

PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA E LOGÍSTICA COM A TECNOLOGIA DE SIMULAÇÃO*

*Marcelo Koiti Fugihara¹
Fábio Heiji Yamada²
Ruano Fonseca Araujo³*

Resumo

Conceituação sobre a tecnologia de simulação e otimização de processos industriais aplicada no ambiente de mineração: ferramentas e metodologias envolvidas. Esclarecimentos acerca do diferencial destas técnicas quando confrontadas com abordagens quantitativas estáticas (intuição, uso de planilhas eletrônicas estáticas, etc.). Apresentação de casos práticos em grandes empresas de mineração do Brasil na forma de um painel de aplicações diversificadas desta tecnologia. Serão ilustrados através de modelos de simulação dinâmica destas operações, cada um com seu conjunto de objetivos; escopo e resultados obtidos (por exemplo: dimensionamento de equipamentos, silos, pilhas para operações de beneficiamento do minério, dimensionamento de recursos para as operações logísticas na mina, transporte do ROM, plano de operações das minas subterrâneas, etc.).

Palavras-chave: Mineração, Processos, Simulação, Otimização.

CAPACITY PLANNING FOR MANUFACTURING AND LOGISTICS BASED ON SIMULATION TECHNOLOGY

Abstract

Conception the simulation and optimization technologies for industrial processes applied in the mining environment: tools and methodologies. Clarifications provided about the differences of these techniques when compared with static analysis (intuition, use of static spreadsheets, etc.). Presentation of practical cases at several big mining companies in Brazil. These projects will be presented and illustrated through dynamic simulation models developed at those companies, each one with its set of objectives, scope and results (for example: sizing the number of equipment, silo, piles related to the mining processing, logistics, ROM transportation, mine operations plan, etc.).

Keywords: Mining, Processes, Simulation, Optimization.

¹ *Diretor da Belge Engenharia, São Paulo-SP*

² *Gerente da Belge Engenharia, São Paulo-SP*

³ *Coordenador de Projetos da Belge Engenharia, São Paulo-SP*

1 INTRODUÇÃO

As atividades de mineração são reconhecidamente de alto impacto ambiental. Com isso, as empresas deste setor precisam ser capazes de atender esses requisitos, e ao mesmo tempo, desenvolver operações cada vez mais eficientes para serem competitivas no mercado internacional. Para isso, notam-se alguns desafios do setor:

- Necessidade de adoção de tecnologias de otimização operacional
- Redução da emissão de gases de efeito estufa e consumo de energia
- Escolha dos investimentos que trarão o melhor resultado
- Planejar e otimizar as operações de lavra e transformação
- Planejar e otimizar a logística (transportes, portos, etc)



Figura 1 – Porto de minério de ferro e operação de transporte de ROM

A necessidade de crescimento e os crescentes custos exigem, de maneira acentuada, maior capacidade administrativa e gerencial dos grupos nacionais. Assim, as empresas necessitam de respostas cada vez mais rápidas, utilizando técnicas de tomada de decisão que ponderem todos os fatores críticos, a fim de que a decisão tomada seja a melhor possível. Neste contexto, a simulação computacional se mostra uma técnica bastante eficaz no apoio à tomada de decisão e na busca do melhor uso para os recursos produtivos e de transporte.

Simulação de processos é uma forma de experimentar, através de um modelo, um sistema real, determinando-se como este sistema responderá a modificações que lhe são propostas. Em outras palavras: reproduz-se, no computador, um sistema real, para que seja possível realizar testes de diferentes alternativas ('what if'), como destacam Law e Kelton (4).

Para cada situação, visualiza-se o funcionamento e comportamento dinâmico do sistema e, ao final, gera-se relatórios para que se possa analisar seu desempenho. Este desempenho pode ser medido através da identificação de gargalos, do nível de ocupação de equipamentos, transportadores e recursos humanos, além do monitoramento de variáveis de interesse como: estoques, ciclo produtivo etc.

2 METODOLOGIA

Para Shannon (1), a simulação pode ser compreendida como a representação ou reprodução de um processo, fenômeno ou sistema relativamente complexo, geralmente para fins científicos, de observação, análise e predição. Outra definição que pode ser dada é de experiência ou ensaio realizado com o auxílio de modelos, relativos a processos concretos que não podem passar por experimentação direta. Simular, segundo Bateman (3), “é fazer parecer real aquilo que não é, ou seja, reproduzir, da forma mais aproximada da realidade, certos aspectos de uma situação ou processo”.

Como se observa, a simulação é um processo amplo, que compreende não somente a construção do modelo, mas também todo o método experimental que se segue, buscando, como mostram Gordon (2):

- a) descrever o comportamento do sistema;
- b) construir teorias e hipóteses considerando observações efetuadas;
- c) usar o modelo para prever o comportamento futuro, isto é, os efeitos produzidos por alterações no sistema ou nos métodos empregados em sua operação.

O conceito de simulação aqui apresentado, utilizando a tecnologia do software comercial de simulação ProModel, se relaciona à realidade de programação de produção em mineração e às premissas que devem ser consideradas nesse tipo de projeto. Este conceito engloba o uso de planilhas de programação com os detalhes de diversos aspectos relacionados à produtividade no escoamento logístico. Estes aspectos são modelados em forma de parâmetros, podendo ser alterados para a criação de cenários e a execução de testes. O detalhamento inclui:

- Programação de expedição com base nas diferentes taxas de produção dos minérios;
- Desenvolvimento de layout e infraestrutura necessária para otimização da logística interna e externa.
- Os estoques de ROM e o dimensionamento de recursos para viabilizar a expedição dos produtos.

A metodologia utilizada na construção do modelo de simulação, segundo Freitas (5), é apresentada na Figura 2. Esta metodologia é interativa e cada atividade é definida e algumas vezes redefinida com esta interação, permitindo um maior detalhamento do estudo.

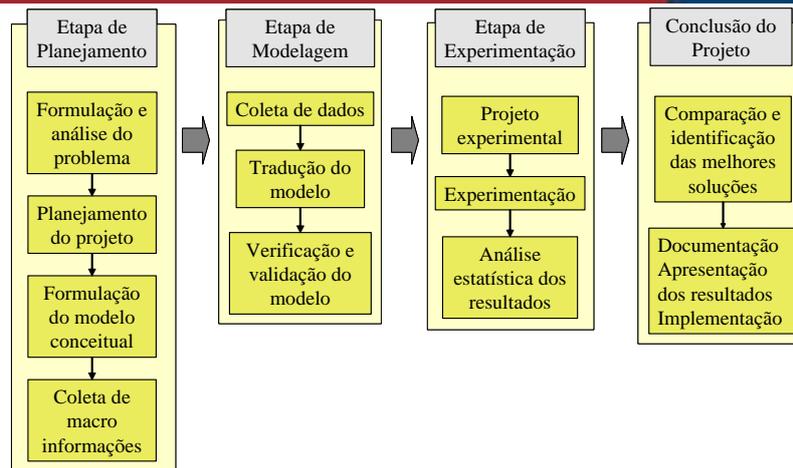


Figura 2 – Passos na Formulação de um Estudo de Simulação

O planejamento inicial (definição de objetivos, levantamento de restrições e preparação das especificações da simulação) e a definição do sistema são importantes para se chegar a conclusões quanto aos processos mais significativos (que precisariam de mais detalhamento) e quanto às simplificações que deveriam ser realizadas.

3. APLICAÇÃO

Diversos projetos, em importantes mineradoras brasileiras, foram desenvolvidos utilizando conceitos de simulação. Entre as principais aplicações, destacamos:

- Planejar as capacidades requeridas do sistema produtivo (dimensionamento de equipamentos, silos, tanques, esteiras, britadores, peneiras, etc)
- Otimizar os ativos de logística: portaria, balança, equipamentos de handling, capacidade estática de armazenagem requerida (pilhas, armazéns)
- Otimizar a frota: quantidade mínima de caminhões requeridos para o atendimento da demanda (ajuda na redução da emissão de CO2 e custos)
- Estudo de confiabilidade: planejamento da disponibilidade física do sistema produtivo em função do plano de manutenções
- Realizar o balanço hídrico: requisitos para o menor consumo de água no sistema
- Planejar a capacidade da operação portuária: recebimento rodo / ferro, equipamentos e áreas de estocagem, berços e shiploaders, análise de filas dos navios, trens, caminhões, etc.

A seguir serão discutidos os conceitos aplicados em uma grande mineradora global.

O case que será apresentado a seguir foi realizado para o planejamento das operações logísticas de uma nova planta.

Ao longo do desenvolvimento do projeto de engenharia surgiram vários questionamentos que demandavam uma análise mais profunda para garantir que o plano funcionasse corretamente conforme o planejado. Dessa forma, foi desenvolvido um estudo baseado na tecnologia de simulação dinâmica que englobava as operações de produção, estocagem em pilhas intermediárias, ensacamento, estocagem em Big Bags e granel, expedição dos caminhões e todo fluxo interno na usina e externo até a chegada no ponto de entrega.



Figura 3 – Vista do modelo de simulação da planta virtual futura

Na figura 3 podemos ver as áreas envolvidas no escopo deste estudo que incluem: pátio de veículos, portaria, balança, docas para embarque da carga em big bags e granel, local para enlonação e lavador de rodas. Após a produção do minério, foram modelados os estoques intermediários em pilhas, escadeiras e estoque de big bags.

Na figura 4 visualizamos os fluxos rodoviários dos caminhões para o transporte do minério até o seu destino. A modelagem desses processos foi importante para o dimensionamento da frota requerida para o transporte do minério com alto nível de serviço e menor custo operacional.

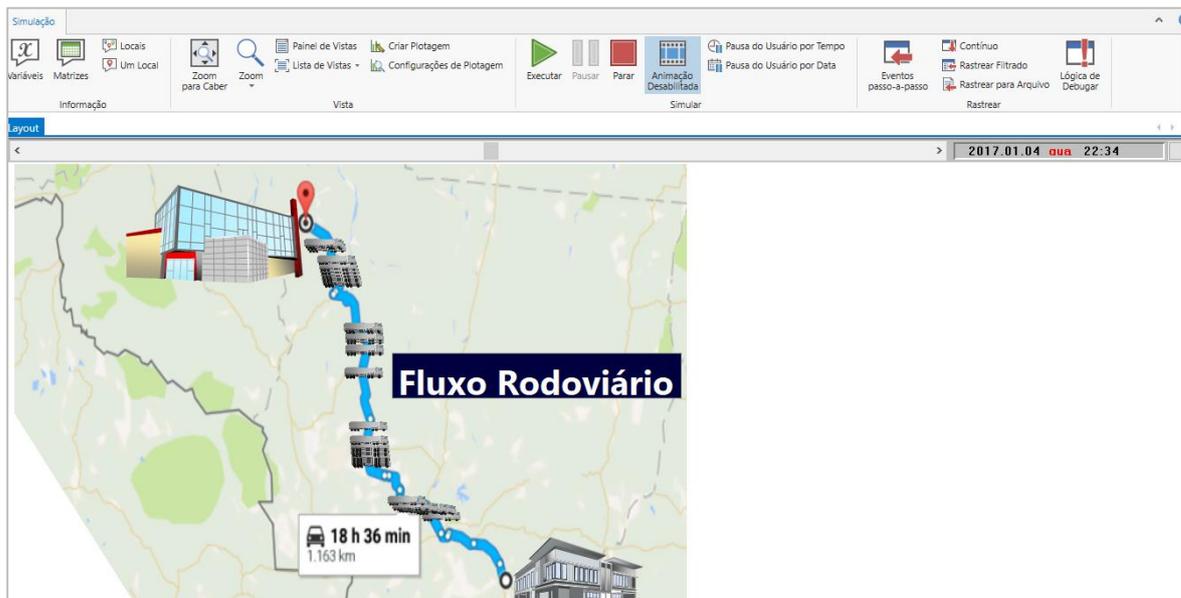


Figura 4 – Vista do modelo de simulação do transporte rodoviário

O modelo de simulação foi essencial para ajudar a mineradora a responder várias questões de dimensionamento e fundamentação para a tomada de decisão sobre os requisitos necessários para o avanço do projeto. Algumas respostas:

- Identificação do verdadeiro gargalo: o enlonação. Ao aprimorar a forma de fazer a operação e reduzindo o tempo desta operação foi possível reduzir a frota de caminhões e a quantidade de docas
- Dimensionamento do tamanho das pilhas (buffers) do minério para o abastecimento das ensacadeiras e da capacidade estática de estocagem do armazém de big bags
- Redução de 1 ensacadeira no investimento para o volume de pico projetado
- Avaliação quantidade requerida e o melhor tipo de pá carregadeira responsável pelo handling do minério
- Dimensionamento do tamanho do pátio de veículos para o atendimento do volume de pico

4. CONCLUSÃO

A metodologia abordada neste artigo se mostra prática e traz retornos rápidos com várias vantagens frente a outros sistemas que podem se apresentar onerosos e complexos no planejamento de operações futuras e novas plantas ou ineficazes. Tal metodologia foi implementada em diversas grandes empresas no Brasil e exterior e apresentou resultados que trouxeram grandes benefícios para as empresas.

- Eliminar desperdícios: investir na quantidade e local correto
- Identificar e eliminar os gargalos: antever problemas e identificar as soluções antes das implementações para garantir que o desenho da operação futura funcione conforme o planejado

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SHANNON, R. E. **Systems Simulation: The Art and Science**. Prentice-Hall. 1975
- [2] GORDON, G. **System Simulation**, 2nd ed. Prentice-Hall.1978
- [3] BATEMAN, R. E. **System Improvement Using Simulation**. Utah, PROMODEL [4] CORPORATION. 1997
- [4] LAW, Averril M. e KELTON, W. David. **Simulation Modeling and Analysis**, 3rd ed. MacGraw-Hill. 2000.
- [5] FREITAS, Paulo. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas**. 1^a Edição. Editora Visual Books, 2001.