

# ELIMINAR INTERFERÊNCIA NO FORNECIMENTO DE GÁS DE ALTO FORNO PARA O PROCESSO PRODUTIVO DA ACESITA (1)

Isac Quintão Pessoa (2)  
Clênio da Silva Santana (3)  
Péricles da Silva Alves (4)  
Luiz Oriel Martins Lima (5)  
Reginaldo Frinhan Carlos (6)  
Marco Antônio Fraga Coura (7)  
Luis Roberto Santuzzi (8)  
Rondon Maia (9)  
Geraldo Magela da Silva (10)  
Geraldo Alves Ribeiro (11)  
Elpídio José Guerra (12)

Os boosters 2 A e 2B são equipamentos que elevam a pressão do gás de alto forno de 250mmca para 1.500mmca, atendendo os fornos da Laminação de Planos e com o desarme ocorre a parada do fluxo produtivo e a perda do material já na fase final de processamento. Foram aplicadas as 07 etapas da metodologia DIP (Domínio Integrado de Processo) para resolver o problema que no segundo semestre de 2001 chegou a média de 2 paradas por mês.

O projeto foi iniciado em agosto de 2002 e desenvolvido por uma equipe multidisciplinar (Operação, Manutenção, Controle de processo e Engenharia) visando a redução de 2 paradas/mês para 0 (zero) parada/mês.

Foram identificadas 117 causas possíveis, das quais 87 priorizadas. Foram estudados 43 PCP (Parâmetro Crítico de Processo) com maior criticidade, que representam 82% da criticidade acumulada, implantando melhorias e correções no processo tais como :

- Padronização de 66 planos de manutenção;
- Elaboração de 12 práticas padrão;
- Controle no supervisório da pressão de sucção dos boosters;
- Adequação do projeto de controle de desarme dos boosters

Foi obtida a estabilidade de fornecimento com o resultado de 0 (zero) parada/mês deste a conclusão do projeto em Setembro de 2003.

**Palavras-chave:** DIP ; Booster; GAF – Gás de Alto Forno.

- (1) Contribuição técnica ao 59º Congresso Anual da ABM - XXV Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades – Florianópolis – Agosto/2004
- (2) Engenheiro Mecânico, Assistente Técnico da Distribuição de Fluidos
- (3) Engenheiro Mecânico, Assistente Técnico da Melhoria Contínua
- (4) Engenheiro Mecânico, Gerente da Distribuição de Fluidos
- (5) Engenheiro Elétrico, Assistente Técnico da Melhoria Contínua
- (6) Técnico Mecânico, Analista Técnico de Processo da Distribuição de Fluidos
- (7) Técnico Mecânico, Supervisor Técnico da Distribuição de Fluidos
- (8) Técnico Mecânico, Analista Técnico Mecânico da Distribuição de Fluidos
- (9) Técnico Mecânico, Analista Técnico da Gerência de Distribuição de Fluidos
- (10) Técnico Mecânico, Operador da Distribuição de Fluidos
- (11) Técnico Elétrico, Analista Técnico Elétrico da Distribuição de Fluidos
- (12) Técnico Elétrico, Analista Técnico de Instrumentação da Distribuição de Fluidos.

# 1 - INTRODUÇÃO

Os boosters 2 A e 2B são equipamentos que elevam a pressão do gás de alto forno de 250mmca para 1.500mmca, atendendo os fornos da Laminação de Planos e com o desarme ocorre a parada do fluxo produtivo e a perda do material já na fase final de processamento. Foi utilizado a metodologia DIP (Domínio Integrado de Processo) para resolver o problema que no segundo semestre de 2001 chegou a média de 2 paradas por mês.

O projeto foi desenvolvido de Agosto/2002 a Setembro/2003, por uma equipe Multi-disciplinar composta por 11 pessoas (Operação da distribuição de fluídos, Manutenção Mecânica, Manutenção Elétrica, Instrumentação e Melhoria contínua )

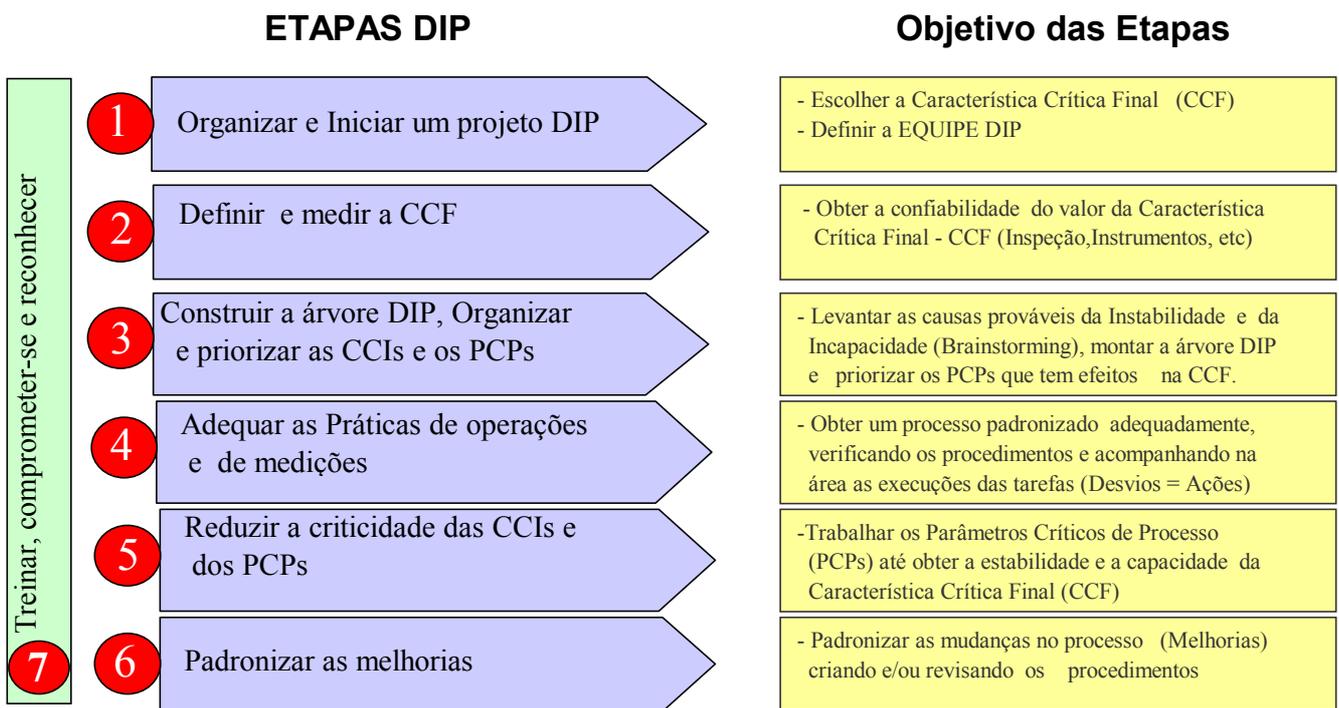


Figura 1 - Resumo da Metodologia Domínio Integrado de Processo (DIP)

Na Metodologia de Domínio Integrado do Processo (DIP) temos as seguintes definições:

- Equipe do DIP: é uma equipe multi-disciplinar (Operação, Manutenção, Engenharia, Distribuição, etc...) que desenvolverá o projeto
- Característica Crítica Final (CCF): é a característica definida pelo cliente a ser trabalhada, podendo ser dimensionais, mecânicas, superficiais, administrativas, etc.
- Características Críticas Intermediárias (CCI): São especificações do cliente interno para garantir a característica crítica final do cliente.
- Parâmetros Críticos do Processo (PCP): São parâmetros / variáveis do processo de fabricação que poderão influenciar nas Características Críticas Intermediárias (CCIs) e Final (CCF).
- Árvore do DIP : É o desdobramento da característica crítica final em características intermediárias e parâmetros e/ou variáveis críticas de processo que vão influenciar direta ou indiretamente no atendimento das necessidades do cliente (Ferramenta de visualização que mostra as ligações entre CCF, CCIs e PCPs).

- Plano de Monitoração de Processo (Mapa de Processo): É uma ferramenta utilizada para auditar a correta padronização do processo. Apresentado na forma de um quadro sintético, os parâmetros críticos mais influentes de uma CCF estão representados com todos os aspectos de controle para garantir o domínio do Processo .
- Análise dos Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA Simplificado): É uma técnica de análise preventiva utilizada para estabelecer prioridade entre CCIs e/ou PCPs a partir de uma estimativa de probabilidade de ocorrência da falha e efeito da falha sobre a CCF.

## 2 - OBJETIVO

Eliminar os desarmes dos boosters 2 A/B aplicando a metodologia DIP (Domínio Integrado do Processo) conseqüentemente reduzindo o sucateamento de bobinas de Inox e Silício, além de eliminar as paradas dos fornos da Laminação a Quente e Laminação a Frio de Inox e Silício da Acesita S.A.

## 3 – DESENVOLVIMENTO

### 3.1 – ETAPA 1: Definição da Equipe e da Característica Crítica Final (CCF)

Inicialmente foi definida pela superintendência que deveria ser desenvolvido dentro da gerência de geração, manutenção e distribuição de fluidos (IIUF) um projeto para a solução do principal problema da gerência utilizando a metodologia de Domínio Integrado de Processo (DIP). Seguem abaixo as principais áreas de atuação e como se chegou a definição da característica crítica final:

- Gerador de Hidrogênio;
- Central Térmica;
- ETA;
- Torres de Refrigeração (18 Torres);
- ETE;
- Regeneração de HCl;
- **Distribuição de Fluidos => Foco do Projeto.**

Foi escolhida a distribuição de fluidos por está em contato direto com os clientes e ser a área responsável pelo fornecimento de todos fluidos gerados e adquiridos de terceiros como seguem abaixo a área de atuação da distribuição dos seguintes fluidos:

- Gases do Ar (Oxigênio, Nitrogênio e Argônio);
- Vapor;
- Hidrogênio;
- Água Potável, Clarificada e Recirculada;
- Ar de Serviço e Instrumento;
- Óleo Combustível 1A;
- Óleo Diesel;
- Gás Liquefeito de Petróleo – GLP;
- **Gás de Alto Forno – GAF => Foco do projeto.**

Foi escolhida a distribuição de gás de alto forno por ser o fluido onde se tem a maior ocorrência de paralisação de equipamento e reclamação de cliente, além de afetar diretamente na qualidade do produto final da Acesita. Seguem abaixo os principais equipamento e qualidade do gás de alto forno a ser distribuído para os clientes:

- Principais Equipamentos:

- Gasômetro;
  - Tubulação;
  - Torre de Queima;
  - Sifão;
  - **Boosters 2 A e 2B => Foco do Projeto.**
- Qualidade do Gás de Alto Forno (GAF):
- Impureza;
  - Poder Calorífico Inferior – PCI;
  - Pressão de Fornecimento => **Foco do Projeto.**

A escolha dos boosters 2 A e 2B que tem a função de aumentar a pressão do gás de alto forno afeta diretamente ao consumidor final e o problema está bem evidenciado na gerência de distribuição de fluidos.

### **3.2 – ETAPA 2 : Avaliar a confiabilidade da Característica Crítica Final (CCF)**

Nas primeiras reuniões a EQUIPE definiu a Característica Crítica Final (CCF) sendo a Interrupção de fornecimento de GAF devido paradas dos Boosters 2A e 2B e os Benefícios do projeto seria:

#### **Quantitativos :**

- a) custo de sucateamento de bobinas de inox e silício conforme informação da área de custo (Referência setembro/03 e aço com menor custo da sucata);
- b) custo da hora parada da laminação de tiras a quente, considerando mão de obra direta, depreciação, demanda de energia elétrica, consumo de GLP e índice de funcionamento (Referência setembro/03).

#### **Qualitativos :**

- a) perda do Plano de Metas por Equipe (PME) da equipe de distribuição de fluidos;
- b) imagem junto aos clientes ( parada em emergência dos fornos);
- c) não atendimento de pedidos.

O histórico mostra uma média de 2 paradas/mês no segundo semestre de 2001 e 1,3 paradas de setembro/01 à agosto/02. A meta inicial para o projeto é reduzir o número de paradas passado para 0,5 paradas ou seja uma parada a cada 2 meses, prevendo um ganho inicial de R\$ 79.886 / ano.

Montou-se o Relatório de Acompanhamento do Projeto e a carta de acompanhamento diário da CCF sendo preenchida pelo operador da distribuição de fluidos, com o objetivo de todos (operadores e equipe DIP) acompanharem a situação diária.

### **3. 3 – ETAPA 3 : Construir a Árvore DIP, Organizar e Priorizar as Características Críticas Intermediárias (CCIs) e os Parâmetros Críticos de Processo (PCPs)**

#### **3. 3.1 – Organizar as Características Críticas Intermediárias (CCIs) e os Parâmetros Críticos de Processo (PCPs) e construir a Árvore DIP**

Para identificar as causas mais prováveis de interrupção de fornecimento de gás de alto forno devido paradas dos boosters 2A e 2B, foi realizada uma reunião de BRAINSTORMING com todos os operadores da distribuição de fluidos, engenharia de equipamento e implantação, Analistas de instrumentação, elétrica e mecânica; totalizando em 32 pessoas e gerando inicialmente 135 causas. Após o trabalho de organização das causas pela Equipe DIP, ficaram 117 causas que foram agrupadas da seguinte maneira :

- operação: 33 causas;

- instrumentação: 30 causas;
- mecânica: 25 causas;
- geração: 16 causas;
- elétrica : 10 causas;
- qualidade : 03 causas.

Ao Montar a árvore DIP, as 117 causas foram agrupadas em 06 Processos (Instrumentação, Operação, Mecânica, Elétrica, Geração e Qualidade).

### **3.3.2 – Priorizar as Características Críticas Intermediárias (CCIs) e os Parâmetros Críticos de Processo (PCPs)**

Para priorizar os PCPs, foi utilizada pela equipe do projeto a análise dos modos, efeitos e criticidade de falhas (FMEA Simplificado).

A equipe do projeto estabeleceu as pontuações das estimativas de:

- Probabilidade de ocorrência da falha (O);
- efeito da falha sobre a CCF (S).

A criticidade (C) é o resultado de  $O \times S$ , assim o modo da Criticidade (C) será :

- Produto variando de 1 a 9 : Criticidade Baixa;
- Produto variando de 10 a 36 : Criticidade Média;
- Produto variando de 37 a 100 : Criticidade Elevada.

Após várias reuniões da equipe do projeto para estabelecer as pontuações da estimativas (O) e (S), o resultado da Criticidade do FMEA Simplificado dos 87 PCPs foi :

- PCPs com criticidade elevada : 28;
- PCPs com criticidade Média : 35;
- PCPs com criticidade Baixa : 24.

Antes de trabalhar nos Parâmetros Críticos do Processo (PCPs) priorizados pelo FMEA, foi necessário primeiramente verificar se existia variabilidade no Processo devido a falta de padronização, assim passamos a executar a ETAPA 4.

### **3.4 – ETAPA 4 : Adequar as Práticas de operação e de medição**

Nesta etapa a equipe do projeto montou um mapeamento (Fases, Operações, Tarefas, Documento de Referência e o sistema de medição) de todo o Processo da distribuição de gás de alto forno que tinha influência na Característica Crítica Final (CCF), ou seja, nas interrupções de fornecimento de GAF por parada dos boosters 2A e 2B. Para garantir a padronização, foram mapeados os seguintes processos:

- operação da distribuição de GAF;
- manutenção de instrumentação e automação;
- manutenção elétrica de baixa tensão, alta tensão e proteção;
- manutenção mecânica;
- oficina de motores.

Foram mapeadas 129 tarefas totais.

Com o Processo todo mapeado foram identificadas várias TAREFAS que não estava em nenhum Documento de Referência, sendo inseridas nos planos de ações corretivas (elaborar e/ou revisar procedimentos) para a Operação e para a Manutenção.

Após a montagem completa do Plano de Monitoração de Processo da distribuição de gás de alto forno a equipe do projeto foi para a área avaliar se as tarefas estavam sendo executadas conforme as Práticas Padrão, e encontraram pontos com problemas

gerando os planos de ações corretivas e de melhorias, totalizando em 37 ações. Podemos citar como exemplo:

- Falta de procedimento padrão para inspeção no sistema de proteção dos Boosters;
- Instalação no supervisão existente da rede de GAF que não existia a pressão de sucção dos boosters 2A e 2B. Ao inserir a pressão de sucção dos boosters permitiu detectar qual seria a real pressão de sucção quando da ocorrência das paradas;
- Falha de Implantação no Projeto desde 1987, ou seja o booster estava desarmando quando era acionado o alarme de baixa pressão (250mmca) sendo que era para desarmar somente quando a pressão estivesse com 20mmca.

Na conclusão dos planos de ações Corretivas foi obtido o seguinte resultado :

- Geração de 66 planos de manutenção (PMs), sendo :
  - manutenção de instrumentação e automação = 33 PMs;
  - manutenção mecânica = 21 PMs;
  - manutenção elétrica = 07 PMs;
  - oficina de motores = 05 PMs.
- Efetuadas 12 adequações de práticas padrão.

Ao concluir esta ETAPA, o Plano de Monitoração do Processo foi revisado, inserindo-o as correções e melhorias realizadas .

### **3.5 – ETAPA 5 : Reduzir a Criticidade das CCl's e dos PCPs** **ETAPA 6 : Padronizar as melhorias**

Após obtida a padronização adequada do Processo na ETAPA 4, a equipe do projeto consensou em trabalhar na ETAPA 5 com os PCPs com criticidade elevada, sendo que dos 87 PCPs totais 43 apresentaram Criticidade elevada.

Os PCPs foram distribuídos para cada membro da equipe conforme sua especialidade para serem trabalhados.

Foi montado o acompanhamento de análise ou de padronização para cada um dos 43 PCPs pelos seus responsáveis . Neste acompanhamento cada responsável levantou a situação atual de cada PCP e apresentou para a equipe do projeto, sendo analisada as evidências para constatar se o PCP tinha garantia de ficar dentro do padrão, caso contrário foi gerado um plano de ação.

Com o trabalho realizado nos 43 PCPs foi obtido a estabilidade do processo da distribuição de gás de alto forno e a Característica Crítica do Final (CCF) ficou melhor que a meta do projeto, que era de uma parada a cada 02 meses, sendo alterada para “Zero” paradas a partir de Setembro de 2003.

## **4 – RESULTADOS**

O projeto foi concluído em Setembro/03 com sucesso pois o processo apresenta-se ESTÁVEL e está sendo acompanhado desde o mês de Fevereiro/03 (mais de 16 meses) para verificar a sua CAPACIDADE e tivemos somente 2 paradas no mês de agosto/03 que foi devido a falha geral no fornecimento de energia elétrica que provocou parada dos demais equipamentos produtivos da ACESITA; portanto, o grupo optou por alterar a meta a partir do mês de Setembro/03 de 01 parada a cada 2 meses para “Zero” paradas, gerando um benefício final de R\$159.771,00/ano, 100% a maior que o benefício previsto que era de R\$79.886,00/ano.

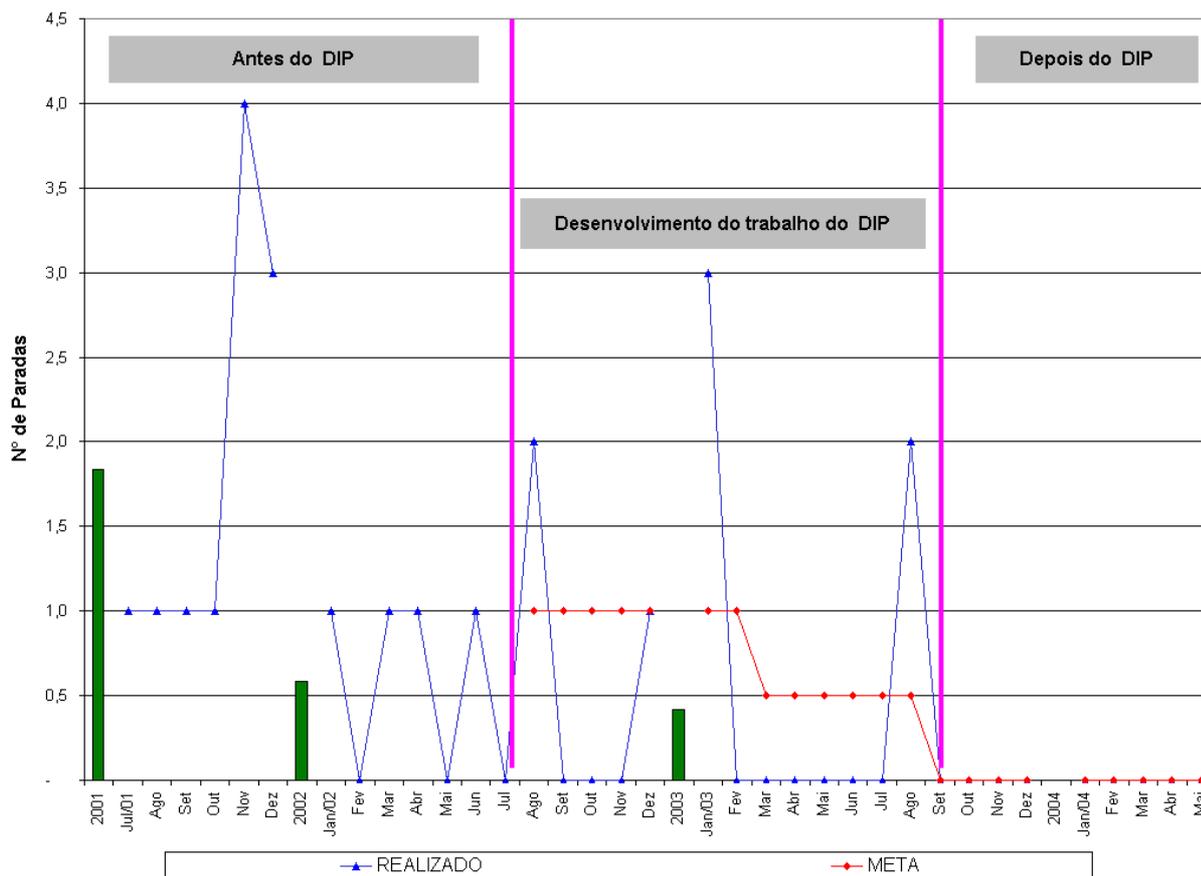


Figura 2 – Acompanhamento de parada dos boosters

## 5 - CONCLUSÃO

A aplicação da metodologia DIP na ACESITA desde seu início de utilização, em Outubro de 2000, vem contribuindo com as soluções de vários problemas industriais simples e complexos, obtendo resultados que impactam :

- na redução de custos (Rendimentos, reprocessos e não qualidade);
- aumento de margem de contribuição;
- aumento da competitividade de produtos;
- Garantia de atendimentos a clientes internos e externos.

No projeto Eliminar Interferência no Fornecimento de Gás de Alto Forno para o Processo produtivo da ACESITA, vimos que a metodologia contribuiu para sua solução, destacando-se:

- O trabalho de uma equipe multidisciplinar;
- Sistema de medição confiável;
- Envolvimento dos operadores em reuniões de Brainstorming;
- Padronização adequada do Processo;
- O estudo profundo dos PCPs , identificando e implementado ações não tradicionais e não encontradas em literaturas e/ou trabalhos desenvolvidos por outras empresas;
- Todas melhorias tem que ser padronizadas;
- Obtenção de um processo estável e capaz na conclusão do projeto.

## **6 – BIBLIOGRAFIA**

- (1) Galva, Robert - Nouvelle approche de la production, Paris, 1996.3
- (2) Santana, Clenio da S.; Carel, Christophe – Apostila de treinamento da metodologia DIP, Material interno da ACESITA , Outubro de 2000

# **ELIMINATING INTERFERENCE IN THE SUPPLY OF BLAST FURNACE GAS TO ACESITA'S PRODUCTION PROCESS (1)**

Isac Quintão Pessoa (2)  
Clênio da Silva Santana (3)  
Péricles da Silva Alves (4)  
Luiz Oriel Martins Lima (5)  
Reginaldo Frinhani Carlos (6)  
Marco Antônio Fraga Coura (7)  
Luis Roberto Santuzzi (8)  
Rondon Maia (9)  
Geraldo Magela da Silva (10)  
Geraldo Alves Ribeiro (11)  
Elpídio José Guerra (12)

The boosters 2A and 2B are units that increase the blast furnace gas pressure from 250 mmca to 1500 mmca to supply the rolling mill furnaces; and tripping events cause the production flow interruption and material loss when it is already in the final processing phase. Seven steps of the DIP (Integrated Process Control) methodology were applied to solve the problem, which caused 2 stoppages per month during the second half of 2001.

The project began in August 2002 and was developed by a multi-discipline team (Operation, Maintenance, Process Control and Engineering) aiming at reducing the number of stoppages per month from 2 to 0 (zero).

One hundred and seventeen possible causes were identified, from which 87 were considered as priority. Forty-three more critical PCPs (Critical Process Parameter) were studied, representing 82% of the accumulated severity, and improvements and corrections in the process were implemented, such as:

- Standardization of 66 maintenance plans;
- Creation of 12 standard practices;
- Booster suction pressure control in the supervisory system;
- Adaptation of booster trip control project;

Supply stability was obtained by achieving 0 (zero) stoppage/month since the completion of the project in September 2003.

**Keywords:** DIP; Booster; BFG – Blast Furnace Gas.

- (10) Technical support to the 59<sup>th</sup> ABM Annual Congress – XXV Seminar of Global Energy Balances and Utilities – Florianópolis – August/2004
- (11) Mechanical Engineer, Technical Assistant of Fluid Distribution
- (12) Mechanical Engineer, Technical Assistant of Continuous Improvement
- (13) Mechanical Engineer, Fluid Distribution Manager
- (14) Electric Engineer, Technical Assistant of Continuous Improvement
- (15) Technical Mechanic, Technical Analyst of Fluid Distribution Process
- (16) Technical Mechanic, Fluid Distribution Technical Supervisor
- (17) Technical Mechanic, Technical Mechanic Analyst of Fluid Distribution
- (18) Technical Mechanic, Technical Analyst of Fluid Distribution Management
- (13) Technical Mechanic, Fluid Distribution Operator
- (14) Technical Electrician, Technical Electrician Analyst of Fluid Distribution
- (15) Technical Electrician, Technical Instrumentation Analyst of Fluid Distribution.