

O ENSINO DE TÉCNICAS DE PESQUISA OPERACIONAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA DE MINAS

Luiz Ricardo Pinto

DEMIN / EM / UFOP

lrpinto@degeo.ufop.br

Resumo. *A pesquisa operacional teve sua origem na década de 40, durante a segunda guerra mundial e, desde então, seu uso tem sido popularizado nos diversos ramos da ciência, notadamente na área das engenharias e administração. Isto se deve, principalmente, a sua comprovada eficiência como ferramenta de auxílio à tomada de decisão. Este trabalho trata da importância da inclusão de disciplinas ligadas à área de pesquisa operacional nos currículos dos cursos de engenharia de minas. É feita uma abordagem sobre as diversas aplicações de pesquisa operacional na mineração, ressaltando os benefícios obtidos com o uso de cada uma delas. Também é feita uma análise enfocando o conteúdo das disciplinas ligadas à área de pesquisa operacional contidas nas grades curriculares de cursos de engenharia de minas existentes no Brasil.*

Palavras-chaves: Ensino, Mineração, Pesquisa operacional.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de ferramentas matemáticas de auxílio ao processo decisório fez nascer, durante a segunda guerra mundial, a pesquisa operacional. Naquela ocasião houve o desenvolvimento de algumas técnicas, como a programação matemática e a simulação, que auxiliaram, em muito, os aliados na resolução de diversos problemas, como a alocação de recursos e a análise da difusão de neutrons usada nos estudos ligados à fabricação da bomba atômica.

As ferramentas utilizadas, mostraram-se extremamente eficientes e tornaram-se, desde então, componentes essenciais no estudo de problemas variados ligados à otimização.

O uso das técnicas desenvolvidas foi imediatamente absorvido nos meios científicos, deixando de ser uma exclusividade dos militares. Novas técnicas surgiram e sua popularização foi uma consequência natural de sua eficácia. Com o surgimento dos computadores e, particularmente com a grande popularização dos microcomputadores, seu uso têm experimentado crescimento vertiginoso, notadamente na área das engenharias e da administração.

Na área mineral, o uso de técnicas de pesquisa operacional ainda pode ser considerado tímido, se comparado a outras áreas, como por exemplo, à indústria de manufatura, onde os estudos se desenvolveram rapidamente.

A inclusão de disciplinas ligadas à pesquisa operacional nos cursos de engenharia de minas tem tentado suprir um pouco a carência de conhecimento de suas técnicas por parte dos profissionais da área.

2. A APLICAÇÃO DE PESQUISA OPERACIONAL NA MINERAÇÃO

As aplicações de técnicas de pesquisa operacional (P.O.) na mineração em todo o mundo, e particularmente no Brasil, são ainda hoje relativamente pequenas se comparadas a outros tipos de indústria, apesar de terem começado há cerca de quatro décadas, segundo Rasche e Sturgul (1991). Enquanto o mundo tem mostrado um crescente interesse no uso dessas técnicas, na área mineral este crescimento ainda é um tanto quanto tímido.

Em um trabalho de pesquisa realizado no final dos anos 80, sobre aplicações de técnicas de P.O. na mineração, Topuz e Duan (1989), constataram que aplicações envolvendo programação linear e não linear representavam mais de 40% das aplicações de P.O. na mineração enquanto a programação / processos estocásticos representavam muito pouco (cerca de 7%), como pode ser verificado pelo gráfico apresentado na figura 1.

Obviamente, devido ao fato do referido levantamento ter sido feito a 11 anos, mudanças podem ter ocorrido na distribuição da aplicação das técnicas, mas quase que certamente, a programação matemática ainda predomina em relação às demais.

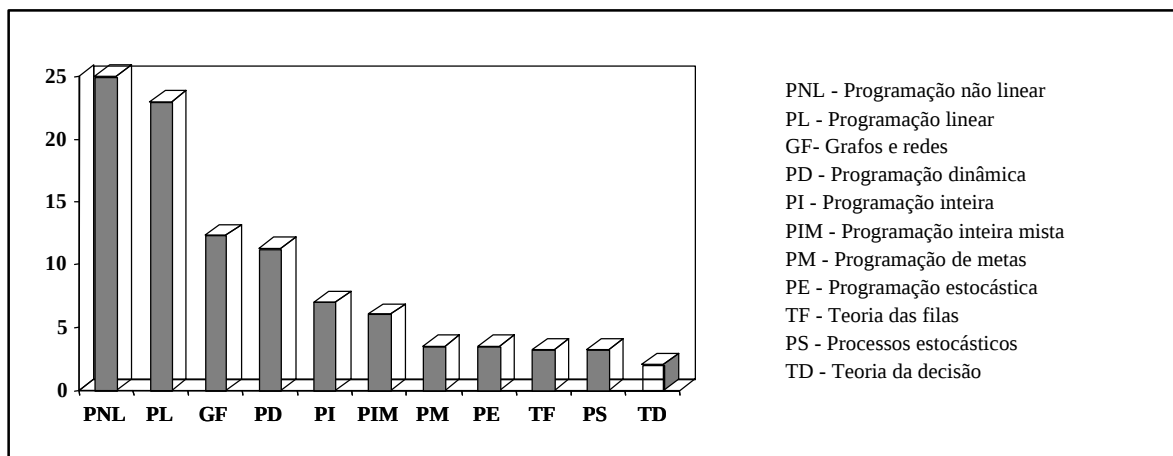


Figura 1 – Aplicações de P.O. na mineração

O exemplo mais trivial de aplicação de programação matemática na mineração é a adaptação do problema da mistura para otimização da blendagem de minérios provenientes de pilhas de estoque ou de frentes de lavra como foi mostrado por Pinto (1995).

O uso de programação linear e não linear para resolução deste tipo de problema facilita o trabalho dos técnicos na busca da quantidade ideal de minério a ser retirada de cada pilha para a formação de uma mistura que atenda os requisitos de qualidade e quantidade. Da mesma forma, podem ser determinados os ritmos de lavra ideais de cada frente de lavra para que o “Run of Mine” atenda as especificações estabelecidas.

Tudo isto pode ser feito de forma otimizada e rápida através da utilização de sistemas especificamente desenvolvidos para esta finalidade ou mesmo com a utilização de pacotes de programas de otimização de uso genérico disponíveis no mercado.

A área de geoestatística é uma das que utilizam técnicas de P.O. com uma frequência regular. Entre as técnicas usadas por esta área podem ser citadas a programação matemática

e a simulação de Monte Carlo. A aplicação destas ferramentas melhoram em muito a estimação das variáveis geológicas de um depósito mineral.

Os sistemas de gerenciamento das operações de lavra, controle de tráfego e despacho automatizado de caminhões, utilizam técnicas variadas de P.O., como a programação matemática, simulação e grafos. Na última década, houve um crescimento acentuado desses sistemas no Brasil e boa parte das empresas que operam minas a céu aberto de grande porte já os utilizam.

Entre as vantagens proporcionadas pelo uso de tais sistemas, podem ser citados o aumento da produtividade das frotas de carregamento e transporte, o controle, em tempo real, das atividades dos equipamentos e da formação das pilhas de homogeneização.

A aplicação de simulação a eventos discretos para análise de cenários de produção em minas a céu aberto e subterrânea têm aumentado na década de 90. O uso de metodologias e sistemas específicos para simulação de operações de lavra de minas tornou-se viável e estas ferramentas podem se tornar de uso corriqueiro brevemente, como mostrado no trabalho de Pinto (1999).

O uso de simulação na área de beneficiamento de minérios também se consolida a cada dia, com benefícios que causam impactos diretos sobre a produtividade dos processos e usinas como um todo. O mesmo acontece com o transporte de minérios entre minas e usinas metalúrgicas e/ou portos.

Além das aplicações mencionadas, existem inúmeras outras que não cabem aqui serem citadas. O uso de P.O. deve crescer ainda mais nestes próximos anos devido ao constante aumento na cobrança por operações cada vez mais otimizadas nos aspectos técnicos e econômicos. As técnicas de P. O. atuam como ferramentas de auxílio ao processo decisório, tornando as decisões do engenheiro de minas mais embasadas cientificamente e menos baseadas em sentimentos, que por vezes podem atuar como armadilhas, com conseqüências nem sempre contornáveis.

3. A PESQUISA OPERACIONAL NOS CURRÍCULOS DE ENGENHARIA DE MINAS

Como visto anteriormente, a pesquisa operacional tem se mostrado uma ferramenta cujo uso na mineração tem aumentado a cada ano. Para acompanhar esta tendência é necessário que o engenheiro de minas tenha, no mínimo, noções das técnicas mais amplamente usadas. Não se trata de transformar o engenheiro de minas em um analista de P.O., mas de dar a ele o conhecimento necessário para que lhe seja possível proceder uma análise crítica das diversas ferramentas que lhe serão apresentadas na vida profissional.

Como forma de apresentar ao futuro engenheiro de minas algumas técnicas de P.O., as universidades têm introduzido nos currículos dos cursos disciplinas que tratam do assunto.

Normalmente, o conteúdo programático das disciplinas abrange programação matemática (principalmente programação linear), teoria das filas e Pert-CPM, como pode ser visto, por exemplo, nos programas das disciplinas “Pesquisa Operacional” da UFPE e “Pesquisa Operacional Aplicada à Mineração” da UFMG. Na UFOP, o programa da disciplina “Pesquisa Operacional Aplicada à Engenharia de Minas” abrange também simulação a eventos discretos e noções da teoria dos grafos.

As disciplinas ligadas à área de P.O. ainda apresentam carga horária pequena, não sendo possível um maior aprofundamento dos estudos neste campo. Isto ocorre porque as grades curriculares já se encontram completamente preenchidas com disciplinas específicas das áreas de mineração e geologia. Porém, o ensino de tais técnicas dá ao futuro engenheiro de minas, caso queira ou lhe seja solicitado, condições de desenvolver mais profundamente seus estudos nas referidas áreas.

Este aprofundamento, pode ser feito ainda durante sua graduação, através de sua participação em disciplinas oferecidas pelos cursos de Engenharia de Produção. Um estudante de engenharia de minas que cursar disciplinas específicas de P.O. existentes nos currículos dos cursos de engenharia de produção, certamente estará se tornando diferenciado e mais competitivo no mercado profissional, pois esta área do conhecimento está, sem dúvida alguma, entre as mais importantes da atualidade.

Saindo da graduação, já é possível encontrar nos cursos de pós-graduação em engenharia de minas do Brasil, disciplinas cujo nível de aprofundamento na área de pesquisa operacional aplicada à mineração é mais avançado, possibilitando ao estudante desenvolver pesquisas em tais áreas. Este é o caso do Curso de Mestrado em Engenharia Mineral da UFOP, que oferece disciplinas voltadas especificamente para a aplicação de P.O. na área de lavra de minas.

4. CONCLUSÕES

A necessidade do conhecimento de técnicas de P.O. por parte do engenheiro de minas é algo que se torna cada dia mais evidente. A causa disso é o aumento contínuo na busca de soluções cada vez mais otimizadas para os diversos problemas encontrados no cotidiano da mineração. A possibilidade de uso de ferramentas que tornem as decisões cientificamente mais embasadas aumenta ainda mais a exigência do mercado.

Disponibilizar disciplinas que passem ao estudante de engenharia de minas noções das diversas técnicas de P.O. existentes é o mínimo que deve ser feito pelas universidades para manter seus cursos atualizados e em harmonia com as exigências do mercado. Além disso, deve ser informado ao estudante a possibilidade de cursar disciplinas específicas da área de P.O. existentes nas grades curriculares dos cursos de engenharia de produção.

REFERÊNCIAS

- PINTO, L. R., "*Uso de técnicas de pesquisa operacional na otimização das operações de lavra*", In: VI Congresso Brasileiro de Mineração, pp. 53-61, Salvador, Ago, 1995.
- PINTO, L. R., "*Metodologia de análise do planejamento de lavra de minas a céu aberto baseada em simulação das operações de lavra*". Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1999. 180 pp.
- RASCHE, T., STURGUL, J. R., "*A simulation to assist a small mine: a case study*", *International Journal of Surface Mining and Reclamation*, n. 5, pp. 123-128, 1991.
- TOPUZ, E., DUAN, C., "*A survey of operations research applications in the mining industry*", *CIM Bulletin*, v.82, n. 925, pp. 48-50, May, 1989.