



DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO DE NOVOS MATERIAS NO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO 2. INOVAÇÃO PARA O AUMENTO DE COMPETITIVIDADE¹

Alexandre Lorandes²
Ataíde Luiz Campos Júnior³
Sidnei Gomes Itaboray⁴
Willian Costa do Nascimento⁵

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados da inovação incremental no processo do Laminador de Tiras a Frio 2 da CSN. Baseados no cenário do início de 2007 (SWOT) foi aplicado o modelo de inovação conhecido como Scamper para a definição dos passos incrementais a serem tomados para alterações do processo no laminador de tiras a frio 2. Aliadas a estas ferramentas, outras específicas do processo de laminação foram utilizadas. Como exemplo o modelo numérico HHT, as planilhas de redução normalizada e análise do caminho da tira.

Palavras-chave: Inovação incremental; Processo; Scamper; Laminação

PROCESS DEVELOPMENT OF NEW MATERIALS IN TCM 2. INNOVATION AND COMPETITIVNESS

Abstract

This paper presents the results of incremental innovation in the process of CSN Cold Strip Mill nº 2. Based on SWOT analysis in early 2007 the Scamper model was applied to define incremental steps for innovation to achieve process changes in TCM2. Allied to these tools, other specific to rolling process was used. As an example the numerical model HHT, normalize reduction spreadsheets analysis and strip pass analysis.

Key words: Incremental innovation; Process; Scamper; Rolling.

¹ Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2010, São Paulo, SP, Brasil.

² Engº Metalúrgico, Engenheiro da Gerência de Laminação a Frio da Companhia Siderúrgica Nacional.

³ Técnico em Metalurgia, Técnico de Processo da Gerência de Laminação a Frio da Companhia Siderúrgica Nacional.

⁴ Engº Metalúrgico, MSc em Produção, Gerente dos Centro de Serviços da CSN Porto Real da Companhia Siderúrgica Nacional.

⁵ Engº Metalúrgico, Engenheiro Especialista da Gerência de Processos da Laminação da Companhia Siderúrgica Nacional.



1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados de desenvolvimento em diversas fases do processo no Laminador de Tiras a Frio 2 da CSN.

No ano de 2007, devido ao aumento de demanda de laminados a frio *full hard* no grupo CSN, a partir do ano de 2008 da queda de disponibilidade de material decapado e da eminência do Revamp do Laminador de Tiras a Frio 3, verificou – se a necessidade estratégica de desenvolver o processo do Laminador de Tiras a Frio 2 da CSN para fornecer aço para as linhas da Gerência Geral de Galvanizados e Laminados a Frio e Gerência Geral de Folhas Metálicas.

1.1 Objetivo

Transferir materiais de difícil produção no LTF # 3 para produção no LTF # 2, atendendo a qualidade requerida nas linhas da GGGL/GGFM da CSN, garantindo qualidade do produto intermediário e final, com continuidade operacional e aumento de produção de laminados a frio *full hard*.

Aumentar as dimensões disponíveis para processo no LTF # 2 e aumentar a taxa de redução relativa, com conseqüente ganho de produtividade no Laminador de Tiras a Quente e nas Linhas de Decapagem.

1.2 Análise de Cenário

Para justificar a necessidade estratégica deste trabalho foi utilizada uma análise de cenário com a ferramenta SWOT (Pontos Fortes, Fracos, Oportunidades e Ameaças). O cenário foi conforme descrito:

- **Forças:** Laminador adaptado a produção de materiais abaixo de 0,45 mm.
 - Equipamento com ociosidade.
- **Fraquezas:** Processo configurado para processos contínuos de folha metálica.
 - Falta de capacidade de laminados a frio *full hard* para atendimento a demanda (produção apenas no LTF#3).
 - Falta de capacidade de decapado.
- **Oportunidades:** Demanda de laminados a frio *full hard* em expansão.
- **Ameaças:** Concorrentes atacando a fatia de mercado de zincado, tradicionalmente pertencente a CSN.

1.3 Focos do trabalho

Nas primeiras duas fases do trabalho, anos de 2007 e 2008, utilizamos a metodologia DMAIC^(1,2) para melhoria da planicidade do LTF#2 para atendimento as linhas de zincagem da UPV e iniciamos a produção de laminados a frio via Linha de Recozimento Contínuo de Flandres, através de decisões de inovação a partir do modelo Scamper.

Este trabalho apresenta a evolução das fases 3 e 4, onde o modelo de inovação Scamper foi utilizado para em 2009 aumentar a taxa de redução⁽³⁾ dos materiais previamente desenvolvidos e em 2010 para auxiliar no projeto de ampliação das dimensões processadas no LTF#2.

O Scamper foi utilizado na definição do caminho de inovação incremental e aliada a ferramentas de análise do processo de laminação trouxe excelentes resultados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho, nas denominadas fases 3 e 4, se valeu de diversas metodologias aplicadas para obtenção dos resultados. A primeira metodologia utilizada foi o Scamper⁽⁴⁾ que significa:

- Substituir;
- Combinar;
- Adaptar;
- Modificar;
- Procurar outros usos;
- Eliminar; e
- Rearrumar.

Estes sete operadores lógicos nos permitem a exploração de diferentes maneiras de transformar um objeto, sistema ou processo, através de perguntas pertinentes que levam a estratégias de inovação incremental.

A inovação de um processo consiste no desenvolvimento e adaptação com os objetivos de aumentar a produtividade, melhorar o valor do produto ou serviço, reduzir custos, aumentar a eficiência e aumentar a rentabilidade da empresa.

Especial atenção deve ser dada as inovações incrementais, pois o ganho acumulado das empresas, relativo ao melhoramento contínuo de um processo, produto ou serviço (kaizen), é por vezes superior ao ganho alcançado quando da ocorrência esporádica de uma inovação radical.

Na fase 3, relativa ao aumento de espessura a quente foram utilizados dois métodos numéricos, afim de avaliar a possibilidade de realização da alteração. O primeiro foi o modelo HHT e a segunda a planilha de redução normalizada.

O modelo HHT consiste num modelo numérico, baseado em dados reais de processo, que permite a simulação da potência necessária para conformação em laminadores. Através desta análise podemos concluir se alteração pode ser feita com ou sem perdas de produtividade no equipamento (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1: Simulação HHT

SIMULAÇÃO		#1	#2	#3	#4	#5
%	Red. Ri	37,4%	37,0%	31,5%	24,5%	13,0%
	Red. Acum.	37,4%	60,6%	73,0%	79,6%	82,3%
mm	Esp. Hi	2,60	1,63	1,03	0,70	0,53
mm	Esp. hi	1,63	1,03	0,70	0,53	0,461
mpm	Vel. Vi	422	670	979	1296	1490
A	Corrente Ai	7562	9416	11595	7930	7663
V	Volt. Ei	671	685	690	672	673
mm2	Sec. Si	3120	1953	1230	843	636
mm2	Sec. si	1953	1230	843	636	554
si*Vi*p	Ton/h	388,5	388,5	388,5	388,5	388,5
Ei*Ai/746	Hp Req. Calc.	6802	8646	10725	7143	6913
	HP Red. Calc.	7338	9899	10014	7531	3572
	HPh por passe	18,9	25,5	25,8	19,4	9,2
HHT	HPh Total	18,9	44,4	70,1	89,5	98,7

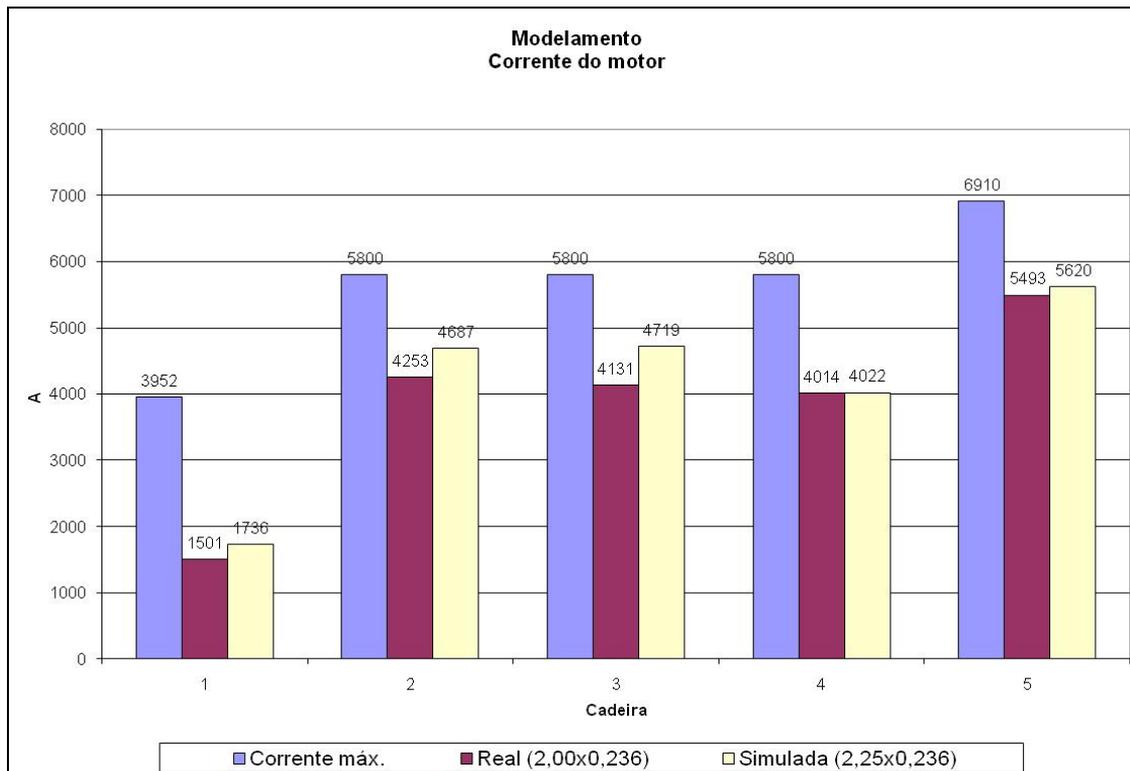


Figura 1: Gráfico HHT.

Espessura de entrada	2,65
Espessura de saída	0,49
Largura do Material	1100
Redução média	28,8%

Cadeira de laminação	Valor encontrado	Valor médio	Redução mínima	Redução máxima
1º cad	35,8%	28,8%	23,0%	34,5%
2º cad	34,2%	28,8%	23,0%	34,5%
3º cad	28,1%	28,8%	23,0%	34,5%
4º cad	21,6%	28,8%	23,0%	34,5%

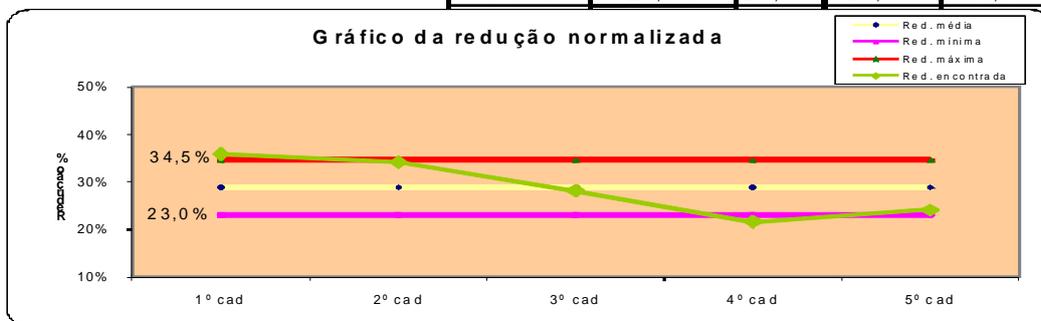


Figura 2: Redução Normalizada.

Na fase 4 o objetivo do grupo foi avaliar e se possível modificar o equipamento e o processo para produção de materiais acima de 1,000 mm de largura. Nesta fase foram utilizados novamente o modelo HHT, a planilha de redução normalizada, o check list de avaliação de caminho da tira.

Com estas análises foi possível determinar o aumento de largura do laminador para 1.200 mm, o plano de alteração do equipamento conduzido pela manutenção e as alterações necessárias no processo produtivo para garantir a qualidade dos novos produtos disponibilizados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Fase 3

A meta definida para esta fase foi aumentar as espessuras de entrada de 2,40 mm para 2,70 mm e de 2,40 mm para 3,00 mm em materiais até 1.000 mm de largura. A definição da estratégia foi feita a partir da análise Scamper (Figura 3).

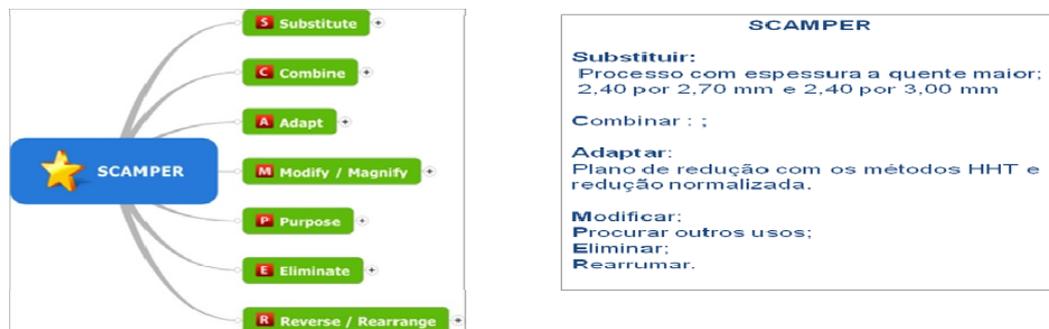


Figura 3: Scamper da fase 3.

Após as simulações HHT e utilização da planilha de redução normalizada foi definido que a mudança era factível e foram realizados os testes que permitiram a mudança das espessuras a quente sem perdas dos resultados de planicidade alcançados na Fase 1.

3.2 Fase 4

A meta da fase 4 foi definir a largura máxima de processo no Laminador de Tiras a Frio 2 e as alterações necessárias no processo para atingir resultados de qualidade iguais aos alcançados nos materiais já disponibilizados.

A primeira análise realizada foi a do caminho da tira, afim de verificar as larguras de mesa de cilindro de encosto e trabalho, rolos, condição de chuveiros de refrigeração/lubrificação e guias laterais (Figura 4).

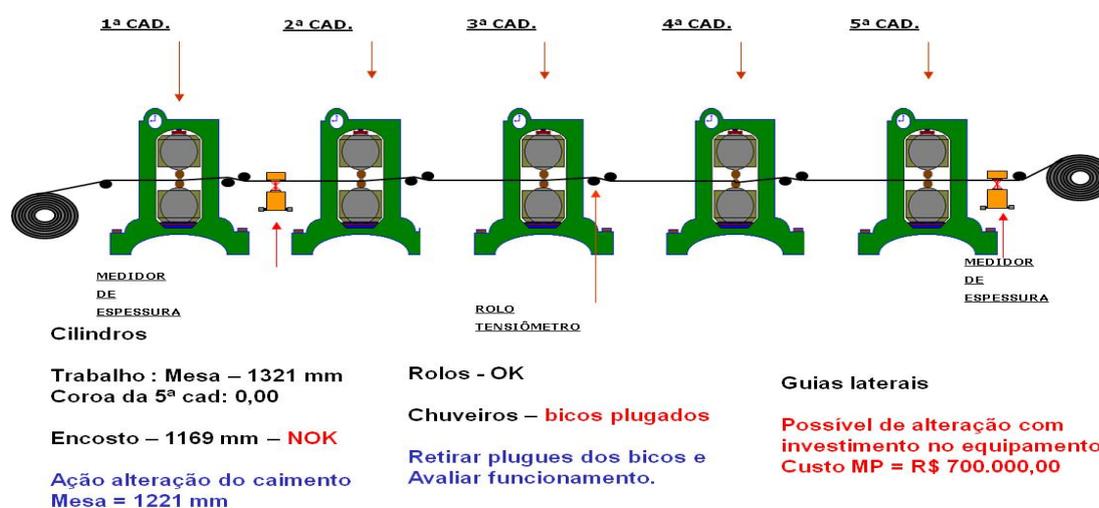


Figura 4: Check list do Caminho da Tira.

Baseado nesta análise foi feita a alteração do chanfro do cilindro de encosto para alterar a mesa útil do cilindro de 1.169 mm para 1.221 mm (Figuras 5 e 6)

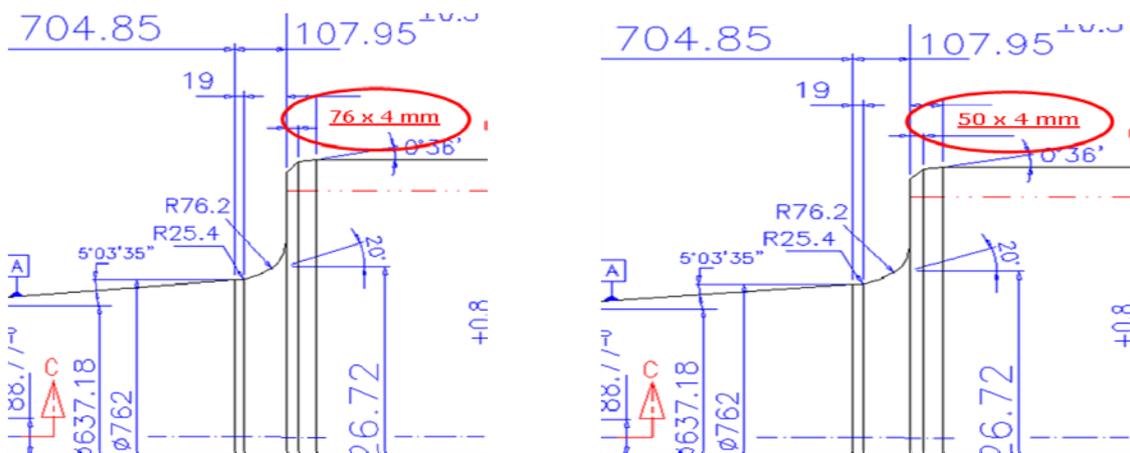


Figura 5: Esquemático cilindro de encosto - chanfro: Anterior e Atual.



Figura 6: Cilindro de Encosto Chanfro.

Os testes práticos de produção se iniciaram em 18/03/2010 e o ajuste efetivo do processo foi realizado após o processo da 3ª bobina (Quadro 1).

Quadro 1: Resultados de planicidade na LZC.

Avaliação de planicidade nas LZC's								
Nº	Item	bob.	Coroa de cilindro de trabalho	LZC	Balão	Planicidade		Observação
						Observação nas LZC's	Q1	
1	389120	101	0,03	1	ligado	RC Médio + OL Forte lado do motor	0	Balão ligado em todas as cadeiras, não foi possível desligar por ser 1ª bobina após troca de todos os cilindros de trabalho. O valor de Q1 nesta bobina não pode ser levado em consideração, pois durante o seu processamento a tira estava esbarrando no dreno do avental superior o que provocou uma falsa leitura de aplainamento.
2	389120	201	0,03	1	desligado	RC Médio	0	O valor de Q1 nesta bobina não pode ser levado em consideração, pois durante o seu processamento a tira estava esbarrando no dreno do avental superior o que provocou uma falsa leitura de aplainamento.
3	389120	301	0,00	1	ligado	RC Leve	100	Balão ligado apenas na 5ª cadeira, não foi possível desligar por ser 1ª bobina após troca de cilindro de trabalho da 5ª cadeira
4	389120	401	0,00	1	desligado	RC Leve	94,4	
5	389120	501	0,00	1	desligado	RC Leve	98	
6	389120	701	0,00	1	desligado	RC Leve	100	
7	390036	100	0,00	3	desligado	RC Leve	96,7	

Após determinação dos resultados dos testes e liberação do processo no Laminador de Tiras a Frio 2, já processamos 5775 toneladas de material BFF e 4294 toneladas de material zincado, sendo 2800 toneladas na largura máxima de 1200 mm com índices de desvio na ordem de 1%. Idênticos ao material ajustado na fase 1, melhoria de planicidade com aplicação da metodologia DMAIC.

3.5 Ganhos

Após implementação do trabalho os materiais disponibilizados no Laminador de Tiras a Frio 2 sofreram um acréscimo significativo, possibilitando a abertura de novos mercados e novas rotas de abastecimento interno. A Figura 7 apresenta em azul as mudanças significativas de rotas e dimensões

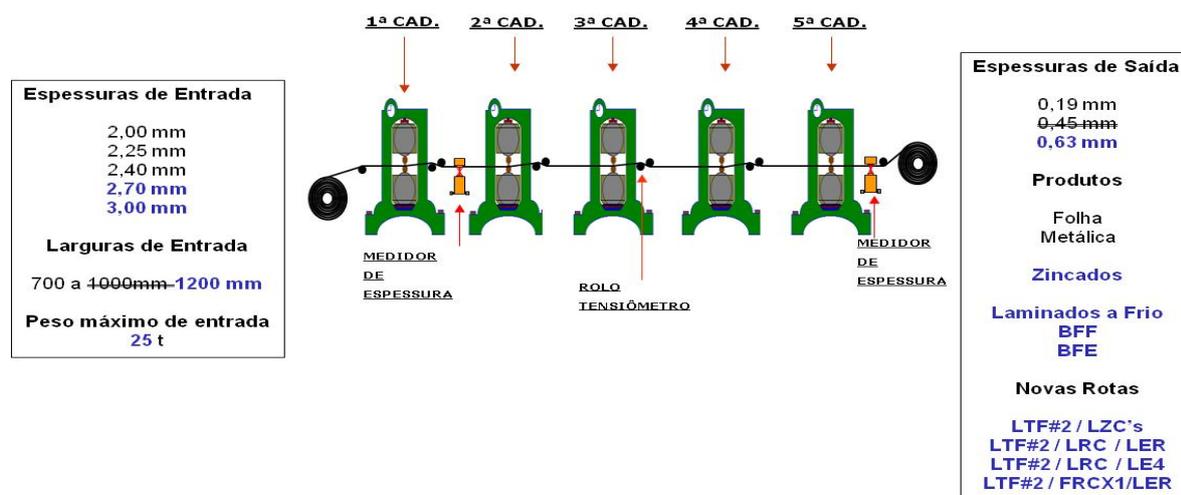


Figura 7: Nova configuração de processo do LTF#2 em Agosto/2010.

A Figura 8 apresenta o fluxo expandido de produção a partir do Laminador de Tiras a Frio 2.

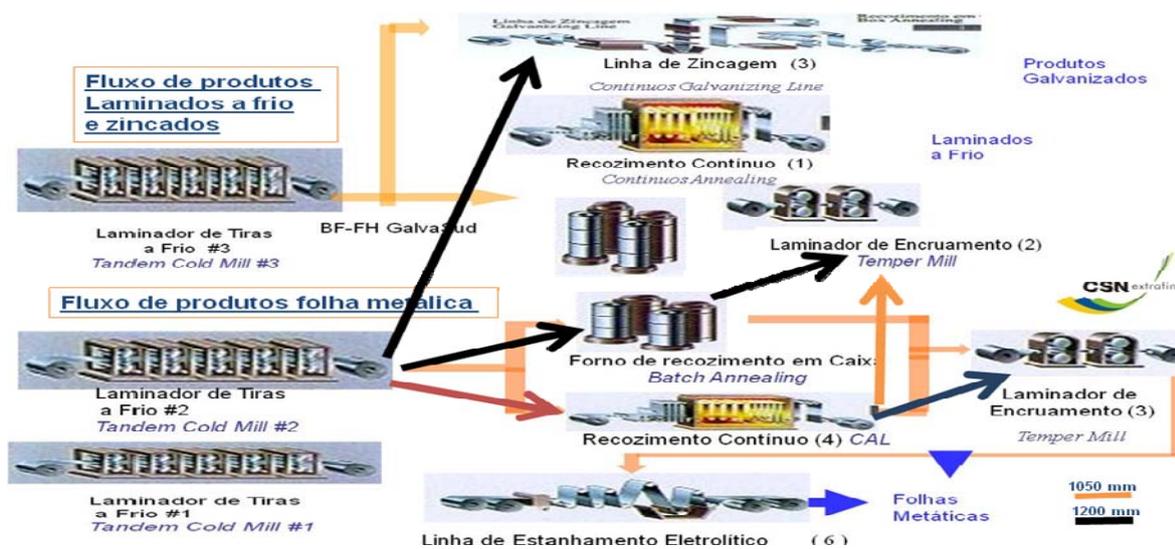


Figura 8: Fluxo de processo expandido do LTF#2 em Agosto/2010.

Os ganhos financeiros do trabalho, em concordância com a ASSA, são apresentados em duas parcelas anuais (valores reais calculados), sendo:



Ganho com aumento real de disponibilidade de BFH – R\$ 7.200.000,00.
Ganho com aumento de espessura de BQD – R\$3.900.000,00
Total ano = R\$ 11.100.000,00 / Ano

Custo de implantação ano/2010 – 100.000,00 + 700.000,00 = R\$ 800.000,00.

Resultado 2010 = R\$ 10.300.000,00 – fase 3 e 4.

Resultado 2010 = R\$ 59.000.000,00 – fases 1, 2, 3 e 4.

Além disso, num exercício de projeção de aumento de disponibilidade futura, podemos afirmar que:

Ganho com aumento real de disponibilidade de BFH
300.600 t a mais no LTF#3 x R\$ 448,55 = R\$ 135.000.000,00/ano.
Ganho com aumento de espessura de BQD
26.904 t a mais de BQD x R\$ 448,55 = R\$ 12.000.000,00/ano.
Total = 147.000.000,00/ano

Além disso foram melhorados os itens tecnológicos (conhecimento) pela aplicação adequada de uma nova metodologia, a definição do processo adequado para novas dimensões obtendo produtos intermediários e finais adequados, a sustentabilidade devido a execução correta da 1ª vez, e os ganhos da inovação através da lei da inovação.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do processo no laminador de tiras a frio 2, possibilitou:

- A produção de atualmente 11 Mt/mês de materiais processados no LTF#3 no LTF#2;
- Disponibilizou capacidade para mais 25 Mt/mês no LTF#3 de full hard. Devido ao aumento de produtividade;
- Disponibilizou capacidade para mais 2,2 Mt/mês nas LDC's de material decapado. Devido ao aumento de produtividade;
- Ampliou o mix de produtos processados no LTF#2, saindo de uma patamar de 15.000 t/mês para 35.000 t/mês;
- Permitiu o desenvolvimento de outro produto da rota GGGL via rota GGFM, o material BFE (laminado a frio extra fino).

A aplicação das metodologias DMAIC / SCAMPER permitiu o atendimento dos resultados numa menor bateria de testes, atendendo a urgência deste desenvolvimento para um setor ameaçado de desabastecimento e consequente perda de mercado.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais pela colaboração neste trabalho aos profissionais de operação e manutenção da GLF, GLP, GRF, GDL, GRZ, GRX, GNR, GPD, GPP e GPR, sem os quais este trabalho não teria sido realizado.



REFERÊNCIAS

- 1 ITABORAY, S. G.; NASCIMENTO, W. C.; LORANDES, A. et all – Desenvolvimento de processo de material no Laminador de Tiras a Frio 2 para o Fluxo Zincado . Uma aplicação do método Seis Sigma – 65º Congresso da ABM, Rio de Janeiro: ABM, 2010.
- 2 ROTONDARO, R. G. (Coord.) – Seis sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo : Atlas, 2002.
- 3 ITABORAY, S. G; ALVES, G.; NASCIMENTO, W. C. - Aumento da produtividade média do LTQ#2, através do aumento de espessura média dos clientes internos da CSN – SETEC GGLQ, 2008.
- 4 MICHALKO, M. - Thinkertoys: A Handbook of Business Creativity For the 90s. Pag. 72 a 108, 2nd. Edition, Berkeley, Califórnia : Ten Speed Press, 1991