

# AUMENTO DA PRODUTIVIDADE, RENDIMENTO METÁLICO E PESO MÉDIO DAS BOBINAS, ATRAVÉS DE LAMINAÇÃO DE SOLDA DE DECAPAGEM NO LTF#3 <sup>1</sup>

Gabriel Godinho Alves <sup>2</sup>

Luiz Cláudio da Silva <sup>2</sup>

Cláudio de Paula Silva <sup>3</sup>

Roberto Luiz de Souza <sup>4</sup>

José Albino dos Santos <sup>5</sup>

Jorge Luiz Gribel <sup>6</sup>

Sidnei Gomes Itaboray <sup>7</sup>

## Resumo

O Laminador de Tiras a Frio nº 03 (LTF#3) da CSN produz produto “Full Hard” para atender a demanda interna, bem como abastecer as linhas produtivas das demais plantas do grupo CSN. O processo de laminação de solda de decapagem (LDC) no LTF#3 aumenta a produtividade, além de elevar o peso médio das bobinas, reduzir o tempo de encaixe e o fora de bitola entre bobinas, sendo condição fundamental para atendimento do programa de produção, sem a realização de uma atualização tecnológica. Foi criado um grupo multifuncional que integrou várias unidades da usina, onde através da utilização do Método de Solução de Problemas (MSP) identificou os ajustes e alterações no processo para melhoria da qualidade de solda de decapagem, sistematização para programação de solda e revisão dos critérios de liberação para solda (quebra de paradigmas). O presente trabalho tem como objetivo apresentar as ações e os resultados obtidos com o aumento do número de bobinas com solda de decapagem relaminadas no LTF#3, e conseqüente aumento da produtividade dos equipamentos e elevação expressiva no rendimento metálico nas linhas de decapagem contínuas nº 3 e 4, recozimento contínuo de chapas nº 1 e zincagem nº 3, redução do número de bobinas em trânsito, menor geração de sucata e melhoria na moral da equipe.

**Palavras-chave:** Solda de decapagem; Laminador de tiras a frio; Laminação.

## INCREASES THE PRODUCTIVITY, METALLIC OUTPUT AND AVERAGE WEIGHT OF THE COILS, THROUGH ROLLING PROCESS OF WELD PICKLING IN LTF#3

### Abstract

The cold strip mill nº 03 (LTF#3) of CSN produces Full Hard product to support the internal demand, as well as supplying the productive lines of other plants in CSN. The rolling process of weld pickling (LDC) in LTF#3 increases the productivity, beyond raising the average weight of the coils, reducing the setup and off-gage among coils, being basic condition for the production program attendance, without an accomplishment Revamp. A multi-functional group created that integrated several units of the plant, where through the usage of the Problems Solution Method, identified the adjustments and alterations in the process for quality improvement of weld pickling, systematization for weld program and revision of the weld criteria releasing (break of paradigms). The work has as objective to present the actions and the results gotten with the increasing number of coils with rolling weld pickling in LTF#3, and consequence increase of equipment productivity and a huge rise in metallic output in the lines of pickling 3 and 4, continuous annealing nº 1 (CAPL) and hot-dip galvanizing (HDG) nº 3, reduction of coils in transit, less scrap iron generation and improvement in the proud of the team.

**Key words:** Weld pickling; Cold strip mill; Rolling.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 45º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 21 a 24 de outubro de 2008, Ipojuca - Porto de Gainhas - PE

<sup>2</sup> Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro Especialista - CSN

<sup>3</sup> Técnico Metalúrgico, Técnico de Processo- CSN

<sup>4</sup> Técnico de Metalurgia, Técnico de Processo - CSN

<sup>5</sup> Engenheiro Eletrônico, Especialista de Tecnologia de Informação - CSN,

<sup>6</sup> Técnico de Mecânica, Supervisor de Programação - CSN

<sup>7</sup> MSc. Engenheiro Metalúrgico, Coordenador de Projetos Especiais - CSN

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de atendimento ao programa de produção no Laminador de Tiras a Frio (LTF#3) nas mesmas condições atuais, sem passar por uma atualização tecnológica (*Revamp*), torna necessário o aumento do peso médio das bobinas na entrada do laminador, aumento da produtividade, dentre outras variáveis. Para que isto seja possível, a laminação no LTF#3 de solda de decapagem é fundamental.

O presente trabalho tem como objetivo o aumento do número de bobinas soldadas e laminadas no LTF#3. Foi criado um grupo multifuncional que atuou inicialmente na melhoria da qualidade da solda de decapagem, requisito fundamental ao trabalho, uma vez que a qualidade desta gerava insegurança operacional, com grande risco de arrebitamentos na região de solda durante a laminação, fazendo com que a velocidade de laminação fosse reduzida, provocando grande variação de espessura na região de solda.

O processo de soldagem da linha de decapagem contínua (LDC) é do tipo topo por centelhamento (*flash Butt Welding*) sem metal de adição.<sup>(1,2)</sup>

Após *up grade* das máquinas de solda das decapagens (LDC 3 e 4), a qualidade da solda atingiu um novo patamar, possibilitando a revisão dos critérios de liberação para solda (quebra de paradigmas), gerando com isto a necessidade de melhorias e novos desenvolvimentos nos sistemas R3 e MES para programação de solda, através de um trabalho muito complexo com vários projetos, sempre utilizando recursos próprios.

Com o aumento do número de bobinas soldadas, além de se obter melhoria na produtividade dos equipamentos, podemos destacar: melhoria no rendimento metálico das linhas contínuas, aumento do peso médio, redução do fora de bitola no LTF#3, redução do volume de sucata gerada, redução do número de bobinas em trânsito (otimização das áreas de estoques), moral da equipe através da confiabilidade na solda e aumento do tempo disponível para preparação de novas bobinas na entrada da linha de recozimento contínuo nº 1 (LRCC#1) e zincagem nº 3 (LZC#3).

Com a realização deste trabalho já obtivemos vários recordes de produção e rendimento metálico.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado estudo das condições das máquinas de solda das decapagens, dos materiais envolvidos, dos critérios de liberação e da sistematização no R3 e MES para possibilitar o maior número de programas para bobinas soldadas.

O método empregado para este trabalho foi o Método de Solução de Problemas – MSP.

## 3 RESULTADOS

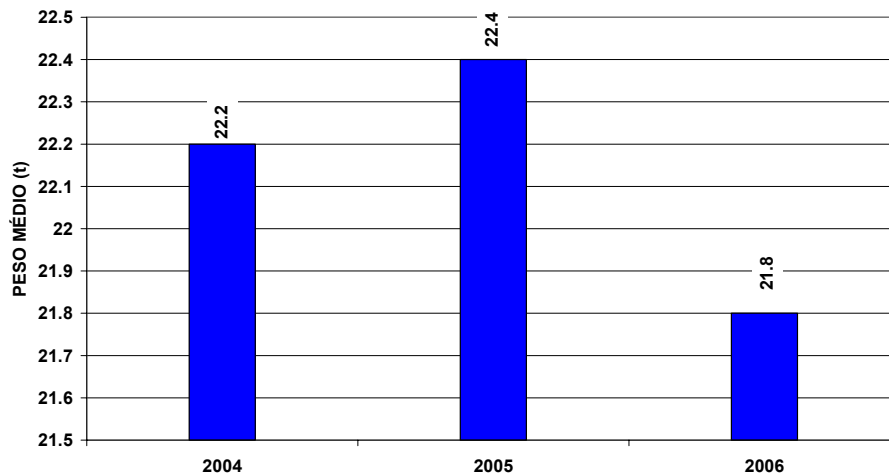
### 3.1 Identificação do Problema

#### 3.1.1 Histórico do problema

Pelo programa de produção proposto ao Laminador de Tiras a Frio nº 03 ao longo de 2007, haveria a necessidade de bater o recorde de produção mensal do laminador em alguns meses, isto sem este equipamento passar por um *Revamp*.

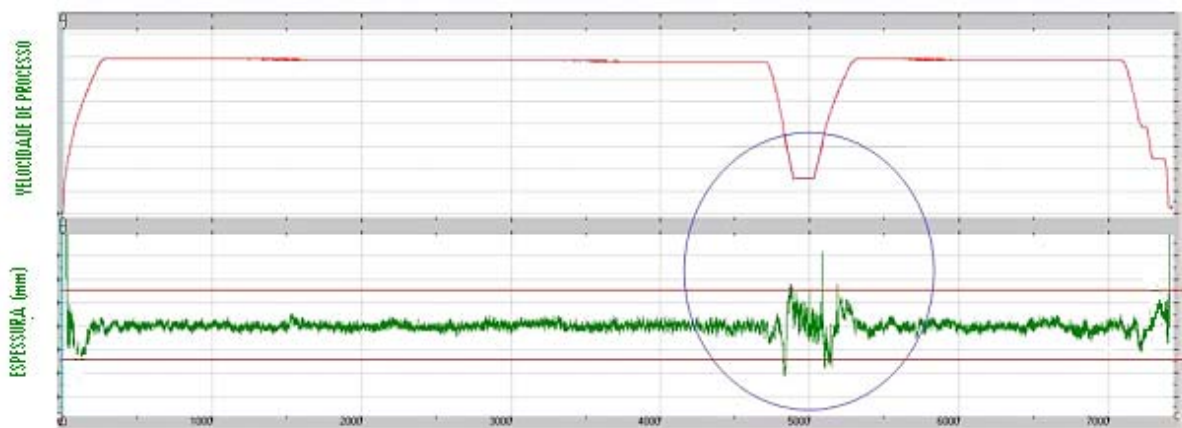
Como pré-requisito para atingir o volume proposto, pode citar: aumento da utilização (através de reduções de paradas de manutenção, operacionais e paradas externas)

e aumento da produtividade (reduzindo o tempo de encaixe entre bobinas, aumento da velocidade média e aumento do peso médio). A laminação de bobinas decapadas (BQD) apresentou-se como uma solução mais viável para o aumento do peso médio das bobinas que em 2006 foi de 21,8t, como mostrado na Figura 1.



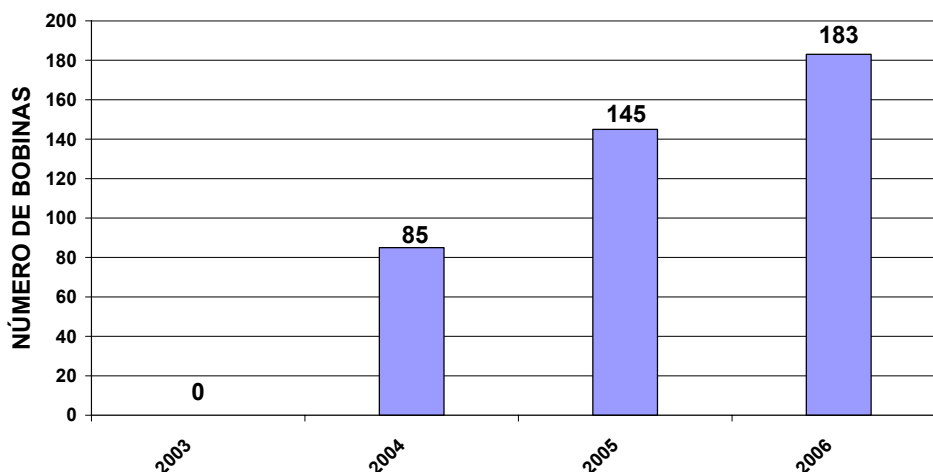
**Figura 1.** Peso médio na entrada do LTF#3.

A qualidade da solda de LDC não era boa, o que gerava insegurança operacional devido ao grande risco de arrebatamento na região da solda, durante o processo de laminação. Na região de solda, por segurança, a velocidade de processo no laminador era reduzida em aproximadamente 90%, gerando fora de bitola (Figura 2).



**Figura 2.** Gráfico esquemático do medidor de espessura (raio-X) destacando como era o fora de bitola próximo a região de solda de LDC.

Além da baixa confiabilidade, o número de restrições e bloqueios internos para soldagem era elevado, tendo como consequência um reduzido número de bobinas soldadas como mostrado na Figura 3.



**Figura 3.** Quantidade de bobinas soldadas e laminadas no LTF#3. Média mensal.

### 3.1.2 Ganhos viáveis

- **Custo:** Elevação do rendimento metálico das linhas contínuas (LDCs, LRCC#1 e LZC#3), aumento da produtividade (do LTF#3 principalmente), redução do fora de bitola das bobinas “Full Hard” e aumento da disponibilidade de venda de produto laminado a frio e zincado.
- **Satisfação do cliente:** Entrega no prazo, com qualidade e na quantidade contratada pelo cliente.
- **Segurança e meio ambiente:** Menor geração de sucata para manuseio na área e menor número de bobinas em trânsito, otimizando espaço nos depósitos intermediários das áreas.
- **Qualidade do Produto/Serviço:** Garantir as propriedades mecânicas e tolerância de espessura ao longo da bobina.
- **Moral da equipe:** Aumento na velocidade de processamento no laminador, devido a maior confiabilidade da solda de LDC e tempo maior para preparação das bobinas na entrada das linhas contínuas (LRCC#1 e LZC#3).

### 3.1.3 Priorização de tema

“AUMENTO DO PESO MÉDIO DAS BOBINAS PROCESSADAS NO LTF#3 ATRAVÉS DE SOLDA DE DECAPAGEM”.

## 3.2 Observação

### 3.2.1 Observação no local

Nesta etapa do trabalho foram feitas várias observações com o objetivo de entendimento do problema. Estas são apresentadas abaixo:

- Necessidade de melhoria no processo de soldagem nas LDCs, devido à má qualidade da solda (Figura 4) (solda rompendo no sentido longitudinal ao cordão – reprovada). Destacam-se os seguintes itens trabalhados na máquina de solda: falta de controle através de PLC, falta de gás de proteção, transformador inadequado, rebarbadora deficiente, sistema de lubrificação inadequado, dentre outras.



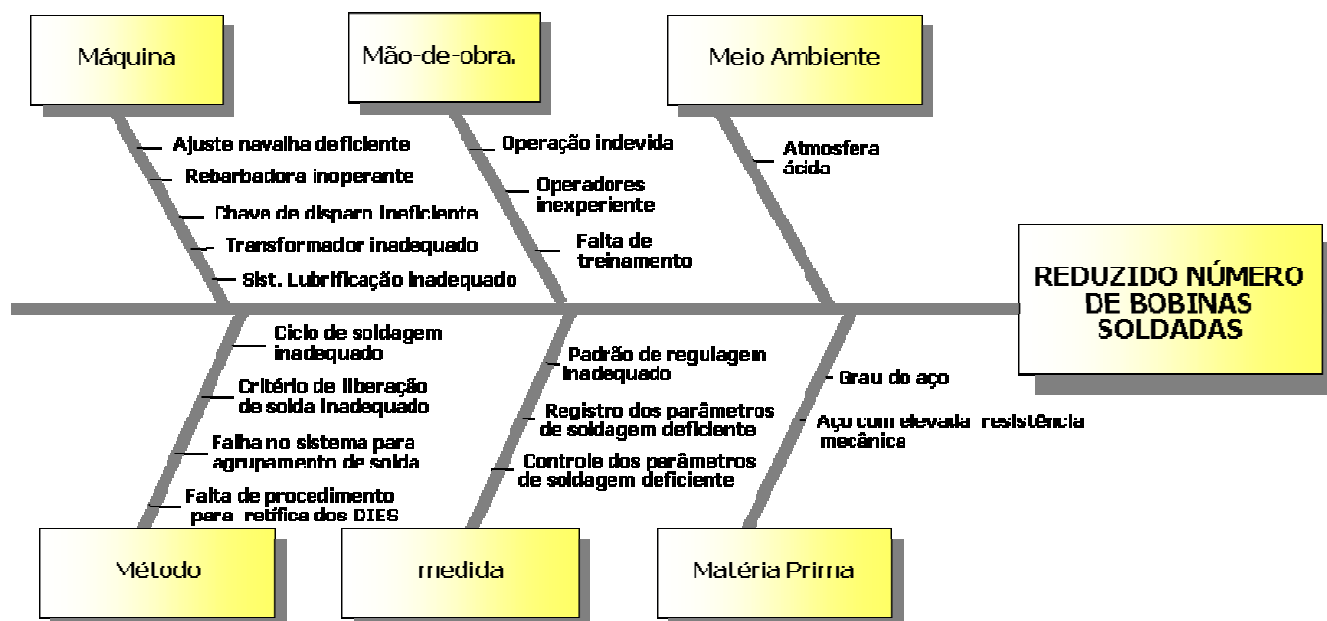
**Figura 4.** Ensaio de embutimento confirmando a má qualidade da solda de LDC.

- Falta de procedimento para regulagem e padrão operacional para soldagem.
- Necessidade de treinamento dos operadores da máquina de solda da LDC.
- Para bobinas com solda de LDC observou-se que os operadores de entrada da LRCC#1 têm em média até 30% de ganho no tempo de preparação das bobinas e na LZC#3 o ganho é de aproximadamente 36%. Isto significa melhoria nas condições de trabalho, o que contribui para a redução do risco de acidentes operacional e / ou de equipamento.

### 3.3 Análise

#### 3.3.1 Definição das causas influentes

Foi criado um grupo de trabalho e empregada à ferramenta “Diagrama de Causa e Efeito” para se determinar as causas do reduzido número de bobinas soldadas e laminadas no LTF#3 (Figura 5).



**Figura 5.** “Diagrama de Causa e Efeito”.

#### 3.3.2 Escolha das causas mais prováveis

O grupo analisou todas as possíveis causas para o reduzido número de bobinas laminadas com solda de LDC, através do teste de hipóteses. Foram então definidas

as causas mais prováveis e em seguida determinado um plano de ação para bloqueio destas.

### 3.4 Plano de Ação

Foi elaborado um plano de ação para atuação do grupo de trabalho (Tabela 1). O plano de ação concentrou-se nas seguintes atividades: Melhoria da qualidade de solda das LDCs 3 e 4, sistematização no R3 e MES para programação de soldas e revisão dos critérios de liberação para solda (quebra de paradigmas). Ver abaixo:

**Tabela 1.** Plano de ação para atuação do grupo de trabalho.

ATIVIDADE	OBJETIVO	RESP.	PRAZO
Up Grade das Máquinas de Solda das LDCs	Garantir Qualidade da Solda	GDA GGDP	OK
Sistematização no R3 (GEP) e MES (DTIN) para Programação de Soldas	Garantir Programação de Solda	GEP DTIN GRUPO	OK
Definição dos Critérios de Aceite de Solda	Garantir Programação de Solda	GGPS GRUPO	OK
Criação do Índice de Atendimento de Solda nas LDC's (Discutido Semanalmente)	Acompanhar Atendimento de Solda	GPR GRUPO	OK

### 3.5 Execução

Todas as ações propostas no plano acima estabelecido foram realizadas. Exemplos de realização de algumas ações propostas são apresentados a seguir.

#### 3.5.1 Up grade das máquinas de solda

Foi realizado *Revamp* nas máquinas de solda da LDC#3 e da LDC #4 no ano de 2004 pela firma Taylor. Podemos destacar as seguintes melhorias realizadas:

- Automação das alterações dos Parâmetros de Soldagem;
- Inserção de gás natural durante o processo de soldagem para eliminação de oxigênio;
- Instalação de sistema de Manipulação e centragem de saída;
- Instalação do *CompuWel*™, com incorporação de PLC para controle das funções (Figura 6);
- Substituição dos painéis de relés por sistema microprocessado;
- Instalação de sistema de refrigeração para os tiristores com circuito fechado de água;
- Substituição dos transformadores refrigerados a água por transformadores refrigerados a seco;
- Instalação de potenciômetro para comando do deslocamento da estrutura de entrada da Máquina de Solda;
- Instalação de Servo Atuador com sistema hidráulico independente;

- Revisão do material de fabricação dos blocos de navalhas da rebarbadora e com pastilhas intercambiáveis;
- Elaboração e instalação de novo sistema de lubrificação automática;
- Elaboração de novo sistema para retífica dos DIES.



**Figura 6.** Compuweld armazena todos os parâmetros de soldagem.

Além das melhorias nas máquinas de solda, houve necessidade de realizar os seguintes trabalhos:

- Mudança no padrão de regulagem da máquina de solda (de importância fundamental);
- Treinamento contínuo dos operadores das Máquinas de Solda das LDCs.

### **3.5.2 Sistematização no R3 e MES para programação de soldas**

O grupo, sob a liderança da área de informática da CSN, realizou um trabalho muito complexo, através de vários projetos para sistematização do R3 e MES com o objetivo de se programar o maior número de bobinas com solda de LDC e laminação no LTF#3. Dentre os projetos (aproximadamente 50), podemos destacar os seguintes:

- Projeto solda de bobinas de Ordem de Venda (OV) diferente (recurso próprio) – Figura 7;
- Descarte de solda de LDC (projeto D) na entrada da LRCC#1 e LZC#3;
- Ajuste na relação diâmetro externo / largura da bobina, através de análise de estabilidade das bobinas.

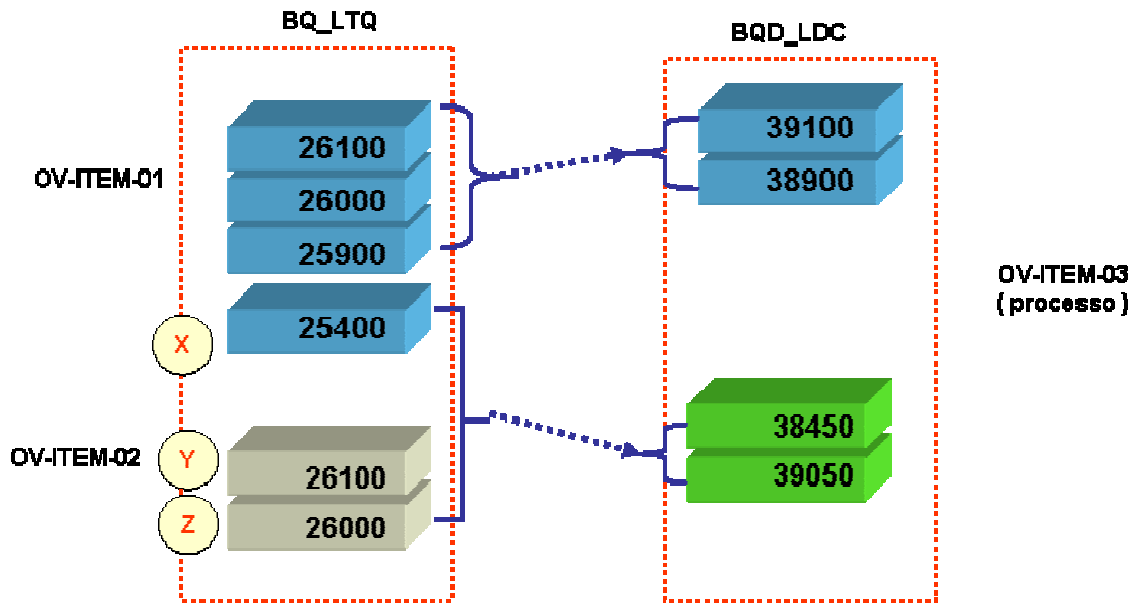


Figura 7. Projeto solda de OV's diferentes.

### 3.5.2 Revisão dos critérios de liberação para solda (quebra de paradigmas)

Com a melhoria da solda de LDC o grupo vem revisando gradativamente os critérios de liberação para soldagem e laminação de bobinas, com várias quebras de paradigmas. A seguir apresentamos alguns dos critérios alterados / cancelados:

- “Não soldar materiais destinados a relaminação” – Regra cancelada após vários testes experimentais e industriais. <sup>(3)(4)(5)</sup>
- Limite de espessura mínima liberada via LRCC#1: reduzido em 25%;
- Limite de espessura mínima liberada via LZC#3: reduzido em 15%.
- Soldar apenas bobinas destinadas ao mercado interno (MI): Liberação de solda de LDC para o mercado externo (ME).

## 4 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

As ações propostas no plano se mostraram eficazes no aumento da quantidade de bobinas laminadas com solda de LDC, como mostrado nas Figuras 8 e 9.

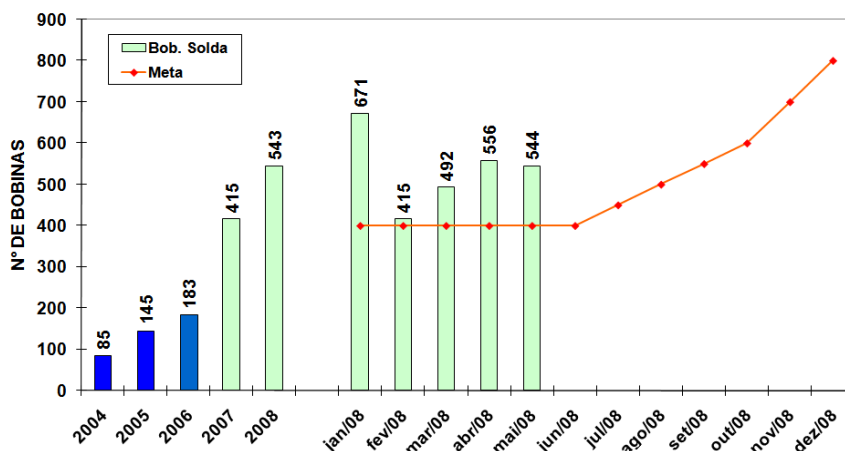
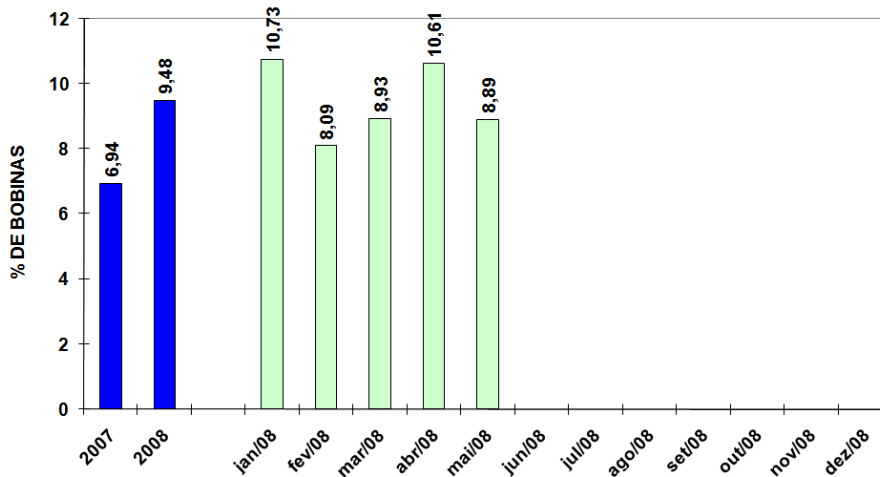


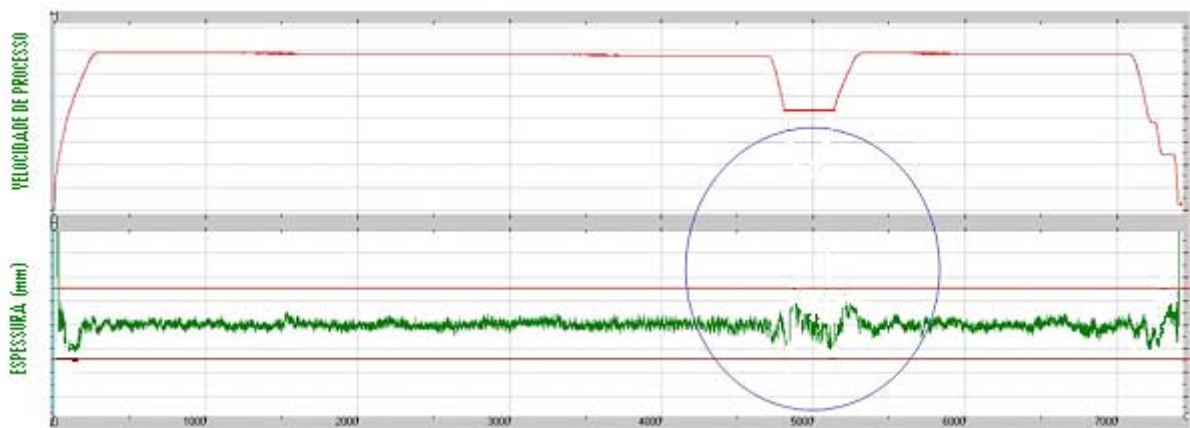
Figura 8. Evolução do número de bobinas soldadas e processadas no LTF#3.





**Figura 9.** Bobinas soldadas x bobinas produzidas no LTF#3.

A liberação de solda para relaminação abriu a possibilidade de um processamento de grande produtividade e ganho em rendimento metálico (em até 2% no processamento na LRCC#1), reduzindo assim o custo de produção neste fluxo. A garantia de espessura dentro da tolerância do cliente final, na região de solda de LDC (Figura 10) foi devido à melhoria na qualidade da solda de LDC, possibilitando o laminador processar a bobina a 50% da velocidade máxima próximo ao local da solda.



**Figura 10.** Gráfico esquemático do medidor de espessura (raio-X) ao longo de uma bobina com solda de LDC, atendendo a tolerância de espessura (atual).

Além dos ganhos já mencionados, podemos também destacar:

- Aumento do peso médio de entrada do laminador (Figura 11).

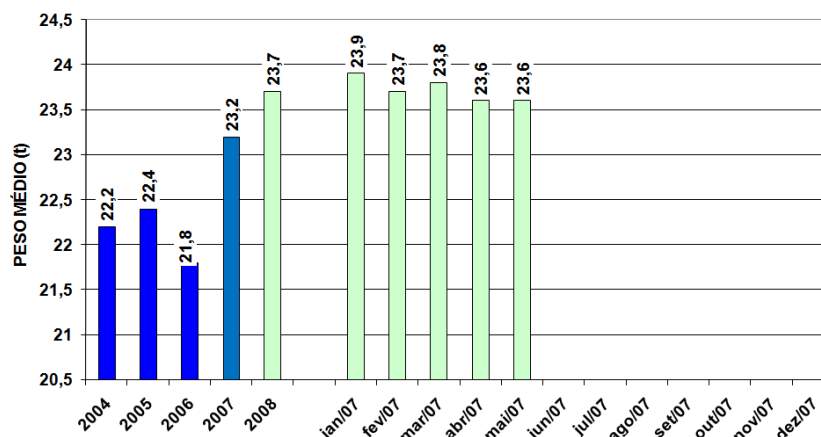


Figura 11. Evolução do peso médio de entrada do LTF#3.

- Aumento de produtividade no LTF#3 em 6,1% (produtividade média em relação ao ano anterior), LRCC#1 de 4,3% e na LZC#3 em 3,6%;
- Acréscimo do rendimento metálico na LRCC#1 em 0,58% e na LZC#3 em 0,79% (em relação ao ano anterior), comprovando a grande importância das bobinas com solda de LDC na elevação do RM da fábrica como um todo;
- Recordes de produção e rendimento metálico nos equipamentos que processam bobinas com solda de LDC (Tabela I).

Tabela 2. Recordes na UPV devido ao aumento do número de bobinas soldadas.

EQUIPAMENTO	RECORDE	DATA	BOBINA SOLDADA (%)
<b>LDC#3</b>	Prod. Turno	20/06/07 T1	<b>57%</b>
<b>LDC#4</b>	Prod. Turno	16/06/07 T3	<b>65%</b>
<b>LTF#3</b>	Prod. Turno	15/07/07 T3	<b>45%</b>
<b>LRCC#1</b>	RM dia	20/04/07	<b>55%</b>
<b>LZC#3</b>	RM dia	08/07/07	<b>64%</b>

## 5 CONCLUSÕES

- As melhorias implantadas nas Máquinas de Solda das LDCs foram efetivas na redução dos defeitos e na melhoria das propriedades mecânicas na região da solda, proporcionando a liberação de solda para o mercado externo e dimensões antes restritas.
- As ações realizadas estão sendo eficazes no aumento do número de bobinas soldadas nas LDCs e processadas no LTF#3, com conseqüente aumento da produtividade.
- Elevação do rendimento metálico com a redução na geração de sucata: LDCs, LRCC#1 e LZC#3.
- Maior segurança no manuseio, com menor número de bobinas em trânsito.
- Elevação do moral da equipe.
- Retorno financeiro:
  - Rendimento metálico (LDCs + LRCC#1 + LZC#3);
  - Produtividade (aumento de disponibilidade): LTF#3 em 6,1% ano, LRCC#1 em 4,3% ano e LZC#3 em 3,6% ao ano.

## REFERÊNCIAS

- 1 WAINER, E.; BRANDI, S. D.; MELLO, F. D. H. Soldagem - processos e metalurgia , Ano: 1992, Volume:Único.
- 2 PEREIRA, O., Manual TPM da máquina de solda das LDCs 3 e 4, GGLQ – Gerência Geral de Laminados a Quente - GDA – Gerência de Decapagem Ácida.
- 3 ALVES, G.G.; ARÊDES, L.N.; SILVA, L.C.; SOUZA, R. L. Relatório GLP nº 0435/07 da GLP / GDA / GRF e GRX - Relaminação de solda LDC na CSN / PR.
- 4 CUNHA, M.L.A.; ALVES, G.G. Relaminação em escala piloto no Centro de Pesquisas da CSN – GGDP/GPD.
- 5 BOHRER, R. B.; Aprovação da relaminação de solda no Laminador da CSN LLC EUA. E-mail de 25 de outubro de 2007.