

TruePeak – TDLS200

Tunable Diode Laser

vigilantplant.[®]

The clear path to operational excellence

Medição de Gás Utilizando o Princípio TDLS



Alexandre Gregoski

TRUE^{TDLS 200}**peak**[™]



Oxigênio (segurança e controle)

- Refinarias
- VCM/DCE
- Cloro
- TiO_2 , Formaldeído, outros produtos químicos especiais

Oxigênio & CO (combustão)

- Incineradores (MVC/DCE, processos baseados em Cloro_2 , Refino, etc)
- Grandes Fornos e Caldeira (combustão em larga escala)

H_2O (umidade)

- Cloro
- Refino
- Processos químicos em geral

Sistemas de amostragem

Os problemas:

- **Tempo de resposta lento**
 - Solucionado pelo aumento da vazão
 - Resultando em uma perda elevada de gás
- **Precisão**
 - A amostra é alterada no condicionamento
- **Confiabilidade Reduzida**
 - Possibilidade de entupimento nos filtros
 - Requerem manutenção frequente
 - Alteração na amostra!!!!
- **Custo Elevado**
 - De Manutenção
 - De instalação e operação

TruePeak TDL

A Solução:

Melhor que os princípios convencionais

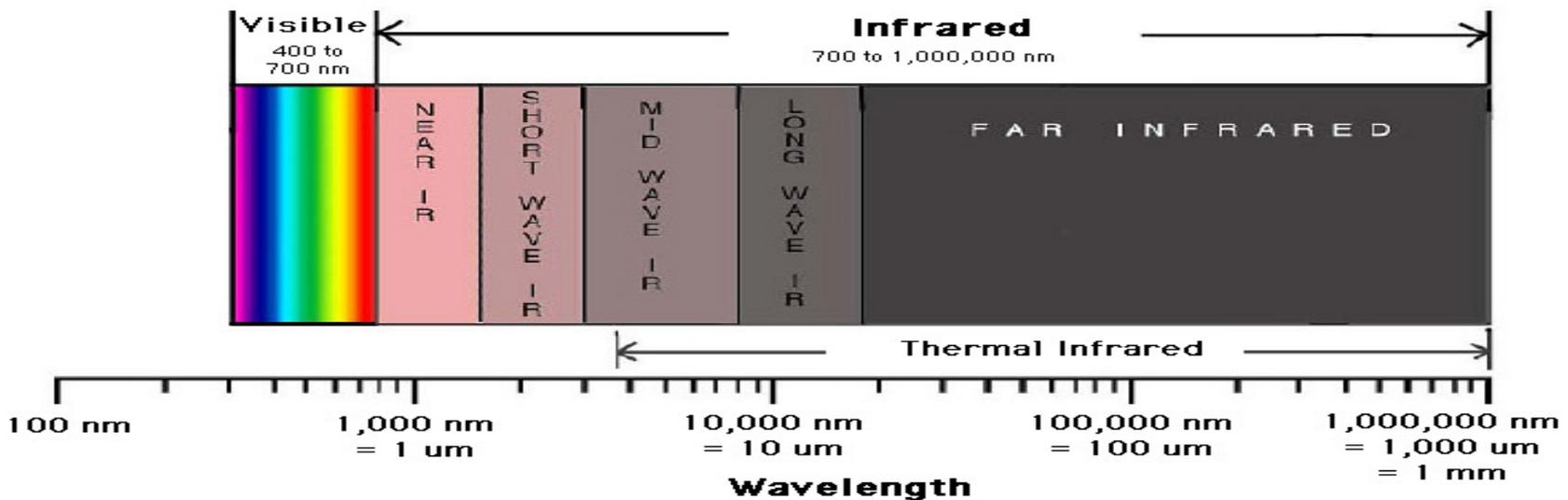
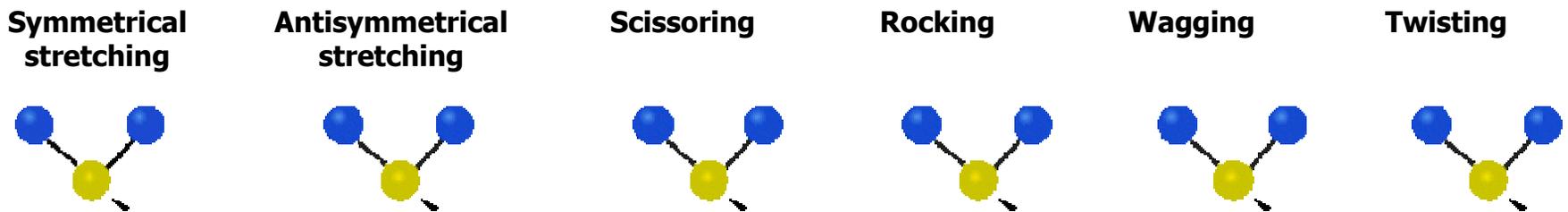
- **Análise *In Situ***
(sem condicionamento de amostra)
- **Resposta Rápida** (1-20 segundos)
- **Rejeição de Interferência**
(obstrução da luz alta ou variável)
- **Pressão de Processo** até 20 Bar
- **Temperatura de Processo** até 1500 °C
- **Medição Óptica**
(Sem contato do sensor com o processo)
- **Opções para processos agressivos**
(i.e. – alto teor particulado, gases corrosivos)
- **Flexibilidade de Instalação**



Princípio de Funcionamento

Infravermelho – *Vibração & Rotação*

A medição com o TDL (Tunable Diode Laser, ou Diodo Laser Sintonizável) é baseada na espectrometria por absorção. O analisador consiste em um laser que emite luz infravermelha, lentes ópticas para polarização do feixe e finalmente um detector. A unidade eletrônica controla a emissão do laser e o detector converte o sinal recebido em um valor que representa a concentração do gás.



Infravermelho Convencional

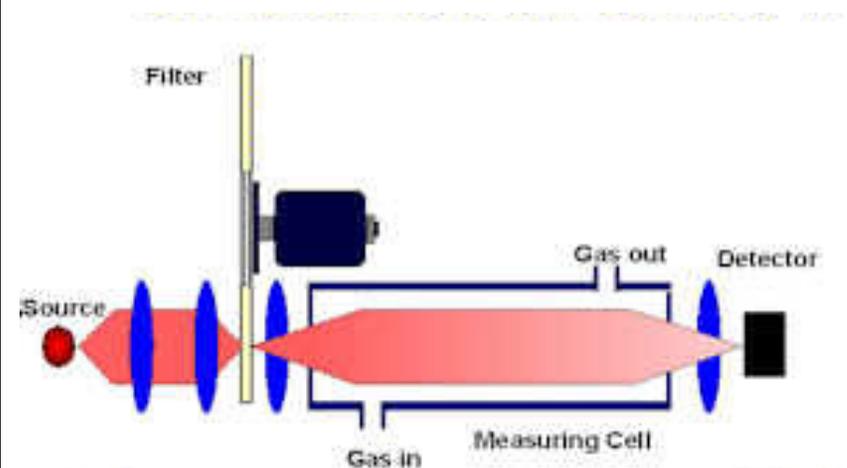
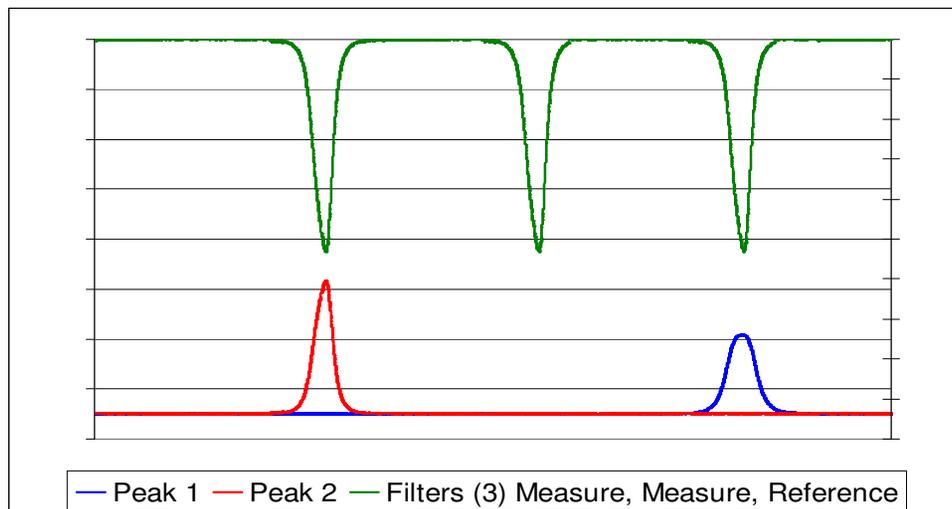
Nós estamos acostumados a ver os espectros da forma abaixo:

- Picos suaves, sem a estrutura fina

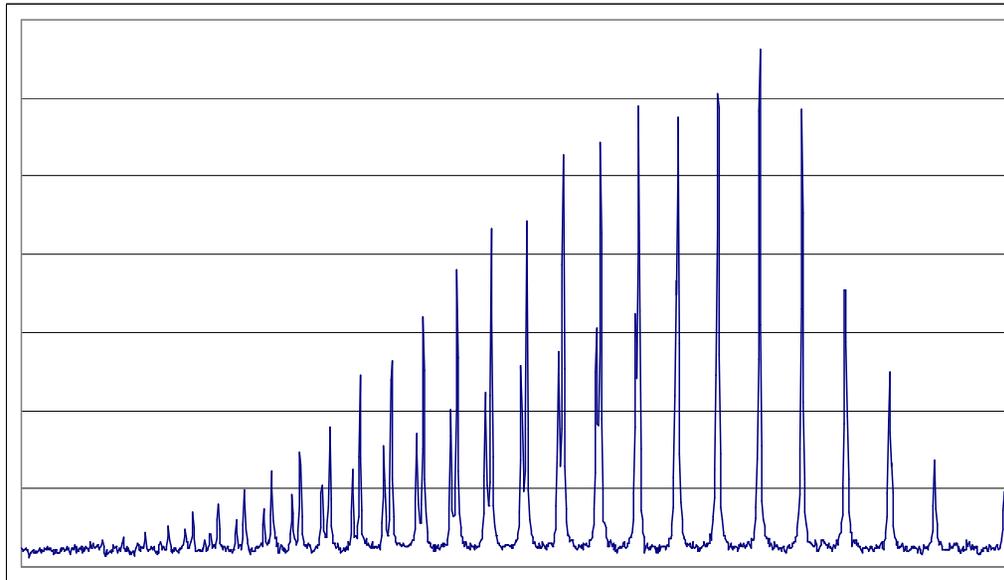
Os fotômetros operam em uma resolução muito baixa (tipicamente o filtro infravermelho é de 10-20nm) e não podem medir a estrutura fina.

Em função disso, os fotômetros são limitados a medições em grandes áreas de absorção.

Para se ter uma medição sem interferência, não pode haver nenhum componente sobreposto na área de absorção dos filtros.



Estrutura de Pico Fina

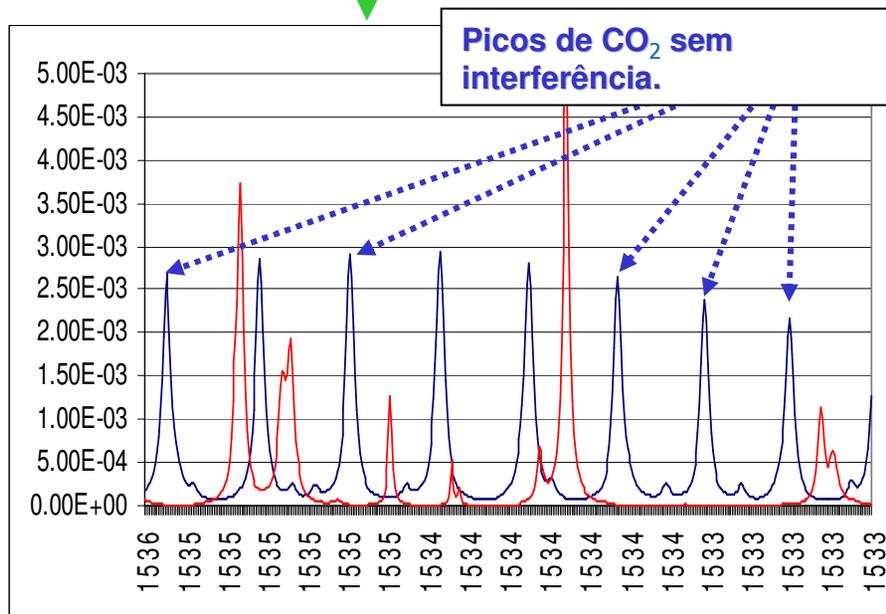
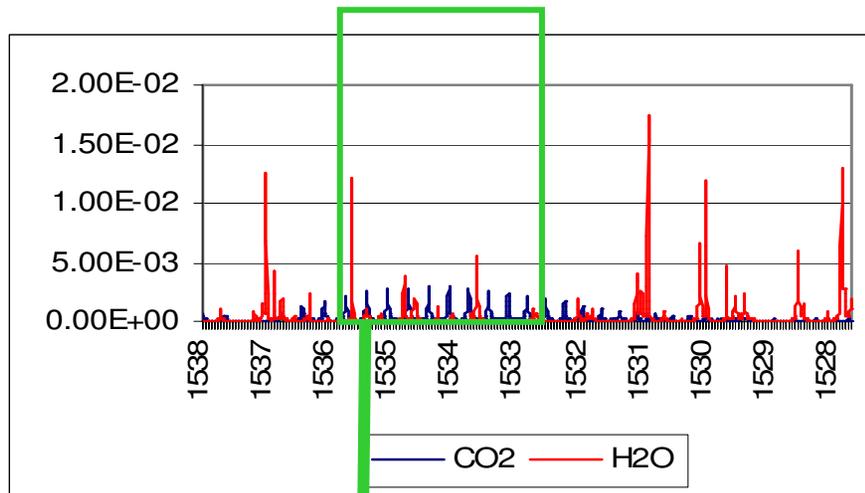


Em uma alta resolução, alguns gases apresentam uma estrutura de pico fina (picos dentro de picos). Cada pico, normalmente, é bem definido e bem separado.

Exemplos: CO, CO₂, SO₂, NO, C₂H₂, NH₃, HF, HCl, O₂, H₂O

Enquanto a faixa completa de absorção é tipicamente de dezenas de nanômetros (nm), cada pico individualmente possui uma largura de 0,1 ~ 0,2 nm.

Interferência de Espectro

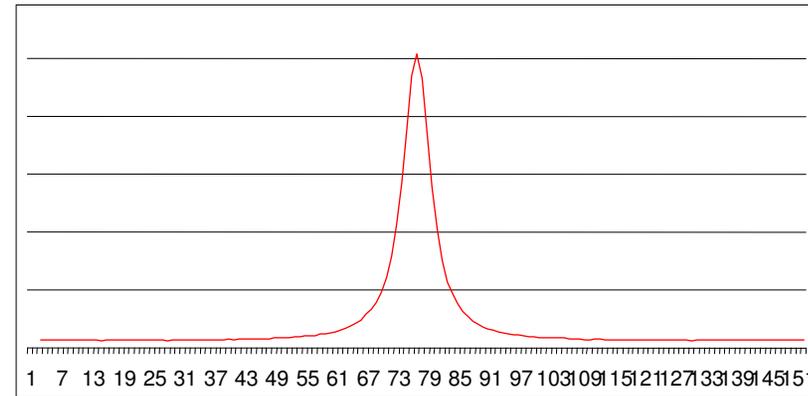
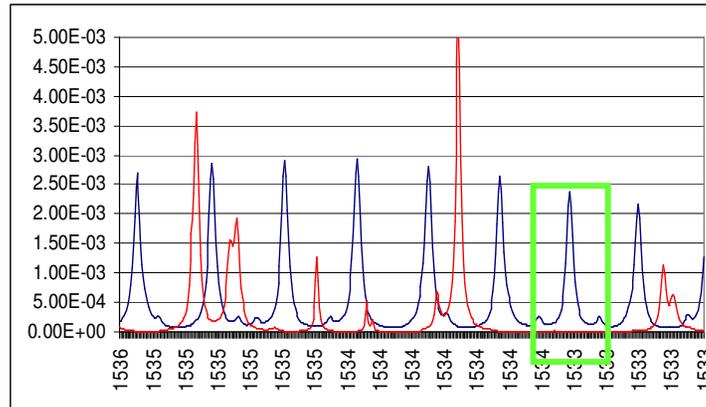


10nm (largura típica do filtro óptico)
espectro de CO₂ e de H₂O.

Um espectrômetro de baixa
resolução (fotômetro de filtro)
representaria essa faixa como um
único valor de absorbância.

Não é possível a separação entre o
espectro do CO₂ e da H₂O. O
resultado é a interferência do
espectro da H₂O na medição do CO₂.

Espectroscopia de Pico Único



Diodos lasers possuem uma emissão com comprimento de onda bastante estreito, tipicamente uma largura de 0,00004nm, o que permite centenas ou milhares de pontos através do pico.

Portanto, eles podem focar em um único pico bem definido que não possua nenhuma sobreposição.

O laser faz uma varredura na banda de absorção, medindo o pico e a linha de base.

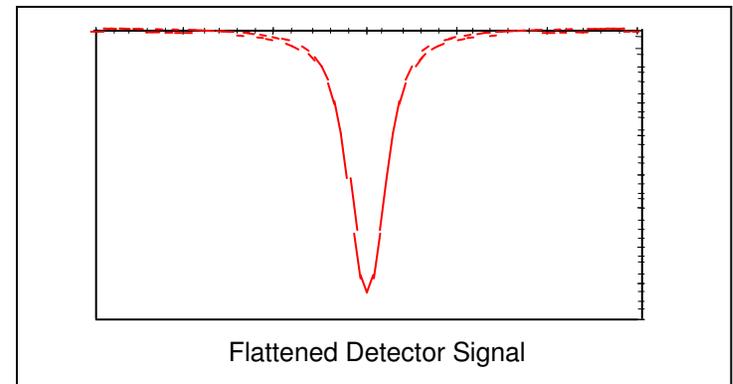
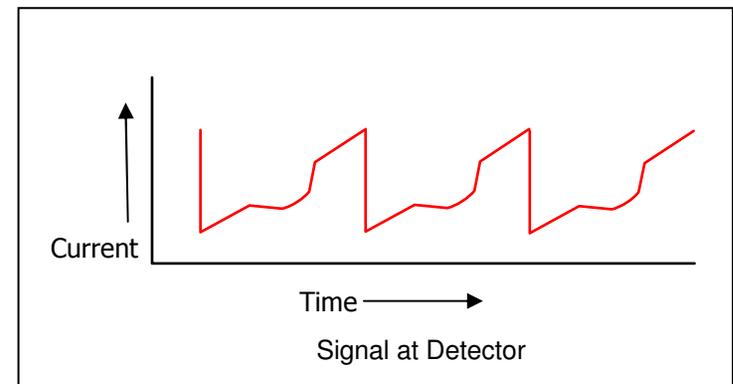
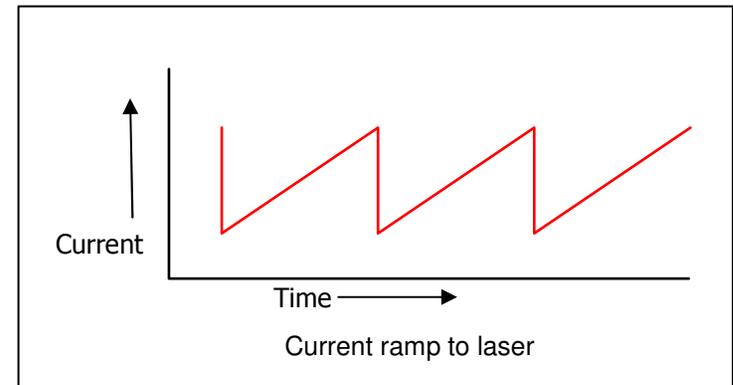
Operação – TruePeak TDL

O laser é mantido em uma temperatura fixa para ajuste grosso do comprimento de onda

Uma rampa de corrente é enviada ao laser para fazer o ajuste fino do comprimento de onda

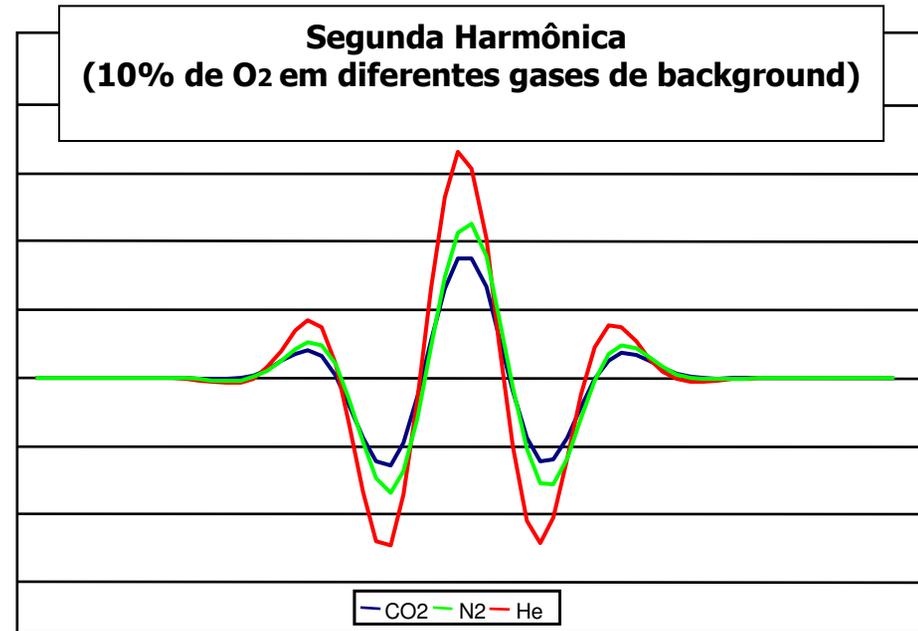
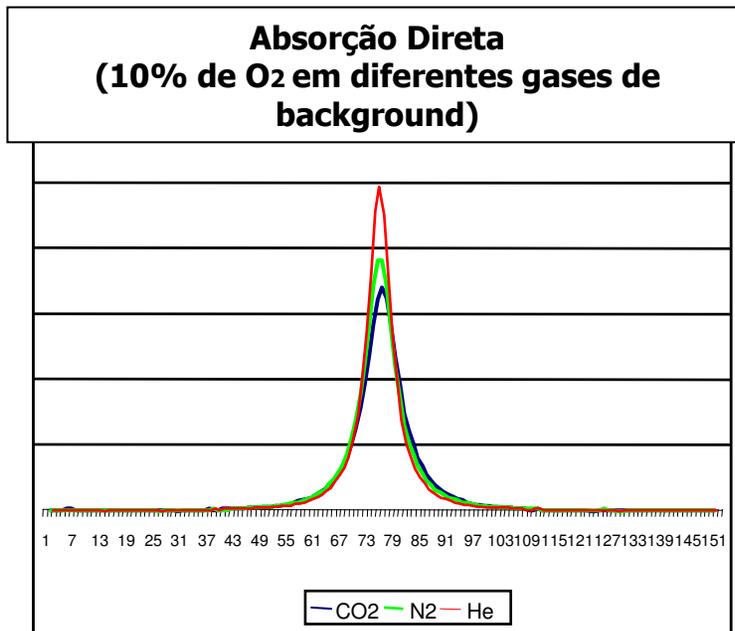
A luz polarizada passa pelo gás a ser medido. A quantidade absorvida pelo gás é proporcional à concentração do analito

A luz então é direcionada para um detector e o sinal gerado é proporcional à luz absorvida pelo analito



2ª Geração de TDLs

As duas técnicas mais comuns de medição são **Absorção Direta** (espectro da esquerda) e **Segunda Harmônica** ou $2f$ (espectro da direita)



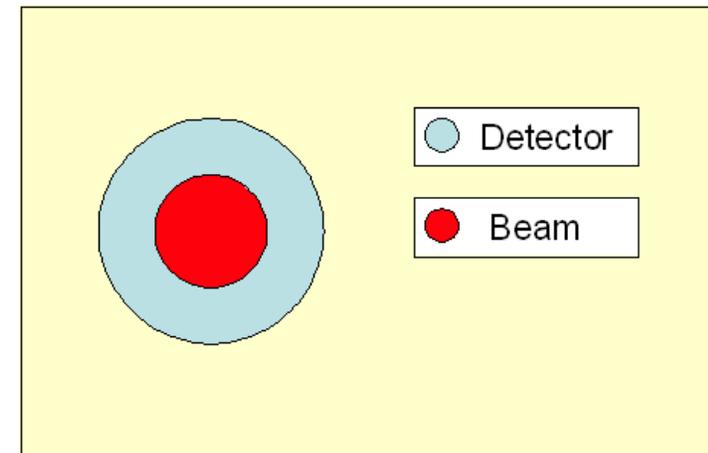
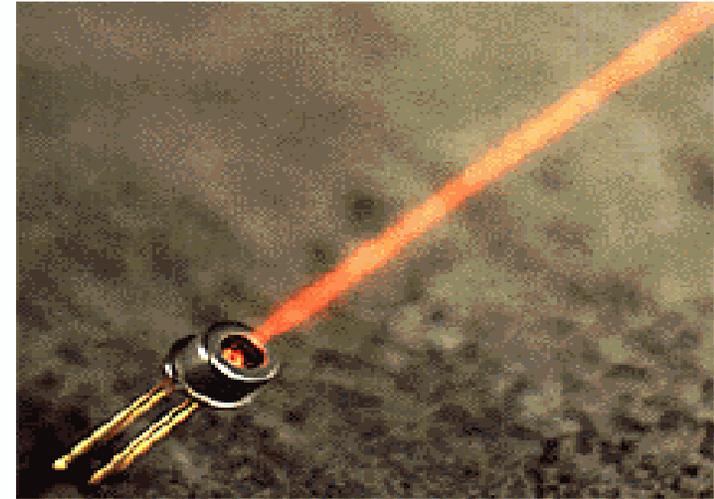
Gases de background afetam a forma do pico de absorção, a área do pico não é afetada e a altura do pico da $2f$ é afetada.

Benefícios do TDL

Sensibilidade. Máximo de 10^{-6} (ppm), pode ser menor em função do passo óptico

Seletividade. O feixe estreito do laser é capaz de identificar uma única linha de absorção. Isso proporciona mais opções de picos, normalmente possibilitando o uso de um único pico isolado para a medição.

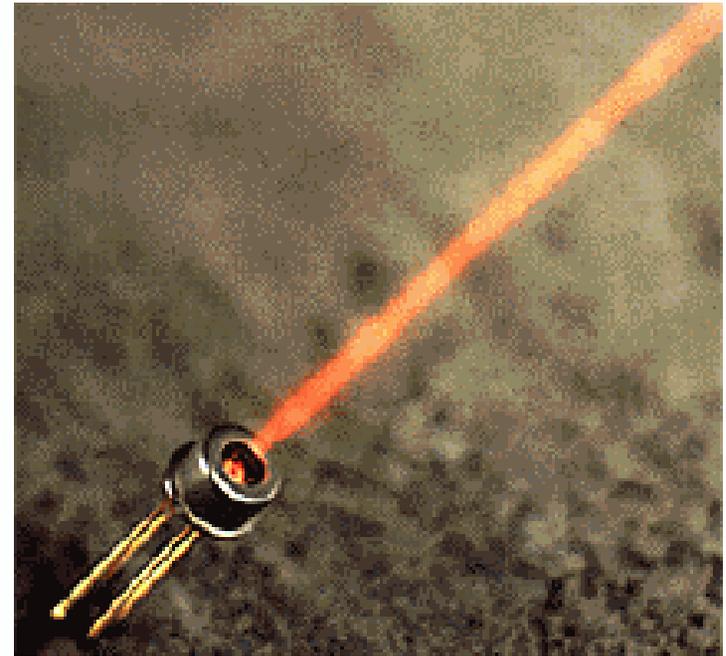
Potência. O diodo laser possui potência entre 0,5mW e 35mW e um feixe altamente concentrado, o que permite medições em gases com teor de particulado elevado.



Benefícios do TDL

Monocromático. Não é necessário elemento não dispersivo (filtro, etc.). A própria fonte luminosa é seletiva.

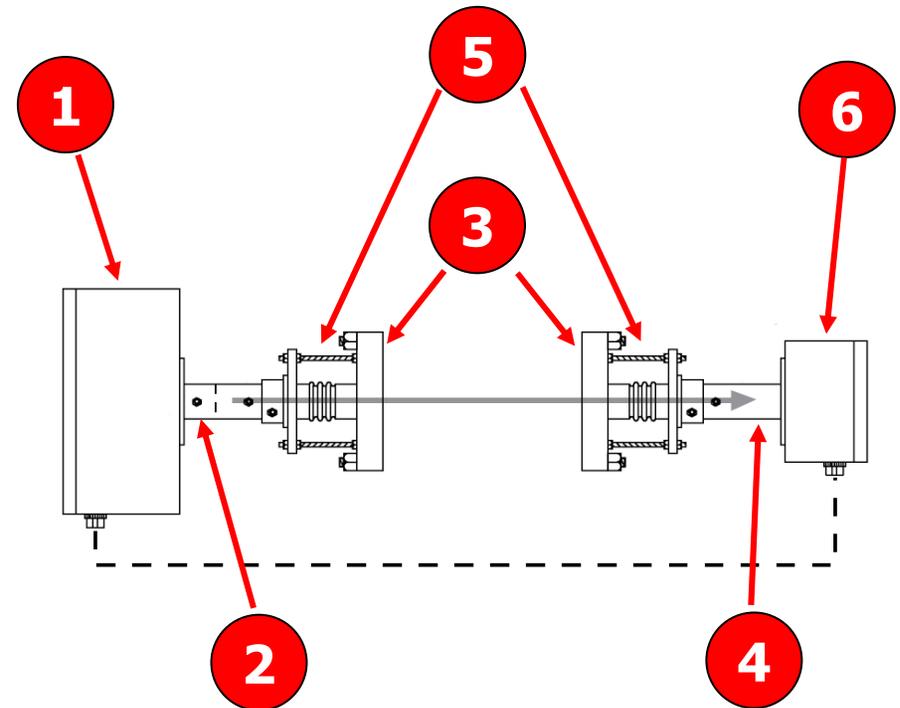
Sintonizável. Comprimento de onda pode variar através de todo espectro de absorção, isso permite a medição ressonante (pico) e não-ressonante (linha de base) durante cada varredura. Medindo a linha de base e o pico, a potência absorvida pelo detector pode variar muito e rapidamente sem afetar a medição. Isso é útil em aplicações com alto teor de particulado.



Os Produtos

Analizador TDL TruePeak

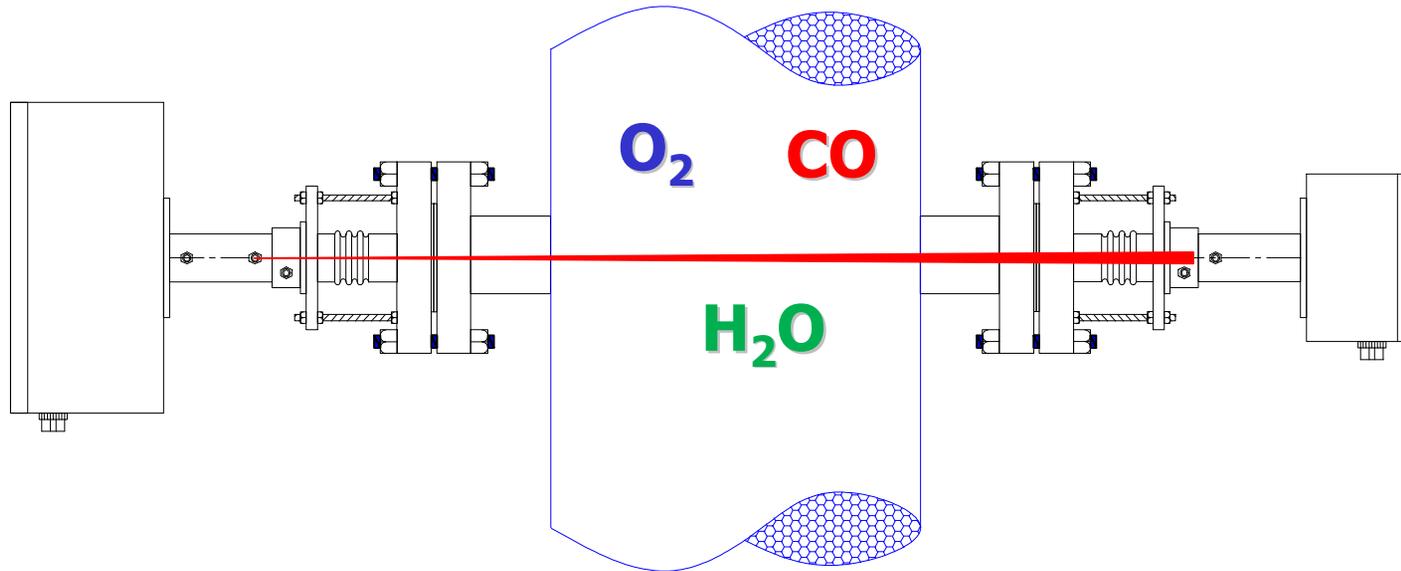
1. **Unidade Eletrônica**, consiste de:
 - CPU & software para processamento de sinal
 - Aquisição de dados
 - Controle de temperatura e corrente do Laser
 - Interface com usuário e display
 - Hardware de comunicação (Ethernet, saídas analógicas)
2. **Módulo do Laser** (interno), consiste de:
 - Laser
 - Colimador
 - Suporte para o Laser
 - Câmara de validação
3. **Conexão do Processo**, consiste de:
 - Flanges (2-4")
 - Janelas de isolamento ao processo (selada)
4. **Módulo do detector** (interno), consiste de:
 - Detector
 - Lente de foco
 - Suporte do detector
5. **Mecanismo para alinhamento**
6. **Eletrônica do detector**



Medições possíveis

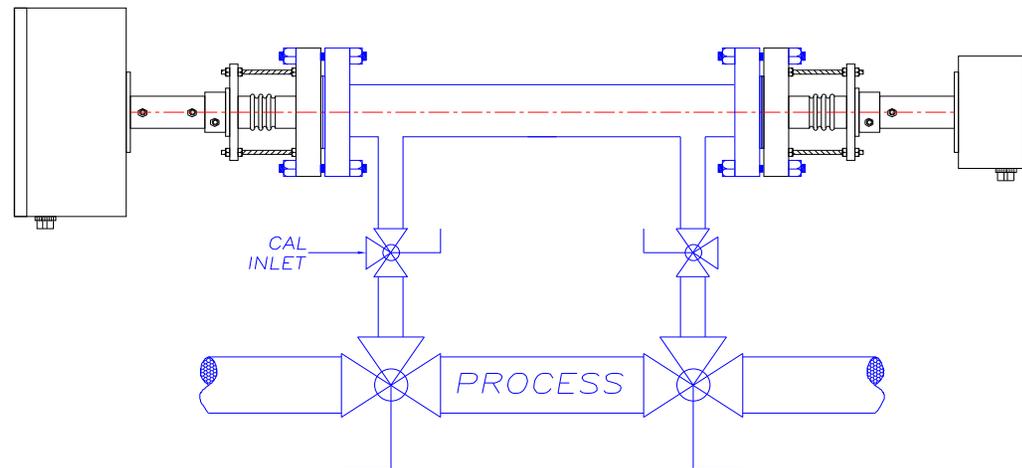
Oxigênio < 600 °C, faixa 0-1% até 0-25%	2000-3200-A
Oxigênio < 1500 °C	2000-3202-A
Oxigênio (<1500 °C) & Temperatura	2000-3204-A
Oxigênio (>1500 °C) & Temperatura	2000-3210-A
Monóxido de Carbono (ppm) <500 °C	2000-3212-A
Monóxido de Carbono (ppm) <1500 °C	2000-3214-A
Amônia 0-3000 ppm	2000-3240-A
Amônia <0-500 ppm	2000-3242-A
Sulfeto de Hidrogênio 0-50% range	2000-3244-A
Dióxido de Carbono (range alto) (0-1; 0-5%)	2000-3230-A
Dióxido de Carbono (range estendido) (0-5;0-50%)	2000-3232-A
Água (ppm, faixa min 0-30ppm) background com Cloro	2000-3220-A
Água (ppm) background sem HC	2000-3222-A
Água (ppm) background com HC	2000-3224-A
Umidade Nível Alto (H ₂ O) faixa min 0-5%	2000-3226-A

Opções de Instalação



- **Através da CHAMINÉ/TUBO (*IN SITU*)**
 - Medição através do processo
 - Medição integral ao longo do passo óptico
 - Opções de validação
 - » Verificação offline /calibração com célula de calibração
 - » Verificação online /calibração por picos dinâmicos

Opções de Instalação

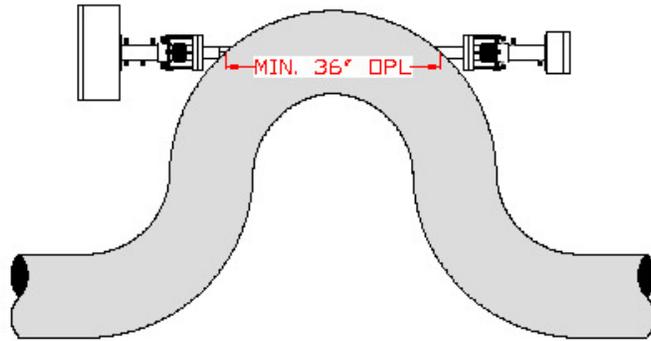


BYPASS

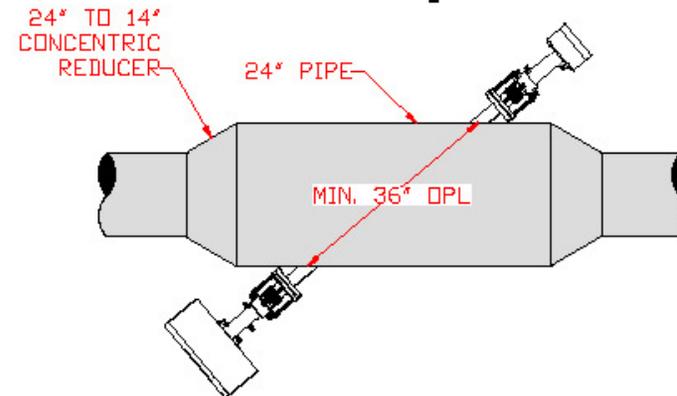
- Processo passa através de um by-pass - ou-
- Processo é totalmente desviado através de um by-pass
- Permite isolar o processo
- Opções para validação
- Tubo de diâmetro grande
 - Isolado do processo, com gás padrão
 - Verificação online com picos dinâmicos

CÂMARA DE FLUXO

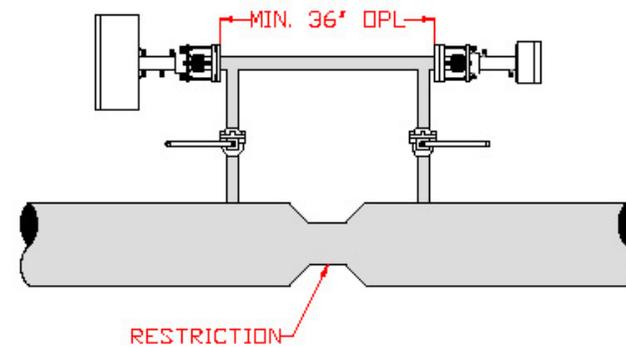
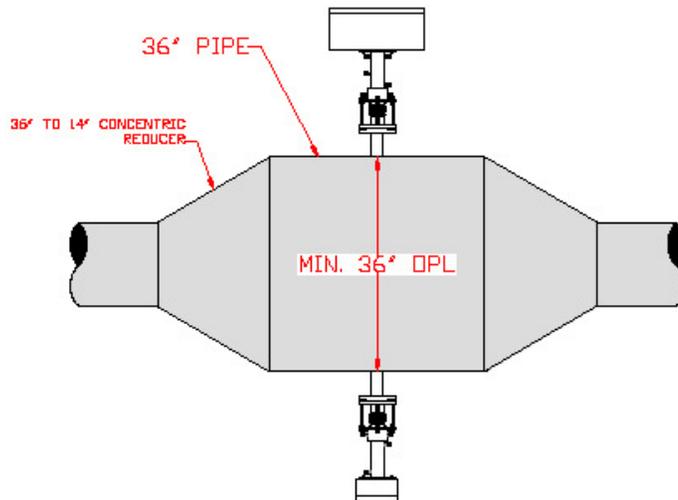
- Circulação da amostra através de uma câmara de fluxo
- Opções de validação
 - Isolado do processo, com gás padrão



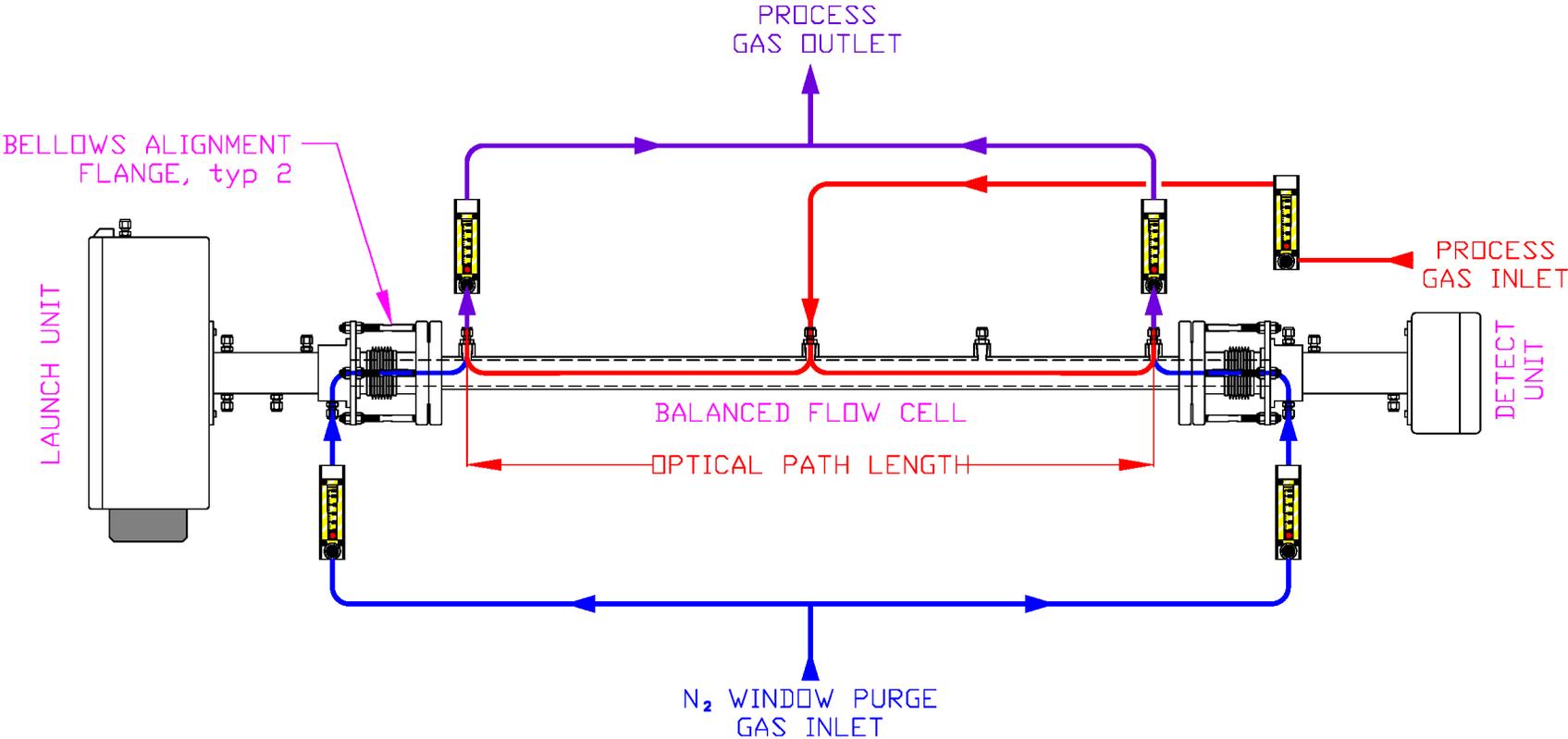
Vista Superior



Vista Superior



SOLUÇÃO EXTRATIVA



PAINEL DE UTILIDADES

- O Painel de Utilidades abriga os seguintes componentes:
 - Suprimento de Nitrogênio para as purgas
 - Suprimento de gases de Calibração
 - Controle das Purgas
 - Controle da Calibração
 - Entrada 110VCA e saída 24VDC para cada analisador
 - Sinais analógicos
 - Sinais digitais
 - Interface do analisador

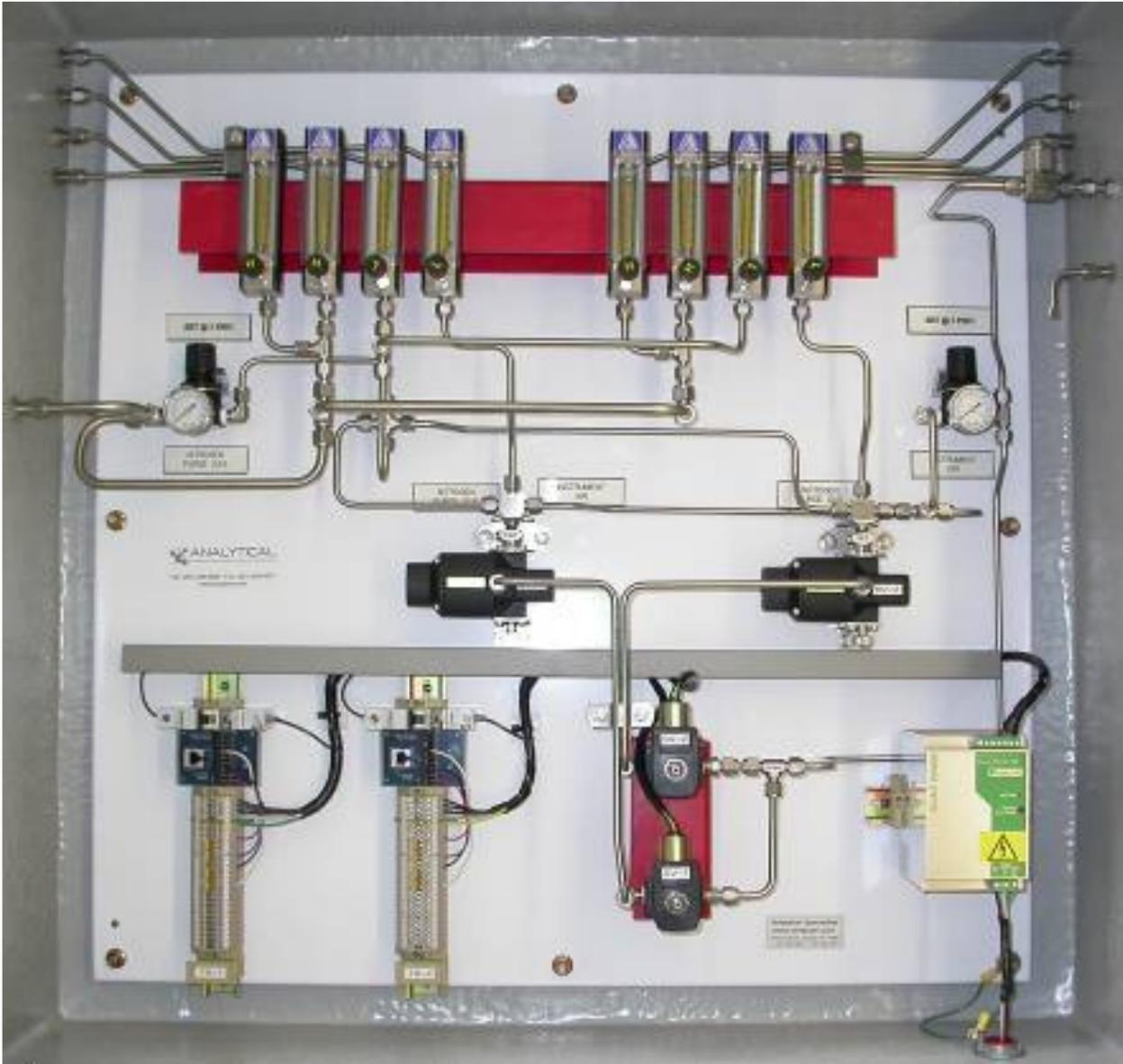
- A Yokogawa fornece um cabo único para alimentação e sinais, que é conectado entre o painel de utilidades e a unidade emissora

- Painel de utilidades pode ser usado para 1 até 4 analisadores

PAINEL DE UTILIDADES SIMPLES



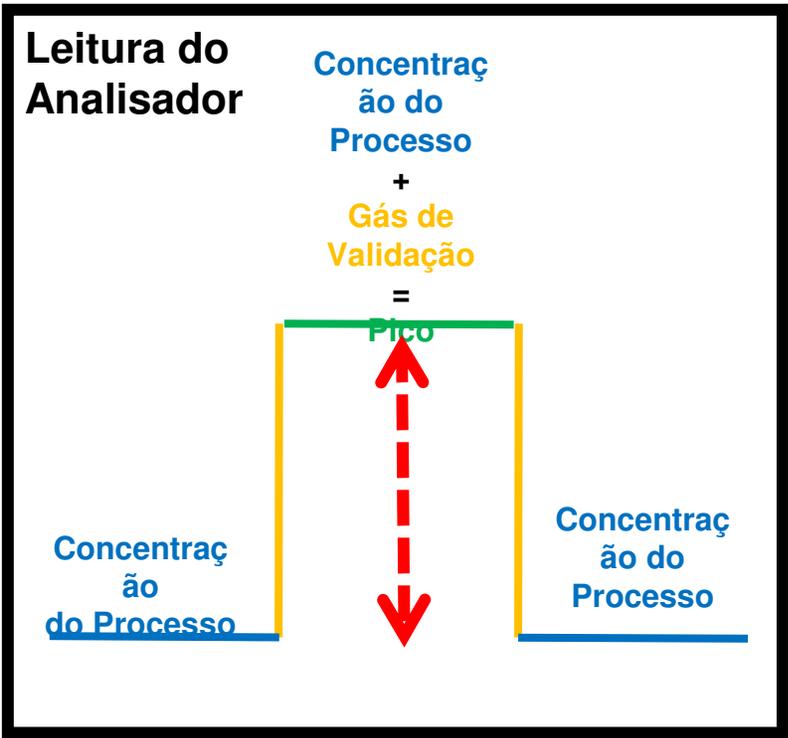
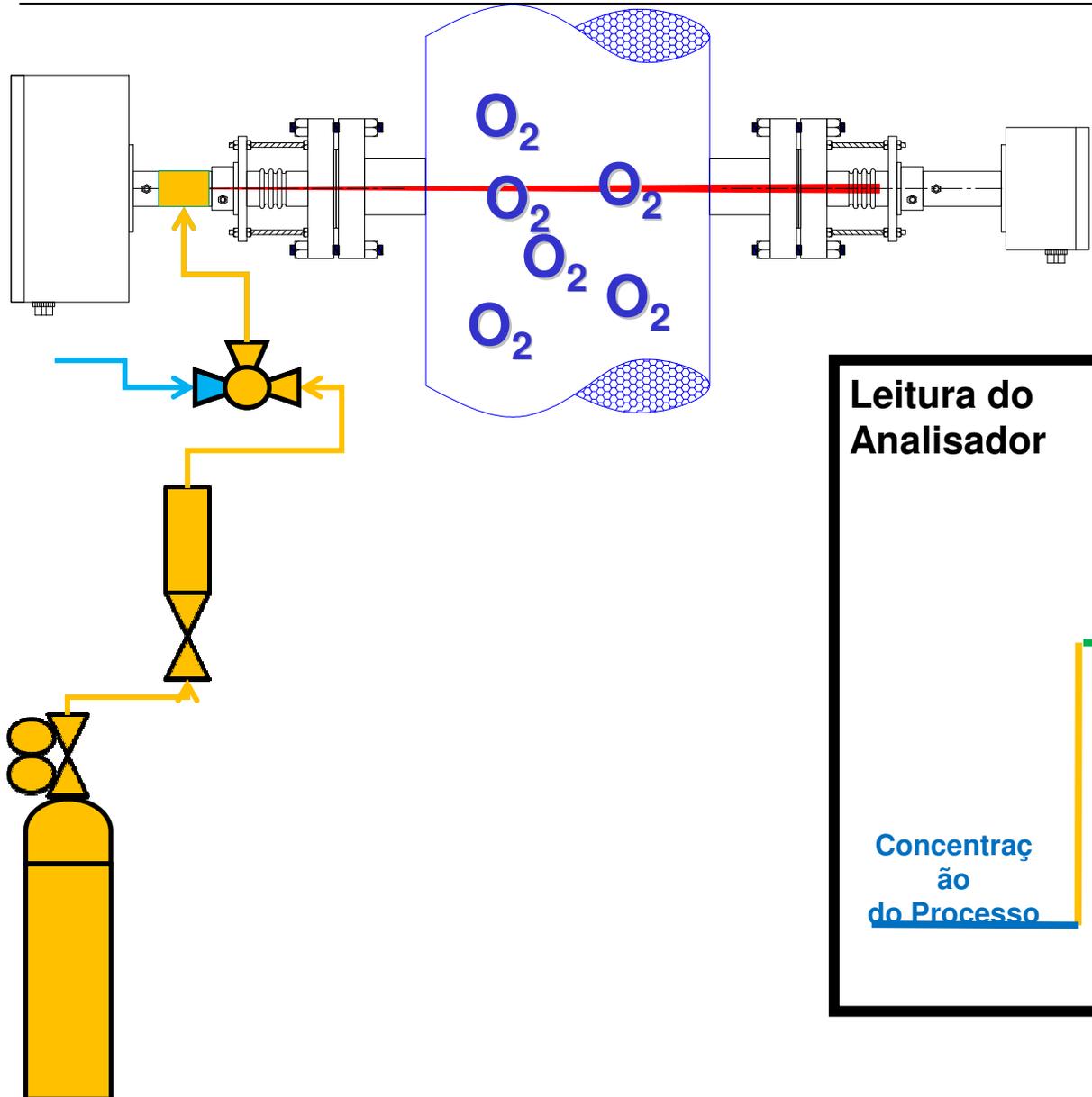
PAINEL DE UTILIDADES DUPLO



PAINEL DE UTILIDADES PARA 4 ANALISADORES

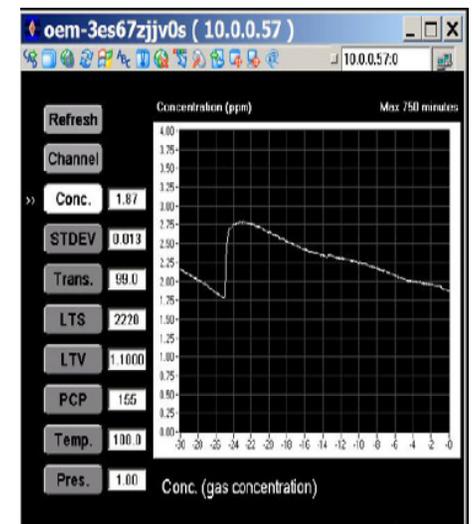
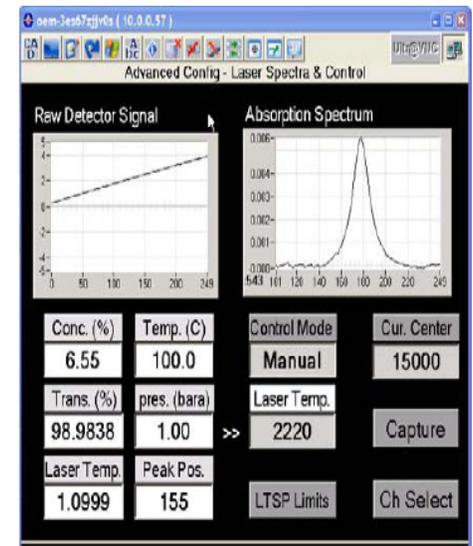


VALIDAÇÃO AUTOMÁTICA



Manutenção

- **TODOS COMPONENTES SÃO REPARÁVEIS EM CAMPO**
- **REAL ISOLAMENTO DO PROCESSO**
 - não é afetada pelo alinhamento das lentes
- **MEDIÇÃO SEM CONTATO**
 - Indiferente às condições agressivas do processo
- **REGISTRO CONTÍNUO**
 - dos resultados, diagnósticos e espectro
 - não é requerido PC externo
- **DADOS DO HISTÓRICO SEMPRE DISPONÍVEIS**
- **DIAGNÓSTICOS REMOTO**
 - via Ethernet ou cartão de memória USB
- **INDICAÇÃO DE OPERAÇÃO POSITIVA**
 - atenuação da luz (falha do laser, falha do detector, contaminação óptica, etc) é imediatamente identificada
 - vários métodos de validação



Opções de Interface com o Processo

OPÇÕES:

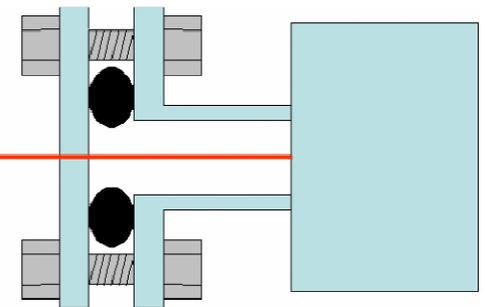
316L, C-276, M400, Ti Gr2, Alloy 59, RA330 e outros materiais estão disponíveis.

Metal-metal, Chemraz, TFE, e outros materiais de selo estão disponíveis (não limitado a gaxetas flexíveis)

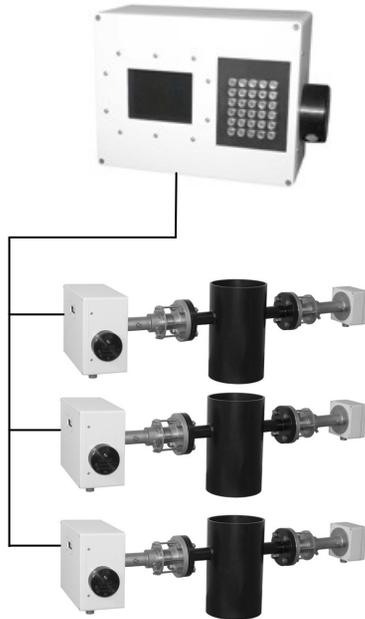
Tubos de inserção para redução do passo óptico para aplicações com alto teor de particulado.

Aberturas, o-rings e partes metálicas molhadas disponíveis para aplicações perigosas.

Purga das janelas disponível nas aplicações *in situ* e câmara de fluxo.



Comunicações



UNIDADE REMOTA DE INTERFACE

- Não é necessária para a operação do sistema
- Permite comunicação de campo multi-unidades
- Conecta 1-7 analisadores com CPU/Teclado/Display central
- Display Integral X40 smart VFD (informação cíclica) ou teclado com LCD 7”

STAND ALONE

- Interface PDA para área segura ou classificada
- Display integral 4X40 smart VFD (informação cíclica)
- Teclado com LCD 7”
- Interligado (cabos)



Aplicação em Controle de Combustão

Controle de Combustão

Eficiência

- Redução do consumo de combustível

Objetivo

- Maximizar geração de calor

Emissões

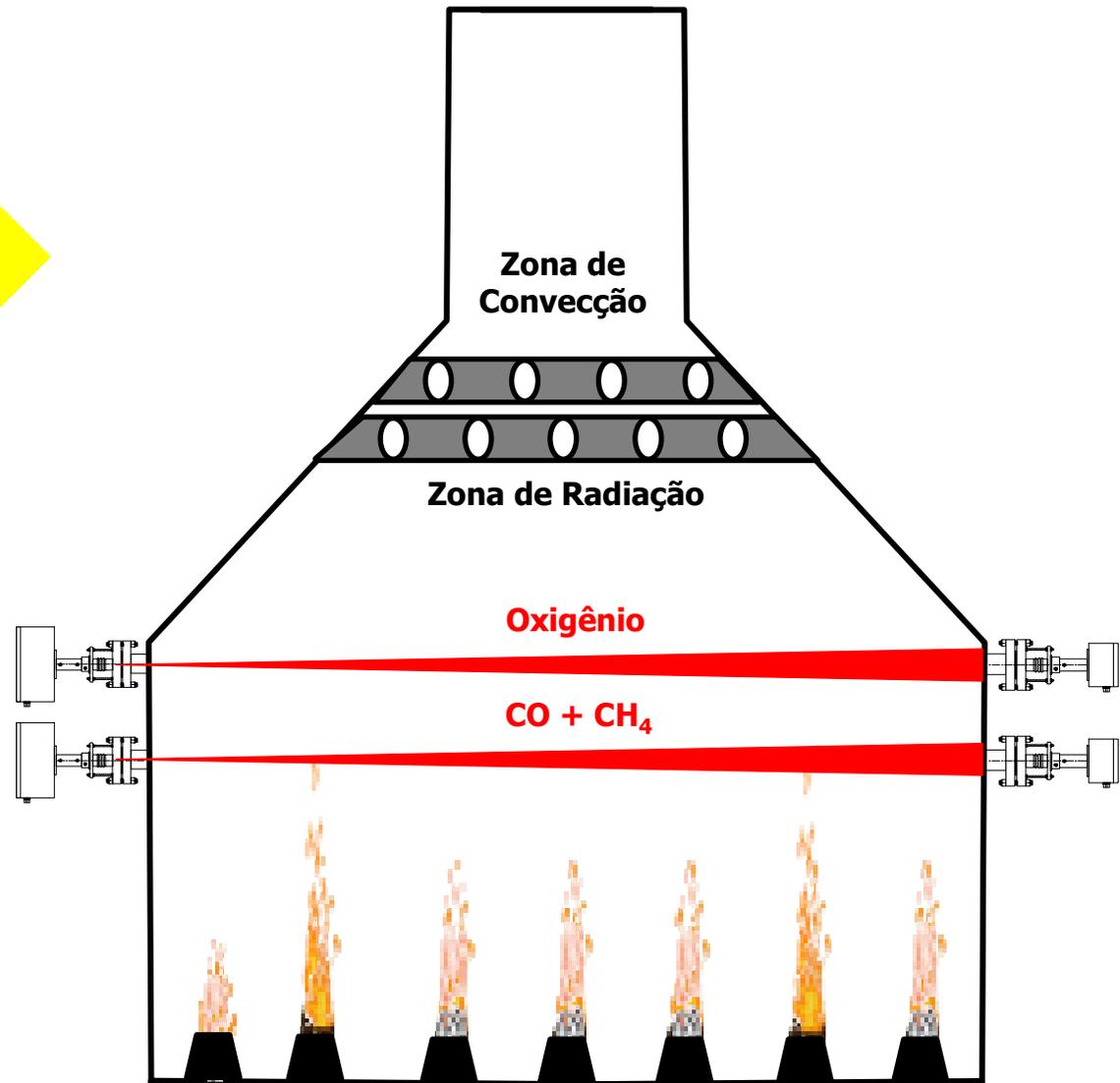
- Redução de poluentes
- NO_x, CO, CO₂

Segurança

- Identificar situações de risco

- Medição de **Oxigênio, CO e Metano NO PROCESSO em ALTA TEMPERATURA**
- Medição através de múltiplos queimadores para melhorar segurança e precisão
- Tempo de resposta baixo (5 segundos) para controle avançado e preciso

CONTROLE AVANÇADO, BAIXO CUSTO DE COMBUSTÍVEL, EMISSÕES REDUZIDAS, SEGURANÇA AUMENTADA

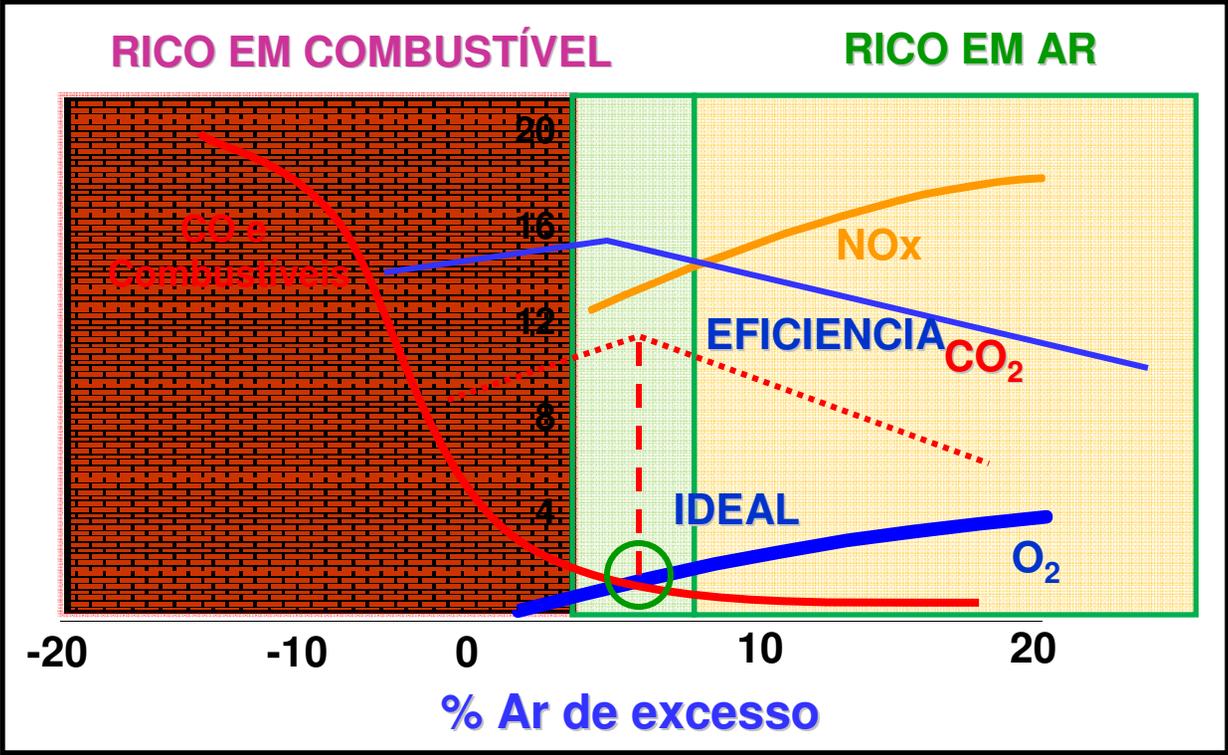


Oxigênio

– Medição primária da eficiência da combustão. Fácil de usar para controle

CO

– Ideal para set point medição (ar de excesso)



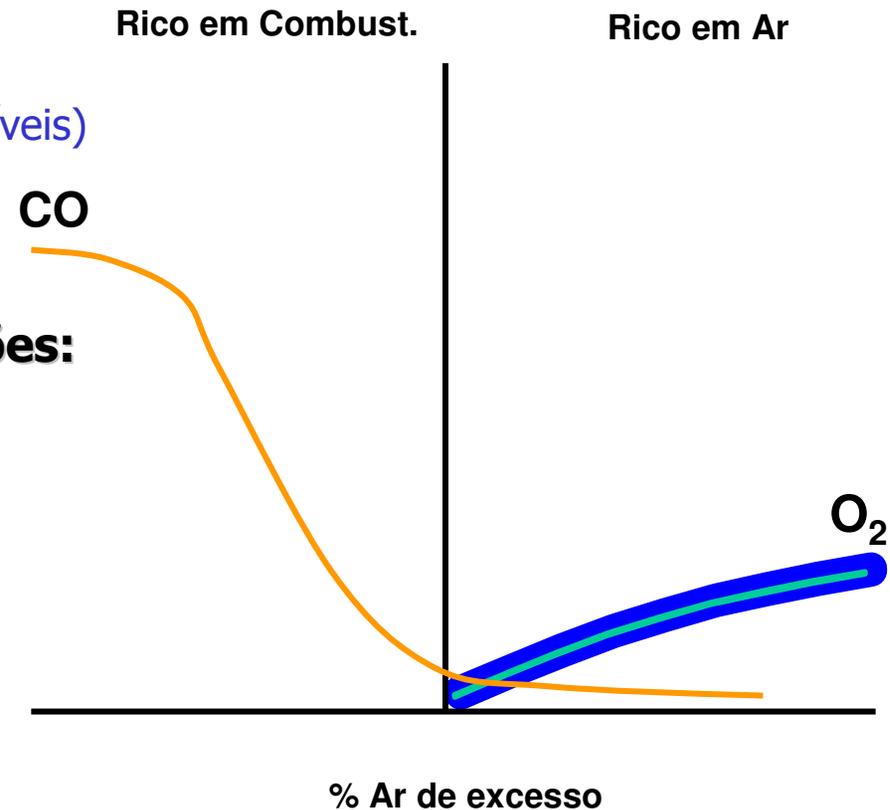
Qual o valor correto do Ar de Excesso?

O menor possível desde que:

- Não comprometa segurança (combustíveis)
- Não ocorra geração de CO

Valor absoluto depende das condições:

- Tipo de Combustível
- Poder calorífico do combustível
- Tipo do queimador
- Variação na umidade
- Variação na densidade
- Variação na carga
- Envelhecimento do queimador



A medição de CO determina o set point do O₂

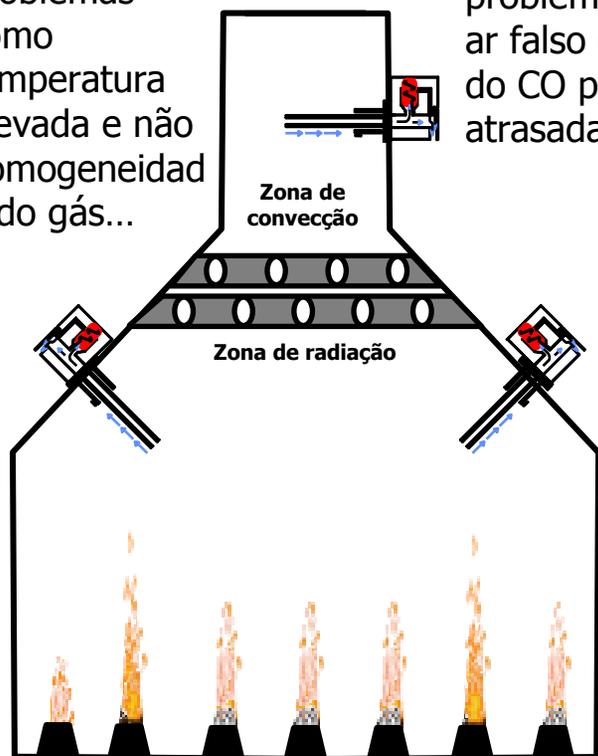
Tradicional

Com a medição tradicional temos que fazer uma escolha difícil....

Medir na zona de radiação e enfrentar problemas como temperatura elevada e não homogeneidade e do gás...

OU

Medir na zona de convecção e enfrentar problemas como ar falso e variação do CO por queima atrasada.

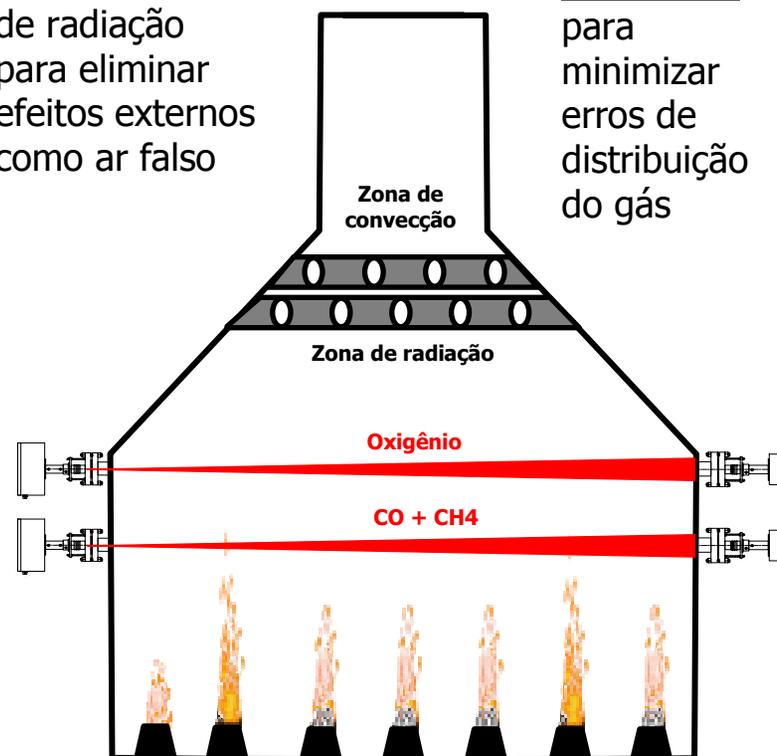


Com o TruePeak temos a melhor solução

As medições de O_2 e CO podem ser feitas na zona de radiação para eliminar efeitos externos como ar falso

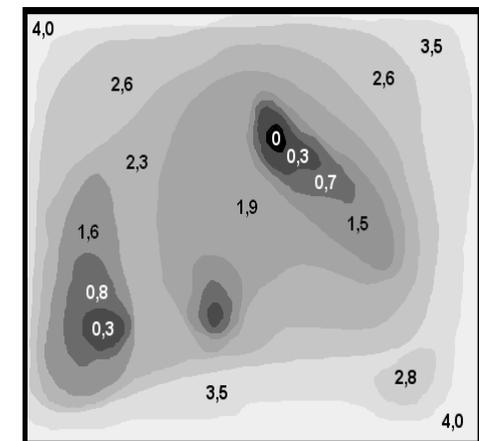
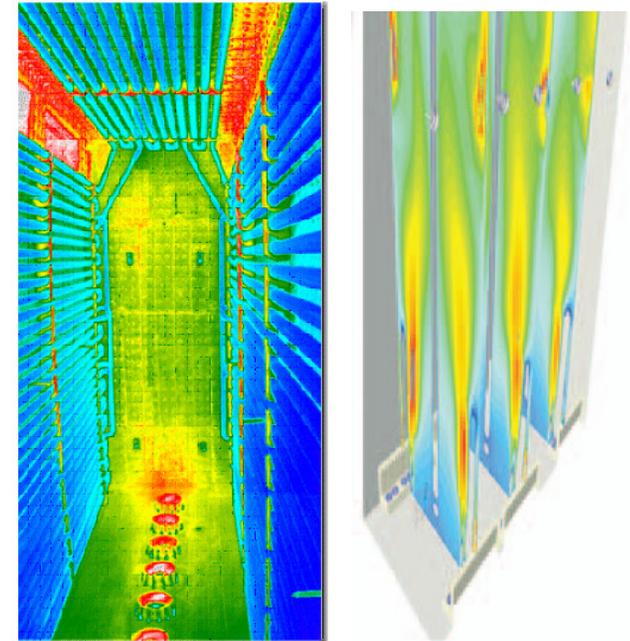
E

Através da câmara de combustão para minimizar erros de distribuição do gás



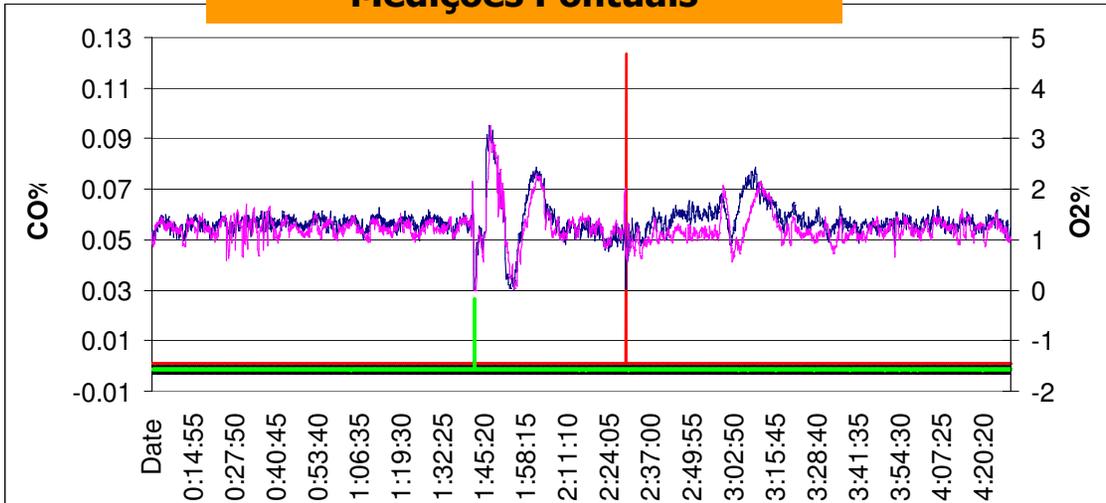
Pontual vs. Seção Média – cobertura e erros de distribuição

- As concentrações de O₂ e CO podem ter variações grandes (vertical e horizontal)
- Distribuição Vertical
 - Oxigênio devido a ar falso (vazamentos)
 - CO devido a queima atrasada (reação contínua)
- Distribuição horizontal devido a variação nos queimadores e vazão



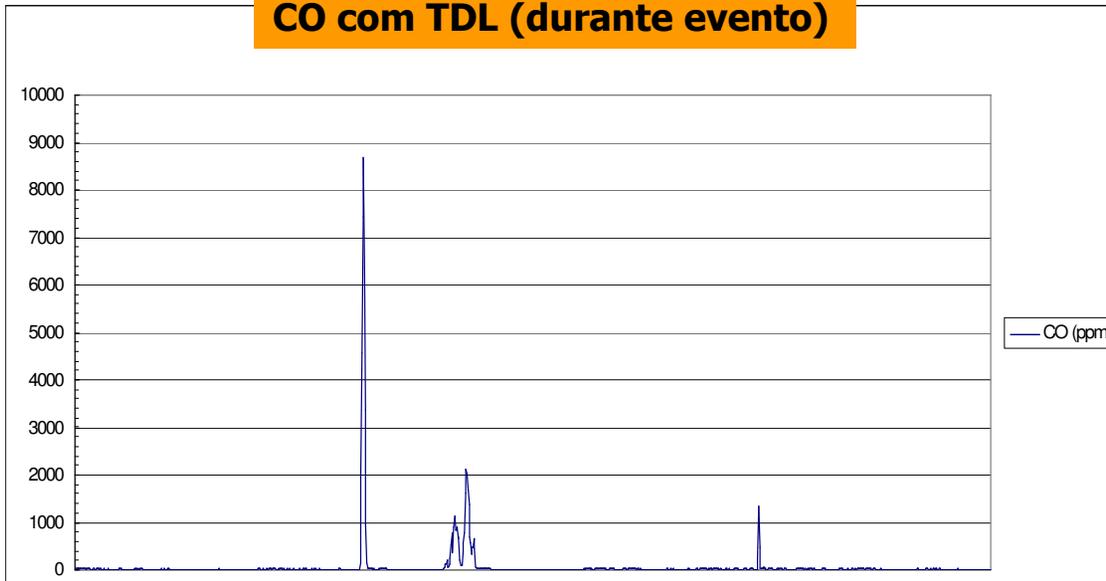
Medição por Seção Média versus Pontual

Medições Pontuais



Leitura O2 (Sensor 1/2)	TDL Leitura CO	Leitura sensor CO (Sensor 1/2)
0% / 0%	8700ppm	0 / 267 ppm
0% / 0%	2017ppm	0 / 0 ppm
0% / 0.6%	1345ppm	1236 / 0 ppm

CO com TDL (durante evento)



Sensores de CO mostraram valores muito mais baixos comprados ao TDL

O **TDL** respondeu com alta sensibilidade aos 3 eventos de CO

Sensores de CO responderam apenas a 1/6 picos de CO

Exemplos de Instalações de Controle de Combustão vigilantplant.®



Benefícios do controle de processo com o TDL

PRECISO, BAIXO TEMPO DE RESPOSTA...

SEM AMOSTRAGEM, SEM MANUTENÇÃO

TEMPERATURA ATÉ 1500 °C, MEDIÇÃO DA SEÇÃO MÉDIA





vigilantplant.™

The clear path to operational excellence

Obrigado!

Alexandre Gregoski
Engenheiro de Aplicações de Analítica

Fone: +55 11 3513.1368

Fax: +55 11 3513.1425

E-mail: alexandre.gregoski@br.yokogawa.com

Home Page: <http://www.yokogawa.com/an/index.htm>