

# INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS SUPERVISÓRIOS DA LAMINAÇÃO À QUENTE E DECAPAGEM COMO FERRAMENTA DE GESTÃO E CONTROLE DE PROCESSOS NA CSN<sup>1</sup>

Marcelo Vilela Moreira<sup>2</sup>  
Rogério Ferreira Ribeiro<sup>2</sup>  
Carlo Rodrigo Silveira Pereira<sup>3</sup>  
Aquiles Afonso da Silveira<sup>4</sup>

## Resumo

Este trabalho apresenta a integração entre duas linhas de produção da Companhia Siderúrgica Nacional especificamente o Laminador de Tiras à Quente nº 2 e as Linhas de Decapagem Contínua 3 e 4 através da interface de comunicação dos sistemas supervisórios destes equipamentos criando-se uma interação informatizada com a área de produção com o objetivo de melhoria dos índices operacionais. A fase inicial foi desenvolvida elegendo algumas variáveis de processo do Laminador que afetavam o desempenho das linhas de decapagem. A partir daí desenvolveu-se utilitários para obtenção de informações da bobina laminada à quente e apresentá-las de forma amigável ao piso operacional e staff técnico, utilizando os recursos da rede corporativa e redes locais do sistema de supervisão. Dentre os resultados obtidos temos uma maior confiabilidade na análise do processo, prevenção de anomalias, contribuição na melhoria dos índices de qualidade, utilização, eficiência e rendimento metálico e identificação de novas oportunidades de melhoria do processo e produto em ambos equipamentos.

**Palavras-chave:** Sistema supervisório; Decapagem ácida

## HOT STRIP MILL AND PICKLING LINES SUPERVISORIES SYSTEMS INTEGRATION AS MANAGEMENT TOOL AND PROCESS CONTROL AT CSN

## Abstract

This paper presents the integration between CSN's process lines, one the HOT STRIP MILL and other PICKLING LINE, using a link through supervisory systems to create a direct information channel with production driving to target of improvement of operational indicators. As start step some HOT MILL process variables that affect PICKLING LINE were chosen. Following utilities to get data from hot coil was developed to display them to operators and staff through corporative network, direct in operation pulpits and office. Some cases available to operators through local network. The Results are process analisys reliability , non conformity prevention, quality index improvement, working ratio, efficiency and yield increase and new process/product improvement opportunities.

**Key words:** System; Supervisory; pickling

<sup>1</sup> 43<sup>o</sup>. Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos – 17 a 20 Outubro de 2006 – Curitiba, PR

<sup>2</sup> Engenheiro Metalúrgico da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);

<sup>3</sup> Engenheiro Eletrônico da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

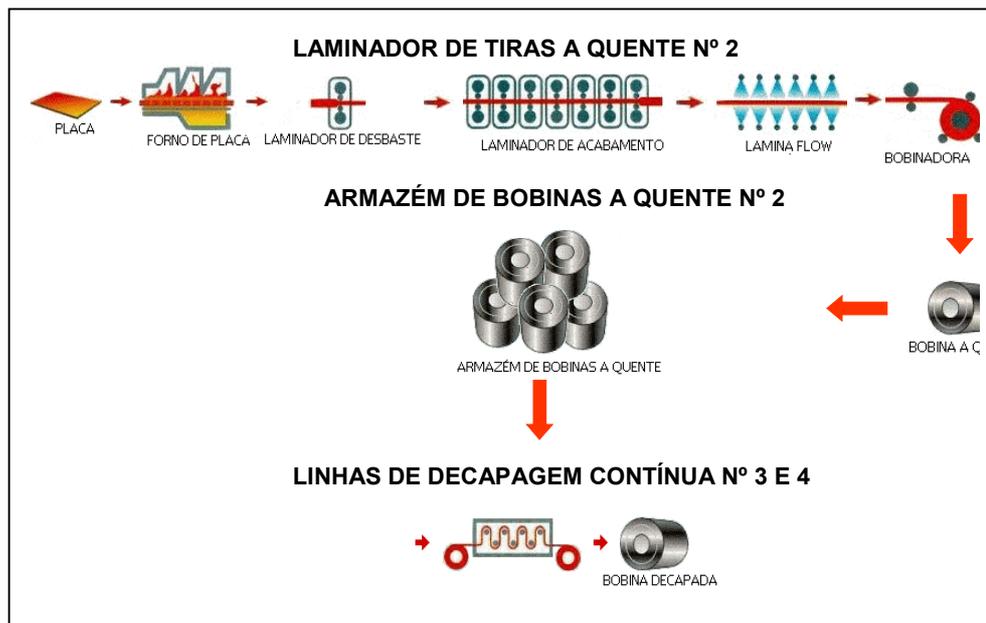
## 1 INTRODUÇÃO

Para abordar o tema deste trabalho faz-se necessário algumas considerações relativas aos equipamentos envolvidos que são o Laminador de Tiras à quente nº 2 – LTQ 2 - da CSN que teve seu start-up no ano de 1981 e as Linhas de Decapagem Contínua 3 e 4 que tiveram seu início de operação nos anos de 1982 e 1984 respectivamente.

No ano de 1994 foi desenvolvido e implantado no laminador um sistema de aquisição e tratamento de dados da qualidade - CDQ – (concentrador de dados de qualidade) visando a melhoria do processo e produto. Em 2001 foi realizado o revamp do LTQ-2 que constou de várias tecnologias voltadas para a qualidade dentre elas um sistema de supervisão e controle da laminação - SSCL , responsável pelo controle de processo. No ano de 2004 foi implantado o sistema supervisorio das decapagens – SSDA – na LDC 4 e estendido para a LDC 3 no final de 2005 . O SSDA permite o controle da rastreabilidade do produto desde o abastecimento das bobinas à quente laminadas até o produto final decapado. Objetivando a melhoria do processo/produto das decapagens com ganhos decorrentes da redução do custo final da bobina decapada iniciou-se a etapa de integração dos dois sistemas SSCL e SSDA onde os problemas oriundos da bobina laminada à quente possam ser identificados antecipadamente pelas linhas de decapagem reduzindo-se perdas de produtividade e qualidade e em contrapartida gerando informações para melhoria do processo/produto do laminador .

## 2 CONTEXTO

Para um melhor entendimento dos 2 processos : laminação à quente de aços planos e decapagem contínua temos na Figura 1 um layout apresentando o fluxo de produção desde a placa até a bobina decapada:



**Figura 1.** Layout dos fluxos de produção do Laminador de tiras à quente nº 2(LTQ) e Linhas de decapagem contínua 3 e 4(LDC's) da CSN

A bobina laminada à quente deve atender à diversas especificações, dentre elas:

- Temperaturas de processo: acabamento e bobinamento;
- Dimensões: espessura e largura;
- Forma: planicidade, bobinamento e bordas.

O LTQ-2 tem como principais equipamentos :

- 4 Fornos de Reaquecimento de Placas – Walking Beam
- Laminadores Verticais e Horizontais – 4 Verticais e 4 Horizontais
- Laminador de Acabamento com 7 Cadeiras Quádruplo
- 3 Bobinadoras

A bobina após laminada segue para o Armazém de bobinas onde é resfriada a ar ou água para posterior processo nas linhas de decapagem.

O processo de decapagem ácida consiste na remoção da camada de óxido superficial (carepa) da bobina de aço laminada a quente através de um banho em Ácido Clorídrico (HCl). A linha é composta de três seções básicas: entrada, processo (centro) e saída. Na seção de entrada existem duas desenroladeiras de bobinas, tesouras de pontas e uma máquina de solda para unir as bobinas, de forma a manter o processo contínuo. Na seção de processo (central), tem um laminador de acabamento que atua no material, tanto quebrando as camadas superficiais de óxido, como também melhorando o aplainamento da chapa de aço. Três (3) carros de acumulação horizontal, alimentam a seção de centro continuamente enquanto o processo de solda é realizado; nesta seção (processo), os tanques (5) de ácido (HCl), instalados em cascatas, com faixa de concentração específicas por tanque, recebem a chapa de aço através de rolos tensores; a chapa é mergulhada nos tanques desenvolvendo nestes uma catenária (*loop*). Nestes tanques os óxidos da camada superficial do material são removidos pelo ataque ácido. Na seqüência a tira passa em tanques de lavagem, onde são removidos os resíduos de ácido e óxido. Na seção de saída, tesouras laterais aparam o material, de forma a atender a largura solicitada pelo cliente; em seguida, uma oleadeira eletrostática pulveriza óleo protetivo na chapa decapada; uma tesoura de pontas final corta o material na solda ou em pontos específicos conforme encomenda: as bobinas são enroladas por 2 enroladeiras alternadamente; durante o processo de corte na seção de saída, três carros de acumulação garantem o processo contínuo até que o corte e troca de enroladeira sejam completados.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido identificando as necessidades do processo de decapagem para melhoria do seu processo com foco na qualidade e produtividade. Para isso definiu-se as principais variáveis de processo e produto do Laminador de tiras à quente que afetavam as linhas de decapagem.

As variáveis inicialmente selecionadas foram:

- Temperatura de bobinamento;
- Largura
- Bobinamento;
- Borda

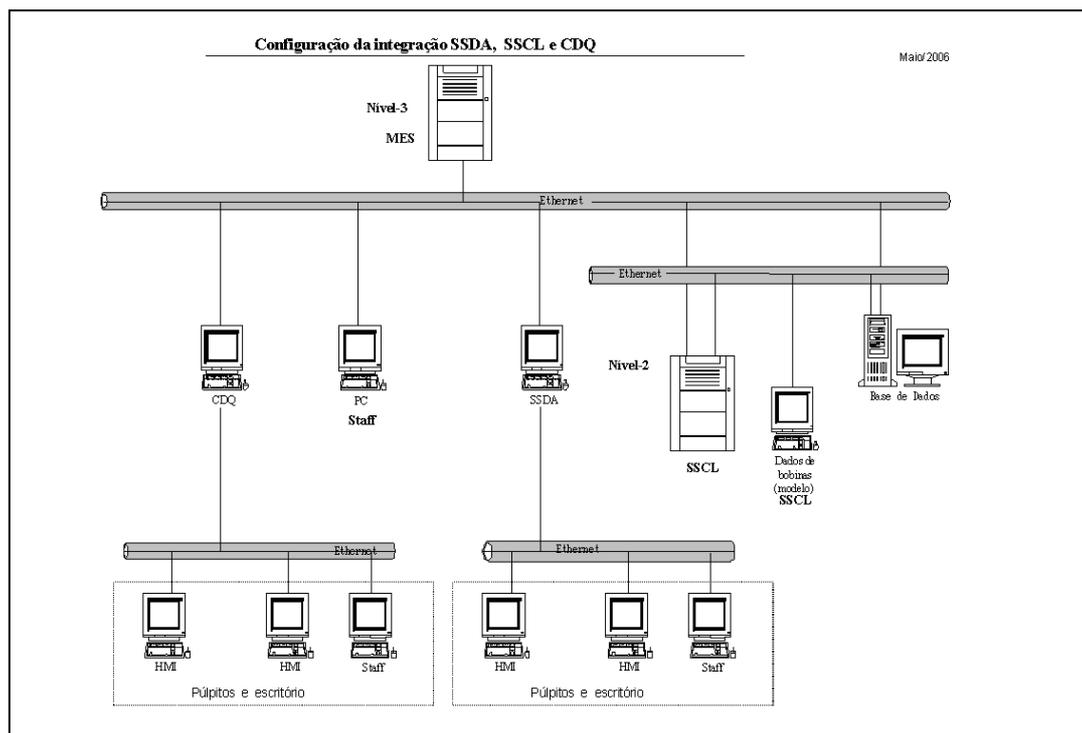
A temperatura de bobinamento está intimamente ligada à formação da camada de óxido. De acordo com a especificação do produto a temperatura de bobinamento pode ser maior ou menor, sendo que para temperaturas de bobinamento maiores tem-se uma carepa de difícil remoção necessitando em alguns casos de redução da velocidade de processo nas linhas de decapagem. Em outras situações ocorrem

temperaturas acima do valor especificado e que podem gerar a ocorrência do defeito “mal decapado” que é a presença de óxido não removido na superfície da tira de aço após a decapagem química com ácido clorídrico.

No caso da largura a decapagem é mais afetada em materiais que serão aparados lateralmente nas tesouras laterais. As variações de largura provenientes da bobina à quente laminada afetam fortemente o desempenho das linhas de decapagem devido interrupções no processo (paradas de linha). Este problema se dá devido a instabilidade do material nas tesouras laterais gerando embolamentos da apara lateral neste equipamento durante a operação de corte.

Não menos importantes para o bom desempenho das decapagens temos o bobinamento e as condições da borda laminada que afetam diretamente o rendimento metálico, produtividade e qualidade das bobinas decapadas.

Para cada variável citada foram desenvolvidos utilitários afim de obter informações da matéria-prima e apresentá-las de forma amigável ao piso operacional e corpo técnico. Para transmissão dos dados do CDQ/SSCL foram utilizados os recursos da rede corporativa e rede local do sistema. A Figura 2 mostra a arquitetura desenvolvida para atendimento às necessidades das linhas de decapagem anteriormente mencionadas. Os sistemas supervisórios SSCL e SSDA utilizam o MES(Manufactured Enterprise Source) o qual permite a comunicação. Enquanto que o CDQ transmite as informações diretamente via corporativa para o SSDA.



**Figura 2.** Arquitetura dos Sistemas Supervisórios SSCL e SSDA

Posteriormente, a integração dos sistemas supervisórios será feita através da unificação do banco de dados das Linhas de Decapagem (SSDA) e Laminador de Tiras à Quente (SSCL).

Esta mudança permitirá um melhor tratamento das variáveis mencionadas, além de disponibilizar outras variáveis. Com isso, ter-se-á um ganho significativo nos

aspectos de qualidade e produtividade das linhas de decapagem contínua com a melhoria da matéria-prima fornecida pelo Laminador de tiras à quente.

A seguir serão descritos as “soluções” disponibilizadas para o chão de fábrica registrar, analisar e atuar preventivamente face as irregularidades apresentadas na matéria-prima.

Para os problemas de bobinamento e defeitos de borda foi criada uma tela de inspeção de entrada. Esta inspeção é feita pelo operador na esteira de entrada das decapagens a qual realiza o abastecimento das bobinas à quente. Nesta tela é possível registrar onde os defeitos se localizam na bobina. Para cada defeito existe um código específico como por exemplo TE que significa telescópio(defeito de bobinamento). Além do código e posição na bobina também é informado a intensidade, altura ou profundidade do mesmo, quantidade de espiras envolvidas e o arco quando o defeito não se apresenta em toda a circunferência da bobina. A Figura 3 mostra a tela e os passos que os operadores de entrada das decapagens tem que seguir para registrar as informações sobre os defeitos de borda e bobinamento da bobina à quente. A Figura 4 apresenta a tela onde é possível consultar as bobinas que apresentaram algum defeito durante a inspeção de entrada. Outro recurso que é mostrado na tela é o tratamento estatístico dos defeitos na forma de gráfico de pareto. Estas pesquisas podem ser realizadas definindo-se o período desejado.

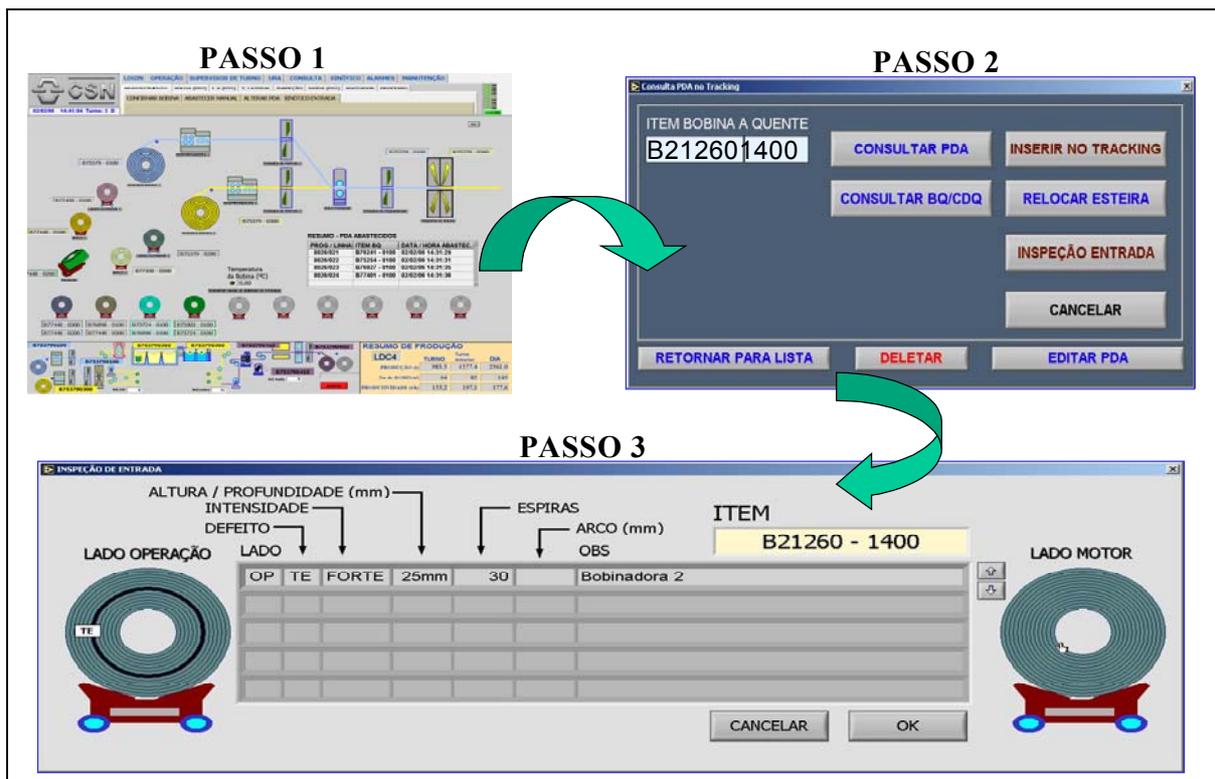


Figura 3. Tela de inspeção de bobinas à quente na seção de entrada das Decapagens

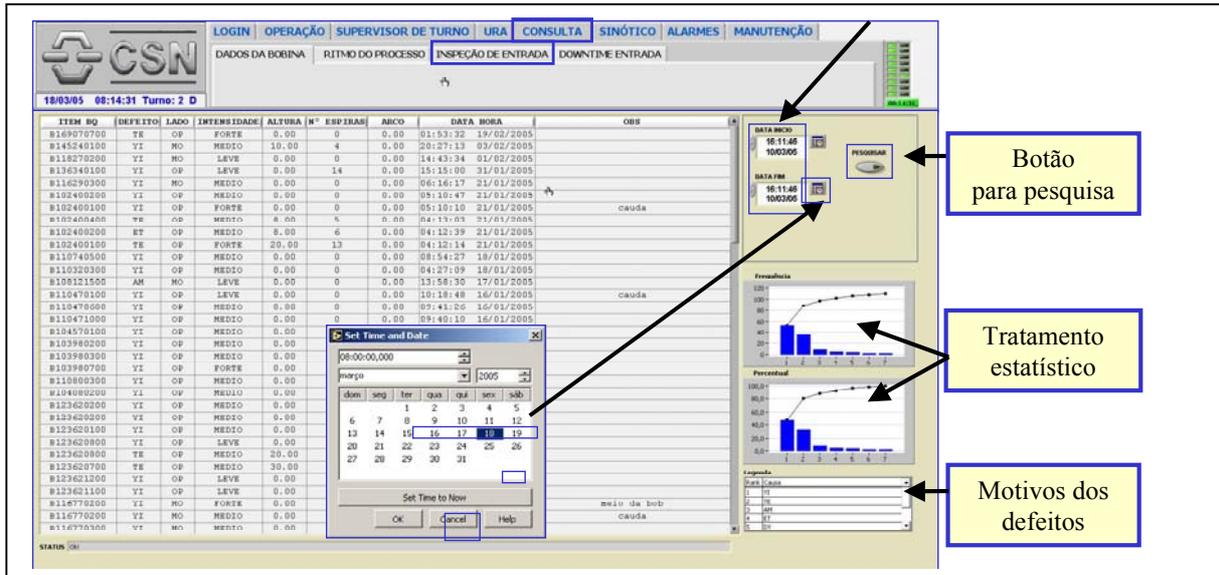


Figura 4. Tela com histórico e tratamento estatístico da inspeção de entrada

Para análise das variáveis largura e temperatura de bobinamento foi criado uma tela específica onde o sistema supervisorio das decapagens – SSSA – captura as informações geradas no processo do laminador de tiras à quente e armazenadas no CDQ – Concentrador de dados de qualidade. Através de um “botão” virtual denominado PESQUISAR CDQ os dados são apresentados em gráficos do lado direito da tela mostrando ao longo do comprimento da bobina os valores de temperatura de bobinamento, largura e espessura, com a condição de analisar qualquer ponto deslocando-se um cursor comparando-se com os seus limites de especificação. Do lado esquerdo na parte superior é apresentado um quadro estatístico para cada uma destas variáveis com valores de média, pontos de mínimo e máximo, capacidade do processo e desvio padrão. Logo abaixo da tela tem-se um campo para observações da inspeção do laminador. A Figura 5 mostra a tela de consulta ao CDQ com suas funcionalidades.

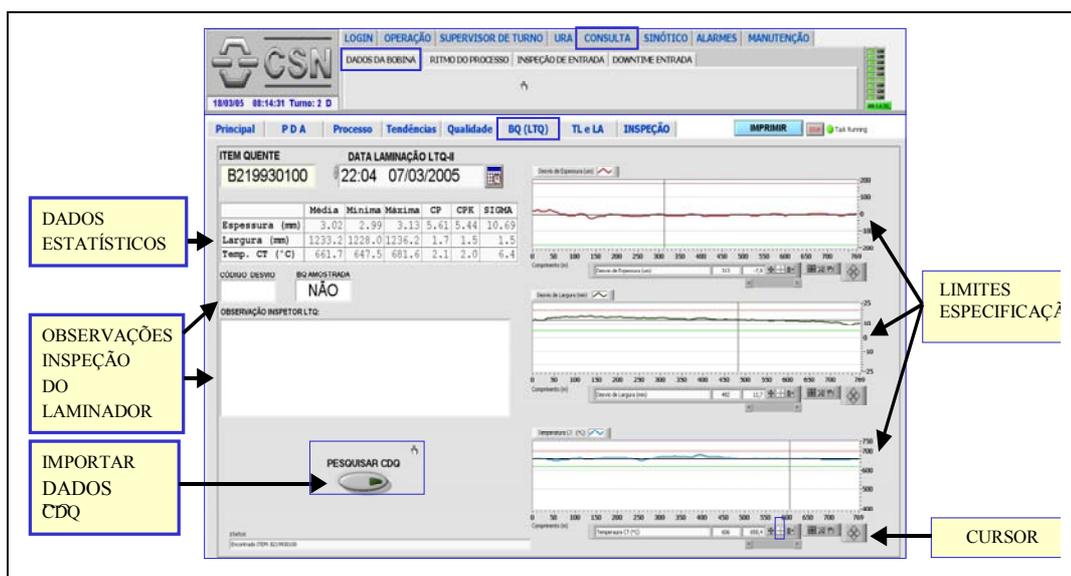


Figura 5. Tela de consulta ao concentrador de dados do LTO-2

## RESULTADOS

Para avaliação das soluções implementadas que tem como principal ação a integração dos sistemas supervisórios são apresentados de forma gráfica nas Figuras 6, 7 e 8 indicadores que medem ao longo do tempo o resultado para cada uma das variáveis selecionadas :

### VARIÁVEL: TEMPERATURA DE BOBINAMENTO

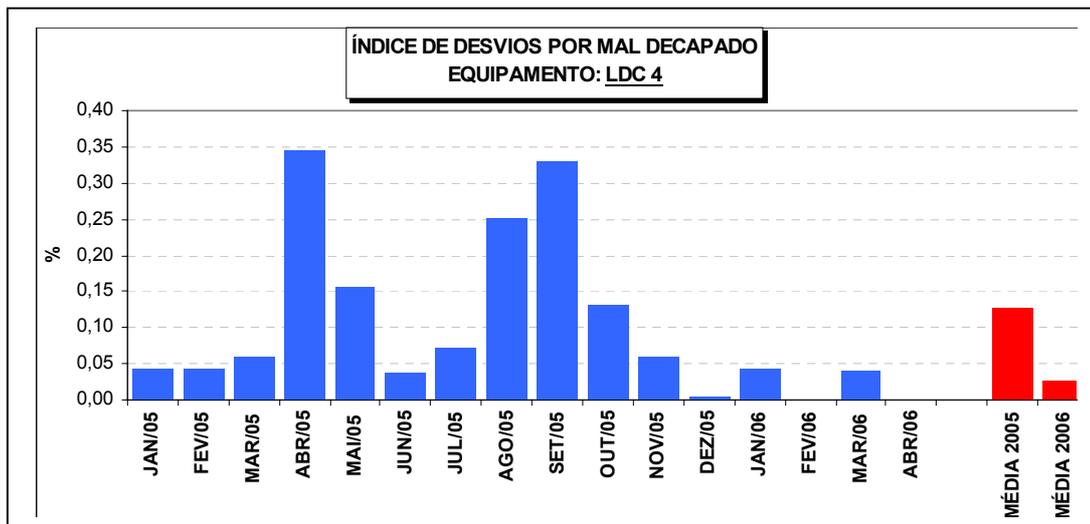


Figura 6. Índice de desvios por mal decapado na LDC 4

### VARIÁVEL: LARGURA

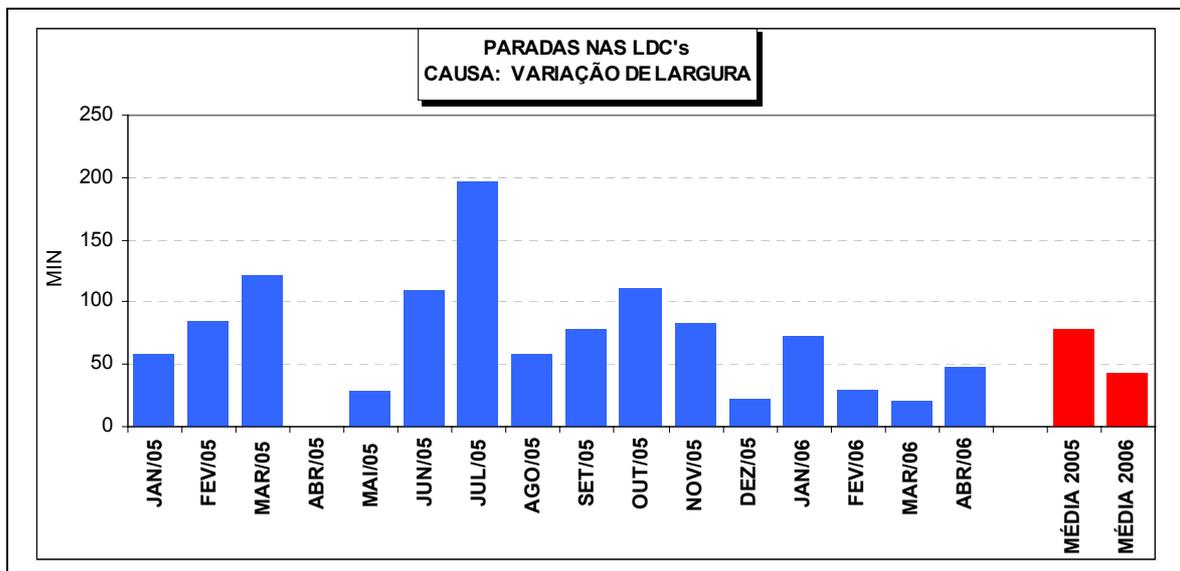


Figura 7. Paradas nas LDC's devido a variação de largura nas LDC's 3 e 4

## VARIÁVEL: DEFEITOS DE BORDA

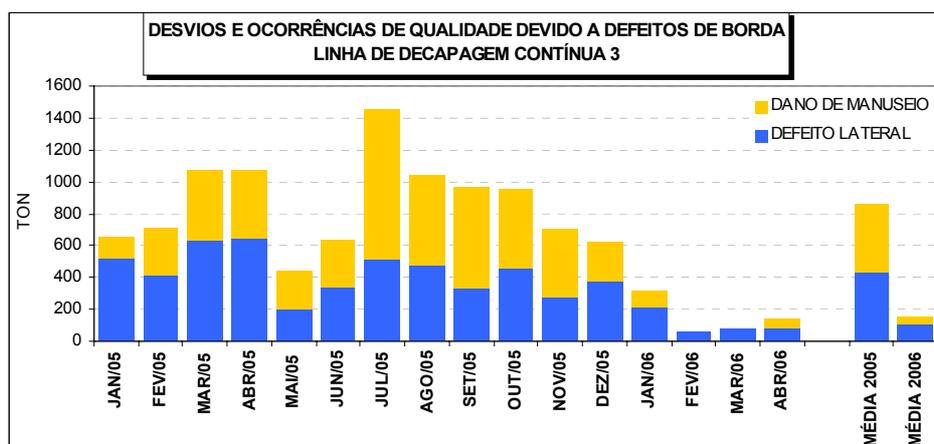


Figura 8. Volume de desvios e ocorrências de qualidade por defeito de borda

## VARIÁVEL: BOBINAMENTO

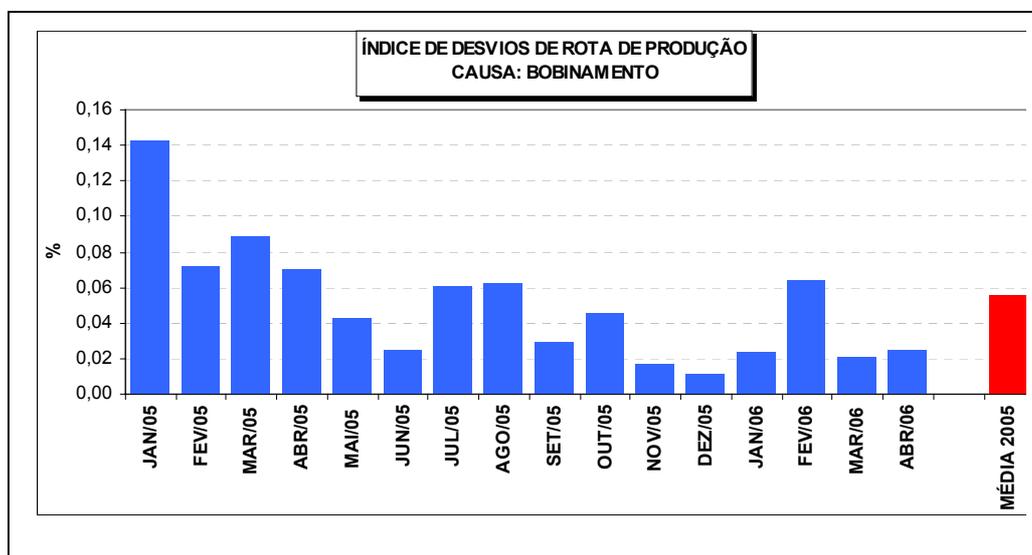


Figura 9. Índice de desvios de rota de produção por problemas de bobinamento

## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Após a implementação das telas houve um período de entendimento e amadurecimento por parte das equipes de produção. Pode-se perceber que os resultados resultados mais significativos começaram a ser alcançados no final de 2005 isto se deveu também ao fato de várias ações de melhoria tanto nas linhas de decapagem quanto no laminador de tiras à quente se iniciarem após um período de discussões da influência de cada variável da matéria-prima no resultado de qualidade e produtividade das decapagens.

Para avaliação da variável temperatura de bobinamento foi escolhido como item de controle o índice de desvios por mal decapado e em particular na linha de decapagem contínua nº 4 por ser o equipamento que processa o maior volume de materiais com temperaturas altas de bobinamento. Percebe-se uma queda no índice que é traduzido pela tonelagem de materiais rejeitados(desvios de qualidade)pela tonelagem produzida na linha. Esta redução foi possível pelo trabalho conjunto laminador/decapagem, refletido em ações para ambos equipamentos com base em

relatos do piso operacional que percebeu nas ferramentas disponibilizadas um instrumento poderoso de análise.

O efeito da largura da bobina à quente no desempenho das decapagens teve como indicador o número de paradas das linhas de decapagem devido à variação de largura. Apesar dos números apresentarem uma evolução quando comparamos a média de paradas dos anos de 2005 com o 1º quadrimestre de 2006, faz-se necessário um aprofundamento na análise para dar maior robustez ao processo.

Já os defeitos de borda mostram claramente uma redução significativa. Os defeitos de borda mais relevantes são chamados de DY – defeito lateral e YI – dano de manuseio este último em grande parte devido a imperfeições no bobinamento na saída do laminador que após estocagem no armazém de bobinas à quente danificam as bordas. As ações resultantes das informações geradas principalmente na entrada das decapagens possibilitaram este resultado expressivo que tem impacto direto no ganho de rendimento metálico das linhas de decapagem com consequente redução do custo final da bobina decapada.

## **CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS**

É complexo quantificar a parcela específica de contribuição de cada variável escolhida nos resultados apresentados, mas não há dúvida quanto a sua significância. A continuidade da busca de melhores resultados para cada uma delas e a adoção de novas variáveis é uma certeza e uma garantia de ganhos futuros nos processos de laminação à quente e decapagem contínua. A interação existente entre o piso operacional e o staff técnico foi fundamental para o êxito do projeto. Na realidade este trabalho é uma fase inicial de um projeto “maior” que incorpora em um mesmo banco de dados os dois equipamentos em questão abrindo um horizonte ilimitado de idéias que após executadas traduzam a necessidade de todos.

## **Agradecimentos**

Desejo registrar meus agradecimentos a todos que colaboraram com este texto seja pelas suas idéias ou pela sua contribuição em trabalho, destacando:

- Engº Evandro Ferreira de Souza, pelo incentivo e interesse pela publicação do artigo.
- Engº Onofre Bueno Filho, pelas críticas e revisão do texto.
- Diogo Barcellos Moraes, pelas sugestões e elaboração de gráficos

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 FILHO, O. B., RIBEIRO, R.F., PEREIRA, C.R.S., ALVES, M.M.B., EVARISTO, R.F., SILVEIRA, A.A, Sistema Supervisório para Linhas de Decapagem Ácida, IX Seminário de Laminação de Processos, Associação Brasileira de Metais, 2005.
- 2 SILVEIRA, A.A, NETO, A.F.P, Concentrador de dados de qualidade do Laminador de Tiras à quente II, XVII Seminário Tecnológico da CSN, 1995.
- 3 National Instruments Technical Support – Lab VIEW Development Guidelines – Austin, Texas - July 2000 edition.
- 4 National Instruments Technical Support – Lab VIEW Getting Started with Lab VIEW – Austin, Texas - July 2000 edition.