

# **ECOABRASIVO: UMA NOVA PERSPECTIVA PARA O SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

**VAGNER MÔRO FERREIRA LEITÃO**

Aluno de Graduação em Eng. de Minas 8º p., IFES –  
Campus Cachoeiro de Itapemirim

Período PIBIC/CETEM: Agosto de 2012 a julho de 2013,  
vleitao@cetem.gov.br

**LEONARDO LUIZ LYRIO DA SILVEIRA**

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

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, o setor de rochas ornamentais utiliza resinas, geralmente de origem epoxídica ou fenólica, para diferentes finalidades ao longo da cadeia produtiva. Podem-se citar como processos que necessitam destes produtos a telagem, resinagem, acabamentos superficiais específicos e, principalmente, a confecção de rebolos abrasivos para polimento. Apesar de tecnologicamente ser a ferramenta mais avançada, rebolos abrasivos que contem epóxi podem causar problemas ambientais e males relacionados à saúde humana, principalmente por conter Bisfenol A e Epicloridrina, substâncias estas com alto poder carcinogênico. Diante desta constatação, este trabalho mostra os bons resultados obtidos nos ensaios realizados, em escala real, com um novo produto para polir rochas ornamentais, composto por resina vegetal atóxica. Este rebole, com depósito de patente já realizada pelo Cetem sob a numeração no INPI 102012032157-2, é uma contribuição deste instituto para conduzir o setor de rochas ornamentais no sentido da ecoeficiência.

## **2. OBJETIVO**

Analisar o desempenho de rebolos abrasivos utilizados para polimento de rochas ornamentais confeccionados com resina vegetal ensaiados em politriz semi-automática.

## **3. METODOLOGIA**

Para obtenção dos produtos acabados de rochas ornamentais como ladrilhos, lavabos, pias, jazigos, peitorais, soleiras, revestimento e outras infinidades de utilizações é necessário inicialmente a extração de blocos de rochas nas pedreiras. Esses blocos são cortados em chapas nas espessuras desejadas e posteriormente recebem o tipo de acabamento desejado, sendo o principal tipo realizado na superfície da rocha é o polimento. Tal processo é realizado em equipamentos denominados politrizes, tendo como principal insumo os rebolos abrasivos. O polimento ocorre pelo atrito dos rebolos abrasivos sobre a chapa de rocha com pressão e rotação do satélite (dispositivo onde são fixados os rebolos). Tais conceitos referentes ao polimento podem ser visualizados com mais detalhes em Turchetta(2003), Aigueira e Filgueira (2006), Silveira (2007), Neves (2010).

Este trabalho é a continuação da pesquisa de caracterização da resina vegetal com a finalidade de aplicação na cadeia produtiva de rochas ornamentais. Em Leitão e Silveira (2012) e Silveira e Moro (2012), é possível encontrar informações acerca dos primeiros ensaios em laboratório com este produto, utilizando o Simulador de Polimento de Rocha - SPR (SILVEIRA, 2008). Serão descritas, a seguir, as principais etapas para a realização dos ensaios de polimento em escala real.

Na confecção dos rebolos abrasivos foi utilizada uma resina poliuretana bi-componente de origem vegetal, que combinadas em diferentes proporções geram produtos com propriedades físico-mecânicas distintas. O procedimento de confecção dos rebolos abrasivos de resina vegetal (Figura 1) iniciou-se com a mistura do polioli (40% em massa) ao pré-polímero (60% em massa). O composto formado foi submetido a um sistema de vácuo por 2,5 minutos para

remoção do  $\text{CO}_2$  que são gerados na reação química entre estes dois componentes. Posteriormente, adicionou-se 6% em massa do elemento abrasivo (diamante sintético) e que, após homogeneização, foram dispostos em formas. O início do processo de cura ocorreu em 8 minutos contados após a mistura dos compósitos. Após 24 horas os rebolos abrasivos estavam prontos para uso.



Figura 1. Rebolos abrasivos confeccionados com resina vegetal.

Com intuito de avaliar a eficiência do rebolo abrasivo de resina vegetal realizou-se ensaios também em rebolos com liga epoxídica, amplamente utilizados pelo setor de rochas ornamentais. O ensaio foi realizado em politriz semi-automática de um satélite (Figura 2) com capacidade para 6 abrasivos, sendo aplicada uma pressão de 2 bar. A máquina foi programada para realizar três tipos de movimentos sobre a chapa de rocha com repetição de um dos movimentos, sendo inicialmente ziguezague, em seguida transversal, posteriormente longitudinal e finalizando com ziguezague. A velocidade de rotação do satélite foi de 500 rpm e o tempo de duração para cada ensaio foi de 16 minutos e 15 segundos.

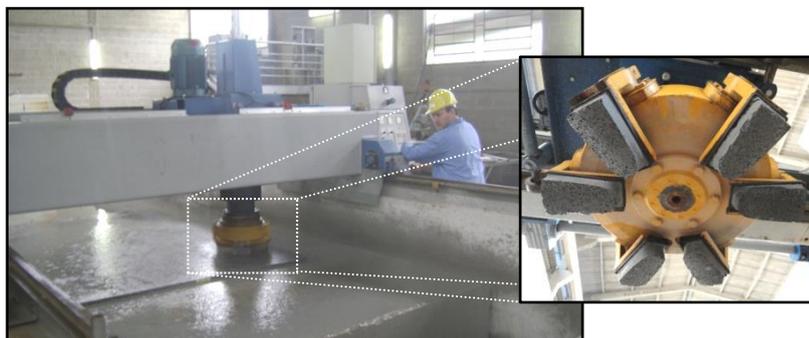


Figura 2. Ensaio de polimento. Em detalhe o satélite e os rebolos abrasivos acoplados.

O polimento foi realizado em uma mesma chapa de rocha ornamental (Figura 3) delimitada ao centro em duas partes, cada uma contendo uma área de  $2,03 \text{ m}^2$ , sendo utilizados no lado esquerdo os rebolos de resina epoxídica e no lado direito os de resina vegetal, nas granulometrias #24, #36, #60, #120 (*mesh*). A rocha ornamental utilizada no ensaio foi um monzogranito, comercialmente chamado de Cinza Castelo, rocha isotrópica, de granulação fina, tendo como constituintes principais o quartzo (29%), microclínio (34%) e oligoclásio (23%), e secundariamente por biotita (8%) e minerais acessórios (6%).

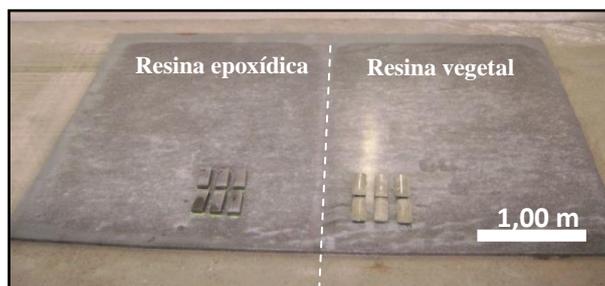


Figura 3. Chapa de rocha utilizada no ensaio de polimento.

Para verificar o rendimento dos rebolos abrasivos foi realizada a medição da perda de massa e de espessura dos mesmos. Para obtenção da perda de massa os rebolos abrasivos foram pesados antes e depois da realização do ensaio, sendo secados em estufa à 45°C durante 8 horas. A perda de espessura foi obtida por medição em relógio comparador com precisão de 0,01 mm. Os valores apresentados tanto para perda de massa como perda em espessura são expressos pelo somatório das perdas dos seis rebolos abrasivos.

Para análise da qualidade do polimento realizado na superfície da chapa de rocha foi averiguado o brilho e a rugosidade. Na medição do brilho foi utilizado o *micro-TRI-gloss* da marca Gardner, calibrado com geometria de 85°, sendo realizada a medição de 180 pontos em cada lado da chapa obtendo-se os valores médios dos brilhos e seus respectivos desvios padrões. Os dados referente a rugosidade foi coletado com o rugosímetro ITRPSD-200 da marca Instrutemp sendo realizadas 50 medições em cada lado da chapa, obtendo os parâmetros de rugosidade, principalmente a Rugosidade Média (Ra) e Rugosidade Total (Rt). Os equipamentos utilizados para medição do brilho e rugosidade estão destacados na Figura 5.

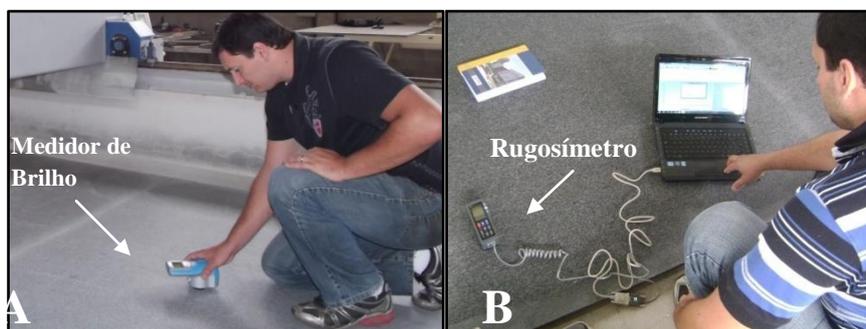


Figura 5. Equipamentos utilizados para medição do brilho (A) e rugosidade (B).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A verificação do desgaste para ambos os rebolos abrasivos demonstraram o maior rendimento para o rebolo confeccionado com resina vegetal que apresentou uma perda de massa 2,17 vezes menor que o epoxídico. Analisando a perda de espessura dos rebolos abrasivos é possível constatar que o confeccionado com resina vegetal apresentou um desgaste 1,5 vezes menor que o epoxídico. A análise do brilho medido na superfície da rocha destacou o brilho na área polida com o rebolo confeccionado de resina vegetal sendo 2,03 vezes melhor que a área polida com o epoxídico. Com os parâmetros de rugosidade coletados na superfície da chapa de rocha e perceptível que em todos os parâmetros de rugosidade o rebolo de resina vegetal apresenta melhores resultados, tendo um destaque para o de resina vegetal que foi 1,41 vezes melhor (rugosidade média -  $R_a$ ). Na Figura 6 e representado os valores obtidos para a perda de massa, perda de espessura, brilho e rugosidade.

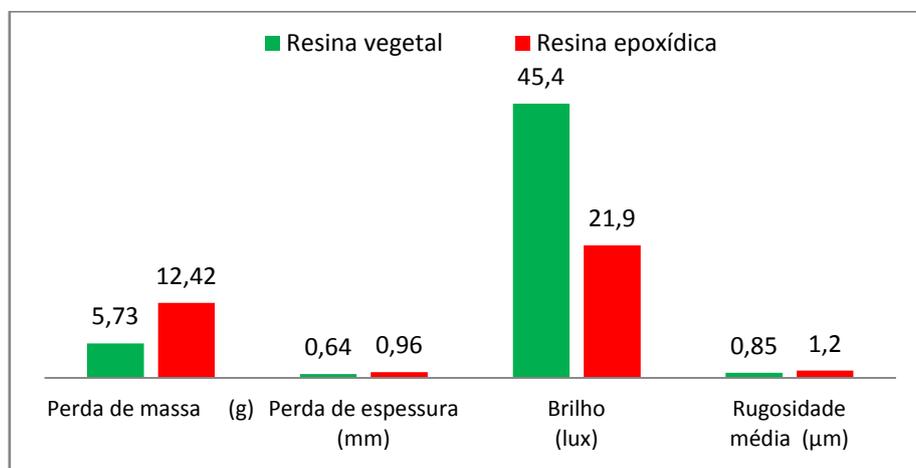


Figura 6. Gráfico dos valores obtidos com realização do ensaio.

O perfil de rugosidades obtido pela interpolação dos dados de Rv (Profundidade máxima do vale) e Rp (altura máxima do pico) demonstrados na Figura 7, mostra a eficiência do rebolo de resina vegetal por ter realizado uma maior diminuição da rugosidade na superfície da chapa.

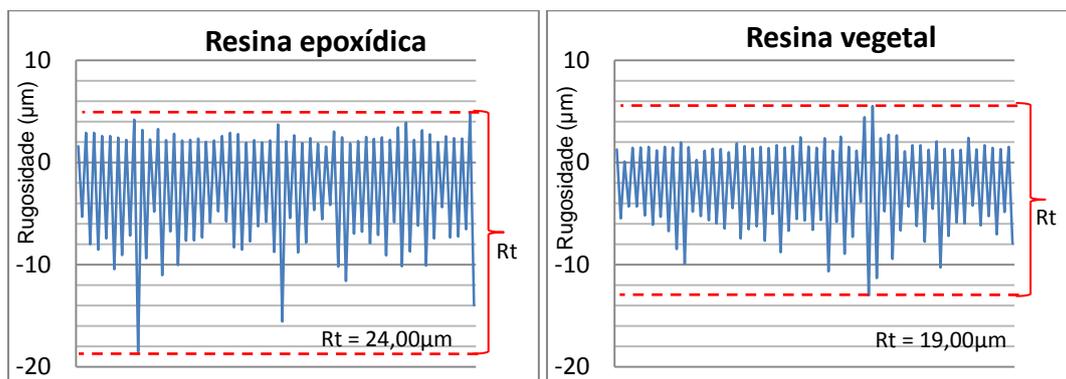


Figura 7. Perfis de rugosidade da superfície da chapa de rocha.

Diante dos resultados apresentados é conclusivo o melhor desempenho do rebolo de resina vegetal, ressaltando a consideração de ter sofrido um menor desgaste tanto no parâmetro de perda de massa quanto o de perda de espessura e apresentar uma melhor qualidade final da superfície polida, além de se tratar de um produto de toxicidade zero. Como trabalhos futuros faz-se necessária a confecção de novos rebolos abrasivos com todas as granulometrias necessárias para o processo de polimento completo.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM pelo ambiente de trabalho sempre cordial, ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo *Campus* Cachoeiro de Itapemirim que disponibilizou a estrutura e equipamentos para realização dos ensaios e ao CNPq pela bolsa concedida.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIGUERA, Rafaela B.; FILGUEIRA, Marcello. **Mecanismo e Resistência à Abrasão de Compósitos à Base de Poliéster-SiC para Uso em Coroas de Polimento de Rochas Ornamentais** - Laboratório de Materiais Avançados, UENF. vol. 16, nº 3, p. 187-192, 2006.
- LEITÃO, Vagner Moro Ferreira; SILVEIRA, Leonardo Luis Lyrio da. **Desempenho da Aplicação de Resina Vegetal na Confecção de Rebolo Abrasivo Utilizando Diamante Sintético Como Elemento Abrasivo**. V Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais - CBRO, Campina Grande-PB, 2012.
- NEVES, Marcia de Carvalho. **Estudo Experimental do Polimento de Diferentes “Granitos” e as Relações com a Mineralogia**. 2010. 115p. Dissertação de Mestrado - EESC-USP Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).
- SILVEIRA, Leonardo Luis Lyrio da. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um Enfoque Tribológico ao Processo**. 2007. 203p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).
- SILVEIRA, Leonardo Luis Lyrio da. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um Enfoque Tribológico ao Processo**. Curitiba: Pós Escrito, 2008. 208p.
- SILVEIRA, Leonardo Luis Lyrio da; MORO, Vagner Ferreira Leitão. **Analysis of the Behavior of Abrasive Tool Performed With Alternative Resin Tested in the Polishing Rock Simulator (PRS)**. *Global Stone Congress*, em Borba, Portugal, 2012.
- TURCHETTA, Sandro. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. 2003. 261p. Tese (Doutorado) – *Universita Degli Studi di Cassino, Italy* (Europa).