

DESEMPENHO DA APLICAÇÃO DE RESINA VEGETAL NA CONFECÇÃO DE REBOLO ABRASIVO UTILIZANDO DIAMANTE SINTÉTICO COMO ELEMENTO ABRASIVO

V.M.F. Leitão¹, L.L.L. Silveira²

RESUMO - Com a necessidade cada vez maior de empregar materiais biodegradáveis a fim de minimizar os efeitos poluentes gerados pelas atividades industriais, no que concerne o setor de rochas ornamentais, este trabalho mostra os resultados obtidos na comparação de um rebolo de resina vegetal com os rebolos resinóides comumente utilizados no setor, ambos submetidos ao Simulador de Polimento de Rocha (SPR). Este equipamento possibilita estudar o processo de polimento de forma a definir parâmetros de simulação das variáveis operacionais em escala laboratorial. A liga resinóide do rebolo alternativo pode ser trabalhada a fim de conferir alguns aspectos físicos mecânicos distintos, como dureza, trabalhabilidade e plasticidade, principalmente. Foram utilizadas duas durezas da resina vegetal provenientes da variação da proporção dos compósitos, sendo agregado ao composto dois tipos de diamante sintético com vista a verificar no processo o comportamento deste quanto a taxa de desgaste e o brilho gerado na superfície da rocha. As variáveis operacionais utilizadas para realização do ensaio foram as utilizadas pela indústria como a carga aplicada, velocidade de rotação e sequência granulométrica. A resina vegetal apresentou resultados satisfatórios tanto quanto ao rendimento do rebolo abrasivo quanto a qualidade do brilho gerado na superfície da rocha. Assim, esse trabalho preliminar mostrou a potencialidade de confeccionar abrasivo com ligante de origem vegetal em substituição a liga epoxídica, atualmente utilizadas nos rebolos abrasivos de polir rocha que possuem elementos como a epícloridrina e o bisfenol-A que são carcinogênicos. 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, em detrimento da resina epoxídica atualmente utilizada pelo setor.

Palavras-chave: Polimento; tribologia; abrasivo; rocha; ecoeficiência.

¹⁻²Centro de Tecnologia Mineral – CETEM. Rod. Cachoeiro – Alegre, km 05, Cachoeiro de Itapemirim, ES, CEP 29300-970. E-mail: emvagnermoro@gmail.com; ²leolysil@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem ocupado um papel cada vez mais relevante nas relações internacionais contemporâneas. A reestruturação produtiva, a globalização econômico-financeira e os avanços tecnológicos e científicos, principalmente no campo da biotecnologia, em muitos casos norteiam as relações de comércio. O Brasil ocupa uma posição de relevância na geopolítica mundial por deter um grande território, a maior biodiversidade do planeta, áreas extensas de florestas e diversidade geológica, apenas para citar algumas características.

O setor de rochas ornamentais representa uma grande importância para economia do país diante de seu crescimento acelerado, potencializado pela abundância de fontes lavráveis de rochas para exportação, alcançado no ano de 2010 a marca de 2.239.638.355 toneladas de rochas ornamentais e de revestimentos exportadas, capitalizado US\$ 959.19 milhões (ABIROCHAS, 2011). O Espírito Santo é o principal pólo de desenvolvimento no setor de rochas ornamentais do país, possuindo cerca de 900 teares em operação, o que representa 57 % de todos os teares instalados no Brasil (INFOROCHAS, 2006), no Estado, existem aproximadamente 1.250 empresas no setor com um número de 25 mil empregos diretos e 105 mil empregos indiretos. O segmento é ainda responsável por 7% do PIB capixaba (SEDES, 2011). O município que mais se destaca é o de Cachoeiro do Itapemirim, sendo possuidor da maior reserva de mármore e o maior parque industrial de rochas ornamentais do país, em Cachoeiro, o setor de rochas é responsável por 70% do PIB (SEDES, *Op. Cit.*).

O principal tipo de acabamento realizado na superfície da rocha é subdividido em três etapas por Frazão (2002): o levigamento ou desbaste representa a retificação das chapas, com criação de superfícies planares e paralelas, porém ainda ásperas. O polimento retira a aspereza e proporciona o “fechamento” dos grãos minerais, criando uma superfície lisa, mas não brilhante. O lustro é executado com a intenção de dar o brilho, através do espelhamento das faces dos minerais constituintes da rocha, na superfície lisa. Todas estas operações são efetuadas em poltrizes.

No setor de Rochas Ornamentais os abrasivos para polimento são divididos, basicamente, em três grupos, a saber: Abrasivos Magnesianos - Usa como ligante o cimento Sorel que é composto de Óxido de Magnésio (MgO) entre outros constituintes e como elemento abrasivo o Carbetto de Silício (SiC). Estes abrasivos são fabricados em todas as granulometrias necessárias ao beneficiamento de chapas, do #16 ao #1200 mesh. Abrasivos Metálicos – compostos de elementos metálicos como cobre, estanho, cobalto, níquel, prata, cromo, manganês, molibdênio, vanádio e titânio tendo como elemento abrasivo o diamante. Abrasivos Resinóides – Composto por diamante, como elemento de corte, envolvido por resina epoxídica na maioria dos casos, estes abrasivos são os que representam a maior evolução tecnológica dos últimos anos referente a polimento de rocha.

Diante dos efeitos poluentes gerados nas indústrias, os governos mundiais têm grande motivação em incentivar a criação de novas tecnologias como alternativas biodegradáveis. Com base nesse enfoque e na necessidade do setor de rochas ornamentais em minimizar os impactos gerados no beneficiamento de rochas, iniciaram-se diversas buscas por elementos biodegradáveis que possam ser implementados no setor. Existe a possibilidade de substituição de fontes não-renováveis (como o petróleo) por fontes renováveis (resina vegetal) para a confecção de novas ferramentas e insumos.

Através de variações da proporção entre os compósitos, a resina vegetal utilizada na confecção de liga resinóide pode ser trabalhada a fim de conferir alguns aspectos físico-mecânicos distintos, como dureza, trabalhabilidade e plasticidade, principalmente. A resina vegetal, estudada neste trabalho, possui caráter biodegradável, apresentando fatores favoráveis a confecção de abrasivos a serem utilizados no beneficiamento de rochas ornamentais.

2. OBJETIVOS

Esse trabalho visa analisar o rendimento de rebolos abrasivos confeccionados com resina vegetal e a qualidade do brilho na superfície da rocha, através de ensaios no simulador de polimento de rochas (SPR), utilizando corpos de prova extraídos de abrasivos confeccionados de resina vegetal em duas diferentes durezas, com dois tipos de diamantes sintéticos um próprio para liga resinóide e outro para liga metálica.

3. METODOLOGIA

O equipamento utilizado para realização dos ensaios foi o Simulador de Polimento de Rocha, que se baseia nos fundamentos do ensaio por abrasão *pin-on-disk* normatizado pela ASTM G99-04 utilizado para medição do

desgaste de ligas metálicas. O SPR é constituído de um prato giratório onde fica fixada a rocha, um braço metálico onde e colocado o pino cilíndrico do abrasivo que exerce força sobre o disco com cargas variáveis e um sistema que injeta água sobre a rocha para limpeza e refrigeração (Figura 1). As variáveis envolvidas no sistema são: carga aplicada, tempo de exposição ao processo, velocidade de rotação, raio da circunferência, e a granulometria do abrasivo.

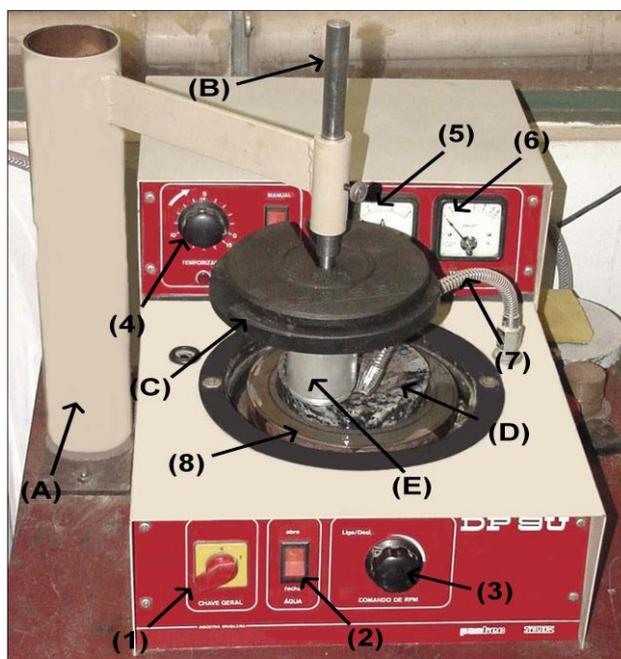


Figura 1 - Equipamento para ensaio de simulação de polimento em rochas (SPR): (1) Chave geral; (2) Dispositivo para saída de água; (3) Reostato; (4) Marcador de tempo; (5) Amperímetro; (6) Tacômetro; (7) Mangueira d água; (8) Prato giratório. (A) Torre; (B) Haste; (C) Pesos; (D) Amostra de Rocha e (E)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

Para realização dos ensaios foi necessário confeccionar cinco 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 a biotita monzogranito comercialmente chamada de cinza castelo, rocha isotrópica, de granulção fina.

Os rebolos abrasivos de resina vegetal foram confeccionados com duas diferentes durezas a partir da variação dos traços entre os compósitos da resina vegetal, acrescentando como elemento abrasivo grãos de duas qualidades de diamante sintético, um próprio para liga resinóide e outro utilizado em liga metálica, nas seguintes granulometrias: 24, 36, 60, 120, 220, 400, 600, 800 e 1200 *mesh*. Foi tomado como parâmetro de comparação para análise do desgaste do rebolo abrasivo e qualidade do brilho gerado na superfície da rocha o rebolo de liga epoxídica que é comumente utilizado no setor de rochas, dos quais foram extraídos 45 pinos com diâmetro de 14,8 mm que tiveram de ser 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 e tempo de 30 min, 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 min a 110 °C e deixados esfriar em temperatura ambiente, onde foram realizadas 200 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 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 e D2 a mais dura. O abrasivo de parâmetro comparativo foi denominado “EPÓXI”.

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.

Os resultados obtidos após a realização dos ensaios estão destacados na Tabela I, onde pode ser observado o brilho gerado na superfície da rocha ao final da etapa de polimento que foi realizado no SPR, o desvio padrão obtido pela variação do brilho para as medições realizadas, que foram pequenas devido a se ter trabalhado com uma rocha que não possuía minerais com variações elevadas na diafanidade e ainda as perdas de massa dos corpos de provas extraídos dos rebolos.

Tabela I - Resultados da perda de massa do pino abrasivo e brilho na superfície da rocha.

NOMENCLATURA AMOSTRA	VALOR MEDIO BRILHO	DESV. PADRÃO BRILHO	DESGASTE DOS JOGOS ABRASIVOS (g)
RV-MB-D1	69,1	2,1	0,04
RV-RB-D1	76,7	1,4	0,04
RV-MB-D2	72,7	1,7	0,01
RV-RB-D2	80,1	1,0	0,01
EPÓXI	78,7	1,8	0,06

Observando a perda de massa dos jogos abrasivos houve uma variação significativa do rendimento entre as duas durezas da resina vegetal e o EPÓXI, que pode ser observada no gráfico da Figura 2, onde os corpos de prova RV-MB-D1 e o RV-RB-D1 que foram confeccionados com a menor dureza da poliuretana de resina vegetal obtiveram um desgaste 1,5 vezes menor que o EPÓXI. A liga confeccionada com a maior dureza identificada pelos corpos de prova RV-MB-D2 e o RV-RB-D2 apresentaram um desgaste inferior a todos os corpos de provas ensaiados sendo 6 vezes menor que o EPÓXI, potencializando um maior rendimento para ambos os rebolos de resina vegetal em comparação com o comercialmente utilizado pelo setor de rochas ornamentais.

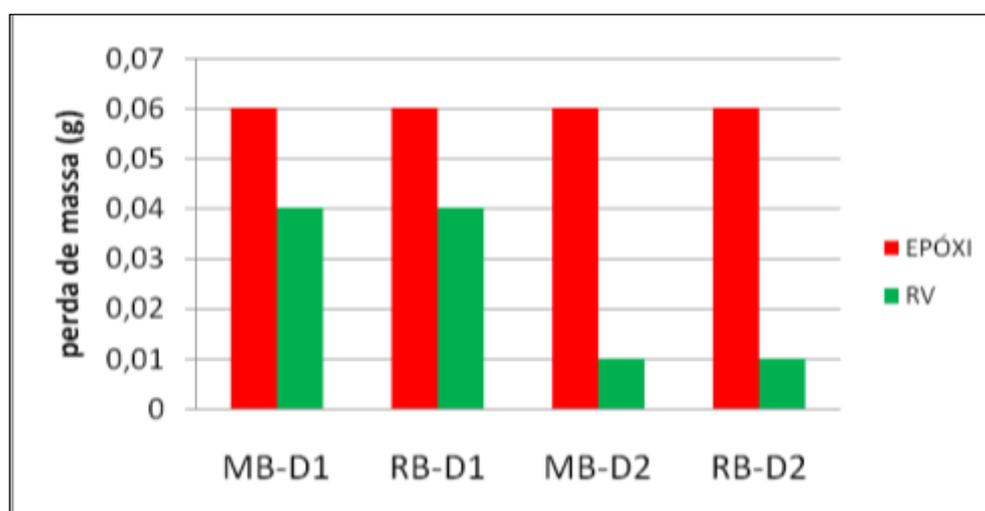


Figura 2 - Perda de massa dos jogos de abrasivos.

Tendo como base o brilho obtido pelo EPÓXI que representa o brilho desejado nessa etapa pelo setor de rochas ornamentais. Pode ser observado através do gráfico da Figura 3 que os corpos de prova de resina vegetal com diamante sintético próprio para liga resinóide de ambas as durezas (RV-RB-D1 e o RV-RB-D2) obtiveram a qualidade do brilho na superfície da rocha equivalente a do EPÓXI tendo o seu valor médio dentro da mesma margem do desvio padrão sendo o valor médio do RV-RB-D2 o maior obtido. Pode-se inferir com esses resultados um melhor aproveitamento dos elementos abrasivos do rebolo de resina vegetal quando utilizado o diamante

próprio para liga resinóide, onde a ligação do diamante sintético com a matriz foi sustentada por um maior período de tempo. Mesmo na análise dos corpos de prova RV-MB-D1 e RV-MB-D2 que obtiveram os menores valores de brilho a variação não foi muito significativa.

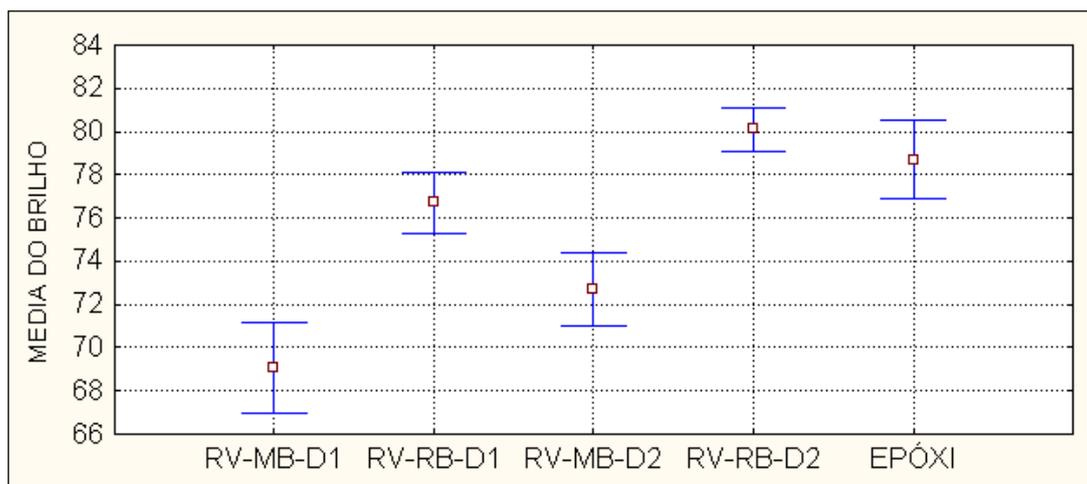


Figura 3 - Análise de brilho das superfícies de rocha submetidas ao SPR com abrasivos diamantados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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, em detrimento da resina epoxídica atualmente utilizada pelo setor. Esse trabalho possui continuidade com a realização de ensaios em escala real nos equipamentos denominados politrizes, a fim de analisar o desempenho do rebolo abrasivo confeccionado com resina vegetal no processo produtivo.

6. REFERÊNCIAS

ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais “Planilha das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais - Janeiro a Dezembro de 2009”. Disponível em: < http://www.abirochas.com.br/noticias_exportacao.php?tp=news&pagNews=1 > Acesso em: 9 de fevereiro. 2011.

Aiguera R.B.; Filgueira M. 2006. 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.

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

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

INFOROCHAS. 2006. Publicação mensal do Centro, Cetemag, Sicoob Credirochas e Sindirochas – nº 8 jul.

Neves, M.C. 2010. Estudo Experimental do Polimento de Diferentes “Granitos” e as Relações com a Mineralogia. 115p. Dissertação de Mestrado - EESC-USP Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).

Sedes – Secretaria de Estado de Desenvolvimento “Rochas Ornamentais”. Disponível em: < http://www.sedes.es.gov.br/default.asp?arq=rochas_ornamentais_sp > Acesso em: 23 de fevereiro. 2011.

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