

# IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE PROLONGAMENTO DE VIDA ÚTIL DO ALTO-FORNO Nº1 DA CST - UMA VISÃO DE MANUTENÇÃO DE CONTROLE DE PROCESSO

*Célio Geraldo Ferreira*<sup>(1)</sup>  
*Leonardo Flores Fajardo*<sup>(2)</sup>  
*Sílvio Tiago de Lima*<sup>(3)</sup>  
*Rodrigo Falco Lopes*<sup>(4)</sup>

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar o planejamento e resultados obtidos na implantação de projetos pela Manutenção de Controle de Processo da CST. Visa-se realizar o prolongamento de vida útil do Alto Forno nº 1 para uma campanha mínima de 25 anos (recorde da siderurgia mundial). Será apresentada a metodologia utilizada para o planejamento e implantação de alguns dos principais projetos que compõem o plano, assim como alguns dos resultados já obtidos. Também será apresentada a influência que tal planejamento trouxe para a rotina das equipes de manutenção de controle de processo, abordando também a sistemática utilizada para acompanhamento gerencial da consecução do projeto.

**Palavras-chave:** Prolongamento de vida útil, Gestão de projetos, Gerenciamento da rotina

*60º Congresso Anual da ABM – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais  
25 a 28 de Julho de 2005, Centro de Convenções e Feiras – Belo Horizonte - MG*

*(1) Especialista de Engenharia do Departamento de Manutenção de Controle de Processos da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(2) Especialista de Manutenção do Departamento de Manutenção de Controle de Processos da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(3) Especialista de Engenharia do Departamento de Manutenção de Controle de Processos da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(4) Especialista de Manutenção do Departamento de Manutenção de Controle de Processos da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

## 1 INTRODUÇÃO : BREVE DESCRITIVO SOBRE O ALTO FORNO 1 DA CST

O Alto-Forno é um reator metalúrgico para produção de ferro gusa, a matéria-prima para fabricação do aço.

Do ponto de vista de processo é o reator que associa o óxido do ferro (minério) ao carbono (carvão) efetuando a redução deste primeiro elemento e gerando assim o ferro gusa, que é uma liga de ferro carbono.

Em termos práticos, sinter (material produzido a partir do minério de ferro), minérios, pelotas e coque (material produzido através da queima de carvão) são carregados pelo topo enquanto o ar é insuflado pelas ventaneiras na parte inferior do forno. O coque é queimado e gases redutores são gerados em alta temperatura. Esses gases ascendentes, em contato com a carga de minérios descendentes reagem, reduzindo e fundindo o minério originando o gusa e escória que são vazados do forno para as casas de corrida.

O Alto-Forno, de maneira geral, é constituído de equipamentos de descarga e pesagem de matérias primas, equipamentos de carga no topo do forno, o forno propriamente dito, equipamentos para operação de alta pressão e os regeneradores de calor, conforme pode-se verificar na Figura 1:

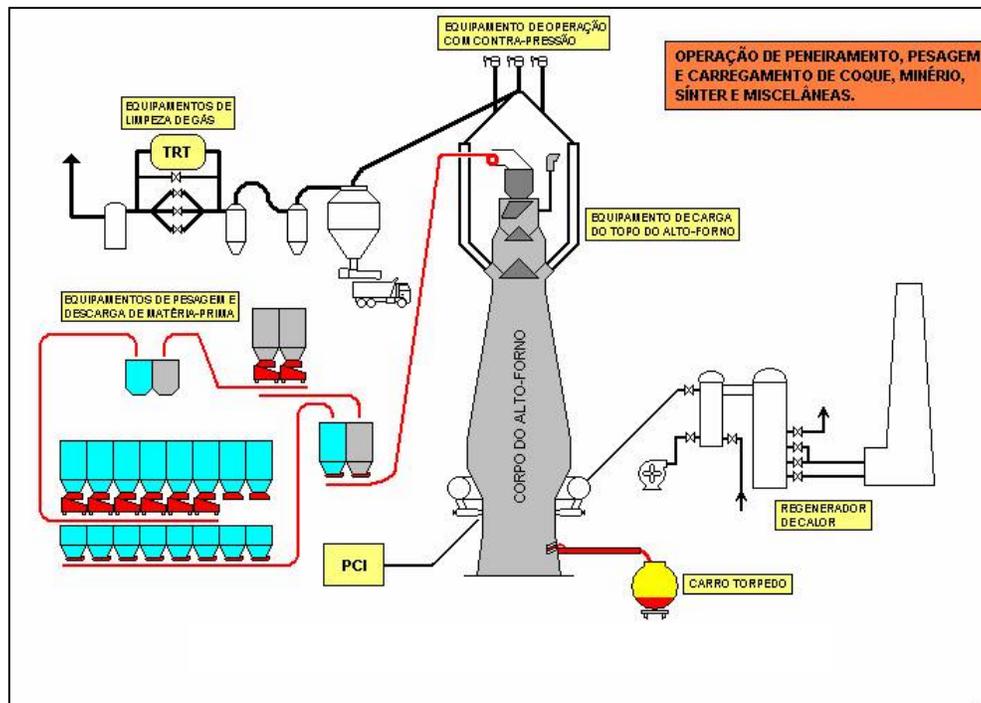
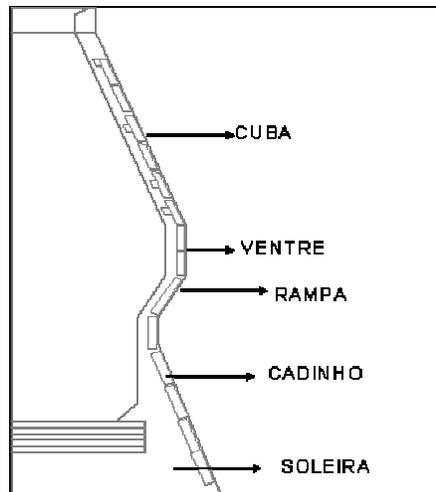


Figura 1. Lay-out dos equipamentos que compõem o Alto-Forno

O corpo do Alto Forno, o ponto mais crítico a se observar no prolongamento de vida útil, é composto das partes demonstradas na Figura 2:



**Figura 2.** Corpo do Alto Forno

O Alto Forno nº 1 da CST, cuja operação foi iniciada em novembro de 1983, possui uma produção anual de aproximadamente 3.500.000 t de gusa.

Suas principais características estão listadas a seguir:

- Projetista: KSC (Kawasaki Steel Cooperation)
- Volume interno: 4.415 m<sup>3</sup> (156.000 ft<sup>3</sup>)
- Volume efetivo: 3.707 m<sup>3</sup> (130.000 ft<sup>3</sup>)
- Diâmetro do cadinho: 14m (46 ft)
- Ventaneiras (unidades): 38
- Canais de corrida: 4
- Resfriamento: Stave Cooler (808)
- Altura (aprox.): 110 m (360 ft)
- Regeneradores: 4
- Volume de sopro: 6.800 Nm<sup>3</sup>/min
- Pressão de Sopro: 4,4 kgf/c m<sup>2</sup>

## 2 HISTÓRICO DE PROLONGAMENTO DE VIDA ÚTIL

No projeto do Alto Forno 1 da CST, realizado pela KSC, em 1979, previa-se uma vida útil de 06 anos. Porém, já na partida do Alto-Forno, em 1983, face à evolução tecnológica da época e em função de experiência adquirida no Japão, tinha-se a certeza que a sua vida útil poderia chegar a 08 anos.

Em 1987, após 04 anos de operação, várias contramedidas começaram a ser implementadas, visando tal prolongamento de vida útil. Face ao sucesso de tais ações, pôde-se estender a vida do Alto-Forno, mantendo-se sempre as performances de desempenho, produtividade, segurança, custo e controle ambiental.

Uma das chaves para o sucesso do prolongamento de vida útil, foi a realização de diagnoses anuais pelo próprio pessoal da CST, identificando os pontos fracos e indicando as oportunidades de melhoria no planejamento.

Em 2001, foi realizada uma diagnose especial (diagnose técnica externa) visando

atestar a eficácia dos trabalhos que vinham sendo realizados e, conseqüentemente, a confirmação ou postergação da data que se tinha à época, para realização da reforma do Alto-Forno (2003).

Considerando-se o resultado de tal diagnose, principalmente no que diz respeito ao cadinho (fator decisivo na vida do Alto-Forno) e condições dos Staves e carcaça, decidiu-se pela mudança da data de reforma, de 2003 para, no mínimo 2008, chegando assim, a uma campanha de 25 anos, o que significa um recorde da siderurgia mundial. Associada a esta decisão, foi contratada uma empresa de consultoria para diagnóstico do planejamento e posteriormente formado um grupo multifuncional, com representantes da Engenharia, Operação, Unidade Técnica e Manutenções Mecânica e de Controle de Processo para aplicação de metodologia que auxiliasse no planejamento já existente e também para gestão da implantação dos principais projetos.

### 3 ESTRATÉGIA PARA O PLANEJAMENTO DE VIDA ÚTIL DO ALTO FORNO 1

#### 3.1 Estruturação do Grupo de Planejamento do Prolongamento de Vida Útil

O ponto inicial para a reestruturação do planejamento foi a formação de um grupo dedicado para o prolongamento de vida útil do Alto Forno 1. A Figura 3, a seguir, ilustra como foi estruturado tal grupo, que trabalhou inicialmente na organização e replanejamento das ações referentes ao programa:

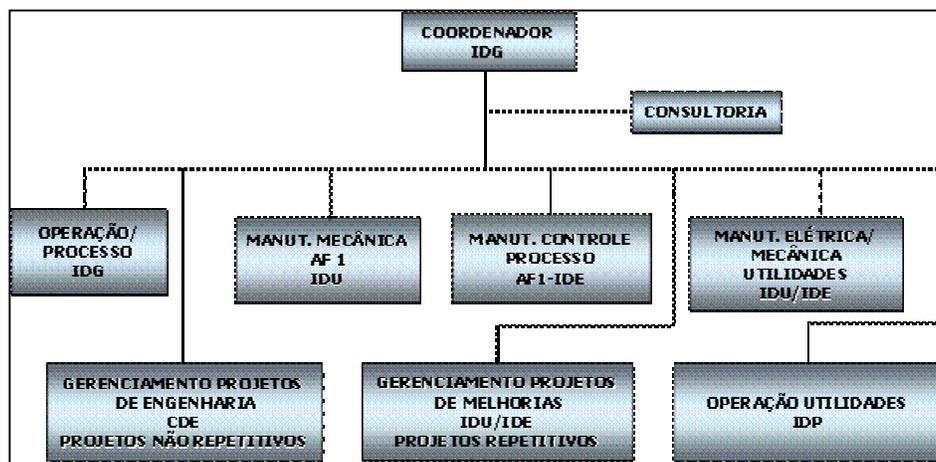


Figura 3. Estruturação do grupo de Prolongamento de Vida Útil

Um dos grandes benefícios decorrentes da formação deste grupo, foi a possibilidade de aproximação entre os representantes de cada especialidade, o que proporcionou maior integração e assertividade no planejamento das atividades. Como os especialistas de cada área foram retirados de sua rotina de trabalho, também foi possível agilidade no planejamento (minimizando as interferências da rotina).

Ressalta-se que uma coordenação específica para o projeto, proporciona melhor gestão e acompanhamento adequado.

### 3.2 Identificação dos Itens de Controle e de Verificação

Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos pelo grupo, foi a identificação de itens de controle e de verificação para a operação do Alto Forno. Tais itens serviram como o ponto de partida para a orientação do novo planejamento de prolongamento de vida útil. Entende-se como item de controle as características da qualidade (qualidade intrínseca, prazo, custo, moral) que precisam ser monitoradas para garantir o resultado desejado. Eles são importantes porque são estabelecidos sobre os resultados, ou seja, sobre suas responsabilidades / metas. Já os itens de verificação, são os fatores de influência nos itens de controle e na rotina operacional. Por exemplo, se a temperatura dos staves foi considerada como um item de controle para o prolongamento de vida útil, todos os elementos que interferiram nesta variável, foram considerados como sendo os seus itens de verificação (bombas de refrigeração, sistemas de monitoração de temperatura de staves, etc...).

Tomou-se como premissa para a manutenção de controle de processo, que todos os itens que influenciam nos itens de controle e de verificação da operação, obrigatoriamente também são itens de controle da manutenção de controle de processo. A Figura 4 apresenta parte do mapa utilizado para a identificação dos itens de controle e de verificação da manutenção de controle de processo.

1.1 - Mapa do Alto Forno (Identificação dos itens de controle e de verificação)					
Característica de Qualidade		Item de Controle	Item de Verificação	Padrão	Classificação
IT	<b>Regeneradores</b>				
1	Malha de temperatura de ar quente dentro da tolerância (TRICA 409)	X		PO-MAN-0713-MI-0025 e 105	Rotina
2	Monitorização de temperatura da carcaça dos regeneradores dentro da tolerância	X			PVU
3	Malha de temperatura do domo dos regeneradores dentro da tolerância (pirômetros radiamáticos)	X		PO-MAN-0713-MI-0061	Rotina
4	Válvula NK em funcionamento normal	X			Rotina
4.1	Plano de inspeção dos limites fim-de-curso da válvula NK		X		Rotina
4.2	Plano de inspeção das válvulas solenóides para acionamento da válvula NK		X		Rotina
4.3	Malha de pressão do COG da linha principal (PT 415) dentro da tolerância		X		Rotina
5	Motores das ventoinhas dos regeneradores em operação normal (corrente, vibração, temperatura do mancal e de enrolamento, isolamento)	X			Rotina

**Figura 4.** Planilha de identificação dos itens de controle e verificação

Outro fator determinante para identificação dos itens acima é a sua influência na variabilidade do Alto Forno. Ou seja, todos os itens que podem causar parada ou redução de produção do Alto-Forno, também foram considerados como itens de controle da manutenção de controle de processo, uma vez que tal variabilidade pode implicar na redução de vida útil deste equipamento.

## 4 MAPAS DE PROCESSO

Outra ferramenta utilizada para auxílio ao planejamento, foi a elaboração de Mapas de Processo, cujo objetivo foi a visão integrada do processo, em todos os aspectos que compõem o projeto de prolongamento de vida útil do Alto Forno.

Estes mapas, se bem elaborados e estudados no detalhe, podem revelar conexões e interfaces importantes, antes desprezadas nos sistemas de manutenção aplicados na

maioria das empresas.

Nos mapas estão demonstradas todas as atividades que deverão ser realizadas no curso do projeto, bem como as interações das responsabilidades de cada atividade.

Também estão demonstradas nestes mapas, as rotinas de cada especialidade, assim como as interações entre elas.

## 5 PLANEJAMENTO DA MANUTENÇÃO DE CONTROLE DE PROCESSO

A partir dos itens de controle e de verificação (considerados como os equipamentos críticos da área) levantados e já de posse dos mapas de processo, pôde-se focar o planejamento nestes itens, tanto no que diz respeito à rotina quanto a melhorias.

### 5.1 Planejamento da Manutenção de Controle de Processo: Rotina

De posse da lista de equipamentos críticos (itens de controle e de verificação), passou-se à fase de elaboração de um inventário geral no plano de manutenção dos equipamentos relacionados aos processos críticos.

O trabalho realizado, na realidade, foi uma auditoria na rotina, visando a melhoria da mesma e sempre focando os itens de controle e de verificação.

O foco não foi apenas o de manter. Houve a necessidade de se manter um equipamento em final de vida útil, na maioria das vezes com partes já em fase adiantada de desgaste e deterioração e que necessitam estar aptas a operar e produzir para atender a estratégia da empresa de:

- Gerenciamento de Custo;
- Gerenciamento de Performance;
- Segurança no Trabalho;
- Gerenciamento de Pessoal.

Foi adotado o conceito de que todos os itens de controle deveriam possuir um padrão técnico correspondente (o que fazer), assim como os itens de verificação deveriam possuir um padrão operacional (como fazer).

Um dos aspectos mais fortes trabalhados na rotina, diz respeito à padronização.

Todos os Padrões de Operação de Serviços de Manutenção associados ao prolongamento de vida útil do Alto Forno passaram a incluir valores que podem ser medidos, evitando termos abstratos como, por exemplo, **preciso, correto, quente, frio, desgastado, limpo, etc.** Foram estabelecidas características técnicas e unidades de medida para a caracterização de cada item.

Como resultado, houve a necessidade de revisão e elaboração de vários padrões operacionais. Tal melhoria na padronização, associada à revisão dos planos de inspeção, calibração e de serviços trata-se de uma das maiores contribuições da manutenção de controle de processos para o prolongamento de vida útil do Alto-Forno 1: A sua estabilidade operacional.

Ressalta-se que tal metodologia não está restrita ao prolongamento de vida útil do Alto Forno 1, mas sim à toda a rotina da manutenção de controle de processos dos Altos Fornos.

Durante a etapa do planejamento das ações para adequação da rotina, houve a necessidade de ações mais imediatas, visando a estabilidade de equipamentos, antes que os resultados das ações do planejamento pudessem ser percebidos. Foram então, adotados métodos estatísticos para observação e solução de problemas.

Planos de ação como o apresentado na Figura 5, no caso para problemas nos canhões de lama com base nos levantamentos estatísticos, trouxeram resultado imediatos para a estabilização do Alto Forno e conseqüentemente possibilitaram que o planejamento do prolongamento de vida útil transcorresse de forma adequada.

Plano de Ação para os Canhões de Lama do AF#1				
O QUE	PORQUE	QUEM	COMO	QUANDO
Manutenção dos controles remotos	Para evitar parada dos canhões por falha dos controles	Lab. de Reparo Eletrônicos - IEEE	Enviando os controles para manutenção (canais em manutenção)	Concluído
Instalação do suporte para proteção da bateria dos controles remotos	Para evitar falha do controle remoto por mau-contato da bateria	Jaime - IEGF	Colocando placa acrílica na parte inferior dos controles	Concluído
Implementação de sistemática para acompanhamento das baterias dos controles remotos	Para evitar o uso de baterias com carga baixa nos controles remotos dos canhões (possibilidade de falha durante uso do controle)	Jaime - IEGF	Separando as baterias dos controles remotos das pontes rolantes (maior consumo) das baterias dos controles dos canhões. Implantando registro de acompanhamento.	Concluído
Análise / Revisão dos planos de inspeção dos canhões de lama	Para evitar falha de algum item funcional por inspeção inadequada	Jaime - IEGF	Verificando o plano dos canhões no SISMANA, atualizando e revisando o mesmo.	Concluído

Figura 5. Parte do Plano de Ação para os Canhões de Lama

## 5. 2 Planejamento da Manutenção de Controle de Processo: Melhorias

Como já descrito anteriormente, além de todo esforço para se estabilizar a rotina, é também necessário se levantar as ações que são necessárias para se manter um equipamento em final de vida útil operando.

Isto significa que algum investimento em partes da planta ou em algum equipamento específico é esperado.

Nesta fase foi essencial buscar quais eram os Benchmarks nestes processos para situar em que nível as ações planejadas pela empresa se enquadravam.

É essencial verificar se existe alguma tecnologia disponível que, se usada, possa trazer algum tipo de benefício ou facilitar o desenvolvimento do projeto.

Estes projetos devem ter ações bem planejadas de modo a terem a maior transparência possível para a alta direção da companhia.

Esta transparência é necessária para que suas fases aconteçam dentro do prazo e as ações subseqüentes não fiquem prejudicadas por alguma falta de entendimento dos objetivos.

Neste aspecto, uma das maiores contribuições do Controle de Processo diz respeito à ampliação de monitoração, possibilitando melhor controle operacional, bem como do próprio gerenciamento de manutenção (incremento de monitoração, possibilitando incremento da prática de análise de tendências). Naturalmente, também foram planejadas melhorias que visam, além da ampliação de monitoração, a estabilização operacional. A seguir, estão listadas algumas das principais melhorias planejadas:

- Melhorias nos canhões de lama (digitalização do sistema de controle e melhorias no sistema hidráulico);
- Ampliação da monitoração de temperatura da carcaça do Alto-Forno;
- Ampliação da monitoração de temperatura da carcaça dos regeneradores;
- Ampliação da monitoração de vibrações e temperaturas das máquinas críticas dos Altos-Fornos (incremento da prática de análise de tendências);
- Substituição dos sistemas de pesagem do carregamento do Alto-Forno 1;
- Substituição de transmissores de pressão e pressão diferencial do Alto-Forno 1 (maior garantia na confiabilidade das medições);
- *Up-grade* das estações de operação do sistema de controle;
- Substituição dos medidores de umidade do coque, etc...

É importante lembrar que todo o planejamento possui cronogramas físicos bem definidos para facilitar o acompanhamento dos mesmos.

## 6 SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO GERENCIAL

É essencial que haja uma coordenação firme principalmente para que todas as especialidades - operação, mecânica e controle de processo estejam perfeitamente cientes dos projetos, para não haver atrasos nas ações subseqüentes. Para possibilitar tal acompanhamento, foi desenvolvido um sistema gerencial exclusivamente para o plano de prolongamento de vida útil.

É neste sistema de controle que a coordenação do projeto tem uma visão geral da situação e do desempenho da execução do planejamento como um todo. Trata-se da ferramenta utilizada nas reuniões periódicas de acompanhamento do projeto.

A Figura 6, abaixo, ilustra um dos acompanhamentos gerenciais disponíveis no referido sistema:

Descrição	Status
Melhoria - Ampliação da Monit. da Carcaça do AF	Verde
Melhoria - Ampliação da Monitoração dos HS's	Verde
Melhoria - Ampliação da Monit. de Máquinas Críticas	Verde
Melhoria - Ampliação da Monitoração do Cadinho	Verde
Melhoria - Implantação do Pims	Verde
Melhoria - Inst. Mesas de Emergência Canhões lama	Verde
Melhoria - Substituição Medidores Umidade Coque	Verde
Melhoria - Substituição Balanças do Carregamento	Verde
Melhoria - Substituição das Estações de Operação	Verde
Melhoria - Substituição dos Transmissores do AF1	Verde
Melhoria - Digitalização Canhões de Lama do AF1	Verde
Rotina - Incrém.Prática de Manutenção por Função	Verde
Rotina - Itens de Controle (PT's) - IEG	Verde
Rotina - Itens de Verificação (PO's) - IEG	Verde
Rotina - Adequação da Rotina	Verde
Rotina - Manut. Sist. de Monit.(Estado Crítico)	Verde
Rotina - Mapeamento dos Itens de Controle do AF1	Verde
Rotina - Melhoria da Inspeção	Verde
Rotina - Incremento prática de análise tendências	Verde
Rotina - Incremento da Prática de Manut. Conjuntos	Verde

Figura 6. Tela de Acompanhamento Gerencial do Plano de Prolongamento de Vida Útil do Alto Forno 1

## 7 CONCLUSÕES

O planejamento e a implantação dos projetos de prolongamento de vida útil do Alto Forno 1, iniciado 04 anos após o início de operação do mesmo e reestruturado conforme apresentado neste trabalho é uma das chaves para que se alcance a meta de uma campanha mínima de 25 anos de operação do Forno. Uma das maiores contribuições para o prolongamento de vida útil do Alto-Forno é a garantia de estabilidade operacional do mesmo, que só pode ser alcançada através de um planejamento integrado entre a operação e as manutenções mecânica e de controle de processo.

Para a Manutenção de Controle de Processo o objetivo maior, portanto, é atender as diretrizes da empresa com relação ao prolongamento de vida útil do Alto Forno nº1 da CST, agindo com competência, segurança e inovação, cumprindo as metas estabelecidas, trazendo maior estabilidade operacional e menor variabilidade de processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Associação Brasileira de Manutenção. **ABRAMAN**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br>>. Acesso em 24 de Janeiro de 2004.
- 2 - Companhia Siderúrgica de Tubarão. **Anais de seminários técnicos de manutenção**. Vitória, 2002.
- 3 - Companhia Siderúrgica de Tubarão. **Histórico da CST**. Disponível em: <<http://www.cst.com.br>>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2005.
- 4 - Companhia Siderúrgica de Tubarão. **Padrões técnicos de manutenção**. Vitória, 2005.
- 5 - Companhia Siderúrgica de Tubarão. **Relatório de diagnose do Alto Forno 1**. Vitória, 2002.
- 6 - CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni., 2001
- 7 - GAMA, Márcio Pinheiro Nogueira da. **Conceitos básicos de manutenção e indicadores de desempenho**. Apostila do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Manutenção. Vitória: UFES, 2002.
- 8 - KELLY, Anthony. **Maintenance Strategy**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997
- 9 - MARTINS, Manoel Barreto Sansevero. **A Organização da Manutenção na CST**. Mesa Redonda de Organização da Manutenção do Curso de Engenharia de Manutenção da UFES. Vitória, Abril de 2002. Universidade Federal do Espírito Santo.
- 10 - SLACK, Nigel, et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1997.
- 11 - TAVARES, Lourival Augusto. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Nat Ltda., 1999.
- 12 - SEABRA, Joilson N.; SOELLA, Ivan; BATISTA, Gisele M.. **Gestão de Projeto de Prolongamento de Vida Útil de Instalações Industriais, com Ênfase no Alto Forno 1 da CST**.

# **CST'S N°1 BLAST FURNACE ELONGATION LIFE PROJECTS IMPLEMENTATION - A PROCESS CONTROL MAINTENANCE POINT OF VIEW**

*Célio Geraldo Ferreira* <sup>(1)</sup>  
*Leonardo Flores Fajardo* <sup>(2)</sup>  
*Sílvio Tiago de Lima* <sup>(3)</sup>  
*Rodrigo Falco Lopes* <sup>(4)</sup>

## **Abstract**

The goal of this work is to show the planning and some results from the implementation of projects by the Control system maintenance team of the CST. These projects aim to make the campaign of the n°1 Blast Furnace last for 25 years (a record among international ironmaking industry). It will be presented the methodology used for the planning and implementation of some of the main projects of the program, as well as some results already obtained. It will also be presented the influence of the planning in the process control maintenance team day-by-day, taking into account the systematic used for management accompaniment of the project achievement.

**Key-Words:** elongation life program, project management, daily management.

*60° ABM Anual Congress – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais*

*25th until 28th July / 2005, Centro de Convenções e Feiras – Belo Horizonte – MG - Brasil*

*(<sup>1</sup>) Engineering Specialist - Process Control Maintenance Department - Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(<sup>2</sup>) Maintenance Specialist - Process Control Maintenance Department - Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(<sup>3</sup>) Engineering Specialist - Process Control Maintenance Department - Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*

*(<sup>4</sup>) Maintenance Specialist - Process Control Maintenance Department - Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Serra – ES*