

REDUÇÃO DOS DESVIOS NA GALVASUD POR DEFEITOS GERADOS NO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO 3 DA COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL ¹

*Leiner Novaes Arêdes*²
*Sidnei Gomes Itaboray*³
*Luiz Cláudio da Silva*²

Resumo

O objetivo deste trabalho é reduzir os desvios na empresa siderúrgica Galvasud, por defeitos de superfície gerados na laminação a frio da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional) nos materiais para peça exposta da indústria automobilística, eliminando a possibilidade de perda do cliente final e/ou desabastecimento do mesmo e reduzir os custos de não qualidade interna. Os referidos defeitos são chamados de marca de cilindro. A metodologia de Kepner & Tregoe permitiu traçar planos de ações precisos baseados nas causas fundamentais dos defeitos. Os índices de desvios no cliente pelos defeitos acima foram reduzidos a menos de 10% dos índices anteriores e os índices de desvios internos pelos mesmos defeitos foram reduzidos a cerca de 80%.

Palavras-chave: Peça exposta; Automobilística; Marca de cilindro.

REDUCTION OF QUALITY DEVIATION IN GALVASUD FOR DEFECTS GENERATED IN COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL'S COLD ROLLING MILL 3

Abstract

This project aims at reducing the quality deviation at steel company Galvasud for surface defects generated in CSN (Companhia Siderúrgica Nacional's) in its cold rolling production process for exposed part materials supplied to automobile industry, eliminating the possibility of losing the final customers and/or not supplying them, also reducing the internal not quality costs. These defects are called roll mark. Based on Kepner & Tregoe methodology, established action plans were developed considering the defect root causes. The customer deviation caused by the roll marks had been reduced to less than 10% if compared to the previous rates and the internal deviation was reduced to 80%.

Key words: Exposed parts; Automobile part; Roll mark.

¹ *Contribuição técnica ao 46º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 27 a 30 de outubro de 2009, Santos, SP.*

² *Engenheiro Metalúrgico. CSN*

³ *Engenheiro Metalúrgico, MSC. CSN*

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do presente trabalho é reduzir os desvios devido a defeitos de superfície na matéria prima na Galvasud nos materiais para peça exposta de aplicação na indústria automobilística, visto que os altos índices já estavam comprometendo o abastecimento do cliente, gerando a possibilidade de perda do cliente final e/ou desabastecimento do mesmo, bem como aumento dos custos de não qualidade interna.

A redução a frio é obtida pela deformação da estrutura cristalina; resulta numa elevação da resistência à tração, da dureza superficial, do limite elástico e numa redução da ductilidade. A seguir, o material é submetido a um recozimento (para restituir-lhe ductilidade) e depois, a um passe de acabamento ou de encruamento, para uniformizar a superfície ou obter uma dureza determinada e homogênea, em toda a área.⁽¹⁾

A laminação a frio é usada normalmente em operações de acabamento, quando as especificações do produto exigem um bom acabamento superficial, para produzir folhas e tiras com acabamento superficial e com tolerâncias dimensionais mais rígidas quando comparadas com as tiras produzidas por laminação a quente. Este tipo de laminação é realizada à temperatura ambiente ou próxima desta, isto é, o material não precisa ser aquecido, isso implica em um aumento de dureza, ou seja, sua resistência à deformação aumenta após a laminação. O encruamento resultante da redução a frio pode ser aproveitado para dar maior resistência ao produto final.

A matéria prima para a produção de tiras de aço laminadas a frio são as bobinas a quente decapadas.

A redução total atingida por laminação a frio geralmente varia de 50% a 90%. Quando se estabelece o grau de redução em cada passe ou em cada cadeira de laminação, deseja-se uma distribuição tão uniforme quanto possível nos diversos passes sem haver uma queda acentuada em relação à redução máxima em cada passe. Normalmente, a porcentagem de redução menor é feita no último passe para permitir um melhor controle do aplainamento, bitola e acabamento superficial.⁽¹⁾

O processo de produção de chapas ou bobinas laminadas a frio compreende inicialmente na deformação do aço a temperaturas a abaixo do ponto crítico, ou da temperatura de recristalização. Na laminação a frio faz-se uso de trens de laminadores quádruplos de alta velocidade com três a cinco cadeiras.

Normalmente esses trens de laminação são concebidos para terem tração avante e a ré. A laminação contínua tem alta capacidade de produção, o que resulta num custo de produção baixo, porém se usarmos um ritmo de deformação muito baixo, o material poderá apresentar características de laminação à quente em temperaturas relativamente baixas.

Os cilindros de laminação são compostos por de três partes principais, que são trevo (garfo ou castelo), pescoço e mesa (corpo ou face), conforme pode ser visto na Figura 1. Trevo: é a parte do cilindro que recebe a transmissão. Pescoço: é a parte intermediária que se apoia ou é abraçada pelos mancais, ou seja, onde se encaixam os mancais. Mesa: região central em contato com o material laminado, ou com os cilindros de trabalho, onde se realiza a laminação.⁽¹⁾

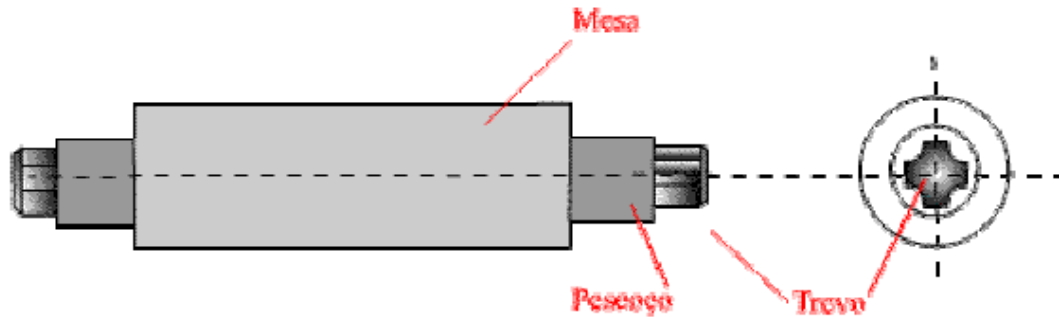


Figura 1: Partes principais de um cilindro de laminação.

O custo de uma moderna instalação de laminação é da ordem de milhões de dólares e consome-se muitas horas de projetos, conforme dito anteriormente. É importante ressaltar, também, que a parada de um laminador, seja para uma manutenção corretiva ou mesmo preventiva, implica em um elevado custo, não só pela troca ou substituição do equipamento, ou de parte dele, mas principalmente pela interrupção no processo produtivo de uma planta metal-mecânica, levando a uma diminuição da produtividade e do lucro.

Sendo assim, alguns cuidados devem ser tomados de modo a aumentar a vida útil dos cilindros de laminação. Dentre eles pode-se citar: utilizar cilindros com a dureza adequada; aquecer o cilindro até a temperatura de trabalho; evitar pontas frias e/ou insuficientemente aquecidas; resfriar adequadamente o canal de laminação; o resfriamento dos cilindros não deve ser desligado imediatamente após o término da laminação; se uma chapa parar no trem, o resfriamento do canal deve ser interrompido logo; a água não deve ser ligada com os cilindros parados, devido aos esforços térmicos causados pelo resfriamento desigual; no resfriamento após a desmontagem, evitar as correntes de ar; ao retificar os cilindros, eliminar quaisquer vestígios de trincas térmicas, pois estas se propagam novamente e podem levar a fendas; na estocagem de cilindros prontos para o uso deve-se evitar impactos ou amontoar os cilindros uns sobre os outros.

Mesmo tomando os cuidados acima descritos, durante o processo de laminação os cilindros sofrem um elevado desgaste o que os leva a apresentarem os principais defeitos a seguir:⁽¹⁾

- *fendas*: quando em torno da parte central, ou longitudinais, podem ser causadas por sobrecargas extremas, defeitos internos ou tratamento térmico deficiente. As fendas junto ao pescoço do mancal, frequentemente são causadas pelo raio muito pequeno na mudança de secção, resultando em trincas de fadiga;
- *lascas*: ocorrem quando o cilindro permanece sob carga, em contato com o material quente, durante uma parada do laminador, ou fica exposto ao calor excessivo durante o esmerilhamento da superfície, ou ainda, quando se faz reduções muito fortes por passe. Deve-se procurar manter o melhor contato possível entre os cilindros de trabalho e os de encosto;
- *trincas térmicas*: “Pele de Crocodilo”: são devidas ao aquecimento localizado da superfície do cilindro. O aparecimento deste defeito pode ser atenuado por meio de uma refrigeração eficiente;
- *pontos moles*: resultam de um super aquecimento local durante a preparação (pelo esmerilhamento) ou em serviço causada pela má refrigeração do cilindro;

- *mossas*: ocorrem devido às pontas mais frias das chapas ou partículas estranhas, causando deformações locais em parte da superfície do cilindro; e
- *estriamento (banding)*: são faixas ou estrias circunferenciais na superfície do cilindro, causadas pelo atrito da carepa, ocorrendo caldeamento seguido de desprendimento entre o material laminado e a matriz do cilindro.

Os defeitos chamados de marca de cilindro são causados pela laminação de um corpo estranho que penetra entre a tira e o cilindro de laminação antes que a tira passe sob o mesmo. Ao passar sob o cilindro, o corpo estranho marca o mesmo deixando um relevo, e que a cada revolução transfere esta marca para a tira que está sendo laminada, danificando esta tira e as subseqüentes em toda a extensão das mesmas. A única maneira de eliminar o defeito é parar a produção assim que detectado e substituir o cilindro danificado.

A marca é identificada através inspeções periódicas, feitas em algumas bobinas laminadas no equipamento de roll-out. Com base no aumento de comprimento da tira, durante o processo de laminação, calcula-se qual seria a distância entre as marcas geradas em cada uma das cadeiras em função do diâmetro do cilindro utilizado. Compara-se então, a distância entre as duas marcas iguais encontradas na tira com a distância calculada de cada cadeira, para definir qual cilindro deve ser trocado.

O cilindro danificado é trocado e enviado para a retífica, onde é desbastado até eliminar o defeito. Em seguida, é feito novamente o tratamento superficial para que o mesmo volte a trabalhar.

As bobinas produzidas entre uma inspeção ok e uma não ok, devem ser avaliadas, pois podem ou não conter o defeito.

A ocorrência deste defeito gera não só o custo do possível desvio de qualidade, que significa venda em menor preço, mas também o custo da troca dos cilindros (retífica, novo tratamento superficial e perda de produção por parada do equipamento).

As marcas de cilindros têm diversas variações de nomenclatura que variam de empresa para empresa, principalmente em função da causa fundamental, de onde veio o corpo estranho laminado. Algumas vezes, é possível pelo formato da marca se identificar a origem do corpo estranho. Por exemplo, uma marca de cilindro originada por uma rebarba de apra que se soltou da própria tira durante o processo é chamada de marca de rebarba; uma marca oriunda de aglomerações de “sujeiras” (finos de ferro), são chamadas de verruga; marcas originadas pela ponta empenada da tira, são chamadas de marca de bico; já marcas que não se consegue identificar a causa, são chamadas de marca de cilindro apenas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Método Kepner & Tregoe utiliza uma lógica comum, segundo a qual os problemas são avaliados e priorizados de acordo com alguns critérios, em seguida é escolhido um problema específico para análise.⁽²⁾

Utilizando a metodologia de Kepner e Tregoe, foram respondidas inicialmente algumas perguntas para identificar melhor o problema:

1. Qual a data que começou o problema?

Percepção a partir da semana 16 de 2007

2. Como estava o desenho do processo antes dessa data? O que mudou?

Não havia desvios significativos, pois o material era comprado como peça interna e aplicado para peça exposta o que era possível em função dos defeitos apresentados.

3. Quais os materiais que apresentaram o defeito?

Todos apresentaram, mas o critério de inspeção dos materiais mais nobres, peça exposta, não permitem liberação deste material.

4. Onde foi localizado o material?

Na linha de zincagem contínua da Galvasud.

5. Onde estava o defeito na tira?

Em toda a extensão, com posição ao longo da largura variável, em uma ou ambas as faces.

6. Quantas bobinas apresentaram defeito?

Em média duas bobinas por semana.

7. Qual a intensidade do defeito? Leve, média e forte, sendo que os desvios ocorrem basicamente nos casos de intensidade média e forte.

O Método Kepner & Tregoe é normalmente aplicado a situações técnicas, parecendo que o tratamento de problemas que envolvem a dimensão política das organizações não é muito comum.⁽²⁾

Para confirmar as respostas acima, investigou-se de forma mais aprofundada as circunstâncias em que o defeito aparece. Inicialmente, foi verificado que na Galvasud havia um alto índice de desvios de qualidade de produto final, no qual o material é reclassificado como de qualidade inferior e vendido para outras aplicações menos nobres e com menor preço. O aumento dos desvios pode ser visto na Figura 2.

Histórico de Desvios na Galvasud por defeitos superficiais VR e MC gerados no LTF#3

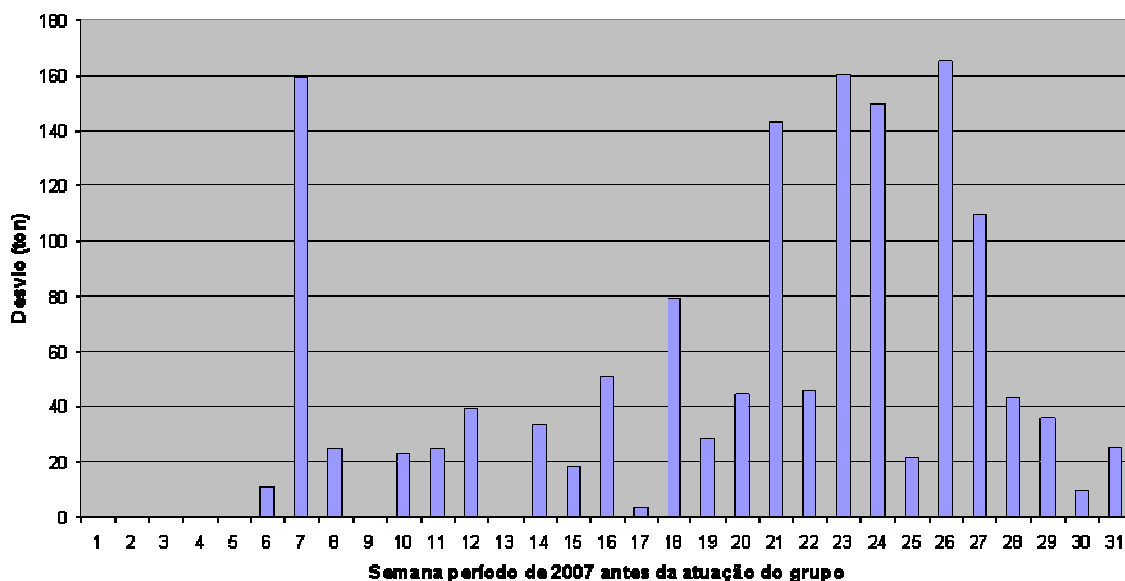


Figura 2: Histórico de desvios.

Assim, ao estratificar os desvios, verificou-se que os desvios por defeitos de superfície gerados na laminação a frio, marca de cilindro (MC) e verruga (VR) eram responsáveis em média por 45% dos desvios relacionados a matéria prima, como se pode ver na Figura 3.

Comparação dos Desvios na Galvasud por defeitos superficiais VR e MC gerados no LTF#3 e do total de desvios por matéria prima

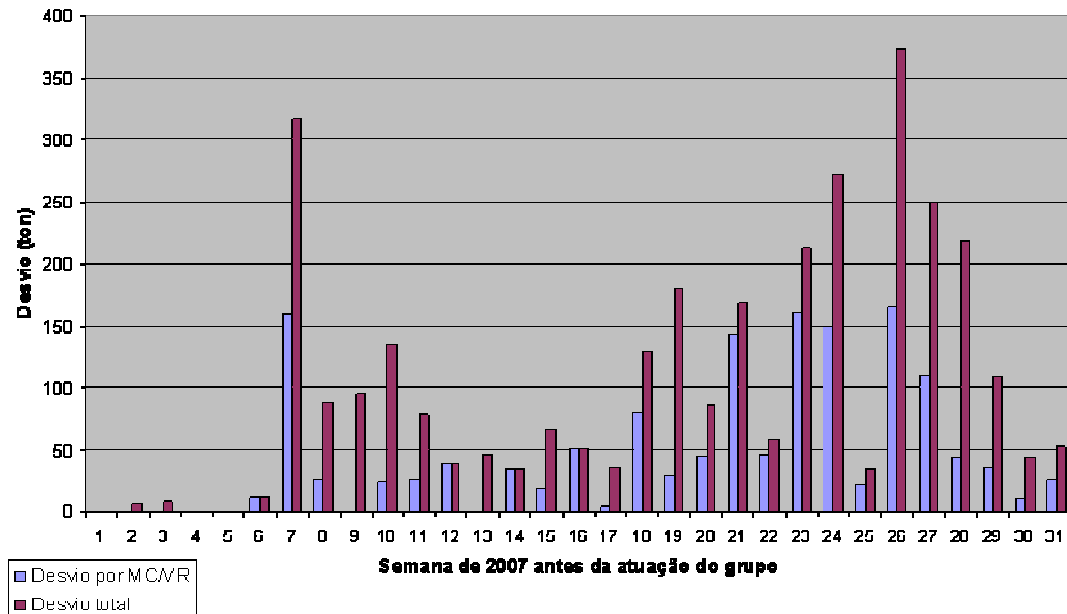


Figura 3: Estratificação de desvios.

Como pode ser visto na Figura 4, os desvios em questão, aumentaram especialmente após o aumento significativo de fornecimento de peça exposta para a indústria automobilística.

Histórico de Produção no LTF#3 de graus de aço para peça exposta para a GSD

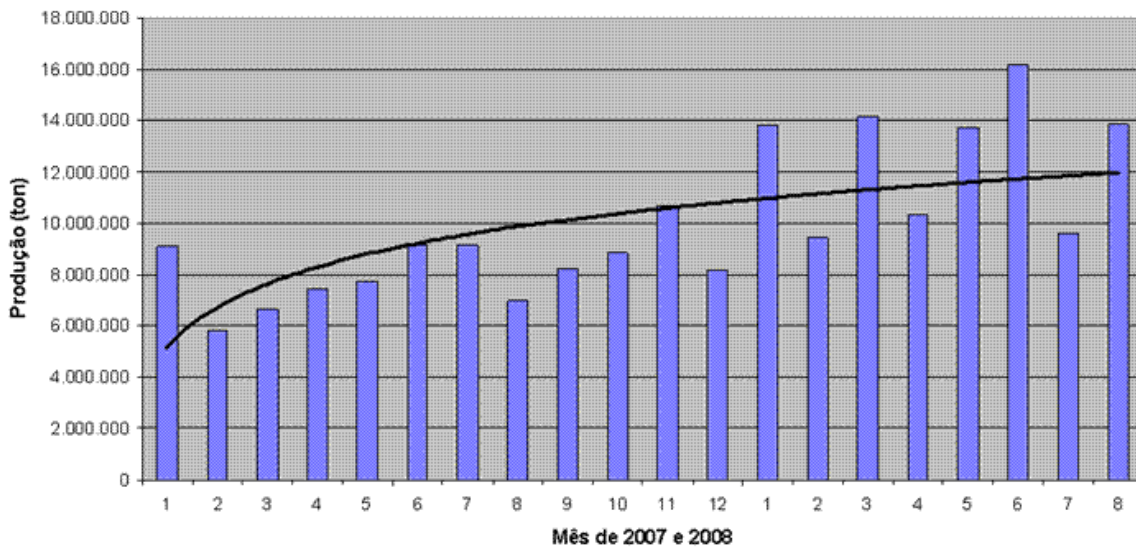


Figura 4: Evolução da produção de peça exposta.

Para cada um dos defeitos críticos foi traçado um diagrama de relações envolvendo uma equipe multifuncional, como é visto nas Figuras 5 e 6.

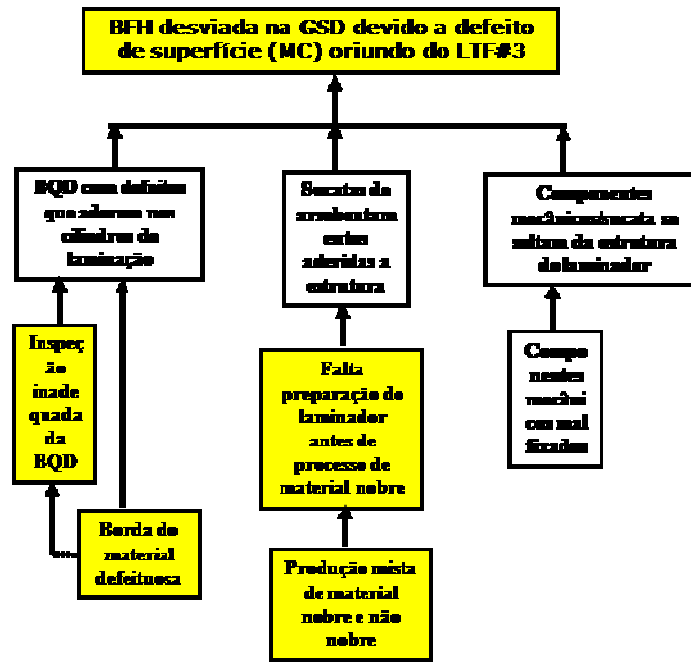


Figura 5: Diagrama de relações para o defeito MC.

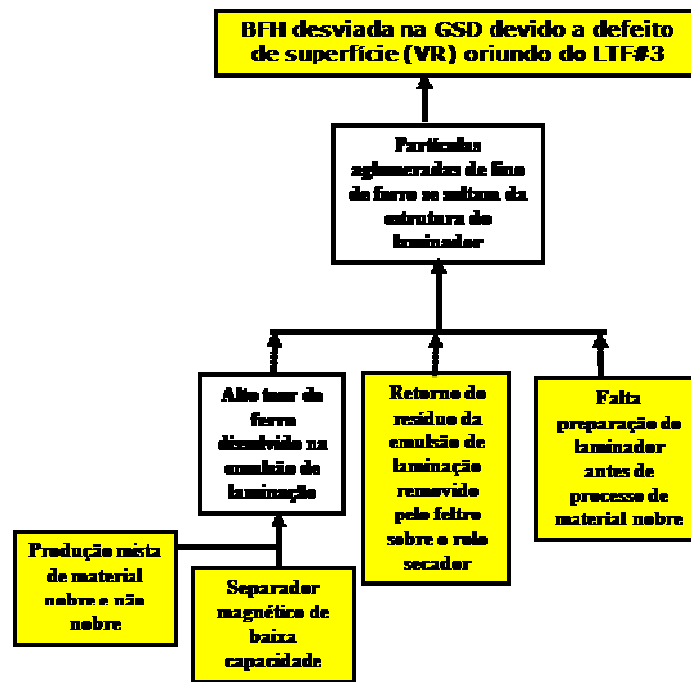


Figura 6: Diagrama de relações para o defeito VR.

Foi observada a produção mista de materiais nobres e não nobres no mesmo ciclo de laminação, sendo o critério de inspeção utilizado para a bobina que foi a roll-out. Segue na Tabela 1 exemplo de sequência de produção que era utilizada.

Tabela 1: Exemplo de seqüência de produção no LTF#3 antes da atuação do grupo

1	Lote	Data Prod	Material	Peso (kg)	Espessura	Largura	Grau Prod	Cliente	Familia	Especificação	Uso
199	7339000200	02/01/2007	BFH_LTF	22.880	1,950	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
200	7339010300	02/01/2007	BFH_LTF	23.150	1,550	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
201	73398950100	02/01/2007	BFH_LTF	23.100	1,950	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
202	7339000100	02/01/2007	BFH_LTF	22.930	1,950	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
203	7339440100	02/01/2007	BFH_LTF	24.760	0,910	1.200	2710	INDUSTRIA NACIONAL DE ACOS	QC	NBR-7008-ZC-rev2003-Standard	Corte em Chapas-Geral
204	7339740100	02/01/2007	BFH_LTF	23.110	0,810	1.200	2710	INDUSTRIA NACIONAL DE ACOS	EP	NBR-7008-ZEE/GR1-rev2003-STD	Corte em Chapas-Geral
205	7339250100	02/01/2007	BFH_LTF	25.190	1,510	1.200	2979	INDUSTRIA NACIONAL DE ACOS	QC	NBR-7008-ZC-rev2003-Standard	Corte em Chapas-Geral
206	7339250200	02/01/2007	BFH_LTF	25.170	1,510	1.200	2979	INDUSTRIA NACIONAL DE ACOS	QC	NBR-7008-ZC-rev2003-Standard	Corte em Chapas-Geral
207	7339750100	02/01/2007	BFH_LTF	23.690	0,630	1.200	2710	INDUSTRIA NACIONAL DE ACOS	EP	NBR-7008-ZEE/GR1-rev2003-STD	Corte em Chapas-Geral
208	7338720100	02/01/2007	BFH_LTF	15.610	1,190	903	4013	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11-Standard	Ind. Aut.-Assoalho
209	7339960200	02/01/2007	BFH_LTF	18.260	0,450	1.000	4130	GALVASUD S.A.	EE	CSN/GSD-BFFH-C2E-P Exposta	Peças Expostas - Geral
210	7339960300	02/01/2007	BFH_LTF	17.160	0,450	1.000	4130	GALVASUD S.A.	EE	CSN/GSD-BFFH-C2E-P Exposta	Peças Expostas - Geral
211	7339840500	02/01/2007	BFH_LTF	17.310	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
212	7339840900	02/01/2007	BFH_LTF	17.610	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
213	7339840800	02/01/2007	BFH_LTF	17.570	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
214	7339840700	02/01/2007	BFH_LTF	17.490	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
215	7339840600	02/01/2007	BFH_LTF	17.370	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
216	7339840400	02/01/2007	BFH_LTF	17.340	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
217	7338810100	02/01/2007	BFH_LTF	22.530	0,610	1.200	1101	ANANDA METAIS LTDA	QC	CSN-ZC-TELHAS-Standard	Telhas-Geral
218	7339420100	02/01/2007	BFH_LTF	23.690	1,442	1.200	2710	EURO TELHAS IND E COM LTDA.	QC	NBR-7008-ZC-rev2003-Standard	Telhas-Geral
219	7338880200	02/01/2007	BFH_LTF	22.800	1,920	1.100	2710	INDUSCAR IND E COM DE CARROCERIAS L	SL	ZAR230 -Along 28% min-Ônibus	Carroceria - geral
220	7338880100	02/01/2007	BFH_LTF	22.660	1,920	1.100	2710	INDUSCAR IND E COM DE CARROCERIAS L	SL	ZAR230 -Along 28% min-Ônibus	Carroceria - geral
221	73399840100	02/01/2007	BFH_LTF	17.370	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
222	7339840200	02/01/2007	BFH_LTF	17.340	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
223	7339840300	02/01/2007	BFH_LTF	17.200	1,290	861	4083	GALVASUD S.A.	EEP/IF	CSN/GSD-BFFH-IF11E-P Exposta	Ind. Aut.-Painéis Laterais-PExp.
224	7338700200	02/01/2007	BFH_LTF	19.020	1,950	1.000	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
225	7339840200	02/01/2007	BFH_LTF	22.950	1,950	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
226	7339880100	02/01/2007	BFH_LTF	18.270	1,950	1.000	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral
227	73398950200	02/01/2007	BFH_LTF	22.860	1,950	1.250	2310	TITAN STEEL CORPORATION	EM	EN-10130-DC01-Standard	Distribuição & Revenda-Geral

O uso do material não estava definido corretamente na entrada da ordem de venda, materiais de aplicação em dutos de ar condicionado por exemplo, estavam classificados como peça exposta.

As ações propostas foram baseadas em: atuação na diminuição de geração dos defeitos; atuação na detecção e retenção dos defeitos na UPV.

Resumo das ações tomadas no período:

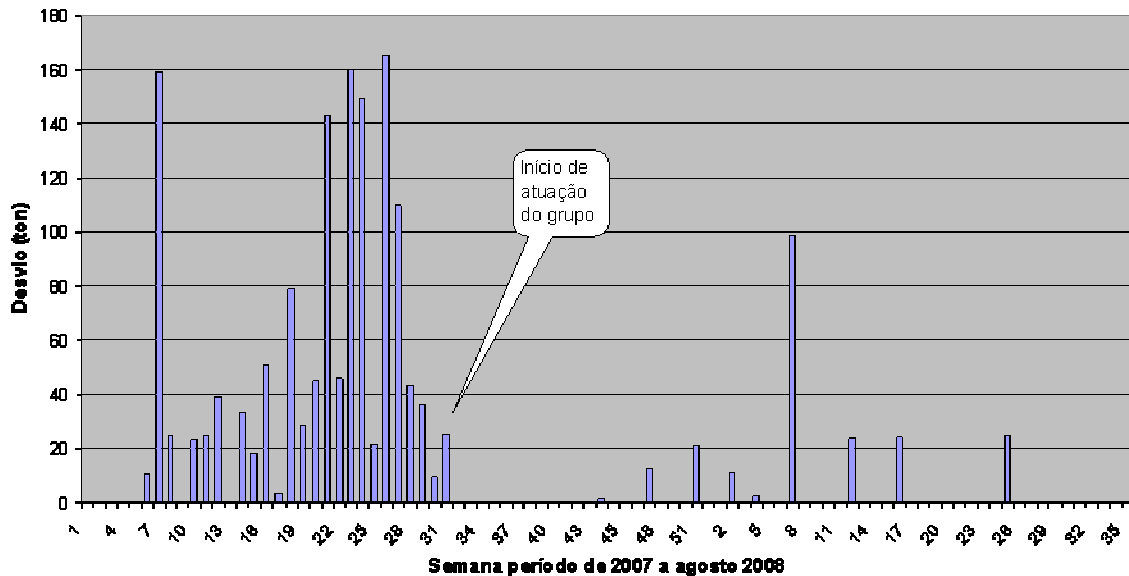
- criação de mais um ciclo de processamento no LTF#3: Ciclo de peça exposta, seguindo regras de programação que impedem processamento durante ou após materiais que piorem as condições de trabalho do laminador;
- adequação do uso especificado para UPV igual ao uso especificado pelo cliente final;
- criação de um ciclo de preparação para processamento do material peça exposta para a indústria automobilística;
- lavagem da 5ª cadeira na abertura do ciclo de preparação (descarga sem cilindros de trabalho); inspeção rigorosa no sistema de secagem; troca do feltro; e limpeza das canaletas de coleta de emulsão;
- eliminação de qualquer pendência que possa prejudicar o material peça exposta durante o ciclo pesado, não iniciando o ciclo caso permaneça alguma pendência;
- no caso de suspeita de qualquer anormalidade no encaixe/dencaixe, a bobina em questão é inspecionada no roll-out;
- utilização de cilindro cromado na 5ª cadeira com rugosidade 140/160 µpol. Ra, visando a rugosidade mínima desta faixa;
- troca de feltro e limpeza de canaletas e calhas na abertura para o ciclo peça exposta;
- antes e durante o processamento do ciclo de peça exposta, manutenção do ppm de ferro do tanque B ao valor máximo de 350 ppm, fazendo descarte da solução se necessário;
- utilizar sempre uma bobina de preparação apenas, de grau da família R1, sem solda de LDC, largura maior ou igual a 1200mm, e espessura de saída maior ou igual a 1,5mm;

- processamento de matéria prima com 100% de bordas aparadas na LDC, com boas condições das mesmas;
- acompanhamento de 100% do ciclo por profissional responsável pela produção e pela qualidade, que detêm conhecimento aprofundado sobre o equipamento, possíveis impactos no cliente e condições de mercado atuais, até o treinamento completo dos inspetores e operadores;
- alteração do projeto da calha de retorno de resíduo de emulsão do feltro;
- aumento da concentração da emulsão da 5ª cadeira de 0% a 2% para 1,5% a 3%; e
- instalação de novo separador magnético.

3 RESULTADOS E CONCLUSÕES

A quantidade de desvios semanais caiu consideravelmente, como pode ser visto nas Figuras 7 e 8.

Histórico de Desvios na Galvaud por defeitos superficiais VR e MC gerados no LTF#3



Comparativo de média de Desvios semanais na Galvasud por defeitos superficiais VR e MC gerados no LTF#3

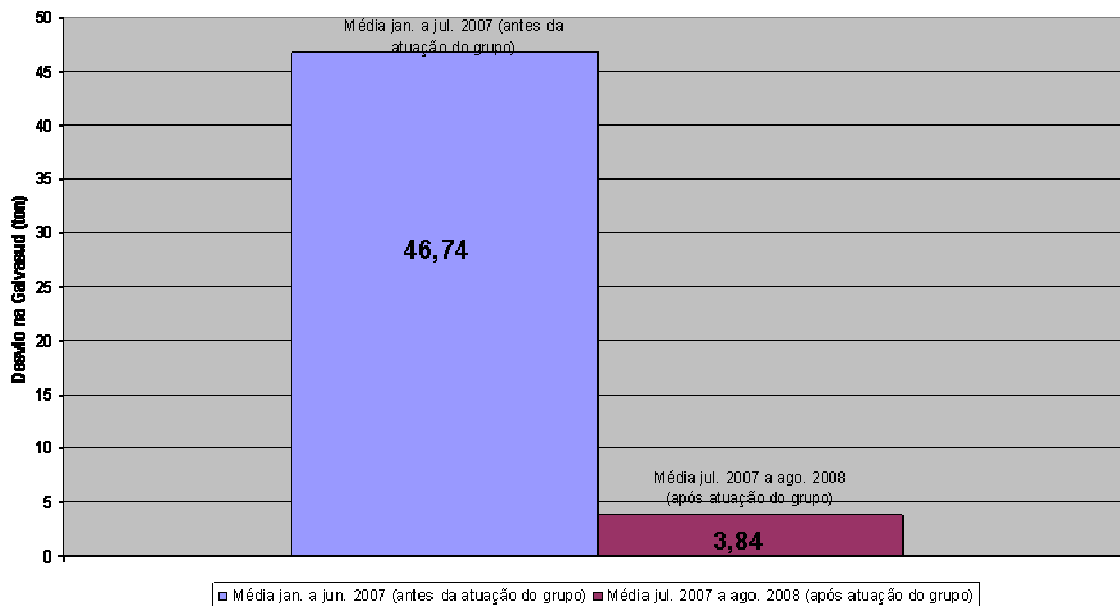


Figura 8: Comparativo de desvios na Galvasud.

Foi possível alcançar os resultados de melhora do índice de desvios, sem aumento do índice de desvios internos, como visto na Figura 9.

Comparativo de média de Desvios semanais em materiais de peça exposta para a Indústria automobilística via Galvasud no LTF#3 por defeitos superficiais VR e MC

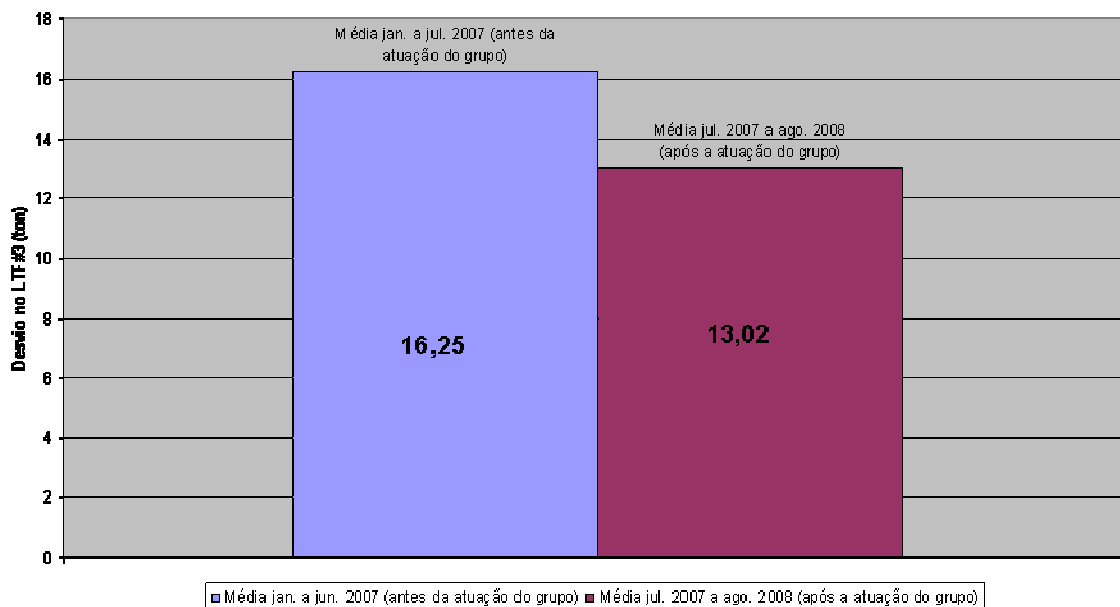


Figura 9: Comparativo de desvios internos.

Resumo dos resultados alcançados:

- eliminação do risco de desabastecimento da Galvasud e dos clientes finais devido a desvios por defeitos de matéria prima gerados no LTF#3;
- eliminação de desvios internos desnecessários em materiais menos nobres;

- diminuição da quantidade de material de aplicação não nobre com alto valor agregado;
- contribuição positiva na retomada da indústria automobilística, diminuindo as possibilidades de interrupção de fornecimento;
- comprovação da capacidade de fornecimento de materiais nobres, aumentando o possível campo de atuação da empresa;
- aumento do moral do grupo e dos funcionários da empresa;
- contribuição para redução da agressão ao meio ambiente e consumo de energia, uma vez que recursos aplicados em aços nobres não são utilizados em aços comuns; e
- retorno financeiro anual estimado: R\$ 2.533.638,57.

Agradecimentos

A Deus por ter nos dado a vida e a sabedoria para enfrentar os obstáculos.

A Companhia Siderúrgica Nacional pela oportunidade da realização deste trabalho.

A todos os funcionários da CSN que, de forma direta ou indireta, ajudaram na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 PALMEIRA, A. A. Processos de Fabricação, UERJ – Resende - RJ, 2005.
- 2 ALVAREZ, R. R. Métodos de identificação, análise e solução de problemas: uma análise comparativa, Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Paraná - IBQP-PR - Curitiba – PR, 1997.