

INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES PETROGRÁFICAS NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS



Hieres Vettorazzi da Silva

Aluno de Graduação de Geologia, 5º período, UFES
Período PIBIC/CETEM: julho de 2009 a julho de 2011,
hvettorazzi@gmail.com

Nuria Fernández Castro

Orientadora, Eng^a. de Minas, M.Sc.
ncaastro@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A maior dificuldade de controle dos processos de produção de rochas ornamentais encontra-se na característica intrínseca de variabilidade de composição e estado de alteração que esses materiais, por serem naturais, apresentam. O processo em que essa dificuldade é mais patente é a serragem de granitos em teares convencionais, nos quais as rochas são desdobradas pela movimentação pendular de um quadro de lâminas de aço, com auxílio de uma mistura abrasiva de granalha de aço, cal, água e o próprio pó da rocha. A quantidade de parâmetros envolvidos e a variabilidade dos materiais processados complicam o controle operacional e de consumo de insumos e energia. Silveira (2008) descreve em âmbito tribológico que a serragem em teares convencionais ocorre como um processo de desgaste entre três corpos onde a granalha é o fator abrasivo que desagrega os minerais da rocha ao deslizar sobre duas superfícies: rocha e lâmina. Acredita-se, assim, que os mecanismos principais do corte das rochas sejam atrito e compressão.

De acordo com Rzhevsky & Novik (1971 *apud* NAVARRO; ARTUR, 2002): “a interação entre a composição, texturas e estruturas que as rochas podem apresentar, é o fator que define a resistência aos agentes químicos, físicos e mecânicos de toda rocha, ou seja é o resultado da combinação das características petrofísicas do material”. Assim, investigando as propriedades petrográficas como composição mineral, textura e estrutura, e as relações entre as propriedades mecânicas e as características petrográficas, pode-se tentar prever o comportamento das rochas no processo de serragem.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é buscar uma relação entre o consumo de lâmina e granalha no processo de desdobramento de granitos comerciais e as características petrográficas e algumas tecnológicas dessas rochas: índices físicos, resistência ao desgaste por abrasão e resistência à compressão.

3. METODOLOGIA

Foi realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre o processo de serragem de rochas ornamentais, ensaios de caracterização tecnológica e estudos anteriores sobre propriedades petrográficas e tecnológicas das rochas ornamentais e suas relações. Foi definido estudar a relação entre os resultados de ensaios de Índices Físicos, Desgaste por Abrasão *Amsler* e Compressão Uniaxial e Análise Petrográfica, como os mais interessantes para estudo sobre o consumo de insumos na serragem e selecionados materiais representativos, tanto do comércio interno quanto do externo para o estudo. Ao longo do ano, foi acompanhada a serragem dos materiais selecionados, junto a uma empresa da região e coletados os índices de consumo de granalha de aço e lâmina de aço, utilizando-se, além das medições *in situ*, históricos de consumo fornecidos pela empresa, para a confecção deste trabalho. Simultaneamente, foi realizada a análise petrográfica das rochas, nos laboratórios de microscopia petrográfica da Universidade federal do Espírito Santo em Alegre, respeitando a norma NBR-ABNT 15845:2010, Anexo A, em microscópio Olympus BX-51 com aumento de 40 vezes, onde foram tiradas as fotos das

lâminas sob luz natural e luz polarizada. Foram também levantados e analisados resultados da caracterização tecnológica dos materiais escolhidos, na base de dados do Núcleo Regional do Espírito Santo do CETEM-ES, no Catálogo Nacional de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS e alguns ensaios realizados no IPT. O estudo das interrelações entre os dados produzidos e analisados é apresentado aqui.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição mineral é o principal fator que controla a resistência mecânica das rochas, em especial o conteúdo em quartzo e feldspatos (TRUGUL e ZARIF, 1999) o que pôde ser constatado no presente estudo. Foi observado que quanto maior for o conteúdo de quartzo e feldspato potássico, maior é a resistência à serragem das rochas estudadas, considerando resistência ao desgaste por abrasão e resistência à compressão uniaxial como parâmetros mais influentes na serrabilidade. Como exemplo, pode se observar na Tabela 1, a baixa resistência do Norito denominado Preto São Gabriel, rocha com apenas 5% de quartzo e 60% de plagioclásio, mineral este que possui maior instabilidade físico-química que os feldspatos alcalinos e quartzos.

Tabela 1 – Valores de ensaios de caracterização das rochas ornamentais selecionadas distribuídas entre rochas de coloração amarela, branca, cinza, verde e preta.

| Nome Comercial | Classificação Petrográfica | Desgaste <i>Amsler</i> (mm) | | Resistência à Compressão Uniaxial (Mpa) |
|-----------------------|---|-----------------------------|---------|---|
| | | 500 m | 1.000 m | |
| Amarelo Ornamental | Sienogranito com Granada | 0,62 | 1,19 | 152,0 |
| Amarelo Santa Cecília | Monzogranito Protomilonítico com Granada e Silimanita | 0,60 | - | 103,3 |
| Giallo Fiorito | Sienogranito Porfírico Grosso | 0,68 | 1,52 | 142,2 |
| Branco Dallas | Leucosienogranito com Granada e Silimanita equigranular | 0,76 | - | 163,6 |
| Prata Imperial | Biotita monzogranito foliado | - | 1,30 | 127,7 |
| Verde Pérola | Charnockito heterogranular Grosso | 0,77 | 1,37 | 127,2 |
| Verde Butterfly | Quartzo Mangerito | 0,41 | - | 101,2 |
| Verde Panorama | Quartzo Mangerito heterogranular | 0,38 | 0,86 | 146,0 |
| Preto São Gabriel | Norito equigranular médio | - | 1,76 | 75,3 |

No entanto, a estrutura e textura são fatores que também influenciam na resistência. O aspecto estrutural de microfissuramento observado nos materiais analisados, em microscópio petrográfico, mostra relação com os valores de resistência à compressão uniaxial, sendo aqueles materiais menos microfissurados os mais resistentes, como é o caso do Branco Dallas, que além de possuir uma percentagem menor de minerais menos resistentes, como biotita e plagioclásios, que os granitos amarelos e verdes, apresenta um baixo grau de microfissuramento (Foto 1), resultando em uma resistência à compressão uniaxial maior que a das outras rochas estudadas.

Quanto à relação entre valores de resistência mecânica e consumo de insumos na serragem, fica evidente na Tabela 2 que os valores de resistência a abrasão estão diretamente relacionados com o consumo de granalha como era de se esperar, uma vez que a granalha possui papel abrasivo no processo de serragem (RIBEIRO, 2005). Ribeiro (*op. cit.*) também cita que o desgaste das rochas pode ocorrer por “arranque” dos cristais tendo, então, a estrutura papel secundário na resistência. Ou seja, para rochas de composição mineralógica semelhante, variações em sua textura e estrutura produzem diferentes respostas a solicitações mecânicas, como as que ocorrem no processo de serragem, o que se verifica pelos altos valores de desvio padrão no consumo de insumos.

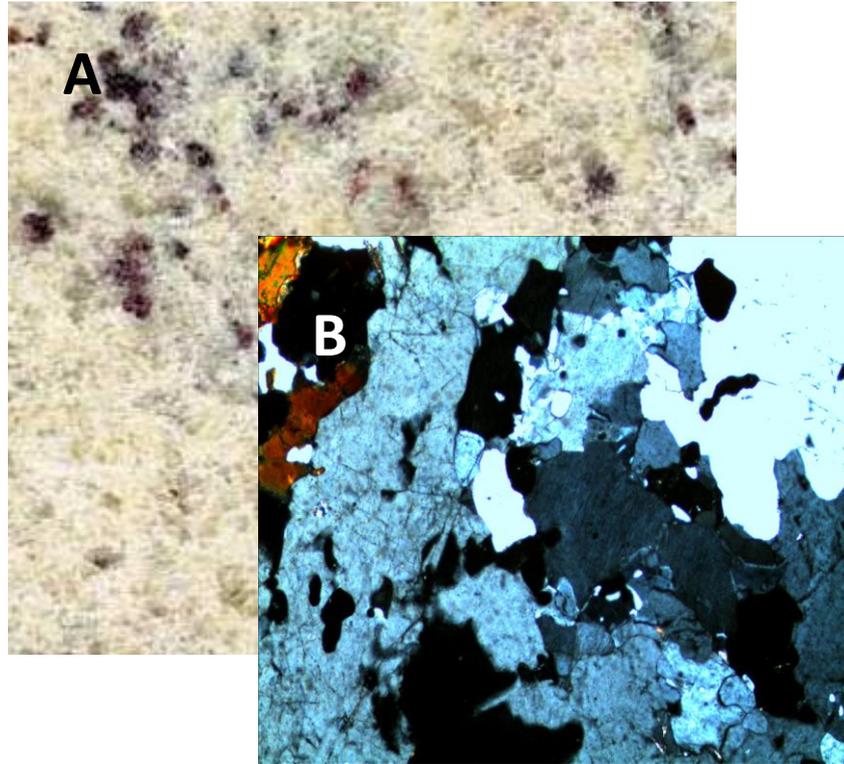


Foto 1 – Rocha Branco Dallas respectivamente, em (A) foto macroscópica, em (B) foto em microscópio petrográfico sob luz polarizada em aumento de 40 vezes, notar baixo padrão de microfissuramento.

Para a rocha de nome comercial Preto São Gabriel (Norito) os baixos valores de consumo tanto de granalha quanto de lâminas podem ser explicados devido à baixíssima percentagem de quartzo na rocha (apenas 5%), embora se trate de uma rocha de textura equigranular e de estrutura compacta, o que daria maior resistência de acordo com Moura (1998), que associa a textura fina a média e o entrelaçamento dos minerais à alta dureza e resistência mecânica das rochas.

No entanto, quanto ao consumo de lâmina, só foi possível identificar uma relação com a resistência à compressão quando há diferenças apreciáveis como no caso do Preto São Gabriel (75,3 Mpa) e o Branco Dallas (163,6 MPa). Quanto as outras rochas analisadas, a diferença tanto em resistência à compressão quanto em consumo de lâmina, não é apreciável, corroborando a premissa de que tamanho dos grãos, tipos de contato entre eles e grau de alteração dos minerais constituintes são fatores importantes. Deve se considerar, ainda, a influência do controle operacional da serrada, que no caso da empresa colaboradora é feito buscando principalmente o menor consumo de lâmina (com maior peso nos custos de serragem) mesmo implicando em maiores consumos dos outros insumos e de energia.

Quanto aos índices físicos, as rochas estudadas têm valores semelhantes de porosidade e absorção de água e não foi possível apreciar a influência destas características nos diferentes consumos de insumos.

Pode se concluir que há uma relação direta entre o consumo de granalha e a resistência à abrasão e que esta depende, fundamentalmente, da composição mineralógica das rochas. O consumo de lâmina é dependente da resistência à compressão uniaxial, por sua vez relacionada com a tríade composição mineral, textura e estrutura, em especial grau de fissuramento. No entanto, esse consumo é também muito afetado pelos fatores operacionais da serrada.

Tabela 2 – Valores do consumo de granalha e lâmina de aço com as respectivas médias e desvio padrão coletados junto à empresa colaboradora

| Nome Comercial | Consumo de insumos (kg/m ²) | | | |
|-----------------------|---|---------------|---------------|---------------|
| | Gralha | | Lâmina de aço | |
| | Média | Desvio Padrão | Média | Desvio Padrão |
| Amarelo Ornamental | 1,43 | 0,27 | 0,72 | 0,17 |
| Amarelo Santa Cecília | 1,21 | 0,41 | 0,63 | 0,19 |
| Giallo Fiorito | 1,26 | 0,54 | 0,72 | 0,08 |
| Branco Dallas | 1,31 | 0,27 | 0,83 | 0,16 |
| Prata Imperial | 1,22 | 0,21 | 0,59 | 0,10 |
| Verde Pérola | 0,93 | 0,27 | 0,71 | 0,18 |
| Verde Butterfly | 1,22 | 0,24 | 0,62 | 0,06 |
| Verde Panorama | 1,12 | 0,30 | 0,62 | 0,28 |
| Preto São Gabriel | 0,58 | 0,22 | 0,37 | 0,13 |

5. AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo regional do CETEM no Espírito Santo e à empresa colaboradora pelo apoio e disponibilização de sua infra-estrutura e dados para a confecção deste trabalho, à orientação de Núria Fernandez Castro, à ajuda do professor Roberto Campos Sacks da Universidade Federal do Espírito Santo, a Pedro Vale pela revisão e ao CNPq pela bolsa concedida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2010). NBR15845. **Rochas para Revestimento: Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 32p

MOURA, C. L.. **Estudos Geológicos, Petrográfico e Tecnológico das Rochas Ornamentais da “Jazida Formoso”, Município de Formiga – MG**. Rio Claro. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. 1998.

NAVARRO, F. C.; ARTUR, A. C.. Caracterização petrográfica como ferramenta para a previsão do comportamento físico e mecânico de granitos ornamentais: uma discussão. In: III Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste, 26-29 nov. 2002, Recife, PE. CETEM, UFPE. Vidal, F. W (Org.) **Anais**. . . Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2002.

SILVEIRA, L.L.L.. **Polimento de Rochas Ornamentais: Um enfoque Tribológico ao Processo**. Ed. Pós Escrito – Curitiba – PR, 2008.

RIBEIRO, R. P.. **Influência das Características Petrográficas de Granitos no Processo Industrial de Desdobramento de Blocos**. 2005. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos/ Universidade de São Paulo, São Carlos.

TRUGUL, A. & ZARIF, I.H. (1999). **Correlation of Mineralogical and Textural Characteristic with Engineering Properties of Selected Granitic Rocks from Turkey**. Engineering Geology. N° 51. p.303-317.