

# APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO NA REDUÇÃO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DOS CONVERTEDORES DA ACIARIA DA CST <sup>(1)</sup>

Adilson Luiz Diesel <sup>(2)</sup>  
Luciana Corrêa Magalhães <sup>(3)</sup>

## Resumo

O trabalho consistiu no estudo e identificação das principais variáveis do processo de produção de aço e do sistema de lavagem dos gases tipo venturi que poderiam influenciar as emissões de material particulado nas chaminés dos Convertedores LD da CST.

Através de análise estatística das principais variáveis do sistema foi desenvolvido um modelo matemático que foi aplicado e proporcionou uma redução significativa das emissões atmosféricas dos convertedores. A partir da aplicação do modelo matemático foi possível conhecer adequadamente o processo e atuar no controle das variáveis que mais influenciavam os resultados dos monitores contínuos de material particulado, obtendo-se uma redução de mais de 30 % das emissões dos convertedores LD da Aciaria.

Palavras Chave: variáveis; modelo matemático; material particulado.

---

(1) Contribuição Técnica ao XXXV Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais - Salvador - Bahia - 17 a 19 de Maio de 2004.

(2) Eng<sup>o</sup> Químico e Especialista Sênior em Engenharia Ambiental da CST

(3) Eng<sup>a</sup> Metalúrgica e Especialista em Engenharia Ambiental da CST

## **1. INTRODUÇÃO**

Acompanhando o notável avanço tecnológico dos equipamentos e sistemas de monitoramento ambiental nos últimos anos, especialmente o monitoramento contínuo de emissões de poluentes em chaminés (material particulado e gases), a Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST implantou em suas unidades produtivas um conjunto de monitores contínuos em suas chaminés para melhorar o controle de suas emissões atmosféricas.

Em função da implantação destes monitores contínuos de material particulado e gases nas chaminés, o controle das emissões atmosféricas no Sistema de Lavagem dos Convertedores LD da Aciaria, que anteriormente só era realizado em campanhas de 6 em 6 meses, através de medições isocinéticas manuais, passou a ser realizado minuto a minuto, ou seja, "on line". Esta drástica mudança permitiu conhecer de forma muito mais consistente como possíveis modificações no processo de produção de aço, como manutenções ou simplesmente por uma sistemática operacional diferenciada, poderiam afetar as concentrações dos poluentes nas chaminés e, conseqüentemente o impacto ambiental desta atividade.

A instalação dos monitores contínuos de material particulado permitiu reduzir as emissões de material particulado e gases em toda companhia, com ganhos ambientais notáveis e redução significativa de custos, fazendo com que o investimento tivesse um rápido retorno.

No entanto, como toda implantação de uma nova tecnologia, em determinadas unidades muitos questionamentos foram feitos em relação aos resultados dos monitores contínuos, e nestes casos, foi necessário comprovar que esta ferramenta de última geração de monitoramento ambiental poderia funcionar e muito bem, tanto no controle ambiental como no controle do processo de operação.

Neste trabalho, demonstra-se como foram comprovadas a eficiência e eficácia dos monitores contínuos de poluentes atmosféricos da CST, e como a utilização de ferramentas estatísticas e a aplicação de um modelo matemático, desenvolvido a partir da correlação entre os resultados dos monitores contínuos e as variáveis de processo e do sistema de controle ambiental, pode ser utilizado para reduzir emissões atmosféricas em chaminés.

Os excelentes resultados alcançados com a aplicação deste modelo matemático serão evidenciados no decorrer do trabalho.

## **2. OBJETIVOS E METODOLOGIA APLICADA**

O objetivo principal do trabalho foi o de estudar e identificar as principais variáveis de processo na produção do aço e do sistema de lavagem de gases da Aciaria da CST, que poderiam influenciar os resultados de material particulado, de forma a se poder explicar consistentemente as variações dos dados dos monitores contínuos das chaminés.

A metodologia utilizada para caracterizar o problema, definir as ações de planejamento, desenvolvimento, monitoramento, avaliação e as ações necessárias para solução do problema foi o conhecido PDCA que é de consagrada eficiência.

Em função do acompanhamento sistemático dos valores de material particulado obtidos pelos monitores contínuos instalados nas chaminés dos Lavadores de Gases da Aciaria, observou-se uma variabilidade grande dos resultados. Esta variabilidade não podia ser explicada, pois não se conhecia bem qual eram as variáveis que provocavam este descontrole. Para identificar estas variáveis e sua influência foi proposta a realização de uma pesquisa para identificar as variáveis que poderiam influenciar os resultados dos monitores contínuos. O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu em quatro etapas:

- ✓ Etapa 1: Identificação e definição das variáveis de processo e sistema de lavagem com influência nos resultados de material particulado;
- ✓ Etapa 2: Análise Estatística dos dados e desenvolvimento de um modelo matemático;
- ✓ Etapa 3: Testes de campo com alterações nas variáveis de processo e do sistema de lavagem de gases;
- ✓ Etapa 4: Aplicabilidade e Consolidação do modelo matemático e acompanhamento dos resultados.

### **3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

#### **3.1 Identificação e Definição das Variáveis e Coleta dos Dados**

A primeira parte de desenvolvimento da pesquisa foi verificar junto aos supervisores e técnicos da unidade quais as variáveis do processo que, segundo eles, poderiam influenciar nos resultados dos monitores contínuos de material particulado das chaminés e principalmente aquelas que apresentavam medição minuto a minuto. O passo seguinte seria adequar estes dados de forma que eles pudessem ser estudados estatisticamente e correlacionados com os resultados dos monitores contínuos, com o tempo de resposta de cada variável na mesma base de dados.

Como a base de dados das variáveis de processo estava em um sistema diferente (In-Touch) dos resultados dos monitores, foi necessário fazer programas específicos de coleta destes dados de forma a adequá-los ao uso em conjunto com os dados dos monitores contínuos.

Foram criados três programas computacionais para coleta dos dados e definidos o período de estudo inicial e o tempo de resposta, que foram:

- ✓ Período inicial de estudo: três meses;
- ✓ Tempo de resposta dos dados: um minuto.

A duração do período da pesquisa inicial foi definida para que se tivesse uma amostra de dados consistente, e para que se pudesse fazer uma correlação que indicasse as variáveis com maior influência sobre os resultados dos monitores contínuos, uma vez que seria impossível se trabalhar com 29 variáveis.

#### **3.2 Análise Estatística**

Com um banco de dados adequado das variáveis de processo e dos monitores contínuos, foi possível fazer um tratamento estatístico dos dados (testes de séries temporais, significância, regressão linear múltipla, etc...), onde se considerou como variável Independente os resultados dos monitores contínuos e como variáveis dependentes 29 variáveis do processo e sistema de lavagem.

Realizando-se regressão linear múltipla obteve-se um modelo matemático com um resultado pouco satisfatório, pois aconteceram ocorrências de muitos dados ruins (outliers), que foram eliminados, e mesmo assim a correlação obtida foi baixa. Após discussões com as equipes da Aciaria chegou-se à conclusão que algumas variáveis não apresentavam resultados confiáveis nas respostas minuto a minuto e que se deveriam utilizar dados das corridas que eram mais representativos.

Nesta etapa, com a compilação de 928 corridas, chegou-se a um resultado que nos deu o incentivo de continuar os estudos estatísticos, pois se obteve uma boa correlação com a separação de 15 variáveis, alcançando o valor de um R ajustado de 50 % no Convertedor 1 e de 66% no Convertedor 2, significando que podíamos explicar com aquelas variáveis 66 % dos resultados dos monitores contínuos. Destas quinze variáveis do processo, ficou claro nesta análise também, uma maior influência de cinco variáveis, e nestas que se aprofundaram os estudos estatísticos.

Com a definição das cinco variáveis do processo de maior influência nos resultados dos monitores contínuos, estas foram introduzidas no banco de dados de meio ambiente com o objetivo de facilitar as avaliações estatísticas.

Neste meio tempo, o convertedor 1 teve sua parada anual para manutenção e esta parada possibilitou a checagem de toda instrumentação das variáveis de processo e dos monitores contínuos para a garantia de dados confiáveis, e a partir de Fevereiro de 2003, iniciou-se o acompanhamento dos dados gerados.

Foi então que se obteve o primeiro modelo matemático - gráfico 1, com dados de todas as corridas de 01 a 05/Março, através da realização de Regressão Linear Múltipla, utilizando as cinco variáveis mais importantes e com uma correlação que podia ser considerada muito boa pelos estatísticos com um R ajustado = 73,8 %.

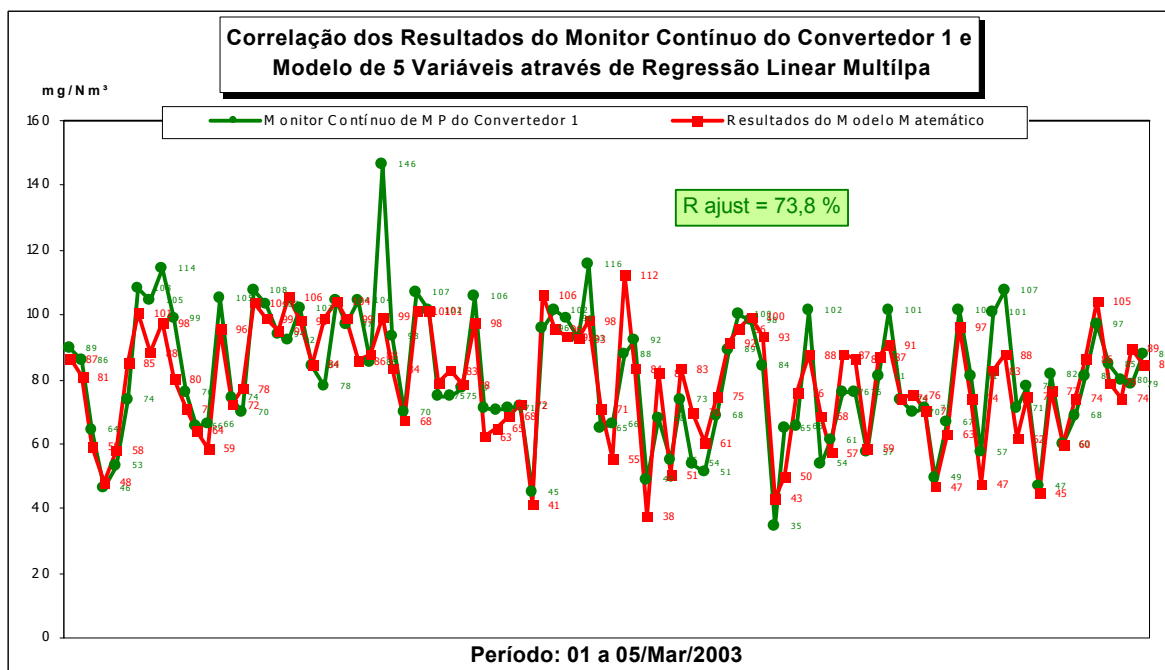


Gráfico 1: Resultado da primeira correlação com as variáveis mais importantes

Com a obtenção deste modelo matemático foram acertados testes de campo em que se poderiam simular condições de processo para verificar a resposta das variáveis e dos monitores contínuos.

### 3.3 Testes de campo com alterações nas variáveis

Esta fase de testes de campo começou em 06/Março/2003 com o acompanhamento do processo junto aos operadores da unidade e com a avaliação dos resultados em tempo real via sistema supervisorio de operação. Simulou-se condições operacionais de forma a se ter uma boa gama de variações nas respostas dos monitores contínuos e correlacioná-los com o comportamento das variáveis de processo.

Com a cooperação efetiva dos operadores nas modificações propostas, foi possível realizar testes em mais de 50 eventos. Com estes testes constatou-se a grande influência de uma das variáveis do processo (Pressão Diferencial do 2º DC), e que a princípio não era considerada de maior importância por especialistas da unidade. Para se ter uma idéia, esta variável, que para controle de operação deveria operar em uma faixa entre 1.700 a 1.900 mm, os testes comprovaram que, nesta faixa de operação, os resultados de material particulado dos monitores contínuos se situavam acima de 80 mg/Nm<sup>3</sup>, e quando, nos testes de campo, simulou-se corridas com valores da Pressão Diferencial do 2ºDC acima de 2.000 mm, os resultados se situavam abaixo de 60 mg/Nm<sup>3</sup> em média.

Neste momento, com os resultados promissores alcançados nos testes de campo, chegou-se a conclusão que as faixas de controle das variáveis de processo utilizadas deveriam ser modificadas e, foram então propostas novas faixas de controle, que são apresentadas na Tabela 1 abaixo:

<b>Faixas de Controle Operacional das Variáveis de Processo e Sistema de Lavagem de Gases dos Convertedores 1 e 2</b>		
<b>Variáveis de controle</b>	<b>Valores de set-point (até 15/Mar/2003)</b>	<b>Proposta pela Equipe de Pesquisa (após 15/Março/2003)</b>
PZero (mmCA)	- 2,0 a - 5,0	-1,0 a - 3,0
Pressão Diferencial 2º DC (mmCA)	1.700 a 1.900	> 2.000
Altura de Saia (mm)	450	< 300
Vazão de Água (m <sup>3</sup> /h)	630	610 a 630

Tabela 1: Faixas de Controle das Variáveis Significativas

Com o conhecimento dos resultados dos testes de campo e com a correlação obtida com o modelo matemático aplicado, os gerentes da unidade aprovaram de imediato as novas faixas de controle operacional das variáveis, e solicitaram aos supervisores que a partir daquele momento as novas faixas propostas fossem implementadas e que as mesmas deveriam ser seguidas à risca.

### 3.4 Aplicabilidade e Consolidação do Modelo Matemático

Com o reconhecimento e o apoio necessários continuou-se o acompanhamento dos resultados dos monitores contínuos e sua correlação com as variáveis de processo que mais influenciavam estes dados.

À medida que se obteve mais dados das corridas (médias de 16 minutos) e fazendo-se os estudos estatísticos propostos, os resultados de correlação tornavam-se cada vez consistentes. No entanto, quando foram obtidos dados suficientes de médias diárias para uma análise estatística adequada, estas foram utilizadas, pois assim, as grandes variações foram suavizadas, e a resposta do modelo matemático atingiu valores considerados excelentes.

No Gráfico 2 apresentam-se as médias diárias dos resultados de material particulado da Chaminé do Convertedor 1, os resultados do modelo matemático e a evolução da principal variável do processo (Pressão Diferencial do 2ºDC).

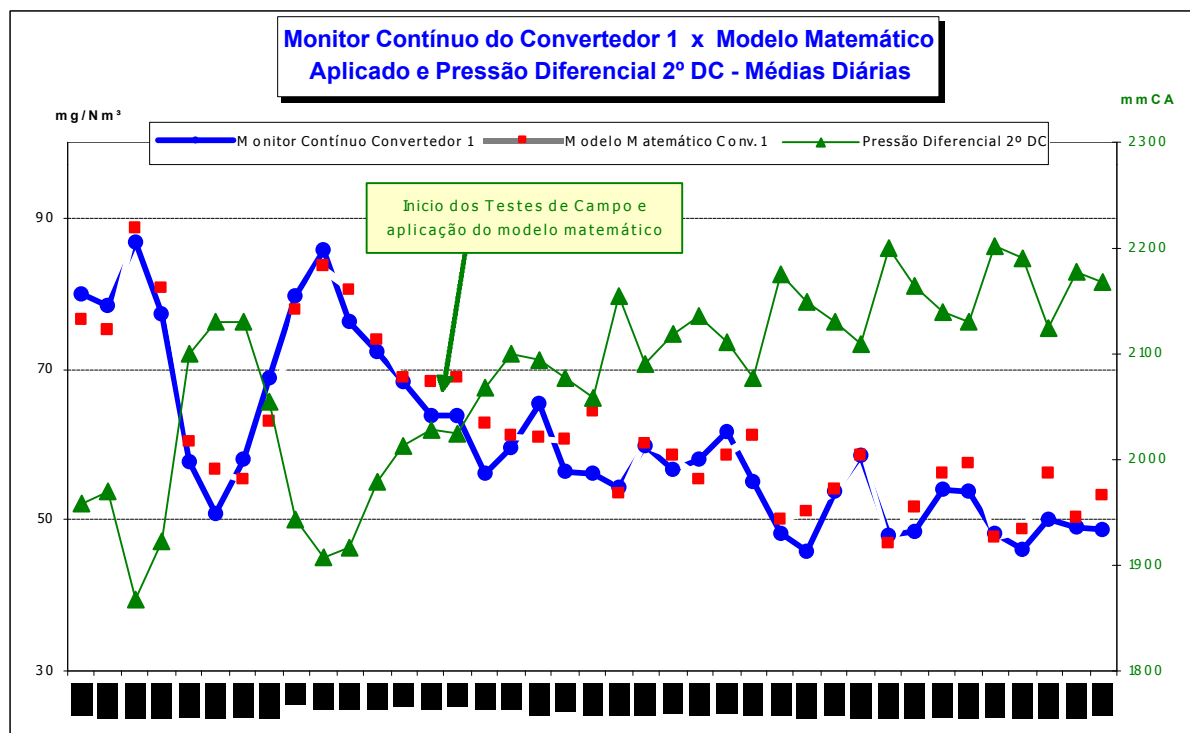


Gráfico 2: Resultados do Modelo Matemático Aplicado no Convertedor 1

O gráfico nos mostra a evolução da Pressão Diferencial do 2ºDC a partir da mudança das faixas de controle de operação e a sua alta correlação com os dados do monitor contínuo de material particulado. É mostrada ainda a resposta do modelo matemático de cinco variáveis que atingia uma correlação com R ajustado = 85,6 %. Com estes resultados o modelo matemático foi consolidado e aprovado pelas gerências da unidade, e se podia afirmar que já se conhecia bem o processo e as variáveis do sistema de lavagem de gases que apresentavam maior influência nos resultados do monitor contínuo de material particulado.

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

A partir da comprovação da aplicação do modelo matemático e com a redução significativa dos resultados de material particulado, o controle do processo foi sendo aperfeiçoado através de avaliações periódicas com técnicos e supervisores, e com novos testes junto aos operadores da Aciaria.

Os resultados obtidos com a aplicação do modelo matemático nos convertedores da Aciaria são apresentados a seguir:

#### **4.1 Conhecimento do Processo e Operação do Sistema de Lavagem**

O que não se podia explicar antes de iniciar este projeto de pesquisa, que eram as variações dos resultados de material particulado nas chaminés dos Convertedores LD da Aciaria, atualmente tem-se outra realidade em função do conhecimento do comportamento das variáveis de processo, e isto possibilita determinar em qual fase do processo é preciso atuar para reduzir as emissões de material particulado.

Este amplo conhecimento do processo se torna uma grande ferramenta de controle para operação e manutenção, que podem aferir a eficiência de controle das variáveis e explicar com segurança qualquer desvio dos resultados de material particulado das chaminés dos convertedores.

Tanto isto é possível que com a consolidação do modelo matemático, a Pressão Diferencial do 2ºDC, a variável de maior influência sobre os resultados de material particulado, teve sua faixa de controle ampliada para valores acima de 2.150 mmCA visando à obtenção de resultados de material particulado nas chaminés dos Convertedores da Aciaria menores que 50 mg/Nm<sup>3</sup>, o que representa a metade do limite de emissão estabelecido pelos órgãos ambientais do estado e municípios que é 100 mg/Nm<sup>3</sup>, e este objetivo tem sido alcançado.

#### **4.2 A eficiência dos monitores contínuos**

Dentro da sistemática de acompanhamento do desempenho ambiental da empresa, rotineiramente é feito o acompanhamento se as diversas chaminés da CST atendem aos limites de emissão estabelecidos pela legislação ou metas internas. No entanto, esta abordagem vem sendo ampliada com a avaliação das condições de processo que possam influenciar os resultados de material particulado e gases das chaminés.

O domínio maior no controle operacional e de manutenção só é possível com a utilização de sistemas contínuos de monitoramento, combinados com a aplicação de softwares estatísticos relacionando-os com as variáveis de processo.

Importante destacar que não é suficiente apenas implantar os monitores contínuos e aguardar os bons resultados. É fundamental que se tenha uma empresa especializada para manutenção destes equipamentos de forma a garantir a confiabilidade e precisão dos dados gerados.

No caso dos monitores contínuos da Aciaria, todas as calibrações e inspeções foram realizadas dentro dos prazos previstos e garantiram a confiabilidade dos resultados.

#### **4.3 Redução das Emissões da Aciaria e CST**

As diretrizes da Política Ambiental da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST de buscar a melhoria contínua e a prevenção da poluição fazem parte dos valores e de nossa cultura, mas no caso desta pesquisa, a redução das emissões atmosféricas não era o objetivo principal da aplicação do modelo matemático, e sim conhecer as variáveis de processo e poder explicar as variações dos resultados dos monitores contínuos, e com isto comprovar a eficiência destes modernos sistemas de monitoramento ambiental.

Com o conhecimento que se adquiriu, com as modificações que foram aplicadas no controle do processo e com a adesão e apoio de todos os empregados da unidade, os bons resultados foram uma consequência natural.

Nos gráficos 3 e 4 apresentam-se as médias mensais de material particulado nas Chaminés dos Convertedores 1 e 2 no período de Janeiro a Julho de 2003.

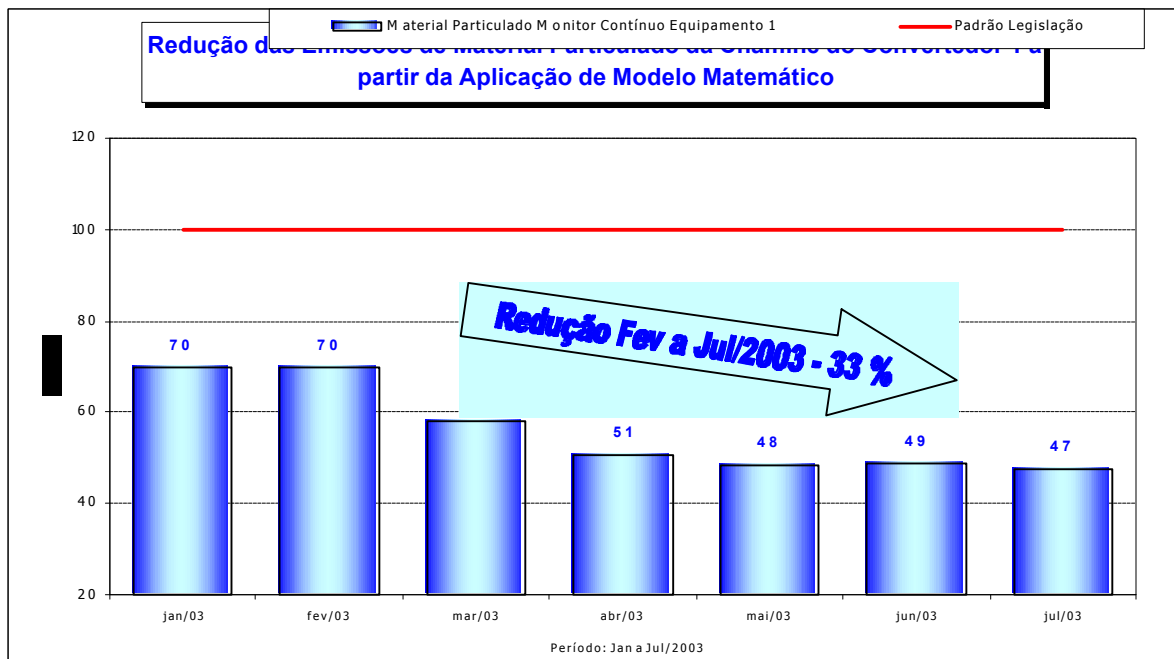


Gráfico 3: Redução das emissões de material particulado do Convertedor 1

O modelo matemático começou a ser aplicado no Convertedor 1 em Março de 2003, e tivemos uma redução de 32 % nos resultados das emissões de material particulado, e obtendo-se valores menores que 50 mg/Nm<sup>3</sup>, o que era considerado difícil de se alcançar neste tipo de equipamento de controle ambiental – Lavador de Gases Tipo Venturi.

No Convertedor 2 o modelo matemático começou a ser aplicado em Maio de 2003 em função de sua parada anual ter sido realizada neste mês. Neste equipamento se obteve uma redução de 33 % nos resultados das emissões de material particulado de Maio a Julho/2003.

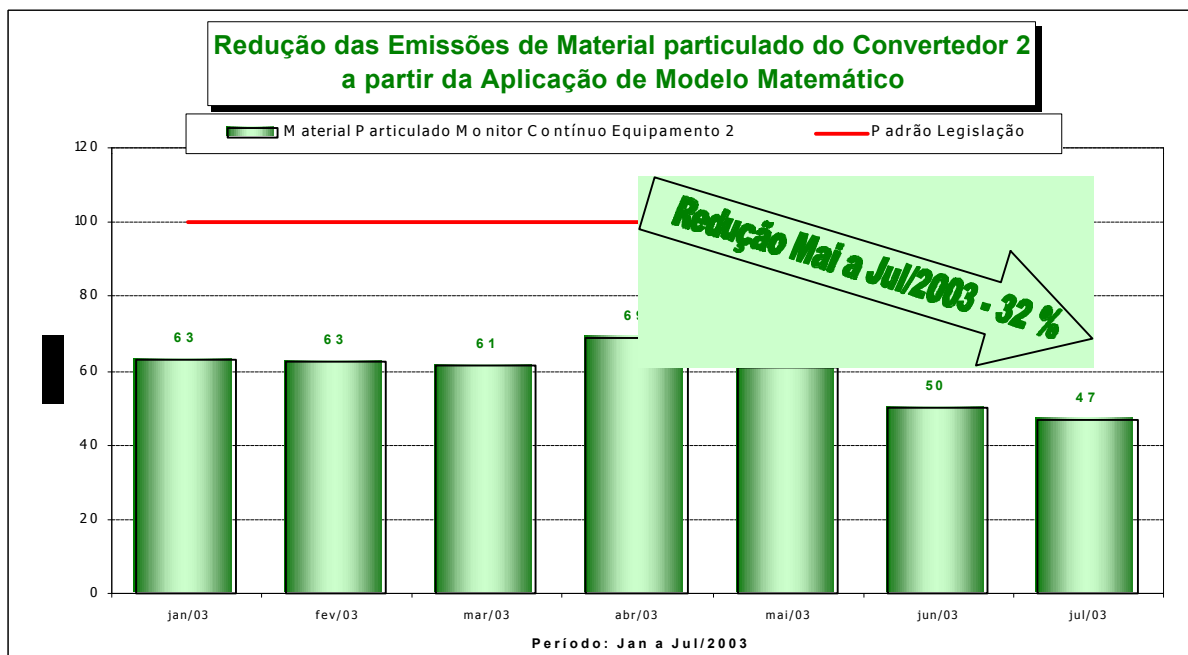


Gráfico 4: Redução das emissões de material particulado do Convertedor 2



De 1999 a 2003 a taxa de emissão específica de material particulado da Aciaria da CST foi reduzida em mais de 73 % e contribuiu decisivamente para a redução das emissões de material particulado da CST, conforme mostra o Gráfico 5 abaixo.

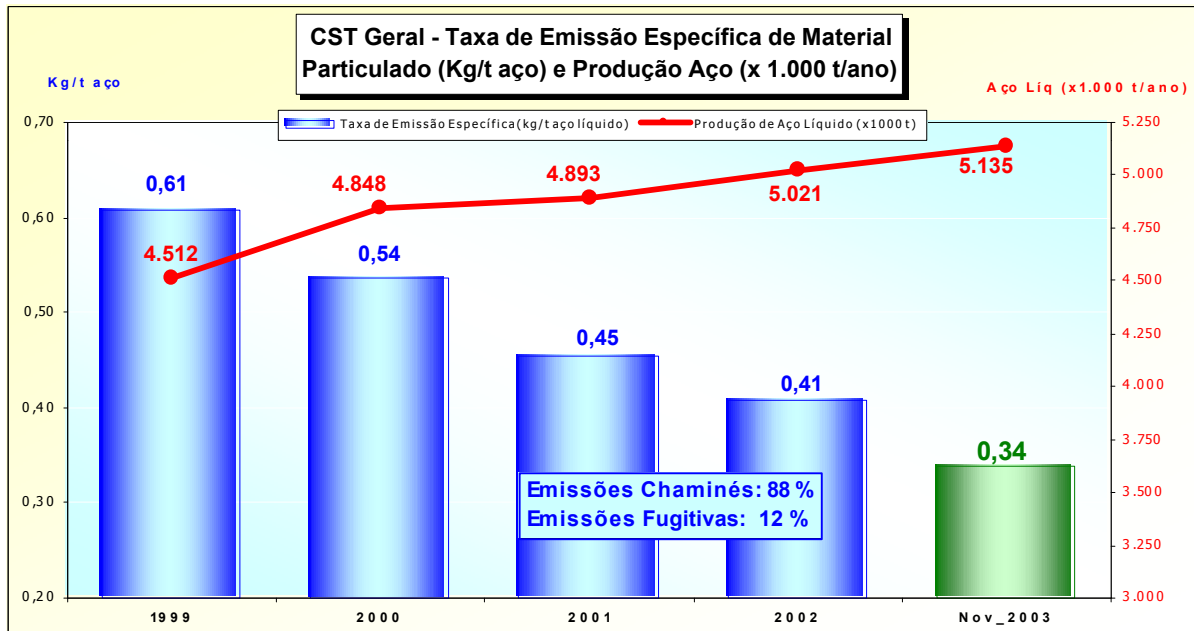


Gráfico 5: Redução das emissões específicas de material particulado da CST

## 5. A COMPROVAÇÃO

### 5.1 Convertedor 1

Os resultados de material particulado do Convertedor 1 se mantiveram controlados em torno de 50 mg/Nm<sup>3</sup> no período de Agosto a Outubro de 2003 quando foi encerrada a campanha de refratário.

Conforme previsto no planejamento da pesquisa foi possível acompanhar toda a campanha do Convertedor 1 (Fev a Out/2003), e comprovar a eficiência do monitor contínuo e aplicação do modelo matemático.

De Março a Outubro/2003 o Convertedor 1 atingiu a expressiva marca de 55 % dos resultados de material particulado na chaminé menores que 50 mg/Nm<sup>3</sup>, índice que não alcançava 5 % dos resultados antes da aplicação do modelo matemático,

Destaca-se que em Outubro/2003 foi substituído o sistema de lavagem de gases tipo Venturi por um novo sistema de lavagem, tipo RSW, de forma a possibilitar a recuperação do gás de Aciaria a partir de 2004.

### 5.2 Convertedor 2

No entanto, os resultados de material particulado do Convertedor 2 tiveram uma elevação entre Setembro e Novembro/2003, e que demandou uma série de ações para se apurar as causas destes desvios. Neste período, não se alcançava uma boa correlação e a concentração de material particulado na chaminé não correspondia àquela determinada pelo modelo matemático, pressupondo-se que poderiam existir problemas com as variáveis de controle ou com o monitor contínuo.

Foi realizada uma avaliação de todas as variáveis de processo e sistema de lavagem e nenhuma apresentava variação significativa que justificasse a elevação dos resultados, sendo que neste período também foram checadas as calibrações de todos os instrumentos e nada se constatou de anormal.

Como pode ser observado no gráfico 6 abaixo, os resultados de material particulado do Convertedor 2 apresentaram uma elevação constante de Set a Nov/2003.

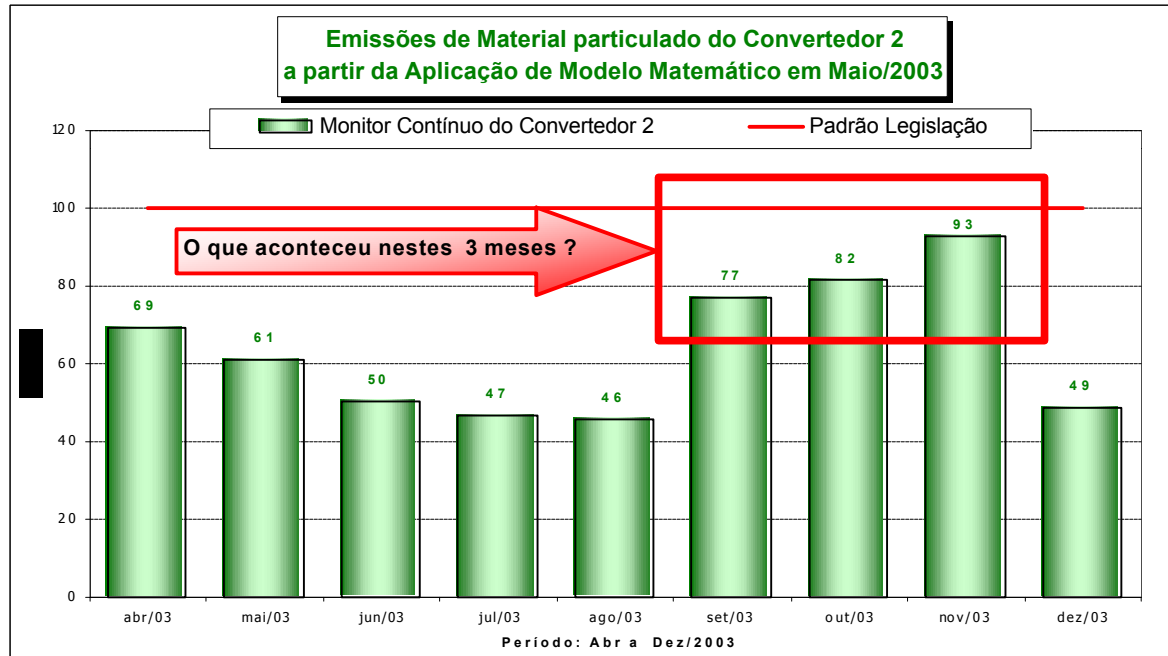


Gráfico 6: Resultados de material particulado do Convertedor 2 - Abr a Dez/2003

### 5.2.1. Contra Medidas Adotadas

No final de Setembro foi programada uma parada do Convertedor 2 para a equipe de manutenção verificar todo o sistema de lavagem e constatar algum desvio que pudesse explicar estes resultados mais elevados. Nesta manutenção foi identificado um furo na carcaça do lavador venturi que poderia explicar a elevação dos resultados, mas alguns dias depois, a concentração de material particulado voltou a apresentar valores altos.

Mais uma vez ficava a dúvida e a desconfiança sobre a eficiência do monitor contínuo. Foi proposto então se realizar medições isocinéticas (método de referência) para checar a calibração do monitor contínuo.

Estas medições foram realizadas no início de Outubro e os resultados obtidos comprovaram que os dados do monitor contínuo estavam corretos e o equipamento perfeitamente calibrado.

Nova manutenção foi programada e realizada em Outubro e nada de anormal foi constatado no sistema de lavagem.

Foram realizadas medições isocinéticas em Novembro, totalizando mais de 40 amostragens no período de Setembro a Novembro, e mais uma vez, se pode constatar que os resultados do monitor contínuo estavam corretos.

Com todas estas medidas adotadas não se conseguia determinar as causas dos desvios e resultados elevados de material particulado na chaminé do Convertedor 2.

Foi então programada uma manutenção para 01/Dez no sistema de lavagem com o objetivo de se avaliar as condições de operação das lavagens do 1º DC e garganta

venturi, e foi quando se constatou que na primeira lavagem (1º DC), apesar da vazão de água apresentar valores adequados, o “leque” de spray de água não se formava, implicando na baixa eficiência desta lavagem.

Uma inspeção mais detalhada encontrou um tubo (parte de andaime) na tubulação de água de lavagem que impedia a formação do “leque” de spray de água, sendo que esta lavagem é responsável pela remoção do material particulado mais “grosso” do sistema de lavagem.

Na figura 1 abaixo se apresentam detalhes da ocorrência que reduziu a eficiência da lavagem do sistema, mas que não afetava as variáveis do modelo matemático.

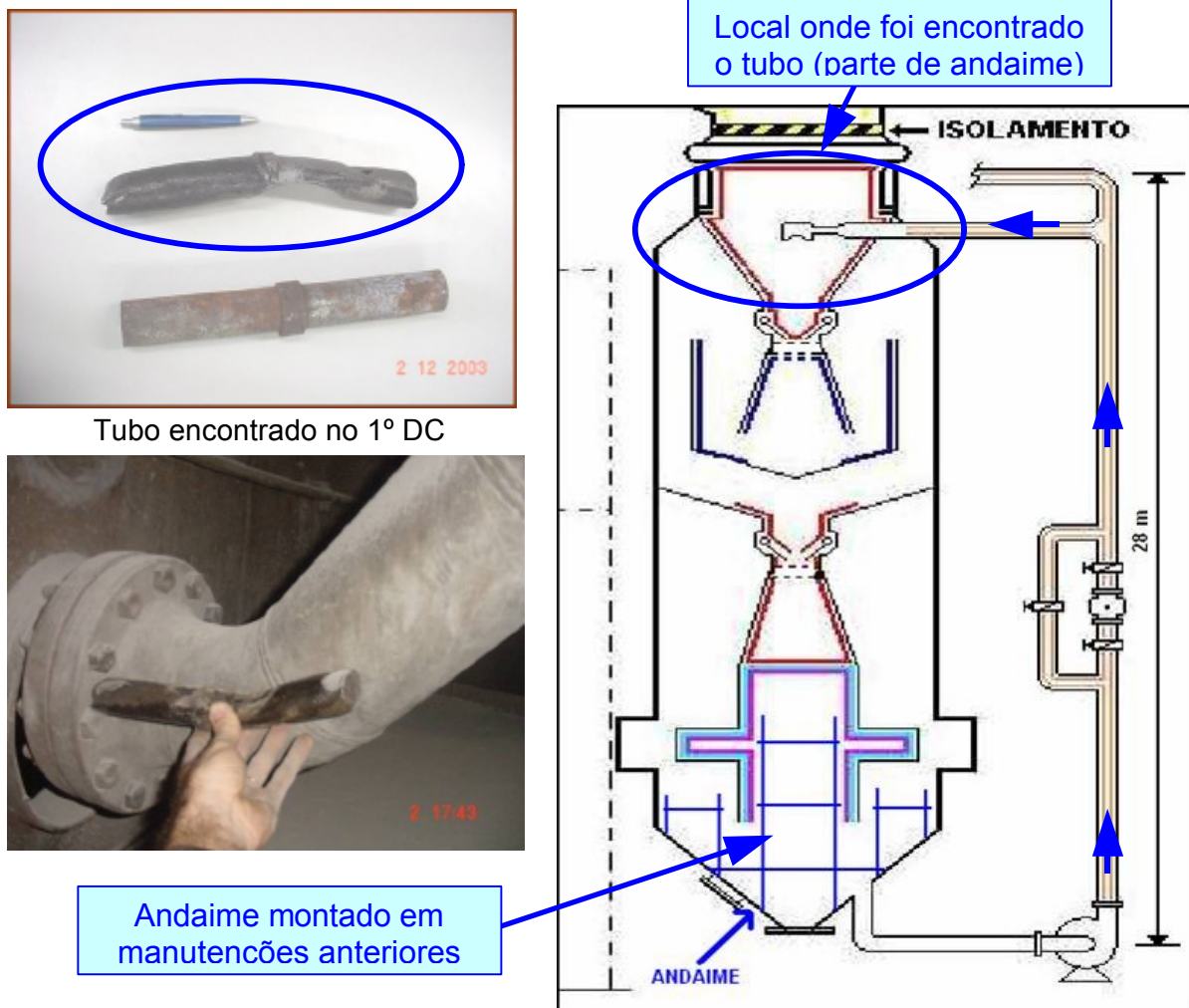


Figura 1 - Sistema de Lavagem do Convertedor 2

Com a interferência desta peça na saída do spray de água da lavagem do 1º DC a vazão de água (variável de controle) não se alterava, mas a eficiência desta lavagem era tremendamente prejudicada e os resultados de material particulado na chaminé do sistema se tornavam muito elevados.

Assim que a peça foi removida os resultados de material particulado na chaminé, que estavam muito próximos de 100 mg/Nm<sup>3</sup>, baixaram para valores menores que 50 mg/Nm<sup>3</sup>. A partir de 02/Dez/2003 os resultados obtidos no monitor contínuo estavam de acordo com os valores encontrados no modelo matemático aplicado, e a correlação entre as variáveis e o monitor voltou a ser alta.

No período de Maio a Dezembro, excluindo-se o período de Setembro a Novembro em função desta anomalia observada, o Convertedor 2 alcançou a marca de 68 %

dos resultados de material particulado na chaminé menores que 50 mg/Nm<sup>3</sup>, índice que não atingia 10 % dos resultados antes da aplicação do modelo matemático. A ocorrência do fato descrito acima serviu para comprovar a importância e eficiência dos monitores contínuos dos Convertedores e do modelo matemático aplicado, responsável pela redução dos resultados de material particulado da Aciaria.

## **6. CONCLUSÕES**

Como conclusões sobre a aplicação do modelo matemático desenvolvido na Aciaria da CST destacam-se, entre outros:

- A utilização de estudos estatísticos na área de controle ambiental é cada vez mais freqüente para explicar fenômenos que causam impacto ambiental.
- O objetivo fundamental da pesquisa que era o de identificar as variáveis de processo que mais influenciavam os resultados dos monitores contínuos de material particulado dos Convertedores da Aciaria, foi plenamente alcançado.
- A implantação do modelo matemático, além de atender ao objetivo da pesquisa, permitiu a redução significativa das emissões de material particulado da Aciaria.
- A eficiência e confiabilidade dos monitores contínuos das chaminés da Aciaria foram comprovadas, sendo que a correlação entre os dados dos monitores contínuos e modelo matemático atingiu valores de até 95 %.
- O modelo matemático aplicado foi considerado como uma inovação tecnológica, e está sendo utilizado em outras unidades da CST com o objetivo de reduzir emissões de material particulado e gases.
- Em função da ocorrência do Converteador 2, os monitores contínuos se tornaram importantes para se determinar a necessidade de atuação da manutenção na correção de desvios, quando os resultados estiverem com tendência de elevação.
- Este tipo de aplicação prática pode ser utilizada em qualquer empresa que possua monitores contínuos, e com ganhos ambientais significativos em função da redução de seus impactos ambientais;
- Os excelentes resultados foram alcançados em função do trabalho conjunto e o comprometimento das áreas de manutenção, instrumentação, automação e, principalmente, pela área de operação da Aciaria que tem entre seus principais valores a MELHORIA CONTÍNUA e a PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO;
- Com projetos como este a CST contribui decisivamente para a melhoria da qualidade de vida da região de sua influência.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 - AGUIAR, S. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA - Vol 1, 2002;
- 2 - Manuais dos Monitores Contínuos da SICK AG - Alemanha.
- 3 - Relatórios Ambientais da CST – 2000 a 2003.
- 4 - Trabalhos técnicos apresentados em Seminários e Congressos – 1999 a 2003
- 5 - Sistema de Lavagem de Gases – Venturi Scrubber – DEMAG - 1997
6. DIESEL, A, e MAGALHAES L., Avaliação da Influência das Variáveis de Processo nas Emissões Atmosféricas dos Convertedores LD da Aciaria da CST - Conferência do Instituto Argentino de Siderurgia - 11 a 14 Nov/2003 - San Nicolas - Argentina.

# **APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL FOR REDUCING AIR EMISSIONS IN THE LD CONVERTERS OF CST'S STEELMAKING PLANT <sup>(1)</sup>**

**Adilson Luiz Diesel <sup>(2)</sup>  
Luciana Corrêa Magalhães <sup>(3)</sup>**

## **Summary**

**This paper describes the initiative that consisted of the study and identification of the main variables of the gas scrubber (Venturi) system of CST's LD converters that influence the emissions of particulate matter measured continuously in the stacks. Using statistical analysis, a mathematical model was drawn up, with the main variables of any significance.**

**This model brought about a control over the air emissions, following an accompaniment of the behavior of each significant variable. This made it possible to act on the causes, and as a consequence resulted in a reduction of over 30% in the LD Converters of CST'S steelmaking Plant air emissions.**

**Key words: variables; mathematical model; particulate matter.**

---

**(1) Paper to be presented on the XXXV Seminary of Fusion, Refine and Solidification of Metals - May 17<sup>th</sup> to May 19<sup>th</sup> of 2004 – Salvador – BA - Brazil**

**(2) Chemical Engineer and CST's Senior Environment Specialist**

**(3) Metallurgical Engineer and CST's Environment Specialist**