

# **DESEMPENHO DE REBOLO ABRASIVO CONFECCIONADO COM RESINA VEGETAL SUBMETIDO AO SIMULADOR DE POLIMENTO DE ROCHA**

**Vagner M<sup>o</sup> Ferreira Leit<sup>o</sup>**

Aluno de Gradua<sup>o</sup> em Eng. de Minas 6<sup>o</sup> per<sup>o</sup>do, IFES – Campus Cachoeiro de Itapemirim

Per<sup>o</sup>do PIBIC/CETEM: Agosto de 2011 a julho de 2012

vleitao@cetem.gov.br

**Leonardo Luiz Lyrio da Silveira**

Orientador, Ge<sup>o</sup>logo, D.Sc.

leolysil@cetem.gov.br

## **1. INTRODU<sup>o</sup>**

A busca por insumos ecoeficientes tem ocupado um lugar de destaque em diferentes *reas* da pesquisa. Um dos campos que apresenta grande car<sup>encia</sup> nesse *ambito* *o* de rochas ornamentais, que produziu em 2011, para o mercado externo, mais de 2,1 milh<sup>o</sup>es de toneladas (ABIROCHAS, 2012). A cadeia produtiva desse setor se inicia com a explora<sup>o</sup> da rocha na pedra, onde o maci<sup>o</sup> rochoso *o* dividido em blocos que s<sup>o</sup> cortados em chapas (beneficiamento prim<sup>ario</sup>) nos equipamentos denominados teares e, posteriormente recebem o tipo de acabamento desejado (beneficiamento secund<sup>ario</sup>). Segundo Fraz<sup>o</sup> (2002) o principal tipo de acabamento realizado nas rochas ornamentais *o* subdividido em tr<sup>es</sup> etapas: levigamento, polimento e lustro. Este processo *o* efetuado em m<sup>aq</sup>uinas chamadas de politrizes, tendo como ferramenta de corte, rebolos abrasivos confeccionados em diferentes granulometrias.

## **2. OBJETIVOS**

Esse trabalho visa analisar o rendimento e a qualidade do polimento na superf<sup>icie</sup> da rocha, atrav<sup>es</sup> de ensaios no simulador de polimento de rochas (SPR), utilizando corpos de prova de abrasivos confeccionados com diferentes durezas a partir de uma resina vegetal, com diferentes elementos abrasivos: Carbetto de Sil<sup>icio</sup> e dois tipos de diamantes sint<sup>eticos</sup>.

## **3. METODOLOGIA**

Os tipos de rebolos para polimento de rochas ornamentais mais utilizados no setor s<sup>o</sup> os chamados de magnesianos, composto por cimento sorel (obtido pela rea<sup>o</sup> do *oxido* de magn<sup>esio</sup> e cloreto de magn<sup>esio</sup>), tendo como elemento abrasivo o Carbetto de Sil<sup>icio</sup> (SiC), e os que utilizam diamante sint<sup>etico</sup> como elemento abrasivo dispostos em ligas met<sup>alicas</sup> ou polim<sup>ericas</sup> (TURCHETTA, 2003). Foram selecionados para servirem como elementos de compara<sup>o</sup> quanto ao rendimento do rebolo e qualidade do polimento da rocha, um rebolo magnesiano e outro polim<sup>erico</sup>, comumente utilizados pela ind<sup>ustria</sup>.

O equipamento utilizado para realiza<sup>o</sup> dos ensaios foi o Simulador de Polimento de Rocha, que se baseia nos fundamentos do ensaio por abras<sup>o</sup> *pin-on-disk* normatizado pela (ASTM G99-2004) utilizado para medi<sup>o</sup> do desgaste de ligas met<sup>alicas</sup>. O SPR *o* constitu<sup>ido</sup> de um prato girat<sup>orio</sup> onde fica fixada a rocha, um bra<sup>o</sup> met<sup>alico</sup> onde *o* colocado o pino cil<sup>indrico</sup> do abrasivo que exerce for<sup>ca</sup> sobre o disco com cargas vari<sup>aveis</sup> e um sistema que injeta *agua* sobre a rocha para limpeza e refrigera<sup>o</sup> (Figura 1). As vari<sup>aveis</sup> envolvidas no sistema s<sup>o</sup>: carga aplicada, tempo de exposi<sup>o</sup> ao processo, velocidade de rota<sup>o</sup>, raio da circunfer<sup>encia</sup>, e a granulometria do abrasivo.

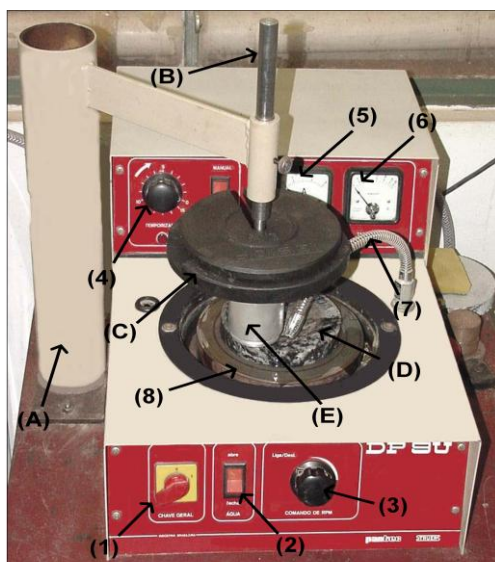


Figura 1 - Equipamento para ensaio de simulação de polimento em rochas (SPR): (1) Chave geral; (2) Dispositivo para saída de água; (3) Reostato; (4) Marcador de tempo; (5) Amperímetro; (6) Tacômetro; (7) Mangueira d água; (8) Prato giratório. (A) Torre; (B) Haste; (C) Pesos; (D) Amostra de Rocha e (E) Dispositivo para colocação do abrasivo (SILVEIRA, 2008).

Para a realização dos ensaios foi necessário confeccionar discos de rocha com diâmetro de 150 mm dotados de um furo concêntrico para fixação dos mesmos no prato giratório do SPR. Tais discos foram retirados de ladrilhos de rocha utilizando uma perfuratriz rotativa. A rocha ornamental utilizada no trabalho foi biotita monzogranito comercialmente chamada de cinza castelo, rocha isotrópica, de granulação fina. Os rebolos abrasivos, foram confeccionados com três diferentes durezas a partir da variação dos traços entre os compósitos da resina vegetal, acrescentando como elemento abrasivo grãos de SiC para a liga mais macia e diamante sintético para ligas mais duras, nas seguintes granulometrias: 24, 36, 60, 120, 220 e 400 mesh, dos quais extraiu pinos com diâmetro de 14,8 mm que foram retificados em torno para obtenção de uma face de contato plana e ortogonal ao seu eixo principal. O ensaio foi pré definido com velocidade de 400 rpm, carga de 2 bar, tempo de 10 minutos para as amostras com SiC e 30 minutos para as com diamante sintético, tomando como referência os trabalhos de Silveira (2008) e Neves (2010).

Para a medição da perda de massa dos abrasivos, os mesmos foram pesados antes e depois dos ensaios. Os discos de rochas foram secos em estufa por 30 minutos a 110 °C e deixados esfriar em temperatura ambiente, onde foram realizadas medições de brilho com o micro-TRI-gloss da marca Gardner com registro de 40 pontos para obtenção do valor médio dos brilhos e seus respectivos desvios padrões.

A nomenclatura adotada para os corpos de prova destaca inicialmente a constituição da liga (RV- resina vegetal), a segunda parte da nomenclatura referencia o tipo de abrasivo constituinte do rebolo sendo SIC para os de Carbeto de Silício, MB os diamantados para liga metálica e RB os diamantados próprios para liga resinóide, finalizando com a especificação da dureza da liga variando de D1 para a mais macia, D2 com dureza intermediária e D3 a mais dura. Os abrasivos de parâmetro comparativo foram denominados “MAG” (magnesiano) para os de SiC e “EPÓXI” (polimérico) para os de diamante sintético.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma como o grão abrasivo adere à liga tem grande influência nos parâmetros de rendimento da ferramenta. De acordo com Aigueira e Filgueira (2006) além do elemento abrasivo, a matriz também sofre um desgaste que causa a diminuição da área de contato da partícula abrasiva com a liga, o que, em última análise, gera um desprendimento da partícula abrasiva e novos grãos abrasivos são expostos, continuando assim o processo.

### 4.1 Análise da liga mais macia (elemento abrasivo Carbetto de Silício)

Analisando os resultados da perda de massa dos rebolos abrasivos com SiC, os corpos de prova confeccionados com resina vegetal apresentaram desgaste 15,07 vezes (RV-SIC-D1) e 35,16 vezes (RV-SIC-D2) menor que o abrasivo de referência (MAG). Porém, o brilho obtido nas superfícies de rocha submetida aos rebolos com resina vegetal não alcançou o objetivo proposto, sendo aproximadamente 3,16 vezes menor. A explicação para tal resultado pode ser fornecida diante o baixo desgaste da liga RV, provocando a planificação dos elementos abrasivos não permitindo que novos grãos abrasivos aflorassem, diminuindo assim o poder de corte. Os resultados de brilho e desgaste obtidos nos ensaios estão destacados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da perda de massa do pino abrasivo e brilho da rocha.

NOMENCLATURA AMOSTRA	VALOR MÉDIO BRILHO	DESV. PAD. BRILHO	DESGASTE DOS JOGOS ABRASIVOS (g)
RV-SIC-D1	13,1	2,6	0,14
RV-SIC-D2	17,1	2,2	0,06
RV-MB-D3	71,6	0,9	0,01
RV-RB-D3	72,6	1,7	0,01
MAG	54,0	1,5	2,11
EPÓXI	65,1	1,9	0,04

### 4.2 Análise da liga mais dura (elemento abrasivo diamante sintético)

Dentre os corpos de prova que utilizaram diamante sintético como elemento abrasivo o RV-MB-D3 e o RV-RB-D3 obtiveram uma perda de massa de 0,01g, 4 vezes menor que o abrasivo referência (EPÓXI) que foi de 0,04 g. Fica constatada a eficiência no rendimento com os dados demonstrados onde os menores desgastes foram obtidos em todos os corpos de prova de resina vegetal.

Analisando os resultados de brilho dos rebolos compostos de diamante sintético todos apresentaram resultados satisfatórios como demonstrado na Figura 2, tendo como base o brilho obtido pelo EPÓXI que representa o brilho desejado nessa etapa pelo setor de rochas ornamentais. Destaca-se o de resina vegetal com diamante sintético próprio para liga resinóide (RV-RB-D3) que obteve o melhor resultado de brilho sendo 1,11 vezes maior que o brilho do EPÓXI. Pode-se inferir com esses resultados um melhor aproveitamento dos elementos abrasivos do rebolo de resina vegetal, onde a ligação do diamante sintético com a matriz foi sustentada por um maior período de tempo.

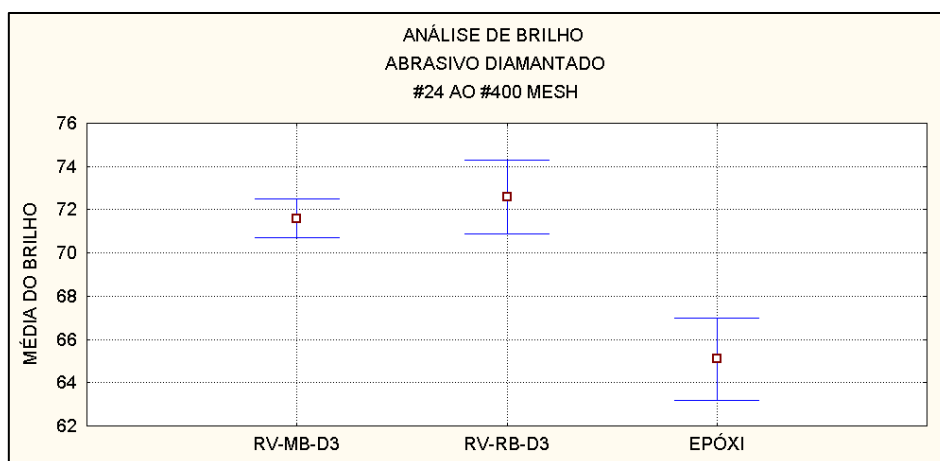


Figura 2. Análise de brilho das superfícies de rocha submetidas ao SPR com abrasivos diamantados.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho é possível confirmar a potencialidade da utilização da resina vegetal na confecção de rebolos abrasivos para polimento de rochas ornamentais. Tal constatação abre um campo para a utilização desta resina para a atividade supracitada com a vantagem de não gerar um passivo ambiental. No que tange a qualidade da água utilizada neste processo, visto que a toxicidade deste produto é zero e melhor que da resina epoxídica atualmente utilizada pelo setor. Outras pesquisas fazem-se necessárias para testar a eficiência deste produto em outras etapas da cadeia produtiva de rochas ornamentais, como na confecção de pérolas diamantadas para o corte de rocha em pedreiras e em teares multifios.

## 5 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM pelo ambiente de trabalho sempre cordial, ao Departamento de Geotecnia da USP - São Carlos que disponibilizou a estrutura e equipamentos para realização dos ensaios, ao CNPq pela bolsa concedida e ao orientador Leonardo Luiz Lyrio da Silveira pela dedicação.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais “**Balanco sucinto das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais e de revestimento em 2011**”. Disponível em: <[http://www.ivolution.com.br/news/upload\\_pdf/10672/Informe\\_01\\_2012.pdf](http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/10672/Informe_01_2012.pdf)> Acesso em: 22 de maio. 2012.

AIGUERA R. B.; FILGUEIRA M. **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.

ASTM G99-04 **Standard test method for wear testing with a pin on disk apparatus**. 2004.

FRAZÃO, E. B. **Tecnologia de Rochas na Construção Civil**. Ed. ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. 132p, 2002.

NEVES, M. C. **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, L. L. L. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um Enfoque Tribológico ao Processo**. 2008. 203p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).

TURCHETTA, S. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. 2003. 261p. Tese (Doutorado) – *Universita Degli Studi di Cassino, Italy* (Europa).