

# **ANÁLISE DOS ÍNDICES OPERACIONAIS DA RETÍFICA Nº. 3 PARA ATENDIMENTO À DEMANDA DE RETÍFICA DE CILINDROS DE TRABALHO DAS CADEIRAS F4, F5 E F6 DO TREM ACABADOR DO LTQ DA CST <sup>1</sup>**

**Estudo de capacidade e análise de indicadores de produtividade da retífica de cilindros Nº. 3**

*Bruno Bastos da Silva Murad <sup>2</sup>*

*Claudio Souza Bortolote <sup>3</sup>*

*José Almeida Simões <sup>4</sup>*

*José Geraldo de Carvalho <sup>5</sup>*

*Juliana de Souza Lima <sup>6</sup>*

## **Resumo**

Este projeto tem como objetivo conhecer e estabelecer a capacidade atual da Retífica nº. 3 da Oficina de Cilindros de Laminação da CST, como também, identificar as necessidades de demanda de cilindros de trabalho para atendimento aos planos de produção futuros. Os dados para a composição do estudo do sistema de manuseio e de produção da retífica nº. 3 da Oficina de Cilindros foram extraídos no período representativo de estabilidade operacional da retífica e do Laminador. Os tempos informados nos relatórios de acompanhamento foram formatados segundo a nomenclatura dos tempos-padrão, separados por tipo de ocorrência (trabalho, ajuste, operação, manutenção, preparação, ociosidade de operação, parada programada e funcionamento). Posteriormente, foram calculados os índices de controle e a capacidade atual de retífica de cilindros de trabalho. O estudo realizado permitiu avaliar o desempenho do sistema de manuseio e de produção da retífica de cilindros de trabalho das cadeiras F4, F5 e F6, identificando a composição dos tempos-padrão, tempos ociosos e de manutenção, além dos índices de funcionamento, de trabalho e de operação. Além disso, foram identificados os gargalos desse sistema para atender à demanda dos planos de produção, dando condições para subsidiar o apoio à tomada de decisão quanto à aquisição de uma nova máquina para retificação dos cilindros de trabalho.

**Palavras-chave:** Retífica; Capacidade; Demanda; Tempo-padrão.

<sup>1</sup> 42º Seminário de Laminação, 25 a 28 de outubro de 2005, Santos/SP - Brasil

<sup>2</sup> Especialista de Processos da Oficina de Cilindros, Divisão de Produção de Tiras a Quente - CST

<sup>3</sup> Analista Industrial, Divisão de Engenharia de Produção - CST

<sup>4</sup> Analista Industrial, Divisão de Engenharia de Produção - CST

<sup>5</sup> Gerente da Seção de Oficina de Cilindros, Divisão de Produção de Tiras a Quente - CST

<sup>6</sup> Analista Industrial, Divisão de Engenharia de Produção - CST

## 1 INTRODUÇÃO

Este projeto foi motivado pelo plano de produção do Laminador de Tiras a Quente da CST, que prevê um aumento de produção da ordem de 50% para os próximos 4 anos, partindo de 2,35 Mt BQ/ano em 2005, passando por 2,5 Mt BQ/ano em 2006 e atingindo uma produção máxima estimada de 4,0 Mt BQ/ano em 2009.

O aumento de produção do laminador, acarreta um acréscimo da demanda por cilindros retificados. Como setor de apoio ao laminador, a Oficina de Cilindros de Laminação do LTQ deve-se adequar aos diferentes cenários previstos no plano de produção. Portanto, a verificação da capacidade atual da retífica nº 3 torna-se fundamental para se fazer frente ao aumento da demanda de retífica de cilindros de laminação.

Fazem parte do escopo do estudo apenas os cilindros das cadeiras de laminação F4, F5 e F6.

## 2 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO

Para a elaboração e estruturação do projeto foram considerados os seguintes itens relevantes:

- Os dados utilizados para a composição do estudo foram levantados no período de estabilidade de produção, após o “rating up” da retífica de cilindros n.º 3;
- Foram utilizadas amostras de tempos de máquina de um período de 31 dias, referentes aos dias compreendidos entre 01/09 e 30/09/2004;
- O plano de produção, conforme o gráfico da Figura 1;

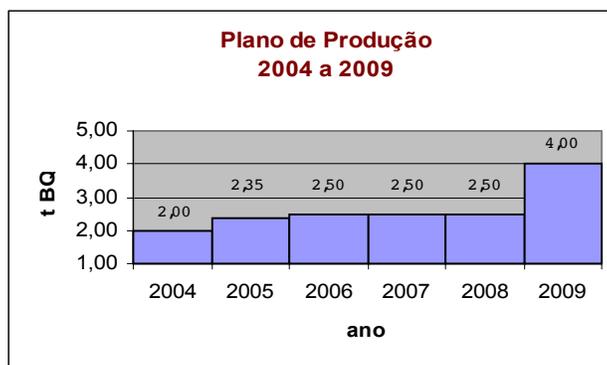
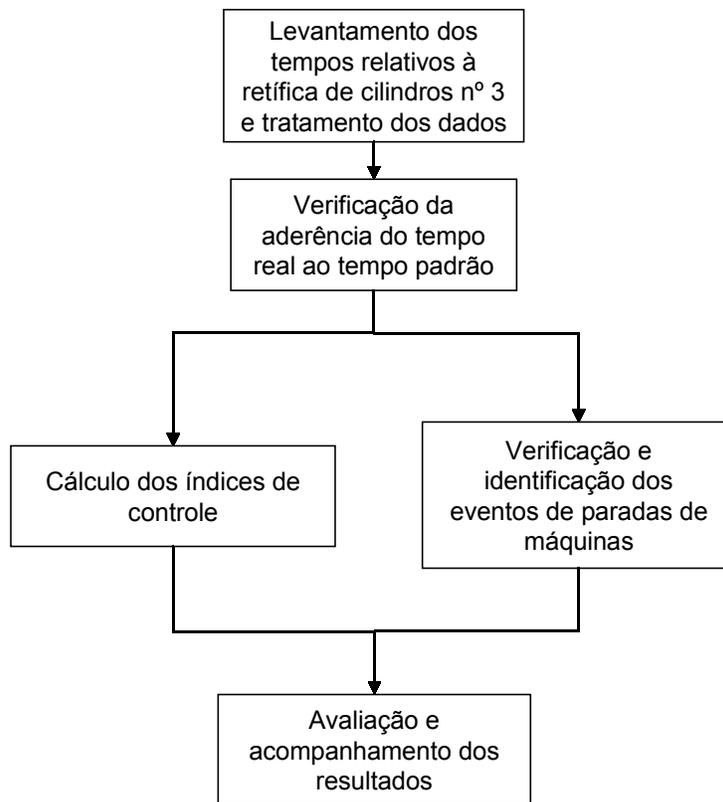


Figura 1. Plano de produção do laminador

- O tamanho médio de instrução de laminação de 1.300 t (atual).

## 3 METODOLOGIA

Para a realização do estudo foram empregadas algumas técnicas de engenharia de produção relacionadas a estudos de tempos e métodos e a ferramentas de verificação e controle. A seqüência lógica na qual o trabalho foi estruturado e desenvolvido segue as etapas do fluxograma apresentado na Figura 2.



**Figura 2.** Estrutura do projeto.

### 3.1 Levantamento dos Tempos de Operação e Tratamento dos Dados

Os tempos reais da retífica n.º 3 foram obtidos a partir dos Diários de Retífica utilizados no controle das operações de retificação dos cilindros. Nestes relatórios são informados, pela operação, o número de cilindros retificados, a profundidade de corte, o diâmetro inicial e final do rebolo, os tipos de testes realizados, bem como os tempos em minutos de “set up”, de retificação e de paradas de máquina (manutenção corretiva, manutenção preventiva, limpeza e outros).

De posse desses dados, a etapa seguinte foi o tratamento em planilha eletrônica dos dados referentes aos tempos relacionados à operação da máquina. Conforme descrito anteriormente no item 2, foram considerados os dados registrados entre os dias 01/09 e 30/10/05, num total de 30 dias trabalhados, sendo o regime de trabalho na operação das retíficas de 24 horas com dois turnos de 12 horas. Totalizando-se, assim, um tempo calendário de 43.200 minutos.

O resultado deste trabalho de tratamento, seleção e compilação dos dados são apresentados na Figura 3, onde estão representados todos os tempos relacionados à retificação de cilindros de trabalho da retífica n.º 3.

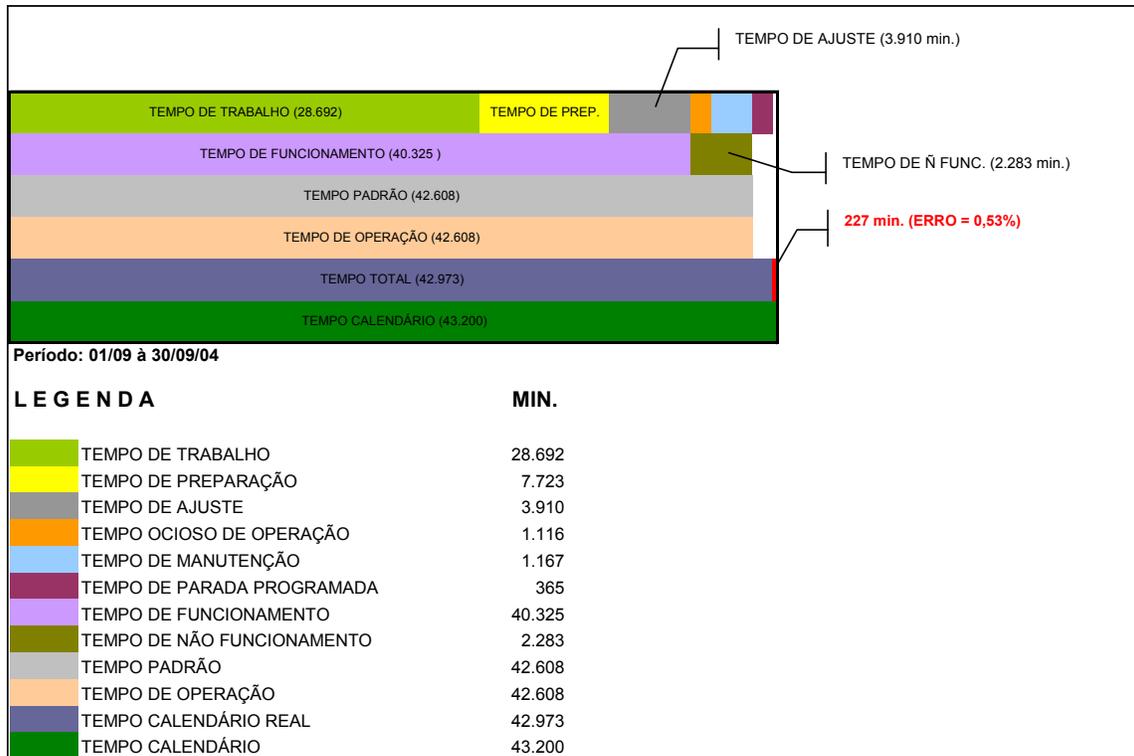


Figura 3. Tempos de operação da retífica n.º 3

### 3.2 Verificação da Aderência do Tempo Real ao Tempo Padrão

Após a classificação e totalização dos tempos relacionados à retífica n.º 3, foi necessário uma etapa de verificação da aderência entre os tempos reais registrados e o tempo de padrão de retificação definido para esta operação.

Para a verificação da aderência foi utilizado o método de análise de Pareto, que consiste em apresentar graficamente por ordem de importância, a contribuição de cada item para o efeito total. O Método de Pareto baseia-se no princípio de que muitas vezes apenas alguns itens são responsáveis pela maior parte do efeito.

Este efeito pode ser observado no gráfico da Figura 4, conforme aplicação do Método de Pareto para os tempos de retificação de cilindros.

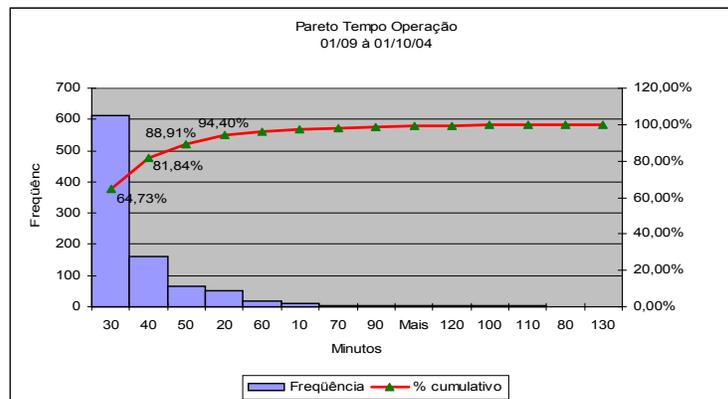


Figura 4. Pareto do tempo de operação

A aderência dos tempos de operação realizados e o tempo padrão de retífica de cilindros, fornecido pelo fabricante da máquina, podem ser verificados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tabela de verificação de aderência

TEMPO PADRÃO DE RETÍFICA				32 minutos
INTERVALOS	MÉDIA	FREQ.	TOTAL AMOSTRAS	%
20-35	27,5	712	945	75%
20-40	30,0	775		82%

### 3.2.1 Cálculo dos índices de controle

Com a constatação de que os dados apurados possuem um razoável nível de certeza, podemos dessa forma, calcular os índices de controle para a retífica nº 3 com segurança.

**Tabela 2.** Critério de tempos de máquina

Item	Tempo	Descrição	Tempo (minutos)
1.1	Tempo de Trabalho	máquina operando	28.692
1.2	Tempo de Preparação	manuseio inicial e final	7.723
1.3	Tempo de Ajuste	preparação, limpeza e outros	2.072
1.4	Tempo Ocioso de Operação	interferências de equipamentos	2.954
1.5	Tempo de Manutenção	manut. mec./elétr.	1.167
1.6	Tempo de Folga de Pessoal (1)	almoço, troca turno, RDS, outros	0
1.7	Tempo de Parada Programada	parada programada	365
1.8	Tempo Calendário Real		<b>42.973</b>
1.9	Tempo Calendário		<b>43.200</b>

(1) Equipe dimensionada para revesamento

Considerando-se o critério de tempos de máquina, relacionados na Tabela 2, são calculados os índices de controle de equipamentos: índice de operação (IO), índice de funcionamento (IF) e o índice de trabalho (IT).

A descrição das fórmulas e o resultado obtido encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3.** Índices de controle de equipamentos

Item	Indicadores	Fórmula	%
3.5.1	Índice de Operação	$(1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6) / 1.8$	99,2%
3.5.2	Índice de Funcionamento	$(1.1+1.2+1.3) / (1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6)$	<b>94,6%</b>
3.5.3	Índice de Trabalho	$1.1 / (1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6)$	67,3%

### 3.2.2 Verificação e identificação dos eventos de paradas de máquinas

Foram analisados, utilizando-se também o Método de Pareto, os tempos dos eventos de paradas de máquina, conforme apresentado no gráfico da Figura 5. A partir da análise do gráfico de Pareto foi possível identificar quais os eventos de parada de máquina mais causavam impacto no índice de funcionamento (IF) da

retífica n.º 3 e assim, traçar um plano de ação para a redução destes eventos indesejáveis.

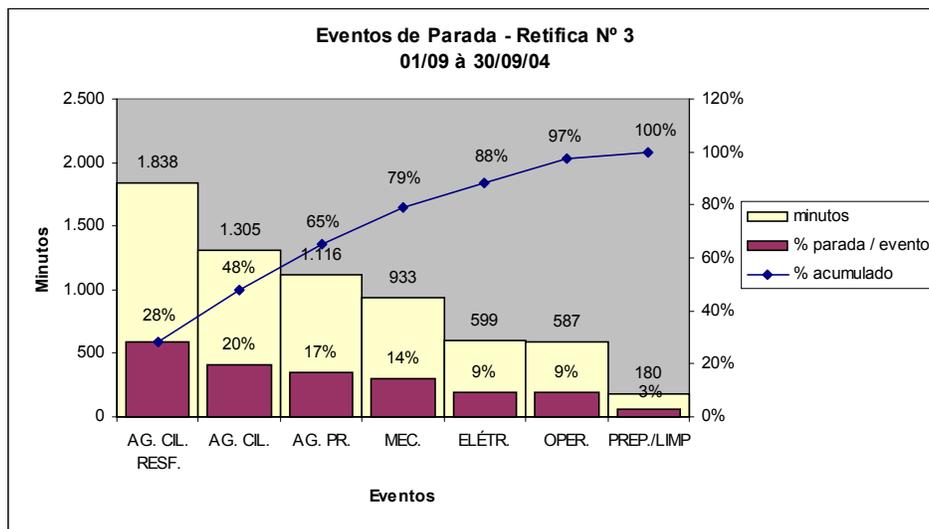


Figura 5. Eventos de paradas de máquina.

### 3.3 Avaliação dos Resultados

#### 3.3.1 Capacidade da retífica n.º 3 para atendimento a demanda de cilindros

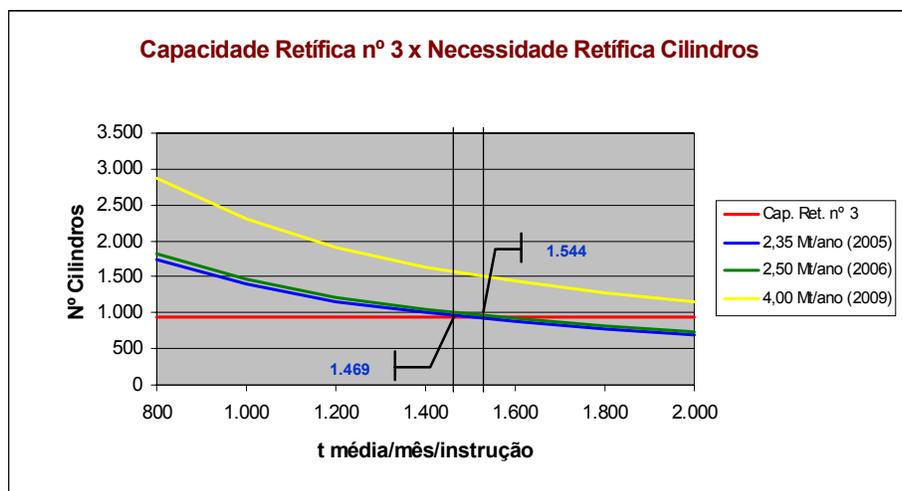
Considerando o índice de funcionamento (IF) da retífica n.º 3 obtido no item 3.2.1 da Tabela 3, pode-se constatar que existe um déficit de atendimento na retificação de cilindros das cadeiras de laminação F4, F5 e F6 a partir do ano de 2005, já que a capacidade máxima de produção, no caso desta retífica, é de *950 cilindros por mês* (ver Tabela 4).

Tabela 4. Déficit de retificação de cilindros das cadeiras F4, F5 e F6

Situação	Plano Produção (t/mês)	Índice Func. da Máquina (%)	Capacidade de Retífica / Mês (nº cilindros)	Necessidade Cilindros	
Atual (2004)	175.000	94,6%	950	929	21
2005	202.200	94,6%	950	1.073	(123)
2006	212.600	94,6%	950	1.128	(178)
2009	333.000	94,6%	950	1.767	(817)

Na Tabela 4 o déficit de cilindros retificados foi calculado com base no tamanho médio de instrução de laminação de 1.300 t.

Numa outra situação, quando se faz variar o tamanho da instrução de laminação, são geradas as curvas de demanda de cilindros para os planos de produção dos anos de 2005, 2006 e 2009, como pode ser observado no gráfico da Figura 6.



**Figura 6.** Demanda de cilindros retificados.

Este resultado reforça o déficit de atendimento de cilindros retificados e ainda, sinaliza que, caso nenhuma ação efetiva seja tomada, as instruções de laminação deverão aumentar para que a demanda de cilindros para retificação diminua, ou seja, para atendimento aos planos de produção de 2005 e 2006, os tamanhos das instruções deverão passar da média atual de 1300 t para 1.470 t e 1.550 t, respectivamente.

### 3.3.2 Eventos de paradas de máquina

Após a identificação dos eventos de parada de máquina, foram selecionados aqueles que causavam maior impacto no processo de retificação, e que eram passíveis de alguma ação concreta para a sua redução e até mesmo sua eliminação. A seguir são descritos alguns exemplos destes eventos e suas respectivas ações principais:

- MANUTENÇÃO ELÉTRICA  
Ação: atualização de software de operação das retíficas da oficina
- AGUARDANDO PONTE ROLANTE  
Ação: relocação da ponte 52-PR-31 com aumento de capacidade.

## 4 CONCLUSÃO

As etapas de elaboração do projeto e os resultados obtidos anteriormente, serviram de subsídio à tomada de decisão, tendo como principais ações os itens descritos abaixo:

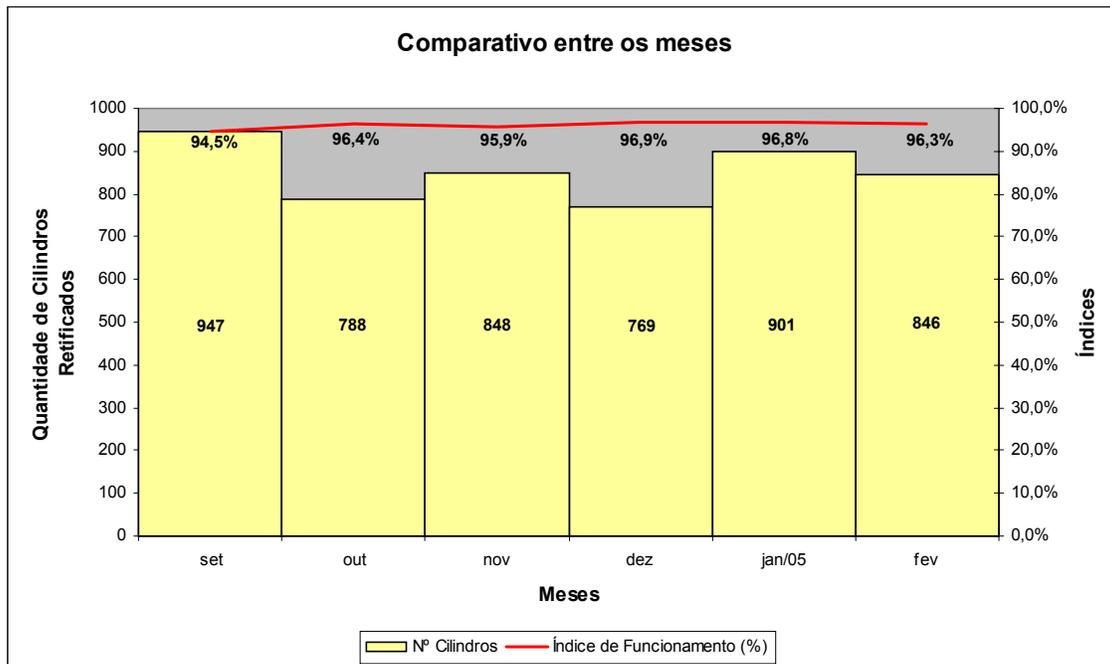
- ✓ Aquisição de uma nova retífica para atendimento a demanda de cilindros para os planos de produção de 2005 e 2006. Os indicadores de análise financeira, obtidos para auxílio à decisão de compra, são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Indicadores financeiros

VPL (US\$ x 10 <sup>3</sup> )	TIR	PAY BACK
20,343	74%	1,8 ano

- ✓ Elaboração de projeto, já em andamento, para estabelecimento da capacidade da oficina de cilindros para atendimento ao plano de produção de 4,0 Mt/ano de BQ, previsto para 2009.

Também foi possível observar, como resultado dos planos de ação implementados, para os eventos de parada de máquina, um sensível aumento no índice de funcionamento (IF) da retífica n.º 3 de dois pontos percentuais (ver gráfico da Figura 7).



**Figura 7.** Acompanhamento dos índices de funcionamento

## Agradecimentos

José Almeida Simões  
 Juliana de Souza Lima  
 Bruno Bastos da Silva Murad  
 José Geraldo de Carvalho  
 Valker Macedo Nascimento  
 Romulo Martin Lang  
 Milton Barcellos Filho  
 Ranieri Ferreira Costa

## REFERÊNCIAS

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

# ANALYSIS OF OPERATIONAL INDICATORS OF ROLL GRINDER #3 REGARDING THE ROLL SUPPLYING FOR STANDS F4, F5 AND F6 IN THE CST'S HSM FINISHING MILL<sup>1</sup>

Capacity and indicators analysis study of the roll grinder #3 productivity

*Bruno Bastos da Silva Murad<sup>2</sup>*

*Claudio Souza Bortolote<sup>3</sup>*

*José Almeida Simões<sup>4</sup>*

*José Geraldo de Carvalho<sup>5</sup>*

*Juliana de Souza Lima<sup>6</sup>*

## Abstract

The objective of this project is to identify the actual capacity of the roll grinder # 3 at the CST's Roll Shop and to define the roll demand concerning the future production plans. The production and management data were collected during a representative period of stable operation of the roll grinder #3 and the rolling process as well. The resulting figures were rearranged in accord to the standard time nomenclature and gathered in groups regarding the occurrence type (work, grinder setup, operation, maintenance, operation idleness, programmed halt and functioning). Based on these data, the roll grinder capacity and its control parameters were finally calculated. By identifying the standard time composition and the operational and idleness indexes, this study allowed a detailed evaluation of the roll grinder #3's capacity. Furthermore, it was also possible to foresee the process bottlenecks in order to attend the demand for work rolls in the future plans and to support the decisions related to the acquisition of new equipments.

**Key word:** Grinder; Capacity; Demand; Standard time.

<sup>1</sup> 42<sup>nd</sup> Rolling Mill Seminar, october 2005, 25<sup>th</sup> until 28<sup>th</sup>, Santos/SP - Brazil

<sup>2</sup> Roll Shop Process Engineer, Hot Strip Mill Division - CST

<sup>3</sup> Industrial Analyst, Production Engineering Division - CST

<sup>4</sup> Industrial Analyst, Production Engineering Division - CST

<sup>5</sup> Roll Shop Manager, Hot Strip Mill Division - CST

<sup>6</sup> Industrial Analyst, Production Engineering Division - CST