, são bastante susceptíveis a manchamentos e necessitam ser impermeabilizados a fim de conservar sua estética e durabilidade às diversas condições de uso. Dessa forma, o objetivo deste estudo é comparar os índices físicos de três diferentes quartzitos antes e após serem submetidos ao processo de impermeabilização por imersão em câmara de pressão. Foram analisados os índices de densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água, assim como a análise petrográfica das rochas. Os resultados demonstraram que, após o processo de impermeabilização, os valores de densidade aparente não tiveram variações consideráveis e, para as três rochas, houve redução significativa dos índices de porosidade aparente e absorção de água. O resultado mais satisfatório de uma das rochas foi relacionado à presença de microfissuras que permitiram uma maior absorção do impermeabilizante e, conseqüentemente, menores índices físicos após o processo de impermeabilização por imersão.

**Palavras chave:** Rochas Ornamentais, Quartzito, Impermeabilização, Imersão, Pressão.

### **Abstract**

Quartzites are metamorphic rocks with high physical strength and high added value, however, they are very susceptible to staining and need to be waterproofed in order to preserve their aesthetics and durability under different conditions of use. Thus, the objective of this study is to compare the physical indices of three different quartzites before and after being submitted to the process of waterproofing by immersion in a pressure chamber. The apparent density, apparent porosity and water absorption indices were analysed, as well as the petrographic analysis of the rocks. The results showed that, after the waterproofing process, the apparent density values did not have considerable variations and, for the three quartzites, there was a significant reduction in the apparent porosity and water absorption indices. The most satisfactory result of one of the rocks was related to the presence of microcracks that allowed a greater absorption of the waterproofing and, consequently, lower physical indexes after the process of waterproofing by immersion.

**Keywords:** Ornamental Rocks, Quartzite, Waterproofing, Immersion, Pressure.

## 1. INTRODUÇÃO

As rochas ornamentais são materiais naturais de alto valor agregado e amplamente utilizadas como elementos de composição arquitetônica, estrutural e de decoração, sendo aplicadas no revestimento de pisos, paredes, bancadas e outros acabamentos (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2013). O Brasil é o quinto maior produtor e exportador de rochas ornamentais do mundo, sendo responsável por movimentar US\$ 487,8 milhões e 842,8 mil toneladas de rochas entre janeiro e maio de 2022 (ABIROCHAS, 2022).

O estado do Espírito Santo é o maior exportador e produtor de rochas ornamentais do País, respondendo por 83,6% do faturamento nacional. De acordo com dados do Centro Brasileiro dos Exportadores de Rochas Ornamentais (CENTROROCHAS, 2022), dentre os tipos de rochas mais produzidas e exportadas, estão as chapas de materiais silicáticos, como os quartzitos e rochas consideradas exóticas, estas com diferentes padrões de cores e estruturas, todas classificadas como “quartzitos”.

Os quartzitos são rochas metamórficas compostas essencialmente pelo mineral quartzo, sendo produto da recristalização de sedimentos silicosos durante o processo metamórfico. A predominância de quartzo compete a esta rocha alta resistência à abrasão e aos processos intempéricos, sendo, assim, uma rocha com grande aplicabilidade, versatilidade e com alto valor de mercado (ABIROCHAS, 2020). Apesar de serem rochas maciças e compactas, com boas características físico-mecânicas, os quartzitos são em sua maioria rochas claras e altamente susceptíveis a manchamentos pela absorção de líquidos.

De acordo com Raneri et al. (2018), o maior desafio na proteção das superfícies das rochas ornamentais de revestimento está em criar uma barreira impermeável contra a penetração de água e líquidos em geral, por ação de substâncias orgânicas e inorgânicas e poluentes que venham a se depositar nesta superfície, alterando a sua cor e causando manchas. A fim de se evitar tais problemas, no estágio final do beneficiamento das rochas ornamentais, as indústrias vêm adotando o processo de impermeabilização com a aplicação de produtos hidrofugantes e hidro-óleo repelentes na superfície das chapas a fim de minimizar a absorção de líquidos e assim conservar a beleza e a durabilidade destes materiais frente às solicitações de uso.

Convencionalmente, estes produtos são aplicados na superfície das chapas de rochas manualmente utilizando um rolo de pintura, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1:** Aplicação de impermeabilizantes em chapas de quartzito.

Na busca por um processo de impermeabilização mais efetivo na qual se tenha maior impregnação do impermeabilizante no substrato da rocha e maior agilidade para o processo industrial, este estudo propõe a impermeabilização de três diferentes quartzitos através da imersão em câmara com aplicação de pressão.

## 2. OBJETIVOS

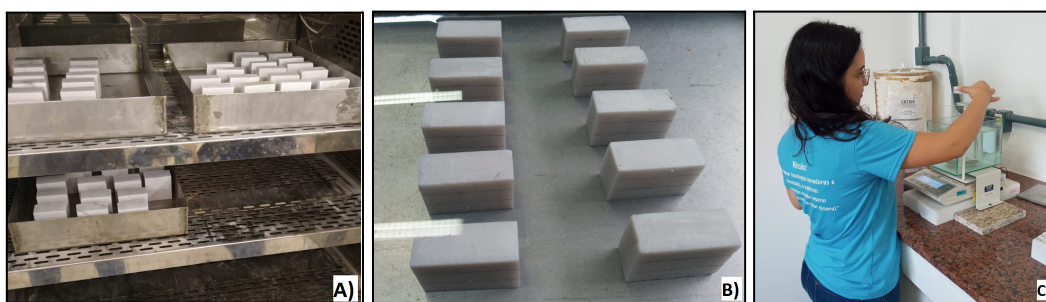
Comparar os índices físicos de três diferentes quartzitos antes e após serem submetidos ao processo de impermeabilização por imersão, bem como correlacionar a análise petrográfica das rochas com os dados obtidos.

### 3. METODOLOGIA

As três rochas ornamentais do tipo quartzito utilizadas foram doadas por três empresas de beneficiamento localizadas no estado do Espírito Santo e foram identificadas nesta pesquisa como QZ1, QZ2 e QZ3. A metodologia adotada consistiu nas seguintes etapas: a) análise petrográfica; b) determinação dos índices físicos; c) processo de impermeabilização por imersão em câmara de pressão; e d) determinação dos índices físicos após impermeabilização.

A análise petrográfica de cada quartzito foi realizada conforme a norma ABNT NBR 15845-1 (2015). Esta análise compreende caracterização macroscópica, cor e estruturas da rocha, e descrição microscópica, onde lâminas petrográficas foram descritas em um microscópio da marca Zeiss com o objetivo de caracterizar e classificar as rochas com base em sua mineralogia, granulação, aspectos texturais e estruturais.

Os ensaios de índices físicos, antes e após a impermeabilização, seguiram a norma ABNT NBR 15.845-2 (2015), onde determinou-se a densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água dos corpos de prova de cada rocha. A Figura 2 apresenta as etapas deste ensaio, consistindo na secagem em estufa por 48 horas a uma temperatura de 70°C, saturação das amostras em água destilada por 48h e pesagem das massas seca, saturada e submersa dos corpos de prova utilizando uma balança hidrostática da marca Marte, modelo AD2000.



**Figura 2:** A) Secagem; B) Saturação; e C) Pesagem das amostras.

O equipamento utilizado para aplicação do impermeabilizante se trata de uma câmara, com funcionamento similar ao de uma autoclave. A câmara possui capacidade de 36 litros e é ligada a uma bomba de pressão revestida por teflon. Em seu interior é possível a alteração da temperatura, que varia de 0°C e 100°C, e da pressão, que pode ser positiva ou negativa (vácuo) de até 7 bar. A Figura 3 evidencia a câmara e suas informações técnicas.



**Figura 3:** A) Câmara de pressão; B) Especificações técnicas da câmara; e C) Corpos de prova imersos no impermeabilizante.

No processo de impermeabilização foram utilizados 17 litros do impermeabilizante hidrofugante comercialmente vendido como “*Stone Guard Acqua*”, disponibilizado pela empresa *Innovare Chemicals*, que é parceira do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM-NRES) nesta pesquisa. As amostras foram totalmente imersas no impermeabilizante (Figura 3-C) e submetidas a uma pressão de 7 bar durante 6 horas. Após esse procedimento os corpos de prova permaneceram em processo de cura por 7 dias e repetiu-se o ensaio de determinação dos índices físicos.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise petrográfica macroscópica verificou-se que as três rochas apresentam coloração branca acinzentada, algumas porções alteradas de coloração amarela e veios minerais de coloração preta a amarronzada (exceto QZ1).

A análise microscópica apresentou que a rocha QZ1 possui granulação fina (<1 mm) e constitui-se essencialmente pelo mineral quartzo (100%) com algumas porções em processo de sericitização, sendo classificada como Quartzito. A rocha QZ2 possui 95% de granulação fina (<1 mm) e 5% de granulação média (1 a 5mm), constituindo-se por quartzo (91%), moscovita (5%), e minerais acessórios como apatita (1%), titanita (1%), zircão (1%) e minerais opacos (1%), ocorre sericitização e microfissuras preenchidas por óxido e/ou hidróxido de ferro, sendo classificada como Quartzito. A rocha QZ3 possui granulação fina (<1 mm), constitui-se de quartzo (90%), moscovita/sericita (6%), turmalina (1%), pirita (1%), rutilo (1%), actinolita (1%) e zircão (traço), ocorrem microfissuras sem preenchimento e material ferruginoso em locais pontuais, sendo assim classificada como Sericita Quartzito.

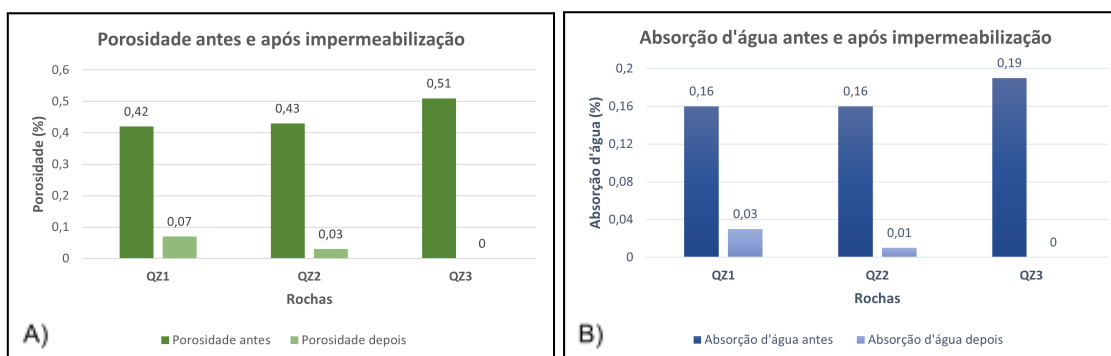
Os resultados dos ensaios de índices físicos realizados antes e após o processo de impermeabilização são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Índices físicos médios antes e após impermeabilização.

Índices Físicos	QZ1		QZ2		QZ3	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Densidade aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2646	2649	2647	2632	2648	2649
Porosidade Aparente (%)	0,42	0,07	0,43	0,03	0,51	0,00
Absorção d'água (%)	0,16	0,03	0,16	0,01	0,19	0,00

Os dados médios dos índices físicos realizados antes da impermeabilização evidenciam valores bastante semelhantes para os quartzitos QZ1 e QZ2, e mais discrepantes para o quartzito QZ3.

Após o processo de impermeabilização os valores de densidade aparente não tiveram variações consideráveis e, para as três rochas, houve redução significativa dos índices de porosidade aparente e absorção d'água (Figura 4), respectivamente, de: 83,33% e 81,25% para QZ1; de 93,02% e 93,75% para QZ2; e redução de 100% nos dois índices para QZ3.



**Figura 4:** Comparação dos índices físicos médios da porosidade aparente (A) e da absorção d'água (B), antes e após o processo de impermeabilização.

A análise petrográfica permitiu correlacionar as diferenças dos índices físicos entre os quartzitos, visto que, a rocha QZ3 que possuía microfissuras sem preenchimento e maior variabilidade mineralógica, inicialmente apresentou maiores índices físicos e, após a impermeabilização, obteve os menores índices, indicando que dentre as três rochas foi a que mais absorveu o impermeabilizante. A rocha QZ1, mineralogicamente mais homogênea e sem microfissuramentos, apresentou os maiores índices de porosidade aparente e absorção d'água após o processo de impermeabilização. A rocha QZ2 apresentou índices físicos intermediários antes e após o processo de impermeabilização.

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho contribuiu com uma nova técnica de impermeabilização de rochas ornamentais por imersão em câmara de pressão, visando uma impregnação mais efetiva do impermeabilizante no substrato da rocha. Para trabalhos futuros recomenda-se testes com outros impermeabilizantes, medição efetiva do grau de microfissuramento e determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas das rochas para avaliar seus graus de alteração e coesão, parâmetros que podem influenciar diretamente na absorção do impermeabilizante.

## 6. AGRADECIMENTOS

À Empresa *Innovare Chemicals* pela disponibilização do produto impermeabilizante, à FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo) pela bolsa de iniciação científica concedida (Edital FAPES N° 05/2021), aos técnicos dos laboratórios do CETEM/NRES pelo apoio durante a pesquisa, à Engenheira Wana Favero Gaburo Dorigo e ao meu orientador Dr. Leonardo Luiz Lyrio da Silveira pela dedicação, companheirismo e conhecimentos compartilhados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). **Balço das exportações e importações brasileiras de materiais rochosos naturais e artificiais de revestimento no período janeiro-maio de 2022**. Brasília: 2022. Disponível em: <[https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/07/Informe-03\\_2022-Exportac%CC%A7o%CC%83es-Janeiro\\_Maio-2022.pdf](https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/07/Informe-03_2022-Exportac%CC%A7o%CC%83es-Janeiro_Maio-2022.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). **Guia de aplicação de rochas em revestimento**. Brasília: 2020. Disponível em: <<https://abirochas.com.br/ebooks/bula/#p=1>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15845-1**: Rochas para revestimento - Parte 1: Análise petrográfica. Rio de Janeiro, 2015. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15845-2**: Rochas para revestimento - Parte 2: Determinação de densidade aparente, porosidade aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2015.4p.

CENTRO BRASILEIRO DOS EXPORTADORES DE ROCHAS ORNAMENTAIS (CENTROROCHAS). **Informativo Mensal**: Exportações de Rochas, maio de 2022. Disponível em: <<https://centrorochas.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Relatorio-de-Exportacoes-%E2%80%A2-Maio-2022.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

RANERI, S.; BARONE, G.; MAZZOLENI, P.; ALFIERI, I.; BERGAMONTI, L.; DE KOCK, T.; CNUUDE, V.; LOTTICI, P.P.; LORENZI, A.; PREDIERI, G.; RABOT, E.; TEIXEIRA, J. **Efficiency assessment of hybrid coatings for natural building stones: Advanced anti multi-scale laboratory investigation**. Construction and Building Materials, v.180, p. 412–424, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.289>>. Acesso em: 16 jul. 2022.

VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. (Eds). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700p. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1960>>. Acesso em: 16 jul. 2022.