

UTILIZAÇÃO DO SIC VERDE COMO ELEMENTO DE CORTE EM REBOLOS ABRASIVOS PARA POLIMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS CONFECCIONADOS COM MATRIZ VEGETAL

GREEN SILICON CARBIDE AS A CUTTING ELEMENT OF ABRASIVE TOOLS WITH VEGETAL RESIN FOR DIMENSION STONES POLISHING

Victor Moza Ponciano

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas, 9º período, Ifes
Período PIBITI/CETEM: maio de 2017 a julho de 2017
vponciano@cetem.gov.br

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

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

RESUMO

O conceito de sustentabilidade vem sendo introduzido em vários segmentos da indústria após uma notada carência de técnicas que permitiam a manufatura de bens em geral de forma menos nociva ao meio ambiente. Não diferente é o setor de processamento de rochas ornamentais, que, devido ao uso de muitos insumos à base de componentes danosos a saúde humana e ao meio ambiente, tem sido alvo de pesquisas que apontem alternativas ecoeficientes e economicamente viáveis. Nesse âmbito, o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) vem desenvolvendo estudos a respeito da confecção de rebolos abrasivos alternativos para aplicação na etapa de polimento de rochas. Assim sendo, o presente trabalho visa a apresentação de uma metodologia para confecção de rebolos à base de resina poliuretana de mamona com o carbeto de silício verde como elemento de corte. Diferentes procedimentos metodológicos foram adotados até que se conseguisse uma peça final com boa qualidade e com os limites de expansão dentro do aceitável.

Palavras chave: Carbeto de silício verde, mamona, rochas ornamentais, polimento.

ABSTRACT

The concept of sustainability has been introduced in several segments of the industry after being noted the lack of techniques that allow goods manufacturing in a way less detrimental to the environment. Not different it is in the dimension stones processing sector, which, due to the many inputs based of harmful components to the human health and the environment, has been the subject of researches that can point out eco-efficient and economically viable alternatives. In this context, the Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) has been developing studies about the confection of alternative abrasive tools that can be applied to the stone polishing process. Therefore, the present project aims to present a methodology to make abrasive tools based of polyurethane castor bean resin with the green silicon carbide as the cutting element. Different methodological procedures were adopted until a final piece, with good finishing quality and accepted expansion limits, was obtained.

Keywords: Green silicone carbide, castor beans, dimension stones, polishing.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como um dos protagonistas no setor de rochas ornamentais no mundo. Protagonismo este que é resultado de um notável adensamento de atividades nos segmentos da cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais e de revestimento ao final do século XX no país, tendo um considerável aumento nos anos 2000.

O setor de rochas ornamentais teve um incremento em escala global nas décadas de 80 e 90 com o surgimento e aperfeiçoamento de novas tecnologias, como a politriz automática e a aplicação de abrasivos sintéticos de resina nesta etapa do beneficiamento. Experimentou-se também a evolução das peças com o diamante como elemento de corte à base de resina epóxi, permitindo que um rol de novos materiais rochosos, anteriormente não utilizados para fins ornamentais, tivessem condições de serem beneficiados (ALENCAR, 2013). Entretanto, Paraguassú *et al.*, (2004) observa que mesmo com a abertura do comércio da década de 90, se investiu pouco em tecnologia e produção científica na indústria brasileira, se comparado aos principais concorrentes estrangeiros.

Com base nesse cenário, alguns estudos tem tido como objetivo o aprimoramento do conhecimento científico sobre o processamento de rochas ornamentais. Em relação ao beneficiamento secundário (polimento), tem-se conduzido simulações laboratoriais deste processo, em escala real, com análises otimizadas do desgaste, por meio da avaliação quantitativa de parâmetros de rugosidade e brilho (CAMARGO, 2013; ALMEIDA, 2014; BOLONINI & SILVEIRA, 2015). Porém, ainda existem assuntos a serem estudados nestas operações que poderiam elucidar melhor os fenômenos de interação entre rocha, abrasivo e condições operacionais.

Nesse contexto, foi desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Mineral um rebolo abrasivo tendo como matriz a resina poliuretana de mamona (patente INPI N° 1020120321572, de 17/12/2012) tendo o carbeto de silício verde como elemento de corte. A resina se constitui em um polímero de estrutura uretana bicomponente, composto por um pré-polímero e um polioliol, ambos obtidos por modificação do óleo da mamona, usando técnicas especiais de ativação uretana. O custo total de um rebolo a base de resina epoxídica é compreendido por 20% de custos com a matriz, 70% com o elemento abrasivo (diamante) e 10% com demais gastos. E, devido ao seu mau desempenho sustentável, uma vez que esta contém as substâncias bisfenol A e epiclorigricina em sua composição (elementos nocivos à saúde humana segundo Bezerra *et al.*, (2012)), a confecção de um abrasivo a base de poliuretana de mamona com o carbeto de silício verde pode resultar numa alternativa econômica e também sustentável, uma vez que se trata de um produto de toxicidade zero, sendo um diferencial mercadológico para o setor. Leitão e Silveira (2014) constataram o bom desempenho do rebolo de resina vegetal, tanto nos parâmetros de resistência à abrasão quanto no acabamento final das chapas, confirmando assim sua viabilidade técnica

Porém, há diversas questões pertinentes a combinação mais eficiente entre a matriz e o elemento de corte que esta carrega. Turchetta (2003) descreve que para que se haja o melhor aproveitamento possível do abrasivo, a relação de desgaste da matriz e das partículas de corte, sejam os rebolos diamantados, magnesianos ou outra natureza, deve ser íntima a tal ponto que ao passo que acontece o esfacelamento das partículas de corte a matriz vá sendo consumida na mesma proporção. Fazendo com que novas partículas abrasivas afluam de acordo que o compósito vai perdendo massa, não permitindo assim que estas percam seu poder de corte durante o processo. Dessa forma, uma liga muito mole em relação ao elemento de corte usado, fará com que essas partículas se desprendam do compósito antes de elas realizarem seu trabalho por completo. O contrário também seria prejudicial, quando a liga é muito dura há a planificação da superfície, fazendo com que os elementos abrasivos percam seu poder de corte. Portanto, a matriz deve sempre ter uma resistência adequada ao tipo de elemento de corte que a acompanha.

A influência dessa relação descrita por Turchetta (2003) foi constatada por Seraco & Silveira (2015). De acordo com seus estudos, os abrasivos a base de resina de mamona não tiveram resultados tão positivos quanto ao parâmetro de brilho desejado.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é padronizar uma metodologia de confecção de rebolos abrasivos, à base de resina poliuretana de mamona e SiC verde como elemento abrasivo, que apresente os melhores resultados dos parâmetros de moldagem: cura, expansão e disposição dos grãos na matriz.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvida uma nova liga composta pela resina vegetal referida, mas com a incorporação de uma carga de carbeto de silício preto (SiC) e sílica da cinza de casca de arroz (SCA) (#1200) objetivando o aumento da resistência físico-mecânica da mesma. A definição do melhor traço entre os componentes da resina (poliol e pré-polímero) e a proporção de carga (SiC preto e SCA #1200), definida a partir do ensaio de resistência ao desgaste “*Taber Test*”, apresentaram um desempenho satisfatório para ser utilizada como matriz em rebolos de polimento. Dessa forma, foram utilizados três diferentes procedimentos para que se chegasse aos melhores resultados de expansão e homogeneização na confecção do compósito. Nos três métodos, as quantidades de resina e cargas são iguais m massa. Os passos básicos são vistos na Figura 1.

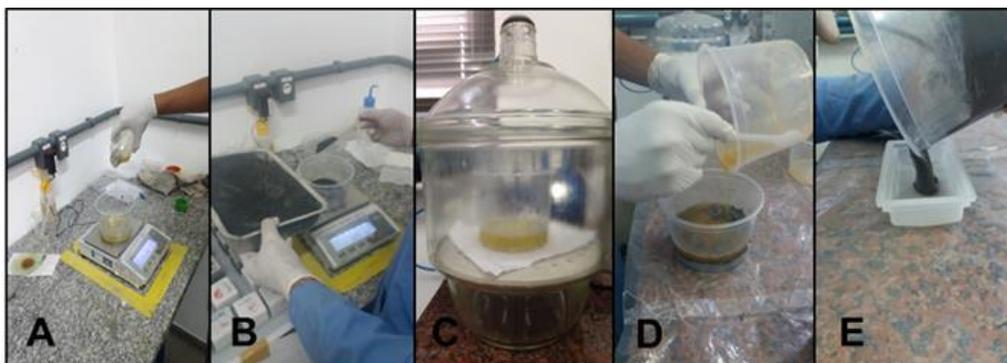


Figura 1: Pesagem dos materiais (A e B), câmara de vácuo (C), mistura da resina e cargas (D) e a disposição nos moldes (E).

1º Procedimento Metodológico

Inicialmente, pesou-se os componentes da resina em suas devidas proporções (pré-polímero 1:1.2 poliol) para que a mistura fosse homogeneizada manualmente por 2 minutos de forma constante e lenta para posteriormente serem levados ao vácuo por mais 10 minutos. Esse tempo na pressão negativa objetiva a retirada máxima das bolhas geradas devido o CO₂ liberado na reação da polimerização.

Após a retirada do vácuo, a resina foi colocada no mesmo recipiente que se encontravam as cargas (guardadas e pesadas em temperatura ambiente) e foram homogeneizadas também de forma lenta e constante. Logo após, a mistura foi depositada no molde, fechada e guardada para o processo de cura completa (aproximadamente 15 dias). Nesta metodologia foi usado o elemento de corte na granulometria 24 *mesh*.

2º Procedimento Metodológico

A segunda sistemática usada na moldagem dos rebolos envolveu a retirada da umidade higroscópica existente nas cargas. Esta ocorreu por meio da secagem das cargas à 100 °C por um período de 24 horas antes do processo de confecção. Assim, os materiais foram pesados e entraram no processo de mistura com a menor umidade possível. Nesta metodologia, o tratamento com a resina foi o mesmo da anterior e o tamanho do elemento abrasivo usado era de 120 *mesh*.

3º Procedimento Metodológico

Objetivando melhorar ainda mais os resultados da segunda metodologia empregada, foi prolongado o tempo de espera para a reação da polimerização. Neste caso, as cargas foram também secas antes do processo de confecção. Porém, aumentou-se o tempo da resina no vácuo e fora dela, ou seja, após a mistura manual por 2 minutos, a resina permaneceu 15 minutos na pressão negativa, e quando retirada, aguardou-se mais 2 minutos para misturá-la com as cargas sólidas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As metodologias de confecção dos rebolos foram guiadas de acordo com os resultados de cura, expansão e disposição dos grãos abrasivos na matriz, portanto, estas foram modificadas ao passo que os resultados obtidos não eram satisfatórios.

No primeiro procedimento, os corpos de provas tiveram resultados convincentes quanto a distribuição dos grãos, porém notou-se uma demasiada expansão de volume no compósito (Figura 2).



Figura 2: Expansão da reação de polimerização no procedimento 1.

No segundo procedimento, os resultados já foram melhores que a primeira tentativa. Neste caso, devido à retirada da umidade higroscópica das cargas, os corpos de prova apresentaram expansão e distribuição relativamente satisfatória (Figura 3).



Figura 3: Resultados do procedimento 2.

O terceiro método proporcionou uma melhora considerável nos resultados de expansão comparando-se ao anterior (Figura 4). Foi possível perceber que para a quantidade de resina trabalhada, 15 minutos no vácuo gerou praticamente a total eliminação das bolhas de CO₂. O tempo mostrou-se ideal para uma reação completa, nas devidas proporções trabalhadas.



Figura 4: Resultados do procedimento 3. Notar o pequeno volume de expansão da peça.

5. CONCLUSÕES

Ao final da realização dos diferentes procedimentos, pode-se observar certas características que influenciam diretamente nos parâmetros analisados. Em todos os procedimentos adotados os corpos de prova apresentaram cura completa em até 15 dias. Quanto à distribuição das partículas (característica diretamente proporcional à relação carga/resina), os rebolos apresentaram distribuições homogeneizadas. Contudo, o fator preponderante no trabalho é a expansão resultante da reação de polimerização. Notou-se que a umidade higroscópica presente nas cargas é suficiente para influir na expansão, mostrando assim a importância de se eliminá-la. Porém, devidos às características de produção em escala industrial, sabe-se que a secagem prévia dos materiais será uma etapa adicional o que aumentará os custos de produção do rebole. Pensando nisso, analisou-se a também a influência do tempo que a resina permanece no vácuo, onde há a sucção do CO₂ gerado. Neste caso percebeu-se que, nas quantidades trabalhadas, são necessários 15 minutos nesse processo para que haja sucção completa. Para trabalho futuros sugere-se testar tais abrasivos no simulador de polimento de rocha (SPR).

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao orientador Leonardo Silveira e ao doutorando Phillippe Almeida pela dedicação, a toda equipe do CETEM pelo apoio, ao CNPq pela bolsa concedida aos meus pais pelo incentivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, C. R. A. **Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo: rochas ornamentais**. Instituto Euvaldo Lodi - Regional do Espírito Santo. Cachoeiro de Itapemirim/ES: IEL, 2013.
- ALMEIDA, P. F. **Estudo comparativo de polimento de “granitos” com diferentes tipos de abrasivos**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2014.
- BEZERRA, M. R.; SCHIAVINI, J. A.; RODRIGUES, W. C.; PEREIRA, C. S. S. P. Bisfonel A: Sua Utilização e a Atual Polêmica em Relação aos Possíveis Danos à Saúde Humana. **Revista Eletrônica TECCEN**. Vassouras, v. 5, n. 1 p. 37-46. 2012.
- BOLONINI, T. M.; SILVEIRA, L. L. L. Teste de polimento para rochas ornamentais silicáticas: métodos e resultados preliminares. IV JORNADA DE CAPACITAÇÃO INTERNA - CETEM, Rio de Janeiro. 2015.
- CAMARGO, J. L. **Estudo da influência das propriedades petrográficas na qualidade do polimento de rochas ornamentais em politriz semi-automática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2013.

- LEITÃO, V. M. F. e SILVEIRA, L. L. L. Ecoabrasivo confeccionado com resina vegetal e carbetto de silício: uma inovação para o setor de rochas ornamentais. XIX JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Rio de Janeiro. Anais CETEM. 2014.
- PARAGUASSÚ, A. B.; RODRIGUES, J. E.; RIBEIRO, R. P.; SILVEIRA, L. L. L. Considerações sobre o desgaste abrasivo no beneficiamento de rochas ornamentais. In: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Araxá, Minas Gerais (Brasil). 2004.
- SERACO, I. P. e SILVEIRA, L. L. L. Medição Do Desgaste Abrasivo De Resina Vegetal Por Meio De Ensaio Taber. XXIII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Rio de Janeiro. Anais CETEM. 2015.
- TURCHETTA, S. **Tecnologie di Lavorazione Delle Pietre Naturali**. Tese de Doutorado-Engenharia Industrial. Università Degli Studi di Cassino, Italy. 261p, 2003.