

SIMULANDO A LOGÍSTICA PARA SUPERAR OS CONTRASTES ¹

Alain de Norman et d'Audenhove ²
Marcelo Koiti Fugihara ²
Michel de Norman et d'Audenhove ⁴

Resumo

Este trabalho irá mostrar como a tecnologia de simulação dos processos logísticos tem contribuído como ferramenta de identificação e superação dos contrastes na cadeia de suprimentos. Algumas siderúrgicas brasileiras tem conseguido, através de modelos de simulação e otimização, reunir os diferentes elementos dos processos logísticos, testá-los e otimizá-los, quebrando paradigmas entre os *trade-offs* de vendas, produção e logística que serão ilustrados através de modelos com animação gráfica dinâmica realizados por empresas nacionais como: Arcelor Mittal, Gerdau, Valourec & Mannesmann e Votorantim, entre outras e explicados os escopos e objetivos de alguns dos projetos mencionados anteriormente, assim como relatados os ganhos efetivos obtidos nestes projetos tanto quantitativos como aumento de produtividade, economias na logística, etc; quanto ganhos qualitativos como melhoria nos níveis de atendimento, melhor integração entre as áreas de vendas, produção e distribuição, etc.

Palavras-chave: Logística; Modelagem; Siderúrgicas; Simulação de processos.

LOGISTIC SIMULATION TO OVERCOME CONTRASTS

Abstract

This paper will present how simulation technology of logistics processes is helping the companies as an analysis tool to identify and overcome contrasts on supply chain. Through simulation and optimization models, some steel companies has made possible to group different elements of the logistics processes, test and optimize them, breaking paradigm between sales, manufacturing and logistics trade-offs. These models will be illustrated by graphic animated models developed in some companies as: Arcelor Mittal, Gerdau, Vallourec & Mannesmann and Votorantim. In this paper will be also presented the scope and the objectives of these models and some results obtained as productivity increasing, logistics costs reduction, customer service improvement, integration between sales, manufacturing and distribution, etc.

Key words: Logistics; Model; Steel companies; Simulation.

¹ *Contribuição técnica ao 28º Seminário de Logística, 17 e 18 de junho de 2009, Belo Horizonte, MG*

² *Sócio Fundador da Belge Engenharia – alain@belge.com.br, São Paulo – SP.*

³ *Gerente de Projetos da Belge Engenharia – mfugihara@belge.com.br, São Paulo - SP.*

⁴ *Diretor da Belge Engenharia – michel@belge.com.br, Rio de Janeiro - RJ.*

1 INTRODUÇÃO

A melhoria da competitividade de uma organização pode ser impulsionada por uma série de fatores, tais como: a melhoria do processo, o aumento da produtividade, o aumento da qualidade e a redução dos custos. Para que esses fatores possam ser alcançados de forma global na empresa, alguns paradigmas entre os *trade-offs* de vendas, produção e logística precisam ser quebrados. A busca pela melhoria desses fatores gera uma demanda por estudos de novas metodologias, abordagens e ferramentas, capazes de fornecer aos gestores, informações claras e precisas que possibilitem a tomada de decisão. Neste contexto, a simulação computacional se mostra uma técnica bastante eficaz na busca de respostas relativas à comparação de diferentes cenários.

Para cada situação, ou cenário, 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, ciclos produtivos e afins.

O objetivo deste artigo é apresentar como a tecnologia de simulação dos processos logísticos tem contribuído como ferramenta de identificação e superação dos contrastes na cadeia de suprimentos e, como algumas siderúrgicas brasileiras tem conseguido, através de modelos de simulação e otimização, reunir os diferentes elementos dos processos logísticos, testá-los e otimizá-los, quebrando paradigmas entre os *trade-offs* de vendas, produção e logística.

O surgimento de ferramentas cada vez mais acessíveis, tanto em preços quanto em facilidade de uso, tem feito com que a simulação de processos, venha cada vez mais, se popularizando e trazendo importantes resultados em diversas empresas brasileiras, entre as quais as siderúrgicas.

2 O QUE É SIMULAÇÃO DE PROCESSOS

A 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 através deste modelo, realizar testes de diferentes alternativas (*what if*), como destacam Law e Kelton.⁽¹⁾

Este sistema pode ser definido como uma combinação de elementos que interagem para cumprir um objetivo específico. Um grupo de operadores, carregando um conjunto de caminhões de uma rede de transporte, constitui um exemplo simples de sistema logístico.

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.

Para cada modelo, é possível criar uma série de cenários nos quais haja interesse em avaliar mudanças nestes elementos, e, através dos relatórios gerados pelo simulador, é possível verificar o desempenho do sistema, identificando questões como: quais são os gargalos; como está a ocupação de equipamentos, transportadores e pessoas; como variaram algumas variáveis de interesse como: estoques, ciclo produtivo; entre outras.

A grande vantagem da simulação é que nesta metodologia, uma vez que o modelo está pronto, é possível avaliar múltiplos cenários sem sentir o impacto das mudanças, que ocorreriam caso fosse tentado cada uma das alternativas no sistema real. Isto tudo de maneira muito rápida, pois é possível simular muitos anos do modelo em poucas horas reais.

3 APLICAÇÕES EM LOGÍSTICA

As possibilidades de aplicação da simulação, como já comentadas, são imensas, e um dos setores onde mais se consolidou o uso da simulação é na logística.⁽³⁾ No presente artigo o foco será o da logística de empresas siderúrgicas. A fim de ilustrar a amplitude de aplicações dentro do setor logístico, serão apresentadas algumas aplicações desenvolvidas pelos autores deste artigo durante o desenvolvimento de projetos de consultoria. Cada aplicação ilustra diferentes áreas do processo siderúrgico nos quais, a simulação tem sido aplicada com resultados importantes.

Exemplos de áreas aplicadas em siderúrgicas nacionais:

- área de recebimento – simulação da capacidade de um pátio de carvão;
- movimentação interna – sistema de transporte de gusa líquido;
- expedição – acabamento de laminação e expedição; E
- distribuição de materiais – mapeamento da cadeia produtiva.

3.1 Área de Recebimento – Simulação da Capacidade de um Pátio de Carvão

A aplicação da simulação nas áreas de recebimento de materiais será ilustrada através da apresentação de um projeto de simulação da capacidade de um pátio de carvão. Projeto este que permite a verificação de eventuais faltas de carvão para consumo em função da chegada programada de navios e da demanda dos setores consumidores (coqueria e altos-fornos), conforme a Figura 1.

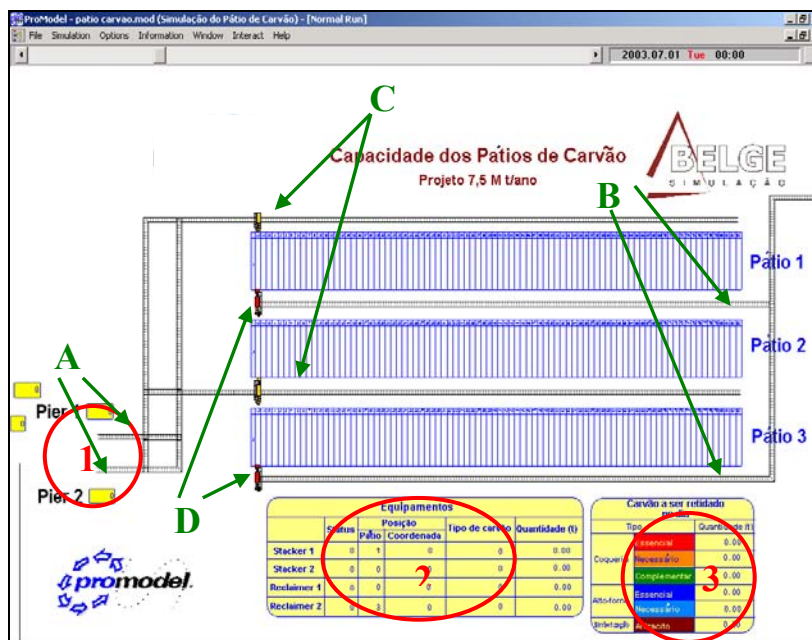


Figura 1 – Pátio de Recebimento de Carvão

As correias indicadas pelas setas A são as de entrada de carvão e vem dos píeres até os pátios. As indicadas pelas setas B são as correias de saída e vão dos pátios até os silos. Os *stackers* estão indicados pelas setas C e os *reclaimers* pelas setas D. A região número 1 é a de chegada de navios, onde aparece a fila e os píeres 1 e 2. A região número 2 mostra o que os equipamentos estão realizando no momento, ou seja, se estão parados ou não (*status*), em que pátio e coordenada estão posicionados, o tipo de carvão e a quantidade que está empilhando ou retirando. A região 3, no início do dia, indica quantas toneladas serão recuperadas naquele dia para cada tipo de carvão. Ao longo do dia indica quanto resta ser recuperado. A quantidade de antracito para sinterização só é calculada quando todos os demais carvões foram recuperados e ainda há tempo no mesmo dia para recuperar antracito.

O modelo permite simular diversas situações de estoque inicial nos pátios, chegadas previstas de navios para descarregamento de carvão e consumo de carvão pela coqueria e altos-fornos (seguindo as regras pré-estabelecidas para consumo de carvão). Caso não haja carvão suficiente nos pátios para atender uma mistura em um determinado dia, a empresa poderá rever a sua programação de chegada de navios assim como rever os percentuais de mistura de carvão para aquele dia (ou anteriores) e simular novamente para verificar se o problema foi sanado. Neste caso, a simulação está sendo aplicada operacionalmente, na melhoria da eficiência da empresa.

Outra aplicação deste projeto é prever se haverá pátio suficiente para estocagem de carvão visando uma determinada produção anual de toneladas de aço, e baseado em simulações criar uma programação de chegada de navios, que não deixe faltar carvão nos pátios, assim como também não bloqueie o descarregamento de navios com carvão faltante. Esta aplicação deixa claro que a simulação também pode atuar como uma ferramenta estratégica. Pois, uma vez que fique demonstrado que não há possibilidade de atender uma determinada demanda, novos investimentos

devem ser feitos, podendo ser inclusive criados novos cenários que demonstrem os impactos desses investimentos, evitando assim gastos desnecessários ou mal direcionados.

3.2 Movimentação Interna – Sistema de Transporte de Gusa Líquido - ArcelorMittal

O sistema de movimentação de gusa líquido entre um Alto-forno e Aciaria é um processo interno típico em empresas siderúrgicas. A aplicação da simulação computacional neste tipo de processo será exemplificada através de um projeto que teve como objetivo desenvolver um modelo que contemplasse as áreas dos Altos-fornos, a Aciaria, as linhas férreas internas e os processos intermediários, tais como manutenções, dessulfuração, aquecimento, máquina de moldar gusa e limpeza, além dos recursos de transporte (carros-torpedo e locomotivas). Desta forma, foi possível avaliar parâmetros operacionais tais como: oferta de gusa dos altos-fornos no ritmo da produção, a frota de carros-torpedo e de locomotivas, as respectivas taxas de ocupação, além de procedimentos operacionais nos poços de basculamento de gusa.

O gusa líquido, que sai dos Alto-Fornos em direção à Aciaria, é transportado por Carros-Torpedo (CT's) que são tracionados por locomotivas, utilizando-se a malha ferroviária interna da planta. A operação funciona sem provocar “gargalos” nesta movimentação, sendo que o número de CT's e de locomotivas pode ser considerado suficiente. Estudos preliminares previam a necessidade de compra de uma quantidade desses recursos visando o aumento da capacidade de produção, porém com o detalhamento utilizado no modelo de simulação, foi possível verificar a necessidade ideal de recursos para cada situação implementada.

A modelagem realizada focou na identificação dos principais parâmetros operacionais designados pela empresa, tais como: suportar a oferta de gusa dos altos-fornos no ritmo nominal de produção; Frota de carros-torpedo; Frota de locomotivas, bem como a respectiva taxa de ocupação e as regras operacionais nos poços de basculamento. Os esforços foram feitos para que o modelo apresentasse, primeiramente, um comportamento verossímil quando simulado com as configurações atuais (dois Alto-Fornos, número de recursos e regras da Aciaria atuais). Quando satisfeita essa validação do modelo, cenários futuros foram construídos (com três Altos-Fornos e a possibilidade de mais recursos e diferentes).

A Figura 2 mostra o layout do modelo, que foi construído sobre um layout em CAD, onde a introdução da escala e das velocidades e acelerações das locomotivas permitiu que o simulador calculasse todos os tempos de movimentação necessários.

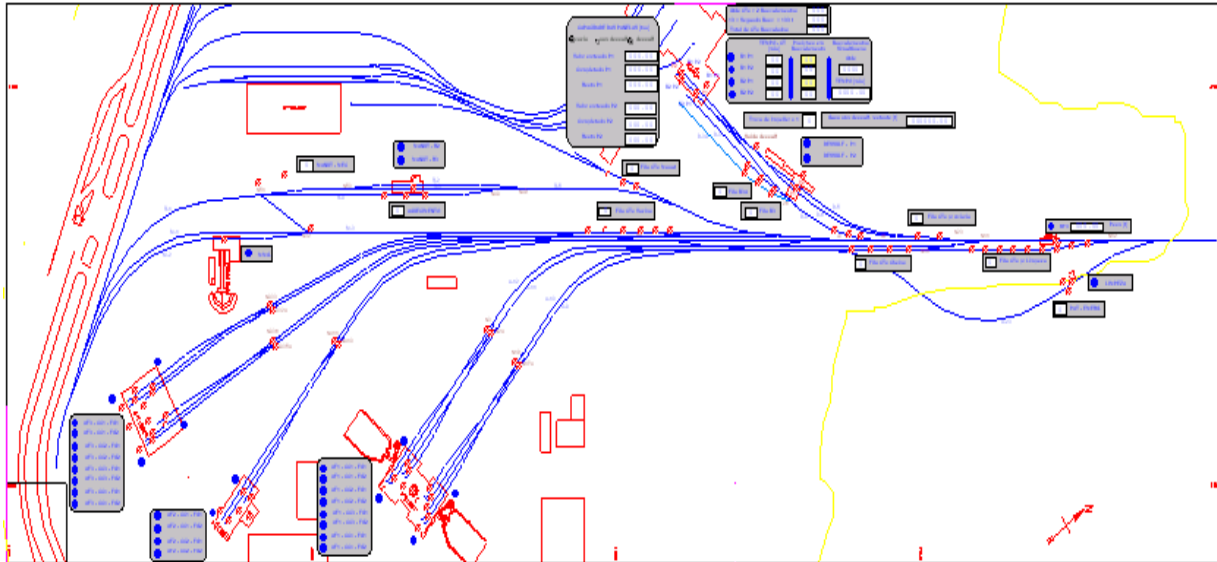


Figura 2 – Transporte de Gusa Liquido

A simulação computacional apontou que a vazão de descarga na Aciaria é o gargalo para alguns cenários específicos testados e que o mesmo processo em certas situações era subutilizado, como por exemplo, quando um grande número de CT's fica preso nas posições de basculamento, aguardando painéis para descarregar pequenas quantidades de gusa (menores em torno de 50 t), que gastam praticamente o mesmo tempo de basculamento para um CT cheio. Também foi observado que existem painéis que aguardam CT's para serem preenchidas com pequenas quantidades de gusa e que acabam gerando ao longo do tempo um número maior de basculamentos e uma diminuição da quantidade de painéis que podem ser preenchidas, limitando a vazão de descarga na Aciaria. Outro ponto importante foi o dimensionamento da quantidade de CT e locomotivas. O sistema mostrou que poderia ser reduzido pelo menos 1 CT no investimento previsto pela empresa.

3.3 Expedição – Estoque de produto e expedição na Gerdau

Foi desenvolvido um modelo de simulação, cujo foco era o novo layout do estoque de produto intermediário (Tarugos) e do armazém de produtos acabados (Vergalhões), com respectiva redefinição de fluxos de materiais para carga e descarga na unidade industrial. Nesta simulação, os diferentes cenários criados objetivaram identificar a capacidade de expedição nos diferentes pontos, os gargalos dos processos, os níveis máximos e operacionais de estoque, as taxas de ocupação dos equipamentos de movimentação e quadro de lotação para a operação logística de movimentação e armazenagem de produtos intermediários e acabados.

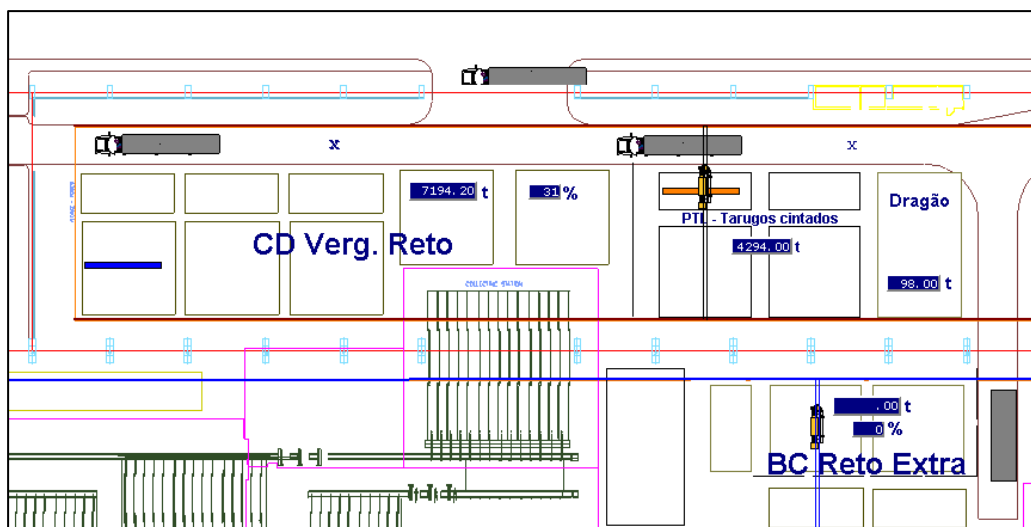


Figura 3 – Estoque de produto e área de expedição

Foram testadas diferentes alternativas de layout para as áreas designadas à utilização de estoques, visando garantir a segurança na operação, uma maior produtividade operacional e a adequação da capacidade de estocagem à capacidade instalada de produção. Através dos cenários simulados (variando demanda, nível de produção e expedição), os principais resultados obtidos foram:

- aumento de 33% na produtividade (três anos);
- aumento de 36% na capacidade máxima de estoque de produto intermediário;
- Aumento de 10% na capacidade máxima de estoque de produto acabado;
- redução do Tempo de Permanência de veículos em 16% (um ano) e 33% (três anos);
- fluxo rodoviário benchmark sem necessidade de manobras em marcha ré;
- redução do capital de giro com operação de expedição em três turnos quando há demanda; e
- consolidação do fluxo logístico de materiais da unidade industrial Gerdau São Paulo.

3.4 Distribuição – Mapeamento da Cadeia Produtiva - Votorantim

O estudo de simulação também permite avaliar rotas e programações de transportes externos. Neste projeto foi desenvolvido um modelo que contempla a cadeia produtiva da Votorantim Cimentos. Apesar das diferenças entre as empresas deste seguimento e as siderúrgicas, o processo de distribuição apresenta várias semelhanças e o objetivo aqui é mostrar como a modelagem pode ser feita para contemplar a visão de entregas de uma empresa.



Figura 4 - Mapeamento da Cadeia Produtiva

O projeto mostra a construção de um sistema de simulação inovador que integra a manufatura com a distribuição que possibilita o estudo dos principais processos e estoques da fábrica, assim como a cadeia de produtos acabados. Este sistema auxilia as tomadas de decisões quanto: a política de estoques em diferentes pontos da cadeia; a correção de erros previsíveis no PCP; e aspectos operacionais como o desligamento de equipamentos. O projeto permite que o sistema seja usado de forma tática operacional pelo PCP, ou seja, de fácil mudança de cenários e entendimento de resultados, permitindo assim chegar-se a rápidas conclusões para tomar decisões otimizadas no curto e médio prazo.

O modelo possui como pano de fundo, um mapa da região envolvida (NE) para a parte de distribuição, conforme mostrado na Figura 4, assim como uma visualização esquemática dos principais processos da fábrica. As saídas do sistema são analisadas através de gráficos previamente configurados de acordo com as necessidades de tomadas de decisões e relatórios exportados para planilhas eletrônicas.

Os ganhos foram expressivos – entre outros, com o planejamento logístico feito através do simulador, reduziu-se em 10.000 toneladas/ano o índice de falhas no atendimento direto aos clientes.

O modelo proporcionou resultados mais precisos, auxiliando a VC a melhorar a comunicação entre fábricas e logística, além de afinar as políticas de PCP e estoques.

4 OBSERVAÇÕES FINAIS

A simulação torna-se fundamental e completamente aplicável em praticamente qualquer tomada de decisão nos projetos logísticos, de forma que auxilia as

empresas a superar contrastes em toda sua cadeia de suprimentos, como foi mostrado nestes diversos casos apresentados. Ferramentas como planilhas eletrônicas e diagramas de fluxos são extremamente limitadas quando utilizadas isoladamente, gerando grandes dificuldades na obtenção de informações em tempo hábil para a tomada de decisões. Esta dificuldade e falta de agilidade na tomada de decisão pode derrubar uma empresa frente ao mercado cada vez mais competitivo.

A preocupação quanto à viabilidade prática desta tecnologia é compreensiva por se tratar de uma tecnologia ainda inovadora no país. Cabe aqui ressaltar alguns pontos:

- 1 um projeto de simulação deve se adequar ao objetivo ao qual se propõe. Devem ser priorizados os projetos que enfocam os maiores problemas presentes na empresa, e que tem maior potencial de gerar ganhos financeiros. O nível de detalhe do modelo deve se adequar aos objetivos.⁽⁴⁾ Ou seja: em certos casos um modelo mais macro já permite observar as variáveis de interesse, e seu maior detalhamento seria um desperdício de esforço. Em outros casos pode valer a pena investir num nível de detalhamento maior, devido aos valores envolvidos;
- 2 convém certificar-se em que categoria se enquadra o software, pois existem ainda no mercado fornecedores comercializando gerações de software já ultrapassadas. No Brasil já há ferramentas de 4a. Geração a preços bastante acessíveis, inclusive traduzidos para o português, o que permite que já se inicie o uso de simulação com ferramentas bem amadurecidas, amigáveis e customizadas.

REFERÊNCIAS

- 1 LAW, A.M.; KELTON, W. D. *Simulation modeling and analysis*. 3. ed. New York: MacGraw-Hill, 2000.
- 2 GORDON, G. *System simulation*. 2. ed. New York: Prentice-Hall, 1978
- 3 **Innovation**, anais das 6 Conferências Internacionais de Tecnologia de Simulação ocorridas de 1999 a 2008. http://www.belge.com.br/noticias_congressos.html .
- 4 HARRELL, C. R; BATEMAN, R. E.; GOGG, T. J.; MOTT, J.R.A. *System improvement using simulation*. [S.I.]: PROMODEL Co, IST-Integrated Systems Technonoly, JMI Consulting Group, 200?.