

AUMENTO DO ENFORNAMENTO A QUENTE ATRAVÉS DA REALOCAÇÃO AUTOMÁTICA DE PLACAS NO LTQ DA AMT*

*José Fabiano Martins Assunção¹
Jovanir Francisqueto²
Nayara Coutinho³
José Fagundes⁴
Henrique Carneiro Pinto⁵
Wellington Bermudes Merelles⁶*

Resumo

Objetivo deste projeto é elevar o enforamento a quente de placas buscando aumentar a produtividade do Laminador de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão, em linha com as métricas anuais de aumento de produção do Laminador, através da alteração do processo de sequenciamento do Laminador de Tiras a Quente com otimização do processo de realocação de placas (redução de tempo e movimentos no pátio do LTQ) após a formação da chance de laminação com foco na Temperatura de enforamento da placa. O trabalho iniciou-se com a revisão de regras metalúrgicas de realocação de materiais, definição dos critérios de definição de temperatura (quente/Fria), agrupamentos de material sem necessidade de avaliação e alteração de prioridades na realocação de placas. Com implantação do processo/sistema espera-se conseguir potencial aumento de 10% no enforamento a quente de placas nos fornos de reaquecimento de placas e aumento de produtividade do Laminador de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão..

Palavras-chave: Otimização; Pátio de Placas; Laminador de Tiras a Quente; Enforamento a quente.

INCREASE HOT CHARGE - SLAB RELOCATION

Abstract

The objective of this project is to increase the hot charge by increasing raising the productivity of ArcelorMittal Tubarão's Hot Strip Laminator by changing the HSM's schedule process with optimization of the relocation process of slabs after HSM's chance with focus Slab Temperature. The Project began with the revision of metallurgical rules for the relocation of materials, definition of criteria temperature setting (hot / cold), material groupings without need of temperature evaluation and change of priorities in the reallocation of slabs. With the implementation of the process / system it is expected to achieve a 10% increase in the slabs hot charge index in slabs reheating furnaces and increase productivity of the ArcelorMittal Tubarão Hot Strip Mill.

Keywords: Optimization; Hot Charge; Slab Yard; Hot Strip Mills

- ¹ *Engenheiro Metalúrgico, Especialista em Desenho Integrado de Processos, Gerência de Desenho Integrado de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*
- ² *Engenheiro Metalúrgico, Mestre em Engenharia de Produção, Especialista em Desenho Integrado de Processos, Gerência de Desenho Integrado de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*
- ³ *Engenheira Produção, Especialista em Desenho Integrado de Processos, Gerência de Desenho Integrado de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Metalúrgico, M.Sc., Especialista de Desenvolvimento de Processo e Modelamento, Gerência de Área de Confiabilidade de Produção de Bobinas, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Mecânico Especialista em Eng. Mecatrônica, Consultor de Sistemas, PSI Metals Brasil LTDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Bacharel em Administração, Pós-Graduado em Análise de Sistemas, arquiteto de Sistemas, Gerência de Área de Sistemas de informação Analista de sistemas, Analista de TI, Gerência de Informática, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

A melhoria contínua, inovação e otimização de processos fazem parte do dia a dia na área de Desenho Integrado de processos da ArcelorMittal Tubarão. De acordo com Slack e Lewis (2009, p.27) “as empresas acreditam que a forma como elas gerenciam suas operações é que as distingue e as coloca acima de seus concorrentes”. O aprimoramento dos processos produtivos é fundamental para aumentar a produtividade do homem, das unidades produtivas e para manutenção da estabilidade operacional. Para Gaither e Frazier (2001) a essência das estratégias de operações é a formação de estratégias de posicionamento (produtos personalizados ou padronizados, produção focalizada no produto ou no processo, e estoques baseados na produção para estoque ou produção sob encomenda).

Com objetivo de elevar o enformamento a quente, em linha com as diretrizes de aumento de produtividade do Laminador de Tiras a Quente (LTQ) da ArcelorMittal Tubarão, foi criado um grupo de trabalho coordenado pela Gerência de Desenho Integrado de Processos, para estudo de soluções na busca do aumento de placas enformadas a quentenas sequencias de laminação

O projeto iniciou-se em 2017 com a revisão de regras metalúrgicas de realocação de materiais, definição dos critérios de definição de temperatura (quente/Fria), agrupamentos de material na chance sem necessidade de avaliação temperatura e alteração de prioridades no processo realocação de placas (Temperatura placa, Movimentação placas) priorizando a troca de placas na sequência por placas quentes disponíveis no pátio. Além dos pontos mencionados, o trabalho possui grande importância sob ponto de vista ambiental e de custo, já que haverá aproveitamento da energia térmica do material no forno de reaquecimento de placas, com redução do consumo de combustíveis para elevar a temperatura de extração do forno de reaquecimento .

Atualmente, o projeto encontra-se em fase de parametrização das novas regras de negócio, com previsão de implantação em Julho/18, com grande expectativa no potencial aumento de placas enformadas a quente e aumento de produtividade do Laminador de Tiras a quente da ArcelorMittal 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” (SLACK et al, 2002, p. 314).

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 (2003), 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.

1.3 Sequenciamento da Produção

Conforme Arnold, 1999, “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 seqüência 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. Na figura 1, temos uma representação esquemática do processo.

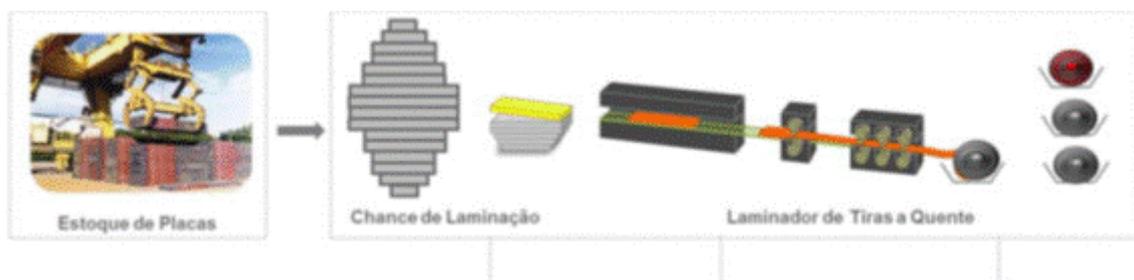


Figura 1. Representação esquemática do processo

1.4 O processo de enformamento de placas de aço

O processo de enformamento de placas[6] engloba a retirada das placas de aço de uma Máquina de Lingotamento Contínuo e o carregá-las em um Forno de Reaquecimento de placas. A temperatura na qual as placas de aço serão introduzidas no Forno de Reaquecimento é denominada ‘temperatura de enformamento ou carregamento’ e a temperatura na qual elas serão retiradas do Forno de Reaquecimento é denominada ‘temperatura de saída’ ou ‘temperatura de desenformamento (DOT)’. A temperatura de saída varia de acordo com características materiais/químicas e dimensionais das placas e do produto final. Ela também pode ser chamada de ‘temperatura de processamento’, pois é a temperatura necessária para que uma placa seja processada na área de laminação. A temperatura de enformamento, juntamente com a temperatura de saída e a espessura da placa, determinam o tempo de processamento de cada placa em um Forno de Reaquecimento, denominado ‘tempo de residência’ (residence time). É o tempo de residência que determina a velocidade de deslocamento de uma placa de aço dentro de um Forno de Reaquecimento. Existem diferentes processos de enformamento que serão detalhados abaixo.

O processo de enformamento ‘tradicional’ é o ‘enformamento a frio’ das placas de aço em um Forno de Reaquecimento. Nesse processo as placas de aço recém saídas da aciaria não vão diretamente para o Forno Reaquecimento, elas são conduzidas até a um pátio de estocagem de placas onde ficam temporariamente estocadas antes de serem processadas no Forno Reaquecimento, e com isto suas temperaturas caem de forma que não há o benéfico aproveitamento de sua energia calorífica. Como se trata de um processo entre uma aciaria e um Forno Reaquecimento, este processo é conhecido e denominado na bibliografia continuouscasting - cold charge rolling. É dito que o processo de enformamento é continuouscasting - cold charge rolling quando a temperatura de enformamento das placas no Forno de Reaquecimento é inferior a 400°C, mas é muito freqüente que esta temperatura seja a temperatura ambiente.

Abaixo serão descritos os outros processos de enformamento:

- ‘Enformamento a quente’ (CC-HCR- Continuouscasting - hot chargerolling), onde as placas de aço saem da Aciaria e vão para ‘fossas’ no pátio de placas ou para qualquer outro meio de isolamento térmico e, somente após algum tempo, elas são enformadas no Forno Reaquecimento. Costuma-se dizer que através deste método de enformamento as placas entram ‘mornas’ no Forno Reaquecimento. Geralmente as temperaturas carregamento estão entre 400°C e 800°C;
- ‘Enformamento a quente direto’ (CC-DHCR- Continuouscasting – direct hot charge rolling), onde as placas de aço saem da Aciaria e vão direto para o Forno Reaquecimento sem passar antes pelo Pátio de placas. Geralmente as temperaturas de carregamento estão entre 700°C e 1000°C;
- ‘Laminação direta a quente’ (CC-HDR- Continuouscasting - hot directrolling), onde as placas vão diretamente ao LTQ, sem antes passarem pelo Forno Reaquecimento. Para este processo ser possível, as placas devem sair da MLC com temperaturas acima de 1100°C.

É importante ressaltar que quanto mais direta a ligação entre uma Aciaria e a área de laminação, menor será o consumo de energia devido ao aproveitamento da energia calorífica da própria placa de aço, porém, mais difícil será o sincronismo (programação e o seqüenciamento) entre os equipamentos envolvidos, 'podendo' causar a subtilização de algum deles, pois os critérios de programação e seqüenciamento, por exemplo, de uma Aciaria e de um LTQ são muito diferentes a ponto de ser bem difícil conseguir um fluxo contínuo de produção.

No nosso processo de trabalho, não existem 'fossas térmicas' no pátio de placas ou qualquer outro meio de isolamento térmico e somente após algum tempo, elas são enfornadas no Forno Reaquecimento. A empresa já teve no passado 'fossas térmicas' mas foram desativadas.

1.5 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.

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 existam 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. Abaixo, na figura 2, um esquema geral do pátio de placas do LTQ.

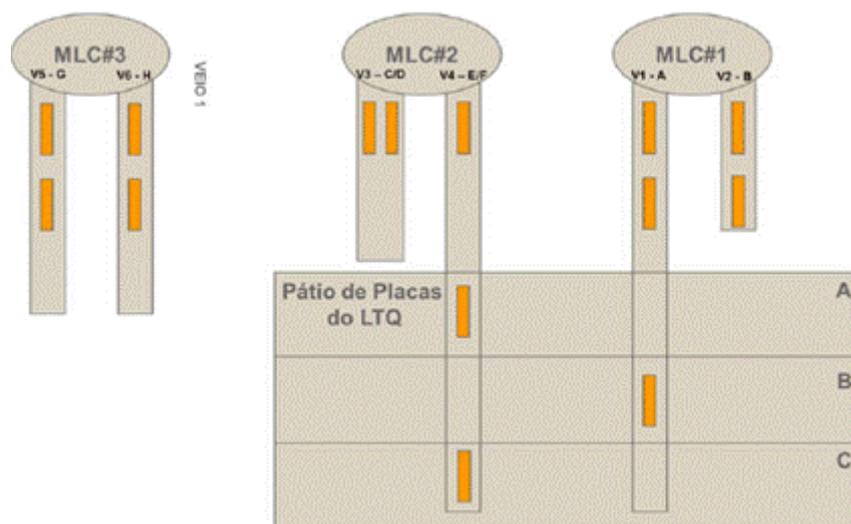


Figura 2.Esquema do Pátio de Placas

Atualmente, 100% da produção de placas na AMT é maketoorder, 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.

O projeto de Realocação de placas foi implantado em 2015 na empresa com foco redução de movimentação de ponto rolante para formação/ajuste pilhas no pátio do LTQ para posterior enformamento. Segundo Francisqueto [7], atualmente o projeto apresenta ganhos na ordem de 20% na redução de movimentação de placas no pátio.

Na atual configuração do pátio de placas do LTQ, estão sendo estudadas formas de aumento de produtividade do laminador, e o aumento de enformamento é uma das ações prioritárias para alcançar este objetivo.

Neste contexto, o atual projeto visa avaliar otimização no processo de realocação de placas após a liberação de chance/sequência do LTQ considerando temperatura de enformamento das placas sequenciadas para laminação com foco no enformamento a quente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 – Materiais e Métodos

A primeira etapa do projeto foi relativa a determinação das regras metalúrgicas de realocação de placas, adequações dos padrões de realocação já existentes. Posteriormente, foram definidas as regras e premissas para otimização da sequência priorizando a inclusão de material quente com poucos impactos no processo de realocação de placas existente, ou seja, mantendo as regras básicas do processo de realocação, como por exemplo, avaliação de combinações possíveis de troca de uma placa na sequência de laminação por outra placa disponível no pátio do LTQ, buscando reduzir movimentação de placas nas pilhas do pátio de placas do LTQ, não alterar saldo de atendimento a pedido de cliente dentre outros.

O modelo matemático de otimização do programa computacional, conhecido como Material Allocator (PSIMetals), será ajustado para priorizar inclusão de material quente na sequência de laminação além do sistema continuar a avaliar troca de material da sequência por material do pátio (material equivalente que atenda conjunto de regras metalúrgicas, por exemplo a composição química), melhor posicionado nas pilhas de material, reduzindo desempilhamentos e movimentações no pátio e além de observar agrupamentos de materiais quentes já incluídos na sequência que não precisarão ser trocados com o pátio. Basicamente o programa computacional avalia a posição das placas sequências nas pilhas no pátio do LTQ, procurando uma placa equivalente que esteja em uma posição na pilha mais favorável de remoção da mesma para montagem da sequência de laminação no

pátio. Ex: Se a placa sequenciada X estiver na posição 3 de uma pilha com 7 placas e o programa computacional encontrar uma placa equivalente Y na posição 6 da mesma pilha (poderia ser outras pilhas também), simplificada teremos uma redução de movimentos de 4 para 1 movimento da ponte rolante. Daí o programa computacional realiza a troca da placa X pela Y na sequência de laminação. Esta avaliação é realizada sobre todas as placas da sequência de laminação. Neste trabalho, além do programa continuar realizando esta atividade, será incluído no modelo do otimizador, a variável Temperatura da placa, que também será avaliada durante o processo de otimização.

2.2 – Processo e Sistema de Otimização

As principais regras desenhadas para que o sistema de realocação de placas priorize o enfileiramento de materiais considerados quentes foram:

- Avaliação de agrupamento mínimo de placas quentes na sequência de laminação.
- Evitar a substituição de placas quentes por placas frias (ver Figura 3).
- Substituição de placas quentes por quentes para reduzir movimentação no pátio, uma das funções básicas do sistema (Ver Figura 4).
- Inexistência de diferenciação de temperatura quente por uma temperatura mais quente, ambas terão o mesmo peso para o sistema.

Sequência Laminação -Pilhas no pátio LTQ - Situação da placa

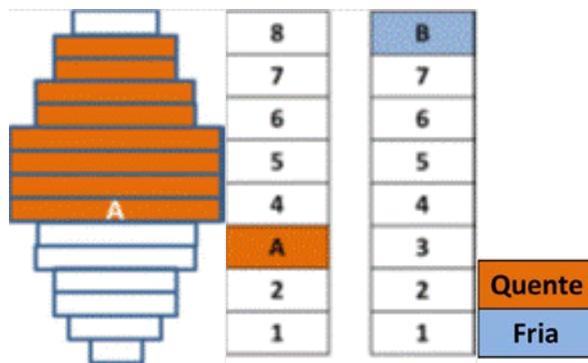


Figura 3 – Troca não permitida, apesar da placa B estar no topo da pilha com combinação possível para o pedido A

Sequência Laminação -Pilhas no pátio LTQ - Situação da placa

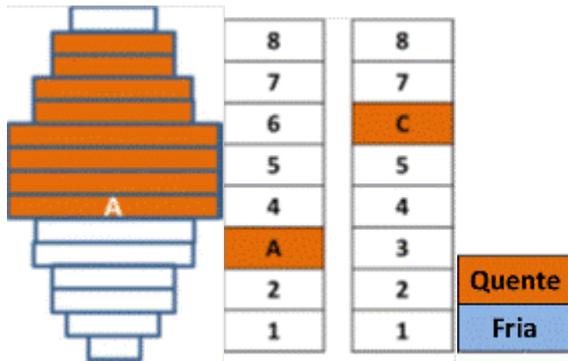


Figura 4 – Troca permitida. A placa C (quente) localizada na sexta posição da pilha também é combinação possível para o pedido A, que causa 2 desempilhamentos reduzindo assim movimentações de placa

- Caso não haja agrupamento mínimo de x placas, outras regras serão aplicadas, como por exemplo:
 - Caso 1: Se um pedido (independente da temperatura) possui combinações com uma placa quente e outra fria e as duas possuem mesma posição de pilha ou diferença de ydesempilhamentos, a temperatura da placa deverá ser prioritária em relação a quantidade de Movimentações (ver figura 5).
 - Caso2: Se um pedido (independente da temperatura) possui combinações com outras N placas, a placa que causar a menor quantidade de movimentações de placas deverá ser escolhida.

Sequência Laminação -Pilhas no pátio LTQ - Situação da placa

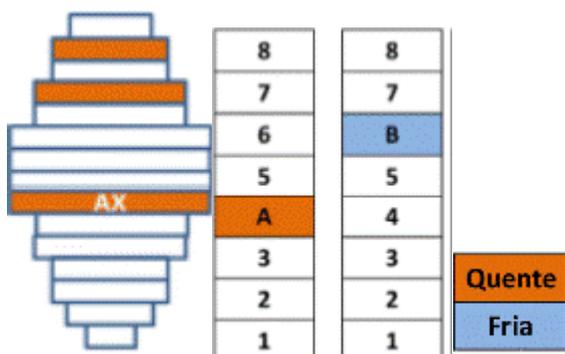


Figura 5 –O pedido AX possui combinações com as placas A (quente) e B(fria), a placa A possui 4 desempilhamentos e a B possui 2 de empilhamentos, dessa forma, a placa A tem prioridade na realocação sobre a placa B, visando a placa quente.

- Restrições de salto térmico (DOT): Esta regra avalia o salto de temperatura quando há mistura de material quente com frio e vice-versa, verificando equilíbrio térmico no forno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão conhecidos a partir da implantação do projeto em Julho/18. A expectativa é que supere 10% de aumento no enforamento a quente atual, com melhores e maiores agrupamentos de material quente na sequência de laminação, inclusão de materiais quentes que cheguem no pátio durante o processo de elaboração da sequência de laminação sem perder o ganho de redução movimentação de placas no pátio, contribuindo diretamente para o aumento de produtividade do Laminador de tiras a quente da ArcelorMittal Tubarão.

4 CONCLUSÃO

A expectativa que a implantação do projeto seja elevado aumento de produtividade de Laminador de tiras a quente com aumento de enforamento a quente com respectiva redução do consumo de gás nos fornos de reaquecimento de placas.

REFERÊNCIAS

- 1 Davis, Mark M.; Aquilano, Nicholas J.; Chase, Richard B. Fundamentals of Operations Management, 4ª Edição, MacGraw-Hill, New York, 2003.
- 2 Arnold, J. R. Tony. Administração de Materiais: uma introdução. São Paulo, Atlas, 1999
- 3 Slack, N et al. Administração da Produção. São Paulo, Atlas; 2002.
- 4 Slack, N.; Lewis, M. Estratégia de Operações. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- 5 Gaither, N.; Frazier, G. Administração da produção e operações. São Paulo:Cengage Learning, 2001.
- 6 Portal PUC RIO, Sistema Maxwell. [Acesso em 5 de Maio de 2018.]; 22-23. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/3762/3762_3.pdf>
- 7 Francisqueto, Jovanir; Nascimento, Vanessa GS; Merelles, Welington B; Pinto, Henrique C; Mohallem, James Albert SS, et al. Otimização do Pátio do LTQ – Realocação Placas. In: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. Anais do 52º Seminário de Laminação, Processos e Produtos Laminados e Revestidos; 2015; Vitória, Brasil. Rio de Janeiro: ABM; 2015. p.178-185

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