

# REDUÇÃO E CONTROLE DAS OCORRÊNCIAS DE OXIDAÇÃO EM LAMINADOS A FRIO DA COSIPA<sup>(01)</sup>

Carlos Thadeu de Avila Pires <sup>(02)</sup>  
Jackson Soares de Souza Reis <sup>(03)</sup>  
José Eduardo Pereira <sup>(04)</sup>  
José Valdir Amorim Dantas <sup>(05)</sup>  
Luiz Simões Curado <sup>(06)</sup>  
Marcelo Magalhães Perreira <sup>(07)</sup>  
Nelson Capiotto <sup>(08)</sup>  
Paulo César Faria Marques <sup>(09)</sup>  
Vitor Caio de Almeida <sup>(10)</sup>

**Resumo:** A ocorrência do defeito oxidação em laminados ferrosos a frio não revestidos apresenta-se como um grande desafio para a maioria dos produtores mundiais de aços planos. Motivada por este fato, a Companhia Siderúrgica Paulista – COSIPA – criou, em maio de 2001, um grupo de trabalho multidisciplinar, com o objetivo de estudar e propor soluções para este problema. No desenvolvimento do trabalho foi utilizada a metodologia MASP - Método de Análise e Solução de Problemas - objetivando a caracterização e o estudo dos tipos de corrosão provenientes de cada fase do processo. Foram evidenciadas e convertidas em projetos, 64 possibilidades de melhoria, incluindo parcerias com a Universidade de São Paulo – USP e o Instituto de Pesquisa Tecnológico – IPT. O resultado deste trabalho levou a COSIPA à excelência no controle e redução das ocorrências de oxidação em laminados a frio não revestidos, conseguindo-se assim um produto de alto nível de qualidade superficial.

Palavras Chaves: oxidação – laminados a frio - qualidade

---

<sup>(01)</sup> Trabalho apresentado no 41º Seminário de Laminação – ABM, Produtos e Processos – Laminados e Revestidos, 26 a 28 de outubro de 2004 - Joinville – SC.

<sup>(02)</sup> Engenheiro Eletricista, Consultor Técnico da Laminação a Frio da COSIPA.

<sup>(03)</sup> Engenheiro Metalurgista, Gerente Suporte Técnico Laminação a Frio da COSIPA.

<sup>(04)</sup> Engenheiro Metalurgista, Consultor Técnico da Laminação a Frio da COSIPA.

<sup>(05)</sup> Técnico Metalurgia, Assistente de Operação da Laminação a Frio da COSIPA.

<sup>(06)</sup> Engenheiro Metalurgista, Analista de Produto do Controle Integrado da COSIPA.

<sup>(07)</sup> Engenheiro Metalurgista, Gerente do Laminador de Tiras a Frio da COSIPA.

<sup>(08)</sup> Engenheiro Químico, Analista de Produto do Controle Integrado da COSIPA.

<sup>(09)</sup> Engenheiro Metalurgista, Superintendente da Laminação a Frio da COSIPA.

<sup>(10)</sup> Engenheiro Eletricista, Assistente de Operação Laminação a Frio da COSIPA.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Histórico

A superintendência de laminação a frio da COSIPA é composta por:

- duas decapagens do tipo contínua clorídrica,
- um laminador a frio de quatro cadeiras,
- um recozimento com 163 bases, sendo 145 bases com atmosfera HN e 18 bases com atmosfera 100% hidrogênio,
- dois laminadores de encruamento,
- duas linhas de inspeção,
- duas linhas de tesoura a frio,
- Quatro prensas de corte em blanks.

Esta planta é responsável pela produção de 1.200.00 toneladas anuais de laminados a frio não revestidos.

## 1.2 Características do produto

A COSIPA fornece materiais laminados a frio com as seguintes características:

- Dimensões:
  - Espessura de 0,38mm a 3,00mm.
  - Largura de 600mm a 1600mm.
- Limpeza superficial:
  - Comum, com refletância até 90%.
  - Limpo, com refletância de 90% a 95%.
  - Extra limpo, com refletância de 95% a 100%.
- Rugosidade:
  - Brilhante ( $< 0,6 \mu\text{RA}$ )
  - Fosco ( $>0,7\mu\text{RA}$  e  $<1,85 \mu\text{RA}$ )
- Proteção contra oxidação:
  - Base Oleosa.
  - Base Solvente.
  - Auto volátil.
  - DOS.
  - Encruamento Úmido.

Quinze por cento da produção total de laminados a frio da COSIPA é destinada à fabricação de recipientes e embalagens. Este processo de fabricação exige alto nível de limpeza superficial, possuindo, portanto, procedimentos específicos em cada etapa da Laminação a Frio. Clientes destes materiais normalmente não possuem linhas de desengraxe, assim sendo, nestes casos, durante o fornecimento sem aplicação de óleo protetivo poderá ocorrer o fenômeno da oxidação.

## 1.3 Conceito de corrosão

Corrosão consiste na deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio. Ao se considerar o emprego de materiais na construção de equipamentos ou instalações é necessário que estes resistam à ação do meio

corrosivo, além de apresentar propriedades mecânicas suficientes e características de fabricação adequadas.

A corrosão pode incidir sobre diversos tipos de materiais, sejam metálicos, como o aço ou as ligas de cobre, ou não metálicos, como plásticos, cerâmicas ou concreto. A ênfase aqui descrita será sobre a corrosão dos materiais metálicos.

Dependendo do tipo de ação do meio corrosivo sobre o material, os processos corrosivos podem ser classificados em dois grandes grupos:

- **Corrosão Eletroquímica;**

Os processos de corrosão eletroquímica são mais freqüentes na natureza, e se caracterizam basicamente por:

- Presença de água no estado líquido;
- Temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água;
- Formação de uma pilha ou célula de corrosão, com a circulação de elétrons na superfície metálica.

Nos processos de corrosão, os metais reagem com os elementos não metálicos presentes no meio, O<sub>2</sub>, S, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> entre outros, produzindo compostos semelhantes aos encontrados na natureza, dos quais foram extraídos. Nestes casos, a corrosão corresponde ao inverso dos processos metalúrgicos. Ver figura 1.

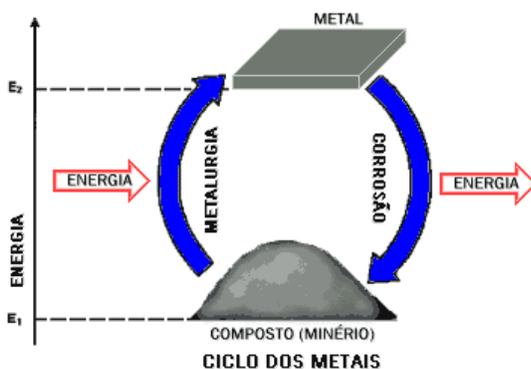


Figura 1.- Ciclo dos metais.

O aparecimento das pilhas de corrosão é conseqüência de um diferencial de potencial de eletrodos diferentes, em dois pontos da superfície metálica. Um conceito importante aplicável às pilhas de corrosão é o da reação de oxidação e redução. As reações da corrosão eletroquímica envolvem sempre reações de oxirredução. Na área anódica, onde se processa a corrosão, ocorrem reações de oxidação, sendo a principal a de passagem do metal da forma reduzida para a forma iônica.

- **Corrosão Química.**

Os processos de corrosão química são denominados corrosão ou oxidação em altas temperaturas. Estes processos são menos freqüentes na natureza, envolvendo operações onde as temperaturas são elevadas. Tais processos corrosivos se caracterizam basicamente por:

- Ausência da água em estado líquido;

- Temperaturas elevadas, sempre acima do ponto de orvalho da água;
- Interação direta entre o metal e o meio corrosivo.

Como na corrosão química não se necessita de água em estado líquido, ela também é denominada em meio não aquoso ou corrosão seca.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Com o atual aumento da demanda do mercado por materiais com altas exigências de limpeza superficial e redução da película de óleo protetora, fatores estes que contribuem para o aparecimento de oxidação, foi necessário o desenvolvimento de vários estudos para atender ao mercado. Foram utilizadas técnicas de PDCA e MASP – Método de Análise e Solução de problemas, com enfoque multidisciplinar, contendo os seguintes tópicos:

- Caracterização do problema.
- Observação da situação.
- Plano de ação.
- Verificação dos resultados.
- Padronização operacional.

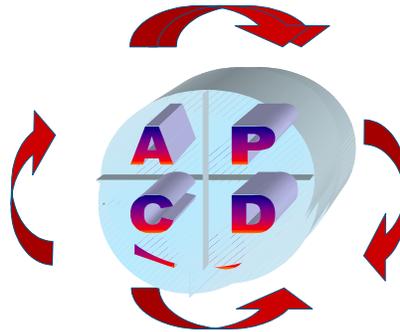


Figura 2 – Ciclo do PDCA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO DEFEITO

- Oxidação do tipo “Pontos”

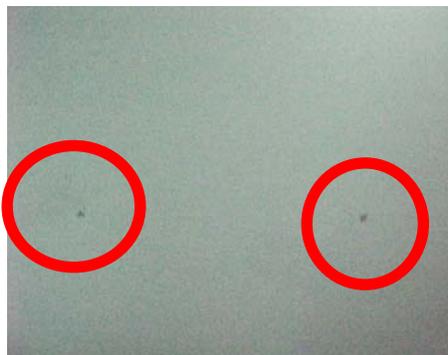


Figura 3 – Característica do defeito oxidação tipo “Pontos”

Causas prováveis:

- Tempo de estocagem;

- Qualidade do ar de secagem nos Laminadores;
- Falha no oleamento;
- Condições ambientais (umidade, cloreto, pó, etc.);
- Deficiência na embalagem do material;
- Condensação do ar durante transporte.

- **Oxidação em “Manchas”**

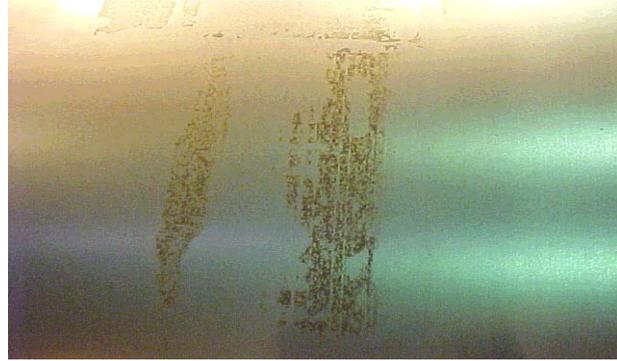


Figura 4 e 5 Característica do defeito oxidação em manchas

Causas prováveis:

- Passagem de solução nos laminadores;
- Gotejamento de água na saída dos laminadores;
- Sujeira no laminador de encruamento;
- Material molhado durante o transporte;
- Falhas de oleamento.

## 2.2. OBSERVAÇÃO DA SITUAÇÃO

- **Reclamações de clientes**

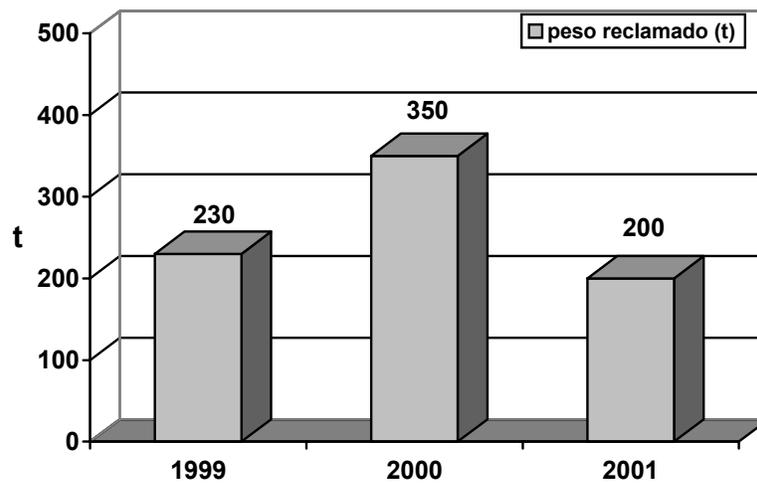


Gráfico 1 – Reclamação de cliente

- **Desvios internos**

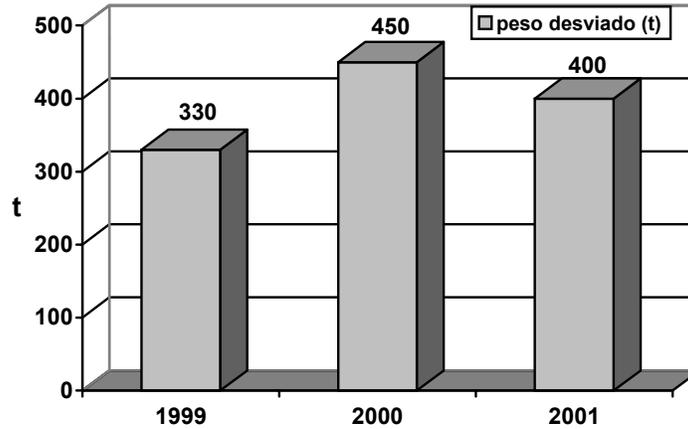
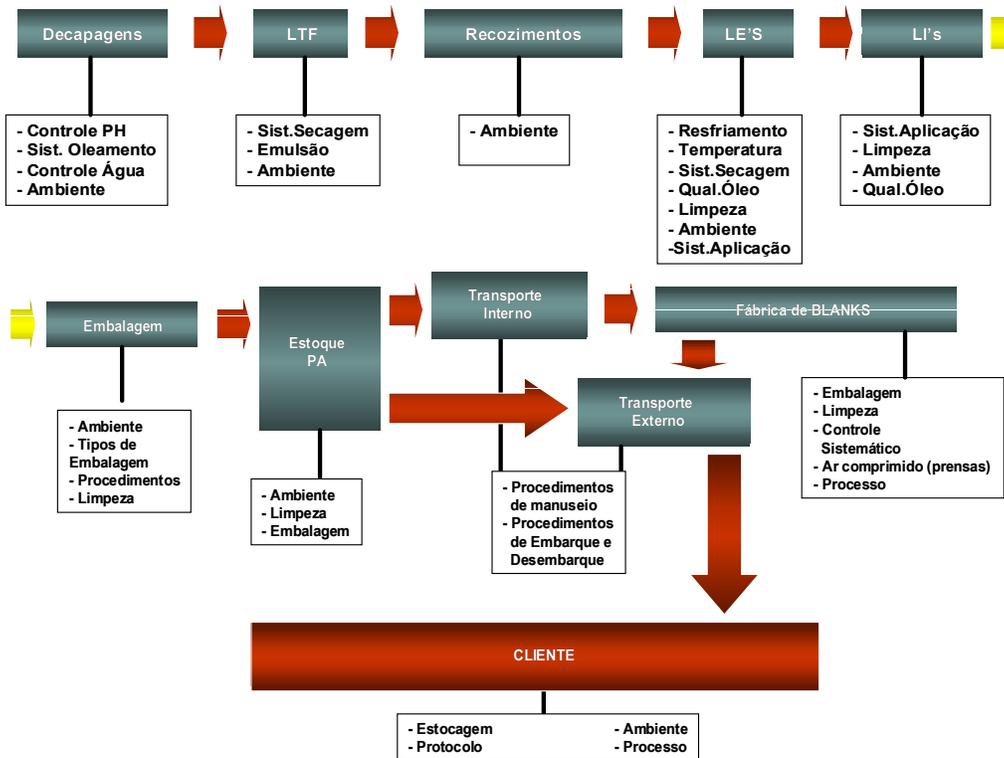


Gráfico 2 – Desvio interno

### 2.3 PLANO DE AÇÃO

- **Análise do processo**

Foi feito a análise de cada etapa do processo na Laminação a Frio que poderia influenciar na ocorrência do defeito “Oxidação”.



Fluxograma 1- Processo x causas de oxidação

## 2.4 DIAGRAMA CAUSA – EFEITO

Verificamos então todas as variáveis de processo, e elegemos as variáveis que tinham alta correlação com as ocorrências de oxidação.

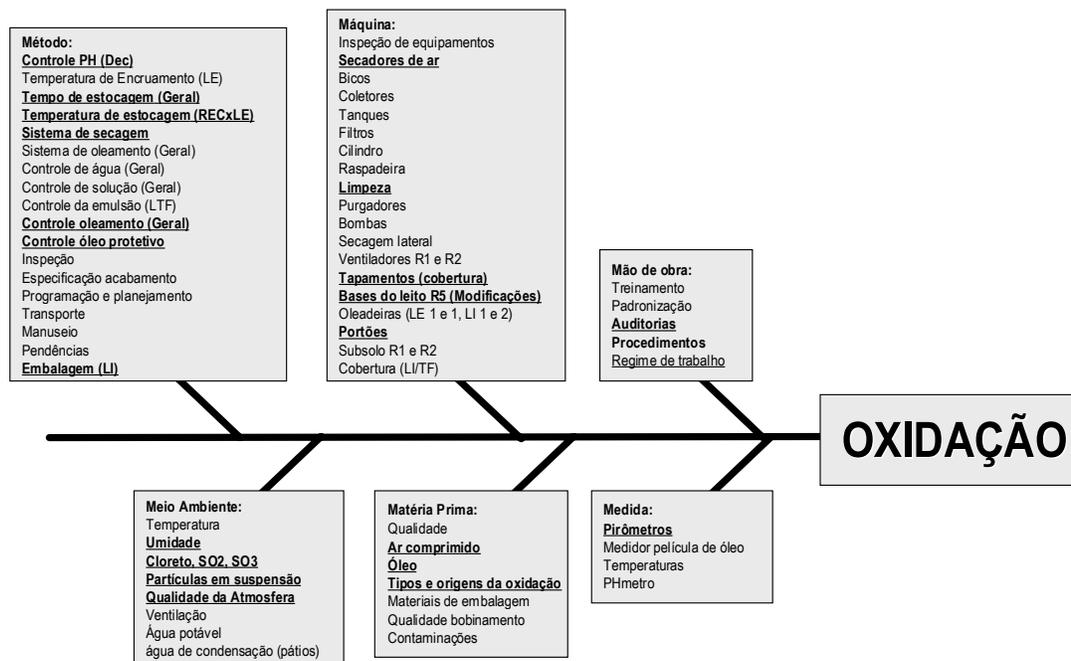


Figura 6 – Espinha de peixe

## 2.5 PLANO DE AÇÃO

A partir da análise das causas que contribuíam para as ocorrências de oxidação, iniciamos um plano de ação, contemplando 64 projetos com os seguintes tópicos:

- Meio ambiente
- Agente protetivo
- Agente agressivo
- Informação e controle
- Processo
- Tratamento de ar comprimido
- Estudo e desenvolvimento

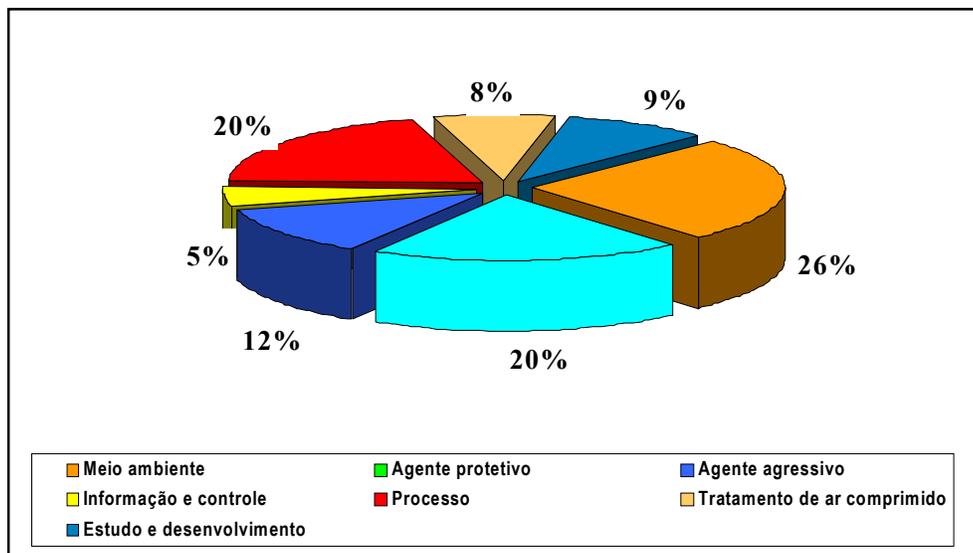


Gráfico 3 – Tópicos de ação

Como exemplo, um dos trabalhos desenvolvidos com o objetivo de prevenir ocorrências de oxidação e auxiliar no estudo das ocorrências do defeito, foi implementado, em parceria com o IPT, um sistema de monitoramento on-line das variáveis influentes, como a temperatura, a umidade, e o ponto de orvalho.

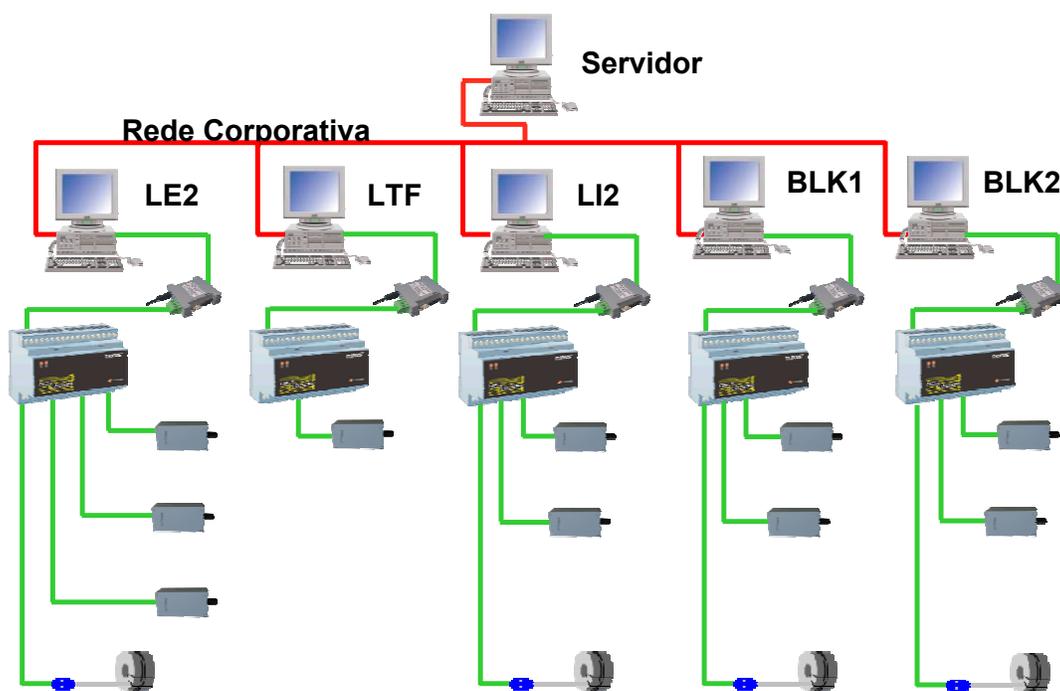


Figura 7 – Arquitetura do sistema de monitoramento

### 3. RESULTADOS

- **Reclamações de clientes**

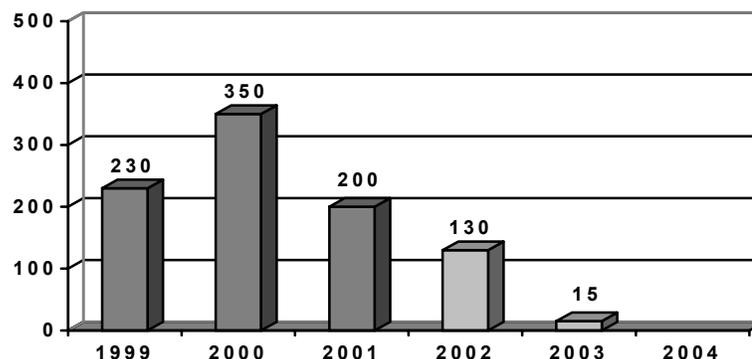


Gráfico 4 – Reclamação de clientes

- **Desvios internos**

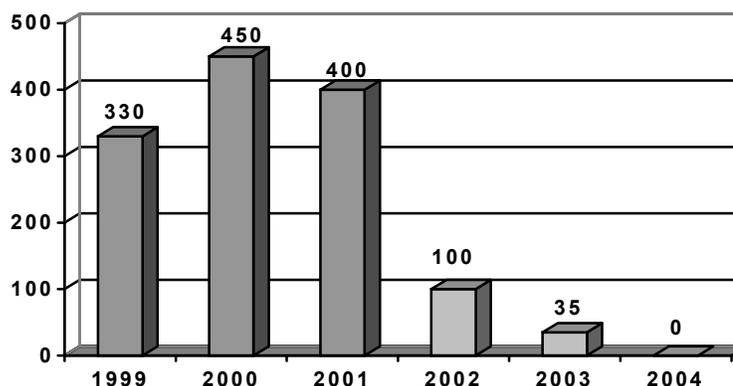


Gráfico 5 – Desvio interno

### 7. CONCLUSÕES

Procurando manter uma visão de mercado voltada para a qualidade, a COSIPA, através do trabalho de um grupo multi-disciplinar, conseguiu atingir o objetivo de produzir um material de elevado nível de qualidade, satisfazendo seus clientes. Como resultado conseguiu-se controlar as ocorrências de oxidação e minimizar a película protetiva aplicada à tira, possibilitando assim a eliminação da etapa de desengraxe dos processos posteriores. Isto resultou, para os clientes COSIPA, na otimização de processos e redução de custos de produção. Ficou evidenciado assim que a parceria industria, centros de pesquisa, universidades, clientes e fornecedores é a maneira mais eficaz para melhorar o nível de qualidade e desenvolvimento de novos produtos.

### 8. Referência bibliográficas:

1. ABRACO – Associação brasileira de corrosão –, **Definição de corrosão.** ([www.abracobrasil.com.br](http://www.abracobrasil.com.br))

## **CONTROL AND REDUCTION OF RUSTING OCURRENCES IN COLD ROLLED UNCOATED STEEL FLAT PRODUCTS<sup>(01)</sup>**

**Abstract:** The rusting defect in cold rolled uncoated steel products has been one of the greatest challenge for the majority of flat steel manufactures. Based on this fact, Companhia Siderurgica Paulista – COSIPA – established, in may of 2001, a multi-expertise workgroup to study the occurrences and revert the problem. During the develoment of the work, it was employed also the analysis and problem-solving method, aiming the characterization and study of rusting types derived during each phase of the process. It was detected and implemented 64 projects, including a partnership with Universidade de São Paulo – USP and Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. The result of this wide attempt led COSIPA to get the excellence on control and reduction on rusting ocurrences in cold rolled uncoated steel products, so providing a high level of quality product.

Key words: rusting – rolling mills - quality