

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE MINERAÇÃO NO PLANEJAMENTO DE LAVRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Engº.Minas Adriano Caranassios, DSc - Consultor

Engº.Minas Giorgio de Tomi, DSc- Consultor

Engº.Minas Nelson Senhorinho Silva- USP

RESUMO

A aplicação de software de mineração se popularizou significativamente nos últimos anos, estendendo-se desde manuseio de dados geológicos até modelagem geológica e planejamento de lavra, tanto em minas a céu aberto quanto subterrâneas. Para minas de rochas ornamentais, essa aplicação ainda é relativamente limitada, com poucas referências na literatura.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem conceitual do potencial de utilização de software de mineração na modelagem geológica e em particular, no planejamento de lavra de minas de rochas ornamentais. Junto com essa abordagem conceitual, serão apresentados exemplos de aplicações específicas de casos-estudo Brasileiros.

A importância da utilização de software de mineração em minas de rochas ornamentais está associada à versatilidade que é proporcionada no planejamento de lavra de curto, médio e longo prazo. Como ferramenta especializada de engenharia, o software de mineração facilita a realização de iterações sobre os parâmetros de planejamento, de modo a permitir maior rapidez e precisão nas análises de sensibilidade do avanço e controle de qualidade da lavra.

1 - INTRODUÇÃO

A mineração está entre os campos pioneiros do uso de métodos computacionais, já que existem aplicativos desenvolvidos desde o início dos anos 60 em geologia. No entanto, até os anos 80, apenas empresas de mineração de grande porte tinham acesso à programas especializados para a mineração, quase sempre desenvolvidos internamente, por equipes especializadas, sendo os sistemas concebidos altamente dependentes do hardware utilizado e dos sistemas operacionais onde haviam sido desenvolvidos. Este cenário vem sendo gradativamente modificado, graças à maior penetração adquirida pelos softwares comerciais especializados em mineração, os quais, contando com o grande apoio concedido pela intensa revolução tecnológica nos equipamentos de hardware, permitiram a difusão em larga escala de computadores pessoais e programas mais acessíveis e amigáveis, com grande capacidade de processamento em espaços físicos cada vez menores e preços mais baratos.

Software de mineração é o termo usado para descrever os sistemas informatizados e integrados utilizados em operações mineiras, responsáveis pelo manuseio e processamento de informações que passam pela topografia, geologia,

aspectos geotécnicos e análises químicas e que podem gerar modelos muito próximos do real em tempo reduzido e com natureza dinâmica. Isso significa que estes programas podem ser facilmente retro-alimentados com informações atualizadas, tão logo estas se tornem disponíveis, obtendo novos modelos e aproveitando ao máximo os benefícios da informatização.

No setor de rochas ornamentais, o conceito de mineração vem sendo gradativamente desenvolvido, mesmo que este tipo de lavra não comporte parâmetros comuns em outros setores da mineração, com é o caso de teores, desmonte por explosivos, etc. No entanto, devido à observância de parâmetros de controle igualmente importantes como feições estruturais (falhas, juntas, fraturas, preenchimentos, etc.), intrusões (xenólitos), padrão mineralógico; etc., o setor de rochas ornamentais demanda significativo planejamento na extração dos blocos, visando maior aproveitamento da reserva (maximizar o volume de blocos extraídos). É justamente para suprir e auxiliar estes aspectos da lavra de rochas ornamentais que as ferramentas informatizadas e integradas do software de mineração podem ser amplamente utilizadas.

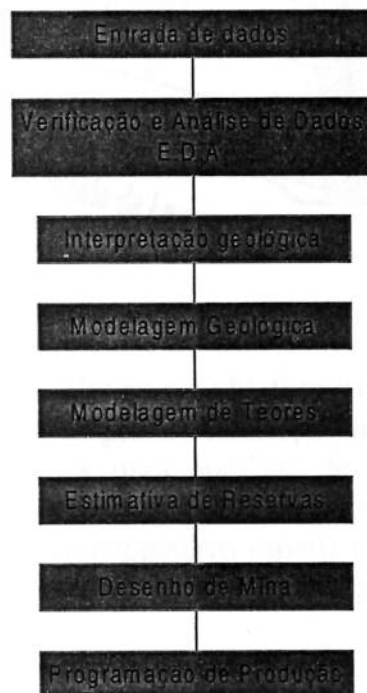


Figura 1: Etapas sequenciais de Aplicação do Software de Mineração.

2 - PLANEJAMENTO DE LAVRA INFORMATIZADO

A Figura 1 apresenta um resumo das principais atividades que podem ser executadas com software de mineração. A disposição da figura também representa como o fluxo de informações migra do estágio inicial de estruturação do banco de dados até o planejamento de mina, bem como ilustra o processo de retro-alimentação e a natureza iterativa do processo de planejamento de lavra.

3 - APLICAÇÃO EM ROCHAS ORNAMENTAIS

Um dos métodos tradicionais de se executar o planejamento de lavra em minas de rocha ornamental é através do posicionamento manual do alinhamento da frente de lavra, com o subsequente ajuste dos blocos de acordo com a direção do avanço de lavra. Neste método são evitadas áreas de instabilidade ou de conhecida presença de estruturas geológicas como falhas, fraturas e intrusões, baseado em mapeamentos e informações geológicas. A Figura 2, a seguir, ilustra os conceitos de avanço e alinhamento de blocos.

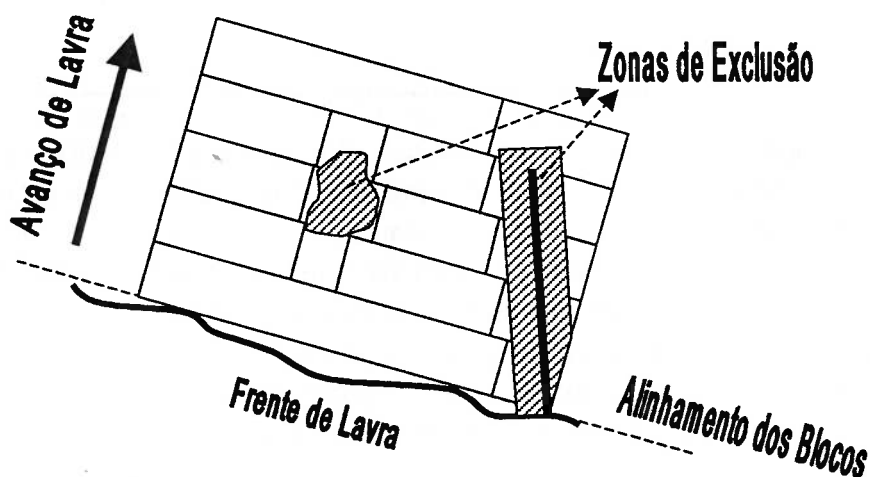


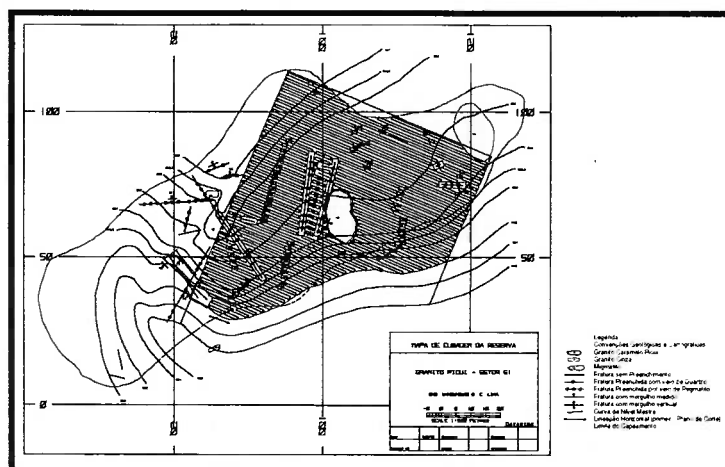
Figura 2: Alinhamento e posicionamento de blocos de lavra.

Este método atender normalmente o objetivo inicial de maximizar o volume de blocos extraídos; no entanto, uma grande limitação intrínseca ao método manual é a dificuldade em gerar informações para análises de sensibilidade de cada variável operacional envolvida no processo de posicionamento dos blocos. Isso porque, para cada novo posicionamento, se faz necessário repetir o processo manual de ajuste das dimensões dos blocos aos limites de lavra e eventuais zonas de exclusão.

Com o objetivo de demonstrar as aplicações e os benefícios práticos do uso de software específico de mineração em minas de rochas ornamentais, serão apresentados a seguir 2 casos-estudos, onde foram utilizadas as ferramentas do software de mineração.

Caso-estudo 1 - O primeiro depósito em estudo é um depósito de granito localizado no Estado da Paraíba. Foi feito um comparativo entre os métodos de posicionamento dos blocos: manual, tradicionalmente utilizado nas minas de rocha ornamental; e o automático, obtido mediante software de mineração. Este trabalho foi publicado nos anais do VI Workshop DATAMINE (Lima *et al.*, 1998), sendo apresentada aqui uma abordagem sumarizada dos resultados obtidos.

Figura 3: Posicionamento Automático de Blocos de Granito



A Figura 3 mostra o planejamento de lavra, com o posicionamento automático dos blocos utilizando software de mineração, onde estes foram posicionados segundo um avanço transversal de 1.90m dentro da área de lavra. Estão também indicados os limites de lavra delineados pelas: fraturas principais, com e sem preechimento; xenólitos (intrusões); regiões intemperizadas; despadronizações de cores; e as respectivas zonas de exclusão associadas a cada estrutura, ao redor das quais foi designada uma zona de exclusão de 0.5m. A vantagem deste método consiste na grande flexibilidade das funções de geração de blocos, que permitem definí-los em três dimensões com o ajuste preciso e muito rápido, segundo seus limites verticais e horizontais.

As variáveis utilizadas pelo programa são as seguintes:

- Angulo de rotação horizontal : 23°
- Dimensão transversal: 1.9 m
- Dimensão longitudinal máxima: 100 m

Com estas variáveis definidas, além dos modelos tri-dimensionais das fraturas, limites de lavra, topografia original e superfície da camada de cobertura, o programa pode posicionar automaticamente os blocos de lavra dentro dos limites fornecidos. Outra vantagem significativa do posicionamento automático de blocos é a possibilidade de executar análise de sensibilidade sobre os parâmetros de projeto. Por exemplo, variáveis de lavra, como: novas direções de alinhamento dos blocos; diferentes dimensões das zonas de exclusão; novas dimensões dos avanços de lavra transversal e dos blocos na direção longitudinal; etc, como ilustrado na Figura 4, onde o ângulo de rotação horizontal foi modificado para 60° .

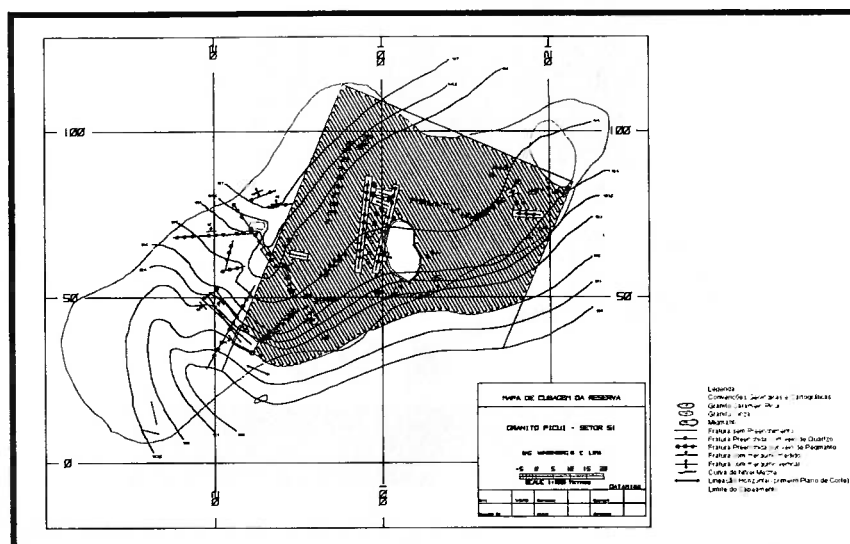


Figura 4: Sensibilidade no Alinhamento do Posicionamento Automático de Blocos

Caso-estudo 2 - O segundo caso-estudo ilustra como a informatização pode ajudar no planejamento, no marketing e na comercialização do produto (rocha ornamental). Nesse caso, foi criado o modelo detalhado de uma mina, apresentando qualidade e quantidade (reservas geológicas) atualizadas dinamicamente de acordo com qualquer escala de tempo e produção desejadas.

A Figura 5 apresenta um diagrama ilustrativo do fluxo de informações e acesso à dados atualizados numa mina de granito ornamental, totalmente informatizada. A mina objeto do exemplo faz parte do projeto sendo implantado por uma empresa do Estado do Ceará.

No caso ilustrado, um cliente interessado num determinado tipo de granito da empresa produtora poderá ser informado, imediatamente, dos tipos de granitos disponíveis na pedreira, da quantidade de blocos disponíveis em reserva medida e indicada, topografia atualizada das frentes de lavra, etc. Este tipo de informação poderá ser facilmente acessada desde outras pedreiras da empresa, desde o escritório central, ou mesmo diretamente dos escritórios de vendas que podem estar localizados em outras cidades ou mesmo em outros países.

Utilizando os recursos do software de mineração, os responsáveis pelo planejamento da empresa irão atualizar diariamente os avanços da lavra, as reservas disponíveis e os blocos já extraídos, juntamente com informações de qualidade específicas da produção. Esses dados poderão ser disponibilizados diariamente aos escritórios de vendas, onde os clientes poderão acessar as informações atualizadas.

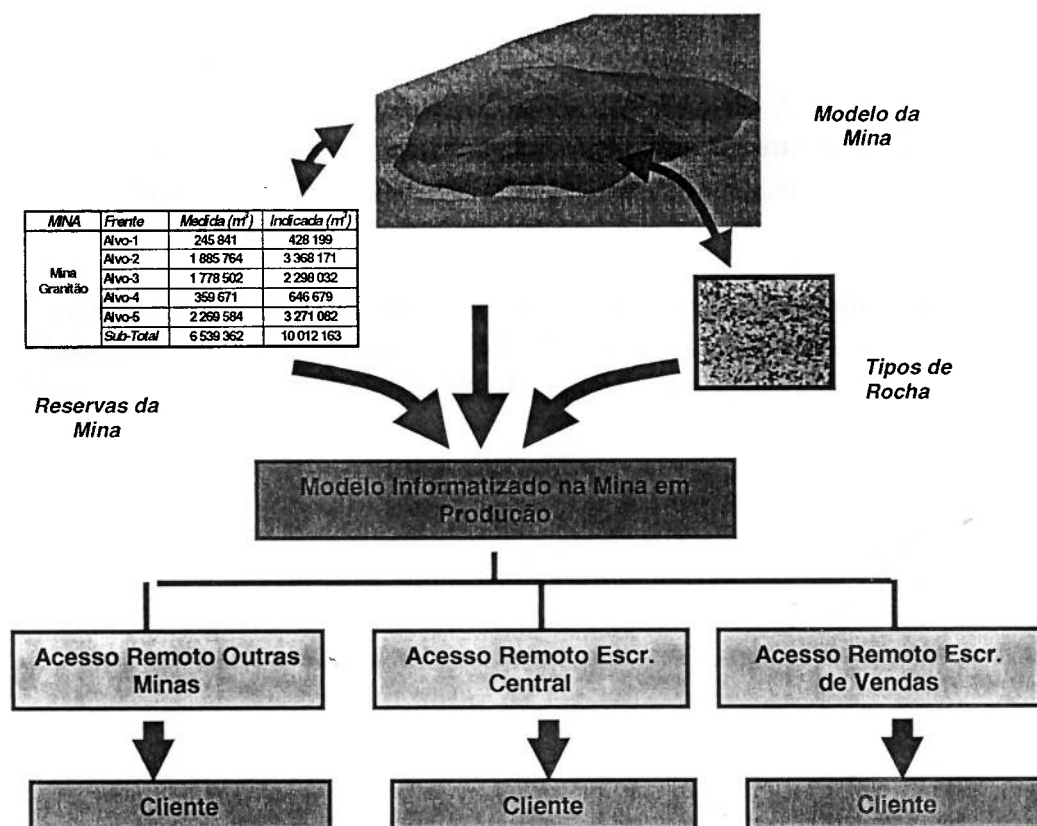


Figura 5: Diagrama do Sistema de Informação de um Mina de Granito Ornamental

4 - CONCLUSÕES

Algumas das vantagens da utilização de software de mineração em minas de rochas ornamentais foram destacadas nos casos-estudo apresentados neste trabalho. Em particular, foi mostrado como a versatilidade associada à utilização de uma ferramenta informatizada proporciona um melhor e mais adequado planejamento de lavra de curto, médio e longo prazo. Além disso, por ser essencialmente uma ferramenta de engenharia, o software de mineração facilita a execução de análise de sensibilidade sobre as variáveis de planejamento, permitindo maior controle de qualidade da lavra. Outra vantagem significativa da informatização do planejamento foi exemplificada com a mina modelo de granito, onde o fluxo de dados de geologia e planejamento podem auxiliar de forma definitiva a comercialização dos materiais produzidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Lima, W.B.C.; Lima, A.A.; De Tomi, G.; Silva A.H.M.; **Posicionamento Automático de Blocos de Lavra em Rocha Ornamental.** In: VI Workshop DATAMINE no Brasil, pp. 63-68, DATAMINE Latin America, São Paulo, 1998.
- 2 - De Tomi, G.; **Software de Mineração: A Solução para Modelagem Geológica e Planejamento de Minas.** In: 6º Seminário Nacional de Informática em Mineração, pp. 214-219, IBRAM, Belo Horizonte, 1996.

I SEMINÁRIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE

Centro de Convenções de Pernambuco
Olinda - PE, 09 a 14 de Novembro 1998

ANAIS



553.5(812/813)
Se52r
1º

