

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE POLIMENTO NA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE ROCHAS AGLOMERADAS

ALAN DUTRA PEDRUZZI¹, RONDINELLI MOULIN LIMA², MARIANE COSTALONGA DE AGUIAR³
MONICA CASTOLDI BORLINI GADIOLI⁴

¹Pesquisador PCI CNPq, CETEM/NRES, Cachoeiro de Itapemirim-ES, apedruzzi@cetem.gov.br;

²Dr. Pesquisador PCI CNPq, CETEM/NRES, Cachoeiro de Itapemirim-ES, rlima@cetem.gov.br;

³Dr. Pesquisadora PCI CNPq, CETEM/NRES, Cachoeiro de Itapemirim-ES, maguiar@cetem.gov.br;

⁴Dr. Pesquisadora, CETEM/NRES, Cachoeiro de Itapemirim-ES, mborlini@cetem.gov.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
8 a 11 de agosto de 2023

RESUMO: O Brasil é um grande produtor de rochas ornamentais, o que gera muitos resíduos. As rochas aglomeradas surgem como uma alternativa sustentável para aproveitar esses resíduos, proporcionando benefícios ambientais e econômicos. A aceitação dessas rochas no mercado se deve à sua beleza e qualidade. No entanto, a infiltração de água é uma das principais patologias em rochas aglomeradas, podendo causar manchas e problemas estruturais. O polimento nestes materiais é realizado em etapas sucessivas de desgaste, utilizando abrasivos em ordem decrescente até alcançar o brilho desejado. Neste estudo, o objetivo foi analisar como diferentes etapas de polimento afetam a absorção d'água em rochas aglomeradas produzidas com resíduos de rochas ornamentais e resina epóxi, por meio do ensaio de índices físicos. Em seguida, foram aplicados dois tipos de polimento e comparados com a amostra bruta. As placas foram divididas em três grupos: brutas, levigadas e polidas. A absorção d'água foi medida de acordo com uma norma específica. Com base em métodos estatísticos, os resultados mostraram diferenças significativas na absorção de água de acordo com as diferentes etapas de polimento. A placa bruta apresentou maior infiltração d'água em comparação com as outras. Portanto, o polimento superficial se demonstra uma variável importante para preservar a beleza e durabilidade do material.

PALAVRAS-CHAVE: Rochas ornamentais, resíduos, infiltração d'água.

INFLUENCE OF THE POLISHING PROCESS ON THE WATER ABSORPTION OF AGGLOMERATED STONE

ABSTRACT: Brazil is a large producer of ornamental stones, which generates a lot of waste. Agglomerated stones emerge as a sustainable alternative to use this waste, providing environmental and economic benefits. The acceptance of these stones in the market is due to their beauty and quality. However, water infiltration is one of the main pathologies in agglomerated stones, which can cause stains and structural problems. Polishing in these materials is performed in successive stages of wear, using abrasives in decreasing order until the desired shine is achieved. In this study, the objective was to analyze how different polishing steps affect the water absorption in agglomerated stones produced with ornamental stone waste and epoxy resin, by means of physical indices test. Then two types of polishing were applied and compared to the raw sample. The slabs were divided into three groups: gross, honed and polished. Water absorption was measured according to a specific standard. Based on statistical methods, the results showed significant differences in water absorption according to the different polishing steps. The raw stone showed higher water infiltration compared to the others. Therefore, superficial polishing proves to be an important variable to preserve the beauty and durability of the material.

KEYWORDS: Ornamental stones, waste, water infiltration.



INTRODUÇÃO

O mercado de rochas ornamentais apresenta grande relevância para a economia brasileira. No 1º semestre de 2022, o faturamento das exportações de rochas superou os valores registrados do mesmo período em 2021 (ABIROCHAS, 2022). No entanto, o setor de rochas ornamentais apresenta problemas ambientais devido a volumosa geração de resíduos, tanto durante a extração quanto no processo de beneficiamento. Na mineração, 80% da lavra e beneficiamento é transformada em resíduos. Na lavra, os resíduos são blocos defeituosos ou irregulares e casqueiros, já os resíduos de beneficiamento são gerados pelo corte dos blocos em chapas (realizado pelo tear multifio) e pelo polimento das chapas (Vidal et al., 2014).

O baixo aproveitamento das rochas ornamentais na mineração, a torna um agente colaborador de impactos ambientais, pois além de gerar resíduos, também é consumidor de elevados volumes de água e energia (Bai et al., 2019). Uma solução econômica e sustentável para este problema é a utilização dos resíduos como matéria prima para fabricação de rochas aglomeradas. Assim, além de agregar valor a uma substância que seria descartada, mantém a economia circular ativa (Leite et al., 2021).

Pela definição da EN 14618, as rochas aglomeradas são compósitos formados por uma mistura de resina, agregados minerais e aditivos. Elas têm demonstrado ser uma forte concorrente das rochas naturais, por apresentarem aparência e propriedades texturais. Podendo ser utilizadas em acabamentos de obras civis como bancadas e revestimentos internos (Demartini, 2018).

Em 2021, as importações de rochas aglomeradas foram 71% superiores as rochas naturais, sendo que esta crescente demanda vem ocorrendo desde o ano de 2018, reforçando a consolidação desse produto no mercado brasileiro (ABIROCHAS, 2021).

Por serem materiais de aplicação na construção civil e apresentarem como principais características sua qualidade e beleza se fazem necessário conhecer suas principais patologias. Dentre as principais, destaca-se a infiltração de líquidos, pois, a percolação de substâncias pode gerar manchas no material e contatos repetitivos e prolongados podem levar a problemas de deterioração estrutural (Alencar, 2013).

O polimento é uma importante etapa no beneficiamento das rochas ornamentais, pois ele é responsável pela qualidade da superfície serrada, brilho, beleza e a durabilidade das rochas polidas (VIDAL et al., 2014). Segundo Almeida (2019), o polimento é realizado por meio de etapas sucessivas de desgaste, com uso de abrasivos em ordem decrescente, até se alcançar um grau de brilho comercialmente desejável.

As etapas de polimento em rochas brutas são feitas por três passos consecutivos: levigamento, polimento e lustro. A etapa do levigamento elimina a rugosidade mais grossa e defeitos superficiais, geralmente utilizando-se abrasivos de granulometria mais grosseira. A etapa de polimento é feita com uso de uma sequência de abrasivos mais finos. Por fim, o lustro é realizado com abrasivos mais específicos (Almeida, 2019).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar se as diferentes etapas do polimento superficial podem influenciar na absorção d'água de uma rocha aglomerada fabricada com resíduos de rochas ornamentais.

MATERIAL E MÉTODOS

As rochas aglomeradas utilizadas no trabalho foram fabricadas com resíduos de rochas ornamentais (agregado mineral) e resina epóxi (matriz polimérica). Os resíduos são oriundos de rochas geologicamente denominadas como quartzitos e comercialmente conhecidas como “Crystal Quartz” e “Cristallo”.

Para a produção das rochas aglomeradas, os resíduos foram divididos em três diferentes faixas granulométricas: grosso (2,38 a 0,707 mm), médio (0,707 a 0,063 mm) e fino (< 0,63 mm). Os resíduos grossos e médios foram obtidos a partir dos casqueiros e passaram pelos processos de cominuição primária em um britador de mandíbulas e secundária em um moinho de rolos, para se obter as granulometrias desejadas. Já os resíduos finos foram obtidos do tear multifio. A faixa e distribuição granulométrica das partículas foram elaboradas com base no estudo de Agrizzi et. al. (2021).

As placas foram produzidas utilizando 90% de agregados minerais (resíduos) e 10% de resina epóxi. A produção das rochas aglomeradas foi executada na usina piloto do CETEM/NR-ES em uma prensa manual hidráulica operando com uma pressão de 33,29 MPa, durante um período de 20 minutos, a uma temperatura constante de 90°C e vácuo, sendo essa metodologia conhecida como vibro-termo-compressão à vácuo. Foram confeccionadas 12 placas nas dimensões de 200x200 e 10 mm de espessura. Após a fabricação, as placas foram submetidas ao processo de pós cura em uma estufa por 5 horas, a temperatura de 60°C.

As placas foram separadas em três grupos, em igual quantidade: brutas, levigadas e polidas. Para as rochas brutas não foi realizado nenhum procedimento em suas superfícies. Já para a realização dos testes de polimento foi utilizado uma politriz manual pneumática. As rochas levigadas foram polidas utilizando abrasivos com elementos cortantes de 50, 100 e 200 Mesh enquanto, para as rochas polidas, usaram-se abrasivos de 50, 100, 200, 400, 800, 1500, 3000 Mesh e lustro.

O ensaio índices físicos abrange a determinação da densidade, absorção d'água e porosidade. Para os ensaios, as placas foram cortadas em dimensões de 100 x 100 mm, gerando 16 corpos de prova para cada grupo (bruto levigado e polido) e foi utilizada uma balança Marte Científica modelo AD 2000, seguindo a norma EN 14617-1 (AENOR, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados do ensaio de índices físicos da rocha aglomerada com as diferentes etapas de polimento. Percebe-se que a maior absorção d'água foi registrada pela rocha bruta, em comparação com as placas que sofreram levigamento e polimento.

Tabela 1. Resultado do ensaio de índices físicos com as rochas em diferentes etapas de polimento

Ensaio	Etapas de Polimento					
	Bruto		Levigado		Polido	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Densidade (Kg/m ³)	2104	16	2112	13	2130	11
Absorção D'água (%)	0,67	0,11	0,52	0,14	0,50	0,10
Porosidade (%)	1,41	0,23	1,1	0,29	1,07	0,21

\bar{x} - Média; s – Desvio Padrão.

Para verificar se existe diferença significativa entre as etapas de polimento (bruto, levigado e polido) na absorção de água, foi realizado análise de variância (ANOVA), a um nível de significância de 5%. A Tabela 2 apresenta o resultado da ANOVA.

Tabela 2. Resultados da análise de variância (ANOVA) com os dados de absorção d'água das placas

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F _{calc}	F _{tab}
Tratamento	2	0,2156	0,1078	7,98	3,26
Resíduos	36	0,4872	0,0135	-	-
Total	38	0,7028	-	-	-

Nota-se pela análise de variância que o $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$ ($7,98 > 3,26$), isso demonstra que existe diferença significativa na absorção d'água entre as medias das placas avaliadas, a um nível de significância de 5%.

Para identificar quais placas são diferentes entre si foi aplicado o teste Tukey, também a um nível de significância de 5%. Com isso, foi constatou-se que existe diferença de absorção de água das placas brutas em relação as placas levigadas e polidas, ou seja, as placas sem nenhum tipo de polimento tendem a absorver mais água. Já, comparando as placas levigadas com as polidas, verificou-se que não houve diferença significativas entre elas, a infiltração é equivalente. Dessa forma, distintas etapas de polimento não influenciam na absorção d'água superficial, mas a falta de polimento superficial pode se tornar uma variável facilitadora para infiltração de fluidos na rocha aglomerada.

CONCLUSÃO

Os resultados de índices físicos apresentaram que a placa bruta sofreu maior absorção d'água em comparação com as placas levigadas e polidas da rocha aglomerada. A partir do método de estatístico de análise de variância (ANOVA) observou-se que existe uma diferença significativa de absorção d'água quando se aplicadas diferentes etapas de polimento. O teste de Tukey, demonstrou que na placa bruta houve maior infiltração de água e as placas levigadas e polidas sofreram absorções semelhantes.

Com isso, o polimento superficial desempenha um papel importante na proteção contra a infiltração de água em rochas aglomeradas, revelando-se ser uma variável para preservação de suas características estéticas, brilho e durabilidade. Além de contribuir para a manutenção da beleza natural do material, o polimento gera uma resistência contra a penetração da água, evitando possíveis danos, como manchas, descoloração e deterioração ao longo do tempo. Na superfície da rocha aglomerada, o polimento não só realça sua aparência, mas também assegura sua resistência e longevidade, permitindo que o material mantenha sua integridade e qualidade ao longo de sua vida útil.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida (processo n. 301371/2022-9), aos técnicos do LABRO/NR-ES e as empresas PETTRUS LTDA.

REFERÊNCIAS

- Aenor - asociación española de normalización y certificación. une-en 14617 - Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la densidad aparente y la absorción de agua, 2013.
- Agrizzi, C. P; Carvalho, E. A. S; Gadioli, M. C. B; Barreto, G. N. S; Azevedo, A. R. G; Monteiro, S. N; Vieira, C. M. F. Comparison between synthetic and biodegradable polymer matrices on the development of quartzite waste-based artificial stone. Sustainability, v. 14, n. 11, p. 1-18, 2022.
- Alencar, C. R. A; Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: Rochas Ornamentais. Instituto Euvaldo Lodi. Cachoeiro de Itapemirim – ES. 2013. Cap.3, p.33-43.

- Almeida, P. F. Análise tribológica do sistema de polimento com abrasivos à base de resina de mamona para acabamento superficial de rochas ornamentais. São Carlos: USP, 2019. 153f. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia).
- Bai, S; Elwert, T; Jia, S; Wang, Q. Y; Liu, T; Yao, R. Methodologies for evaluating sawability of ornamental granite and relation modeling combining sawability with environmental impacts: An application in a stone industrial park of China. In: Journal of Cleaner Production, 2019.
- Chiodi Filho, C. Balanço das exportações e importações brasileiras de materiais rochosos naturais e artificiais de ornamentação e revestimento em 2021. 2021. Disponível em: https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Informe-01_2022-Exportacoes-2021.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2023.
- Chiodi Filho, C. Balanço das exportações e importações brasileiras de materiais rochosos naturais e artificiais de revestimento no 1º trimestre de 2022. 2022. Disponível em: https://abirochas.com.br/wpcontent/uploads/2022/05/Informe_02_2022_Exportacoes_1_Trimestre.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2023.
- Dermatini, T. J. C; Rodríguez, R. J. S; Silva, F. S. Physical and mechanical evaluation of artificial marble produced with dolomitic marble residue processed by diamond-plated bladed gang-saws. In: journal of materials Research and Technology, 2018.
- Leite, F. R; Antunes, M. L. P; Silva, D. A. L; Rangel, E. C; Cruz, N. C. da. An ecodesign method application at the experimental stage of construction materials development: A case study in the production of mortar made with ornamental rock wastes. In: Construction and Building Materials, 2021.
- Vidal, F. W. H; Azevedo, H. C. A; Castro, N. F. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral. CETEM/MCTI, Rio de Janeiro – RJ. 2014. Cap.9, p.433-492.