

ESTUDO COMPARATIVO DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ROCHA ORNAMENTAL SILICÁTICA TELADA COM DIFERENTES GRAMATURAS

COMPARATIVE STUDY OF TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ORNAMENTAL SILICATE STONE WITH DIFFERENT REINFORCEMENT MESH

¹Maria Angélica Kramer Santana.

²Evanizis Dias Frizzera Castilho.

¹Instituto Federal do Espírito Santo –Campus Cachoeiro, Rodovia ES-482, Fazenda Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim -ES, 29311-970, Brasil. E-mail:(mariaangelicaks@gmail.com).

²Instituto Federal do Espírito Santo –Campus Cachoeiro, Rodovia ES-482, Fazenda Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim -ES, 29311-970, Brasil. E-mail:(evanizis@ifes.edu.br).

Artigo submetido em 28/11/2022, aceito em 28/04/2023 e publicado em 29/04/2023.

Resumo: O Brasil é um dos principais produtores de rochas ornamentais do mundo, sendo assim, muitos estudos sobre as novas tecnologias de produção destas têm sido desenvolvidos por serem relevantes para o setor e contribuírem para melhorias das características tecnológicas dos produtos finais até a aplicação. Com isso, o objetivo do presente trabalho é comparar a resistência à flexão por carregamento em 4 pontos de um quartzito telado com resina epóxi e diferentes gramaturas de telas, correlacionando com os índices físicos também obtidos desta rocha. Foram utilizados cubos do quartzito cinza, no estado bruto para determinação da densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água. Para análise de flexão por carregamento em quatro pontos foram utilizadas rochas do material conhecido comercialmente como Quartzito Dumont no estado bruto e também teladas utilizando as gramaturas de 60 g/m², 80 g/m² e 170 g/m² de telas. Os resultados de densidade, porosidade e absorção de água foram promissores e atenderam com êxito as especificações das normas comparadas. Os dados obtidos por meio de ensaio de flexão por carregamento em 4 pontos foram inseridos no software Origin para análise e estatística dos resultados. A maior média de tensão obtida foi com a utilização da tela de maior gramatura (170 g/m²), no entanto, outros aspectos foram analisados e mostraram que de maneira geral as tensões são satisfatórias e atendem as normas especificadas. Os resultados são prósperos, inclusive nas relações entre os ensaios. Visto isso, o trabalho contribui para o setor industrial de rochas ornamentais e para a discussão sobre a etapa de telagem do material.

Palavras-chave: rocha ornamental; caracterização; telagem.

Abstract: Brazil is one of the main producers of ornamental stones in the world, therefore, many studies on the new technologies of production have been developed because they are relevant to the sector and contribute to improvements of the technological characteristics of the final products until the application. The objective of the present work is to compare the flexural strength using quarter-point loading of a quartzite reinforced with epoxy resin and different reinforcement mesh, correlating with the apparent density, apparent porosity and water absorption also obtained from this stone. Cubes of gray quartzite, in the gross state, were used to determine the apparent density, apparent porosity and

water absorption. For bending analysis by flexural strength, they were used in the gross state and also reinforced using the weights of 60 g/m², 80 g/m² and 170 g/m² of reinforcement mesh. The density, porosity and water absorption results were promising and successfully met the specifications of the compared standards. The data obtained through the 4-point flexural strength test were entered into the Origin software for analysis and statistics of the results. The highest average tension obtained was with the use of the heavier mesh (170 g/m²), however, other aspects were analyzed and showed that in general the tensions are satisfactory and meet the specified standards. The results are prosperous, including in the relationships between trials. In view of this, the work contributes to the industrial sector of ornamental stones and to the discussion about the reinforcement stage of the material.

Keywords: dimension stone; characterization; reinforcement.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores de rochas ornamentais do mundo com produção estimada em 2021 de 10,2 Mt. As exportações desses materiais rochosos brasileiros somaram US\$ 1,34 bilhão e 2,40 Mt neste mesmo ano (ABIROCHAS, 2022).

A produção de rochas ornamentais passa por etapas primárias e secundárias de beneficiamento até as chapas acabadas. As fases deste processo podem variar de acordo com o produto final que se deseja obter e de acordo com as tecnologias disponíveis na indústria.

Dentre as tecnologias que surgiram na cadeia produtiva de rochas ornamentais está a telagem das chapas com o intuito de aumentar a resistência mecânica. O processo denominado telagem consiste na aplicação de telas de fibra de vidro com auxílio de resina, geralmente epoxídica, nas chapas (MATURANA e SILVEIRA, 2018).

A caracterização dos materiais é de extrema importância para que se conheça as propriedades, e conseqüentemente para correta utilização. A caracterização tecnológica das rochas ornamentais é importante inclusive para indicar sua aplicação final nas obras de construção civil.

A indústria tem aprimorado cada vez mais as técnicas e insumos utilizados, a fim de se obter produtos com melhores características tecnológicas e maior valor agregado. Bem como estudos dentro destas novas tecnologias do setor (PAZETO e

PARAGUASSÚ, 2013; MATURANA e SILVEIRA, 2018; MOREIRA e SILVEIRA, 2018; MATURANA e SILVEIRA, 2019; CAMPOS, 2020).

O objetivo do presente trabalho é comparar a resistência à flexão por carregamento 4 pontos de um quartzito telado com resina epóxi e diferentes gramaturas de telas, correlacionando com os índices físicos também obtidos desta rocha.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ROCHAS ORNAMENTAIS E O MERCADO

O termo rocha ornamental segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 15012 (2013, p. 1) é: “material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento ou afeiçoamento (bruta, aparelhada, apicoada, flameada, esculpida ou polida), utilizado para exercer uma função estética”. A Figura 1 mostra um ladrilho de rocha ornamental.

Figura 1 – Ladrilho de Rocha Ornamental



Fonte: Autor (2022).

O Brasil é um dos principais produtores de rochas ornamentais do mundo, exportando materiais naturais rochosos para países como EUA, China, Itália, México e Reino Unido. Além disso, o Espírito Santo é um pilar importante na produção e exportação destes produtos (ABIROCHAS, 2022).

O mercado brasileiro é conhecido pela geodiversidade e beleza de suas rochas, principalmente alguns dos pegmatitos e quartzitos. Entretanto, muitos destes materiais de beleza exótica só puderam ser comercializados a partir da década de 90, isto porque eram considerados frágeis e de difícil produção (SILVEIRA et al., 2017; PAZETO e PARAGUASSÚ, 2013).

2.2 PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A produção das rochas ornamentais inicia na lavra dos materiais rochosos em blocos que são levados à indústria para as etapas de beneficiamento. Este pode ser subdividido, de maneira simples, em primário e secundário. O beneficiamento primário trata-se da etapa de serragem dos blocos (Figura 2) e o secundário das fases de acabamento final das chapas, podendo incluir outras etapas de tratamento (VIDAL et al., 2014).

Figura 2 – Serragem de bloco



Fonte: Autor (2022).

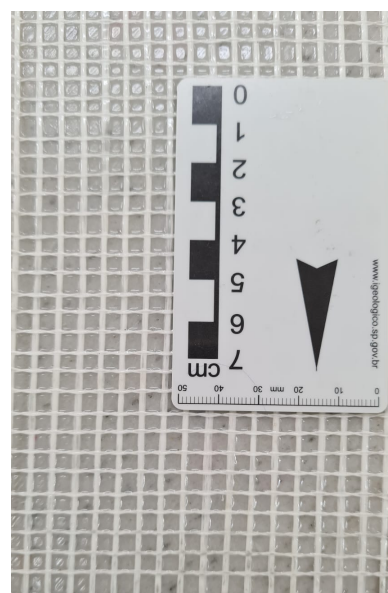
A serragem trata-se da fase em que os blocos são desdobrados em chapas.

Dependendo do material a ser serrado, é necessário o envelopamento do bloco com resina, carga mineral e manta de fibra de vidro. Esta técnica tem o objetivo de aumentar a resistência do material para que as chapas não sejam fraturadas (MOREIRA e SILVEIRA, 2018).

As chapas desdobradas podem passar por tratamentos com ácidos, colocar preenchimentos, telagem, resinagem, entre outros, e posteriormente recebem acabamentos superficiais e até serviços de marmoraria.

A telagem é o procedimento que permite que alguns tipos de materiais rochosos considerados frágeis, consigam aumentar a resistência físico-mecânica das chapas para serem comercializadas. Esta técnica é realizada com a aplicação de uma manta ou tela de diferentes malhas e gramaturas (Figura 3), com auxílio de resina (SILVEIRA et al., 2017).

Figura 3 – Tela aplicada na rocha



Fonte: Autor (2022).

O polimento (Figura 4) de rochas ornamentais faz parte do beneficiamento de rochas ornamentais como segunda etapa de produção. Esta etapa trata-se do tipo de acabamento de chapas mais utilizado. Neste

estágio, a chapa passa por processos sobre a superfície da rocha, que reduz a rugosidade e confere brilho, agregando valor ao produto (PONCIANO e SILVEIRA, 2020).

Figura 4 – Polimento de Rocha Ornamental



Fonte: Autor (2022).

O polimento é um dos tipos de acabamento, e dentre estes tipos de tratamentos superficiais de chapas estão o flamejamento (pouco utilizado atualmente), escovamento, levigamento e apicoamento.

As chapas produzidas ainda podem passar por outros tipos de acabamento de marmoraria para serem comercializadas. As marmorarias podem produzir peças como ladrilhos, rodapés, soleiras, bancadas, entre outras (VIDAL et al., 2014).

2.3 CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

As características tecnológicas físico-mecânicas, características químico-mineralógicas e petrográficas, características como resistência à flexão, índices físicos, resistência à abrasão, entre outros, são importantes para a competitividade do setor de rochas ornamentais com outros produtos do ramo dos revestimentos (OLIVEIRA et al., 2018).

Os ensaios de caracterização tecnológica têm por objetivo testar situações reais desde o processamento das rochas

ornamentais até o produto final e principalmente a aplicação deste.

O ensaio de flexão por carregamento em quatro pontos é muito utilizado, pois este simula forças flexoras para a utilização em fachadas, por exemplo, com uso de ancoragem metálica para fixação. Para este tipo de ensaio, a fim de padronizar os parâmetros tecnológicos obtidos, usualmente utiliza-se a NBR 15845-7:2015 (ABNT, 2015).

Já para determinação dos índices físicos é utilizada a NBR 15845-2:2015 (ABNT, 2015). Este ensaio tem como finalidade calcular a densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água das rochas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi coletado para o trabalho um quartzito cinza, denominado comercialmente como Dumont (Figura 5), no estado bruto, e foram produzidos corpos de prova para determinação da resistência à flexão por carregamento em quatro pontos medindo 22mm x 100mm x 400mm e determinação dos índices físicos (densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água) com cubo medindo 55mm x 55mm x 55mm.

Figura 5 - Quartzito comercial Dumont



Fonte: Autor (2022).

O material, visualmente, apresenta constituintes minerais de quartzo majoritariamente com traços de sericita.

O ensaio para determinação dos índices físicos (densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água) foi realizado com os cubos sem acabamento (Figura 6), para representar as características do material em estado natural.

Figura 6 – Amostras em cubos para determinação de índices físicos



Fonte: Autor (2022).

Figura 7 - Ensaio de Índices Físicos sendo realizado.



Fonte: Autor (2022).

As amostras foram lavadas para eliminação de qualquer impureza e depois inicia-se o processo de submersão em água deionizada. Distribuindo os corpos de prova

em recipiente e preenchendo 1/3 da altura dos corpos de prova com água deionizada, após 4 horas mais 1/3, passando mais 4 horas e completando o recipiente e deixando em repouso por mais de 40 horas para finalizar a saturação (Figura 7).

Depois, utilizando uma balança, obtêm-se os valores de massa saturada e submersa para cada corpo de prova (Figura 8). Por fim, para obtenção de massa seca os corpos foram dispostos em bandejas e levados à estufa à 70 °C até a obtenção de massa constante. A execução prática foi baseada na Norma ABNT 15.845-2:2015.

Figura 8 – Obtenção de massa utilizando balança



Fonte: Autor (2022).

Para obtenção dos valores de densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água foram utilizados os dados obtidos com as equações a seguir:

- Densidade Aparente (ρ):

$$\rho = [M_{sec} / (M_{sat} - M_{sub})] \times 1000 \quad (1)$$

- Porosidade Aparente (η):

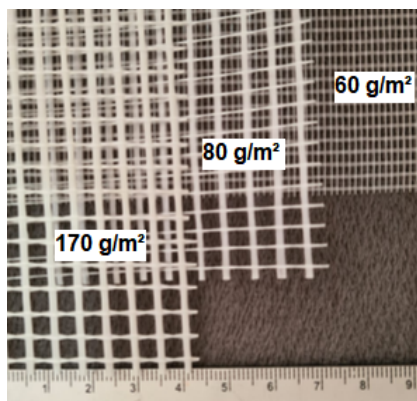
$$\eta = [(M_{sat} - M_{sec}) / (M_{sat} - M_{sub})] \times 100 \quad (2)$$

- Absorção de Água (α):

$$\alpha = [(M_{sat} - M_{sec}) / M_{sec}] \times 100 \quad (3)$$

As amostras para flexão por carregamento em quatro pontos foram utilizadas no estado bruto e também teladas utilizando diferentes malhas e gramaturas com resina epóxi (a base de epícloridrina e bisfenol-A). Para estas análises foram confeccionados 6 corpos de prova para cada tipo a ser testado: bruto e com as telas de 60 g/m², 80 g/m² e 170 g/m² (Figura 9).

Figura 9 - Telas utilizadas



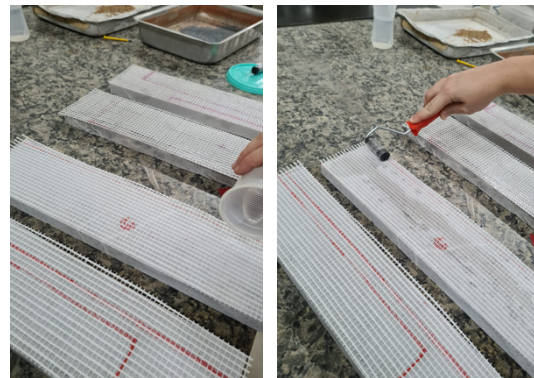
Fonte: Autor (2022).

O tratamento de telagem para os materiais começou com as amostras em estufa à 70°C por 24 horas, a fim de retirar umidade do material e melhorar a trabalhabilidade da resina.

Para a aderência das telas utilizou-se resina de sistema epóxi e catalizador de cura do material a 25%, valores utilizados na indústria que devem ser empregados para funcionamento apropriado do composto químico. As telas foram aplicadas nas amostras com o composto e espalhadas com rolinho tipo de pintura similar ao utilizado na indústria (Figura 10).

A indústria utiliza 180 gramas da mistura por metro quadrado de chapa, utilizando como base, foi pesado 7,2 gramas de mistura (resina + catalizador) por amostra. Depois de telados os materiais ficaram no processo de cura por mais de 48 horas.

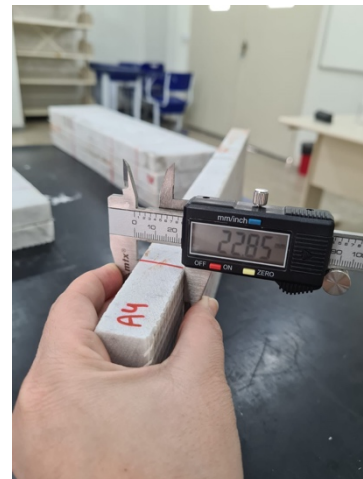
Figura 10 - Aplicação de telas com composto nas amostras.



Fonte: Autor (2022).

Os corpos de prova foram medidos (Figura 11) e ensaiados à flexão 4 pontos utilizando como base a Norma ABNT NBR 15.845-7:2015, na condição seca, onde foram escolhidas amostras representativas das chapas e com orientações ideais.

Figura 11 – Medição dos corpos de prova



Fonte: Autor (2022).

Os equipamentos utilizados foram uma estufa em temperatura de 70°C, para tirar umidade, e para o ensaio uma prensa hidráulica (Figura 12) com capacidade mínima de 100 KN da marca EMIC.

Figura 12 - Ensaio realizado na prensa hidráulica



Fonte: Autor (2022).

As dimensões e força de ruptura obtidas para cada corpo de prova foram utilizadas para o cálculo da tensão de ruptura a partir da seguinte equação:

$$\sigma = [(3PL) / (4bd^2)] / 1000 \quad (4)$$

As tensões obtidas foram inseridas em um software gráfico para análise dos dados e estatística, denominado Origin, desenvolvido pela Originlab.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de rocha metamórfica utilizada é composta majoritariamente por quartzo, de cor clara, com matriz de grãos finos a médios e microfissuras preenchidas por sericita (menor que 1%).

Os valores dos índices físicos do material e os requisitos pedidos pelas normas ABNT NBR 15844 (2015) e ASTM C 616 (2015) podem ser observados na Tabela 1. A densidade aparente obtida atende as especificações da norma brasileira e da norma americana com valor médio de 2622,20 kg/m³.

A densidade aparente é um parâmetro importante para o dimensionamento e os usos pretendidos das rochas tais como: cálculo da realização do transporte de material para comercialização,

tanto nacional em rodovias, como para a exportação em contêineres por navios.

Tabela 1: Índices Físicos obtidos.

Parâmetro	Índices		
	Densidade (kg/m ³)	Porosidade (%)	Absorção de Água (%)
Média Aritmética	2622,20	0,44	0,17
Desvio Padrão	13,88	0,05	0,02
ABNT NBR 15844	≥ 2550	≤ 1	≤ 0,4
ASTM C 616	≥ 2560	-	≤ 1

Fonte: Autor (2022).

A absorção de água mostra a capacidade de absorção da amostra e é um parâmetro de grande importância para aplicação das rochas como revestimentos. A tomada de decisão sobre quais ambientes o material pode ser aplicado, como fazer esta aplicação, entre outros fatores.

A rocha apresentou baixa absorção de água, com média de 0,17%, atendendo aos parâmetros admitidos pela ABNT NBR 15844 (2015). A porosidade é um parâmetro importante para a aplicação em pisos, paredes, fachadas e tampos. A porosidade do material também atendeu aos requisitos da norma, com média de 0,44%.

A porosidade do material correlaciona-se com a absorção de água, quanto menos poroso, ou seja, quanto menos poros vazios, menor também será a absorção de água do material. Muitos tratamentos durante o beneficiamento do material diminuem a porosidade para que possibilite a utilização do material em variadas superfícies que possam ter contato com líquidos diversos.

Dentre os tratamentos que podem ser realizados está a aplicação de impermeabilizantes e selantes nas chapas,

que contribuem para evitar/difícultar a absorção de líquidos, prevenindo a deterioração do revestimento e contribuindo para mitigar manchamentos, por exemplo.

A porosidade e os outros índices físicos também podem relacionar-se com outras características tecnológicas de rochas ornamentais como resistência mecânica dos materiais, a resposta aos esforços aplicados sobre esta, entre outros.

Os índices físicos dos materiais estão relacionados com a resistência mecânica. Quanto menor a porosidade, maior é a resistência mecânica do material, ou seja, quanto menor a quantidade de poros, microfissuras e alterações na rocha, maior será a resistência (OLIVEIRA et al., 2018).

A resistência à flexão pode ser observada na Tabela 2, melhor demonstrada em gráfico do tipo box plot obtido no programa Origin (Figura 13), mostrando as estatísticas, inclusive as tensões médias (ou módulo de ruptura) obtidas para as amostras em estado bruto e com os três tipos de telas utilizadas. Os resultados obtidos serão comparados às normas brasileira ABNT 15844 (2015) e americana ASTM C615 (2018) para granitos. Isto porque, para este parâmetro não existe especificação para quartzitos.

Tabela 2: Resistência à flexão por carregamento em quatro pontos obtidos.

Tensão (MPa)	
Bruto	15,66 ± 3,62
Tela 60 g/m²	15,72 ± 2,66
Tela 80 g/m²	15,73 ± 1,77
Tela 170 g/m²	16,31 ± 0,96
ABNT 15844	≥ 8,00
ASTM C 615	≥ 8,30

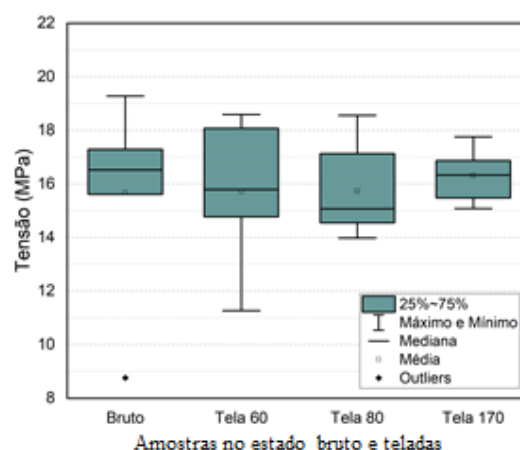
Fonte: Autor (2022).

Este ensaio de resistência à flexão por carregamento em quatro pontos é

importante para especificar a aplicação para fachadas e bancadas, mostrando a capacidade do material a esforços fletores.

Os valores obtidos de tensões foram todos superiores aos das normas, inclusive o ponto fora da curva (*outlier*), portanto, atendem as especificações.

Figura 13 - Gráfico Boxplot das tensões obtidas.



Fonte: Autor (2022).

Atentando-se apenas aos valores médios obtidos, houve pouca variação entre as amostras brutas e com telas, com a maior média para utilização da tela de 170, variando 0,65 MPa com relação as amostras brutas. No entanto, a média observada sozinha funciona melhor para dados uniformes. Quando ocorrem dados discrepantes, o ideal é relacionar os valores de média com desvio padrão, valores de máximo e mínimo, mediana, *outliers*, ou outros dados estatísticos.

Observa-se que os corpos de prova com a tela de 170 obteve uma maior tensão de ruptura do material rochoso, garantindo assim uma confiabilidade estrutural, mostrando o resultado mais satisfatório em relação as demais telas apresentadas neste estudo.

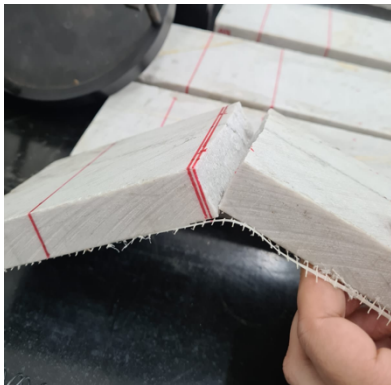
As amostras com telas de 60 e 80 apresentaram pouca variação média entre elas e se comparadas aos corpos de prova

em estado bruto. Entretanto, a tela de 80 apresentou menor desvio padrão (1,77), demonstrando melhor confiabilidade de resultado. A rocha, mesmo em estado bruto, mostrou resultados promissores. Porém contendo resultado discrepante (*outlier*) para uma amostra, podendo ser justificada por algum ponto de fraqueza da rocha.

A telagem das chapas de rochas ornamentais é muito utilizada no setor por contribuir com resistência mecânica dos materiais, e desta forma agregando valor. Podendo assim promover um suporte para as peças, tanto no transporte das chapas ao seu destino, como principalmente em sua aplicação final.

Nas amostras testadas neste estudo, os valores obtidos para as telas de 80 e principalmente de 170 apresentaram menores variações entre máximo e mínimo, mostrando confiabilidade quanto a resistência dos espécimes. Além do mais, é interessante observar que as amostras teladas, mesmo após o rompimento, mantiveram suas partes unidas por meio da tela (Figura 14).

Figura 14 - Amostra após o rompimento.



Fonte: Autor (2022).

A rocha estudada exibiu resultados gerais muito satisfatórios, com relações condizentes entre os valores obtidos nos ensaios de índices físicos e flexão 4 pontos, mostrando propriedades que podem aprovar sua aplicação a depender das outras

propriedades requeridas para uso pretendido.

5 CONCLUSÃO

Os resultados dos ensaios realizados atendem às normativas da área e mostram valores satisfatórios que comprovam, relacionados a estas propriedades, sua aprovação para uso como revestimentos em fachadas e bancadas.

O estudo mostrou significância, analisando a média, no aumento de resistência apenas para a tela de gramatura maior 170 g/m². Entretanto, a diminuição de desvio padrão deve ser observada.

O menor desvio padrão com a utilização das telas 80 e 170 conferem confiança quanto a resistência à flexão das amostras, por apresentarem uma menor variação de resultados. Visto isto, o estudo contribui para a discussão da importância da etapa de telagem dos materiais.

Os índices físicos apresentados também tiveram resultados promissores, principalmente com valores de absorção de água e porosidade menores que a metade do especificado pelas normas ABNT NBR 15844 (2015) e ASTM C 616 (2015).

O trabalho pode contribuir para o setor industrial de rochas ornamentais e para a construção de um acervo sobre caracterização tecnológica destes materiais. Outras pesquisas podem ser realizadas a fim de se caracterizar por completo este material, além de mais estudos relacionando outros tipos de resina e telas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IFES (Instituto Federal do Espírito Santo) e a todos seus colaboradores, principalmente os técnicos dos laboratórios pelo suporte durante a pesquisa, e à empresa GRAMIL - Granitos e Mármore Itapemirim Ltda por ter contribuído com as amostras e alguns materiais utilizados.

REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Materiais Rochosos Naturais e Artificiais de Ornamentação e Revestimento em 2021. Brasília, DF. Informe 01/2022. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br>. Acessado em março de 2022.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15012:2013. Rochas para revestimentos de edificações — Terminologia. 23p. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.844:2015 Rochas para revestimento — Requisitos para granitos. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.845-2:2015 Rochas para revestimento – Parte 2: Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.845-7:2015 Rochas para revestimento – Parte 7: Determinação da resistência à flexão por carregamento em quatro pontos. Rio de Janeiro, 2015.
- ASTM - American Society for Testing Materials. ASTM C 616 - 15 Standard Specification for Quartz-Based Dimension Stone. In: Annual Book of ASTM Standards, 2015.
- ASTM - American Society for Testing Materials. ASTM C 615 - 18 Standard Specification for Granite Dimension Stone. In: Annual Book of ASTM Standards, 2018.
- CAMPOS, L. M. **Estudo comparativo da resistência a flexão em quatro pontos de materiais rochosos no estado bruto e após processo de telagem e resinagem.** 2020. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Minas) - Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, 2020.
- MATURANA, M. R., SILVEIRA, L. L. L. Estudo comparativo da resistência à flexão 4 pontos de rochas ornamentais silicáticas teladas com resina epóxidica e poliuretana à base de óleo de mamona colorida. In: **Anais da Jornada de Iniciação Científica**, 26. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. 5p.
- MATURANA, M. R.; SILVEIRA, L. L. L. Comparação da variação dos valores de resistência à flexão de rochas ornamentais teladas com resina epoxídica e compósito vegetal submetidos à ciclagem térmica. In: **Anais da Jornada de Iniciação Científica**, 27. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019.
- MOREIRA, T. L., SILVEIRA, L. L. L. Aplicação de resina poliuretana à base de óleo de mamona no processo de envelopamento de blocos de rochas ornamentais. In: **Anais da Jornada de Iniciação Científica**, 26. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. 5p.
- OLIVEIRA, Glenda Aparecida Rodrigues de; OLIVEIRA, Felisbela Maria da Costa; ARAÚJO, Alinne Marianne Martins; BARROS, Márcio Luiz de Siqueira Campos. Caracterização Tecnológica de Alguns Litotipos do Espírito Santo e do Nordeste e Sua Aplicabilidade como Rochas Ornamentais. **Tecnol. Metal. Mater. Min.**, v. 14, n. 2, p. 125-132, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.4322/2176-1523.1140>.
- PAZETO, Abiliane de Andrade e PARAGUASSÚ, Antenor Braga. **Estudo experimental da telagem de chapas de rochas "graníticas" com fibra de sisal.** 2013, Anais. Rio de Janeiro: ABGE/UFRJ, 2013. Acesso em: mai. 2022.
- Ponciano, V. M.; Silveira, L. L. L. Análise da metodologia de medição dos resultados do ensaio de polimento de rochas ornamentais. In: **Jornada do Programa de Capacitação Interna do CETEM**, 9. Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2020.
- SILVEIRA, L.L., GOMES, J. C., CASTILHO, E. D., ALMEIDA, P. F. Estudo comparativo da resistência à flexão quatro pontos entre granitos ornamentais

telados com resina poliuretana de mamona e epóxi. In: **XXVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. Belém (PA), 2017.

VIDAL, F.W.H.; AZEVEDO, H.C.A.; CASTRO, N.F. **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, 700p.