

# **ECOABRASIVO CONFECCIONADO COM RESINA VEGETAL E CARBETO DE SILÍCIO: UMA INOVAÇÃO PARA O SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS**

**Vagner Môro Ferreira Leitão**

Aluno de Graduação em Eng. de Minas 10º p., IFES  
Período PIBIC/CETEM: Agosto de 2013 a julho de 2014,  
[vleitao@cetem.gov.br](mailto:vleitao@cetem.gov.br)

**Leonardo Luiz Lyrio Da Silveira**

Orientador, Geólogo, D. Sc.  
[leolysil@cetem.gov.br](mailto:leolysil@cetem.gov.br)

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, o setor de rochas ornamentais utiliza para realização do polimento de chapas rebolos abrasivos de resinas epóxicas tendo como elemento abrasivo o diamante, ou à base de cimento sorel sendo o abrasivo composto por Carbeto de Silício (SiC). Analisando os rebolos abrasivos destacados, o epóxi pode causar problemas ambientais e males relacionados à saúde humana, principalmente por conter Bisfenol A e Epicloridrina, substâncias estas com alto poder carcinogênico, já os de cimento sorel apresentam um baixo rendimento. Diante das constatações anteriores, este trabalho mostra os bons resultados preliminares obtidos nos ensaios realizados, em escala real, com um novo produto para polir rochas ornamentais, composto por uma resina vegetal atóxica e SiC. Este rebolo, com patente já depositada pelo Cetem sob a número 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 empregados no polimento de rochas ornamentais confeccionados com matriz de resina vegetal e utilizando como elemento abrasivo o Carbeto de Silício, produto este ainda não existente no mercado.

## **3. METODOLOGIA**

O polimento ocorre pelo atrito dos rebolos abrasivos sobre a superfície da rocha com pressão e rotação do satélite da politriz (dispositivo onde são fixados os rebolos abrasivos). Tais conceitos referentes ao polimento são mais detalhados 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), Silveira e Leitão (2012) e Leitão e Silveira (2013) é possível encontrar informações acerca dos primeiros ensaios em laboratório e escala real com este produto.

Realizando uma análise dos custos de confecção do rebolo abrasivo resinóide e percebível que a liga corresponde a aproximadamente 20% do custo, o elemento abrasivo a 70% (no caso do diamante) e 10% está relacionado a outros elementos, já o rebolo abrasivo de cimento sorel tem um custo muito inferior quando comparado com o resinóide porem apresenta um desgaste elevado. Diante dessa constatação buscou-se desenvolver um rebolo abrasivo ecológico com alto desempenho sendo próximo do Epóxi, cujo elemento abrasivo fosse o SiC (utilizado no rebolo de cimento sorel), visando desenvolver um produto com alto rendimento e baixo custo.

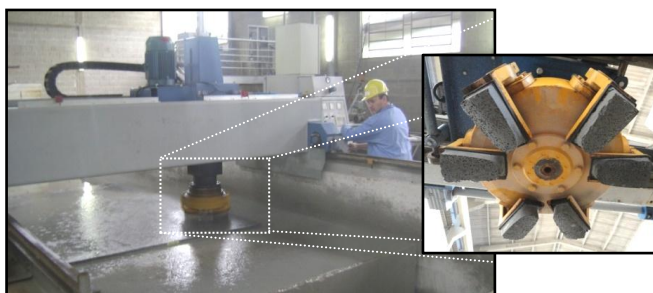
Na confecção dos rebolos abrasivos foi utilizada uma resina poliuretana de origem vegetal proveniente da síntese do óleo de mamona, de dois componentes que, combinadas em diferentes proporções geram produtos com propriedades físico-mecânicas distintas. O procedimento de confecção dos rebolos abrasivos de resina vegetal iniciou-se com a mistura do polioli (50% em massa) e pré-polímero (50% em massa). O composto formado foi submetido a um sistema de vácuo por 2,5 minutos para remoção do CO<sub>2</sub> que é gerado na reação química entre estes dois

componentes. Posteriormente, adicionou-se 20% em massa de carga (carbeto de silício na granulometria 1200 *mesh*) em relação à massa do poliol + pré-polímero e 20% em massa do elemento abrasivo (carbeto de silício na granulometria 120 *mesh*) em relação à massa do poliol + pré-polímero + carga. Após homogeneização, as misturas foram dispostas em formas. O início do processo de cura ocorreu em 8 minutos contados a partir do início da homogeneização dos compósitos. Após 24 horas os rebolos abrasivos estavam prontos para uso (Figura 1).



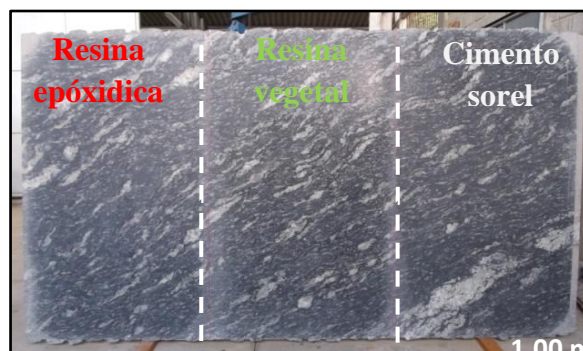
**Figura 1:** Rebolos abrasivos confeccionados com resina vegetal e SiC.

Com o intuito de avaliar a eficiência do rebolo abrasivo de resina vegetal realizaram-se ensaios também em rebolos com liga epoxídica e com cimento sorel, amplamente utilizados pelo setor de rochas ornamentais. O ensaio foi realizado em politriz semiautomática 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 14 minutos e 20 segundos.



**Figura 2:** Ensaio de polimento. Em detalhe o satélite com os rebolos abrasivos acoplados.

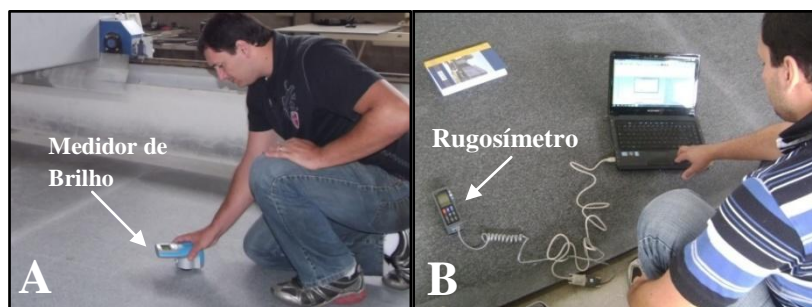
O polimento foi realizado em uma mesma chapa de rocha ornamental (Figura 3) delimitada em três partes iguais, cada uma contendo uma área de 1,90 m<sup>2</sup>, sendo utilizados no lado esquerdo os rebolos de resina epoxídica, no centro o de resina vegetal e no lado direito os de cimento sorel, todos nas granulometrias #24, #36, #60, #120 (*mesh*). A rocha ornamental utilizada no ensaio foi um migmatito gnaissificado de coloração geral preta comercialmente conhecida como Preto Indiano, contendo intercalação descontínua a lenticular de quartzo-feldspático e biotita, imprimindo aspecto movimentado à rocha.



**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 rebolos. 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.

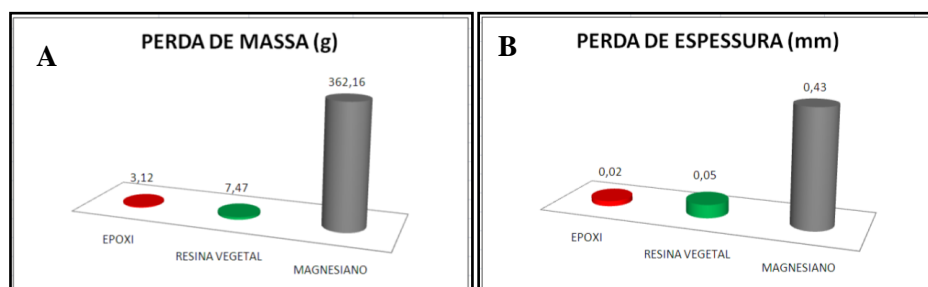
Para análise da qualidade do polimento realizado na superfície da chapa de rocha foram verificados o brilho e a rugosidade. Na medição do brilho foi utilizado o *micro-TRI-gloss* da marca Gardner, sendo realizada a determinação de 180 pontos em cada porção da chapa obtendo-se os valores médios dos brilhos e seus respectivos desvios padrões. Tais medições foram obtidas em dois momentos distintos para verificar uma possível perda de brilho com o passar do tempo, sendo realizadas nos dias 27/11/2013 e 23/05/2014. Para a coleta dos dados de rugosidade, obtidos com o rugosímetro ITRPSD-200 da marca Instrutemp, foram realizadas 50 medições em cada uma das três porções da chapa, obtendo 9 parâmetros que resultaram em 450 dados de rugosidade, abordando principalmente a Rugosidade Média (Ra) e Rugosidade Total (Rt). Os equipamentos utilizados para medição do brilho e rugosidade estão destacados na Figura 4.



**Figura 4:** Equipamentos utilizados para medição do brilho (A) e rugosidade (B).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos referentes a perda de massa e espessura estão destacados na Figura 5, onde é possível perceber que o rebolo confeccionado com resina vegetal obteve uma perda de massa (A) 48 vezes menor e uma perda de espessura (B) 8,6 vezes menor que o de cimento sorel. Em relação do rebolo de liga epóxidica, o de resina vegetal apresentou um desgaste 2,5 vezes maior. Essa pequena margem já era esperada devido a diminuição da dureza da liga de resina vegetal diante o tipo de elemento abrasivo empregado (SiC).



**Figura 5.** Perda de massa (A) e perda de espessura (B) dos rebolos abrasivos.

Analisando os parâmetros de rugosidade (Figura 6A) obtidos, o rebolo de resina vegetal apresentou a maior rugosidade, sendo 1,68 vezes maior que o de cimento sorel e 2,09 vezes maior que o epóxidico. Essa diferença, principalmente comparada com o de cimento sorel pode ser ajustada com alteração na formulação da liga de resina vegetal, o que será tratado em trabalhos futuros. Abordando os resultados referentes ao brilho (Figura 6B) a porção da chapa polida com o rebolo de resina vegetal apresentou os melhores resultados sendo 1,53 e 1,11

vezes maiores do que o de cimento sorel e de liga epóxidica, respectivamente. Além dos bons valores de brilho obtidos na superfície de rocha submetida ao polimento com o rebolo abrasivo vegetal, a outra medição realizada mostra que a perda foi mínima, o que indica um futuro promissor para o desenvolvimento deste produto ecológico.

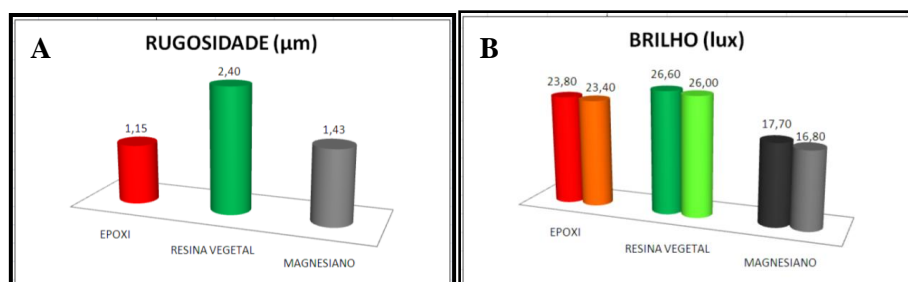


Figura 5. Rugosidade (A) e Brilho (B) na superfície da chapa de rocha.

## 5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados é confirmada a potencialidade de aplicação desta resina vegetal na confecção de rebolos abrasivos com carbetto de silício, perante o bom desempenho do rebolo, ressaltando a consideração de ter sofrido desgaste aquém do esperado tanto no parâmetro de perda de massa quanto o de perda de espessura e apresentar uma qualidade final satisfatória da superfície polida principalmente no que diz respeito ao brilho. Um ponto marcante neste novo produto é o de pode ser comercializado com um custo 70% menor que o resinóide e possuir um rendimento significativo, além de se tratar de um produto de toxicidade zero. Como trabalho futuro sugere-se a confecção de novos rebolos abrasivos com durezas diferentes.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM, ao IFES *Campus* Cachoeiro de Itapemirim que disponibilizou a estrutura e equipamentos para realização dos ensaios e ao CNPq pela bolsa concedida.

## 7. 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, P187-192, 2006.
- LEITÃO, Vagner Moro Ferreira; SILVEIRA, Leonardo Luiz 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.
- LEITÃO, Vagner Moro Ferreira; SILVEIRA, Leonardo Luiz Lyrio da. **Ecoabrasivo: uma nova perspectiva para o setor de rochas ornamentais**. XXI Jornada de Iniciação Científica, CETEM-Rio de Janeiro - RJ, 2013.
- 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 Luiz 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 Luiz 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).