

# REDUÇÃO DOS DESVIOS POR QUEBRA DE DESBOBINAMENTO EM AÇOS LAMINADOS A FRIO PRODUZIDOS NOS FORNOS DE RECOZIMENTO EM CAIXA<sup>1</sup>

*Gabriel Godinho Alves<sup>2</sup>  
Raffaele Alves Paranhos<sup>3</sup>  
José Borges de Araújo<sup>4</sup>  
Alexandre Pimentel Sampaio<sup>4</sup>*

## **Resumo**

Os clientes consumidores de aço, com o objetivo de redução de custos e aumento de produtividade, têm demandado aços que tenham características as quais possibilitem a utilização de toda a extensão da largura da bobina. Desta forma defeitos superficiais devem ser evitados. Um dos defeitos superficiais que pode ocorrer no material é o chamado de Quebra de Desbobinamento. Este defeito surge na direção transversal à de laminação durante o desbobinamento na entrada do laminador de encruamento, não sendo eliminado na laminação. Através da utilização do Método de Solução de Problemas – MSP – foi feita a análise do problema, dos fenômenos envolvidos, dos ajustes e alteração no processo de forma a se buscar a redução do defeito em materiais laminados a frio e recozidos em caixa. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados práticos obtidos na redução da ocorrência do defeito Quebra de Desbobinamento.

**Palavras-chave:** Quebra de desbobinamento; Recozimento em caixa; Defeito superficial.

<sup>1</sup> *Contribuição Técnica a ser apresentada no 42º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 25 a 28 de outubro de 2005 - Santos - SP - Brasil*

<sup>2</sup> *Engenheiro Metalúrgico – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

<sup>3</sup> *Engenheiro Eletricista – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

<sup>4</sup> *Engenheiro Metalúrgico, MSc. – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

## 1 INTRODUÇÃO

Em função da busca de redução de custo, os clientes consumidores de aço tem objetivado otimizar a utilização das chapas de aço através da redução do tamanho dos blanks, onde toda a extensão da largura das bobinas é trabalhada. Para que isto se torne possível, defeitos de borda devem ser evitados.

O presente trabalho tem o objetivo de reduzir a ocorrência do defeito de borda denominado “Quebra de Desbobinamento – QD” presente nos produtos laminados a frio, produzidos nos fornos de recozimento em caixa.

Este defeito se trata de quebras orientadas transversalmente à direção de laminação. Estas são localizadas nas bordas da tira com espaçamentos regulares ou não (Figura 1).

Durante o processamento as quebras ocorrem quando o limite de escoamento do material é excedido, produzindo marcas de distensão. Surgem como o resultado do escoamento plástico localizado durante o desbobinamento<sup>(1-2)</sup>. Desta forma, alongamento alto associado com valores baixos de limite de escoamento no material aumentam a possibilidade da ocorrência do defeito.

O desnivelamento dos rolos guia e da desbobinadeira, assim como a espessura da tira podem influenciar na ocorrência do defeito.



Figura 1. Defeito Quebra de Desbobinamento - QD

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo da ocorrência dos defeitos “Quebra de Desbobinamento – QD” em materiais laminados a frio produzidos via fornos de recozimento em caixa.

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

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Fase 1 – Identificação do Problema

#### 3.1.1 Histórico do problema

Foi realizado um levantamento, no período de fevereiro de 2002 até janeiro de 2003 (Figura 2) para se verificar os desvios por “Quebra de Desbobinamento – QD”.

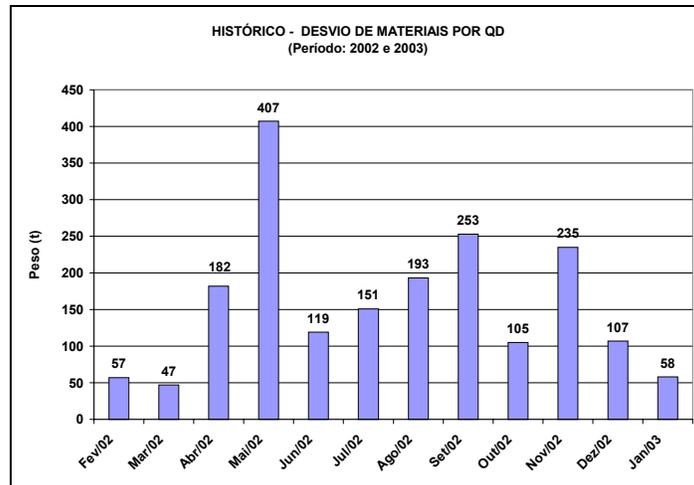


Figura 2. Histórico do problema.

### 3.1.2 Ganhos viáveis

**a – Custo:** Elevação do rendimento metálico, perda de produtividade (tempo excessivo para processo no laminador) e diminuição dos retrabalhos.

**b – Satisfação do cliente:** Redução de atrasos em entrega e reprogramação da encomenda (Previsibilidade).

**c – Segurança:** Menor geração de sucata para manuseio na área.

**d – Qualidade do Produto/Serviço:** Entrega no prazo, com qualidade e na quantidade contratada pelo cliente.

### 3.1.3 Análise de Pareto

Foi realizada uma análise de Pareto no período de fevereiro a junho de 2003 para se priorizar as características do material a ser trabalhado.

A partir da análise de Pareto foi verificado que os desvios se concentraram nas seguintes características: especificação (Figura 3), dimensão (Figura 4) e grau de aço (Figura 5).

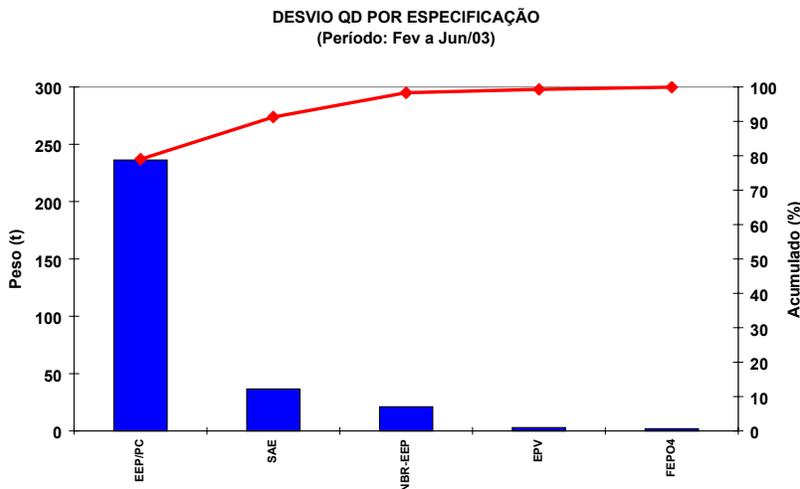
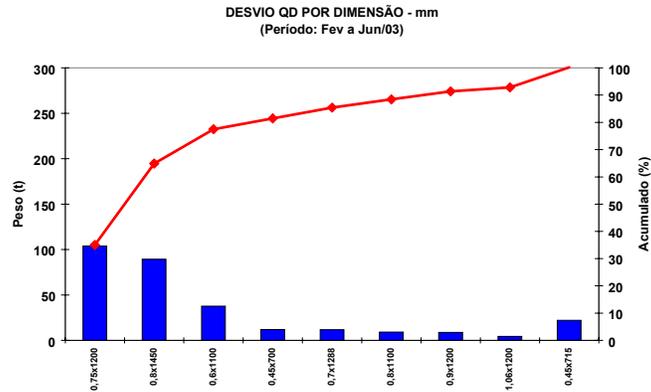


Figura 3. Desvio de QD por especificação.



**Figura 4.** Desvio de QD por dimensão



**Figura 5.** Desvio de QD por grau

OBS.: Grau A, B e C – Aço baixo carbono, sendo o grau A o de maior produção;  
Graus D – Aço extra baixo carbono.

### 3.1.4 Priorização de tema

“QUEBRA DE DESBOBINAMENTO EM MATERIAL ESPECIFICAÇÃO EEP/PC”.

## 3.2 Fase 2 – Observação

### 3.2.1 Observação no local

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

- 1) Foi observado inicialmente que os operadores tinham um conceito distorcido sobre a definição do defeito “Quebra de Desbobinamento – QD” e “Linha de Escoamento – LE”. A LE se trata de defeito semelhante à QD, entretanto, este defeito ocorre devido a uma deficiência de laminação nas bordas, ficando o material susceptível à formação de linhas de distensão nestas regiões, defeito este não tratado no presente trabalho.
- 2) O defeito QD pode ser minimizado ou eliminado com redução de tensão de entrada do Laminador de Encruamento.
- 3) O aumento da velocidade de desbobinamento também promove a redução do defeito. Este efeito também foi observado por outros autores<sup>(1)</sup>.
- 4) Amassado de borda tem uma influência na ocorrência do defeito, pois funciona como concentrador de tensões.

5) O defeito QD, após o seu surgimento no desbobinamento, não é mais eliminado na laminação de encruamento.

6) Material laminado a frio de especificação DIN EN10130 FEP04, a qual utiliza o grau D, apresentou uma incidência muito baixa do defeito (Figura 6).

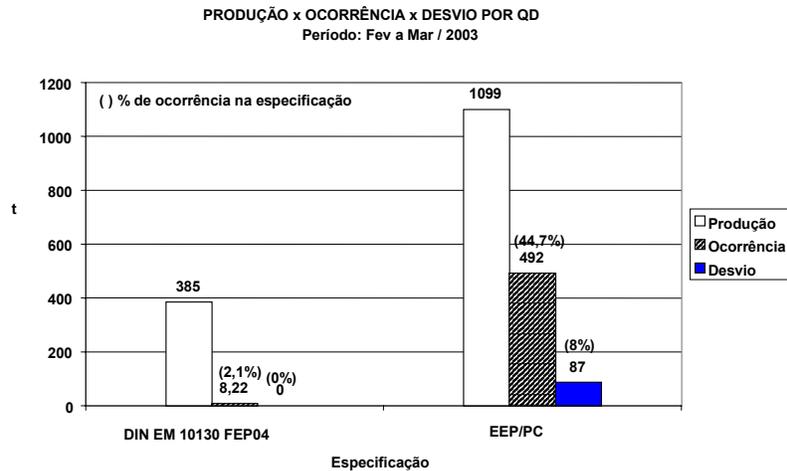


Figura 6. Comparação dos materiais DIN EN10130 FEP04 e EEP/PC

### 3.3 Fase 3 – Análise

#### 3.3.1 Definição das causas influentes

Foi criado um grupo de trabalho e empregado a ferramenta diagrama de causa e efeito (Figura 7).

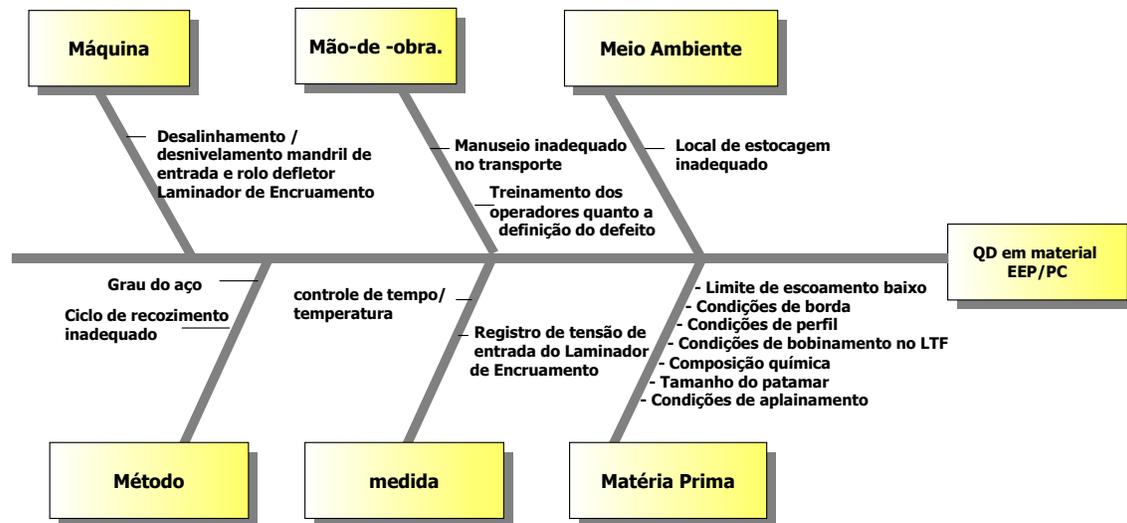


Figura 7. Diagrama de causa e efeito

#### 3.3.2 Escolha das causas mais prováveis

Foi aplicado o teste de hipóteses para definição da causas mais prováveis (Tabela 1).

**Tabela 1.** Definição da causas mais prováveis.

<b>Causa</b>	<b>Hipótese</b>	<b>Porque</b>
Desalinhamento/desnivelamento do mandril da desenroladeira do Laminador de Encruamento	Pouco provável	Mandril novo com avaliação topográfica OK Mandril com mancal de apoio
Desalinhamento/desnivelamento do rolo defletor entrada	Provável	Rolo desalinhado/desnivelado pode provocar tensões desiguais nas extremidades
Manuseio inadequado no transporte / Condições de borda da bobina	Provável	Foi verificado que bobinas na entrada do Laminador de Encruamento com defeitos de borda (amassado devido mau enrolado, serrilhado, etc.) apresentaram quebra de desbobinamento
Local de estocagem inadequado	Provável	Chapas de piso/convectores danificados na área dos Fornos de Recozimento em Caixa causam defeitos de borda
Grau do aço (composição química)	Provável	Comparou-se materiais de dimensões e ciclos compatíveis - graus diferentes (Grau A - EEP/PC e Grau D - DIN EN10130 FEP04)
Controle tempo/temperatura ciclo FRCX	Pouco provável	Termopares aferidos conforme norma/ sistema controlado por ATS
Registro de tensão do Laminador de Encruamento	Pouco provável	Sistema controlado por computador/ Não apresenta em todas as bobinas
Perfil transversal de espessura a quente inadequado	Pouco provável	Bons e maus perfis apresentaram ou não as quebras de desbobinamento
Composição química fora do especificado	Pouco provável	Não foi encontrada nenhuma não conformidade na composição química para o grau A
Condições de aplainamento da bobina Full Hard	Provável	Bobinas com repuxado lateral apresentam quebra de desbobinamento

### **3.4 Fase 4 – Plano de Ação**

Foi elaborado um plano de ação para bloqueio da causa fundamental, assim como para outras especificações, com a participação do grupo de trabalho. Este plano é apresentado a seguir.

#### **Plano de ação**

- Fazer topografia do rolo defletor de entrada do laminador de encruamento
- Reorientar equipes de carro e ponte quanto aos cuidados no manuseio
- Substituição dos convectores pelas chapas de piso da área de estocagem dos fornos em caixa
- Utilizar protetores de miolo nas bobinas na entrada dos fornos de recozimento em caixa
- Mudar grau de aço da especificação EEP/PC
- Substituição das chapas de piso do resfriamento forçado e da área de estoque do laminador de encruamento
- Mudar curva de meta do aplainamento no laminador de tiras a frio
- Alteração do ciclo térmico para materiais especificação qualidade comercial

### 3.5 Fase 5 – Execução

Todas as ações propostas no plano acima estabelecido foram realizadas. Exemplos de realização de algumas ações propostas são apresentadas nas Figuras 8 e 9. Estes ilustram a substituição dos convectores pelas chapas de piso e a utilização dos protetores de miolo das bobinas, chamados de colarinhos.



Figura 8. Substituição convectores pelas chapas de piso.

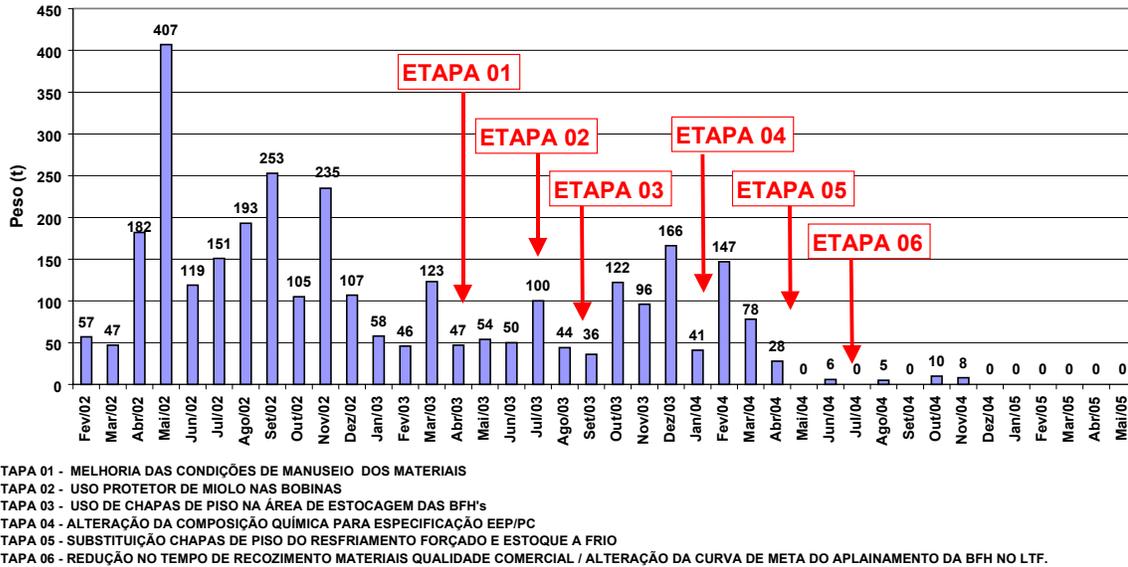


Figura 9. Utilização dos protetores de miolo das bobinas.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As ações propostas no plano se mostraram eficazes na redução do defeito “Quebra de Desbobinamento – QD” (Figura 10).

**VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS - DESVIOS DE MATERIAIS POR QD**  
(Período: 2002 a 2005)



**Figura 10.** Verificação dos resultados (geral).

As ações tomadas, tais como treinamento dos operadores com relação ao manuseio das bobinas, principalmente aqueles de carros transportadores de bobina e pontes rolantes, utilização do colarinho e substituição dos convectores por chapas de piso, antes e depois do recozimento em caixa, tiveram grande influência na significativa melhora da qualidade das bordas das bobinas, contribuindo mais ainda para a redução do defeito.

A substituição do grau A pelo D na especificação EEP/PC contribuiu também na redução do defeito (Figura 11). Esta ação foi tomada em função da observação da especificação DIN EN10130 FEP04, produzida em dimensões semelhantes e com as mesmas condições de processamento (laminação a quente, redução na laminação a frio, ciclo no recozimento em caixa) não ter apresentado o defeito, a qual utiliza o grau D.

PRODUÇÃO x DESVIO POR QD EM TODO MATERIAL EEP/PC  
(Período: Ano de 2004)

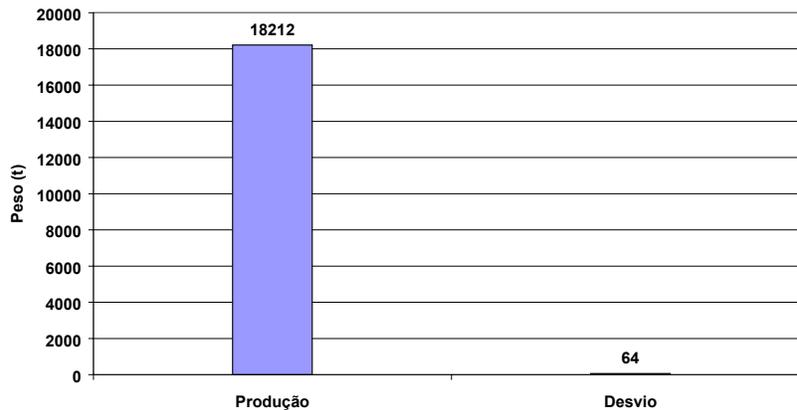


Figura 11. Verificação dos resultados para especificação EEP/PC.

A alteração do ciclo térmico também para a especificação SAE foi uma outra efetiva ação tomada para a redução do defeito nos produtos laminados a frio via recozimento em caixa. Esta alteração foi realizada objetivando o aumento do Limite de escoamento do material.

A curva de meta do aplainamento no laminador de tiras a frio foi alterada, visando um leve ondulado lateral. Esta ação objetivou, na posterior laminação de encruamento, se ter uma matéria-prima menos tensionada nas bordas durante o desbobinamento.

## 5 CONCLUSÕES

- 1) As ações realizadas se mostraram eficazes na eliminação dos defeitos “Quebra de Desbobinamento – QD”.
- 2) A alteração dos ciclos térmicos foi efetiva na redução do defeito sem a deterioração das propriedades mecânicas, não comprometendo assim o atendimento às normas contratadas.
- 3) Redução do desvio mensal de todos os materiais via fornos de recozimento em caixa:  
Média mensal de desvio em 2002: **170t**  
Média mensal de desvio em 2004: **25t**  
Média mensal de desvio em 2005 (até maio): **0t**
- 4) Elevação do rendimento metálico:  
Redução na geração de sucata
- 5) Redução dos retrabalhos (descartes, segundo passe no laminador de encruamento).
- 6) Aumento de produtividade no Laminador de encruamento.
- 7) Satisfação do cliente – Previsibilidade, recebimento no prazo e na quantidade contratada, redução de estoque e redução no custo de produção do cliente.

## REFERÊNCIAS

- 1 KINGHTON, P. Surface Defects on Cold Rolled, Uncoated Sheet. (Ed.) Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) – 2<sup>nd</sup> edition, p. 54-55.
- 2 DIETER, G.E.. Metalurgia mecânica. Editora Guanabara Koogan S.A. - Segunda edição, 1981.

# REDUCTION OF COIL BREAKS OCCURRENCE ON COLD ROLLED AND BOX ANNEALED STEEL SURFACE <sup>1</sup>

Gabriel Godinho Alves <sup>2</sup>  
Raffaele Alves Paranhos <sup>3</sup>  
José Borges de Araújo <sup>4</sup>  
Alexandre Pimentel Sampaio <sup>4</sup>

## Abstract

Steel customers have been demanding for their productive process to use the whole coil width. The objective of this kind of request is based on two aspects: cost reduction of manufactured products; and the possibility of increasing productivity. Using the whole coil width requires high surface quality characteristics. A common superficial defect that must be avoided is the one named “coil breaks”. This defect arises during the uncoiling operation before cold tempering. It is characterized by lines transversal to the rolling direction. This kind of defect cannot be removed by cold tempering. The phenomenon was analyzed to identify its main causes. Afterwards, the coil productive process was modified to reduce the phenomenon occurrence on the cold rolled and box annealed surface. This work shows that the changes for processing were effective to reduce the uncoiling brake.

**Key words:** Coil breaks; Box annealed; Superficial defect.

<sup>1</sup> Paper presented at 42<sup>th</sup> Rolling Processes, Rolled and Coated Products Seminar of ABM; Santos, SP, October 25 to 26, 2005.

<sup>2</sup> Metallurgical Engineer – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN

<sup>3</sup> Electrical Engineer – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN

<sup>4</sup> Metallurgical Engineer, MSc. – Companhia Siderúrgica Nacional – CSN