

# AUMENTO DO RENDIMENTO NO PROCESSO DE APARAMENTO DE BORDAS NA ARCELORMITTAL TUBARÃO<sup>1</sup>

Caetano Nunes da Silva<sup>2</sup>  
Luciano Torres Sequeira<sup>3</sup>  
Gustavo de Martin Sarnaglia<sup>4</sup>  
Quintino Ribeiro Sobrinho<sup>5</sup>  
Gleyson Marcos Barbosa<sup>6</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi aumentar o rendimento no processo de aparamento de bordas de bobinas laminadas a quente, realizado na Linha de Tesouras da ArcelorMittal Tubarão. No desenvolvimento do trabalho foi utilizada a metodologia Seis Sigma, que é uma estratégia gerencial quantitativa que tem como objetivo o aumento da lucratividade através da otimização dos processos. O trabalho contou com uma avaliação histórica das perdas de rendimento, seguida da identificação das principais causas destas perdas. A partir de uma análise das variabilidades, foi definida uma sobre-largura ótima para minimização das perdas. Foram propostas e implementadas ações para reduzir a variabilidade da largura de apara, possibilitando por fim a redução das perdas em 26,4% e um ganho financeiro expressivo.

**Palavras-chave:** Aparamento de bordas; Rendimento.

## YIELD INCREASE IN THE SIDE TRIMMING PROCESS OF HOT ROLLED COILS IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

### Abstract

The objective of this work was to increase the metallic yield in the side trimming process of hot rolled coils in the Coil Dividing Line of ArcelorMittal Tubarão. In the development of this work was used the Six Sigma methodology, that is a quantitative management strategy that aims to increase the profitability through processes optimizations. The work counts on a historical evaluation of the metallic losses, followed by the identification of these losses main causes. After a variability analysis, it was defined an optimum over width to minimize the losses. It was proposed and implemented actions to reduce the trimming width variability, enabling a reduction of 26.4% in the losses and obtaining a significant financial gain.

**Key words:** Side trimming; Metallic yield.

<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 de Materiais, MSc, Especialista em Laminação de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão e Professor da Faculdade do Centro Leste UCL, Serra, ES*

<sup>3</sup> *Engenheiro Metalurgista, Gerente da Área de Acabamento de Bobinas e Chapas de Aço da ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES*

<sup>4</sup> *Engenheiro Eletricista, MSc, Especialista de Manutenção de Controle de Processo da ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES*

<sup>5</sup> *Engenheiro Mecânico, Especialista de Manutenção Mecânica da ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES*

<sup>6</sup> *Engenheiro Metalurgista, MSc, Especialista em Laminação de Tiras a Quente da ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES*

## 1 INTRODUÇÃO

A ArcelorMittal Tubarão tem como objetivo Implementar o Programa Seis Sigma como ferramenta de gestão corporativa para análise e solução de problemas. Seguindo essa diretriz, o Seis Sigma foi a ferramenta utilizada neste projeto para aumento no rendimento do processo de aparamento de bordas na Linha de Tesouras (LT).

Criado em 1987, nos Estados Unidos, o Seis Sigma baseia-se em uma estratégia gerencial quantitativa, que tem como objetivo principal aumentar a lucratividade das empresas, otimizando produtos e processos e, conseqüentemente, incrementando a satisfação dos clientes.<sup>(1)</sup> As decisões são baseadas em dados e na metodologia do *DMAIC*.

O método *DMAIC* é constituído por cinco etapas:

- *Define*: Definição do escopo do projeto
- *Measure*: Caracterização do problema
- *Analyze*: Determinação das causas
- *Improve*: Implementação das soluções
- *Control*: Controle dos resultados

O complexo industrial de laminação de Tiras a Quente (LTQ) da ArcelorMittal Tubarão, inaugurado em 2002, inclui uma Linha de Tesouras (LT) com capacidade nominal para a produção de 750.000 t/ano. Além da inspeção, subdivisão e amostragem das bobinas laminadas a quente, esta linha de rebobinamento também pode realizar o aparamento das bordas das bobinas, conforme requisitos do cliente.

O aparamento de bordas consiste no corte longitudinal das bobinas, com as bordas sendo descartadas na forma de aparas. Estas perdas por aparas afetam significativamente o rendimento (= peso de entrada / peso de saída), o que afeta negativamente o custo por tonelada de produto processado.

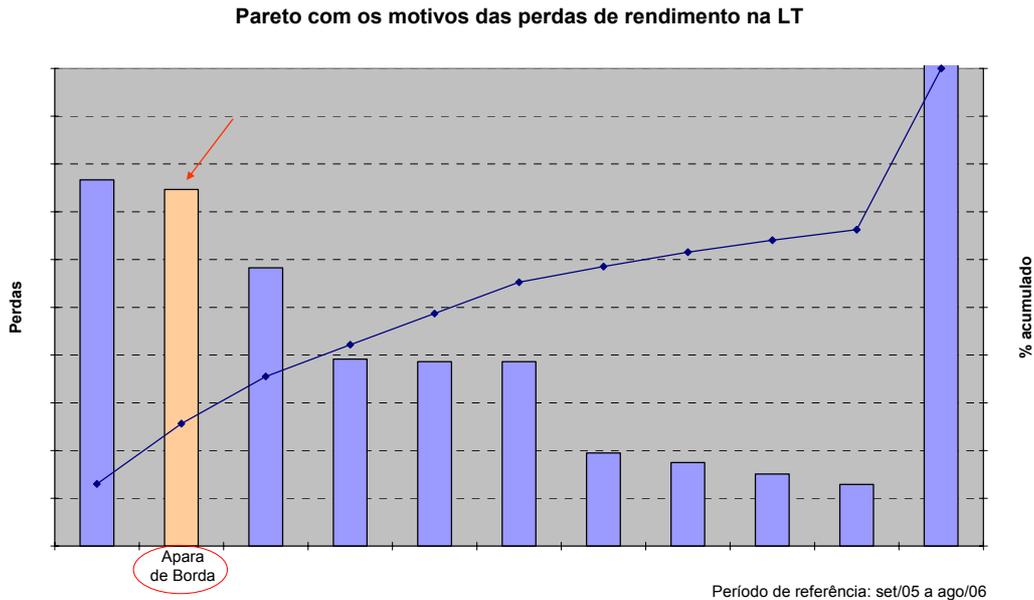
Este projeto teve como objetivo aumentar o rendimento no processo de aparamento de bordas, reduzindo as perdas por aparas.

O desenvolvimento do trabalho foi organizado de maneira a seguir as etapas da metodologia *DMAIC*, com um capítulo específico para cada uma das etapas.

## 2 DESENVOLVIMENTO

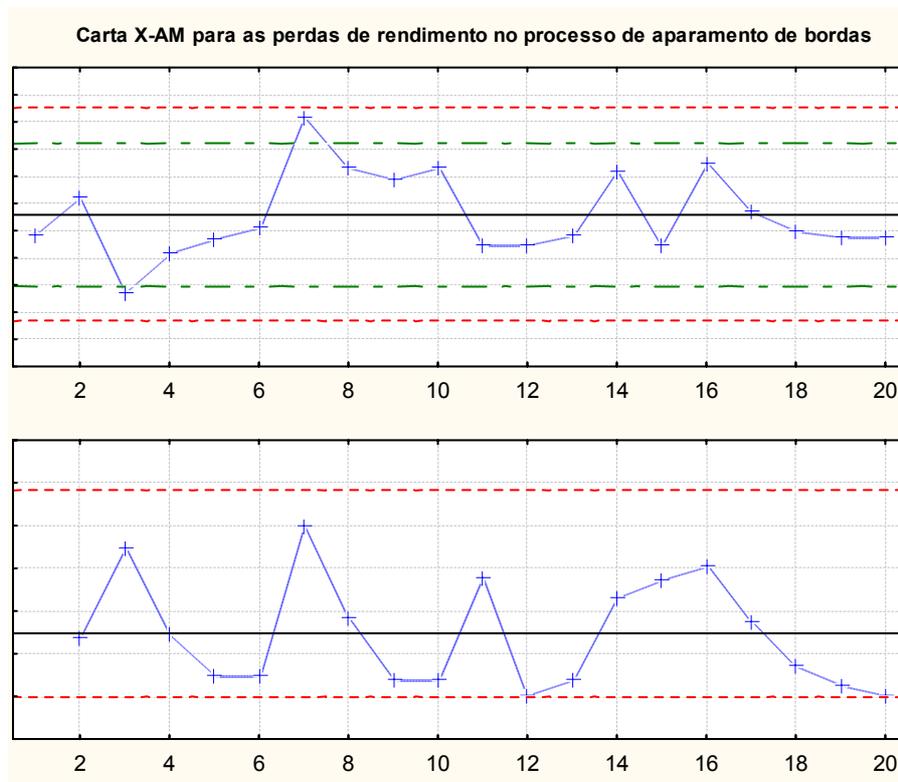
### 2.1 *Define*

O levantamento histórico dos maiores motivos de perdas de rendimento na LT, ilustrado na Figura 1, evidencia que as perdas por aparas constituíam o segundo maior motivo de perdas, mesmo sendo a produção com aparamento de bordas responsável por menos de 5% da produção total da linha (o restante sofre apenas inspeção, subdivisão ou amostragem).



**Figura 1:** Gráfico de Pareto com os principais motivos de perdas de rendimento na LT.

O rendimento do processo de aparamento de bordas encontrava-se estável e sob controle estatístico, conforme evidenciado pelas cartas de controle das perdas mostradas na Figura 2. Não são observados pontos fora dos limites de controle, periodicidades, seqüências, tendências ou aproximações dos limites de controle, o que qualifica o processo como sujeito apenas à atuação de causas comuns de variação (e não causas especiais).

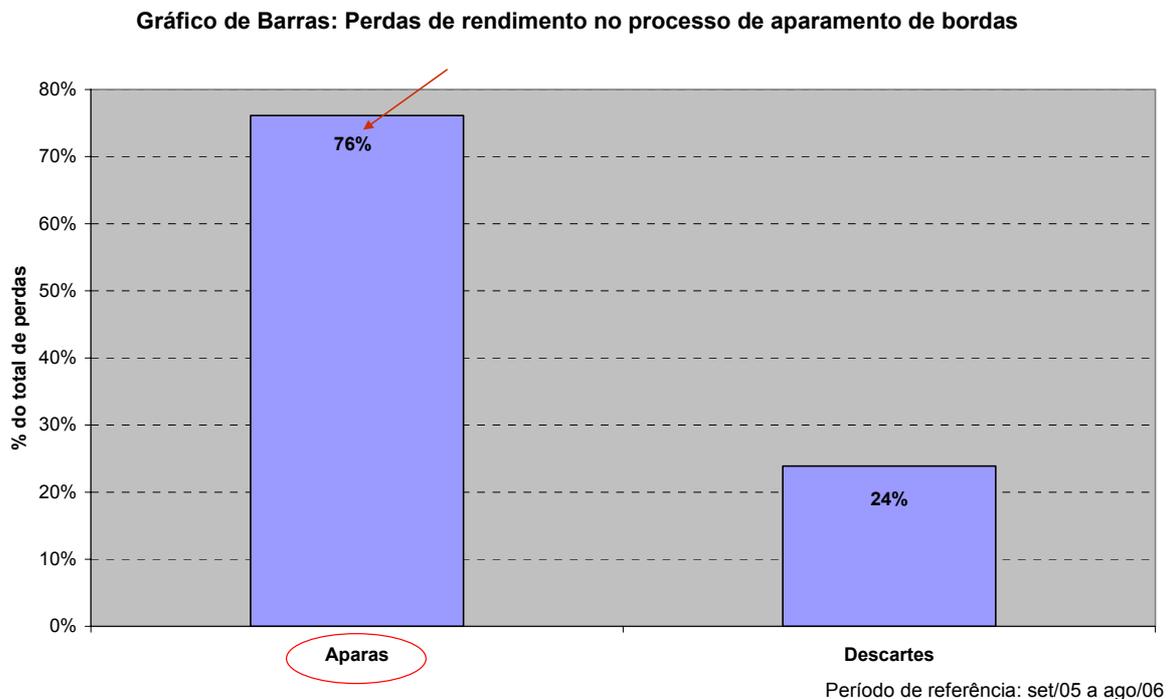


**Figura 2:** Carta de Controle X-AM (medidas individuais e amplitude móvel) para as perdas de rendimento no processo de aparamento de bordas na LT. Período de referência: Out/04 a Ago/06.

A partir da avaliação desses resultados fica clara a necessidade de uma inovação para promover uma mudança de patamar nestes resultados. Sendo assim, ficou definida a continuidade do desenvolvimento deste projeto, com uma meta proposta de se reduzir em 25% as perdas no processo de aparamento de bordas, o que resultaria em um ganho potencial de US\$ 50.000,00 / ano.

## 2.2 Measure

Inicialmente foram validadas as fontes de dados a serem utilizadas ao longo do projeto, para então realizar estratificações das perdas no processo de aparamento de bordas. No gráfico de barras mostrado na Figura 3, ficou evidente a distinção entre as perdas por aparas (76% do total) e as perdas por descartes de defeitos, devendo-se priorizar a redução das primeiras para atingir a meta especificada. Em relação às perdas por descartes de defeitos, ficou evidente a relação destas com defeitos oriundos da Aciaria e do LTQ, que fogem ao escopo deste projeto. Apenas um dos defeitos deve ser destacado por estar diretamente relacionado ao processo de aparamento de bordas, que é o defeito borda remanescente (BR).



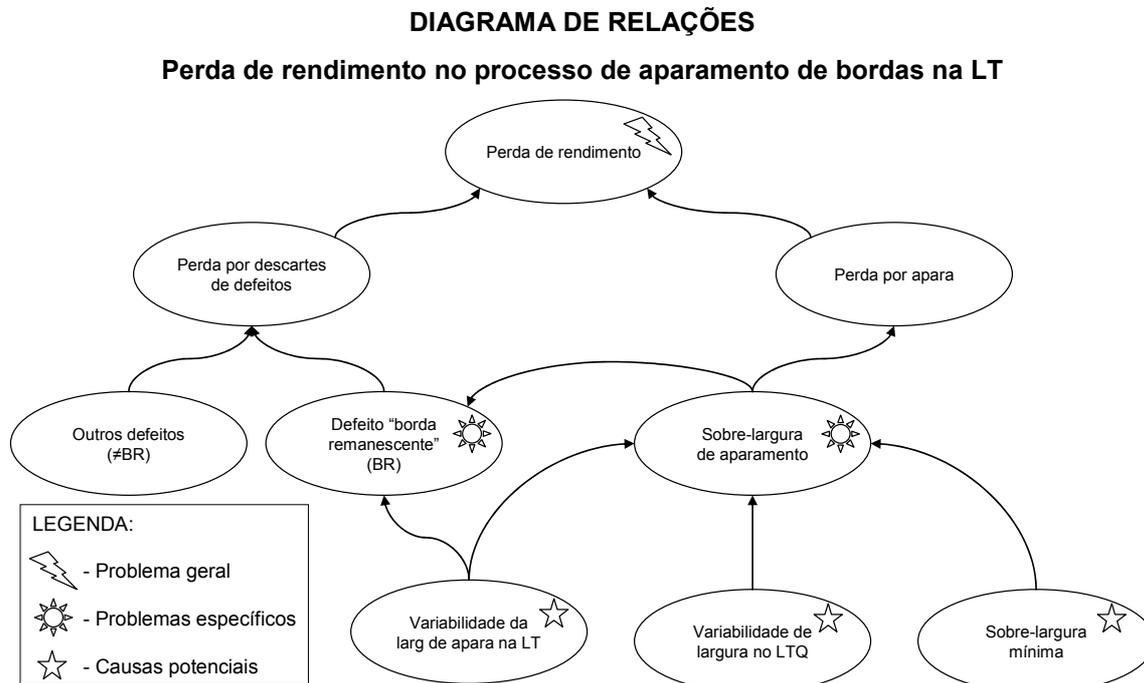
**Figura 3:** Gráfico de barras das perdas de rendimento no processo de aparamento de bordas.

Para o atendimento da meta de redução das perdas em 25%, foi definida uma meta específica de redução da sobre-largura para aparamento de bordas em 33% (diretamente relacionada às perdas por aparas), e uma meta específica de manutenção das perdas com descartes pelo defeito BR em níveis similares aos históricos.

## 2.3 Analyze

Nesta etapa, através da construção de um diagrama de relações, mostrado na Figura 4, foram identificadas como causas relevantes da necessidade de sobre-

largura para aparamento de bordas a sobre-largura mínima, a variabilidade da largura de apara na LT e a variabilidade da largura no LTQ.



**Figura 4:** Diagrama de relações da perda de rendimento no processo de aparamento de bordas na LT.

Cada uma destas causas foi quantificada separadamente, com a variabilidade na LT sendo obtida através da medição manual da largura de aparas cortadas, enquanto a variabilidade no LTQ foi obtida através da medição automática da largura da tira na entrada das bobinadeiras. Já a sobre-largura mínima é aquela necessária para se ter uma área de apoio suficiente sob a lâmina, tendo-se utilizado uma regra empírica que determina que a largura mínima da apara deve ser igual ao dobro da espessura da tira.

Os resultados obtidos foram usados para compor um valor total, denominado por sobre-largura ótima. Para o cálculo deste valor foi desenvolvida a equação mostrada a seguir, que permite definir a mínima largura necessária para garantir uma perda mínima por aparas e um nível aceitável de ocorrências de descartes por BR.

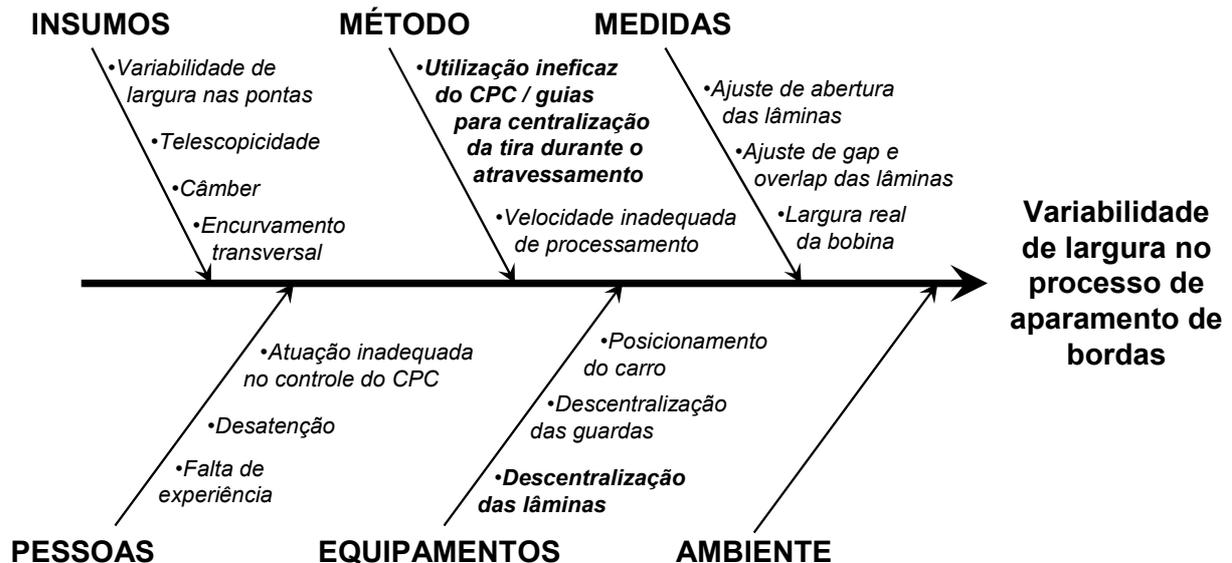
$$SL_{ótima} = \left[ 4 \times \sqrt{(\sigma_{LTQ}^2 + \sigma_{apara}^2)} \right] + SL_{min} \quad (1)$$

Onde:

- $SL_{ótima}$  - Sobre-largura ótima;
- $\sigma_{LTQ}$  - Desvio-padrão de sobre-largura no LTQ;
- $\sigma_{apara}$  - Desvio-padrão da largura de apara;
- $SL_{min}$  - Sobre-largura mínima de apara.

A sobre-largura histórica para o aparamento de bordas na LT já era bastante superior à sobre-largura ótima encontrada, justificando de imediato a redução da sobre-largura visada. Entretanto, para o atendimento da meta, mesmo a sobre-largura ótima não seria suficiente, fazendo-se necessária a atuação no processo para redução das variabilidades (e conseqüente redução da sobre-largura ótima).

Como premissa deste trabalho, definiu-se que não haveria atuação sobre o processo do LTQ, restando a opção de trabalhar sobre a variabilidade da largura de apara na LT. Buscando-se identificar as causas da variabilidade da largura de apara na LT, foi feito um diagrama de causa e efeito, mostrado na Figura 5.



**Figura 5:** Diagrama de causa e efeito para a variabilidade de largura no processo de aparamento de bordas.

## 2.4 *Improve*

A partir da constatação de que a sobre-largura histórica era bastante superior à sobre-largura ótima, foi definido um plano de experiência para redução da sobre-largura de aparamento. Apesar da efetividade desta ação sobre a redução da sobre-largura real, observou-se um aumento acentuado dos descartes por BR.

Para que a redução da sobre-largura pudesse ser mantida, sem o comprometimento dos descartes por BR, foram priorizadas algumas ações no processo de aparamento. Estas ações foram definidas a partir da análise das causas da variabilidade da largura de apara (Figura 6), sendo:

- fechamento da guia lateral de entrada no final do processamento de material com borda aparada;
- revisão do procedimento operacional de atravessamento da ponta determinando a utilização da guia lateral de entrada;
- centralização das lâminas das tesouras de aparamento de bordas.

Avaliando-se os resultados de descartes por BR após a implementação das ações verificou-se o pleno atendimento à meta estabelecida, comprovando a efetividade das ações implementadas.

Avaliando-se os resultados obtidos em relação à meta geral do projeto, verificou-se que após a implementação de todas as ações propostas, as perdas

foram reduzidas em 26,4%, atendendo plenamente a meta geral do projeto que era reduzir as perdas em 25,0%.

## **2.5 Control**

Após a implantação das ações os resultados foram acompanhados por um período efetivo de três meses com volumes de produção significativos, sendo a meta estabelecida foi plenamente atendida.

Da mesma forma, o cronograma e os ganhos previstos para o projeto foram atendidos. De forma a garantir o alcance das metas a longo prazo, todas as análises realizadas no desenvolvimento do projeto foram devidamente documentadas, bem como as ações implementadas foram padronizadas.

Para o monitoramento do processo definiu-se um indicador diário de “rendimento de borda aparada”, o qual pode ser estratificado através das ferramentas informatizadas de controle e acompanhamento da produção.

## **3 CONCLUSÕES**

Com o aumento do rendimento no processo de aparamento de bordas, o custo agregado neste processo foi reduzido, resultando em um ganho anual da ordem de US\$ 50.000,00. Isto torna as bobinas com bordas aparadas, que já é um produto de alto valor agregado, ainda mais atrativo e com maior margem de contribuição.

A aplicação da metodologia DMAIC no desenvolvimento do projeto foi extremamente vantajosa, permitindo um planejamento lógico e uma mensuração de resultados eficiente, além da extensa geração de registros que poderão ser utilizados como material de consulta no futuro. As análises aqui realizadas podem ser estendidas a outros processadores parceiros ou clientes, que também tenham o processo de aparamento de bordas, multiplicando os ganhos obtidos.

A aplicação dos conceitos estudados em sala de aula no desenvolvimento do projeto possibilitou a capacitação do autor e da equipe na ferramenta Seis Sigma, permitindo a sua replicação em novos projetos.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 WERKEMA, C., “Criando a Cultura Seis Sigma”, Série Seis Sigma – Volume 1, Werkema Ed., 2004.