

OTIMIZAÇÃO DO PÁTIO DO LTQ – REALOCAÇÃO DE PLACAS*

Jovanir Francisqueto¹

Vanessa Gomes Santanna do Nascimento²

Wellington Bermudes Merelles³

Henrique Carneiro Pinto⁴

James Albert dos Santos Soares Mohallem⁵

Victor Bogacy Ney⁶

Resumo

O objetivo deste projeto foi elevar a produtividade do pátio de placas do Laminador de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão através da alteração do processo de sequenciamento do Laminador de Tiras a Quente com a criação do processo de realocação de placas após a formação da chance de laminação. O trabalho iniciou-se com a definição de regras metalúrgicas de realocação de materiais e definição dos critérios operacionais e de atendimento a pedidos para posteriormente ser desenvolvido o software de otimização para a execução da realocação automática de placas na chance de laminação com foco na redução de movimentações no pátio do Laminador de Tiras a Quente. Com a implantação do processo/sistema espera-se conseguir uma redução de aproximadamente 60% nas movimentações de placas para formação da chance de laminação, conforme demonstrado nas simulações com dados reais e conseqüentemente reduzindo número de paradas de forno em função de problemas de produtividade do pátio de placas visando o aumento da produção do Laminador de Tiras a Quente em torno de 15 Kt/ano.

Palavras-chave: Otimização; Pátio de placas; Laminador de tiras a quente.

HSM OPTIMIZATION – SLAB REALLOCATION

Abstract

The aim of this project was to raise the productivity of the AMT's HSM slab yard by changing the HSM's schedule process with the creation of reallocation process after the HSM's chance. The project began with the metallurgical reallocation rules, operational rules and customer/service rules definition. After this the optimization software was developed for the implementation of automatic slabs relocation in the HSM's chance with focus on reducing the slabs movements. With the implementation of process/system is expected to achieve a reduction of approximately 60% on the slabs movements in the HSM's slab yard, as showed in the simulations with real data and thereby reducing the number of furnace stops due to slab yard productivity problems aimed at increasing production of Hot Strip Mill at around 15 Kt/year.

Keywords: Optimization; Slab yard; Hot strip mills.

¹ Eng. Metalúrgico, Mestre Eng. de Produção, Especialista em Desenho Integrado de Processos, Gerência de Desenho Integrado de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.

² Eng. Metalúrgica, Pós Graduada em Eng. de Materiais, Especialista em Desenho Integrado de Processos, Gerência de Desenho Integrado de Processos, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC, Brasil

³ Administrador, Especialização em Análise de Sistemas, Analista de Desenvolvimento e Manutenção de Sistemas, Gerência de Sistemas de Informação, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.

⁴ Eng. Mecânico, Especialista em Eng. Mecatrônica, Consultor de Sistemas, PSI Metals Brasil LTDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Engenheiro Metalúrgico, M.Sc., Especialista de Desenvolvimento de Produtos, Gerência de Metalurgia, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.

⁶ Engenheiro Metalúrgico, Especialista de Controle Integrado de Produto, Gerência de Metalurgia, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

De forma a maximizar o retorno do negócio através da proposição de melhorias e inovação nos processos, o grupo de trabalho coordenado pela Gerência de Desenho Integrado de Processos da ArcelorMittal Tubarão iniciou o presente projeto com o objetivo de elevar a produção do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) através do desenvolvimento do processo de realocação de placas após a liberação da chance de laminação de forma a reduzir as movimentações de placas necessárias à formação da chance, reduzindo assim ocorrências de paradas/vazios no forno em função de problemas de disponibilidade de pontes/do pátio.

O projeto iniciou-se em 2013 com definições/revisões das regras de negócio (regras metalúrgicas para realocação, regras e critérios operacionais do pátio de placas e de atendimento a pedidos) e posteriormente foram realizadas simulações com dados reais de produção, utilizando-se protótipos do sistema especialista de realocação, simulações estas que provaram a viabilidade do trabalho.

Atualmente, o projeto encontra-se em fase final de testes para implantação em produção, com grande potencial de redução de movimentações de ponte rolante no pátio de placas do LTQ da AM Tubarão.

1.2 Conceitos Gerais de Planejamento, Programação e Controle da Produção

Cabe ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) o gerenciamento de interesses entre vendas e produção, determinando os volumes a serem vendidos e produzidos, os prazos de entrega, as prioridades de produção e os níveis de estoques, visando sempre, baixos custos, elevadas produtividades e índice de funcionamento das áreas produtivas com a garantia de atendimento aos compromissos assumidos com os clientes referentes a volumes e prazos de entrega, isso tudo com baixos níveis de estoques.

“O propósito do planejamento e controle é garantir que os processos de produção ocorram eficaz e eficientemente e que produzam produtos e serviços conforme requeridos pelos consumidores” [1].

O planejamento e controle da produção é dividido basicamente em três segmentos, podendo ser planejamento de longo prazo, de médio prazo e de curto prazo.

Conforme Davis [2], o planejamento de longo prazo deve conter os objetivos gerais da organização e suas metas para os próximos 2 a 10 anos e leva em conta a capacidade da empresa, assim como o cenário econômico e político.

Já o planejamento de médio prazo pode ser subdividido de acordo com os itens abaixo:

- Planejamento agregado da produção: planejamento de produção mensal I para os principais produtos ou áreas produtivas, de forma a procurar minimizar custos de produção, níveis de estoque e atender à demanda.
- Planejamento mestre da produção (PMP): O PMP depende do plano de produto, de mercado e de recursos e gera para a operação a quantidade e os dados dos produtos finais individuais. É realizado para um período de 6 a 8 semanas.
- Planejamento de curto prazo: Realizado através da programação detalhada de quando cada operação deve ser executada em cada centro de trabalho e quanto tempo levará para ser processada, e, por fim, o controle das atividades de produção, que é o refinamento diário da programação, pois envolve a programação e o controle das atividades do dia-a-dia no chão de fábrica.

1.2 Sequenciamento da Produção

Conforme Arnold [3], “O sequenciamento é uma técnica de planejamento a curto prazo de trabalhos reais a serem operados em cada centro de trabalho com base na capacidade e nas prioridades. Prioridades, neste caso é a sequência em que os trabalhos devem ser operados num centro de trabalho.”

O sequenciamento da produção se refere às atividades de programação da produção mais próximas da operação, é nesta etapa da programação que são efetuadas alterações em função de problemas operacionais, prioridades surgidas de última hora ou quaisquer outras ocorrências que não foram anteriormente planejadas e deve seguir algumas regras de modo a maximizar os resultados, sendo que, na maioria dos casos, é impossível satisfazer todos os objetivos ao mesmo tempo, mesmo porque, diversas dessas regras, são regras técnicas e de restrições operacionais e de equipamento e/ou qualidade e portanto, na maioria dos casos, não podem ser descumpridas.

1.1 Contextualização

A ArcelorMittal Tubarão possui 3 máquinas de lingotamento contínuo, sendo que todas elas podem suprir o LTQ de placas, porém, somente as Máquinas de Lingotamento Contínuo Nº 1 e 2 possuem ligação direta (via mesa de rolos) com o LTQ. As placas produzidas para o LTQ na Máquina de Lingotamento Contínuo Nº 3 são obrigatoriamente desviadas para o condicionamento de placas para posteriormente serem enviadas para o LTQ. Abaixo, na figura 1, o fluxo de produção resumido da ArcelorMittal Tubarão e na figura 2 um esquema geral do pátio de placas do LTQ.

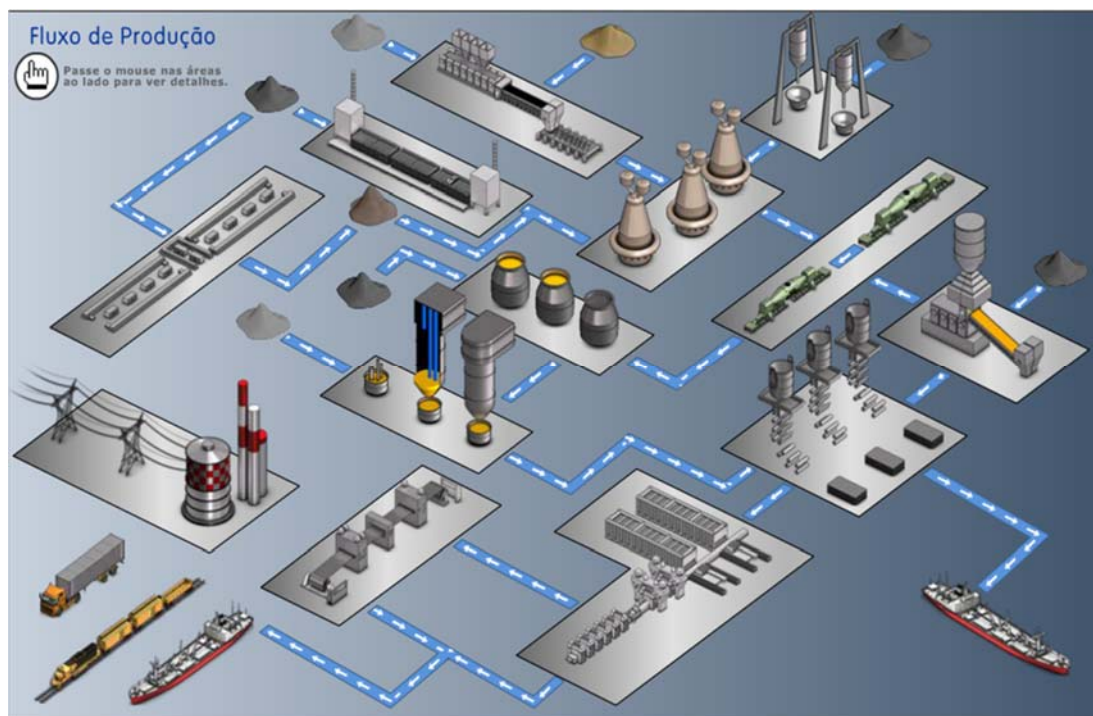


Figura 1. Fluxo de Produção.

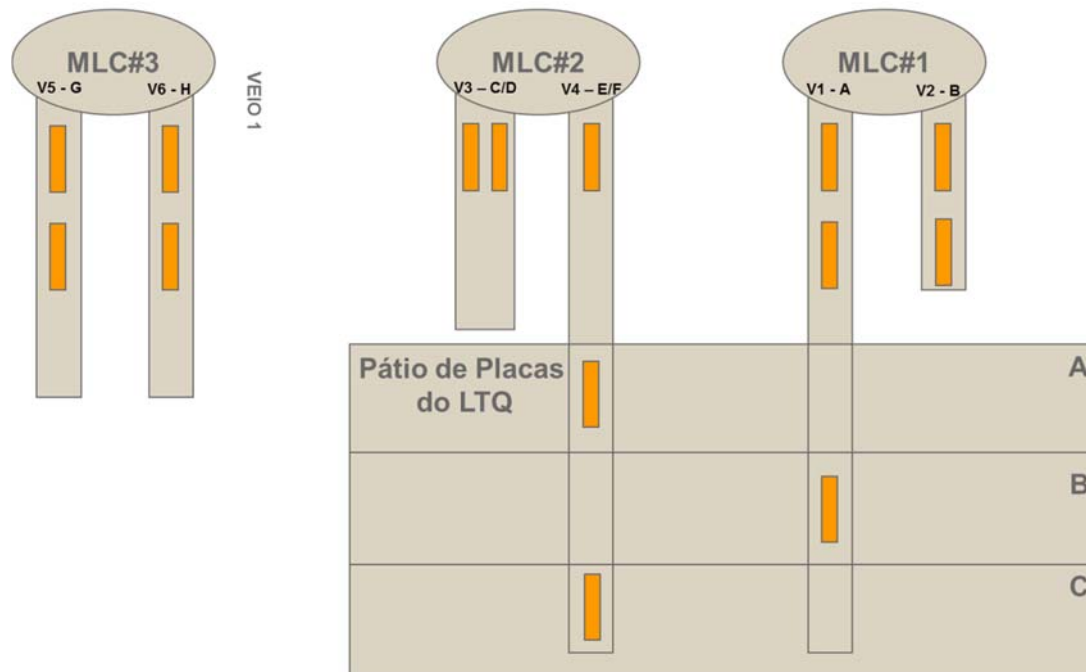


Figura 2. Esquema do Pátio de Placas do LTQ.

O LTQ por sua vez, possui um único pátio de placas acabadas, sendo que o estoque de placas disponível para laminação (placas disponíveis para a formação de chance de laminação) é 100% endereçado no pátio de placas do LTQ, ou seja, mesmo que haja placas acabadas prontas para serem laminadas mas que não estejam endereçadas no pátio do LTQ, estas não podem ser sequenciadas para o LTQ antes de serem movimentadas para este pátio.

O pátio de placas do LTQ possui 3 alas com 2 pontes rolantes cada ala, num total de 6 pontes rolantes, com capacidade nominal de 66t cada ponte. A capacidade total do pátio de placas do LTQ é de aproximadamente 45.000t e movimenta anualmente cerca de 4Milhões de toneladas de placas.

O pátio de placas então é responsável por 3 operações básicas, sendo que cada uma dessas operações correspondem a cerca de 1/3 do trabalho total das pontes rolantes:

1 – Receber placas das máquinas de lingotamento contínuo 1 e 2 através das mesas de rolos e receber placas vindas de vagão da área do condicionamento de placas;

2 – Preparar as pilhas para o enformamento de placas, sendo que cerca de 70% dos movimentos de ponte nesta operação são para remover placas que não estão localizadas nos topos de pilha;

3 – Carregar a mesa de rolos do forno de reaquecimento de placas, que consiste em movimentar as placas já instruídas, do pátio para a mesa de rolos, de acordo com a sequencia determinada na chance de laminação e com o ritmo de laminação.

Cada placa sofre em média 2,5 movimentos no pátio (recebimento, preparação da chance e enformamento), sendo que isso representa cerca de 1.200 movimentações/dia.

Atualmente, 100% da produção de placas na AMT é *make to order*, sendo que cada pedido é composto por placas específicas (já alocadas aos pedidos), de acordo com as características destes pedidos. Sendo assim, no sequenciamento do LTQ, os pedidos são sequenciados com as placas alocadas previamente a estes (a alocação vem desde as máquinas de lingotamento contínuo). Frequentemente no pátio de

placas do LTQ é necessário um grande número de movimentações de ponte para se chegar até as placas sequenciadas para laminação.

Na atual configuração do pátio de placas do LTQ, paradas e atrasos do pátio de placas são responsáveis por aproximadamente 9 horas de paradas/mês do LTQ. Neste contexto, existem diversas ações implantadas ou em andamento para melhoria deste indicador, sendo as principais:

- Reconhecimento da posição da ponte rolante pelo sistema de controle de processo para determinar corretamente os tempos e movimentos necessários no pátio (otimização das movimentações);
- Melhorias diversas no *tracking* de placas recebidas das máquinas de lingotamento contínuo (sistema de transferências das placas dos contínuos para o LTQ) de forma a aumentar a produtividade deste processo;
- Criar regras de movimentação de pontes para determinação de lógicas de otimização de movimentos – com foco na melhoria da produtividade do enformamento.

Sendo assim, o atual projeto visa avaliar a otimização da única “operação básica” ainda não tratada pelas ações de otimização do pátio de placas em andamento através da inclusão do processo de realocação de placas após a liberação da chance do LTQ. Com esse novo processo espera-se uma redução significativa do número de movimentações de ponte rolante para formação/ajuste de pilhas para posterior enformamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa do projeto foi relativa a determinação das regras metalúrgicas de realocação de placas, com pequenas adequações dos padrões de realocação já existentes. Posteriormente, foram definidas as regras e premissas para que não houvesse impactos no atendimento a pedidos, como por exemplo, não alterar saldo de atendimento a pedido de cliente e foram avaliadas as possibilidades de descumprimento de regras de sequenciamento na “nova sequencia”, já que o fluxo/sistema não prevê nova checagem de regras após a liberação da sequencia original, considerando para isso, que os pedidos não serão alterados na sequencia e as placas que por ventura sejam realocadas para esses pedidos, devem possuir características muito próximas das placas anteriormente alocadas (e incluídas na sequencia original).

Após as definições das regras descritas anteriormente foi definido o fluxo (ver figura 3 abaixo) do novo processo.

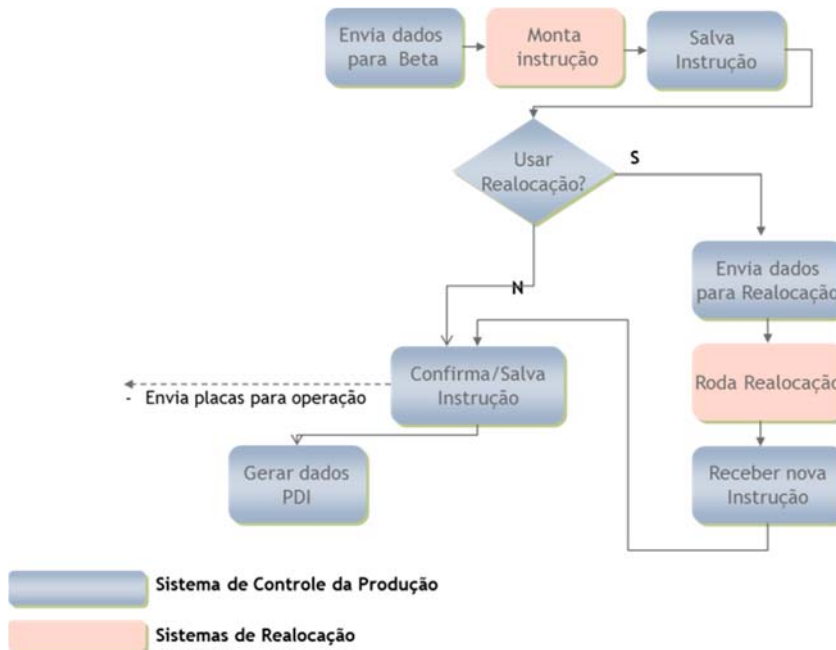


Figura 3. Fluxo do novo processo.

2.1 Processo e Sistema de Otimização

Conforme descrito no fluxo do processo, o ambiente/arquitetura do projeto consiste basicamente em:

- Um repositório para receber os arquivos de input: informações diversas relativas às placas e ao pátio de placas, informações sobre a carteira de pedidos (pedidos que contenham placas no pátio de placas do LTQ), informações da chance de laminação e diversos parâmetros de alocação.
- Um sistema para gerar as possíveis combinações entre os pedidos e as placas do pátio de placas do LTQ (*PSImetals MaterialAllocator*).
- Um sistema (*LScheduler*) para definir as melhores realocações entre pedidos e placas e criar arquivos de output com as novas alocações placas x pedidos (da chance de laminação e do pátio de placas).

O fluxo do processo é definido então pelos seguintes passos:

- O sistema de controle da produção envia para os sistemas especialistas os arquivos de pátio, de pedidos e da chance de laminação.
- O *Material Allocator* gera as possíveis combinações entre os pedidos e as placas do pátio de placas (placas candidatas a entrarem na sequencia de pedidos/chance de laminação). Para isso o sistema utiliza basicamente as regras metalúrgicas de alocação, devendo respeitar então, critérios dimensionais, de composição química, de qualidade, de aplicação, de eventos de qualidade, dentre outros. Neste momento, uma mesma placa pode estar listada para atender mais de um pedido.
- Baseado na sequencia (pedidos sequenciados) e nas combinações geradas anteriormente o *LineScheduler* gerará as realocações visando reduzir os desempilhamentos. O *LineScheduler* considera em sua decisão regras de produção, assim como restrições de fluxo. Isso quer dizer, ele possui uma lista de materiais a serem realocados e deve obedecer regras de sequenciamento, reduzir os desempilhamentos, não impactar o atendimento a

carteira de pedidos (considerando os pedidos das placas que estão no pátio de placas) e garantir que a sequência de pedidos não será alterada.

- O sistema especialista envia então, para o sistema de controle da produção o resultado com a nova sequência (novas placas) e com a nova configuração de pátio (pedidos x placas).

Um fator importante a ser levado em consideração no projeto, é que o sistema de sequenciamento que gerou a chance de laminação (antes do processo de realocação) com a checagem de regras de sequenciamento, neste momento (no retorno da instrução realocada), não irá checar novamente essas regras.

O projeto baseia-se na premissa de que não alterando a sequência de pedidos listados na chance de laminação anterior, garante-se que não haverá chance de descumprimento de regras de laminação, dado que as regras de sequenciamento do LTQ consideram principalmente parâmetros de pedidos e de bobinas, ou seja, os parâmetros de placas (que é o que será alterado na nova sequência) não são preponderantes para que haja algum descumprimento de regra de laminação a ponto de ser necessária uma nova checagem após a geração da nova chance de laminação (após o processo de realocação).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após definidas todas as regras, definição do fluxo do processo e desenvolvimento do software de otimização foram realizadas simulações com dados reais de produção.

As simulações foram realizadas com 10 chances reais (que haviam sido elaboradas pelo pessoal da programação e liberadas para produção) no período de Novembro/12 a Março/13, sendo que, em resumo, apresentou os resultados descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das Simulações com Dados Reais

Data	Nº Placas na Chance	Volume do Pátio	% Redução de Movimentações
23/11	129	19283	66,3
10/12	110	10425	33,3
13/12	121	12504	46,9
26/12	130	26037	70,0
03/01	106	10055	65,3
15/01	230	26733	29,7
18/01	140	15847	62,7
20/02	151	15941	47,2
28/02	129	10365	68,2
07/03	158	23337	67,8

Para que as simulações fossem realizadas, algumas simplificações foram admitidas, sendo as principais delas:

- Avaliação qualitativa (e manual) do estoque de placas após a realocação;
- Penalidade do desempilhamento: considerou apenas desempilhamento de uma placa, não considerando que a ponte tem capacidade para 66t (de 2 a 3 placas). O comparativo do % de redução de movimentação é com o BetaPlanner que também não considera a capacidade da ponte;

- Não foi avaliada a sustentabilidade dos resultados em instruções de laminação consecutivas;
- O pátio foi considerado 100% como área de campanha.

4 CONCLUSÃO

Após as simulações com os dados reais, chegou-se a uma redução média de 56% nas movimentações de ponte necessárias para a formação da chance de laminação, representando importante oportunidade de ganho de produtividade no pátio de placas do LTQ da AM Tubarão, sendo que com esse ganho pode-se prever um potencial aumento de produção do LTQ em cerca de 15 mil toneladas de bobinas a quente por ano.

REFERÊNCIAS

- 1 Slack, N et al. Administração da Produção. São Paulo, Atlas; 1999.
- 2 Davis, Mark M.; Aquilano, Nicholas J.; Chase, Richard B. Fundamentals of Operations Management, 4ª Edição, MacGraw-Hill, New York, 2003.
- 3 Arnold, J. R. Tony. Administração de Materiais: uma introdução. São Paulo, Atlas, 1999

BIBLIOGRAFIA

- 1 Abraao, Ivo Novaes, Beghin, Pierre, Coelho, Eduardo Augusto. Planejamento Semanal do Laminador de Tiras a Quente da CST. Anais do Seminário de Laminação, Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 41. 204:3-12.
- 2 Ribeiro, Priscilla Cristina Cabral; Vieira, Leandro da Silva. Tecnologia da Informação e Competitividade na Indústria Siderúrgica Brasileira: Um estudo de Caso. Anais do ENEGEP 2001.