

## QUEIMADOR OXICOMBUSTÍVEL OPTIFIRE FLUIDIC BURNER PARA CHAMAS MULTIDIRECIONAIS\*

Vitor Hugo Zanotelli<sup>1</sup>  
Pedro Athias Zagury<sup>2</sup>  
Pablo Pacheco da Gama<sup>3</sup>  
Anderson da Silva Gomes<sup>4</sup>  
João Paulo Silva<sup>5</sup>  
Tiago Ribeiro da Costa<sup>6</sup>

### Resumo

A tecnologia oxí-combustível Praxair Optifire Fluidic Burner produz uma chama concentrada e com alta potência, cuja a direção pode ser modificada sem qualquer movimento físico do queimador e sem partes móveis.

Através de pequenas válvulas incorporadas no corpo do queimador e usando o princípio "fluidics" e o efeito "coanda" é possível criar uma mudança significativa na direção da chama. Seu objetivo é atingir um grande volume de sucata fria na frente do queimador com altas taxas de queima e, assim, melhorar o uso da energia química no derretimento de metais. Seus benefícios podem ser múltiplos, tanto na redução do consumo de energia elétrica quanto na redução do power on e power off de corridas, entre outros.

Em agosto de 2015, a Praxair instalou um queimador oxí-combustível Optifire Fluidic Burner no forno elétrico a arco da Gerdau Monroe, MI, com o objetivo de reduzir o power on e eliminar a sucata não derretida na área de vazamento do forno.

Este artigo descreverá a tecnologia por trás do sistema Fluidic Burner da Praxair e os resultados de sua operação..

**Palavras-chave:** Fluidic; Coanda; Queimador, FEA.

### OXY-FUEL OPTIFIRE FLUIDIC BURNER FOR MULTI-DIRECTIONAL FLAMES

#### Abstract

The Praxair Optifire Fluidic Burner oxy-fuel technology produces a concentrated high-power flame whose direction can be modified without any physical movement of the burner and without moving parts.

Through small valves incorporated in the burner body and using the principle "fluidics" and the effect "coanda", it is possible create a significant change in the direction of the flame.

Its goal is reach a large cold scrap volume in front of the burner with high firing rates, and thus improve the use of chemical energy in the melting of metals and in the cold points inside electric furnaces. Its benefits can be multiple, both in the reduction of the consumption of electric energy as in the power on and power off reduction, among others.

In August 2015, Praxair's Optifire Fluidic Burner was installed on the electric arc furnace at Gerdau Monroe, MI, with the goal of reducing power on time and eliminating un-melted scrap in the tapping area of the furnace.

This paper will describe the technology behind Praxair's Fluidic Burner system and the results of its operation..

**Keywords:** Fluidic; Coanda; Burner; EAF .

- <sup>1</sup> *Engenheiro Químico, Gerente de Aplicações e Processos, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Porto Alegre, RS, Brasil.*
- <sup>2</sup> *Engenheiro Metalúrgico, Gerente de Tecnologias e Aplicações, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- <sup>3</sup> *Técnico e Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Aplicações e Processos, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- <sup>4</sup> *Engenheiro Metalúrgico, Gerente de Aplicações e Processos, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil.*
- <sup>5</sup> *Engenheiro Químico e Mestre em Engenharia Térmica, Gerente de Aplicações e Processos, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil.*
- <sup>6</sup> *Técnico e Engenheiro Mecânico, Gerente de Aplicações e Processos, Clientes On Site, White Martins Gases Industriais Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

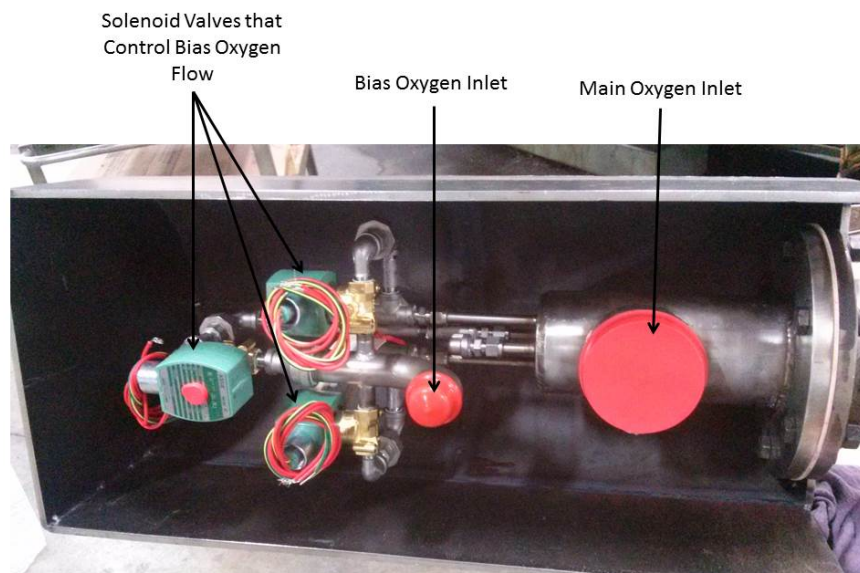
## 1 INTRODUÇÃO

A matriz energética das usinas siderúrgicas tem sido constantemente otimizada com o intuito de reduzir o consumo de combustíveis e melhorar o uso de energia elétrica aumentando a produtividade do processo.

Tratando-se de queimadores convencionais em fornos elétricos, estes fornecem calor em uma direção fixa, por isso necessitam de controles para alterar as taxas de queima e razão de oxigênio para corrigir a forma da chama ou sua luminosidade. Controlar a taxa de queima destes queimadores é um requisito para não superaquecer um único ponto e, com isso, evitar danos ao forno. Especificamente durante o processo de fusão da sucata em um forno elétrico a arco, seria mais eficiente se a chama do queimador fornecesse altas taxas de calor diretamente à sucata mais fria e não derretida em vez de esperar que a condução e a convecção transferissem o calor da área em que a chama é dirigida para o local frio. Com o queimador Optifire Fluidic Burner da Praxair é possível combinar altas taxas de aquecimento com a variação programada da direção da chama e, assim melhorar o uso da energia química nos fornos de fusão.

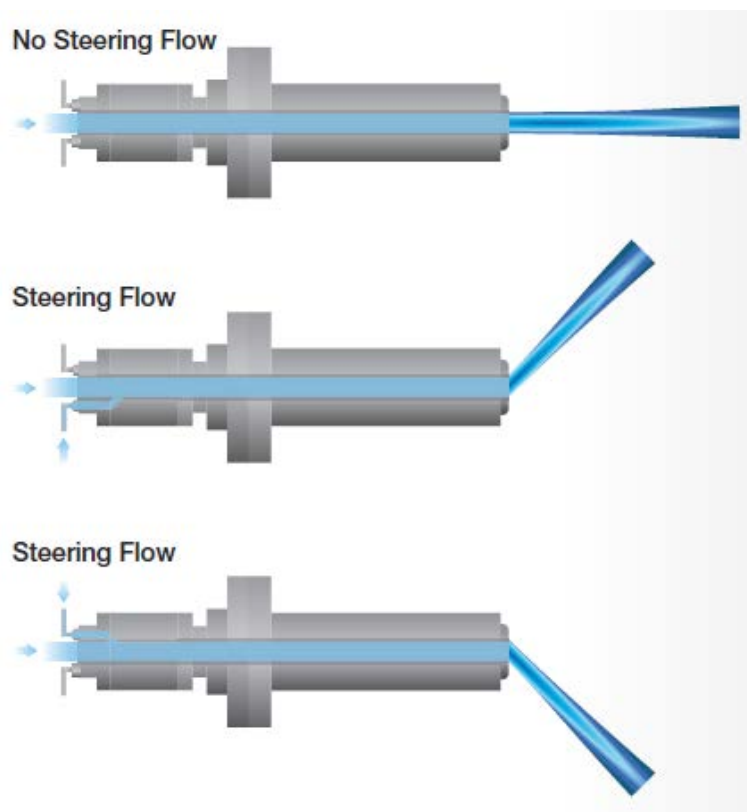
## 2 DESENVOLVIMENTO

A tecnologia do queimador Optifire fluidic burner está baseada na direcionalidade da sua chama, que pode ser comandada remotamente, sem partes móveis, controlando o fluxo através de jatos de direção no queimador. Este “jatos de direção” são projetados através de válvulas posicionadas no corpo do queimador que permitem que um pequeno fluxo de oxigênio secundário controle a direção do fluxo de oxigênio principal. Os jatos de oxigênio secundário desviam o jato de oxigênio principal para o lado do bocal onde este é defletido através do efeito Coanda. A **Figura 1** apresenta a disposição das válvulas de oxigênio secundário e principal



**Figura 1.** Bocais de entrada de oxigênio e válvulas de controle

As portas de injeção de oxigênio secundário (ou orifícios de polarização) estão localizadas dentro do bico do queimador. Quando não há fluxo de oxigênio sendo injetado através de qualquer uma das válvulas de oxigênio secundário, o queimador produzirá uma chama direta e sem deflexão. Quando uma chama é defletida, uma ou mais válvulas solenóides posicionadas na extremidade traseira do queimador abrem para permitir que o fluxo passe através das cavidades. A chama pode ser defletida até cerca de 30 graus da linha central em qualquer direção, além de uma posição de operação padrão para frente. Esse ângulo pode variar dependendo da taxa de abertura que é usada e da geometria do bico do queimador. A direção da chama pode ser controlada através de um PLC que comandará as válvulas solenóides, assim é possível operar em uma sequência automática de acordo com as receitas de produção ou manualmente de forma remota de acordo com as condições do processo. A **Figura 2** mostra a deflexão da chama no bico do queimador



**Figura 2.** Deflexão da chama no bico do queimador.

A tecnologia emprega um jato de oxigênio de alta velocidade que emana do bocal central. O queimador possui anéis adicionais de portas secundárias de oxigênio com o objetivo de estabilizar a chama e arrastar o gás natural das portas externas para a combustão. A parte externa do queimador é resfriada a água.

O queimador possui maior eficiência e uniformidade no aquecimento, taxas que queima mais altas, baixas manutenção e flexibilidade de instalação, podendo ser acoplado tanto nas paredes do forno, EBT e porta de escoria. A Figura 3 apresenta o queimador OptifireFluidicBurner Instalado nas posições indicadas.

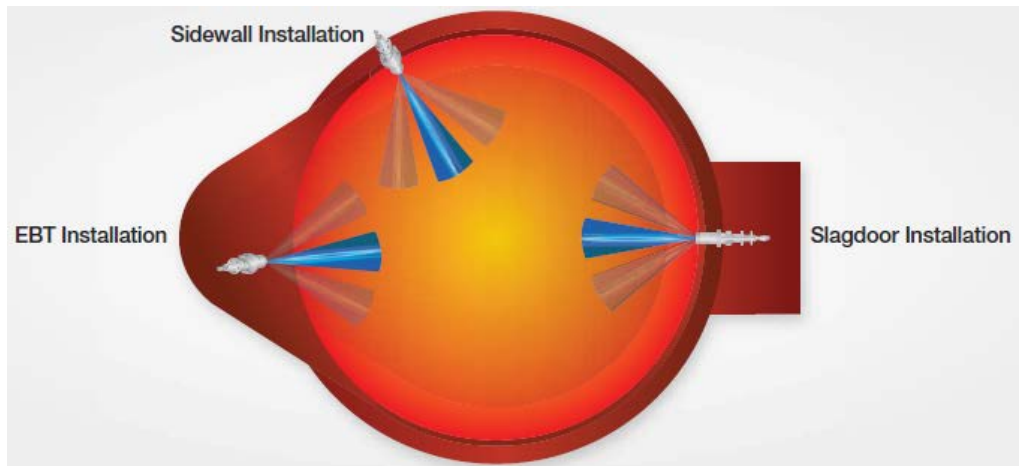


Figura 3. Queimador FluidicBurner Instalado no EBT, Porta de escória e parede do FEA.

### 3 MATERIAS E METODOS

A primeira implementação do FluidicBurner da Praxair foi realizada em conjunto com a Gerdau Monroe, no final de 2015, no estado de Michigan, Estados Unidos. Esta usina opera um forno elétrico de 135 toneladas que é projetado com um volume maior do que o típico para a área do furo de vazamento (taphole), e é designado como um forno "OBT" de fundo oval. O FluidicBurner foi instalado na área "OBT" em frente a área que mostrou acúmulo consistente de material não derretido. A **Figura 4** (Vista de cobertura do forno) e a **Figura 5** (Vista de corte do forno) mostram a cobertura de chama que é possível com o queimador Optifire FluidicBurner durante cada um dos modos possíveis de disparo. A **Figura 6** mostra o queimador em operação.

### Optifire Fluidic Burner

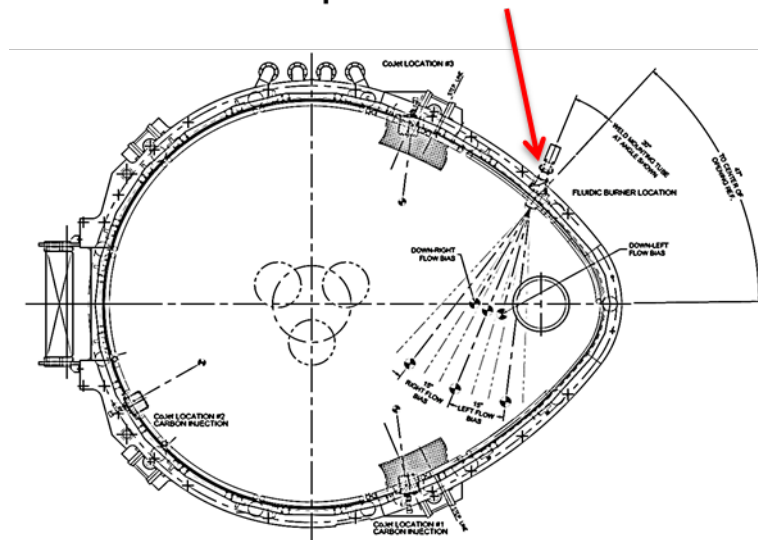


Figura 4. Vista de cobertura do forno.



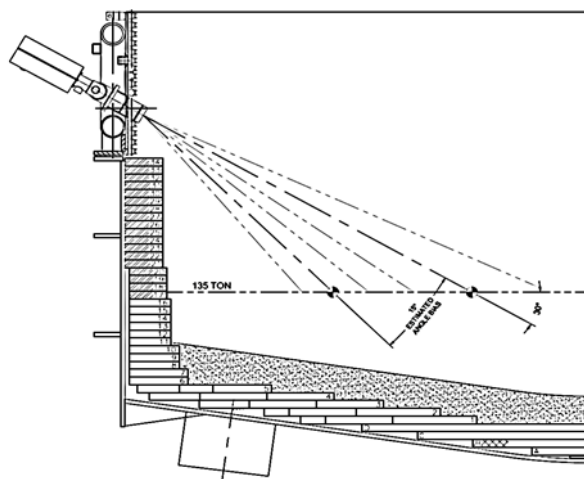


Figura 4. Vista de corte do forno.



Figura 5. Queimador em Operação.

#### 4 RESULTADOS

Antes da operação com o FluidicBurner era comum haver um grande acúmulo de sucata não derretida na área do OBT e removia-se este material não derretido através de lanças de oxigênio manuais. Em média, havia um atraso de aproximadamente 2 minutos por corrida para que a remoção da sucata fosse concluída. Após a instalação do queimador, a necessidade intervenção manual para limpeza do OBT através de lanças de oxigênio foi essencialmente eliminada. Além disso, houve uma diminuição significativa no tempo de poweron e no consumo de energia elétrica requerida, conforme mostra as **Figuras 6, 7 e 8**, a seguir. Em média,

o consumo de energia elétrica foi reduzido em 6,15% e o tempo depoweron em 11%. O tempo de power off foi reduzido em 64% devido, principalmente, à eliminação de sucata não derretida na região do OBT. Durante o período dos ensaios não foi observado aumento de FeO na escória e perda de rendimento metálico.

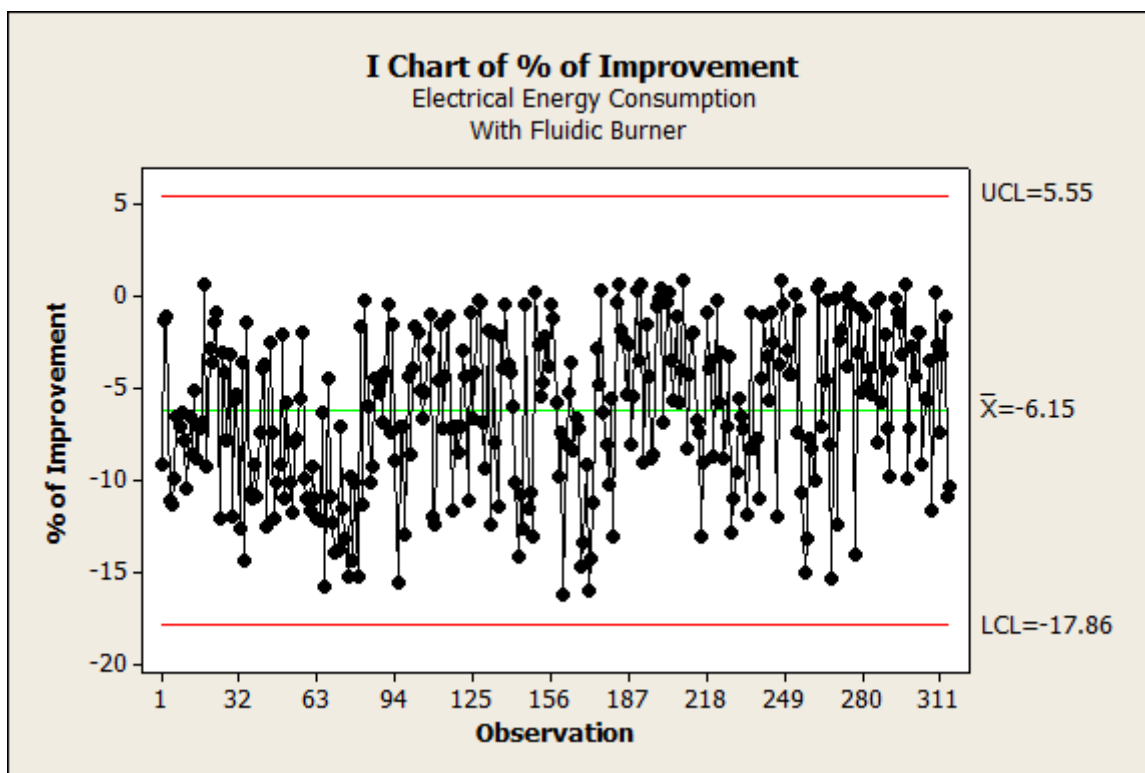


Figura 6.Redução no consumo de Energia Elétrica.

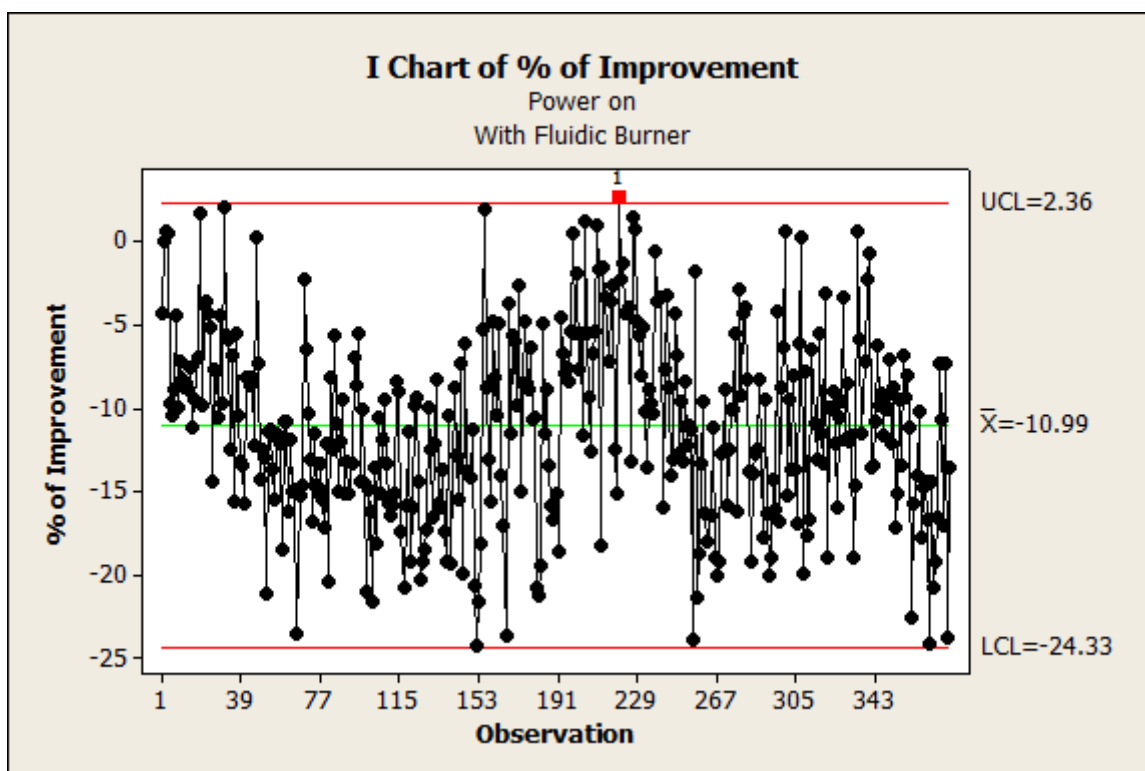


Figura 7.Redução no tempo de poweron.

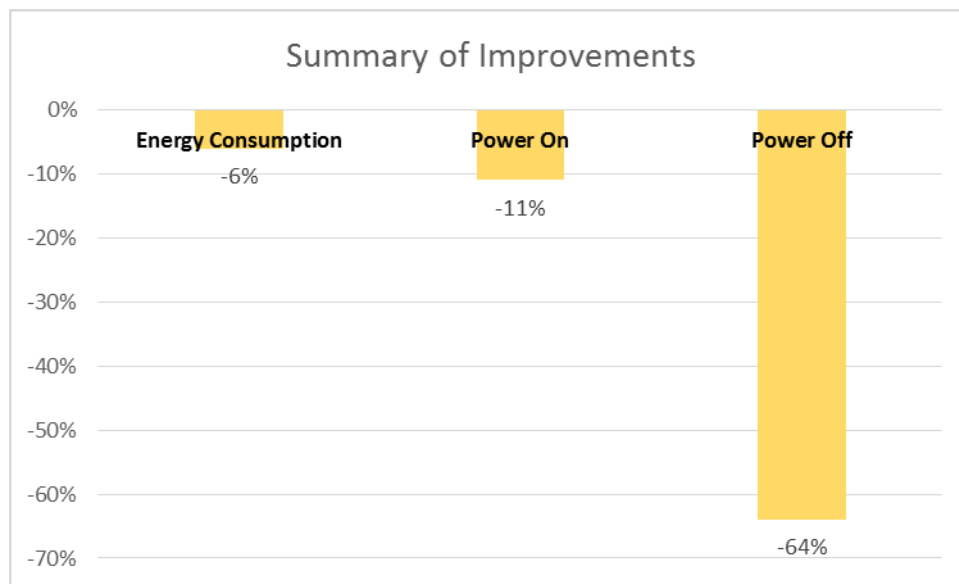


Figura 8. Resumo das melhorias.

## 5 CONCLUSÃO

O queimador OxicombustívelOptifireFluidicBurnerrepresenta uma nova tecnologia para fornecer energia química em fornos elétricos a arco. Devido a sua facilidade de operação e instalação pode ser posicionado em diversas áreas fria do forno. Devido à capacidade de controlar a direção da chama, pode operar com taxas mais altas de queima do que queimadores convencionais, sem causar danos aos refratários no forno através do superaquecimento de um ponto.

Adicionar energia química de forma eficiente e controlada ao forno torna-se uma opção atrativa para eliminar regiões frias, reduzir consumo de energia elétrica e aumentar a produtividade, e o FluidicBurner se mostrou uma excelente tecnologia para este propósito.

## REFERÊNCIAS

- 1 Larry Cates, Jesse Cates, Rafael Bruch. Implementation of Praxair's Fluidic Burner for Multi-Directional Flames. 2016 AISTech Conference Proceedings. Warrendale, PA, USA
- 2 NBR12313: ABNT – Associação de Normas Técnicas, Sistema de combustão - Controle e segurança para utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura. 2000; 2-33