

ESTUDO PARA MINIMIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DO DEFEITO SUPERFICIAL CORPO LAMINADO NO LTQ DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

*José Fagundes Júnior²
Marcelo Macedo Fialho²
Felício de Castro Valente³
Arnaldo Carneiro Salles³
Gilvan Pulinho Michel⁴
Ivan Miranda Castro⁵*

Resumo

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de reduzir os descartes causados pelo defeito superficial corpo laminado na Laminação de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão. Os levantamentos e análises realizadas objetivaram caracterizar este defeito para diferenciá-lo do defeito corpo estranho, analisar a distribuição de suas ocorrências, investigar suas causas principais, determinar contramedidas por meio de um plano estratégico e estabelecer meios para garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo. Como resultado final da implantação de todas as ações apresentadas, o percentual de descarte causado pelo defeito corpo laminado diminuiu significativamente, passando de valores em torno de 0,20% para 0,02% da produção das Linhas de Acabamento.

Palavras-chave: Laminação de tiras a quente; Corpo estranho; Corpo laminado

STUDY FOR DECREASING THE OCCURRENCE OF THE SURFACE DEFECT ROLLED-IN MATERIAL IN ARCELORMITTAL TUBARÃO HSM

Abstract

This work was carried out to reduce the losses caused by a surface defect called rolled-in material. The surveys and analyses aimed to characterize the defect to establish the differences from rolled-in foreign objects, analyse the distribution of its occurrences, investigate its main causes, determine countermeasures through a strategic plan and establish means to maintain the results in long term. As a result of all countermeasures adopted, the percentage of losses caused by this defect decreased significantly, from values around 0.20% to 0.02% of finishing lines production.

Key words: Hot strip mill; Rolled-in foreign objects; Rolled-in material

¹ *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*

² *Engenheiro Metalurgista, Me., Departamento de Produção de Placas, Bobinas e Chapas da ArcelorMittal Tubarão.*

³ *Engenheiro Mecânico, Departamento de Produção de Placas, Bobinas e Chapas da ArcelorMittal Tubarão.*

⁴ *Técnico Mecânico, Departamento de Manutenção Central da ArcelorMittal Tubarão.*

⁵ *Engenheiro Metalurgista, Departamento de Metalurgia e Planejamento da Produção da ArcelorMittal Tubarão.*

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2006, uma das maiores causas de descarte e desvio de material para as linhas de acabamento era o defeito corpo laminado. Em função disso, foi realizado um estudo para se determinar as origens deste defeito, bem como as ações para minimizar sua ocorrência.

Após a determinação das causas principais do defeito, foram tomadas ações no sentido de eliminá-las, com ênfase para a rebarba de corte da placa e o desgaste das Guias do Trem Acabador.

Como resultado das ações implantadas, foi conseguido o abaixamento dos níveis de descarte causados por este defeito de valores em torno de 0,20% para 0,02% da produção das Linhas de Acabamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Caracterização do Defeito Corpo Laminado

Foi necessário realizar a caracterização do defeito corpo laminado (KL) com o objetivo de diferenciá-lo de outro defeito bastante comum nas laminações de tiras a quente de todo o mundo, conhecido como corpo estranho (CE). Ambos são defeitos superficiais causados pela laminação de partículas sobrepostas sobre a tira. É importante diferenciá-los porque as ações corretivas nem sempre serão as mesmas.

Foi adotada na ArcelorMittal Tubarão, a denominação de corpo estranho para defeitos pontuais, sejam incrustados ou que tenham deixado apenas a marca em baixo relevo (Figura 1). Remetem para partículas, parafusos, arruelas e outros objetos dessa natureza que caíram sobre a tira.

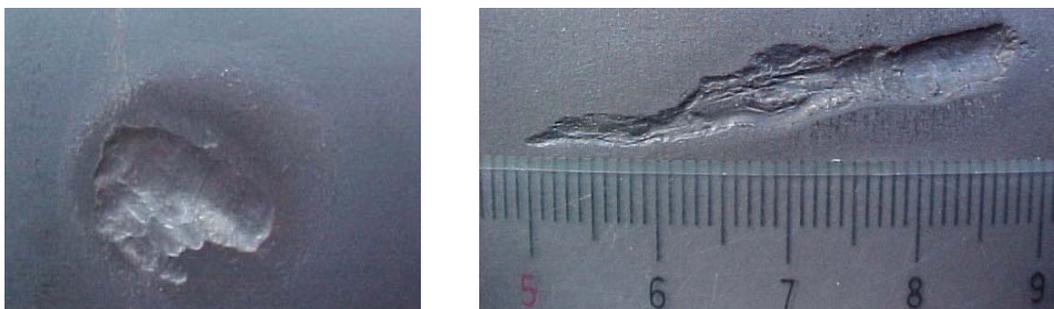


Figura 1: Defeito corpo estranho.

Por sua vez o defeito corpo laminado é caracterizado por fragmentos laminados sobre a tira de forma esboroadada. Remetem às dobras e grandes fragmentos desprendidos no contato da tira com guardas da linha de laminação (Figura 2a), ou defeitos oriundos da placa tais como rebarbas de corte de placas (Figura 2b). Quando comparado ao corpo estranho, o defeito corpo laminado mostra claramente maior área afetada e grande deformação ou fragmentação durante o processo de laminação a quente.

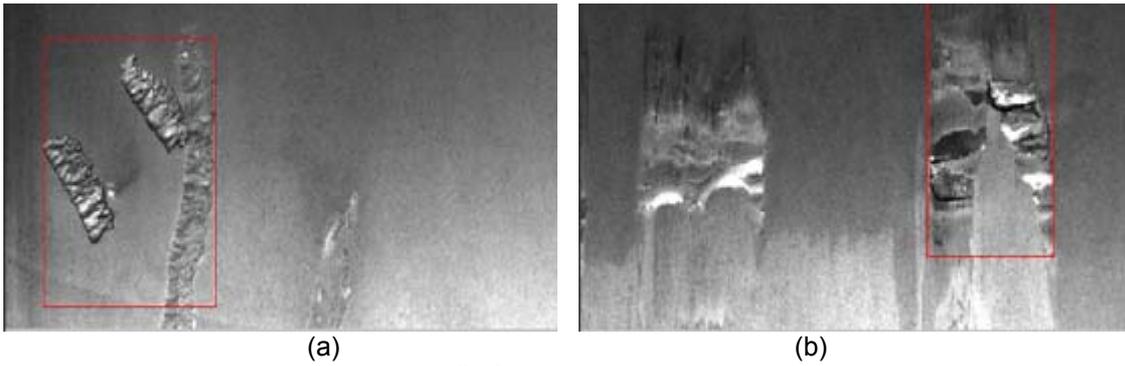


Figura 2: Defeito corpo laminado.

2.2 Análise das Ocorrências do Defeito Corpo Laminado

A distribuição das ocorrências do defeito foi analisada por meio das imagens fornecidas pelo sistema de inspeção automática⁽¹⁾ e dos descartes nas linhas de acabamento. Verificou-se uma concentração da ocorrência nas pontas das bobinas (Figura 3), na face superior (Figura 4a) e no lado de acionamento das tiras (Figura 4b).

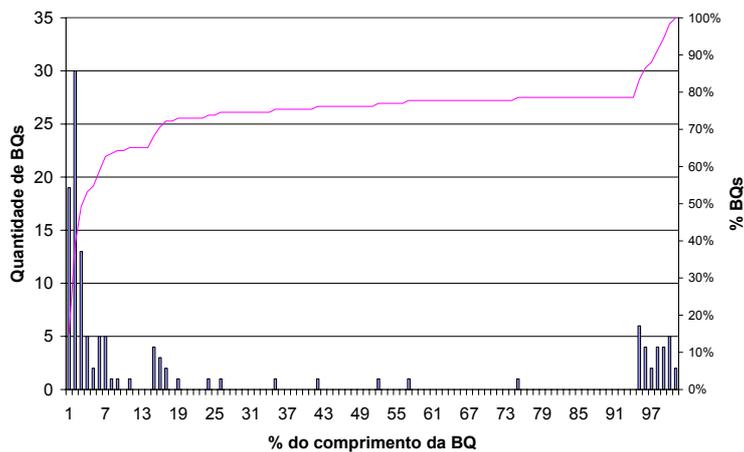


Figura 3: Distribuição do defeito ao longo do comprimento das bobinas.

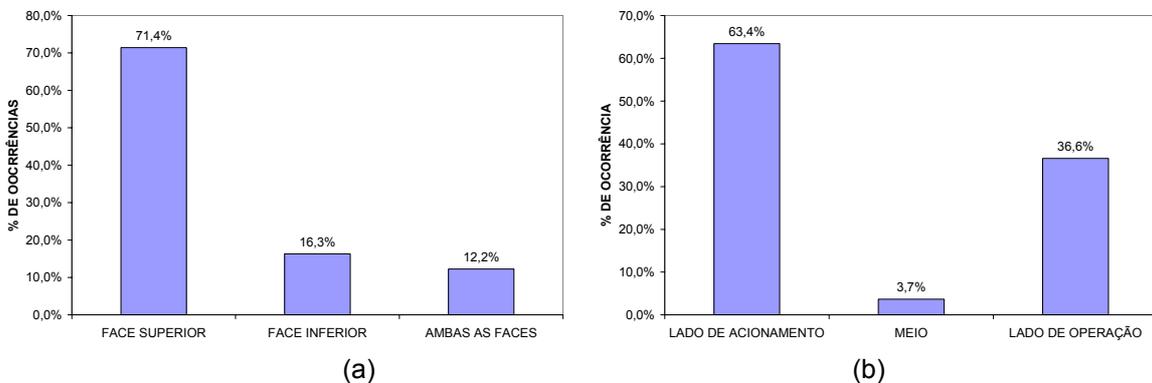


Figura 4: Distribuição do defeito corpo laminado por face (a) e por lado da tira (b).

2.3 Investigação das Causas do Defeito Corpo Laminado

A determinação das causas prováveis do defeito corpo laminado foi realizada com base nas caracterizações e levantamentos realizados aliados a discussões com todos os envolvidos no processo. O resultado foi utilizado para construir o diagrama de causa e efeito da Figura 5. Depois disso, foram avaliadas as causas colocadas em destaque no diagrama para o estabelecimento de ações corretivas.

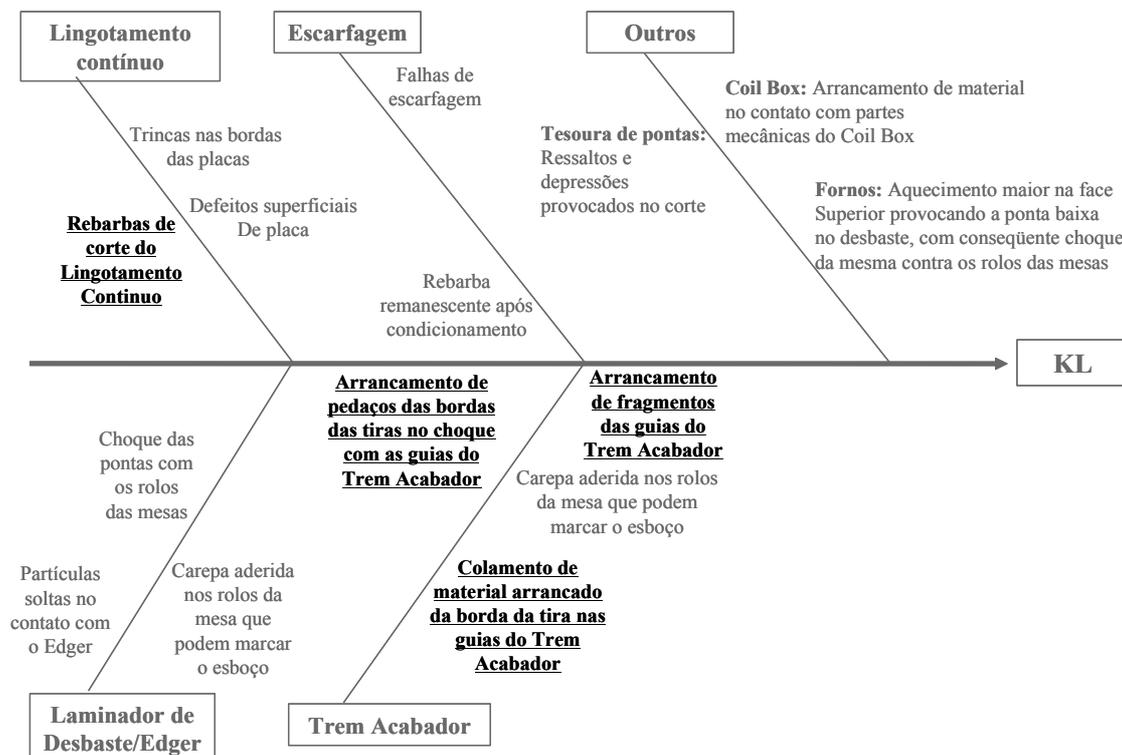


Figura 5: Diagrama de causa e efeito do defeito corpo laminado (KL).

2.4 Avaliação das Rebarbas de Corte como Causa do Defeito

O papel das rebarbas de corte na causa do defeito corpo laminado foi investigado por meio do acompanhamento de placas com e sem rebarba desde o despacho pelo lingotamento contínuo até a saída do Trem Acabador (Figura 6).

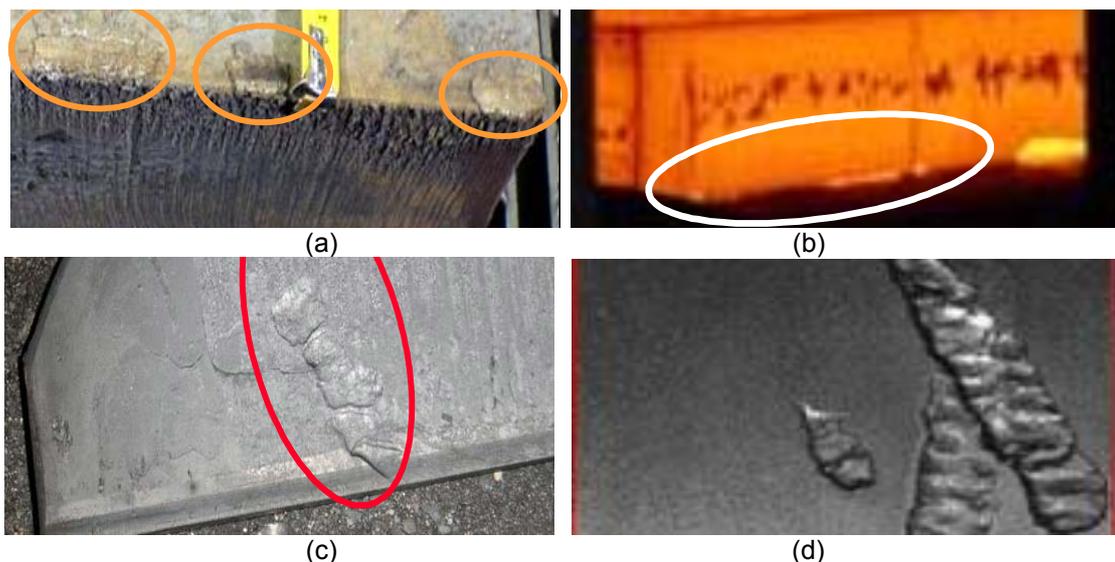


Figura 6: Processamento de placa com rebarba de corte. (a) rebarbas na placa fria; (b) rebarbas na placa na saída do forno de reaquecimento; (c) rebarbas na ponta do esboço; (d) defeito na bobina.

2.5 Influência do Coil Box na Ocorrência do Defeito no Material com Rebarba

Para avaliar a influência do Coil Box, foram selecionadas 60 placas cuja inspeção indicou a presença de rebarba de corte. Foram processadas em dois lotes iguais, com e sem Coil Box. O defeito corpo laminado foi observado em todas as bobinas processadas com Coil Box (Figura 7a). Apenas duas dentre as processadas sem Coil Box apresentaram o defeito (Figura 7b). Estes resultados demonstram a influência deste equipamento na permanência das rebarbas de corte como defeito no produto final. Na laminação sem Coil Box, as rebarbas são descartadas juntamente com a ponta do esboço (Figura 8). Por outro lado, quando se usa o Coil Box, os esforços de calandramento realizados no esboço fazem com que as rebarbas se soltem da ponta, se deslocando para o meio do esboço, ficando fora da região de corte realizado pela tesoura de pontas (Figura 9).

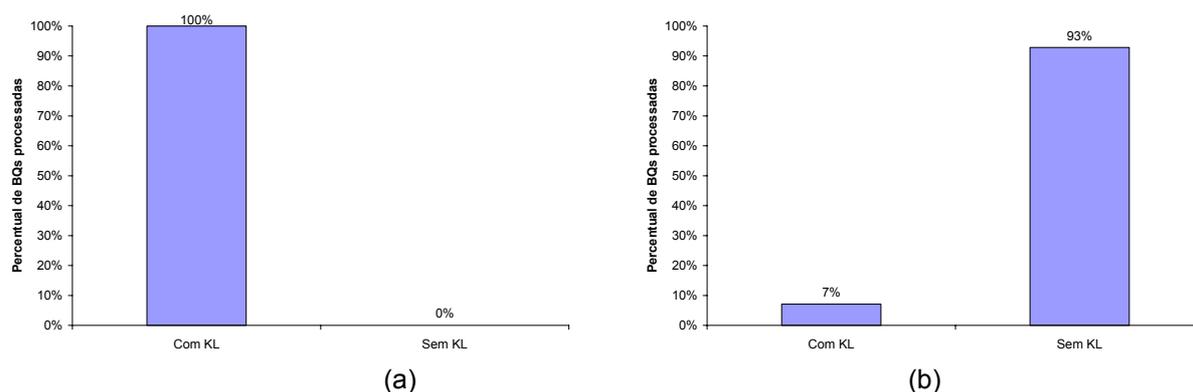


Figura 7: Resultados do material com rebarba laminado com e sem Coil Box.



Figura 8: Imagem de rebarbas nas pontas de esboços processados sem Coil Box.

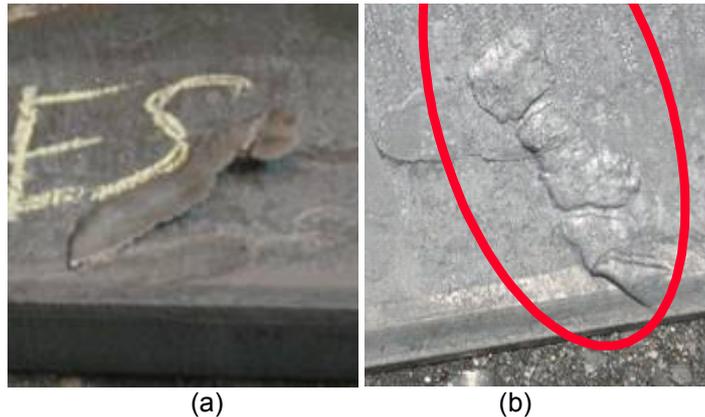


Figura 9: Imagem de rebarbas nas pontas de esboços processados com Coil Box. (a) rebarba se destacando do esboço em função do esforço mecânico provocado pelo Coil Box; (b) Corte da ponta mostrando que parte da rebarba deslocada permaneceu na tira laminada pelo Trem Acabador.

2.6 Avaliação das Causas Relacionadas às Guias do Trem Acabador

Um dos mecanismos causadores do defeito corpo laminado inicia-se com o arrancamento de material das bordas das tiras em função do contato com as guias de entrada das cadeiras do Trem Acabador (Figura 10a). Posteriormente este material arrancado cai sobre a própria tira ou se adere nas guias (Figura 10b). O material aderido termina por se soltar sobre a superfície da própria tira ou de outra, vindo a causar o defeito, conforme mostram as Figuras 11a e 11b.

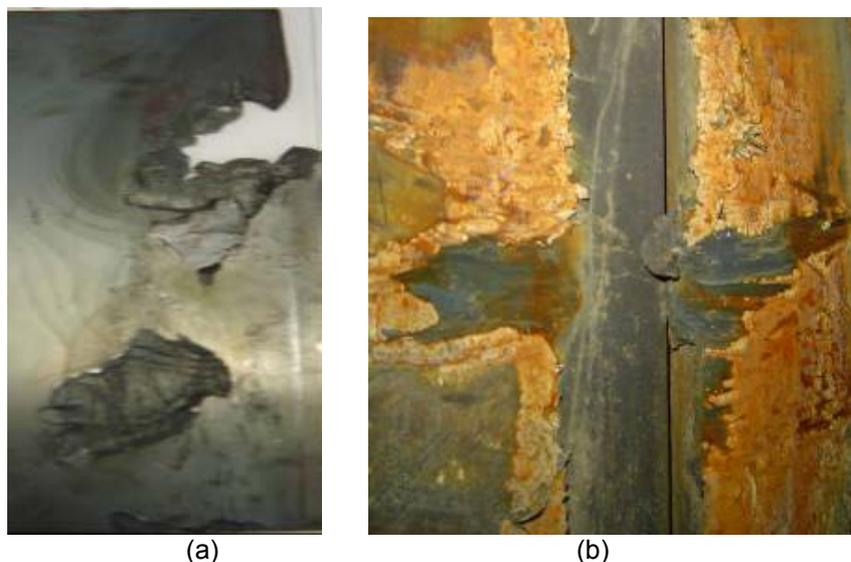


Figura 10: Arrancamento de material da borda da tira (a) e pedaços de material aderidos na guia da cadeira F2 (b).

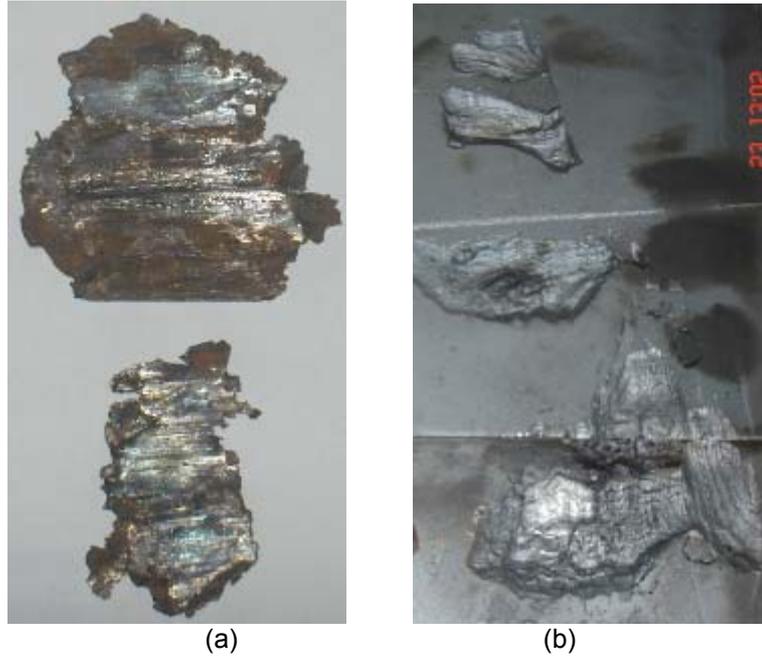


Figura 11: (a) Amostras de material aderido nas guias da cadeira F2 e (b) partículas aderidas na superfície da bobina laminada.

O mecanismo de formação do defeito a partir de fragmentos da própria guia é ilustrado na Figura 12.



Figura 12: Desgaste da guia da F1 após 1 mês de uso, mostrando o destacamento de pedaços da guia que podem cair na superfície do esboço, resultando no defeito corpo laminado.

2.7 Plano Estratégico

A partir das causas encontradas para a ocorrência do corpo laminado foi elaborado um plano estratégico contemplando as ações corretivas para diminuir a ocorrência deste defeito, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Plano estratégico para diminuição da ocorrência do defeito corpo laminado.

Causas do defeito KL	Ações	Objetivos
Rebarbas de corte do Lingotamento Contínuo deslocadas das pontas do esboço pelo esforço mecânico no Coil Box.	Alteração da prática de laminação de placas com rebarba de corte.	Diminuir a necessidade de condicionamento sem aumentar a ocorrência do defeito corpo laminado.
Arrancamento de pedaços das bordas das tiras no choque com as guias do Trem Acabador; Arrancamento de fragmentos das guias do Trem Acabador.	Alinhamento do Coil Box e Trem Acabador; Novo procedimento de calibração das guias; Novo projeto das guias de entrada das cadeiras F1 e F2 (chapa de desgaste segmentada, uso de aço fundido, uso de roletes).	Evitar a aderência de partículas sobre a tira no Trem Acabador.

2.8 Alteração da Prática de Laminação de Placas com Rebarba de Corte

Em função da ocorrência do defeito corpo laminado relacionada a rebarbas de corte ser potencializada pelo uso do Coil Box e concentrar-se em aços de carbono mais alto (>0,20%), foi alterada a prática de laminação nestes aços evitando-se o uso do Coil Box.

2.9 Alinhamento do Coil Box e Trem Acabador

Para realização do alinhamento do Coil Box e do Trem Acabador foi efetuado levantamento topográfico nestes equipamentos. Os resultados obtidos indicaram um desalinhamento significativo dos roletes da guia de saída do Coil Box em relação às guias de entrada da cadeira F1, conforme ilustrado na Figura 13. Este desalinhamento resultava em um choque preferencial da borda do esboço contra o lado de acionamento das guias, o que está coerente com os resultados de distribuição do defeito por lado da bobina.

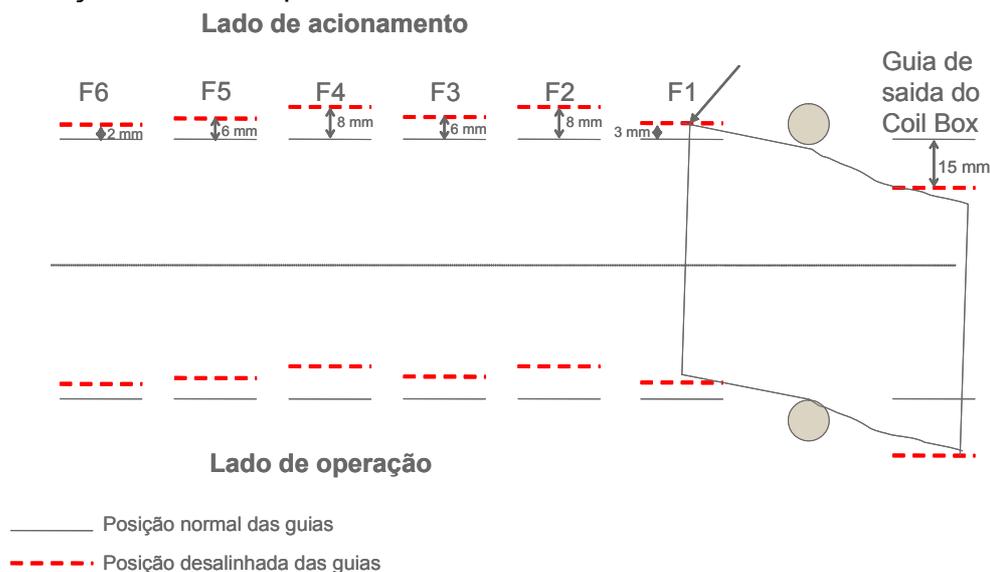


Figura 13: Resultados obtidos no levantamento topográfico do Trem Acabador.

2.10 Novo Procedimento de Calibração das Guias

Depois de corrigidas as diferenças encontradas no levantamento topográfico, a fim de garantir a manutenção do alinhamento do Coil Box e Trem Acabador, o método de calibração das guias foi alterado da medição com trena mecânica para trena a laser, facilitando o trabalho de medição e aumentando a precisão da medida.

2.11 Novo Projeto das Guias de Entrada das Cadeiras F1 e F2

Para diminuir o efeito do desgaste da guia na liberação de fragmentos que possam vir a gerar o defeito, foi modificado o projeto das guias das cadeiras F1 e F2. No novo projeto, o material das chapas de desgaste foi alterado de aço laminado para aço fundido, que em razão do modo de deformação, resulta em pequenas partículas facilmente removíveis pelos chuveiros de limpeza da tira, conforme relatado na literatura.⁽²⁾ Além disso, a nova chapa de desgaste foi segmentada de modo a facilitar a troca quando necessário. Em uma etapa posterior foram instalados roletes nas guias das cadeiras F1 e F2 com o objetivo de prolongar ao máximo o tempo de uso das guias sem que haja problemas de ocorrência do defeito corpo laminado (Figura 14).



Figura 14: Roletes instalados nas guias de entrada das cadeiras F1 e F2.

3 RESULTADOS

Após a implantação das ações descritas, verificou-se uma melhora significativa no desgaste das guias de entrada da cadeira F1 (Figura 15a), e aderência de material nas guias da cadeira F2 (Figura 15b). Após a instalação dos roletes, o desgaste das guias tornou-se praticamente inexistente e o próprio desgaste dos roletes mostrou-se bastante pequeno, conforme ilustra a Figura 16.

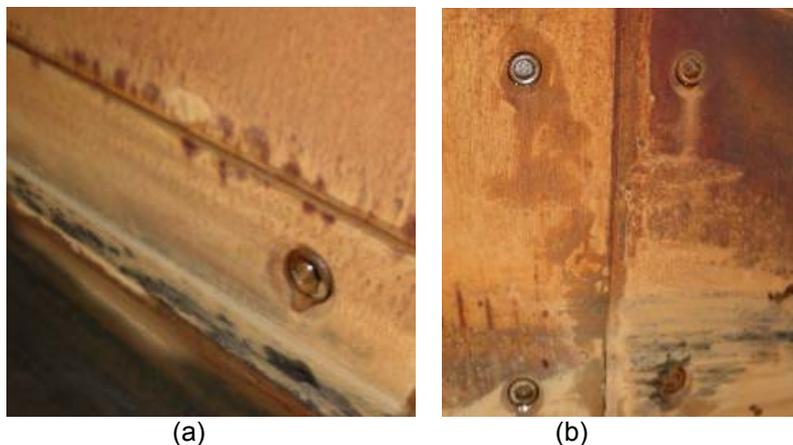


Figura 15: Resultado de desgaste das novas guias de entrada da cadeira F1 (a) e aderência de material nas novas guias de entrada da cadeira F2 (b).



Figura 16: Exemplo de desgaste dos roletes da guia de entrada da cadeira F1 (após um ano de uso).

Em função da alteração do modo de processamento do material susceptível a apresentar rebarba de corte para laminação sem Coil Box, foi reduzida significativamente a quantidade de placas desviadas para remoção de rebarba com maçarico, conforme mostrado na Figura 17.

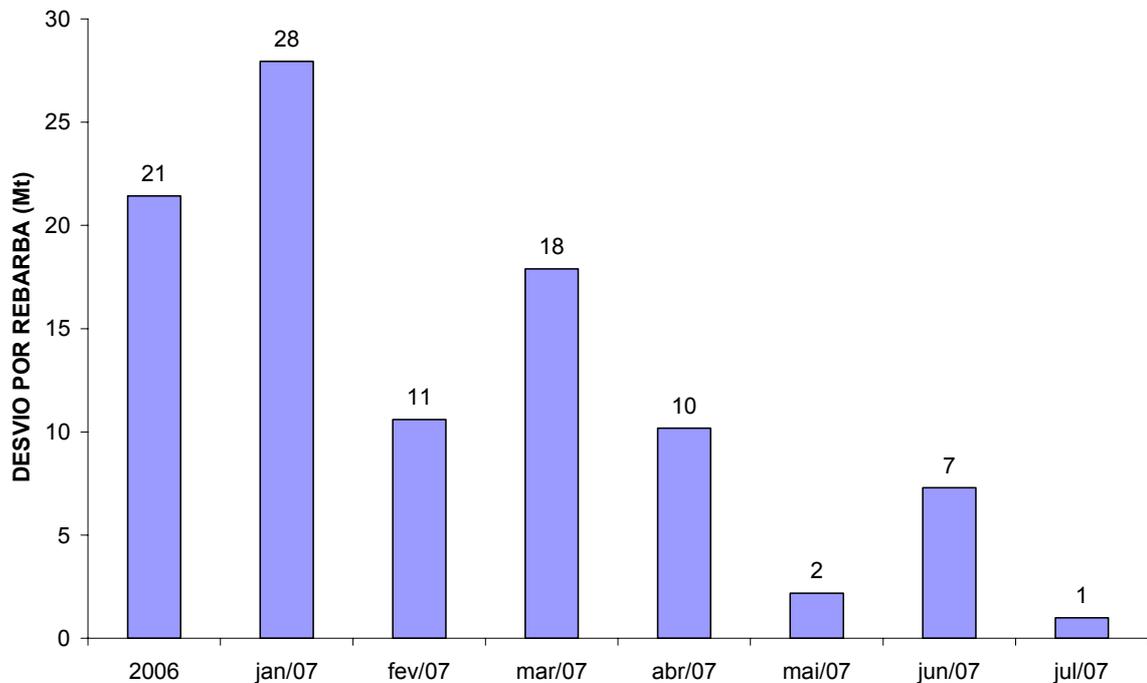


Figura 17: Evolução do desvio de placas por rebarba de corte.

Como resultado final da implantação de todas as ações apresentadas, o percentual de descarte causado pelo defeito corpo laminado diminuiu significativamente, conforme indicado na Figura 18.

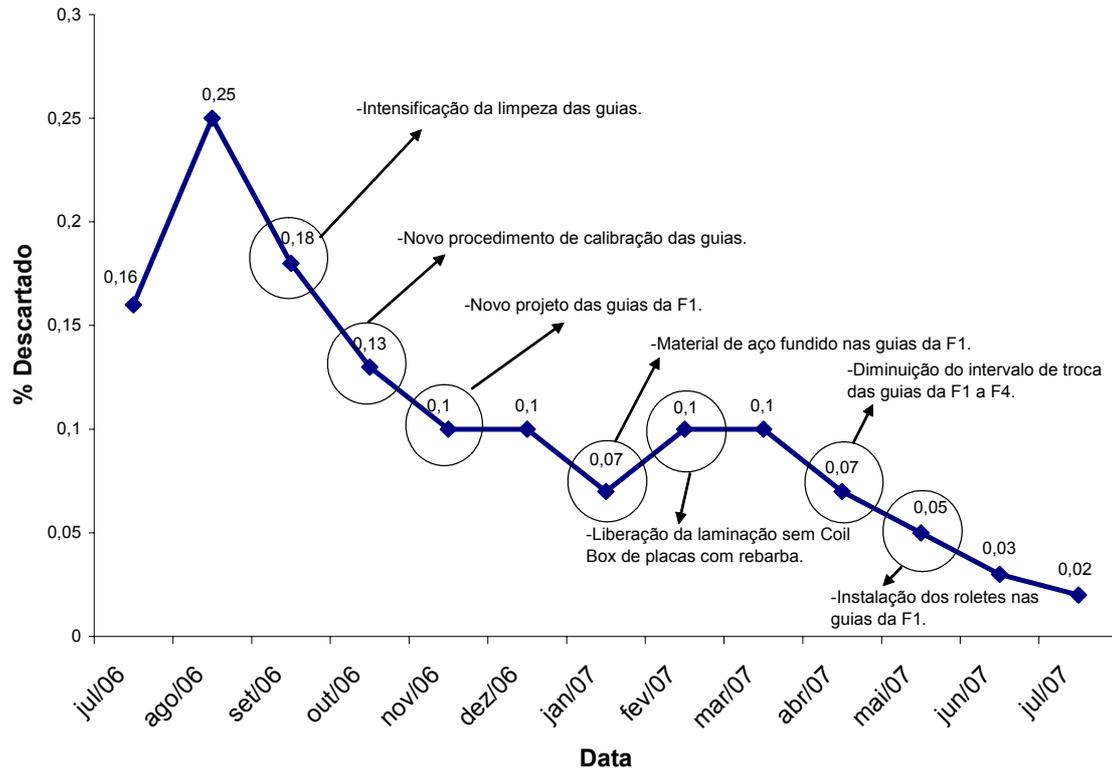


Figura 18: Evolução dos descartes causados pelo defeito corpo laminado.

4 CONCLUSÕES

- Os mecanismos determinantes para a ocorrência do defeito corpo laminado resultam da laminação no Trem Acabador de rebarbas geradas no corte da placa, de material da tira arrancado no contato com as guias de entrada e arrancamento de material das próprias guias;
- Além dos custos de desvio de rota, descartes, desclassificações e risco de envio do defeito aos clientes, o defeito corpo laminado reduzia significativamente o potencial de ganho com enformamento a quente pela necessidade de remoção de rebarbas com maçarico.
- Com as ações realizadas foi possível reduzir o descarte por corpo laminado de valores em torno de 0,20% para 0,02% e aumentar a produção mensal de BQs em torno de 1500 t.

REFERÊNCIAS

- 1 AREAS, V. L. F. et al. **Desenvolvimento do Sistema Automático de Inspeção Superficial como ferramenta de apoio à operação do LTQ e de controle da qualidade das bobinas**. 62º Congresso Anual da ABM, Vitória, ES, 23 a 27 de Julho de 2007.
- 2 SOUZA, O. H. et al. **Desenvolvimento de Chapas de Desgaste Especiais para as Guias de Entrada do Laminador de Acabamento do LTQ/CSN**. 43º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM, Curitiba, PR, 17 a 20 de outubro de 2006.