

# OTIMIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DE PRODUÇÃO DE LAMINAÇÕES UTILIZANDO TECNOLOGIA DE SIMULAÇÃO <sup>1</sup>

Bruno Miessa de Barros <sup>2</sup>  
Alain de Norman et d'Audenhove <sup>3</sup>

## Resumo

Os desafios encontrados em siderúrgicas se tornam cada vez mais complexos à medida que se aumenta a exigência por qualidade de seus produtos e a necessidade de se ampliar a produção. O presente trabalho tem como objetivo apresentar um novo conceito de melhorias em programação de produção do setor de laminação de siderúrgicas, através do uso de tecnologia de modelagem e simulação dinâmica de processos. Introduce-se esta técnica de pesquisa operacional visando resolver problemas importantes neste contexto, como: falta de sincronismo entre aciaria e laminação, causador de aumentos excessivos de estoques intermediários; sequenciamento máximo de corridas na aciaria com a mesma qualidade, o que aumenta a produtividade da aciaria, mas dificulta a programação da laminação; aumento de produção da planta; balanceamento de estoque e nível de atendimento aos pedidos da laminação. Desta forma, este artigo relaciona-se aos seguintes temas: PCP, modelagem matemática de processos e melhorias em produtividade.

**Palavras-chave:** PCP; Simulação; Modelo

## OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION PLANNING OF LAMINATIONS USING SIMULATION TECHNOLOGY

### Abstract

The challenges found in siderurgical industry are becoming more complex as increases the requirement for quality of its products and the necessity of extending the production. The present article has the objective of presenting a new concept of improvements in production planning for laminations, through the use of a technology of modeling and dynamic simulation. This technique of operational research has the potential resolve important problems in this context, as: synchronism lack between areas, that is a reason of extreme increases of intermediate stocks; maximum sequences of productions of the same type of steel, that results in a increase of productivity, but makes it difficult to program the lamination; increase of production of the plant; balancing of stocks and the level of attendance to the production orders in the lamination. Therefore, this article is related to the following subjects: PPC, mathematical modeling of processes and improvements in productivity.

**Key words:** PPC; Simulation; Model

<sup>1</sup> *Contribuição Técnica ao XXXXIII Seminário de Laminação da ABM, 17 a 20 de outubro de 2006, Curitiba - PR.*

<sup>2</sup> *Consultor da Belge Engenharia, São Paulo - SP.*

<sup>3</sup> *Diretor da Belge Engenharia, São Paulo - SP.*

## 1 INTRODUÇÃO

A siderurgia vem passando por um processo mundial de reestruturação devido ao grande aumento de produção, constantes inovações e crescente competitividade entre as empresas. Novas aquisições, fusões e associações são anunciadas, e aos poucos esse movimento vem chegando ao Brasil, impulsionado pelo expressivo potencial de crescimento do mercado nacional, pela relativa estabilidade econômica e pelas perspectivas abertas de exportação.

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.<sup>(1)</sup>

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,<sup>(2)</sup> 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,<sup>(3)</sup> "é fazer parecer real aquilo que não é, ou seja, reproduzir, da forma mais aproximada da realidade, certos aspectos de uma situação ou processo".

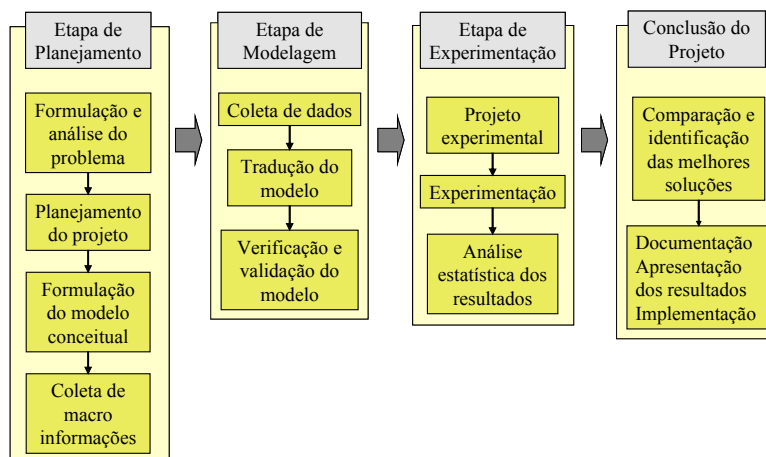
Como se observa, a simulação é um processo amplo, que compreende não somente a construção do modelo, mas também todo o método experimental que se segue, buscando, como mostra Gordon:<sup>(4)</sup>

- 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 tecnologia do software comercial de simulação ProModel, o qual se relaciona à realidade de programação de produção em laminações e as 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 na laminação. 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 produção com as diferentes ordens de produção da laminação;
- Os processos relacionados à movimentação de materiais para abastecimento da laminação;
- Os estoques de tarugos e a programação de produção de aciarias.

A metodologia utilizada na construção do modelo de simulação, segundo Freitas,<sup>(5)</sup> é apresentada na Figura 1. Esta metodologia é interativa e cada atividade é definida e algumas vezes redefinida com esta interação, permitindo um maior detalhamento do estudo.



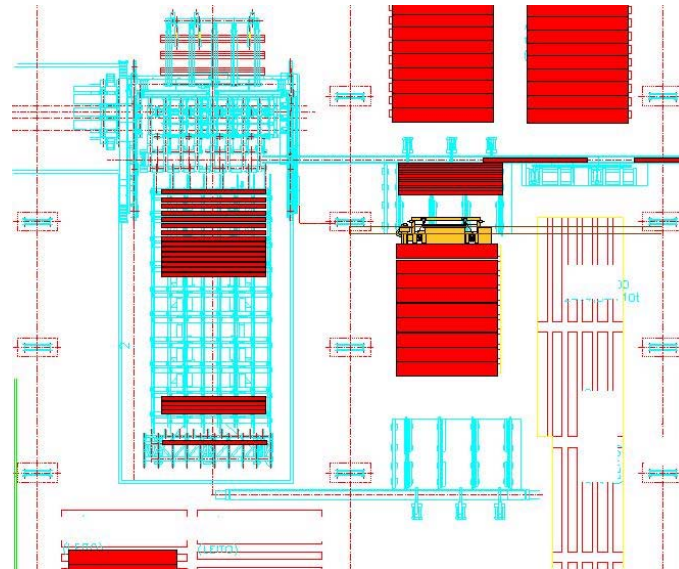
**Figura 1.** Passos na Formulação de um Estudo de Simulação

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 siderúrgicas brasileiras, foram desenvolvidos utilizando conceitos de simulação. A seguir serão discutidos os conceitos relativos a um deles.

Este projeto tem seu escopo englobando a área de aciaria (sua produtividade e programação de produção), a área de estoque intermediário, os equipamentos de movimentação de materiais e o consumo realizado pela laminação (também compreendendo a produtividade e sequenciamento deste) (Figura 2).



**Figura 2.** Detalhe do modelo de simulação

O objetivo principal do projeto é compreender as necessidades futuras de investimento na área, servindo de base para a tomada de decisões. Planilhas eletrônicas (Figura 3) contêm os parâmetros do modelo e permitem a criação de cenários operacionais. Entre esses parâmetros encontram-se:

- Programação detalhada da produção da aciaria. Esta programação, na qual são colocadas todas as ordens de produção (OP's) para o período simulado, inclui características importantes para o desenvolvimento do fluxo produtivo, como: o tipo do aço, suas características físicas (seção e comprimento), indicação de processos intermediários necessários (inspeção, esmerilhamento, acabamento etc.);
- Detalhamento dos recursos de movimentação. Neste projeto a movimentação interna é realizada através de pontes-rolantes (movimentação interna a uma nave) e de leitos transportadores (entre naves). Podem ser alteradas as suas velocidades e suas disponibilidades;
- Caracterização dos estoques intermediários. Pode-se alterar as áreas reservadas para cada tipo de produto e seus estoques iniciais.
- Programação detalhada da produção da laminação. Esta programação, que também contém todas as OP's do período, obedece o sequenciamento operacional cíclico da laminação e as previsões de vendas de cada tipo de aço.

Simulação do Pátio de Tarugos Consumo de Tarugos no Laminador							
Tarugos							
Seqüência	Tipo de Aço	Código do aço	Comprimento (m)	Seção (Lado)	Tarugos	Ciclo	Quantidade (T)
1		62	10	250	7	1	34.4
2		93	10	250	3	1	14.7
3		100	12	250	1	1	5.9
4		7	12	250	10	1	59.0
5		7	12	250	8	1	47.2
6		7	12	250	4	1	23.6
7		33	12	250	8	1	47.2
8		33	12	250	7	1	41.3
9		33	12	250	5	1	29.5
10		33	12	250	4	1	23.6
11		33	10	250	4	1	19.7
12		33	10	250	2	1	9.8
13		37	10	250	7	1	34.4
14		37	10	250	1	1	4.9
15		93	10	250	8	1	39.3
16		93	10	250	7	1	34.4
17		93	10	250	5	1	24.6
18		93	10	250	5	1	24.6
19		93	10	250	4	1	19.7
20		93	10	250	4	1	19.7

Figura 3. Detalhe de uma planilha de entrada de dados (Programação da laminação)

Os resultados são analisados através de indicadores de desempenho escolhidos de forma a responder as questões de interesse do projeto. Entre estas questões estão:

- A área de estoque necessária após o aumento previsto de produção;
- O sequenciamento máximo entre corridas da aciaria que não prejudique o nível de atendimento à laminação;
- O estoque médio em processo para se manter o nível de atendimento à laminação.

Os indicadores de desempenho observados são analisados através de gráficos gerados automaticamente pela simulação (Figura 4a) e através da exportação, para planilhas eletrônicas, de dados referentes às OP's que não foram realizadas ou que tiveram atraso em sua produção (Figura 4b).

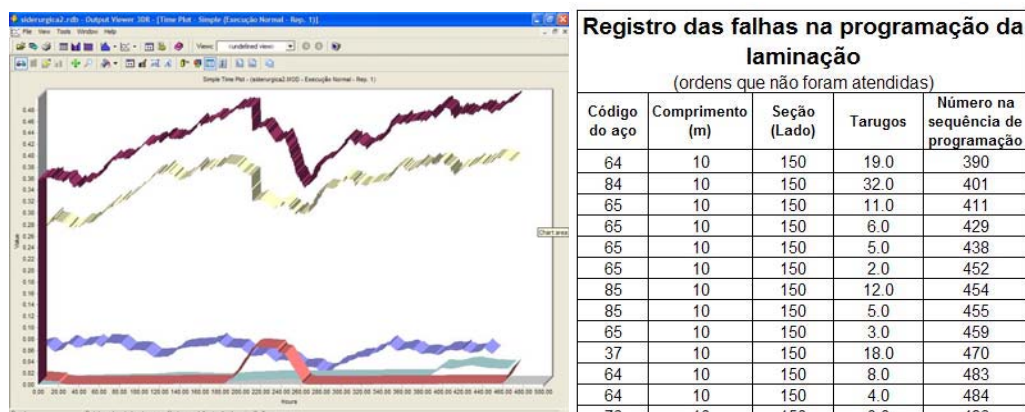


Figura 4. (a) Gráfico gerado pela simulação (estoques); (b) Falhas registradas pelo modelo

Com este conjunto de ferramentas de análise, além da própria visualização

da simulação, pode-se estudar as correlações entre os níveis de atendimento (resultado da simulação) e os fatores que o influenciam (entradas da simulação), como o sequenciamento de corridas da aciaria e o nível de estoque intermediário.

#### **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 na otimização de PCP. Tal metodologia foi implementada em 3 siderúrgicas no Brasil nos últimos 2 anos e apresentou resultados que trouxeram grandes benefícios para as empresas.

A abrangência desta metodologia viabiliza responder questões relativas a níveis de atendimento, tamanhos de estoques e sequenciamento de corridas; enformamento a quente; movimentação de materiais etc.

Mais especificamente, este trabalho apresentou diversos indicadores de desempenho, pelos quais é possível analisar a estruturação do sistema produtivo da laminação, permitindo a otimização das programações e a previsão de demanda de recursos associados a estas.

#### **REFERÊNCIAS**

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