

COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DOS VALORES DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS TELADAS COM RESINA EPOXÍDICA E COMPÓSITO VEGETAL SUBMETIDOS À CICLAGEM TÉRMICA

COMPARISON OF THE VARIATION OF FLEXURAL STRENGTH VALUES OF DIMENSION STONES REINFORCED WITH EPOXY RESIN AND VEGETABLE COMPOSITE SUBJECTED TO THERMAL CYCLING

Mirela Ramos Maturana

Aluna de Graduação em Engenharia de Minas do 10º período, IFES

Período de Estágio: agosto de 2018 a julho de 2019

mirelamaturana@gmail.com

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Orientador, Geólogo, D.Sc.

leolysil@cetem.gov.br

RESUMO

A técnica de telagem de rochas ornamentais consiste em fixar uma tela de fibra de vidro sobre o verso de uma chapa. Tal processo garante um aumento da resistência à flexão dessa rocha, possibilitando que a mesma não se quebre durante o uso e/ou transporte. Com o forte apelo atual para o uso de tecnologias sustentáveis e ecoeficientes, a demanda por inovações tecnológicas tem aumentado consideravelmente. A inserção de um produto com selo verde ao longo das etapas de beneficiamento tem grandes chances de agregar ecoeficiência ao setor e possibilitar um diferencial mercadológico importante e atrair novos mercados. Para a realização desta pesquisa, foram comparados os valores de resistência à flexão por carregamento quatro pontos em quatro litotipos diferentes, sendo esses: um pegmatito, um granito e dois quartzitos, telados com epóxi e poliuretana de mamona antes e após passarem por processo de ciclagem em estufa. Os resultados obtidos corroboraram trabalhos anteriores que mostraram uma íntima relação entre as resinas e a composição mineralógica da rocha. Em três das quatro rochas o resultado da tensão após a ciclagem aumentou, o que indica que o aumento da temperatura possibilitou uma maior adesão entre a resina e a rocha, pois a mesma aumentou sua fluidez e com isso penetrou mais profundamente nas descontinuidades existentes nas rochas. Tal resultado pode ser de grande valia, visto que o aumento de resistência aqui verificado pode ser aplicado na indústria com vista a diminuir as espessuras de uso e com isso aumentar a produtividade.

Palavras chave: telagem, resina, poliuretana, mamona.

ABSTRACT

The reinforcement technique of dimension stones consists in attach a glass fiber net in a background of a slab. This process ensures an increase in flexural strength of this rock, what should prevents the break which could be caused during use and/or transportation. Presently, the world has a big necessity to improve how the structures, buildings and works could attend the sustainable practices and the eco-efficiency technologies. Promove an insertion of a green product during the mining process steps is a good chance to add ecoefficiency to this industry and provide an important market differentiator and attract some investors, companies and new business. To do this research, were compared the flexure strenght values using four points loading on four differents lithotypes (pegmatite, granite and two types of quartiles), with nets which were maded using epoxy and resin from castor oil polyurethane before and after a cycling process in a oven. This work brought results that confirm about how is the relation

between the resins and rocks mineralogy composition. In three of the four rocks, the result of the tension after the cycling increased, which indicates that the temperature increase allowed a greater adhesion between the resin and the rock, since it increased its fluidity and with that it penetrated more deeply in the discontinuities in the rocks. This result can be of great value, since the resistance increase verified here can be applied in the industry in order to decrease the thickness of use and thereby increase productivity.

Keywords: reinforcement, resin, polyurethane, castor oil.

1. INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais é uma das áreas mais promissoras do setor mineral e tem grande importância pra economia nacional. Segundo a ABIROCHAS, no ano de 2018 as exportações brasileiras de produtos oriundos de rochas ornamentais corresponderam a US\$ 992,5 milhões e 2,20 milhões de toneladas. As exportações foram destinadas a 120 países, sendo os principais destinos Estados Unidos, China e Itália. O estado do Espírito Santo é o principal exportador, sendo responsável por 79,7% do total do faturamento e 71,5% do volume físico exportado (ABIROCHAS, 2019).

Algumas rochas necessitam de um processo de telagem após a serragem e antes do polimento. Tais materiais possuem baixa resistência a flexão, como o caso dos pegmatitos em geral e as rochas denominadas “frágeis”. O processo de telagem, em resumo consiste na aplicação uma resina epóxi e uma tela de fibra vidro no verso da chapa.

Como a mineração, em geral, é uma atividade que impacta o meio ambiente é importante realizar novos estudos buscando melhorias e novas técnicas mais ecológicas para o beneficiamento de rochas ornamentais. A inserção de um “produto verde” sustentável atribuído a um processo na mineração é uma técnica ambientalmente correta que além de aumentar a ecoeficiência do setor pode agregar um diferencial mercadológico e atrair novos mercados. Sendo assim, a inserção de recursos renováveis que não degradem o meio ambiente representam uma fonte viável de grande potencial. A substituição das resinas epoxídicas, atualmente utilizadas no setor de rochas ornamentais, pelas resinas poliuretanas de mamona em muito agregará ecoeficiência a este setor, visto que os passivos ambientais diminuirão.

Alguns trabalhos relacionados à utilização de resinas ecológicas e otimização das etapas de beneficiamento de rochas ornamentais e aspectos de sustentabilidade no setor mineral, já foram realizados, podendo ser listados a seguir os principais utilizados nessa pesquisa: Silveira et al. (2017), e Maturana e Silveira(2018).

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é comparar os valores de resistência à flexão por carregamento quatro pontos em rochas silicáticas teladas com resina epóxi e com resina poliuretana à base de óleo de mamona colorida após ciclagem em estufa.

3. METODOLOGIA

3.1. Materiais

Para a realização dos ensaios foram escolhidos quatro litotipos com composição silicática, que apresentam baixa resistência à esforços fletores sendo estas um pegmatito, um granito e dois quartzitos denominados comercialmente de *Blue Nile* (A), *Giallo Santa Cecilia* (B), *Sette* (C) e *White Carnaúbas*, respectivamente (Figura 1). Para cada tipo litológico foram utilizados 20 corpos de prova, sendo 10 telados com resina epóxi, 10 telados com resina de mamona colorida, totalizando 80 corpos de prova.

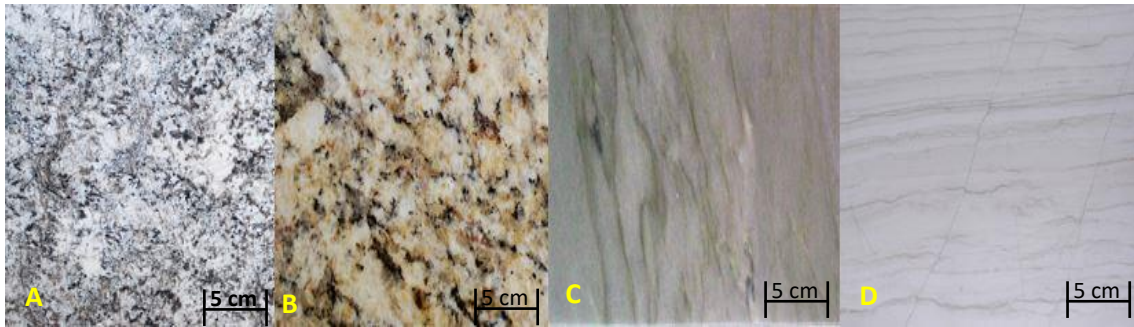


Figura 1: Pegmatito *Blue Nile* (A), Granito *Giallo Santa Cecilia* (B), Quartzito *Sette* (C) e Quartzito *White Carnaúbas* (D).

3.2. Métodos

Inicialmente fez-se a lavagem dos corpos de prova com água corrente e esponja multiuso. Depois os mesmos foram colocados em estufa para secar à temperatura de 70°C por 24 horas. Após a secagem das amostras, iniciou-se o processo de telagem com uma tela de fibra de vidro com malha de 5 mm e fios de 1 mm de espessura, dimensões utilizadas pela indústria. Para isso, no sistema epóxi utilizou-se 12,50g de resina epóxi na proporção resina/endurente de 75% resina e 25% endurente e no sistema de mamona utilizou-se 12,50g de resina de mamona na proporção resina/endurente de 54,48% de resina e 45,44% de endurente. Feitas as medições das dimensões dos corpos de prova, realizou-se o rompimento de 10 corpos de prova de cada rocha, cinco teladas com resina epoxídica e outras cinco com poliuretana de mamona, segundo a norma ABNT NBR 15845-7/2015 (Adaptada) com auxílio de uma prensa hidráulica Forney, modelo LLC. Os outros 10 corpos de prova de cada rocha foram novamente levados à estufa em ciclos de 25 ciclos de 16 horas de aquecimento em temperatura de 50° e 8 horas em temperatura ambiente e rompidos na mesma prensa. O procedimento metodológico pode ser visualizado na Figura 1.

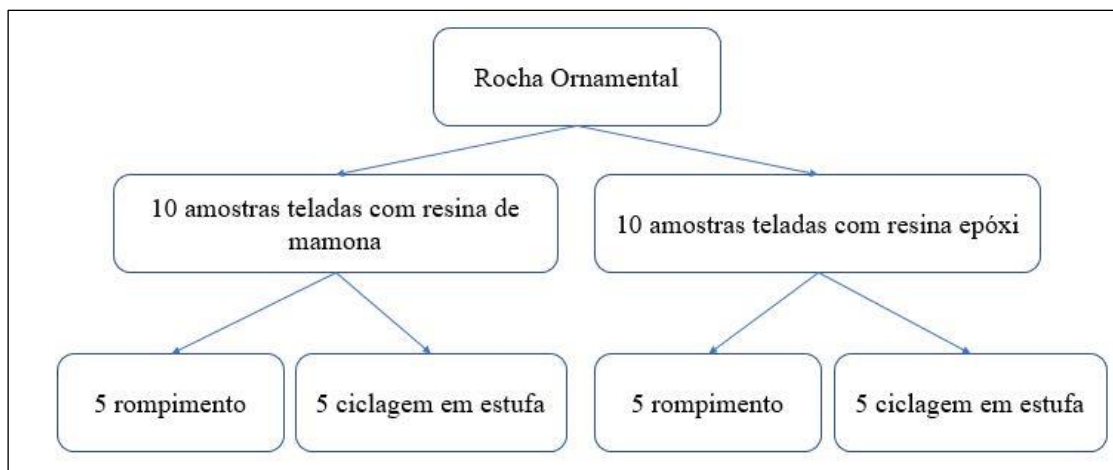


Figura 2: Fluxograma da metodologia utilizada na pesquisa.

Os dados obtidos foram tratados no programa *Statistica 10.0* e gerados gráficos para análise e interpretação, acompanhados da discussão dos resultados alcançados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas rochas *Blue Nile*, *Giallo Santa Cecília* e *White Carnaúbas* os resultados obtidos após o ensaio de ciclagem foram melhores que aqueles obtidos nas rochas que não passaram por esse processo (Figura 3). Isso mostra que o aumento da temperatura proporcionou uma melhor adesividade entre a resina e a rocha à medida que o aumento da temperatura aumentou a fluidez da resina o que ocasionou uma maior penetração na rocha através de suas descontinuidades (planos de clivagem e microfissuras). Tais resultados podem estar ligados também a composição mineralógica das rochas, uma vez que a adesão entre elemento colante e o mineral depende de sua carga elétrica, que por sua vez é função de sua composição química.

Ferreira e Silveira (2018) em pesquisas anteriores obtiveram resultados satisfatórios, mostrando que determinado tipo de resina tem afinidade com determinado tipo de rocha e que o tipo de material utilizado como carga mineral, sua quantidade e sua umidade higroscópica influenciam sobremaneira no quesito adesividade do sistema. Tais resultados se deram de forma positiva a favor da utilização da resina poliuretana de mamona em função da mineralogia da rocha, devido à afinidade entre esta e a resina vegetal.

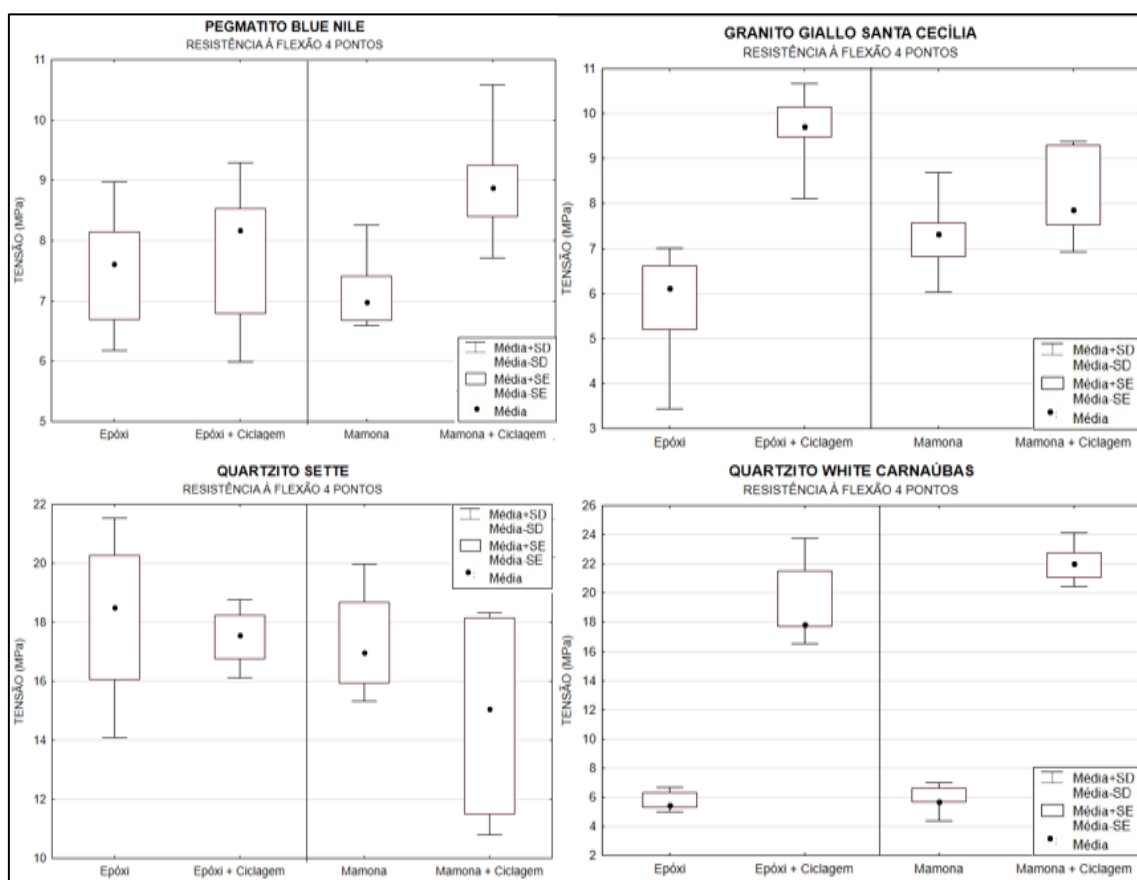


Figura 3: Resultados da resistência à flexão quatro pontos das rochas *Blue Nile*, *Giallo Santa Cecília*, *Sette* e *White Carnaúbas*.

5. CONCLUSÕES

A resina poliuretana de mamona tem se mostrado uma boa alternativa quando se refere ao uso de insumos ecológicos a despeito das resinas de origem petroquímica (epoxy, e.g). A adoção da resina colorida gerada a partir do ácido ricinoleico da semente da mamona aumentará a ecoeficiência do setor produtivo de rochas ornamentais o que ocasionará um diferencial mercadológico das rochas processadas com esse tipo de produto frente aos que utilizarem resinas oriundas do petróleo.

Os resultados obtidos mostram que a ciclagem, que na maioria das situações causa uma diminuição nos parâmetros de resistência físico-mecânicos, no caso da pesquisa ora realizada se mostrou um processo que causou um incremento nos valores de resistência à flexão 4 pontos. Tal constatação pode ser de grande valia, visto que o aumento de resistência aqui verificado pode ser aplicado na indústria com vista a diminuir as espessuras de uso e com isso aumentar a produtividade em metros quadrados. Tem-se que considerar o fator tempo de produção para validar essa possibilidade, além de estudar possíveis novos arranjos nos pátios das empresas.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Leonardo Silveira pela oportunidade de desenvolver essa pesquisa, aos profissionais do CETEM e do IFES, as empresas Imperveg pelo apoio financeiro e a Decolores pela doação das amostras. E aos meus colegas bolsistas que me ajudaram em várias etapas da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **Balço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2018**. Disponível em: <http://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Informes/Informe_01_2019_Balço_2018.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2019.

FERREIRA, B.S.C. **Resina Poliuretana de Mamona: Alternativa Ecológica para o Envolvimento de Blocos de Rochas Ornamentais**, 2016. 23p. Monografia (Graduação) – Coordenadoria do curso de Engenharia de Minas, Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo (Brasil).

MATURANA, M.R., SILVEIRA, L. L. L. **Estudo Comparativo da Resistência à Flexão Quatro Pontos de Rochas Ornamentais Silicáticas Teladas com Resina Epoxídica e Poliuretana à Base de Óleo de Mamona Colorida**. In: ANAIS DA JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. 5p.

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, 2017, Belém, Pará.