

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE RUGOSIDADE REFERENTES AO PROCESSO DE POLIMENTOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

WANA FAVERO GABURO DORIGO

Aluna de Graduação de Engenharia de Minas,
6º período, IFES

Período PIBIC/CETEM: agosto de 2012 a julho de 2013,
wdorigo@cetem.gov.br

LEONARDO LUIZ LYRIO DA SILVEIRA

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

1. INTRODUÇÃO

O processo de polimento de rochas ornamentais se dá pela interação entre as propriedades intrínsecas da rocha, as variáveis operacionais da politriz e o tipo de abrasivo utilizado. Tal enfoque configura um sistema de desgaste, sendo possível utilizar conceitos de Tribologia para a sua melhor compreensão. Esta Ciência foi primeiramente concebida para a área metal-mecânica e de materiais, e foi utilizada por Silveira (2008) para aplicação em rochas ornamentais, visto que subsidia, com fundamentos teóricos, os processos de beneficiamento dos materiais pétreos (DORIGO, 2012). Faz-se ainda necessário o desenvolvimento de um modelo analítico que expresse os fenômenos que ocorrem no processo de polimento de rochas ornamentais a fim de diminuir o empirismo que existe nesta etapa industrial.

2. OBJETIVOS

Identificar qual o parâmetro de rugosidade que apresenta maior correlação com os valores de brilho obtidos em diferentes situações operacionais, com vista a subsidiar a concepção de um modelo analítico de desgaste que melhor retrate o polimento de rochas ornamentais.

3. METODOLOGIA

A Tribologia é a Ciência que estuda o atrito de superfícies em contato, gerado por um movimento relativo (ZUM-GAHR, 1987). Alguns trabalhos já foram realizados abordando conceitos de Tribologia aplicados às etapas de beneficiamento de rochas ornamentais. Entre eles pode-se citar: Ribeiro (2005), Coimbra Filho (2006), Silveira (2008), Carvalho (2010), Camargo (2013), Neves (2010), Leitão (2012), Souza (2012). A partir da utilização de tais conceitos, poliu-se chapas de um Monzogranito comercialmente conhecido como Cinza Castelo, uma rocha de aspecto geral homogêneo e isotrópico, de estrutura maciça e textura equigranular fina. Para o polimento deste material, utilizou-se uma politriz semi automática de uma cabeça, da marca Cimef, na qual foi acoplado um inversor de frequência, permitindo variar a velocidade de rotação do satélite em 300, 400, 500 e 600 rpm, em conjunto com duas cargas (1 e 2 kgf/cm²) e 3 tempos de exposição ao processo propiciaram 24 situações operacionais distintas. Para este trabalho, optou-se por trabalhar com abrasivos do tipo magnésiano, selecionando a granulometria de 400 *mesh*. A nomenclatura adotada é exemplificada na Figura 1.



Figura 1. Exemplo da nomenclatura alfa numérica utilizada na pesquisa.

Legenda:

- Rocha: Verde Labrador/VL;
- Velocidade de Rotação do Satélite (RPM): 1=300; 2=400; 3=500; 4=600;
- Pressão de Carregamento do Satélite (Kgf/cm²): A=1; B=2;
- Exposição do satélite sobre a rocha: 1; 2; 3;
- Abrasivos (*Mesh*): 24; 36; 60; 120; 220; 400; 600; 800; 1200; Lustro.

Após o polimento das chapas (Figura 2A), coletou-se uma amostra para cada situação operacional (Figura 2B), e em cada uma dessas amostras realizou-se 20 medições de rugosidade (Figura 2C), com o auxílio de um medidor da marca Instrutemp modelo ITRPSD-200, sendo 10 paralelas a principal orientação mineral da rocha e 10 transversais, gerando um total de 480 medidas de rugosidade. Em cada amostra, foi possível obter nove parâmetros de rugosidade, a saber: R_a (rugosidade média), R_q (raiz quadrada do desvio de perfil), R_z (altura máxima do perfil), R_t (soma da altura do pico mais alto e ponto mais fundo), R_p (profundidade máxima do pico do perfil), R_m (profundidade máxima do pico de vale), R_{sm} (espaço entre os perfis de pico em sua linha principal), R_s (espaço dos picos adjacentes do perfil) e R_{sk} (distorção do perfil). Para a análise dos resultados obtidos após as medições, foram plotados em gráficos os valores de rugosidade correlacionados com os melhores valores de brilho. A partir da correlação desses parâmetros de rugosidade com os melhores resultados de brilho, foi possível selecionar o parâmetro R_s (paralelo) e R_{sm} (paralelo) como sendo os parâmetros que melhor retratam a correlação dos valores de brilhos com os de rugosidade.

Segundo modelo analítico proposto por Silveira (2008), a partir das análises dos perfis, pode-se supor um parâmetro de rugosidade que melhor definiria as condições de contorno de um futuro modelo analítico que retrate o processo de polimento de rochas ornamentais. Além disso, há o Índice de Eficiência proposto por Camargo (2013), onde também se pode acrescentar o parâmetro de rugosidade que melhor se correlaciona com os valores de brilho estudados.



Figura 2. Etapas da pesquisa: (A) Polimento da chapa, (B) Coleta das amostras, (C) Medição da rugosidade nas amostras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da correlação entre os parâmetros de rugosidade e os melhores resultados de brilho contribui para que se diminua o empirismo no beneficiamento secundário no setor de rochas ornamentais. Através da combinação dos parâmetros de rugosidade relacionados com os melhores resultados obtidos para o brilho, foi possível selecionar dois parâmetros que melhor se correlacionam, podendo estes fazer parte de modelos analíticos futuros para o polimento. A seguir, serão mostrados os gráficos obtidos que melhor representam a correlação entre o brilho e a rugosidade (Figuras 3 e 4).

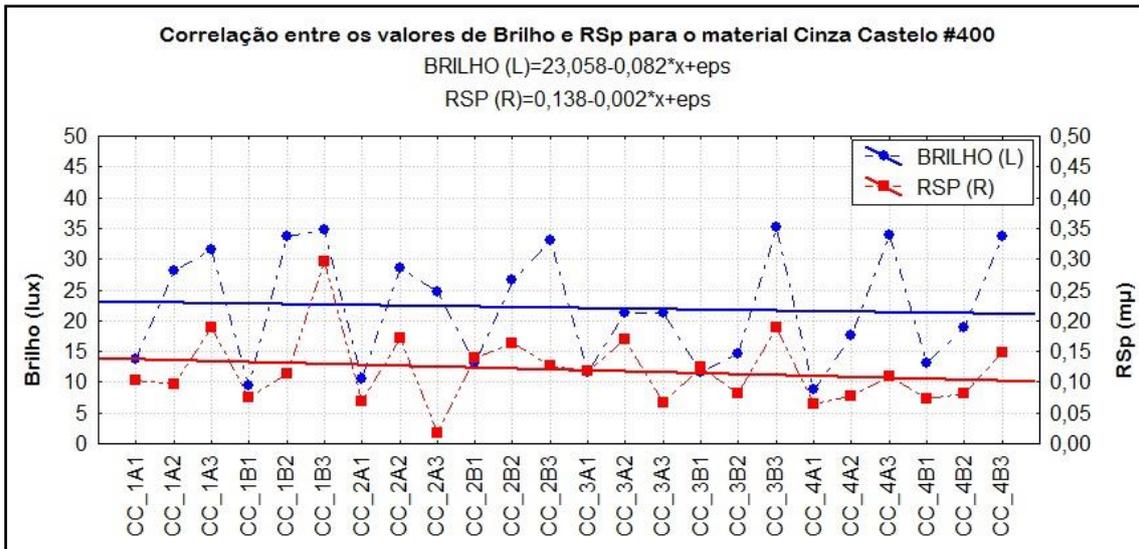


Figura 3. Gráfico que retrata a relação entre o Brilho e o parâmetro R_s paralelo (espaço dos picos adjacentes do perfil) de rugosidade.

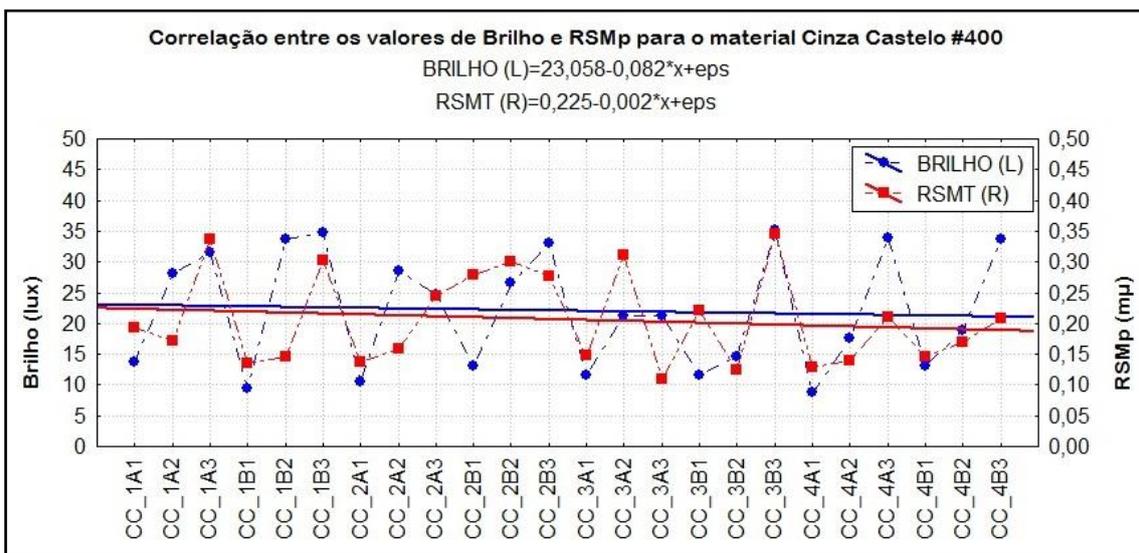


Figura 4. Gráfico que retrata a relação entre o Brilho e o parâmetro R_{sm} paralelo (espaço entre os perfis de pico em sua linha principal) de rugosidade.

Esse trabalho visou colaborar com a construção de um modelo analítico que pudesse prever taxas de desgastes ideais para o polimento de rochas ornamentais, focando em um parâmetro de rugosidade que retratasse, de forma eficiente, esta etapa de beneficiamento. A partir das medições realizadas durante a pesquisa, dos 9 parâmetros medidos nas amostras, foi possível selecionar dois que melhor retratassem este processo. Sendo estes: o parâmetro R_s e R_{sm} paralelos à foliação principal da rocha, mostrando um paralelismo em suas regressões lineares nas diferentes situações operacionais em que o material foi submetido.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se fazer as medições de rugosidade em outros tipos de rochas, colaborando para a construção efetiva deste modelo analítico que visa em linhas gerais, à diminuição do empirismo neste processo industrial. Além disso, sugere-se realizar o teste variando a granulometria do abrasivo, verificando se outros parâmetros de rugosidade se tornariam mais importantes à medida que se avançasse o processo de polimento.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Jefferson Camargo pela ajuda com o polimento das chapas, ao Cnpq pela bolsa concedida, aos amigos do CETEM pelo apoio durante a pesquisa e ao orientador Leonardo pela dedicação e companheirismo em mais este trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, Jefferson. **Estudo da Influência das Propriedades Petrográficas na Qualidade do Polimento de Rochas Ornamentais em Politriz semi-automática**. 2013. 196p. Tese (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Brasil).

CARVALHO, Damares Luiza Silveira. **Estudo Experimental do Polimento de diferentes “Granitos” e as Relações com a Mineralogia**. 2010. 113p. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).

COIMBRA, FILHO Clébio Goulart. – **Relação Entre Processo de Corte e Qualidade de Superfícies Serradas de Granitos Ornamentais**. 2006. 168p. Dissertação de Mestrado - EESC-USP, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil).

DORIGO, Wana Favero Gaburo. **Determinação do brilho de rochas ornamentais submetida a diferentes situações de desgaste**. *In: XX – Jornada de Iniciação Científica-CETEM*, Rio de Janeiro, 2012. 4 p.

LEITÃO, Vagner Moro Ferreira. **Desempenho de Rebolo abrasivo confeccionado com resina vegetal submetido ao simulador de polimento de rocha**. *In: XX – Jornada de Iniciação Científica-CETEM*, Rio de Janeiro, 2012. 4 p.

NEVES, Márcia de Carvalho. **Geotecnia – 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).

RIBEIRO, P. **Influência das características petrográficas de granitos no processo industrial de desdobramento de blocos**. 2005.132p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).

SILVEIRA, Leonardo Luiz Lyrio. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um Enfoque Tribológico ao Processo**. 2008. 203p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Brasil).

SOUZA, Davi Vargas de. **Estudo comparativo da utilização de teares multilâmina e multifio no beneficiamento de granitos comerciais**. *in: XX – Jornada de Iniciação Científica-CETEM*, Rio de Janeiro, 2012. 4 p.

ZUM-GAHR, Karl Heinz. **Microstructure and wear of materials**. *Institute of Materials Technology*. University of Siegen, Siegen, Federal Republic of Germany, v.10 1987.