

MÉTODOS DE LAVRA APLICADOS À EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS**M. L. R. Cabello¹, A. E. C. Peres², A. H. Martins², R. G. O. Silva¹ e C. A. Pereira³**¹Campus de Congonhas – Instituto Federal de Minas Gerais
mario.cabello@ifmg.edu.br - rodolfo.goncalves@ifmg.edu.br²Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais
aecperes@demet.ufmg.br – ahmartin@demet.ufmg.br³Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto
pereira@demin.ufmg.br

Artigo submetido em setembro/2012 e aceito em outubro/2012

RESUMO

A natureza dos métodos de lavra de rochas ornamentais varia em função das características do maciço rochoso, condições topográficas, afloramento, fraturas, tipo e espessura da cobertura etc. O material de interesse na frente de lavra pode apresentar-se com foliação desenvolvida, viabilizando a extração em placas, ou em forma compacta, de onde são extraídos blocos. Quando a extração se dá por blocos, a mesma pode

ser feita de maneira mais simples, a partir de matacões isolados ou por desabamento provocado por detonações, porém o tipo de extração em blocos mais usado é a exploração via “maciços rochosos”, quando se extraem blocos diretamente de um maciço rochoso compacto. Neste trabalho é apresentada uma revisão dos métodos de lavra, correlacionando os mesmos com a rocha de interesse e com as condições gerais de exploração.

PALAVRAS-CHAVE: rochas ornamentais, lavra, exploração, extração em placas.**MINE LAYOUTS AND EXTRACTION TECHNOLOGIES IN DIMENSION STONE EXPLOITATION****ABSTRACT**

Different types of quarry layouts and extraction technologies are used in dimension stone exploitation. The application of each one of them depends on characteristics of the quarry like mineralogy, outcrops, fractures, relief, ground cover etc. If the outcrop exhibits foliation, the extraction is done by removing plates from the quarry face using small hand tools, mostly used in small-scale mining. But if the rock mass is compact, the

exploitation can be done taking advantage of loose boulders, if they exist and are available, or by landslides caused by blasting, but the most used method is separating compact blocks from the quarry face by means of cutting and splitting. Some exploration and extraction technologies and basic mine layouts in dimension stone quarries are presented and discussed.

KEY-WORDS: dimension stones, quarry layouts, exploitation, slabs

MÉTODOS DE LAVRA APLICADOS À EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

INTRODUÇÃO

A extração de rochas ornamentais é uma atividade mineradora que apresentou grande desenvolvimento no Brasil na última década, porém o desenvolvimento tecnológico de equipamentos, os métodos de pesquisa geológica e caracterização tecnológica não acompanharam esse desenvolvimento na mesma velocidade.

Algumas pedreiras, principalmente as maiores, têm buscado implantar um sistema de produção que busque maiores recuperações e melhor qualidade do produto final com menores taxas de geração de resíduos. Já as empresas menores encontram dificuldades neste sentido devido ao alto custo de contratação de serviços de consultoria voltados para o estudo adequado da área, planejamento e aplicação de técnicas adequadas de lavra e beneficiamento.

PESQUISA GEOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Segundo Chiodi Filho (1995), a realização de negócios com rochas ornamentais pressupõe o conhecimento integrado de todos os segmentos de atividades, tanto de pesquisa geológica, caracterização tecnológica e lavra, quanto de transporte, beneficiamento, marketing e comercialização. Ainda segundo o autor, tanto em programas exploratórios regionais quanto na pesquisa de detalhes, os levantamentos geológicos são orientados para a definição de bons materiais, em condições físicas e quantidades apropriadas.

Da Mata et al (2007) apresentaram um roteiro básico para pesquisa de rocha ornamental. As etapas usuais necessárias para pesquisa de rochas ornamentais são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Pesquisa de rochas ornamentais (adaptado de da Mata, 2007)

1	Estudos bibliográficos	Bibliografia existente como mapas geológicos, imagens de satélites, infraestrutura, geologia regional etc.
2	Trabalhos técnicos	Levantamentos topográficos, caracterização do maciço, afloramento, cobertura, relevo, acessos etc.
		Amostragem dos corpos de prova
		Caracterização tecnológica (desgaste, impacto, alterabilidade, dilatação térmica, resistência à flexão e compressão axial) e análise petrográfica.
		Análise geofísica
3	Cálculo de reservas e análise de pré-exequibilidade econômica de lavra	

Segundo Valadão et al (2010), a pesquisa mineral de rochas ornamentais apresenta características próprias quando comparada à pesquisa de outros bens minerais. Enquanto para os outros bens minerais a caracterização obedece a uma sequência de estudos que visam adequar o produto às especificações do mercado, nas rochas ornamentais, quase sempre a valorização do bem mineral está relacionada a aspectos visuais ligados à cor, ao tamanho e à forma dos grãos, bem como às propriedades físicas da rocha.

LAVRA DE ROCHAS QUE APRESENTAM FOLIAÇÃO

As rochas ornamentais, quando apresentam foliação e não se encontram em forma de maciços rochosos, não podem ser extraídas em blocos. Neste caso o material é extraído em placas, com posterior corte, esquadrejamento e polimento. Esse método apresenta grandes perdas, e muitas vezes não é executado depois de adequada caracterização da jazida e planejamento de lavra. A figura 1 mostra uma frente de lavra de quartzito extraído em placas.

Segundo Valadão et al (2010), que realizou estudos em pedreiras de quartzito foliado na região de Alpinópolis – MG, existem desde pedreiras com lavra pouco mecanizada e algumas técnicas convencionais de mineração até atividades quase que exclusivamente manuais, constituindo lavra de garimpo. O autor identificou deficiências básicas como falta de levantamento geológico de detalhe. Em termos de desenvolvimento de mina, deveria evitar-se depósito de rejeitos nas próprias cavas, projetarem-se acessos e áreas de trabalhos em termos de rampas, raios de curvas, sistemas de drenagem e outros. Nas etapas de lavra seria necessária alteração no plano de fogo, realização de testes com carrinho de piso, discos diamantados, rompedores hidráulicos e cunhas, além de analisar a viabilidade de se usar a lavra ascendente.



Figura 1 - Frente de lavra e remoção das placas de quartzito foliado – Alpinópolis / MG (Valadão et al, 2010).

LAVRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM MACIÇOS COMPACTOS

No caso de extração em maciços rochosos, podem-se aproveitar rochas isoladas na área da pedreira (lavra por matacão), ou detonando a base de um maciço e removendo-se os blocos aproveitáveis (lavra por desabamento). Mas o método de extração em blocos mais aplicado é removendo-se os blocos da frente de lavra através de técnicas de corte contínuo ou em costura (lavra por maciços rochosos).

A lavra por desabamento está em desuso, devido ao elevado grau de perda de material e ao impacto ambiental gerado. A lavra por matações é usada, porém em poucos casos ela é viável, mesmo assim gerando impacto ambiental em grandes áreas. A lavra por maciços rochosos é de longe a mais usada. A extração por maciços rochosos pode ser executada em cotas acima ou abaixo do nível do terreno. Para superfícies horizontais ou sub-horizontais, características de planícies ou de platôs elevados, a extração dá-se em cota inferior à cota natural do terreno, após a retirada do estéril. A frente de lavra será, então, do tipo fossa ou do tipo poço (também chamadas pedreira em cava) conforme ilustrado na figura 2.

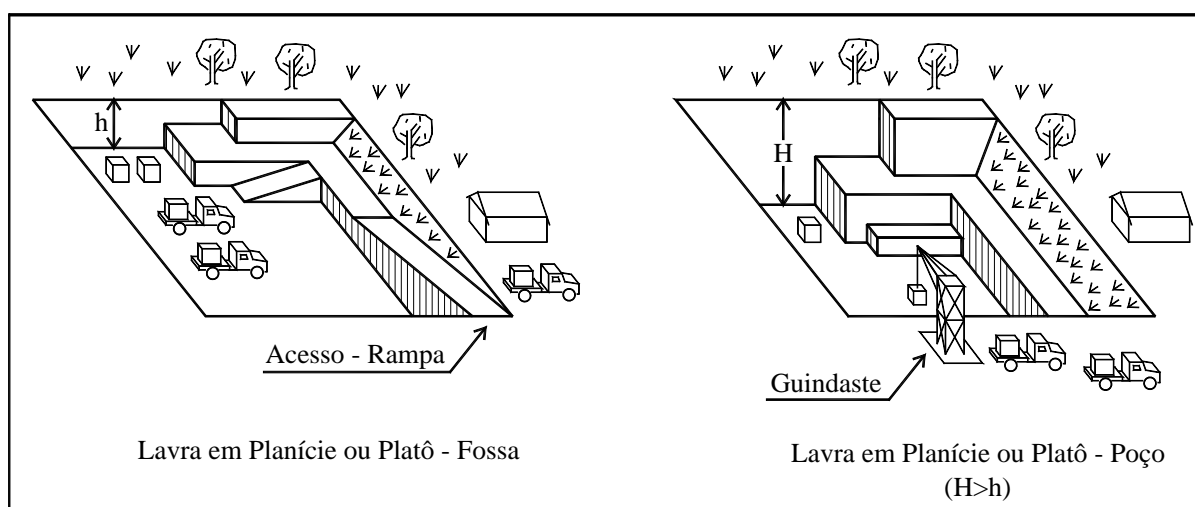


Figura 2 – Lavra em fossa ou poço (Cabello, 2011).

Quando a extração se dá acima do nível do terreno, a extração pode ser feita em bancadas baixas, cuja altura corresponde à altura do bloco (sendo melhor para jazidas homogêneas favorecendo a recuperação, pois é pouco seletiva) ou bancadas altas, constituindo-se de grandes pranchas com alturas de 4 a 16 metros (da Mata, 2003). A altura da prancha corresponderá a um número múltiplo de uma das dimensões do bloco comercializável. O método de bancadas altas é usado em maciços rochosos que apresentam heterogeneidade, pois permitem a seleção do bloco final durante corte do bloco secundário e final. Os blocos extraídos normalmente apresentam volumes entre 3m^3 e 8m^3 , podendo chegar a até 10m^3 . A figura 3 (Cabello, 2011) ilustra o método de lavra por bancadas. No caso do método de bancadas altas, o bloco primário é separado da frente de lavra por fogo de levante e corte por explosivos na face posterior, apenas na face lateral é utilizado o corte contínuo. Os blocos secundários e finais são liberados com cunhas ou corte contínuo.

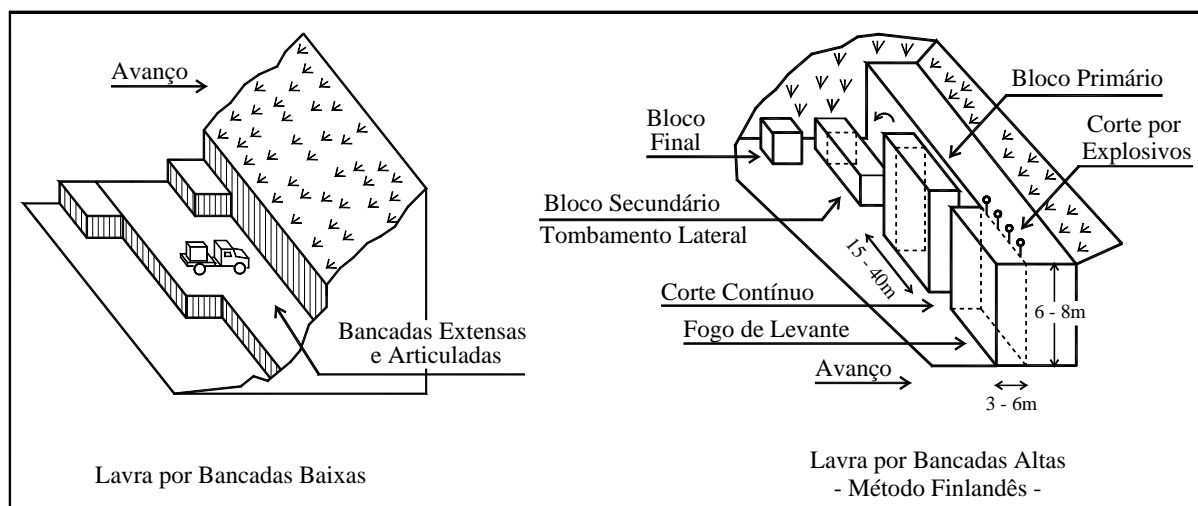


Figura 3 – Lavra por bancadas (Cabello, 2011).

Além da homogeneidade do maciço, outro fator que interfere na escolha do método é a configuração topográfica do terreno. Aclives menos acentuados tendem a ser trabalhados por bancadas baixas. O método de extração pode variar dentro de uma mesma frente de lavra, dependendo da configuração geológica e topográfica do terreno. Daí a importância de se conhecer com exatidão o relevo e as características geológicas do terreno.

TÉCNICAS DE CORTE

Durante todo o processo de lavra, os blocos precisam ser separados do maciço rochoso, bem como precisam ser cortados, reduzindo, assim, o tamanho dos mesmos para transporte (desdobramento do bloco primário) e para etapas posteriores de beneficiamento (esquadrejamento). Existem dois tipos básicos de corte: o corte contínuo e o corte em costura.

- **Corte Contínuo:**

O corte contínuo pode ser feito por meio de fios (helicoidal ou diamantado), correias ou discos. Podem ainda ser usadas técnicas como chama e jato de água. Na figura 4 (Almeida 2006), vê-se um esquema de corte contínuo por fio diamantado.

- **Corte em Costura:**

O corte em costura baseia-se na execução de furos via marteletes ou hastes rotativas. Os furos podem ser adjacentes ou espaçados.

Depois de feitos os furos, nos mesmos são colocados agentes expansivos (argamassas expansivas, de ação lenta, ou explosivos, de ação rápida) ou cunhas, que são peças metálicas inseridas no maciço ou no bloco em furos coplanares e paralelos. A figura 5 (Almeida, 2006) ilustra foto de aplicação de cunhas metálicas em bloco de esteatito.



Figura 4 – Corte vertical com fio diamantado (Almeida, 2006).



Figura 5 – Furos com cunhas metálicas (Almeida, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento dos métodos empregados na exploração de rochas ornamentais é de extrema importância para o desenvolvimento do setor que precisa urgentemente reduzir as perdas na produção reduzindo, assim, o volume de rejeitos gerados e aumentando o valor agregado dos produtos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, S. (2006) Lavra, artesanato e mercado do esteatito de Santa Rita de Ouro Preto, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Engenharia Mineral). Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 121p.
2. CABELLO, M. L. R. (2011) Reciclagem de resíduo gerado na extração de quartzito. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 172p.
3. CHIODI FILHO, C. (1995) Aspectos técnicos e econômicos do setor de rochas ornamentais. (série estudos e documentos – 28) CNPq/CETEM – Rio de Janeiro. 75p.
4. DA MATA, P. M. (2003) Indústria de Rochas Ornamentais: Rejeitos x Produção Limpa. Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM/BA. Salvador/BA.
5. DA MATA, P. M., Vêras, A. M., Correia, D. M. B. (2007) Roteiro básico para pesquisa de rocha ornamental: Modelo aceito pelo 7º DS/DNPM. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Geologia em Aracaju/SE (2006) e no III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais – Natal/RN (2007)
6. VALADÃO, G. E. S., Dutra, J. I. G., Galéry, R., Morais, B. F., Braga, G. P, Oliveira, M. M. (2010) Quartzito no parque nacional da serra da Canastra e seu entorno – Relatório Final. DEMIN (Departamento de Engenharia de Minas), UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais).