

REDUÇÃO DA REJEIÇÃO DE CAN END STOCK (LIGA DE ALUMÍNIO DO GRUPO 5XXX) POR SMUT GERADO NA LAMINAÇÃO A FRIO¹

Raquel Francisca Pinheiro Cardoso Mendes²

Cátia Gisele Pinto³

José Antônio Claro⁴

Moisés Cesário Oliveira⁵

Trajano Roque Neto⁶

Resumo

O Can End Stock é um produto de alto valor agregado e a qualidade superficial um item extremamente importante para os Can Makers, pois é utilizado na fabricação de tampas de alumínio para latas de bebidas. Durante o processo de laminação a frio ocorre a quebra da superfície da chapa gerando finos de alumínio que ao depositarem sobre a chapa podem ser laminados formando o *Smut* - defeito superficial ocasionado por um resíduo escuro no sentido de laminação caracterizado, na maior parte, por finos e óxido de alumínio associados a resíduos orgânicos. Este defeito superficial gera alto índice de rejeição interna e também devolução das bobinas e só é detectado no final do processo quando o material já está pintado. O objetivo do trabalho é mostrar o mecanismo de geração do *Smut*, o plano de controle implementado para reduzir a rejeição do Can End Stock por *Smut* e os ganhos obtidos após a execução do projeto baseado na metodologia Six Sigma.

Palavras-chave: Laminação a frio; Defeito superficial; Chapa de alumínio laminada.

REDUCTION OF REJECTION CAN END STOCK (ALUMINUM ALLOY 5XXX GROUP) GENERATED BY SMUT AT COLD ROLLING

Abstract

The Can End Stock (CES) is a product with high added value and surface quality is an extremely important item for Can Makers, because this product is used in the manufacturing of aluminum lids for beverage cans. During the cold rolling the peaks in the topography of the work rolls break-off aluminum from the surface the aluminum strip, forming aluminum fines. Smut consists of solid, inorganic wear debris on the surface of the aluminum strip. This debris consists of loose particles of aluminum fines and aluminum oxides, as well as associated organic residuals (that give the typical black appearance) - Smut was characterized as surface defect caused by a dark residue in the direction of rolling. This surface defect is responsible for generating a high rate of internal rejection and also a high rate customer return and is only detected at the end of the process when the material is already painted. The Can End Stock is our product with higher technical complexity and long lead time, so any rejection impacted not only the domestic cost of production, but also in our service delivery to our customers. The objective is to show the mechanism of generation of Smut, the control plan implemented to reduce the rejection Can End Stock by Smut and gains obtained after the execution of the project based on the Six Sigma methodology. Discussions of the proposed solutions are highlighted in this presentation.

Key words: Cold rolling; Surface defect; Aluminum flat rolling.

¹ *Contribuição técnica ao 50º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 18 a 21 de novembro de 2013, Ouro Preto, MG, Brasil.*

² *Engenheiro Químico, BSc, Engenheira de Processos da Laminação a Frio, Novelis do Brasil Ltda., Pindamonhangaba, SP, Brasil.*

³ *Engenheiro de Materiais, BSc, Engenheira de Processos do Acabamento, Novelis do Brasil Ltda., Pindamonhangaba, SP, Brasil.*

⁴ *Técnico, Operador especializado, Novelis do Brasil Ltda., Pindamonhangaba, SP, Brasil.*

⁵ *Administrador, MBA Líder Operacional da Laminação a Frio, Novelis do Brasil Ltda., Pindamonhangaba, SP, Brasil.*

⁶ *Engenheiro de Materiais, BSc, Engenheiro de Processos do Acabamento, Novelis do Brasil Ltda., Pindamonhangaba, SP, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Devido a uma demanda por melhor qualidade, após uma crise de inclusão no CES que gerou impacto muito negativo nos clientes de Canning, houve uma mudança no critério interno de liberação gerando aumento na rejeição interna de CES por *Smut*. O critério de aprovação ficou mais rigoroso o que resultou no aumento de rejeição interna, impactando fortemente o custo de produção, visto que o material era sucitado após a etapa de pintura.

Outra mudança importante foi que a inspeção após pintura passou a ser feita em 100% das bobinas por equipamento de inspeção superficial o que anteriormente era realizado somente inspeção visual.

Podemos considerar que o problema sempre existiu, mas estava ocorrendo em índices menores. A ocorrência do defeito além de aumentar estava oscilando e também não era claro o mecanismo de geração do *Smut*.

O projeto foi executado para diminuir a rejeição do CES por *Smut* e conseqüentemente aumentar a eficiência, já que no gráfico de Pareto de defeitos do CES o *Smut* era o principal defeito de qualidade superficial que impactava nas perdas desta família, aumentando significativamente o custo de produção.

Além da melhoria da eficiência interna, também tivemos um melhor desempenho nos Clientes, onde raramente tivemos reclamações por *Smut*, assim como menores devoluções.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia e ferramentas Lean Six Sigma⁽¹⁾ foram aplicadas para identificar o mecanismo de geração do defeito, propor soluções e atingir as metas do projeto. Primeiramente foi realizado um estudo de artigo técnico sobre *Smut*⁽²⁾ para que fosse possível conhecer o defeito e desenhar o mecanismo de geração e através do mecanismo conhecido propor as soluções e desenvolver um plano de controle para evitar novas ocorrências.

2.1 Caracterização do Defeito

O defeito é descrito como um resíduo escuro no sentido de laminação caracterizado, na maior parte, por finos e óxido de alumínio que pode se associar a resíduos orgânicos,⁽²⁾ podendo ocorrer:

- face: superior e/ou inferior;
- posições: laterais e/ou centro da chapa de alumínio laminada;
- posições: início e/ou final;
- parcial ou na bobina inteira.

Pode ser laminado ou não.

Se for laminado irá deixar a superfície quebrada da chapa, pois altera as condições hidrodinâmicas durante a laminação.⁽³⁾

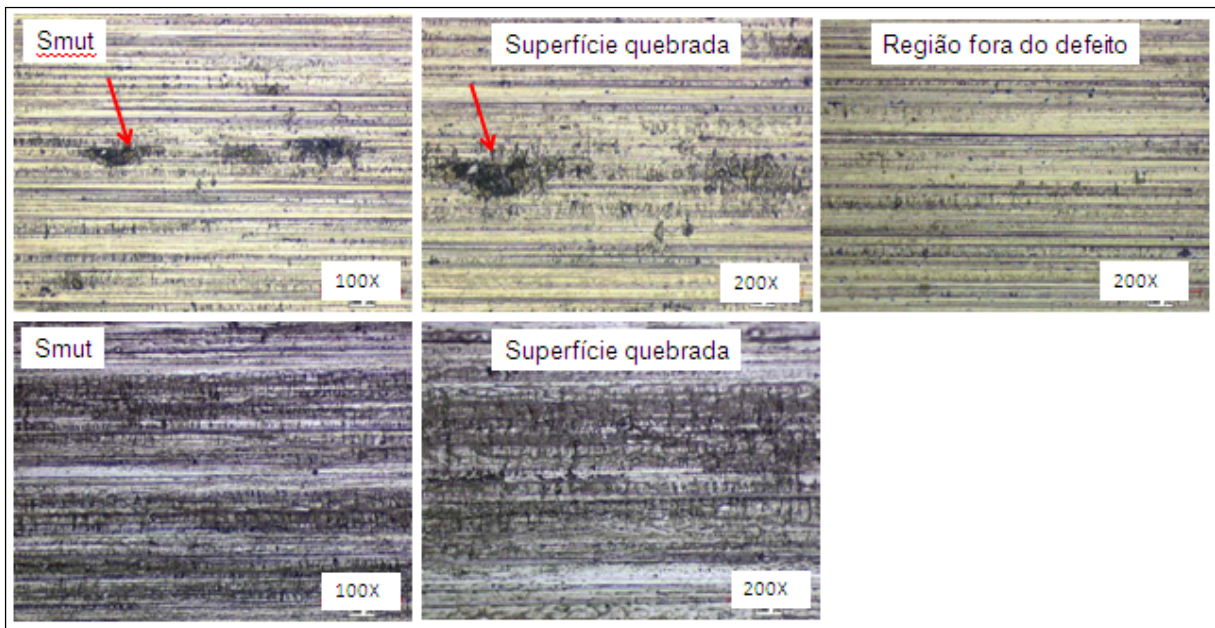


Figura 1. Detalhe da superfície da chapa quebrada caracterizando defeito superficial – *Smut*.

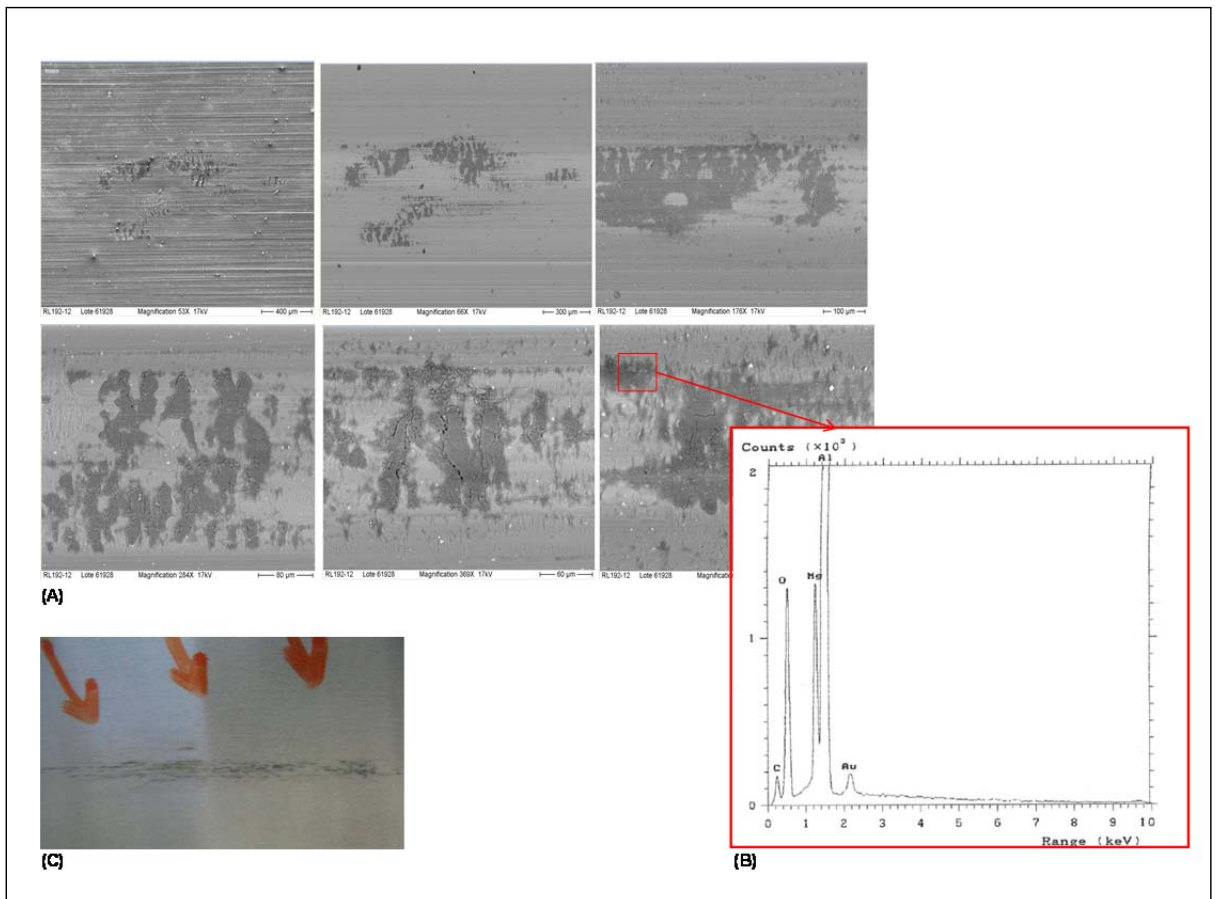


Figura 2. (a) Ilustra morfologia do defeito analisado via MEV (vários aumentos de imagem para mostrar detalhe do defeito); (b) Composição química do defeito; (c) Foto do defeito.

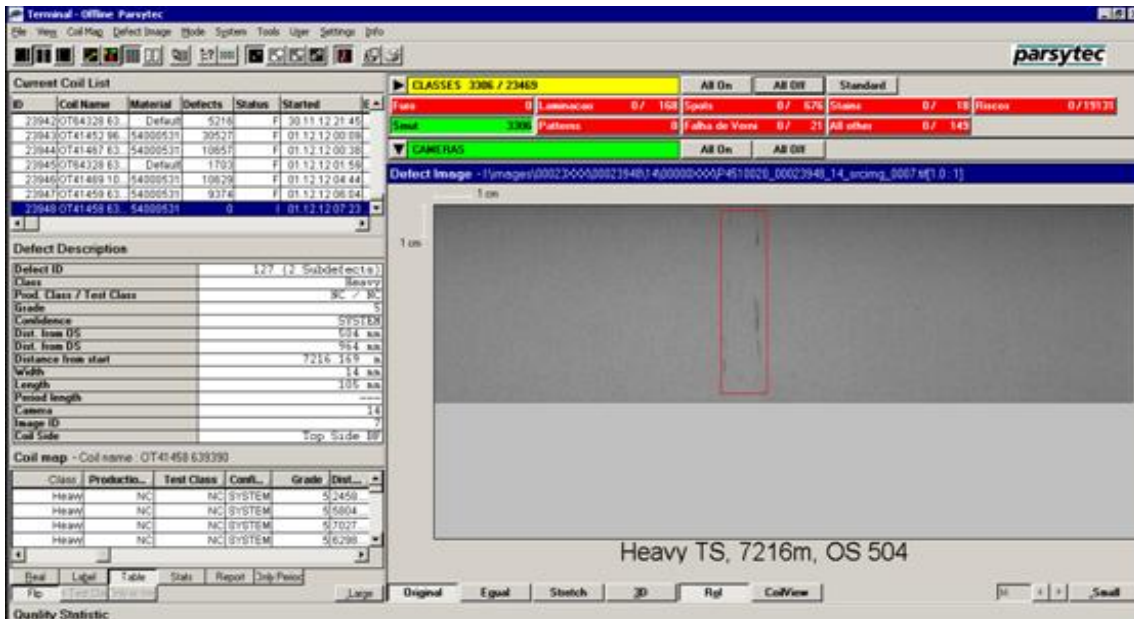


Figura 3. Mostra o defeito detectado pelo sistema de inspeção da linha de pintura. Parsytec.

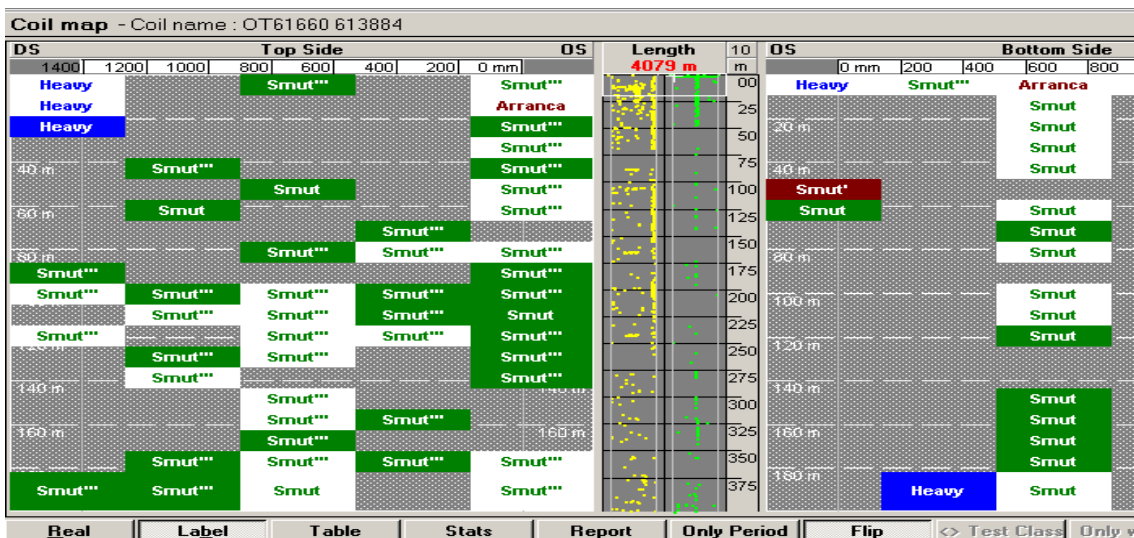


Figura 4. Mostra a distribuição dos pontos de Smut detectadas na chapa ao longo de todo comprimento da bobina em ambas as superfícies (em amarela: superior e em verde: inferior) pelo sistema de inspeção da linha de pintura. Parsytec.

3 DISCUSSÃO

Durante a execução do projeto foi possível conhecer com clareza o problema, e através deste conhecimento, desenhar o mecanismo de geração pelo qual pudemos propor as soluções e definir um plano eficaz de controle durante cada etapa do processo de laminação. Este problema havia sido tratado diversas vezes com objetivo de diminuir a sua ocorrência, mas como não havia sido definido o mecanismo robusto de geração não foi obtido sucesso, pois não era possível traçar um plano de controle eficaz.

3.1 Mecanismo do Defeito

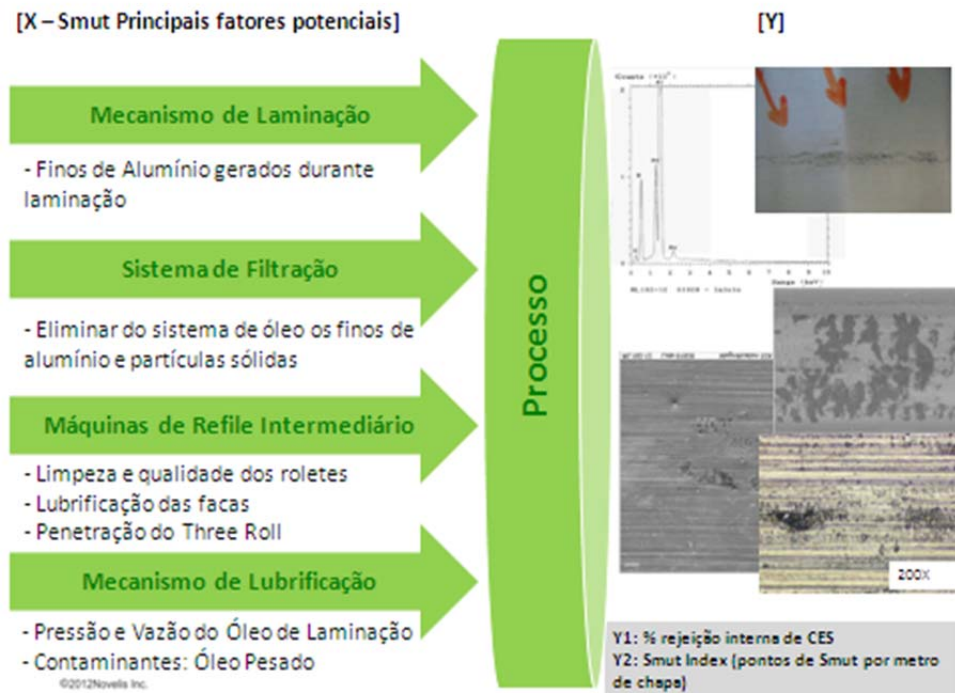


Figura 5. Mecanismo de geração do Smut.

- Mecanismo de laminação: quantidade de finos gerados durante a laminação devido à quebra da superfície da chapa pela topografia do cilindro de trabalho;⁽²⁾
- Mecanismo de filtração: durante o desbaste a frio os finos de alumínio gerados devem ser removidos do sistema por filtração para que evite seu arraste para as máquinas de refile intermediário, onde, após acumular nos roletes são facilmente transferidos para chapa (a quantidade de óleo arrastada pela chapa após desbaste também é crítico na geração do Smut, esta quantidade deve ser mínima e o sistema de *blow off* eficaz); e
- Mecanismo de lubrificação: na etapa laminação a frio de acabamento a qualidade do óleo é crítica, pois a entrada do laminador serve para lavagem da chapa e eliminação do excesso de finos de alumínio da superfície evitando que os finos de alumínio sejam laminados quebrando a superfície do metal gerando o Smut. A concentração de óleo contaminante hidráulico, pressão e limpeza do óleo são itens críticos e devem ser controlados.

3.2 Principais Ações Realizadas

Conhecido mecanismo de geração do Smut foram realizadas algumas ações, em seguida estão relacionadas às principais:

- foi realizado treinamento operacional com todo efetivo responsável pelo sistema de lubrificação, ressaltando a importância de manter o sistema sob controle e definindo as melhores práticas operacionais para aumentar a desempenho dos filtros para remoção das partículas sólidas presentes no óleo de laminação;
- definida frequência para limpeza dos tanques de óleo de laminação a fim de evitar o acúmulo de sujeira;

- melhorias no sistema de formação da torta filtrante e automatização da dosagem dos diferentes tipos de terra;
- a formação da pré-camada de filtração passou a ser realizada com óleo destilado: isento de umidade, partículas sólidas e resíduos pesados;
- aumentado nível dos tanques para evitar que a sujeira precipitada pudesse ser enviada ao laminador;
- aumento da vazão de óleo de laminação na entrada do laminador, e nos bicos do bite, além da instalação de dois bicos extras inferiores para aumentar a eficiência de lavagem da superfície da chapa;
- aumentada a capacidade de destilação da unidade de destilação a vácuo;
- diminuída a penetração dos roletes das máquinas de refile intermediário, para que a transferência de sujeira depositada nestes roletes tivesse a menor aderência possível sobre a chapa; e
- definido prática operacional para frequência e limpeza dos roletes das máquinas de refile intermediário.

O objetivo do projeto foi alcançado após as ações descritas anteriormente, as quais foram realizadas sem grandes investimentos financeiros. Abaixo estão algumas ações propostas para melhorar ainda mais os resultados alcançados, as quais dispõem de investimento financeiro e que serão realizadas neste ano fiscal:

- Pré-camada e *pre coat* com óleo limpo do laminador desbastador;
- Criar uma barreira física para separar o enrolador de refile da máquina de refile intermediário para evitar que alguma partícula sólida seja lançada sobre a chapa de alumínio durante processamento; e
- Implementação de um sistema mecânico (escovas) para limpeza da chapa durante processamento nas máquinas de refile intermediário evitando arraste de sujeira acumulada nos roletes.

4 RESULTADOS

Os resultados alcançados com o projeto tem se mantido estável. E qualquer causa especial é identificada e resolvida rapidamente, já que o mecanismo é bem conhecido e controlado.

A Figura 6 mostra um ganho indireto importante obtido após as ações de melhoria aplicadas na unidade de destilação a vácuo, atingido um aumento de 67% na capacidade de destilação, passando de 2459 litros/dia para 7370 litros/dia em média. Com este resultado houve uma redução de contaminação do óleo de laminação por óleo pesado de 62% passando de uma média de 1,2% de óleo pesado no óleo de laminação para 0,46% (Figura 7).

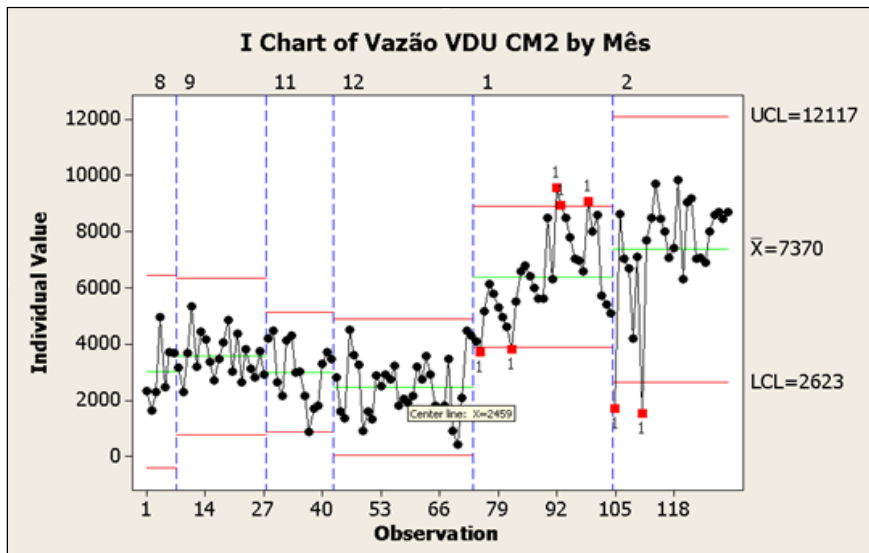


Figura 6. Aumento da capacidade de destilação da unidade de destilação a vácuo (em litros por dia) alcançado após melhorias aplicadas.

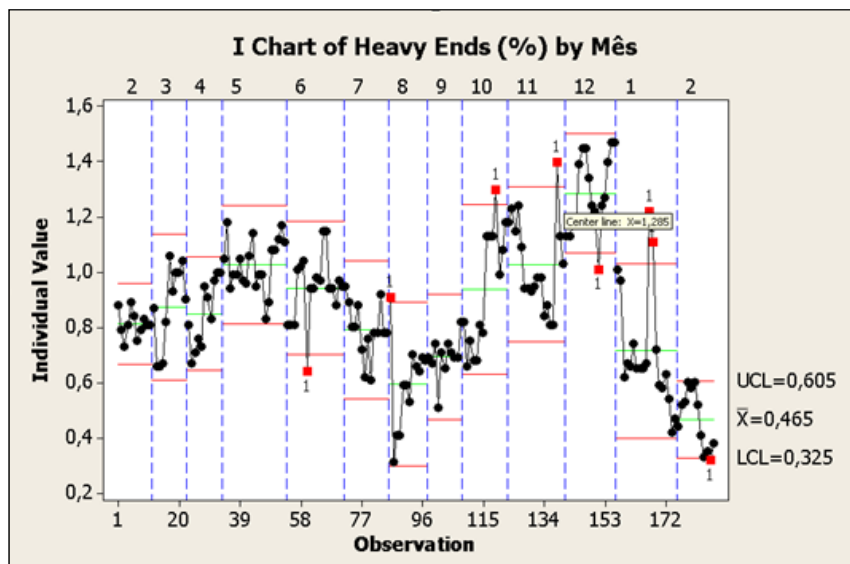


Figura 7. Redução da contaminação do óleo de laminação por óleo pesado (em %) alcançado após melhorias aplicadas.

As figuras em seguida mostram a redução da incidência do defeito após realização do projeto.

- redução de 75,7% no índice de *Smut* por metro de chapa pintada na superfície superior;
- redução de 86,9% no índice de *Smut* por metro de chapa pintada na superfície inferior;
- redução de 60,2% da rejeição interna por *Smut*, objetivo do projeto era redução de 50%. E os meses posteriores ao projeto têm apresentado melhora contínua na redução de rejeição interna por *Smut*. Durante a execução do projeto houve a ocorrência de um tipo de *Smut* mais grosseiro que foi caracterizado por *Heavy Smut*, após execução do projeto alcançamos uma redução de 86,9% de rejeição interna por este problema e atualmente redução de 100%, já que não tivemos mais incidência deste defeito mais grosseiro.

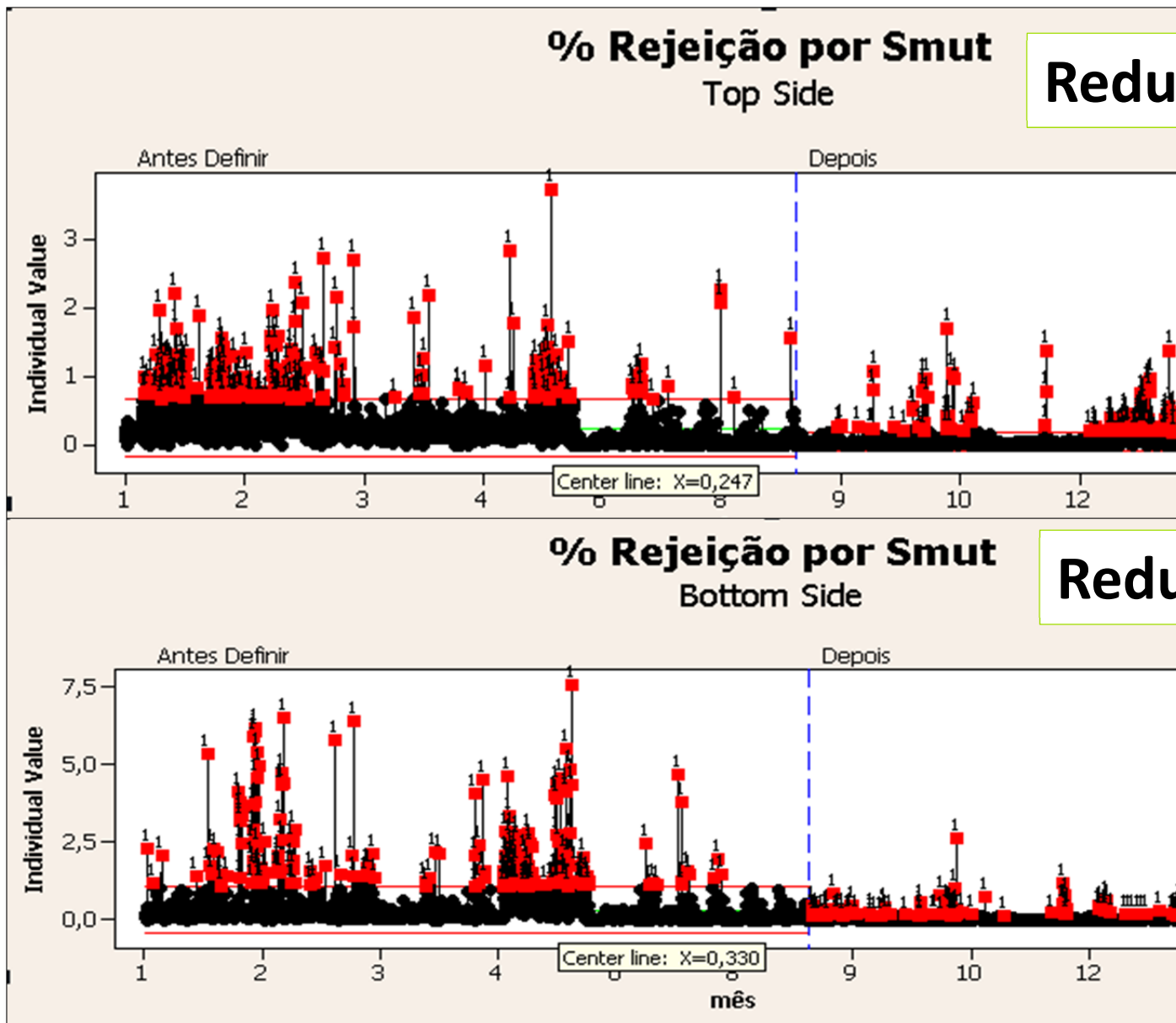


Figura 8. Redução do índice de *Smut* na superfície superior e inferior da chapa de alumínio pintada durante e após projeto (em pontos de *Smut* por metro de chapa) – Fonte: Sistema de inspeção superficial da linha de pintura.

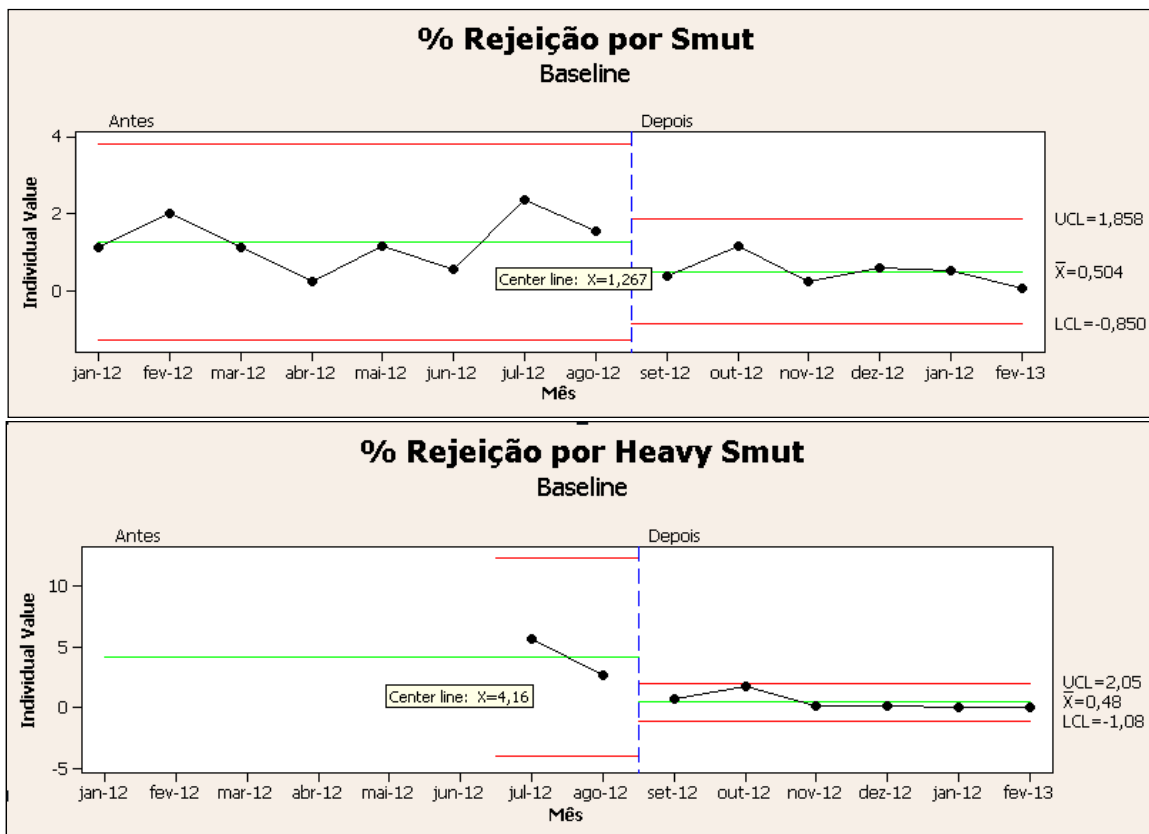


Figura 9. Redução da rejeição interna por *Smut* e *Heavy Smut* (*Smut* mais grosseiro onde ocorre falha na pintura deixando metal exposto) (em % tonelada rejeitada por tonelada produzida) durante e após projeto.

O ganho financeiro obtido após realização do projeto foi de US\$ 1,75M (EP Anual).

5 CONCLUSÃO

Após definido o mecanismo de geração do *Smut* e traçado o plano de controle o problema tem sido controlado e os ganhos obtidos estão consistentes e a cada mês está sendo possível observar redução na incidência do defeito. É importante a conclusão das ações mencionadas que precisam de investimentos financeiros para atingir índices não significativos de rejeição interna do material por *Smut*.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer além do time principal que conduziu este projeto, a participação dos envolvidos que contribuíram amplamente para boa condução e resultados alcançados.

Aos líderes pelo levantamento de recursos e apoio técnico, a toda equipe de manutenção e operadores da laminação a frio e acabamento.

REFERÊNCIAS

- 1 Lean Six Sigma 2005 – Continuous Improvement at Novelis.
- 2 Smut Generation during Aluminum Rolling - K.R. Januszkiewicz - NGTC – 2007.
- 3 Novelis Rolling Course 2006 – Lubrication Chapter and Product Surfaces.