

EXPANSÃO RACIONALIZADA E OTIMIZADA DA CAPACIDADE DE ACIARIA, BASEADA EM MODELO DINÂMICO DE SIMULAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS E LOGÍSTICOS INTEGRADOS*

Alain d'Audenhove¹

Fábio Yamada²

Marcelo Fugihara³

Resumo

Com certa frequência, usinas necessitam aumentar sua capacidade produtiva e costumam ter dificuldade em decidir e se assegurarem sobre quais os investimentos corretos a serem feitos para tal. A técnica de modelagem de processos por eventos discretos se adequa muito bem a este ambiente, pois permite que se modele com precisão a situação atual da usina, se verifiquem quais os verdadeiros gargalos para tal expansão e se evitem surpresas desastrosas nos investimentos feitos – novos equipamentos ociosos ou constatação de novos gargalos imprevistos. Através de um projeto real desenvolvido, este trabalho apresentará alguns aspectos relevantes que devem ser devidamente abordados como: a questão da variabilidade dos tempos de processos e das paradas diversas, a necessidade de se investigar o suprimento logístico e o tratamento da matéria prima, entre outros.

Palavras-chave: aciaria, Tap-to-tap, produtividade, gargalos, aumento de capacidade, logística.

RATIONALIZED AND OPTIMIZED EXPANSION OF STEEL PRODUCTION CAPACITY, BASED ON DYNAMIC SIMULATION MODEL OF INTEGRATED PRODUCTIVE AND LOGISTIC PROCESSES

Abstract

Frequently, mills need to increase their productive capacity and often is hard to decide and be sure about the right investments for that. The discrete event process modeling technique fits this environment very well, allowing an accurate modeling that reflects the current situation of the plant. That model may verify the true bottlenecks for such expansion and avoid disastrous surprises in the investments made – idle new equipments or new unforeseen bottlenecks. Through a real project we have developed, this work will present some relevant aspects that should be properly addressed, such as: the variability of processes times and interruptions, the need to investigate the logistics of raw material supply and their preparation before foundry, and so one.

Keywords: steelworks, Tap-to-tap, productivity, bottlenecks, capacity increase, logistics.

(1) Diretor da Belge Engenharia, São Paulo - SP.

(2) Gerente da Belge Engenharia, São Paulo – SP.

(3) Diretor da Belge Engenharia, São Paulo – SP.

1 INTRODUÇÃO

Simulação é uma tecnologia que permite reproduzir sua empresa (ou parte dela) num modelo em seu computador. Nele são configurados e testados cenários alternativos com diferentes demandas, quantidades de recursos, layouts e sistemáticas visando obter máxima produtividade(1).

Várias indústrias siderúrgicas no Brasil têm utilizado a tecnologia de simulação dinâmica por eventos discretos em seus processos produtivos e/ou logísticos, visando redução de custos na sua cadeia produtiva. Isso tem ocorrido em diversas áreas, mas com maior frequência no setor de Aciaria.

Pode-se modelar a situação atual visando identificar e implementar melhorias de produtividade. Mas estes modelos também permitem – ao parametrizarmos as demandas- que sejam testados aumentos de capacidade produtiva destas plantas.

Nesse tipo de estudo, que será aqui ilustrado através de um projeto recentemente realizado pela Belge junto a um de seus clientes com os dados devidamente inibidos por questões de confidencialidade, fica fácil se identificar qual o gargalo do atual sistema produtivo, assim como este gargalo se transfere para outras partes do sistema produtivo e logístico, conforme se varia o parâmetro da expansão na capacidade produtiva.

Na análise dinâmica com simulação é possível analisar os efeitos das diversas interações de recursos e locais ao longo do tempo considerando também o efeito probabilístico da ocorrência de eventos, frequência e duração. Assim, pode-se visualizar o efeito de uma quebra de equipamento como uma ponte rolante, atraso de uma operação, alteração do sequenciamento de produção, o aumento da produção final desejada, etc (2).

Nos mais de 20 anos de nossa atividade profissional (3) como consultores, tivemos a oportunidade de confrontar o dimensionamento obtido através de estudos mais simples (feitos em planilhas estáticas em MSExcel) com o obtido na simulação dinâmica através do simulador ProModel e seu módulo e tratamento estatístico Stat::Fit, que são as ferramentas utilizadas pela Belge. Nessas comparações, notamos grandes diferenças (de 10% a 70%, para mais ou para menos), as quais configuram erros enormes implícitos aos estudos estáticos.

A figura abaixo ilustra os dois aspectos mais relevantes que geram esses erros nos dimensionamentos simplistas e estáticos, representados pelos eixos X e Y do gráfico.

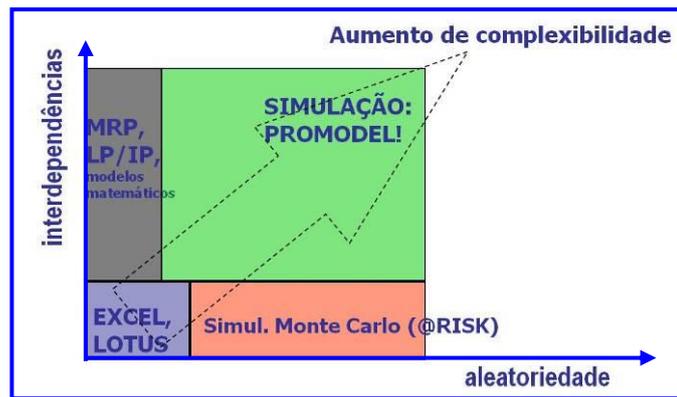


Figura 1. Principais aspectos que causam diferenças entre os projetos estáticos e dinâmicos dos sistemas produtivos.

Já a questão do tratamento estatístico se encontra representada na figura abaixo. Através de dados coletados na prática (amostragem em campo), o módulo Stat::Fit rapidamente identifica qual a curva probabilística – e com que parâmetros exatamente- melhor reflete a variabilidade de uma amostragem feita. Inserimos esta curva no modelo de simulação dinâmica feito com o ProModel e, assim, se reproduz fielmente num modelo computacional visual a variabilidade que se observa na prática do chão-de-fábrica.



Figura 2. Tratamento estatístico dos dados do modelo – técnica de ‘curve fitting’.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Especificação detalhada, modelagem, coleta e tratamento dos dados

Ao se defrontar com o desafio imposto pela corporação de se aumentar a capacidade da aciaria em 50% num horizonte de 5 anos, o diretor industrial da empresa aqui ilustrada nesse estudo, resolver contratar um projeto baseado em simulação, tendo em vista que haviam opiniões divergentes na empresa até mesmo sobre qual seria o gargalo do sistema produtivo atual. Muito menos ainda se saberia definir com segurança que investimentos deveriam ser feitos para tal expansão.

Rapidamente, percebeu-se que um modelo focado apenas nos processos da aciaria, considerando uma premissa de que os insumos necessários estariam sempre presentes na quantidade e no momento requerido pela aciaria, não seria satisfatório pois desejava-se investigar também os processos de recebimento e preparação da matéria-prima, os quais se mostravam críticos para esta empresa.

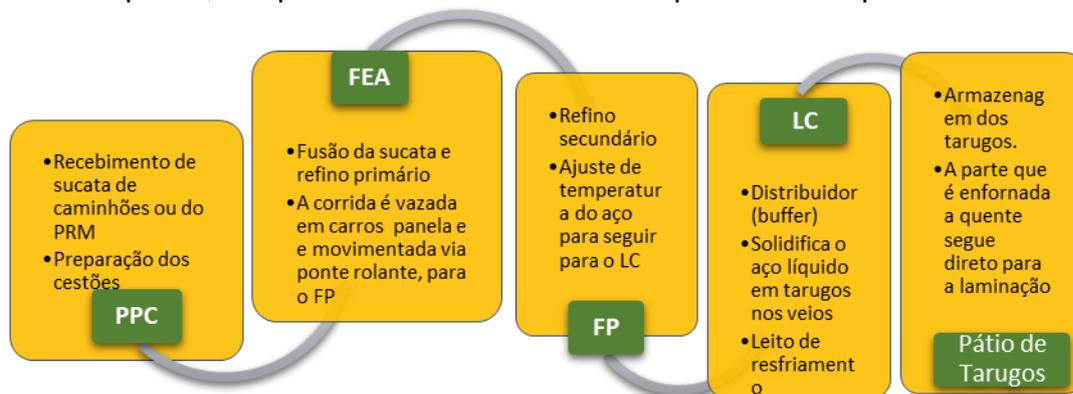


Figura 3. Setores da usina envolvidos no projeto

Partiu-se então para a modelagem do sistema atual de produção, envolvendo os processos dos setores acima, utilizando-se a metodologia apontada na próxima figura.

Trata-se de um trabalho árduo, onde os consultores precisam entender bem todos os produtos envolvidos (tipos de sucata, tipos de tarugos), tipo de veículos que chegam com matéria prima (tamanhos dos veículos, tipos de materiais que trazem, frequências de chegada, variações das chegadas ao longo do dia e ao longo da semana), as receitas de matérias primas - nesse caso sucatas de vários tipos – necessárias para se formar os cestões que alimentam os fornos, os processos produtivos da aciaria, a sistemática de movimentação e armazenagem dos tarugos, etc.

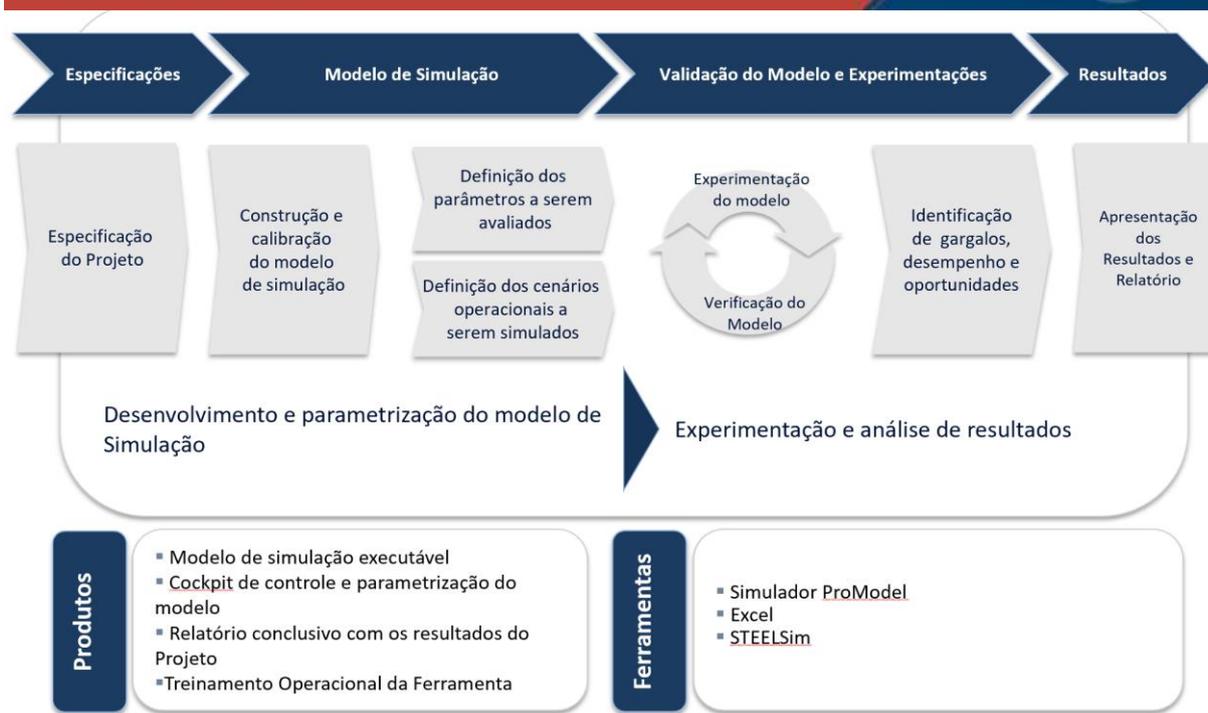
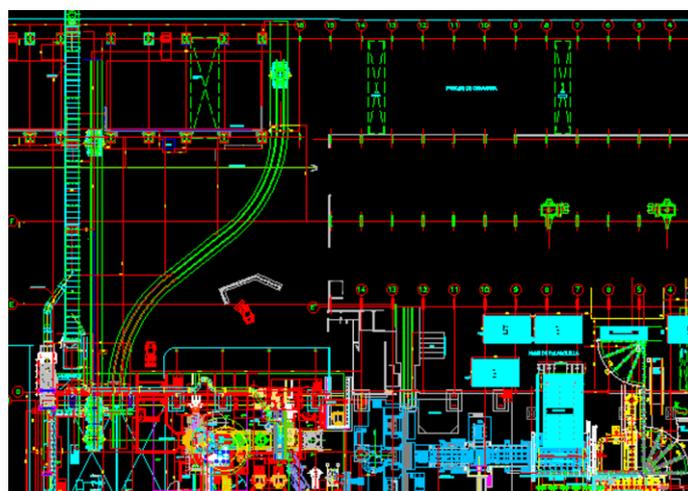


Figura 4. Metodologia da Belge para projetos de simulação industrial

Ao se obter toda esta informação, começa o trabalho de modelagem computacional destes processos. O simulador ProModel possui uma sistemática de tabelas (locais, entidades, recursos, processos, turnos...) que facilita este trabalho, mas possui também uma linguagem de simulação que possibilita total flexibilidade para se conseguir modelar qualquer particularidade do sistema produtivo e logístico.

Em paralelo ao trabalho de modelagem, inicia-se uma frente de trabalho de coleta de amostra de dados de campo, pois normalmente os dados possuídos pelas empresas e que se encontram nas folhas de processo ou sistemas ERP não costumam ser confiáveis e podem gerar resultados enganosos no modelo.



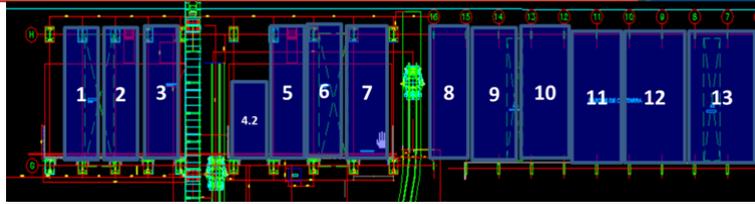


Figura 5. Layout da aciaria e detalhe ampliado do setor de armazenamento e de sucatas

2.2 Validação e execução de cenários

Todo projeto de simulação requer que se realize uma etapa de validação do modelo feito. Quando existe um sistema real a ser comparado com o modelo, a validação se faz de uma forma mais trivial. Já no caso de modelagem de novos sistemas produtivos ainda inexistentes, tal validação costuma ser feita por aproximação (comparação com sistemas produtivos reais similares) ou por partes (p.ex. verifica-se o ciclo produtivo de cada tipo de produto, o tempo de movimentação entre cada setor, etc).

No caso deste estudo, partiu-se de um cenário zero (baseline) que representava o sistema produtivo atual, envolvendo uma demanda recente, um histórico recente de manutenções ocorridas, o parque de máquinas hoje utilizado, etc.

Bastava então rodar o modelo computacional em seu cenário zero e comparar os resultados obtidos com os resultados observados na usina real. Estes não podem variar muito, precisam ser coincidentes com uma pequena margem de erro ou variação. Se o erro for considerável, isso significa que ou o modelo contém erros a serem corrigidos (p.ex. processos modelados que não representam bem a realidade) e/ou os tempos inseridos no modelo são distintos dos tempos reais.

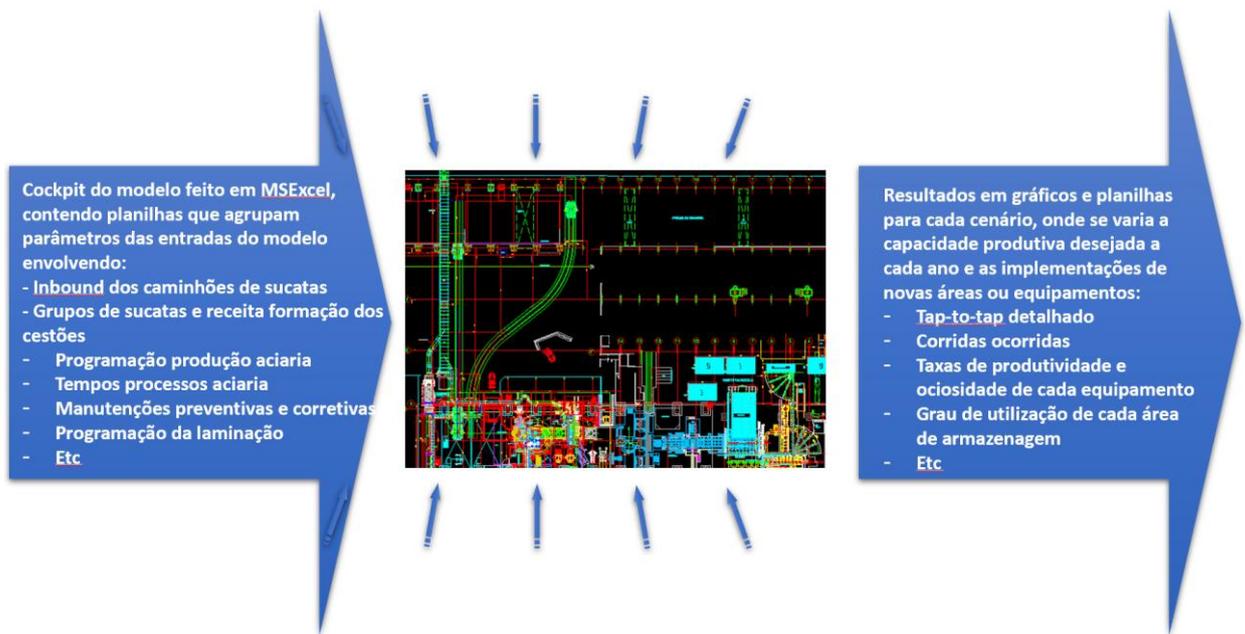
A validação se conclui quando a diferença reportada pelo modelo e o observado na via real é pequena. Começa aí a próxima etapa, a ‘cereja do bolo’ dos projetos de simulação, a execução de cenários, já que o modelo computacional passou a se mostrar confiável.

A figura abaixo ilustra a sistemática de geração e execução de cenários no modelo computacional.

Utiliza-se uma planilha MSEXcel para facilitar a entrada de dados do modelo. Isso se deve ao fato de que estas planilhas são de uso corriqueiro e permitem que se organizem os parâmetros do modelo por diferentes tabelas devidamente organizadas.

Ao se revisar estas tabelas de entrada, estamos configurando detalhadamente todo um cenário de produção e logística a ser testado no modelo.

O modelo feito em ProModel lê então tais dados de entrada, executa o modelo e gera os relatórios desejados de saída, que permitem se analisar qual foi o desempenho do sistema, quais foram os equipamentos gargalos, os equipamentos ociosos, os ciclos de produção obtidos, etc.



Cockpit do modelo feito em MSExcel, contendo planilhas que agrupam parâmetros das entradas do modelo envolvendo:

- Inbound dos caminhões de sucatas
- Grupos de sucatas e receita formação dos cestões
- Programação produção aciaria
- Tempos processos aciaria
- Manutenções preventivas e corretivas
- Programação da laminação
- Etc

Resultados em gráficos e planilhas para cada cenário, onde se varia a capacidade produtiva desejada a cada ano e as implementações de novas áreas ou equipamentos:

- Tap-to-tap detalhado
- Corridas ocorridas
- Taxas de produtividade e ociosidade de cada equipamento
- Grau de utilização de cada área de armazenagem
- Etc

Figura 6. Layout da

Tipicamente, os resultados gerados se apresentam na forma de gráficos que mostram a variação de um indicador ao longo do tempo simulado, de gráficos de barra ou pizza (que indicam ocupação das máquinas, equipamentos e operadores) ou de tabelas com dados quantitativos.

Selecionamos os gráficos que são de nosso interesse na análise e salvamos este conjunto de resultados, os quais passam a abrir automaticamente ao final da execução de cada cenário.

A figura a seguir mostra um breve exemplo relativo às rupturas de produção observadas ao longo do tempo, decorrente de fatores distintos como p.ex: duração da manutenção de um equipamento importante, ocorrência de falta de material, etc.



Figura 7. Exemplos de rupturas de sequência observadas

3 CONCLUSÃO

Por questões de confidencialidade não é possível detalharmos os resultados específicos obtidos nesse projeto ilustrativo.

Podemos, porém, explicar conceitualmente o que costuma ocorrer e que tipo de resultados se obtém nestes casos.

A empresa tinha um plano de investir na expansão de alguns dos equipamentos de sua usina para conseguir obter o desejado aumento de 50% na produção final.

Isto configurou um cenário, o qual foi testado, mas que resultou num aumento de produção mínimo, pois percebemos que aqueles investimentos seriam indevidos por não estarem relacionados aos gargalos reais da usina.

Ao se identificar os reais gargalos, foram sendo gerados cenários que aliviavam aquele gargalo. Com isso, conseguia-se um aumento de produção, mas ainda abaixo do desejado e identificava-se qual o novo gargalo que surgia. Este passava a ser atacado, configurando num processo iterativo. Assim seguimos fazendo os testes, sempre buscando investimentos mínimos até se obter a produção final desejada.

Vale ressaltar que tais testes (investimentos), podem estar relacionados a:

- aumento na quantidade de um tipo de equipamento ou troca do existente por um outro de maior capacidade. Por exemplo: mais pontes-rolantes ou troca de ponte atual por outra de maior capacidade e/ou velocidade; aumento na quantidade de fornos ou painéis; mais balanças ou balanças mais rápidas para a pesagem dos caminhões, etc;
- implementação de novas linhas produtivas de envase ou laminação;
- mudanças nas sistemáticas dos processos produtivos e logísticos;
- melhorias no sequenciamento da aciaria e da laminação e melhor sincronismo entre estes (checando-se os impactos nos estoques de tarugos);

Com o estudo baseado em simulação dinâmica, obteve-se o correto plano de investimentos ao longo dos próximos anos, sem desperdícios e com segurança de se fazer os investimentos corretos.

Isso configura a obtenção de uma importante vantagem competitiva em relação à concorrência.

REFERÊNCIAS

[1] HARREL, C.R.; MOTT, J.R.A.; BATEMAN, R.E.; BOWDEN, R.G.; GOGG, T.J. **Simulação de Sistemas**. São Paulo: Editora Elsevier, 2013.

[2] LAW, Avenril M. e KELTON, W. David. **Simulation Modeling and Analysis**, 3rd ed. MacGraw-Hill. 2000.

[3] BELGE SIMULAÇÃO. Cases em manufatura. Disponível em: www.belge.com.br/indman.php. Acesso em: maio de 2019.