

REDUÇÃO DA TAXA DE SUCATA DE LINHA DO LAMINADOR 2, DA ARCELORMITTAL MONLEVADE ¹

José Geraldo Valamiel de Oliveira²

Carlos Henrique Silveira Aguiar³

Elenildo Bastos de Oliveira⁴

Robson Gonçalves Caldeira⁵

Wadson da Silva Lopes⁶

Resumo

O Laminador 2 da ArcelorMittal Monlevade produz fio máquina, cuja principal aplicação está na indústria automobilística, em bitolas que variam de 5,5 mm a 44,0 mm e com velocidades que podem atingir 100 m/s. A alta velocidade na qual o Laminador é operado, associada ao grande número de montagens, contribui para o aumento do índice de sucata de linha. Além disso, o nível de qualidade superficial dos produtos exige uma maior frequência de intervenções nos equipamentos, que poderão ocasionar a barra perdida. A metodologia utilizada na execução do projeto foi o PDCA, que permitiu identificar e otimizar os parâmetros operacionais de processo, bem como capacitar a equipe envolvida. O índice de sucata em 1990 era de 5,20%. No período entre 2001 e 2004, foi alcançado o estado de arte de controle de processo, quando se atingiu o índice de 0,10%. Neste período, foi identificada a necessidade de se realizar uma modernização eletrônica do Laminador e que, após a otimização e os ajustes dos parâmetros de operação e controle de processo, foi possível evoluir de uma taxa de 0,10% para 0,05%, com tendência positiva para 2009, colocando o Laminador 2 como uma das referências mundiais no controle deste índice.

Palavras-chave: Sucata; Laminação; Fio máquina.

COBBLE REDUTION AT ARCELORMITTAL MONLEVADE ROLLING MILL #2

Abstract

The Rolling Mill #2 at ArcelorMittal Monlevade produces wire rod for the automobile application. The wire rod size ranges from 5.5mm to 44.0mm and can be rolled at speeds that reach 100m/s. The high speed at which the rolling mill is operated, associated to the large number of changes raise the cobble index. In addition, the superficial quality of the products requires greater frequency of interventions in the equipment, which can cause the lost bar. The PDCA was the methodology used to run the project, which allowed to identify and improve the operational process parameters, as well as to strengthen the whole team. The cobble index in 1993 was 5.20%. In the period between 2001 and 2004, the "state of the art" of the process control was reached, when a cobble rate of 0,10% was achieved. At this time, the necessity to make another electronic improvement was identified and, after the operational parameters and process control optimization and adjustments, it was possible to decrease the cobble rate from 0,10% to 0,05%, with a positive trend to 2009, and it settles the Rolling Mill #2 as a World Reference on cobble rate.

Key words: Cobble; Rolling; Wire rod.

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

² *Técnico Assistente de Laminação, ArcelorMittal Monlevade*

³ *Coordenador Técnico de Laminação, ArcelorMittal Monlevade.*

⁴ *Técnico Assistente Manutenção Mecânica, ArcelorMittal Monlevade.*

⁵ *Coordenador Técnico de Oficinas, ArcelorMittal Monlevade.*

⁶ *Técnico Assistente Manutenção Elétrica, ArcelorMittal Monlevade.*

1 INTRODUÇÃO

O laminador 2 de fio máquina da ArcelorMittal Monlevade entrou em operação em julho de 1990 e, desde o seu início, o fluxo produtivo permanece o mesmo, como é apresentado na Figura 1.

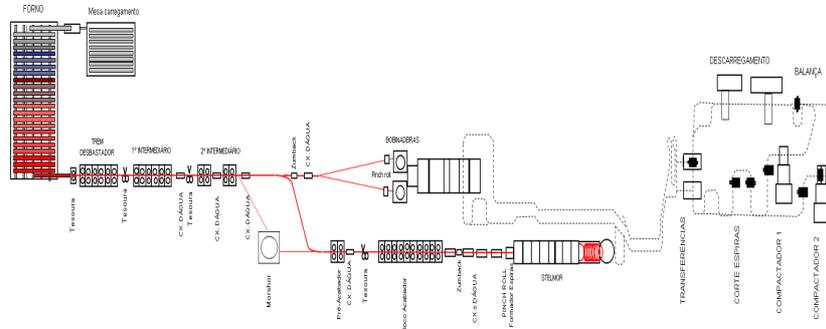


Figura 1. Lay out do Laminador 2.

O termo sucata de linha é utilizado para designar toda ocorrência de barra perdida em um laminador de fio máquina, e a sua causa pode estar relacionada tanto a problemas de manutenção eletromecânica, quanto aos de operação, sendo o seu índice obtido pelo percentual de barras enfiadas que não atingiram o final do processo de laminação. Conseqüentemente, este é um dos principais itens de controle, sendo o índice que melhor mede a performance e a robustez do processo produtivo em um laminador de fio máquina.

Após a entrada em operação do Laminador 2, foram surgindo as ocorrências de sucata, sendo dada mais ênfase aos treinamentos das equipes e ajustes eletromecânicos. Posteriormente foi realizado, para toda a equipe, um treinamento em análise de anomalia, com coordenação da Fundação Cristiano Ottoni, passando então a se realizar as análises de toda ocorrência de sucata.

1.1 Histórico

Com vistas ao atendimento do plano de produção, buscando satisfazer o mercado de fio máquina, o corpo técnico tem trabalhado para reduzir a taxa de ocorrências de sucata, visando atingir uma maior disponibilidade e, conseqüentemente, maior produtividade do Laminador. A Figura 2 mostra a evolução até 2004.

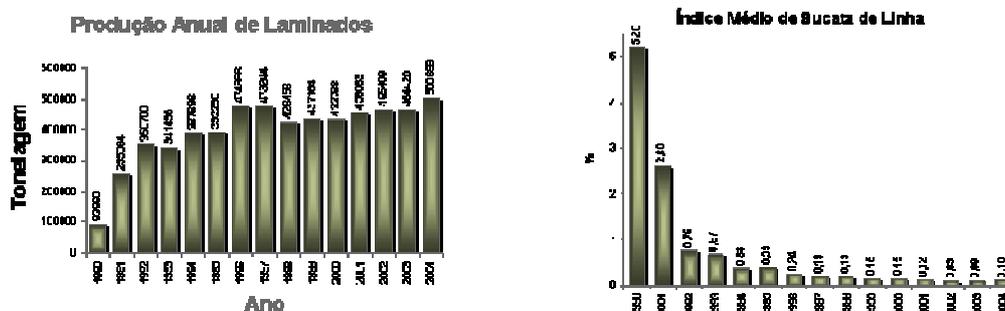


Figura 2: Gráficos da produção anual de laminados e do índice anual de sucata.

Esta evolução pode ser dividida em três etapas distintas. A primeira delas corresponde ao período de 1990 a 1993, cujas causas estavam relacionadas com:

- problemas de início de operação do Laminador;
- equipamentos de maior velocidade, como por exemplo, Tesoura de Desponte de Cabeça, Bloco Acabador, Caixas d'Água e Formador de Espiras.

Para redução das ocorrências de sucata neste período, foram tomadas as seguintes medidas:

- treinamento específico do corpo técnico;
- ajustes eletromecânicos;
- padronização do processo produtivo, tanto operacional, quanto de manutenção;
- aquisição e implantação do Registrador Elétrico *Datagraf*, para os equipamentos do Pré-Acabador ao Formador de Espiras (alta velocidade); e
- otimização do recurso de Posicionamento da Cabeça do Formador de Espiras.

Estas ações permitiram um decréscimo no índice de 5,2% para 0,67%, conforme é apresentado na Figura 3.

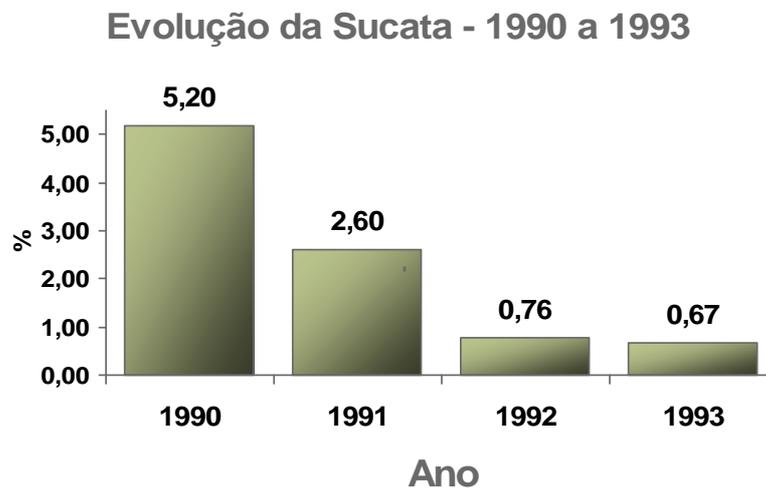


Figura 3: Gráfico anual do índice de sucata.

A segunda etapa foi desenvolvida nos anos entre 1994 a 1998 e as principais causas das ocorrências de sucata relacionavam-se com:

- transportador Stelmor;
- bloco Acabador;
- formação de espiras;
- desbastador Intermediário; e
- defeito de semiproduto (tarugos não conformes).

As soluções encontradas para redução do índice de sucata, nesta fase, foram:

- implantação de itens de controle para os supervisores e operacionais;
- treinamento da equipe na metodologia para Análise de Anomalias;
- implantação da metodologia do CEDAC; e
- *benchmarking* entre as equipes dos laminadores do grupo ArcelorMittal.

Com a aplicação destas ações, conseguiu-se reduzir o índice de 0,38% para 0,19%.

Evolução da Sucata - 1994 a 1998

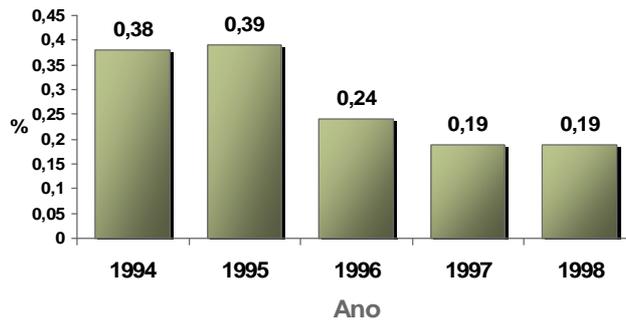


Figura 4: Gráfico anual do índice de sucata.

Finalmente, a última etapa, que se desenvolveu de 1998 a 2004, apresentando as seguintes causas de sucata:

- falhas operacionais;
- falhas no Transportador Stelmor;
- falhas nas Bobinadeiras Garret; e
- desalinhamentos.

As ações de bloqueio nesta fase foram:

- modificação da Seção de Entrada do Stelmor;
- padronização da Laminação do aço para eletrodos;
- introdução do “Treinamento no Local de Trabalho” (*Feed back* das falhas)
- introdução dos “Procedimentos Operacionais Padrões”;
- melhoria das guiagens do Formador de Laço 18/19;
- introdução da metodologia RCM para as Bobinadeiras Garret;
- aquisição de uma nova Caixa d’Água, com insertos de 15 mm de diâmetro, para serem usados na laminação das bitolas de 8,00 mm e 9,00 mm;
- modificação na lógica da supervisão da fotocélula de controle da Tesoura de Picotar, Formadores de Laço 16/7 e 18/19 e Garret.

O resultado obtido nesta fase foi uma redução de 0,15% para 0,10% do índice, quando foi identificada a necessidade de uma nova modernização eletrônica do Laminador 2.

Evolução da Sucata - 1999 a 2004

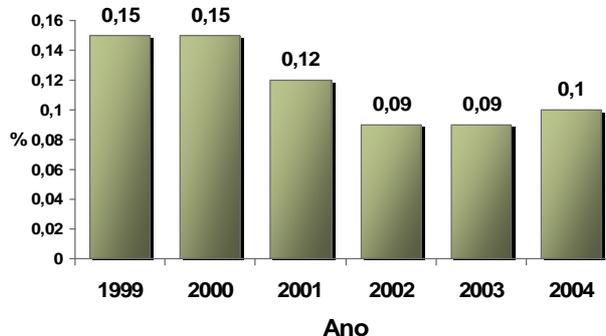


Figura 5: Gráfico anual do índice de sucata.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Após a modernização eletrônica do Laminador 2, em 2005, que elevou a taxa anual para 0,16%, foi proposta uma meta progressiva de redução do índice de sucata de 0,10% para 0,06%, que deveria ser atingida até o ano de 2008. Para se identificar e priorizar as principais causas das ocorrências de sucata, foi utilizado o Diagrama de Pareto, uma vez que Werkema⁽¹⁾ afirma que através dele as informações podem ser dispostas de modo a tornar evidentes as priorizações das anomalias.

Através desta análise foi possível verificar que as sucatas ocorriam principalmente em quatro setores do Laminador, sendo: Cadeiras de 1 a 16, Transportador Stelmor, Formadores de Laço e Bloco Acabador.

A distribuição das sucatas é apresentada no gráfico da Figura 6, que indica o valor percentual de cada setor e, segundo Werkema,⁽¹⁾ dispondo as informações de forma a concentrar os esforços para a melhoria dos setores onde os maiores ganhos podem ser obtidos.

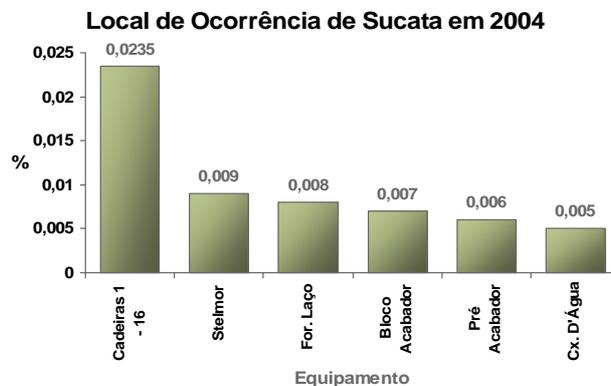


Figura 6: Pareto das Sucatas do Laminador 2.

Após serem identificados os principais pontos de ocorrência de sucata, tornou-se necessário verificar em cada setor as causas que provocavam as ocorrências de barra perdida, como está retratado na Figura 7.

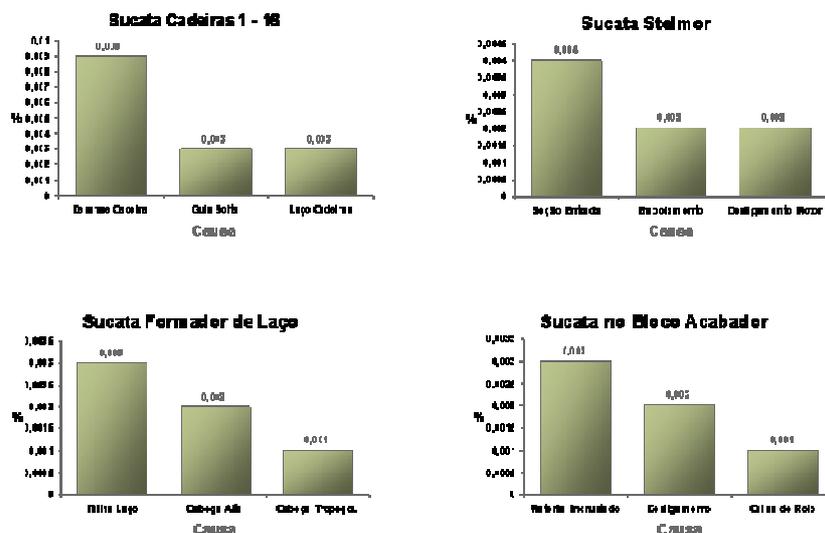


Figura 7: Pareto das sucatas estratificadas por setor.

Para uma melhor identificação das prováveis causas, foi construída uma FTA – *Failure Tree Analysis* – cuja principal função é mapear o caminho entre um modo de falha, ou evento topo, e as diversas causas que contribuíram para a sua ocorrência, de acordo com a definição de Helman.⁽²⁾ Neste caso, foi construído um diagrama de árvore da estrutura física do Laminador e, posteriormente, a mesma foi desmembrada para cada setor específico, como pode ser observado no exemplo da Figura 8.

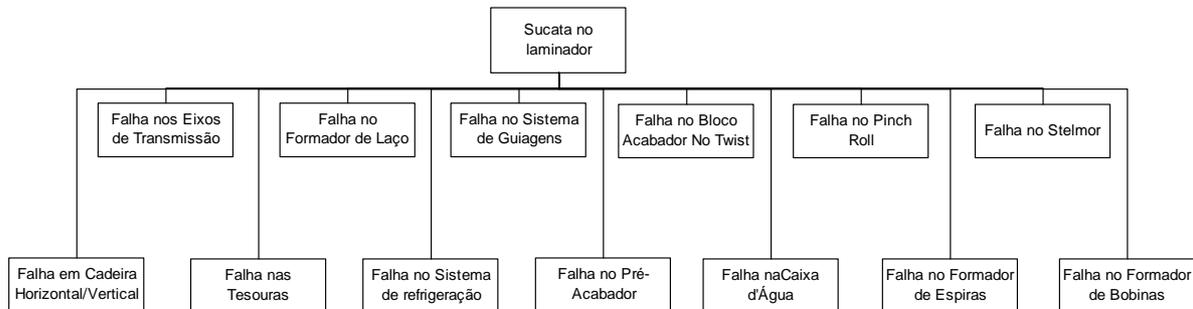


Figura 8: Diagrama de árvore da estrutura física.

Neste trabalho, é apresentada apenas a FTA do principal setor gerador da anomalia, que responde pelas Cadeiras de Laminação de 1 a 16 (Figura 9).

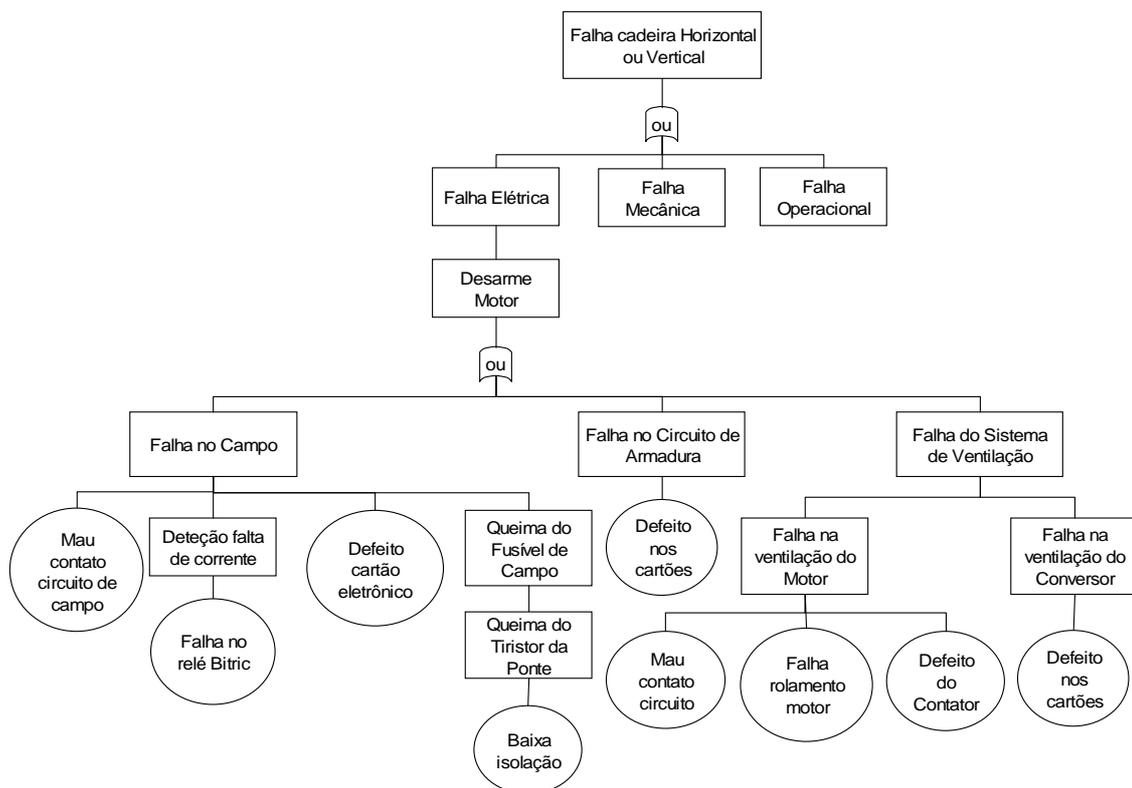


Figura 9: Diagrama de árvore de falhas das Cadeiras horizontais e verticais.

3 RESULTADOS

A partir da análise das causas que contribuíram para as ocorrências das sucatas, foi elaborado um plano de ação, que após a sua execução, foi possível atingir a meta de 0,06% do total enfiado.

3.1 Cadeiras de 1 a 16

Com a modernização eletrônica realizada em 2005, durante a qual ocorreu a substituição dos Drives e do Sistema de Controle do Laminador, as ocorrências de desarme dos motores das Cadeiras de 1 a 16 foram eliminadas (Figura 10). Outro ganho com a modernização está relacionado com a redução das sucatas provocadas por laço entre cadeiras, no reinício do processo produtivo após as paradas para troca de bitola.

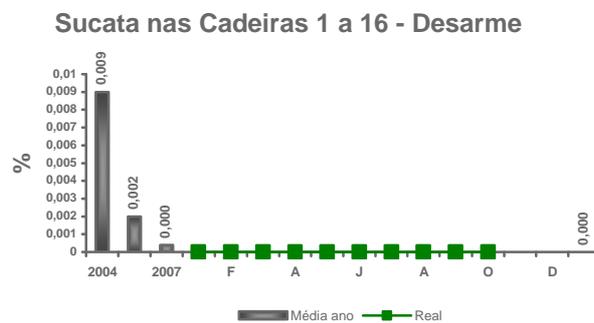


Figura 10: Gráfico da evolução da sucata nas Cadeiras 1 a 16.

3.2 Transportador Stelmor

No Stelmor®, as sucatas eram ocasionadas principalmente pelo agarramento da extremidade do fio máquina, após a formação da cabeça, entre os rolos transportadores da Seção de Entrada, que sofreram empeno durante trabalho contínuo em alta temperatura, provocando embolamento das espiras e dificultando a ação dos operadores. Foi projetada uma nova Seção Entrada, tendo como referência o projeto do Stelmor® de uma unidade da ArcelorMittal na Espanha, que traz um sistema de refrigeração para todo o conjunto. Após a sua instalação e ajustes, foi possível reduzir drasticamente as ocorrências de sucata (Figura 11).



Figura 11: Gráfico da evolução da sucata na Seção de Entrada do Stelmor.

3.3 Formadores de Laço

Para redução das sucatas causadas pela falha dos Formadores de Laço, as ações foram realizadas por etapas, quais sejam:

- detecção do comportamento do Laço durante a ocorrência, através da análise dos eventos definidos pelo registrador *Argus*;
- instalação de sensores para identificação da posição do Laço; e
- substituição das Válvulas de acionamento do Laço por outras de resposta mais rápida.

As ocorrências de sucata por cabeça alta ou tropeço de barra foram eliminadas com a adaptação de uma guia no Formador de Laço posicionado antes do Bloco Acabador, fazendo o direcionamento da barra.

O resultado é mostrado nos diagramas da Figura 12.

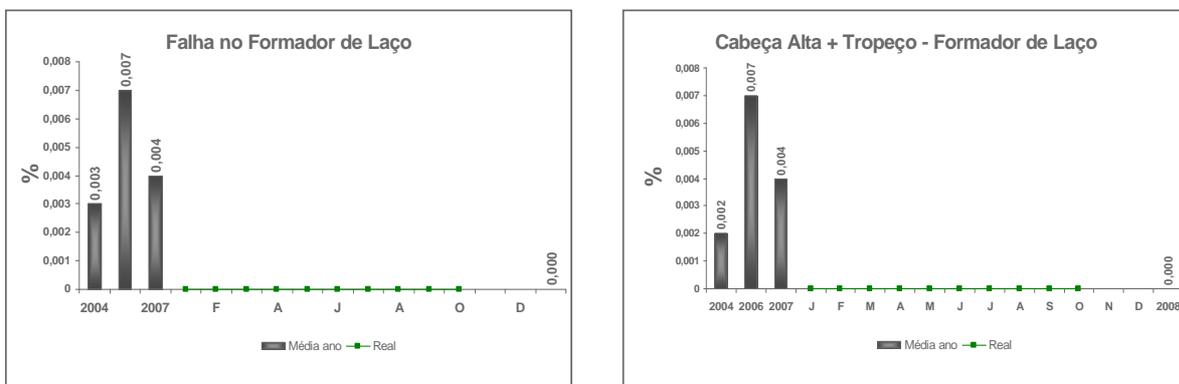


Figura 12: Diagramas da evolução da sucata nos Formadores de Laço.

3.4 Bloco Acabador no Twist

As ocorrências de sucata no Bloco Acabador estão mais diretamente relacionadas com a incrustação de material nas guias e caixas de rolos. Para solução desta anomalia, foram adaptados insertos de metal duro nas guiagens das cadeiras acabadores, dificultando a aderência de material nas mesmas, como também reduziu o desgaste das guias estáticas, como é visto na Figura 13.

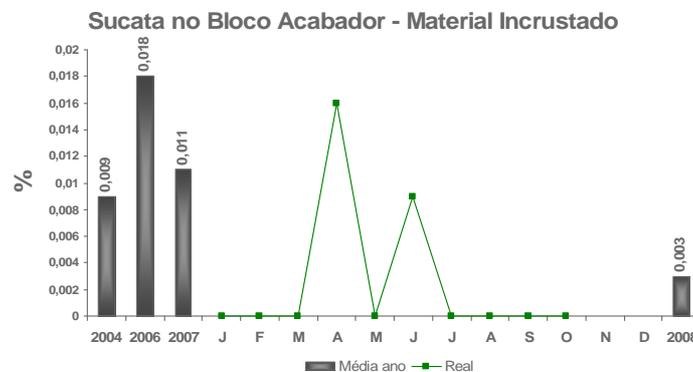


Figura 13: Gráfico da evolução da sucata no Bloco Acabador.

A redução do índice alcançada nestes setores, permitiu que fosse atingida a meta de 0,06% de barras perdidas em 2008 (Figura 14), estando em conformidade com o planejamento realizado em 2005.

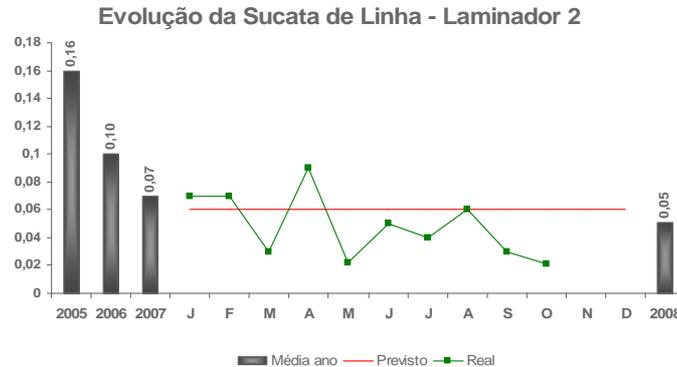


Figura 14: Diagrama da evolução da sucata de linha do Laminador 2.

4 CONCLUSÃO

A realização deste projeto possibilitou reduzir o índice de sucata de linha do Laminador 2, e as ações que mais contribuíram para alcançar este resultado foram:

- substituição dos Drives e do Sistema de Controle do Laminador;
- substituição da Seção de Entrada do Stelmor (refrigerada);
- utilização do Registrador Argus para identificação do comportamento dos Laços e velocidades das Cadeiras;
- adaptação de sensores para definição da posição do Laço;
- montagem de válvulas de resposta rápida no acionamento dos Formadores de Laço; e
- adaptação de insertos de metal duro nas guias do Bloco Acabador.

Além disso, também foi possível atingir alguns pontos relevantes, tais como:

- aperfeiçoamento na utilização dos registradores elétricos para pesquisa das ocorrências;
- otimização do controle do processo;
- aprimoramento na aplicação das ferramentas de gerenciamento da rotina, como Análise de Anomalias, FTA, Mapas de Processo;
- definição e criação de critérios específicos para análise das ocorrências de sucata.
- crescimento da equipe na disciplina para cumprimento dos padrões técnicos; e
- fortalecimento do relacionamento entre as equipes da operação e manutenção eletromecânica.

Agradecimentos

Os autores são gratos às equipes de operação e manutenção do Laminador 2 da ArcelorMittal Monlevade, que entenderam as propostas de melhoria, como também à Gerência de Laminados, por acreditar na viabilidade do projeto e por permitir a publicação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 WERKEMA, Maria Cristina Catarino. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- 2 HELMAN, Horácio; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. Análise de falhas (Aplicação dos métodos de FMEA – FTA). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.