

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ELEMENTOS ABRASIVOS PARA INCORPORAÇÃO EM REBOLOS NO POLIMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ABRASIVE ELEMENTS FOR INCORPORATION IN DIMENSION STONE POLISHING FICKERTS

Victor Moza Ponciano

Aluno de Graduação em MoEngenharia de Minas, 10º período, Ifes
Período PIBITI/CETEM: agosto de 2017 a julho de 2018
victor.moza@gmail.com

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

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

RESUMO

A compreensão do mecanismo do polimento de rochas ornamentais através da análise tribológica se mostra necessária uma vez que os parâmetros usados na indústria foram desenvolvidos de forma empírica e dependem ainda da qualidade da mão-de-obra e dos insumos empregados. Dessa forma, diversos estudos vêm simulando o processo em laboratório com o objetivo de elucidar as variáveis e o comportamento da interação entre rocha, abrasivos e condições operacionais. Um ramo dessa linha de pesquisa desenvolvida pelo CETEM compreende um rebolo de origem vegetal que se mostra como uma alternativa ecológica aos usados atualmente pelo setor. Porém, ainda há questões que necessitam de maior detalhamento, como é o caso da influência da morfologia dos elementos de corte no desgaste abrasivo, sabendo-se que partículas mais angulosas exercem maior poder de corte. Dessa forma, este trabalho busca caracterizar e entender a contribuição da forma dessas partículas no rendimento da ferramenta de polimento. Assim, dois parâmetros muito utilizados para descrição de forma foram utilizados para análise da esfericidade e alongação dos elementos cortantes. A análise de forma das partículas foi realizada pelo CAMSIZER XT e foi possível notar uma variação na angulosidade das substâncias de acordo com a granulometria.

Palavras chave: abrasivo, camsizer, morfologia.

ABSTRACT

The understanding of the mechanism of dimension stone polishing through tribological analysis is necessary since the parameters used in the industry have been empirically developed and also depend on the quality of the workmanship and the inputs used. Thus, several studies have simulated the process in the laboratory with the objective of elucidating the variables and behavior of the interaction between rock, abrasives and operating conditions. One branch of this line of research developed by CETEM comprises an vegetable fickert that is an ecological alternative to those currently used by the sector. However, there are still issues that need to be further detailed, such as the influence of the morphology of the cutting elements on abrasive wear, knowing that more angular particles exert more cutting power. Therefore, this work seeks to characterize and understand the contribution of the shape of these particles in the performance of the polishing tool. Thus, two parameters widely used for shape description were used for analysis of the sphericity and elongation of the cutting elements. The particle shape analysis was performed by CAMSIZER XT and it was possible to observe a variation in the angularity of the substances according to the granulometry.

Keywords: abrasive, camsizer, morphology.

1. INTRODUÇÃO

O Centro de Tecnologia Mineral, especificamente o Núcleo Regional do Espírito Santo, vem desenvolvendo pesquisas que objetivam o aprimoramento do conhecimento científico sobre o processamento de rochas ornamentais e a otimização desta etapa produtiva, pois, apesar de possuírem um alto valor agregado, a cadeia produtiva ainda é baseada no empirismo. Para o beneficiamento secundário, que compreende o polimento das chapas, diferentes simulações laboratoriais são realizadas e avaliadas quantitativamente através de parâmetros de rugosidade e brilho resultantes na superfície da chapa (CAMARGO, 2013). A partir dessa análise é possível inferir se o processo de polimento foi adequado e se atende às necessidades técnicas do material. Contudo, existem ainda outros parâmetros que necessitam de investigação para que se possa entender melhor esse sistema tribológico, compreendido pela interação entre a rocha, o abrasivo e as condições operacionais.

Uma ramificação dessa linha de pesquisa estuda a aplicação de um rebolo abrasivo de origem vegetal como alternativa aos já usados no setor. Tal ferramenta é composta de uma matriz ligante e o elemento abrasivo (elemento de corte). A matriz é formada por uma resina poliuretana de mamona com a adição de cargas como o carбето de silício (SiC) preto e sílica oriunda da cinza da casca do arroz (SCA) na granulometria 1200 *mesh*. Como elementos de corte é usado o diamante sintético ou o SiC verde com granulometria variada de acordo com a linha de polimento (24, 36, 60, 120, 220, 320, 400, 600, 800, 1200 *mesh*). O SiC verde é usado como elemento de corte, pois, devido sua pureza, é mais duro que o preto (9,5 a 9,75 na escala de Mohs). O rebolo abrasivo ecológico já foi patenteado (INPI N° 1020120321572, de 17/12/2012) e se mostra como uma alternativa econômica e sustentável, uma vez que se trata de um produto com toxicidade zero, diferente dos rebolos resinóides que contém as substâncias Bisfenol A e Epícloridrina em sua composição, elementos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, segundo Beserra *et al.* (2012). O polimento das rochas ornamentais em si acontece com o atrito gerado pelos rebolos girando em altas velocidades, sob pressão, sobre a superfície da chapa, com o uso da água no processo para arrefecimento e carreamento de resíduos. A redução na rugosidade da superfície da chapa se dá pela remoção de material rochoso ocasionado pelo corte realizado por elementos abrasivos. Cada partícula de SiC ou diamante é responsável por remover uma porção de rocha. Estas vão sendo afiadas durante o processo, promovendo uma maior e mais agressiva remoção. Para isso, a matriz deve ser menos dura que o elemento abrasivo, pois assim permitirá que este cumpra sua função com mais eficiência até se soltar da peça e dar lugar a outras partículas sobrejacentes. Em estudos anteriores utilizando o carбето de silício verde como elemento abrasivo, viu-se a necessidade de alteração da matriz, uma vez que esta se mostrou mais dura que o elemento de corte provocando o cegamento da peça (PONCIANO, 2017).

O tamanho e a morfologia dos grãos de corte tem influência direta sobre a taxa de remoção da rocha a ser polida. Em teoria, quanto maior e mais angulosa for uma partícula, maior será seu poder de corte. Dessa forma, alguns estudos mostraram diferentes parâmetros de forma que reafirmam, em laboratório, a relação da forma da partícula com o seu poder de desgaste (VERSPUI *et al.*, 1996; STACHOWIAK *et al.*, 2005). Compreender tais parâmetros pode nortear os estudos de aperfeiçoamento dos rebolos abrasivos ecológicos, e uma caracterização morfológica se mostra como uma importante base para o entendimento do fenômeno de desgaste abrasivo. Portanto, viu-se a necessidade de analisar parâmetros de forma, como a razão de aspecto e a esfericidade, para se entender melhor o mecanismo do desgaste no polimento de rochas.

O Fator de Esfericidade ($SPHT = 4\pi \text{Área}/\text{Perímetro}^2$) é um método comum para a caracterização da forma de partículas. Esse fator correlaciona a razão da área projetada de uma partícula com a área de um círculo projetado com o mesmo perímetro da partícula. Para um círculo perfeito o valor de SPHT é 1 (WOJNAR, 1999). Outro parâmetro aqui utilizado é a Razão de Aspecto b/l , a qual apresenta a razão entre o diâmetro máximo e o ortogonal a este. Este permite análise da alongação da partícula.

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo é caracterizar morfologicamente o carbeto de silício e diamante sintético usados como elementos de corte em rebolos abrasivos no polimento de rochas ornamentais. Este se dará a partir da análise de dois parâmetros de forma, razão de aspecto e esfericidade, obtidos a partir da determinação com auxílio do equipamento CAMSIZER XT.

3. METODOLOGIA

Foram separadas 5 diferentes amostras para a caracterização: 4 delas de carbeto de silício (2 verdes e 2 pretos) e um diamante sintético (Figura 1a). As amostras de SiC, que se encontravam em grandes quantidades foram reduzidas em um quarteador tipo *Jhones* até se chegar em porções de 100 gramas, aproximadamente. Caracterizou-se as amostras 36, 60, 120 e 220 *mesh* de SiC e diamante, correspondentes ao desbaste inicial do processo de polimento. O equipamento usado para obtenção dos parâmetros foi o CAMSIZER XT da Horiba, pertencente ao laboratório de caracterização de rochas do CETEM-NRES (Figura 1b).

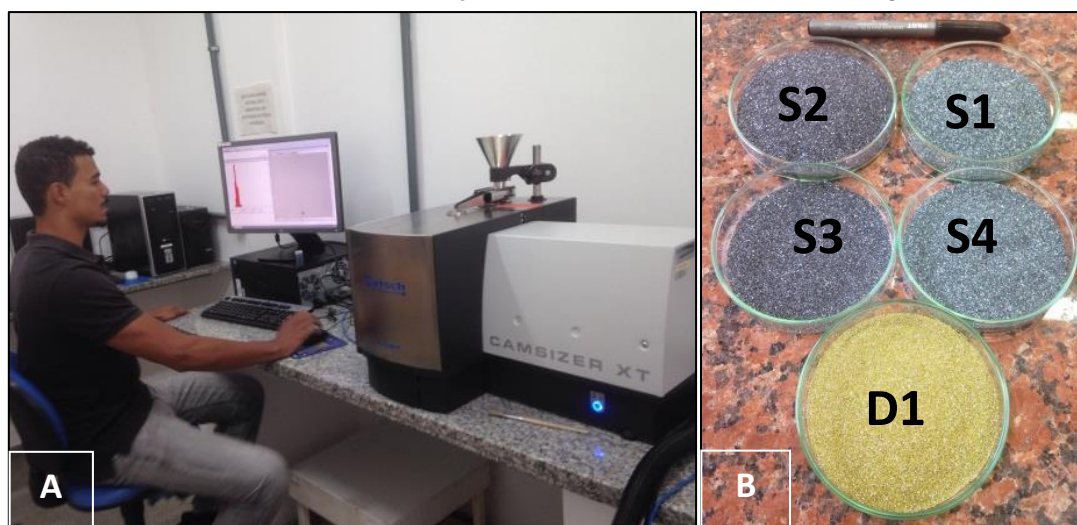


Figura 1: Camsizer XT (A) e amostras de 36 *mesh* (B).

O processo de análise da forma da partícula no equipamento se dá através do registro em alta resolução da imagem de cada uma e, a partir dessas, o *software* realiza os cálculos dos parâmetros pré-determinados. Neste trabalho foi dada atenção à concentração granulométrica, razão de aspecto e a esfericidade e para a obtenção de resultados confiáveis, mais de 1.000.000 (um milhão) de partículas foram analisadas em cada amostra. Após o fim do ensaio, ainda foi necessário um trabalho de filtragem das informações para interpretação dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 2A e 2B representam as imagens referentes as imagens da câmera de zoom do Camsizer das amostras de diamante e carbeto de silício, respectivamente. Os resultados obtidos podem ser observados nos gráficos da Figura 3.

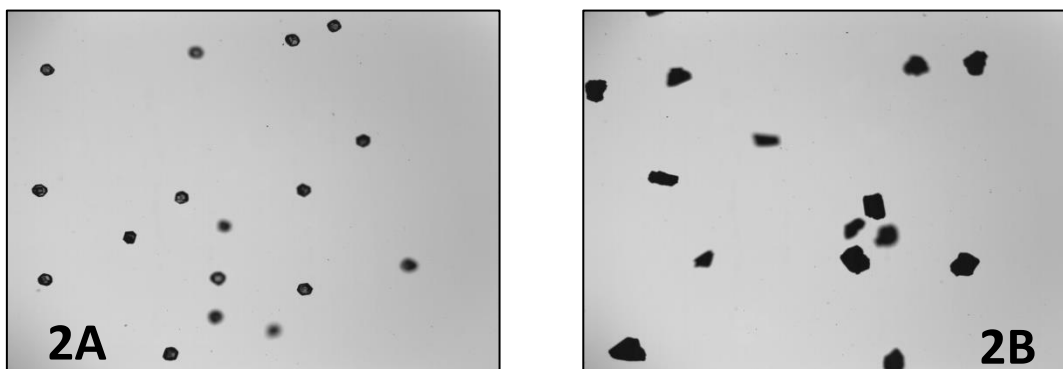


Figura 2: Imagens da câmera de zoom do Camsizer de amostras de diamante (2A) e SiC (2B).

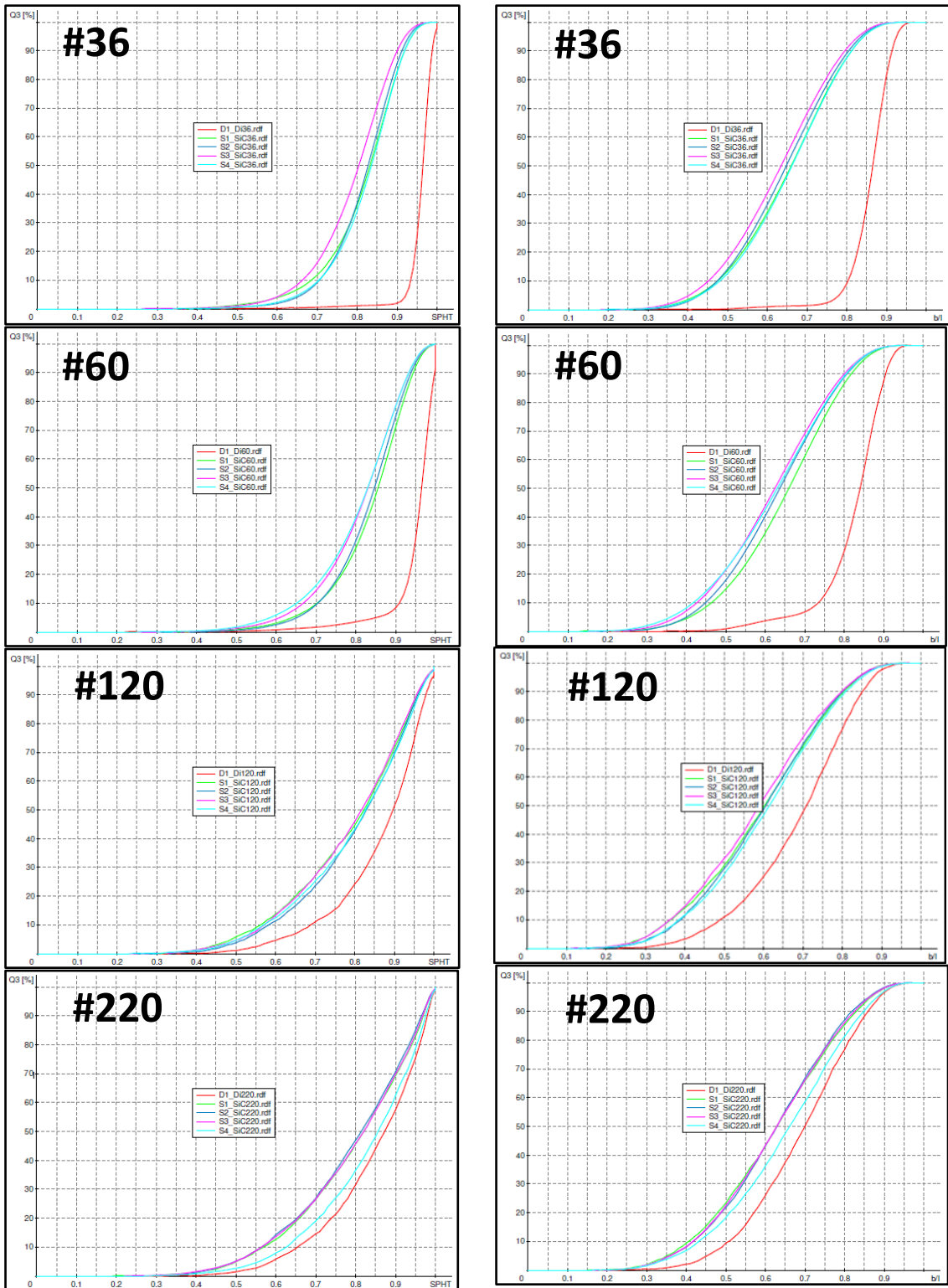


Figura 3: Esfericidade na sequência da esquerda e Razão de aspecto à direita.

Nota-se a diferença tanto na razão de aspecto quanto na esfericidade das partículas entre as amostras de SiC e diamante, sendo as de SiC muito mais angulosas na granulometria mais grosseira. Contudo, essa diferença é menor para os grãos finos, ou seja, o diamante é mais anguloso e menos esférico em granulometrias menores.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho é uma primeira tentativa de se considerar a contribuição das variáveis referentes a forma da partícula abrasiva no tribossistema que ocorre no processo de polimento de rochas ornamentais. Faz-se necessário uma visão integrada desses aspectos aqui apresentados com o rol de variáveis desse sistema de desgaste para a sua efetiva melhor compreensão. Os resultados aqui obtidos mostraram a importância da percepção das características morfológicas das partículas abrasivas empregadas nos rebolos abrasivos para polimento de rochas ornamentais. As partículas foram caracterizadas e percebeu-se a diferença de angulosidade entre elas. Conclui-se que essa diferença entre a esfericidade das substâncias é devido à diferentes métodos de cominuição empregados no processo produtivo do SiC. Tal diferença certamente influenciará nas taxas de desgastes provocadas na superfície da rocha e, portanto, no rendimento da peça abrasiva. Sugere-se que em trabalhos futuros possam ser conduzidos ensaios de polimento para se comparar o rendimento de rebolos com mesma matriz e elementos de corte diferentes.

6. AGRADECIMENTOS

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

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESERRA, M.R.; SCHIAVINI, J.A.; RODRIGUES, W.C.; PEREIRA, C.S.S.P. Bisfenol 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.

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.

PONCIANO, V.M. **Utilização do carbetto de silício verde como elemento de corte em rebolos abrasivos de matriz vegetal para polimento de rochas ornamentais**. Trabalho de conclusão de curso. Coordenadoria de Engenharia de Minas. IFES. Cachoeiro de Itapemirim, ES, 2017.

STACHOWIAK, G.W., STACHOWIAK, G.B., PELLEGRIN, D. De. e PODSIADLO, P. **Characterization and Classification of Abrasive Particles and Surfaces**. *Wear*, p. 339-365, 2005.

VERSPUI, MA; VELDEN, P van der; WITH, G de; SLIKKERVEER, P.J. **Angularity determination of abrasive powders**. *Wear*, V. 199, pp. 122-126. 1996.

WOJNAR, L., **Image Analysis: Applications in Materials Engineering**. CRC Press LLC, Boca Raton. 1999.