

TECNOLOGIA DE SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS EM ACIARIAS BRASILEIRAS: EMPRESAS QUE JÁ ESTÃO UTILIZANDO E PAINEL DOS BENEFÍCIOS POTENCIAIS ¹

Alain de Norman et d'Audenhove ²

Marcelo Fugihara ³

Michel d'Audenhove ⁴

Resumo

Conceituação sobre as tecnologias de simulação e otimização de processos industriais aplicada no ambiente de aciarias: ferramentas e metodologias envolvidas. Esclarecimentos acerca do diferencial destas técnicas quando confrontadas com abordagens menos quantitativas (intuição, uso de planilhas eletrônicas estáticas, etc.). Apresentação de casos práticos: Simara, Vallourec&Mannesmann, entre outros. Estes projetos foram apresentados individualmente em congressos técnicos da ABM e da Belge, chamado Innovation (congresso internacional especializado em tecnologias de simulação e forecasting), realizados no Brasil e aqui serão mostrados na forma de um painel de aplicações diversificadas desta tecnologia em siderúrgicas nacionais. Serão bem ilustrados através de modelos de simulação dinâmica destas aciarias, cada um com seu conjunto de objetivos; escopo e resultados obtidos (por exemplo: aumento de produção; identificação de gargalos; economia ao se evitar compra de equipamentos mal dimensionados ou desnecessários; consolidação de projetos e aprovação de investimentos em expansões; melhorias na programação de produção, etc.).

Palavras-chave: Aciaria; Processos; Simulação; Otimização.

TECHNOLOGY OF SIMULATION AND OPTIMIZATION OF PROCESSES IN BRAZILIAN STEELMAKING: COMPANIES THAT ARE ALREADY USING IT AND PANEL OF THE POTENTIAL BENEFITS

Abstract

Concepts on the simulation and optimization technologies for industrial processes applied in the steelmaking environment: tools and methodologies. Clarifications about the differences of these techniques when collated with other analysis options (intuition, use of static spread sheets, etc.). Presentation of practical cases: Simara, Vallourec&Mannesmann, etc. These projects had individually been presented in technical congresses at ABM and Belge, called Innovation (international congress specialized in technologies in simulation and forecasting), in Brazil and here they will be shown in a panel of diversified applications of this technology in national companies. They will be well illustrated through models of dynamic simulation of these steelmaking, each one with its set of objectives, targets and gotten results (for example: production increase; identification of bottlenecks; economy when we prevent purchases of badly dimensioned or unnecessary equipments; consolidation of projects and approval of investments in expansions; improvements in production programming, etc.).

Key-words: Steelmaking; Processes; Simulation; Optimization.

¹ *Contribuição técnica ao XXXIX Seminário de Aciaria – Internacional, 12 a 16 de maio de 2008, Curitiba, PR, Brasil*

² *Sócio-Diretor da Belge Engenharia e Simulação, São Paulo – SP.*

³ *Engº. de Produção, Consultor Especialista da Belge Engenharia e Simulação, São Paulo - SP.*

⁴ *Diretor da Belge Engenharia e Simulação, Rio de Janeiro – RJ.*

1 INTRODUÇÃO

Várias indústrias siderúrgicas no Brasil têm utilizado a tecnologia de simulação em seus processos produtivos e/ou logísticos visando redução de custo na sua cadeia produtiva, principalmente na Aciaria. Até há pouco tempo atrás, utilizavam-se métodos como intuição, planilhas eletrônicas e outros para se calcular essas possíveis reduções, com aproximações grosseiras e sem bons resultados. Os processos nas Aciarias são complexos e dependem um do outro para o seu progresso, e devem também estar bem sincronizados para que a produção sofra o menos possível com interrupções. A tecnologia de simulação é a melhor ferramenta para reproduzir em computador esses processos e analisá-los em diversos cenários, como veremos a seguir.

Os trabalhos que serão apresentados foram desenvolvidos pelos engenheiros da Belge Engenharia e Simulação juntamente com as empresas siderúrgicas. Eles foram apresentados individualmente em congressos técnicos da ABM (Seminários de Aciaria) e da Belge, chamado Innovation (congresso internacional especializado em tecnologias de simulação e forecasting), realizados no Brasil e aqui serão mostrados na forma de um painel de aplicações diversificadas desta tecnologia em siderúrgicas nacionais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

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.

Hoje existem boas ferramentas para se criar um modelo e simular cenários diferentes. Vamos nos ater ao software de simulação ProModel, da empresa americana, líder nesse ramo, Promodel Corporation. O ProModel é a ferramenta mais adequada para este tipo de aplicação por ser um simulador de uso muito amigável (o que menos requer programações complexas) e que possui um módulo específico para modelagem de pontes-rolantes, que é vital para este tipo de aplicação (aciarias).

Como a operação de uma aciaria apresenta grande complexidade e interdependência entre os eventos, acaba sendo muito difícil analisar todas as possibilidades em uma planilha estática. Além disso, em uma planilha utilizam-se médias para os estudos de planejamento, sendo desprezado o efeito da variabilidade. Essa abordagem pode levar a conclusões desastrosas.

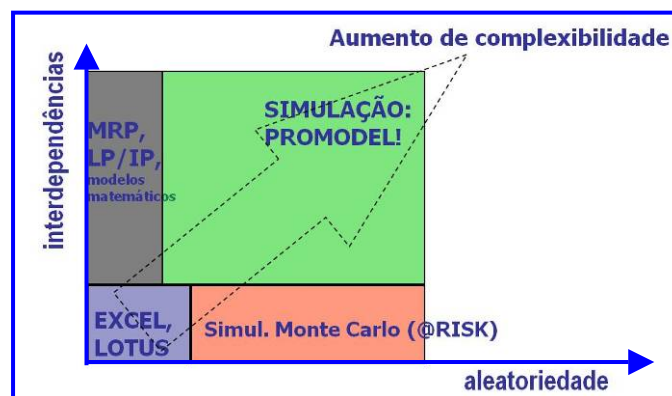


Figura 1. Quando simular?

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 seqüenciamento de produção, etc.

3 APRESENTAÇÃO DE CASOS

Iremos apresentar a seguir alguns casos práticos de simulação em Aciarias desenvolvidos para as empresas: Simara, Vallourec&Mannesmann e outras 3 usinas nacionais. Foram criados modelos de simulação dinâmica destas aciarias, cada um com seu conjunto de objetivos, escopo e resultados obtidos.

Normalmente em um projeto de simulação temos vários parâmetros que tem o seu valor definido para um cenário em uma planilha de entrada de dados. A partir desses dados, o modelo simula aquele cenário e fornece os resultados em gráficos ou tabelas, conforme esquema da Figura 2.

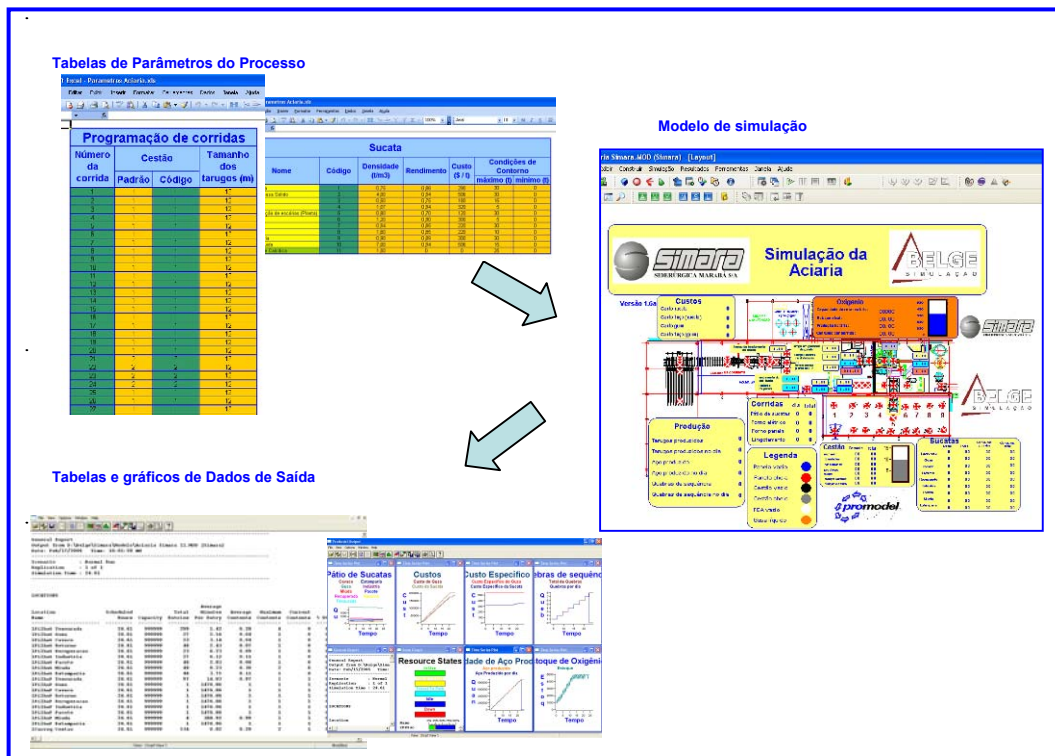


Figura 2. Componentes de um projeto de simulação

3.1 Siderúrgica Marabá – SIMARA

3.1.1 Objetivos

Desenvolvimento de modelo de simulação para a nova Aciaria visando apontar eventuais gargalos, ociosidades e apresentar o resultado de produção a ser esperado, alterando-se os parâmetros e equipamentos do processo de produção. Auxiliar na análise das principais interferências na Aciaria, criando condições para tomada de decisão em função de alternativas que tornem o sistema viável, caso seja detectado algum gargalo.

3.1.2 Escopo

O modelo contempla desde a área de retirada de sucata até a saída dos tarugos lingotados do lingotamento contínuo. Todas as etapas do processo possuem parâmetros (capacidades, tempos de processo, intervalo entre ocorrências e outros), que podem ser alterados através de planilhas específicas, de acordo com a necessidade do usuário. Parâmetros gerais podem ser alterados pelo usuário como, por exemplo, o padrão de cada cestão em cada corrida. Foram considerados todos os transportes (pontes rolantes e carros transportadores) que movimentam os cestões e as panelas através de cada etapa do processo, bem como, suas velocidades e capacidades.

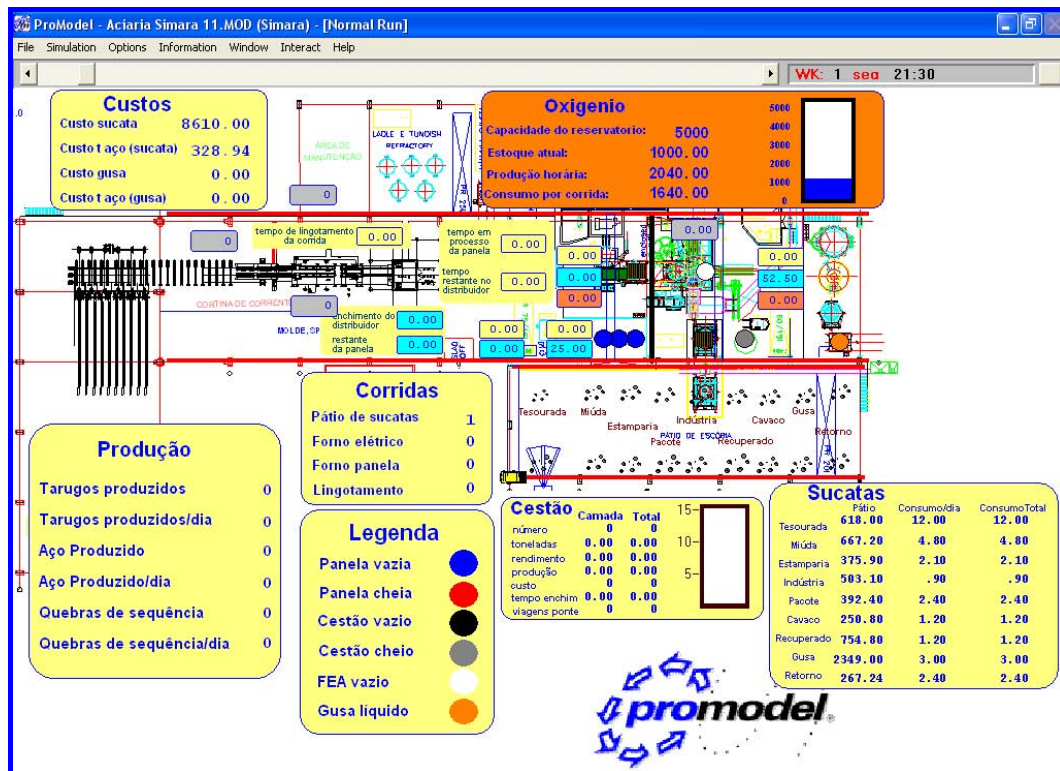


Figura 3. Modelo de simulação da Aciaria da Simara

3.1.3 Resultados

Após a simulação, o modelo apresenta uma saída de resultados para análise. Nela temos informações de custo, produtividade, sincronismo da Aciaria e outros dados que são relevantes para otimização do processo. Cada conjunto de parâmetros, que definem um cenário, fornece um resultado que permite a Simara avaliar se aquele conjunto é adequado para se atingir determinada produção e os respectivos custos envolvidos.

3.2 Empresa X

3.2.1 Objetivos

Desenvolvimento de um modelo de simulação para a área de Aciaria de tal forma a identificar os eventuais gargalos para diversos cenários, alterando-se os parâmetros e/ou os equipamentos do processo, de tal forma a capacitar a produção lingotada para um nível pré-definido.

3.2.2 Escopo

O modelo para a simulação da área da Aciaria compreende o processo de produção de tarugos a partir do carregamento de sucata nos cestões, com o recheio necessário, até a saída dos tarugos pelo lingotamento contínuo através do leito de resfriamento e seu transporte para uma área de depósito.

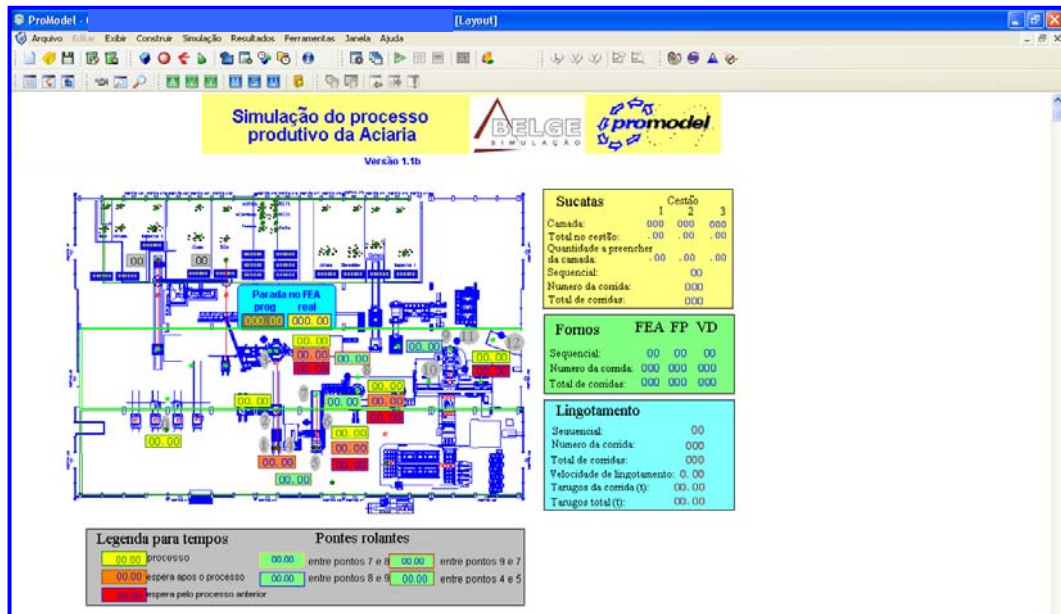


Figura 4. Modelo de simulação da Aciaria da empresa X

3.2.3 Resultados

Com o modelo desenvolvido, a empresa X pode simular diversas situações de programação dos fornos da Aciaria e verificar onde podem aparecer eventuais gargalos, quais equipamentos serão mais utilizados, quais estarão aguardando o processamento da fase anterior, etc. Todas as condições operacionais foram colocadas no modelo fazendo com que ele represente com fidelidade a Aciaria.

3.3 Empresa Y

3.3.1 Objetivos

Desenvolver um modelo de simulação para a identificação e análise de gargalos no processo da Aciaria, seja de ponte rolante ou fluxo; permitindo a execução de vários testes em cenários específicos, de modo a atingir a máxima produção.

3.3.2 Escopo

Neste projeto foram modelados os principais processos da Aciaria da empresa Y. Tendo como principais áreas:

- Pátio de sucata: situação das pontes rolantes do PPC (Pátio de preparação de cestões);
- EAF: ponte rolante de carregamento do EAF;
- LC: ponte rolante responsável pelo transporte da panela refratária para vazamento, do vazamento para o forno panela e do forno panela para o LC, basculamento de panela e serviços auxiliares manutenção refratária.

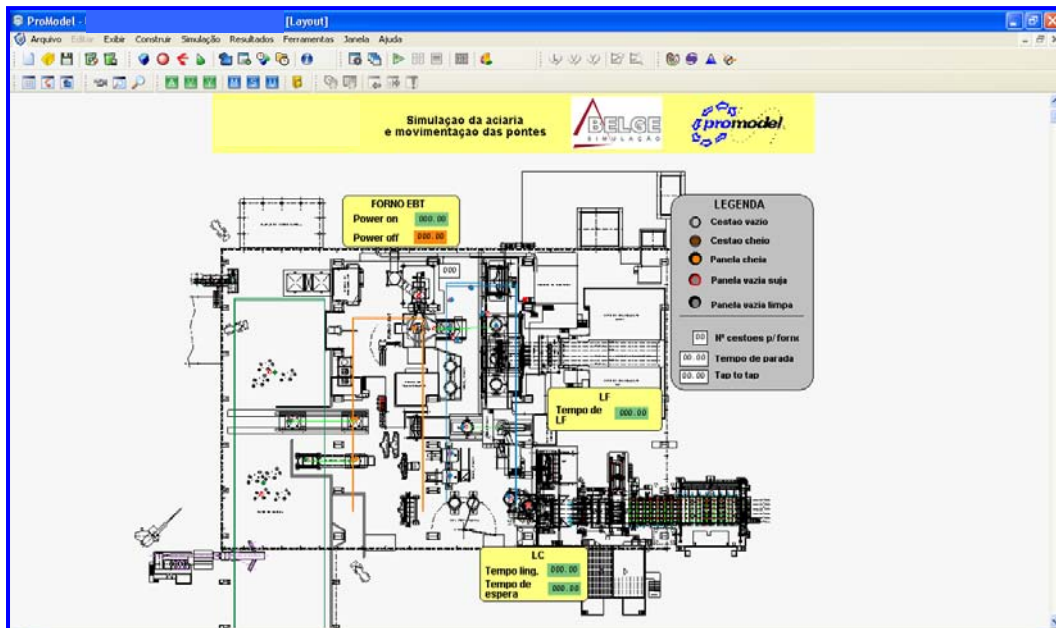


Figura 5. Modelo de simulação da Aciaria da empresa Y

3.3.3 Resultados

Através do modelo construído, a empresa Y pode avaliar o desempenho de seu sistema da Aciaria. Foram feitos vários testes em diferentes cenários de simulação. Através da análise destes resultados podem-se tomar várias conclusões.

Para um cenário básico, pode-se concluir que para corridas com carregamento de um cestão não há nenhum alerta de erro.

Para carregamento de 2 cestões, os resultados se mostraram bem próximos do teste feito com apenas 1 cestão.

Para carregamento de 3 cestões verificou-se que se conseguiria atender a demanda sem sinais de alerta. Porém, neste teste verificou-se uma alta taxa de utilização para as pontes, de 80% em média. Considerando que esta ponte faz outras atividades, esta operação deveria ser mais bem estudada no futuro. Pode-se estudar o aumento da capacidade do carregamento da ponte ou o aumento do peso médio da sucata.

3.4 Empresa Z

3.4.1 Objetivos

Desenvolvimento de um modelo de simulação com duas opções de layout para a nova Aciaria da empresa Z de tal forma a apontar qual opção apresenta um melhor resultado, alterando-se os parâmetros e/ou os equipamentos do processo de produção.

3.4.2 Escopo

Foram feitos dois modelos com dois layouts alternativos:

i) o primeiro está mostrado na figura 6 abaixo e tem como principais características um Transferidor de Panela do FEA para a Torre do FP e a própria Torre do FP similar à Torre do LC. Esses recursos são novos em relação ao modelo base. Tanto o FEA como o FP, o VD e a Torre do LC estão na mesma nave que contem duas pontes rolantes.

ii) o segundo layout (figura 7) é composto de dois Transferidores de Painela do FEA para o FP. Esses Transferidores estão em V com vértice no FEA. Os eletrodos do FP assim que terminam o processo em uma panela que se encontra no final de um dos Transferidores se deslocam para a outra panela que já está posicionada no final do outro Transferidor. A primeira panela é levada, via ponte rolante, para o VD. O FEA encontra-se em uma nave que contém uma ponte rolante. O FP, o VD e a Torre do LC encontram-se em outra nave que contém também uma ponte rolante.

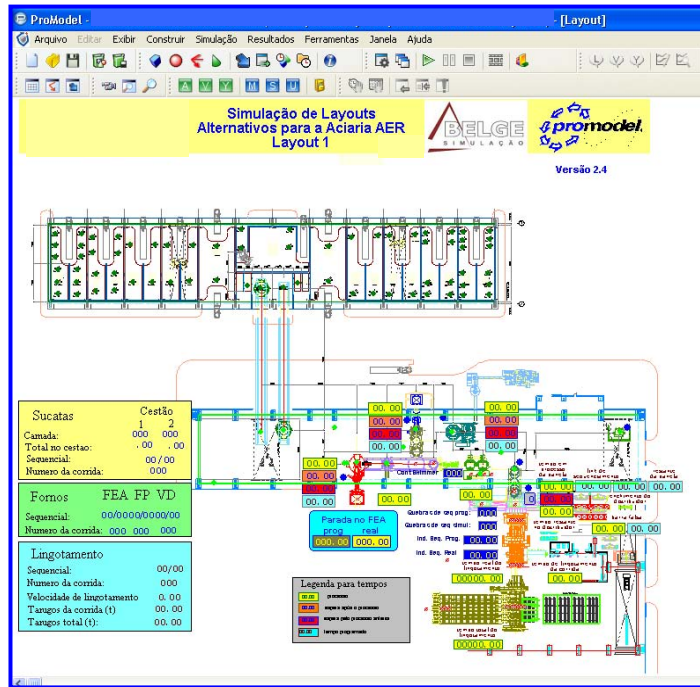


Figura 6. Modelo de simulação da Aciaria da empresa Z - Layout 1

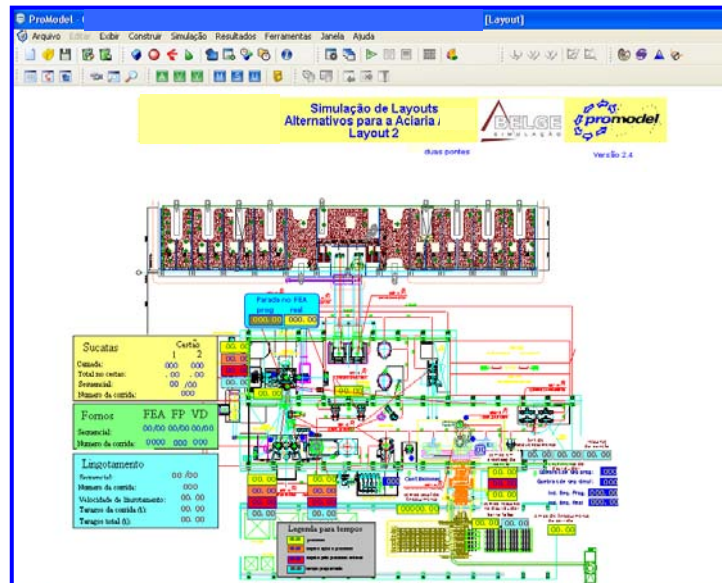


Figura 7. Modelo de simulação da Aciaria da empresa Z - Layout 2

3.4.3 Resultados

Baseados nos resultados obtidos para uma determinada programação de produção pode-se afirmar que:

- a) O layout simples (1) apresentou uma produtividade menor (cerca de 15%) que o layout duplo devido ao um maior número de quebra de seqüência;
- b) As quebras de seqüência do layout simples podem talvez ser eliminadas, já que tiveram um valor relativamente baixo;
- c) A utilização das pontes EF1 e EF2 no layout duplo foram praticamente a mesma da ponte CD2 (cerca de 65%) e pode-se observar visualmente que esta última não causou atraso na entrega de painéis. Sob este aspecto, o layout duplo não é vantajoso já que ele irá requerer mais investimentos que o layout simples.

3.5 Vallourec&Mannesmann

3.5.1 Objetivos

Analisar e aprimorar os aspectos logísticos da nova linha de tratamento térmico de tubos, áreas de: têmpera, revenimento e inspeção.

Através de vários cenários do processo de produção e de disponibilidade de tubos a temperar, oferecida pela laminação, buscaram-se verificar quais seriam os gargalos, como se comportariam os estoques intermediários, aspectos de alocação de turnos e manutenções dos equipamentos, as novas capacidades produtivas e o grau de utilização dos recursos alocados.

3.5.2 Escopo

Foram compreendidos no modelo:

- Têmpera e Revenimento, composto de:
 - 3.1. Armazenamento de tubos vindos da laminação;
 - 3.2. Ponte Rolante
 - 3.3. Forno de austenitização;
 - 3.4. Têmpera;
 - 3.5. Forno de revenimento;
 - 3.6. Desempenadeira
 - 3.7. Leito de resfriamento;
 - 3.8. Mesa e leito de rolos entre cada parte acima;
 - 3.9. Armazenamento de tubos para a Inspeção.
- Inspeção, composto de:
 - 3.10. Corte de tubos para amostragem
 - 3.11. Mesa de inspeção visual e dimensional
 - 3.12. Armazenamento de tubos a serem desempenados;
 - 3.13. Cabine de inspeção de ponta esquerda;
 - 3.14. Cabine de inspeção de ponta direita;
 - 3.15. Estação de Inspeção por de ultra-som;
 - 3.16. Mesa de refugio;
 - 3.17. Mesa e leito de rolos entre cada parte acima;
 - 3.18. Armazenamento de tubos inspecionados.

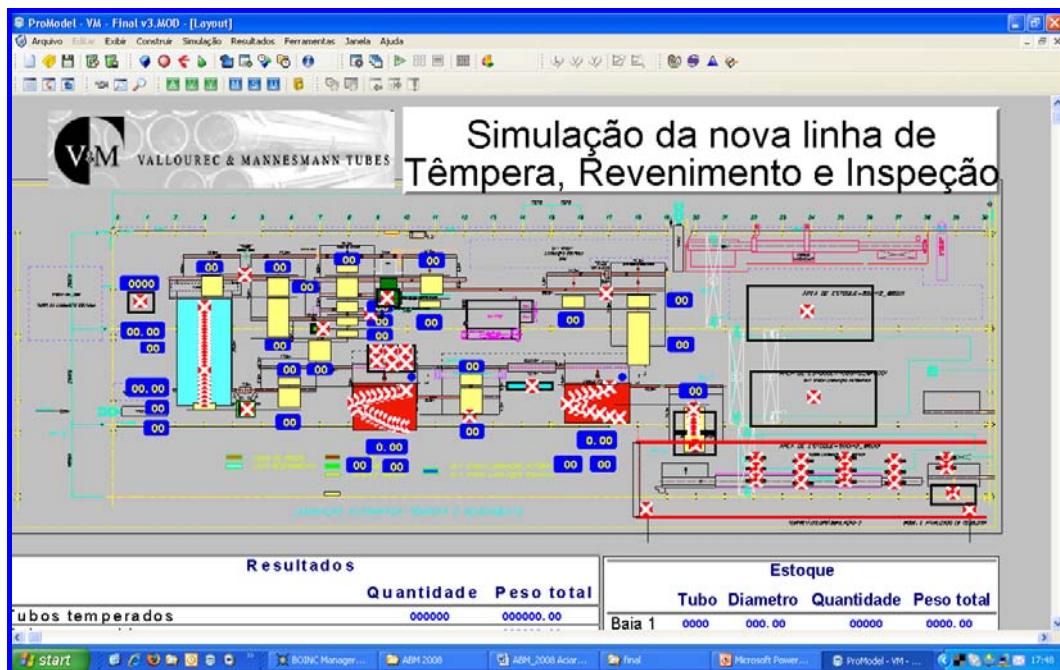


Figura 8. Modelo de simulação da Aciaria da Vallourec&Mannesman

3.5.3 Resultados

O desenvolvimento do projeto de simulação da nova linha de tratamento térmico trouxe vários benefícios a empresa, os quais podem ser facilmente identificados:

i) Dimensionamento das capacidades

A simulação possibilitou o estudo mais preciso das capacidades locais, assim como da capacidade global da nova linha.

ii) Escolha da melhor estratégia de produção

A simulação das diferentes estratégias de seqüenciamento da produção – por seqüenciamento da laminação, por diâmetro crescente, por menor setup – mostrou que a melhor estratégia é aquela “por menor setup” da linha, quando uma nova corrida entra em produção. A partir desta constatação, o projeto sinalizou para o fato de que o “setup” da linha, tendo significativa influência na produtividade, deve merecer um estudo mais detalhado com o objetivo de minimizar seu tempo e conseqüentemente maximizar a produção.

iii) Redução do custo unitário de produção

Quando se usa a simulação como ferramenta para o planejamento do seqüenciamento da produção, esta permite a rápida escolha da melhor estratégia de produção e obtém-se para a nova linha um ganho de aproximadamente 10% no custo unitário de produção.

iv) Absorção da tecnologia de simulação

O uso crescente da tecnologia de simulação nos vários setores, por vários usuários e nas várias tomadas de decisão da V&M, proporciona um ganho competitivo considerável, viabilizando assim práticas cada vez menos “intuitivas” e mais profissionais e produtivas.

Em resumo, podemos afirmar que a execução do projeto de simulação, associado à implantação do software ProModel, disponibilizou à V&M uma ferramenta operacional de programação efetiva e otimizante, além de ter consolidado várias decisões de projeto, identificado e quantificado problemas que antes eram no máximo intuídos, a tempo de serem solucionados antes da instalação efetiva da linha.

4 CONCLUSÕES

Os modelos acima permitiram analisar os métodos de operação e verificar as principais interferências no ambiente estudado (falta ou ociosidade de equipamentos, etc.), criando condições para tomada de decisão nos investimentos necessários para as Aciarias.

Estes modelos permitem fazer uma análise global de todos os processos da Aciaria, pois foram desenvolvidos utilizando-se parâmetros para cada atividade dos processos de movimentação, de preparação e de carregamento dos cestões na área de preparação de sucatas e nas áreas do Forno Elétrico a Arco e do Forno Panela, e dos processos das áreas de apoio, como: área de preparação de painéis e movimentação das pontes rolantes e seqüenciamento do Lingotamento Contínuo.

REFERÊNCIAS

- 1 Chevrand, L. J. S., Bosi, J. F., Martins, T. B., Valle, A. A., Nicácio, P. A. D., Barros, N. M. Aciaria Elétrica, 1989.
- 2 Harrel, C. R., Mott, J. R. A., Bateman, R. E., Bowden, R. G., Gogg, T. J., Simulação – Otimizando os sistemas - Belge Simulação e IMAM, 2005.
- 3 <http://www.promodel.com>
- 4 <http://www.belge.com.br/cases.html>