

# CONTROLE REGULATÓRIO INDIVIDUAL DE PRESSÃO EM FORNOS DE COQUERIA – PROVEN <sup>1</sup>

*Antônio César de Araújo Freitas*<sup>2</sup>

*Paulo Vieira Loss*<sup>3</sup>

*Marcos Velho Ludolf*<sup>4</sup>

## **Resumo**

Este trabalho descreve o projeto para implantação de uma nova tecnologia aplicada ao controle regulatório de pressão individual de Fornos de Coqueria, denominada PROven, sigla em inglês que significa Pressure Regulated Oven. Esta tecnologia foi desenvolvida pela UHDE, empresa alemã do grupo ThyssenKrupp, e implantada pela TSA na Arcelormittal Tubarão. Através do controle regulatório de pressão aplicado em cada forno, o sistema é capaz de minimizar as oscilações no processo gerando diferentes benefícios tais como o aumento da vida útil do refratário dos fornos, diminuição na emissão de poluentes e melhoria das condições de trabalho para o Operador. O projeto foi desenvolvido pela TSA e UHDE, parcialmente na Alemanha e no Brasil, contando com o apoio fundamental da ArcelorMittal Tubarão, que teve participação ativa em todo o processo, desde a fase de projeto até a implantação. Algumas características técnicas do projeto representaram desafios importantes na medida em que esta implantação foi o primeiro projeto deste tipo no Brasil e um dos pioneiros no Mundo. O sistema de automação adotado para implantação do PROven contou com SDCD Yokogawa, CLP Siemens de segurança- Fail Safe SIL 3, e outros dispositivos descritos neste trabalho.

**Palavras-chave:** PROven; Fornos; Coqueria.

## CONTROLE REGULATÓRIO INDIVIDUAL DE PRESSÃO EM FORNOS DE COQUERIA - PROVEN

## **Abstract**

This paper describes the Project regarding to the new technology for regulatory control of individual ovens of Coke Plant, named PROven, that stands for Pressure Regulated Oven. This technology was developed by UHDE, a German Company of ThyssenKrupp Group, and applied by TSA at ArcelorMittal Tubarão. By using the regulatory control for each oven, The system can minimize the oscillations on the process getting benefits as to extend lifecycle of refractory in each oven, to reduce emission of pollutants and improve work environment of Operators. This project was developed by TSA and UHDE, in Brazil and Germany, with great contribution from ArcelorMittal that had active participation since the project until the commissioning. Some technical aspects in this project represented big challenges considering that was the first case in Brazil and one of the pioneers in the world. The automation System of this project had DCS Yokogawa, Siemens Fail Safe Sil3 PLC and others devices described in this document.

**Key words :** PROven, Ovens, Coke Plant

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 12º Seminário de Automação de Processos, 1 a 3 de outubro de 2008, Vitória, ES*

<sup>2</sup> *Engenheiro Eletricista, Especialista em Engenharia de Sistemas, Gerente de Contratos da TSA – Tecnologia em Sistemas de Automação, Belo Horizonte – MG, Brasil.*

<sup>3</sup> *Engenheiro Eletricista, Especialista em Projetos Elétricos e Eletrônicos da ArcelorMittal Tubarão, Serra – ES. Brasil.*

<sup>4</sup> *Engenheiro Eletricista, Especialista de Manutenção de Controle de Processo da ArcelorMittal Tubarão, Serra – ES. Brasil.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Historicamente a emissão de poluentes e o controle da pressão em Fornos de Coqueria, representam um desafio, em função da agressividade da área, condições ambientais adversas e das restrições de uso de equipamentos.

As oscilações de pressão contribuem com a redução de vida útil do refratário e normalmente o controle individual esbarra em dificuldades técnicas, tais como equipamentos, projeto de instalação e estratégias de controle.

Normalmente o controle de pressão nas Coquerias se dá através do controle de pressão nos coletores principais, que coletam gás de um conjunto de fornos, como neste caso, de 24 a 25 fornos por coletor.

A estratégia de controle adotada no projeto apresentado neste trabalho consiste, em linhas gerais, por modificar a pressão de trabalho nos coletores, normalmente positiva, para patamares de pressão negativa, permitindo a redução de vazamentos e possibilitando o controle individual nos fornos.

Para possibilitar esta estratégia “geral” de controle, foram adotadas soluções envolvendo desenvolvimento de equipamentos, utilização de instrumentos específicos, desenvolvimento de software, interligação do Sistema de Controle PROven com outros sistemas e demais atividades descritas neste trabalho.

Com a adoção da nova estratégia de controle, utilizando pressão negativa nos coletores, nos deparamos com outro desafio, garantir a abertura do Bleeder nesta nova condição operacional com nível de risco irrelevante.

Nesta nova condição, uma abertura do Bleeder indevida, representaria graves riscos à instalação e às pessoas, visto que o fluxo de ar tenderia a ser da atmosfera para dentro do coletor, causando danos potenciais irreversíveis.

Visando mitigar o nível de risco, foram adotados controladores Fail Safe, com redundância e nível de segurança SIL3, além de tripla redundância para os medidores de pressão que determinam a abertura do Bleeder.

Este projeto foi implantado na ArcelorMittal Tubarão, nas 3 Baterias de Coque existentes, seguindo um cronograma de parada de cada coletor, com as Baterias de Coque em funcionamento.

## **2 SISTEMA PROVEN**

### **2.1 Representação Gráfica dos Instrumentos e Equipamentos**

Um dos desafios encontrados era encontrar soluções para instrumentação, dado as condições agressivas encontradas no topo da Coqueria.

Parte da Instrumentação foi fornecida pela UHDE, adquirida na Alemanha, e parte pela TSA, adquirida no Brasil.

Abaixo segue uma representação gráfica adotada no sistema de supervisão para acompanhamento dos equipamentos de um forno específico:

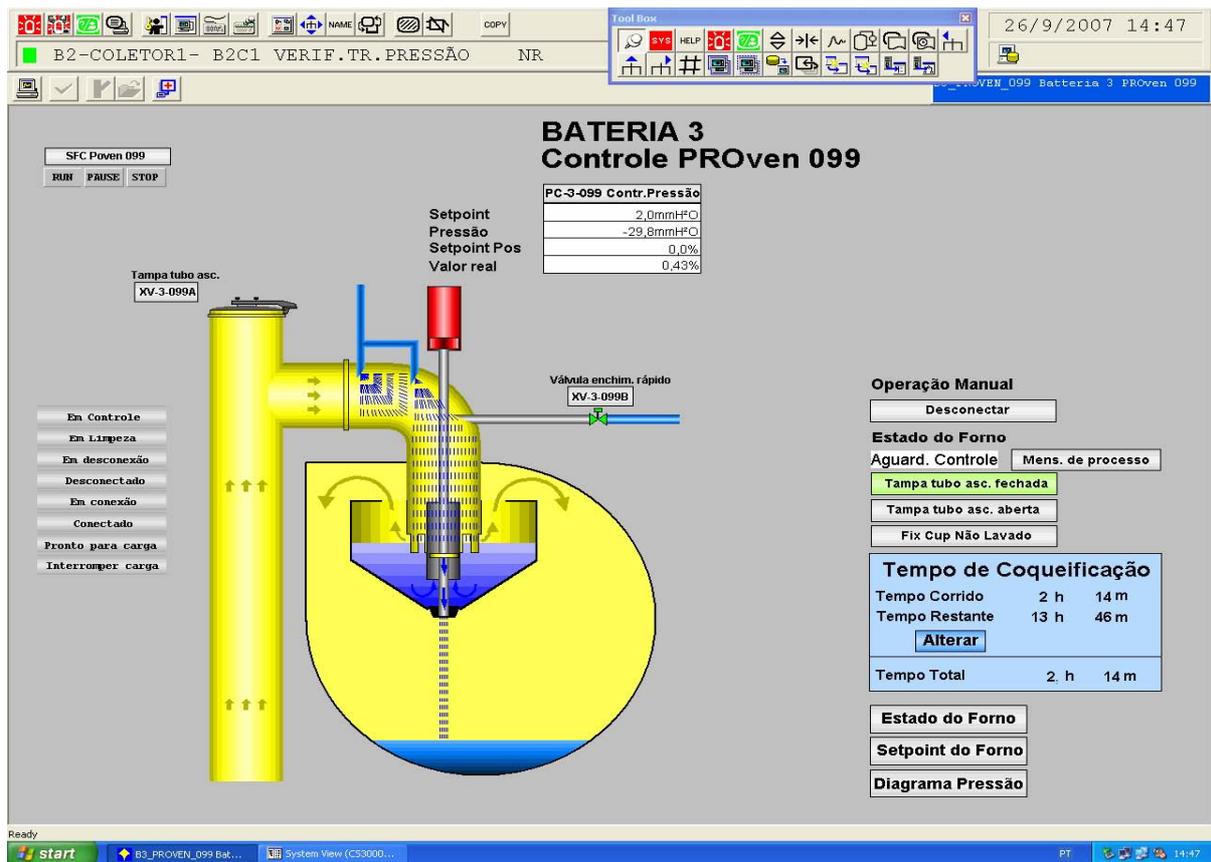


Figura 1 – Representação gráfica dos equipamentos de 1 forno

### 3 SISTEMA DE CONTROLE

#### 3.1 Arquitetura do Sistema

A arquitetura do Sistema é composta por controladores do SDCD CENTUM CS 3000 da Yokogawa, sendo 1 controlador para cada Bateria de Coque. Cada controlador do SDCD comunica-se com 1 PLC de segurança da Siemens através de rede MODBUS redundante. A instrumentação no topo de cada Bateria é interligada ao respectivo controlador do SDCD através de redes FieldBus Foundation.

#### 3.2 Características Gerais do Sistema de Controle

O sistema de controle adotado visava atender os requisitos funcionais e de segurança advindos da instalação do novo Sistema PROven, dentre os quais podemos destacar:

- Realizar o controle de 147 malhas de pressão distribuídas em 3 Baterias de Coque: Para isto foi utilizado 01 SDCD CENTUM da Yokogawa, composto por 3 controladores, sendo 1 para cada Bateria de Coque, possibilitando operações independentes entre as baterias. Mesmo em caso de falha em uma das Baterias, as demais permaneceriam ativas.
- Interligar os Sistemas do PROven e Bleeder, respectivamente SDCD CENTUM e CLP S7 Siemens, garantindo a disponibilidade do link entre os 2 sistemas. Para isto foi utilizado uma rede de comunicação MODBUS TCP redundante.
- Rede de instrumentos composta pelos transmissores de pressão e posicionador de cada Forno em rede Fieldbus Foundation, totalizando 147 transmissores de

pressão e **147** posicionadores. A determinação do número de redes levou em consideração os requisitos necessários ao controle das malhas, bem como a parte relativa à instalação física das redes. Cada rede foi dimensionada para até 8 nós, coletando sinais referentes até 4 fornos, considerando que cada forno conta com 1 posicionador e 1 transmissor de pressão.

- Comunicação com os carros de carregamento utilizando um CLP de coordenação, recebendo dados do Sistema Proven e Nível 2, retransmitindo-os aos carros de carregamento através de rádios com tecnologia spread spectrum em rede ethernet.

O Nível 2 citado acima se refere a um sistema especialista da ArcelorMittal Tubarão para a COQUERIA que determina os tempos de coqueificação utilizando dados de processo como temperaturas nos fornos.

### 3.3 Estratégia de Controle

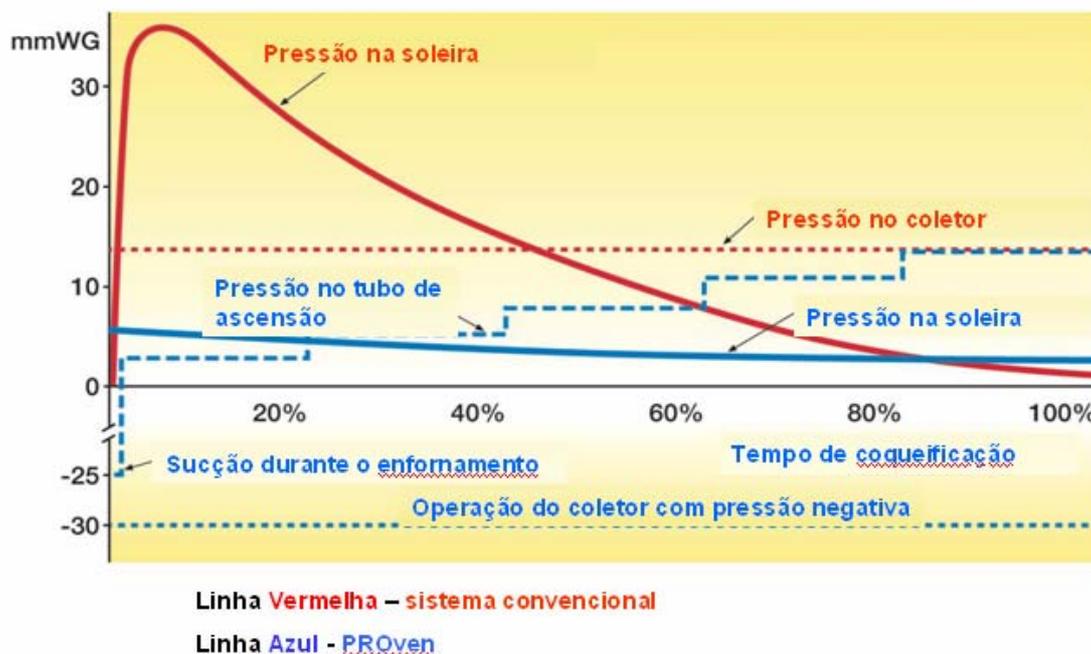


Figura 2 – Comparativo Sistema convencional e Sistema Proven

- A figura acima representa em linhas gerais a diferença do comportamento da pressão nos fornos, em um sistema convencional comparado com o Proven
- O software desenvolvido gera 5 degraus de set-point de pressão, automaticamente, visando estabilizar a pressão em cada forno.
- Para enformamento e desenformamento são verificadas as condições de segurança no carro, e também condições de processo, como intertravamento da pressão do coletor para início do enformamento.
- Desenvolvida lógica para limpeza automática do Fix Cup. A cada período de tempo o Fix Cup em cada Forno é lavado através do enchimento de licor. O sistema de Limpeza é intertravado com o número de fornos desalinados (desenformados), visto que existe um limite da capacidade de vazão de licor. Desta forma, o Sistema deve garantir que o número de fornos Desalinados e em Lavagem não ultrapasse a capacidade de vazão do Sistema.

### 3.4 Modos de Operação

O sistema possui em linhas gerais os seguintes modos de operação:

#### 3.4.1 Remoto

O alinhamento e desalinhamento dos fornos pode ser feito remotamente, sem a presença do operador junto ao forno.

Neste modo de operação remoto, temos a possibilidade de comandar a operação a partir de 2 locais diferentes:

- Através da sala de controle utilizando a tela apresenta a seguir
- Através do Carro de Carregamento

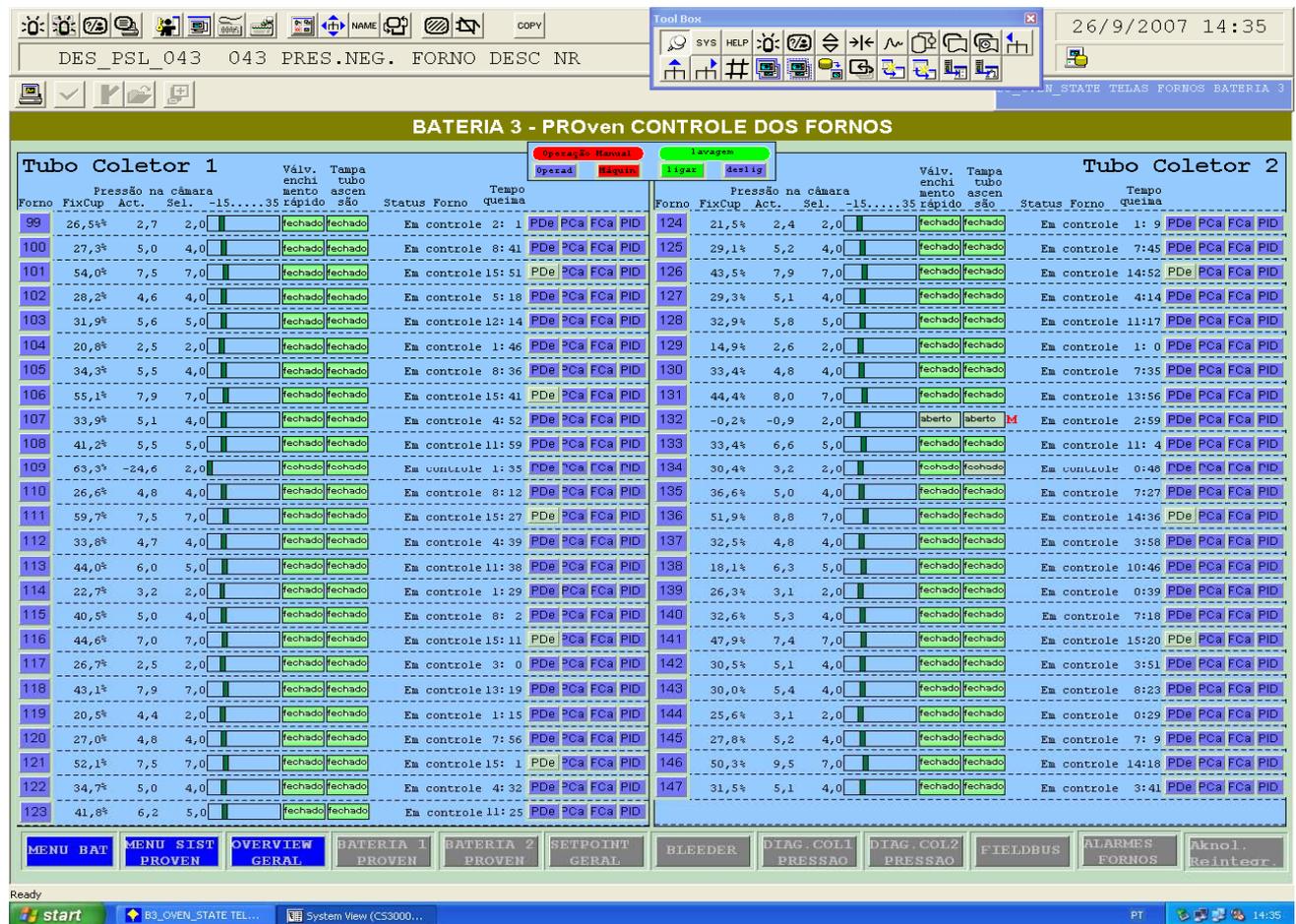


Figura 3 – Tela geral de Operação do Proven

#### 3.4.2 Local

Com a entrada do novo sistema foi mantida a possibilidade de operação do alinhamento e desalinhamento independentemente do sistema de controle, permitindo o acionamento local dos tubos de ascensão e válvulas hidráulicas.

## **4 DIFICULDADES ENCONTRADAS**

### **4.1 Projeto de Instalação**

Compatibilizar o projeto de instalação com as severas condições ambientais, em local sujeito a altas temperaturas e propagação de chamas.

#### **Solução empregada:**

Modificação da posição das bandejas previstas inicialmente, utilização de bandejas em aço inox, modificação da posição de equipamentos, desenvolvimento de proteções mecânicas, utilização de cabos especiais para altas temperaturas, utilização de material isolante para evitar a propagação de calor da parte externa das bandejas para os cabos acondicionados internamente.

### **4.2 Estabilização do Controle de Pressão nos Coletores**

A implantação foi realizada em etapas e provisoriamente havia coletores trabalhando em pressão negativa enquanto outros não comissionados ainda estavam em pressão positiva.

#### **Solução empregada:**

Para possibilitar a estabilização foi necessário aumentar a depressão à montante das válvulas, através do ajuste dos Exaustores da Coqueria, fazendo com que a válvula do coletor pudesse operar com percentuais de abertura menores, possibilitando a reação da malha para oscilações de pressão.

### **4.3 Condições de Montagem**

Para a montagem das bandejas, outro aspecto deveria ser considerado: A segurança das pessoas envolvidas.

#### **Solução empregada:**

Visando mitigar os riscos de segurança e aumentar a produtividade dos serviços, a montagem dos suportes das bandejas foi realizada com o novo coletor ainda no chão, antes da subida. A subida dos coletores também representou um dos grandes desafios do projeto. A montagem mecânica dos coletores não foi de responsabilidade da TSA.

### **4.4 Operações Locais**

A interferência de operações locais no funcionamento do sistema teve que ser tratada no sistema de controle visando garantir a confiabilidade do Sistema.

Um dos passos para diminuir o número de intervenções foi garantir ao Operador do Carro condições para operação do sistema através de IHM existente e intertravamento do Carro com o Proven, já descritos anteriormente.

## 4.5 Desenvolvimento de Software

O software baseado na experiência da UHDE em plantas novas sofreu adaptações importantes para garantir a aderência de funcionalidades a uma planta em funcionamento, que passava por uma reforma.

As integrações com os carros de carregamento, sistema especialista da ARCELOR MITTAL para controle dos fornos, dito Nível 2, foram essenciais para o sucesso do projeto e exigiram soluções customizadas, tais como, comunicação através de rádios em rede ethernet e modificação dos softwares de supervisão e controle dos carros.

## 5 CONCLUSÃO/RESULTADOS OBTIDOS

A implantação do projeto do PROven representou um desafio para todas as empresas envolvidas, para a TSA e ARCELORMITTAL TUBARÃO, que em regime de parceria obtiveram os resultados esperados.

Dentre os resultados mais significativos, podemos citar:

- Redução da variação de pressão dos coletores
- Eliminação do uso de vapor para enforamento
- Fornos com controle individual mantendo sempre pressão levemente positiva, o que em longo prazo irá refletir em aumento da vida útil e redução de manutenção refratária e de portas
- Eliminação de tarefa com exposição ao calor

Apresentamos a seguir curvas que retratam parte dos resultados relatados acima.

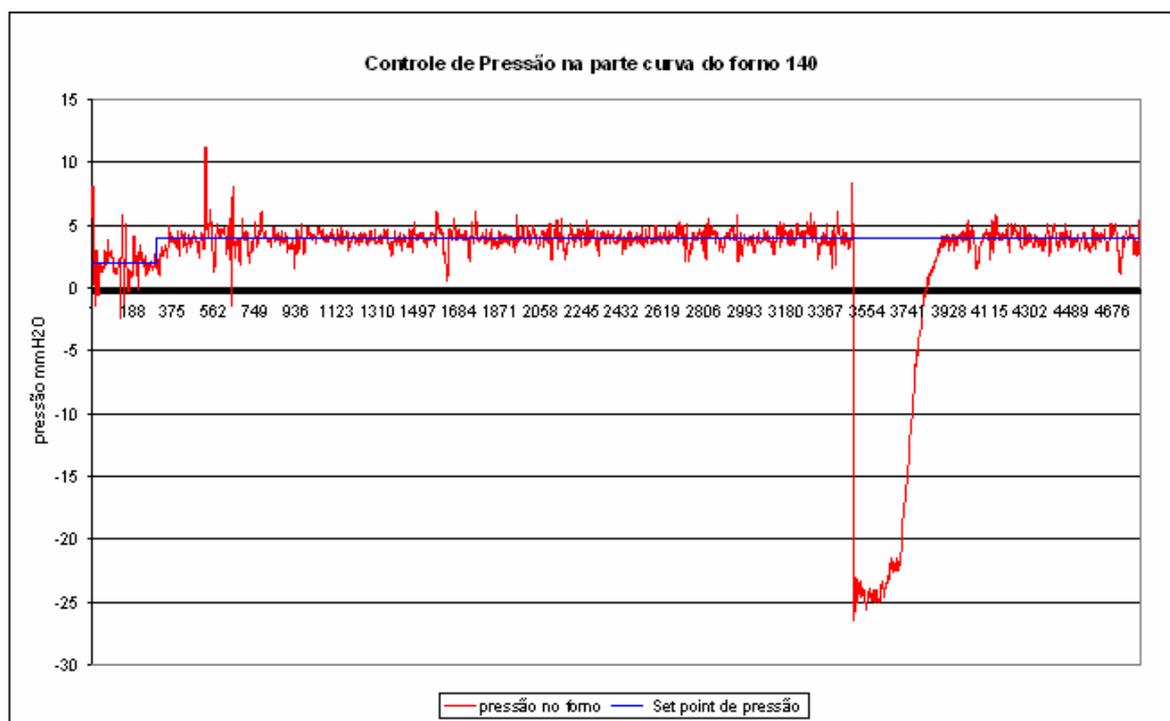
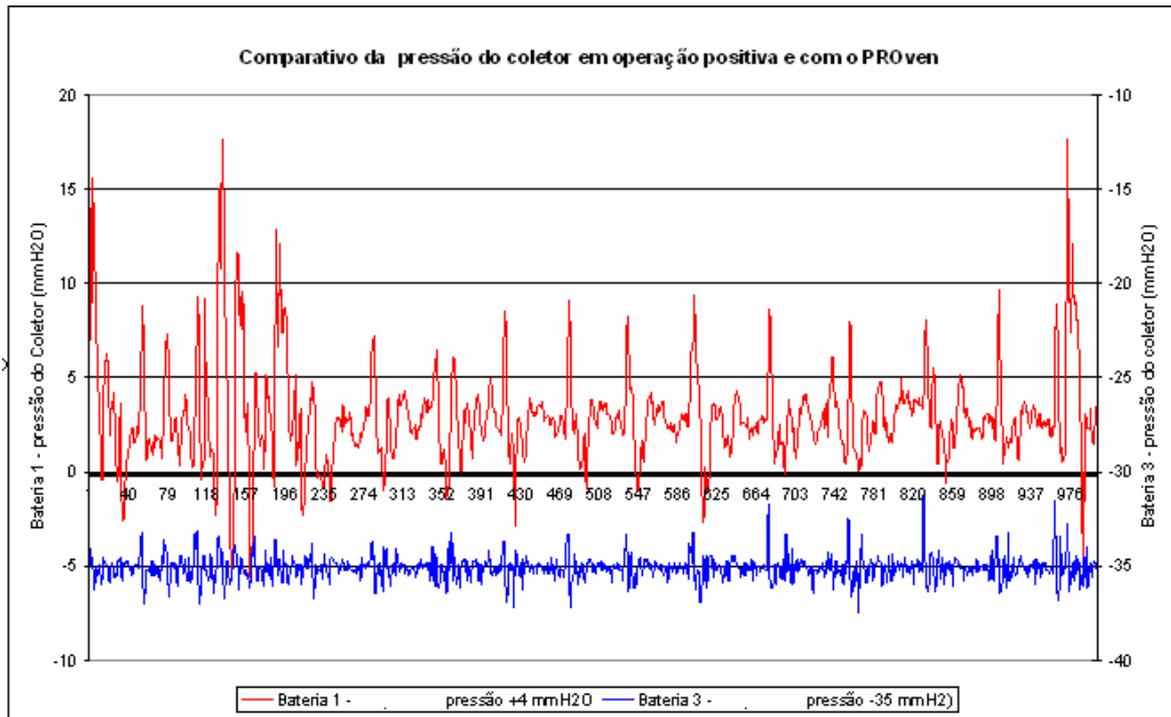


Figura 4 – Comparativo Set point x Pressão no forno



**Figura 5** – Comparativo da pressão nos coletores das Baterias 1(tradicional) e 3 ( PROven)

## BIBLIOGRAFIA

- 1 MK-TB-15-001-001 Coqueria - bateria dos fornos de coque - fabrication of gas collecting - main - especificação técnica
- 2 MK-TB-15-001-004 Coke plant - coke oven batteries - specification - expain joint DN0012
- 3 MK-TB-15-001-005 Coke plant - coke oven batteries - specification - valves
- 4 FK-EC-08-000-002 Coke plant - coke oven batteries - repair manual - revamping of oven roof