

**vigilantplant.®**

The clear path to operational excellence



# TruePeak

## Tunable Diode Laser - TDLS200

**Medição de gases utilizando a tecnologia TDLS**



**Alexandre Gregoski**

YOKOGAWA 

## Oxigênio (segurança e controle)

- Refinarias
- VCM/DCE
- Cloro
- $\text{TiO}_2$ , Formaldeído, outros produtos químicos especiais

## Oxigênio & CO (combustão)

- Incineradores (MVC/DCE, processos baseados em  $\text{Cloro}_2$ , Refino, etc)
- Grandes Fornos e Caldeira (combustão em larga escala)

## $\text{H}_2\text{O}$ (umidade)

- Cloro
- Refino
- Processos químicos em geral

## *A Solução:*

### Melhor que os princípios convencionais

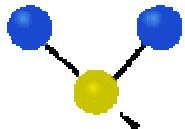
- **Análise *In Situ***  
(sem condicionamento de amostra)
- **Resposta Rápida** (1-20 segundos)
- **Rejeição de Interferência**  
(obstrução da luz alta ou variável)
- **Pressão de Processo** até 20 Bar
- **Temperatura de Processo** até 1500°C
- **Medição Óptica**  
(Sem contato do sensor com o processo)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



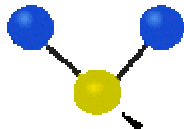
# Infravermelho – *Vibração & Rotação*

A vibração e a rotação na estrutura das moléculas ocorrem em frequências específicas. Se a vibração causar uma mudança no dipolo da molécula quando a luz infravermelha incidir sobre a molécula, ela irá absorver energia na frequência específica emitida.

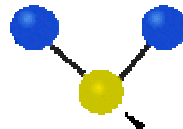
Symmetrical stretching



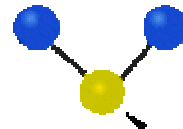
Antisymmetrical stretching



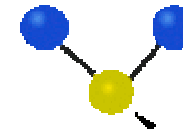
Scissoring



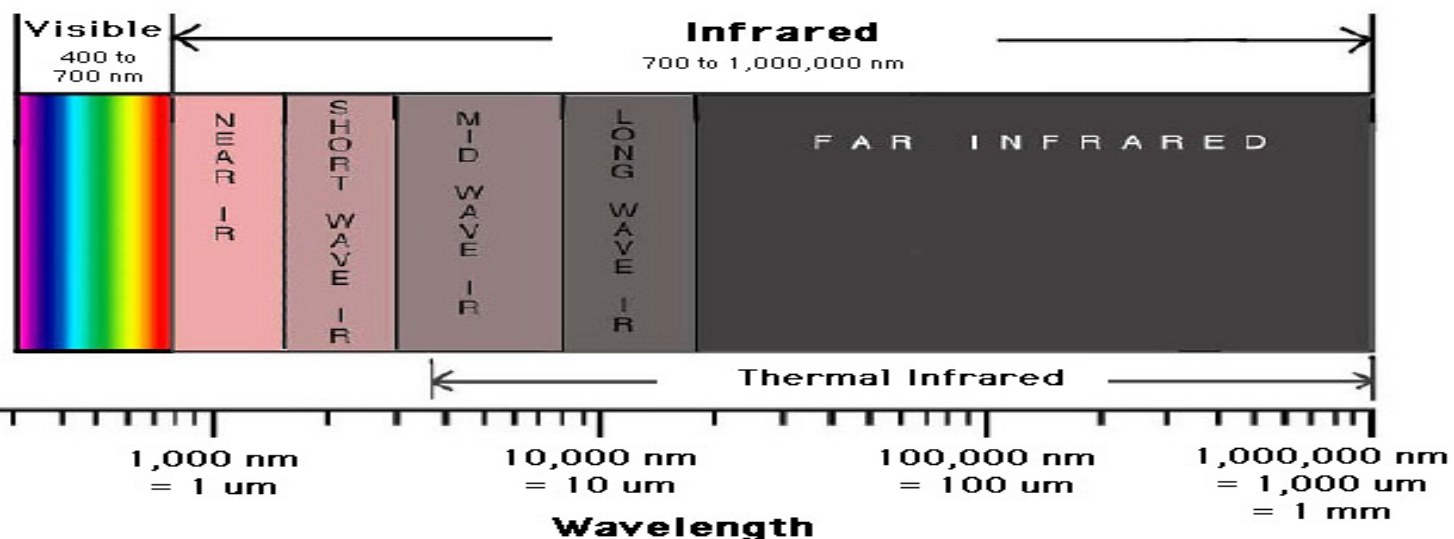
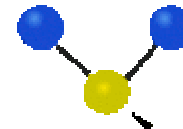
Rocking



Wagging



Twisting



## Infravermelho Convencional

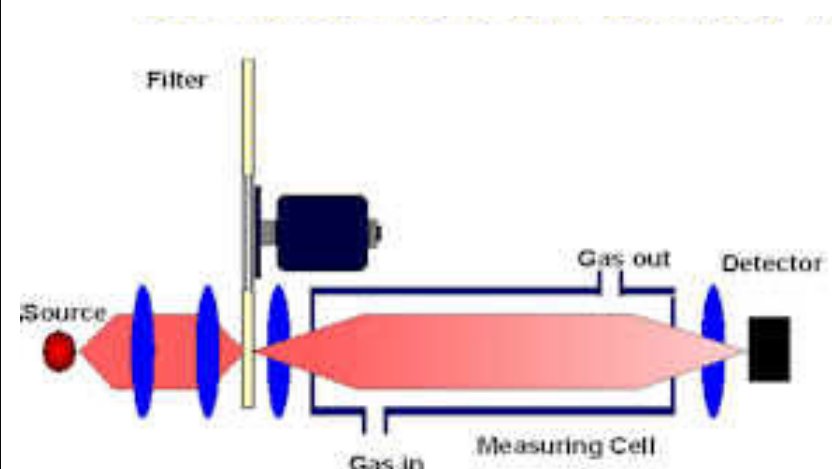
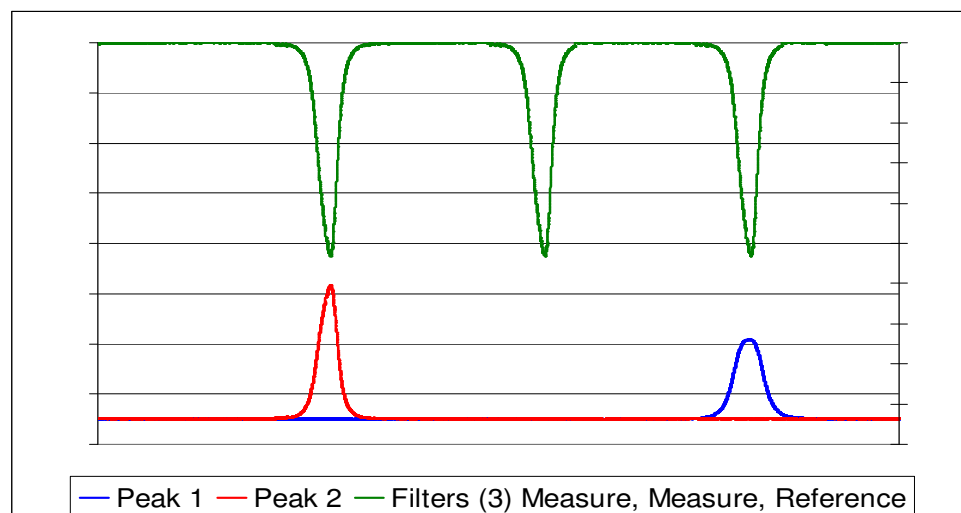
Nós estamos acostumados a ver os espectros da forma abaixo:

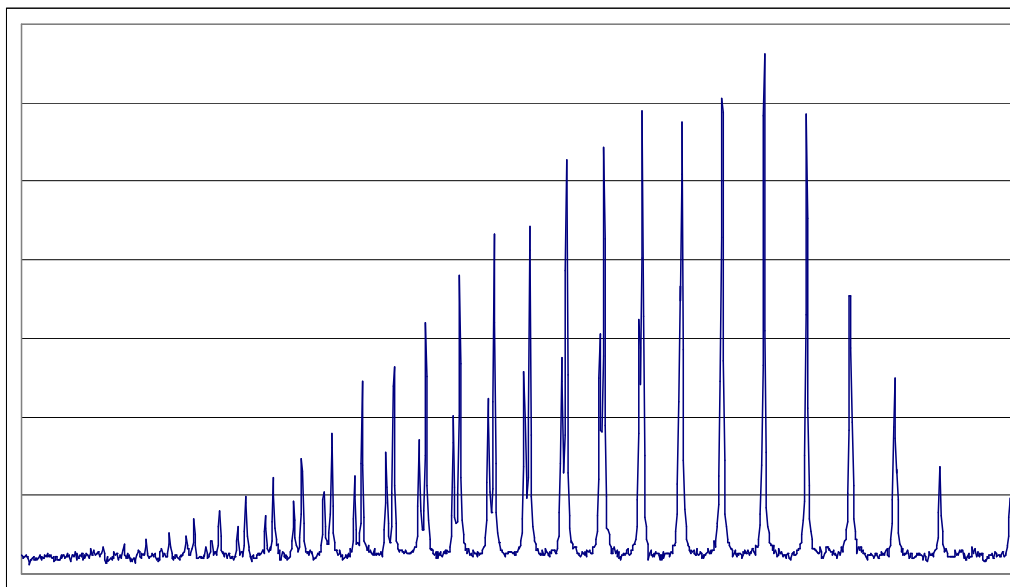
- Picos suaves, sem a estrutura fina

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.



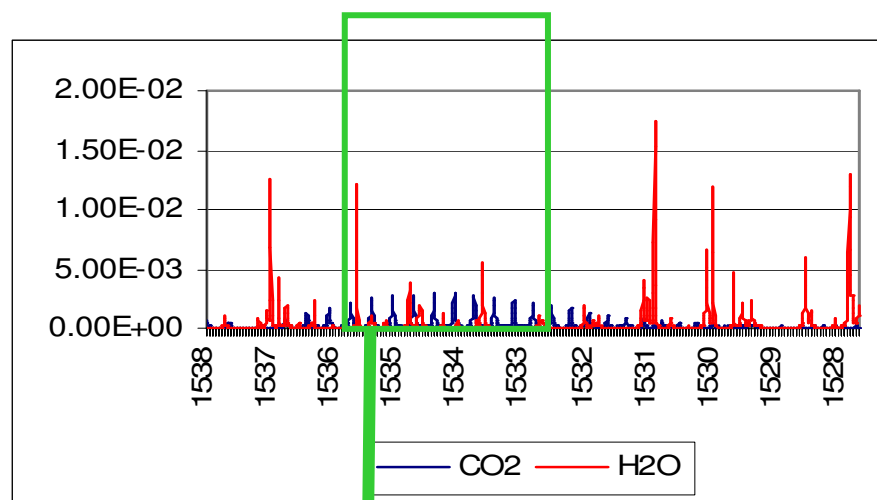


Em uma alta resolução, alguns gases apresentam uma estrutura de pico fina (picos dentro de picos). Cada pico, normalmente, é bem definido e bem separado.

Exemplos: CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HF, HCl, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

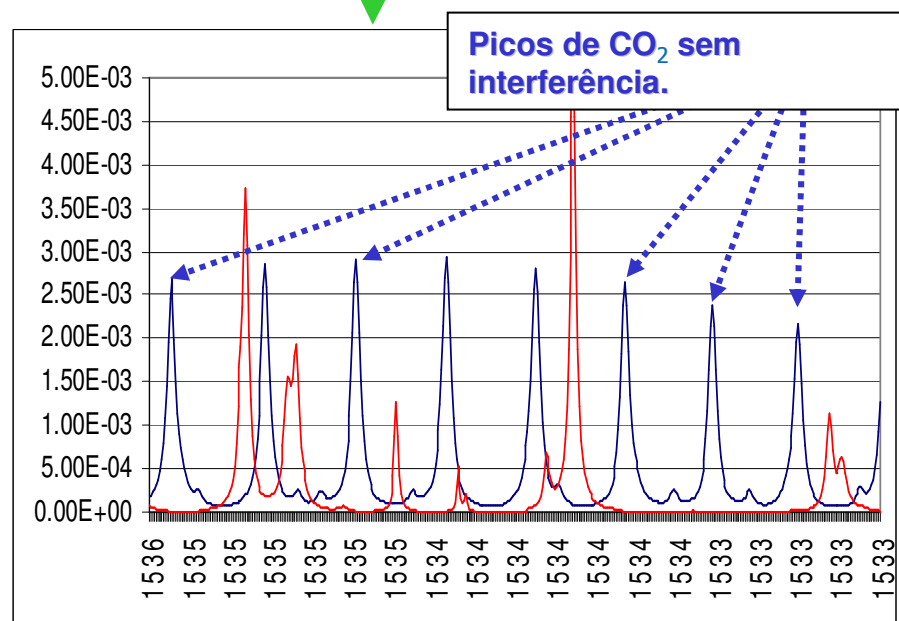
Enquanto a faixa completa de absorção é tipicamente de dezenas de nanômetros (nm), cada pico individualmente possui uma largura de 0,1 ~ 0,2 nm.

# Interferência de Espectro



10nm (largura típica do filtro óptico)  
espectro de CO<sub>2</sub> e de H<sub>2</sub>O.

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 CO<sub>2</sub> e da H<sub>2</sub>O. O  
resultado é a interferência do  
espectro da H<sub>2</sub>O na medição do CO<sub>2</sub>.

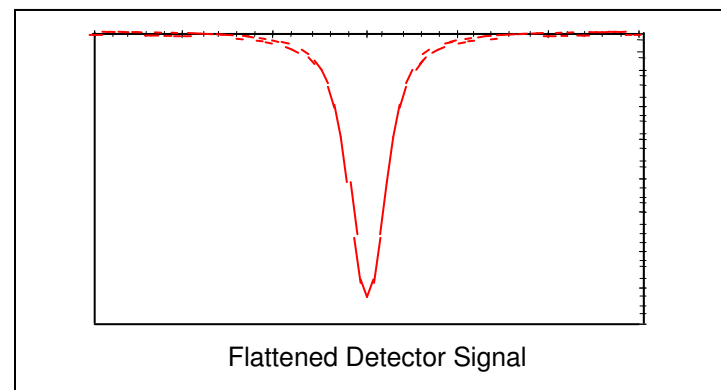
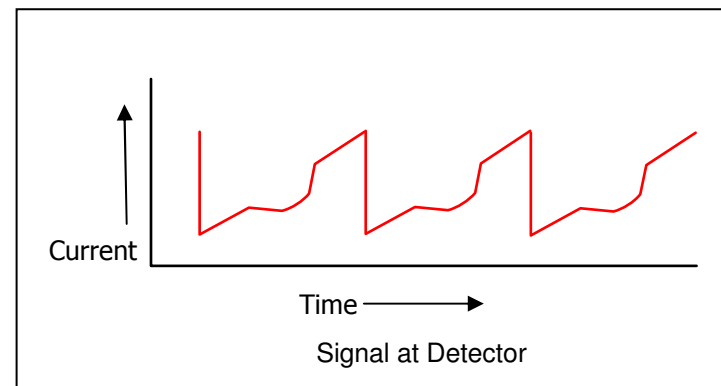
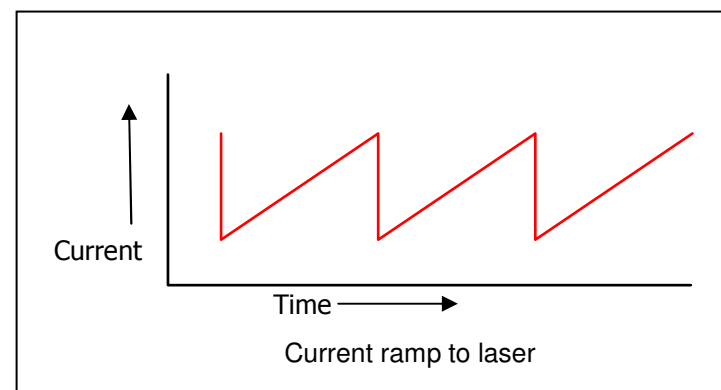
## Operação – TruePeak TDL

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

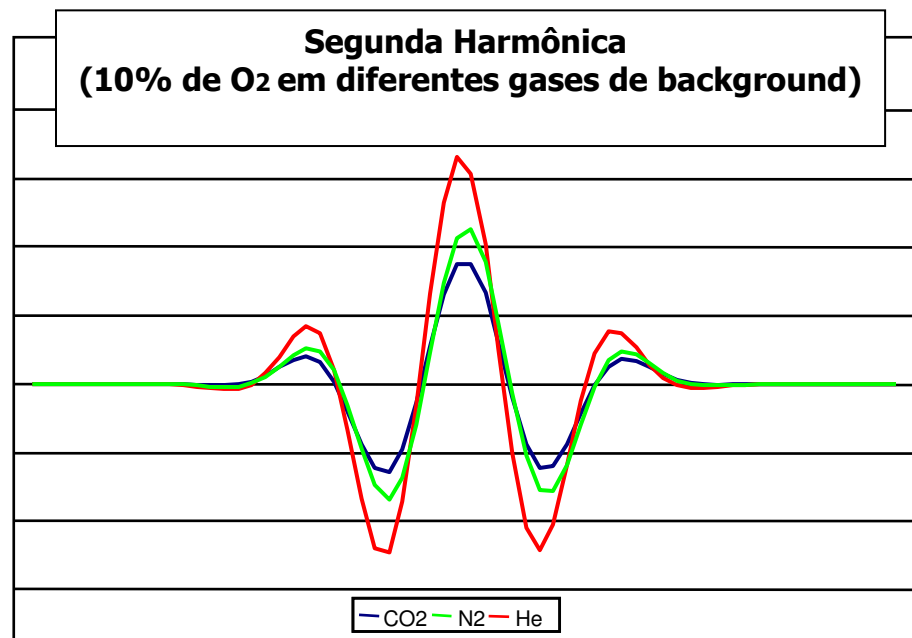
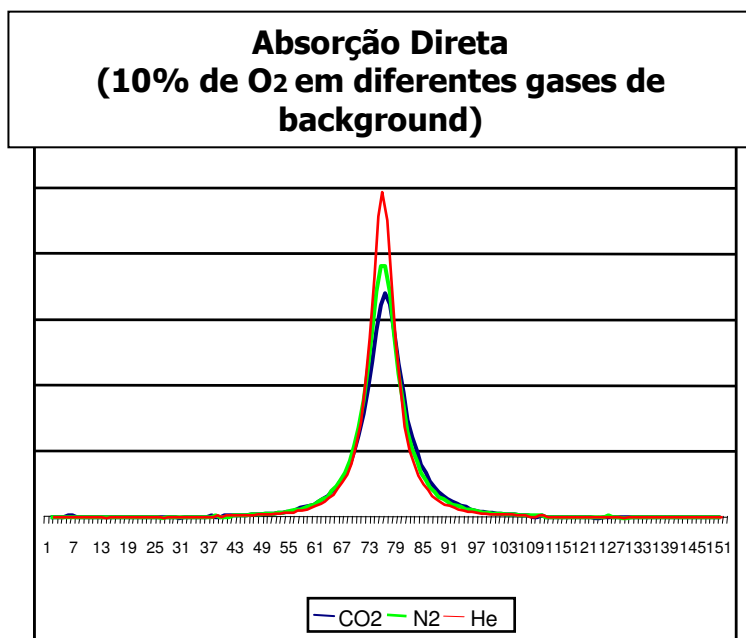
A luz então é direcionada para um detector e o sinal gerado é proporcional à luz absorvida pelo analito





## 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)



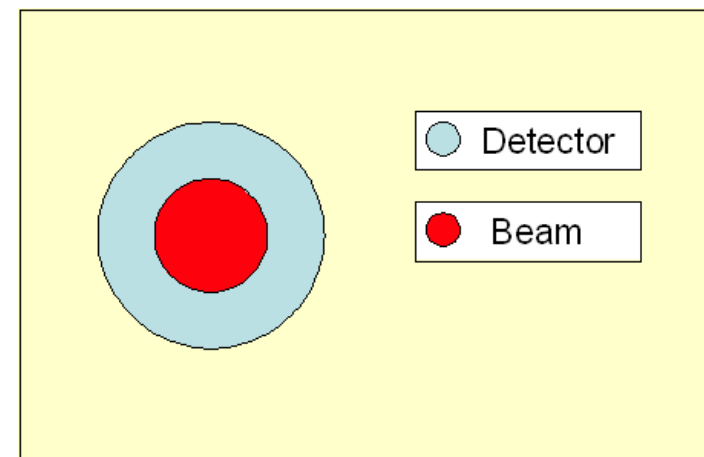
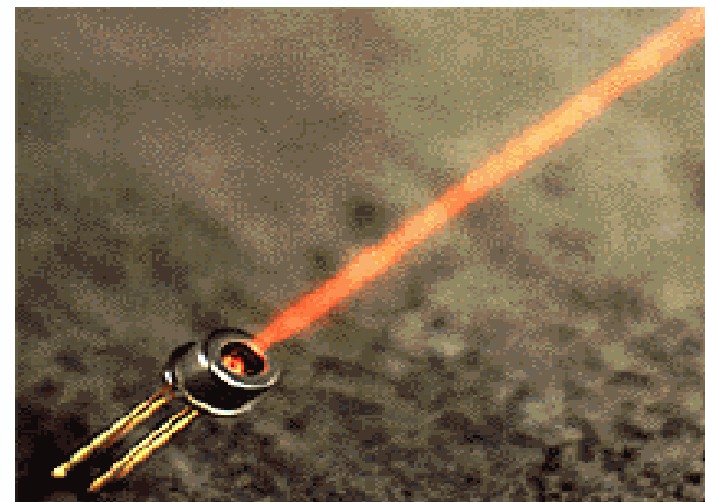
Gases de background afetam a forma do pico de absorção, a área do pico não é afetada e a altura do pico da  $2f$  é afetada.

## 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.

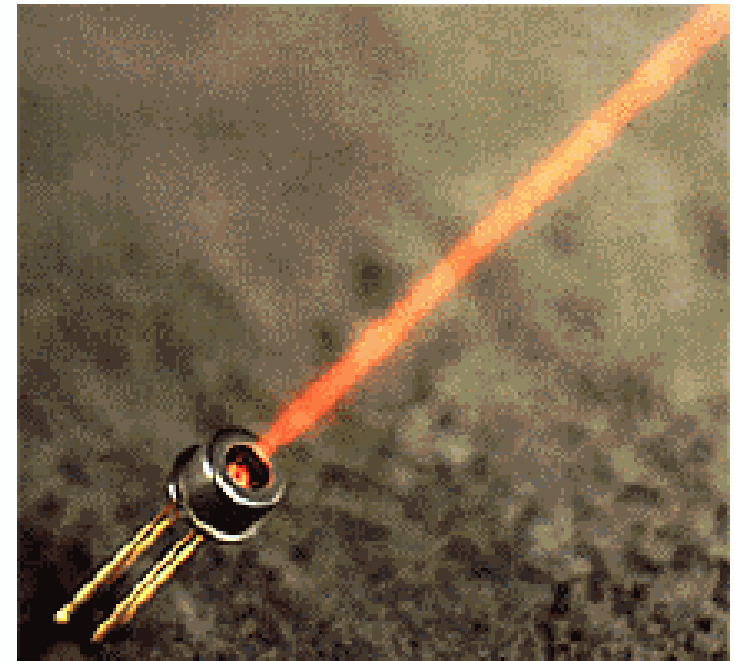
**Potência.** O diodo laser possui potência entre 0,5mW e 35mW e um feixe altamente concentrado, o que permite medições em gases com teor de particulado elevado.



## Benefícios do TDL

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

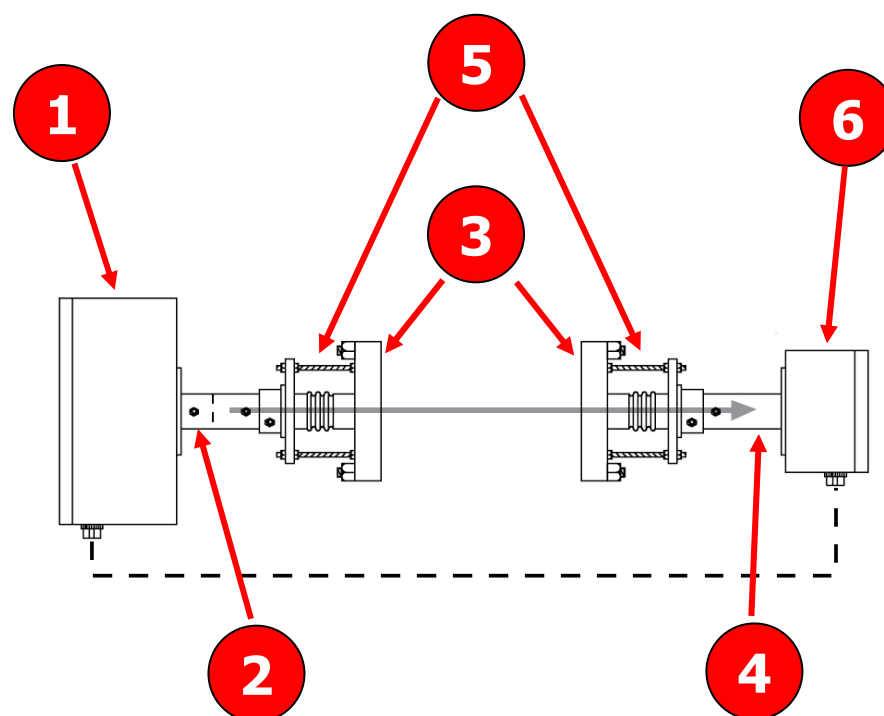
**Sintonizável.** Comprimento de onda pode variar através de todo espectro de absorção, isso permite a medição ressonante (pico) e não-ressonante (linha de base) durante cada varredura. Medindo a linha de base e o pico, a potência absorvida pelo detector pode variar muito e rapidamente sem afetar a medição.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



# Os Produtos

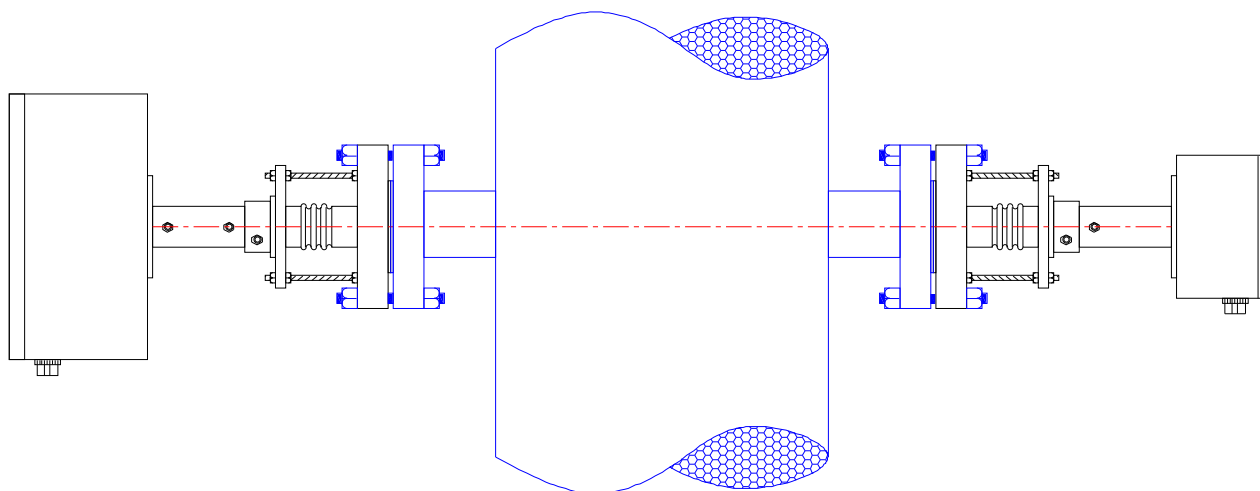
# Analizador TDL TruePeak

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**

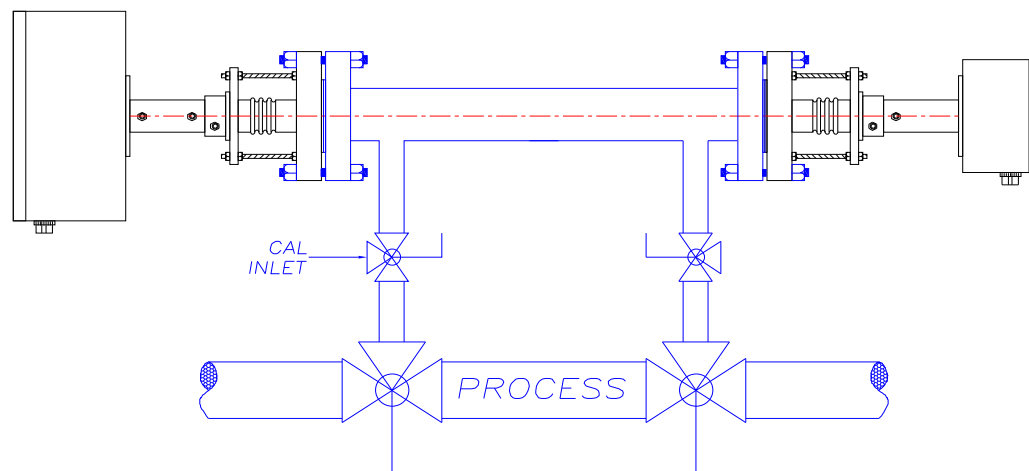


# Medições possíveis

|                                                      |             |
|------------------------------------------------------|-------------|
| 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 <sub>2</sub> O) faixa min 0-5% | 2000-3226-A |



- **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



## 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

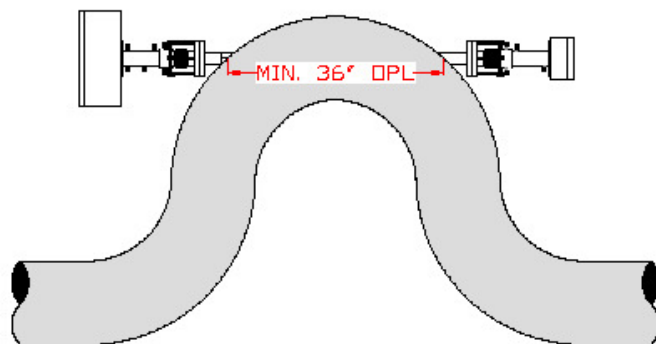
## CÂMARA DE FLUXO

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

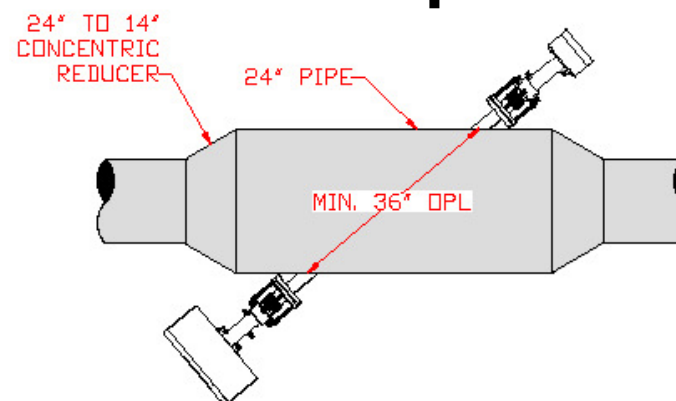


# OPÇÕES DE INSTALAÇÃO

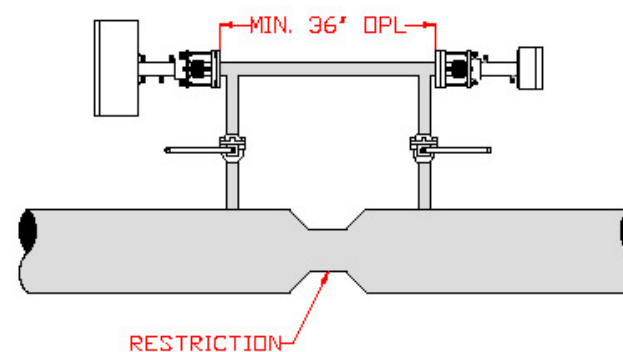
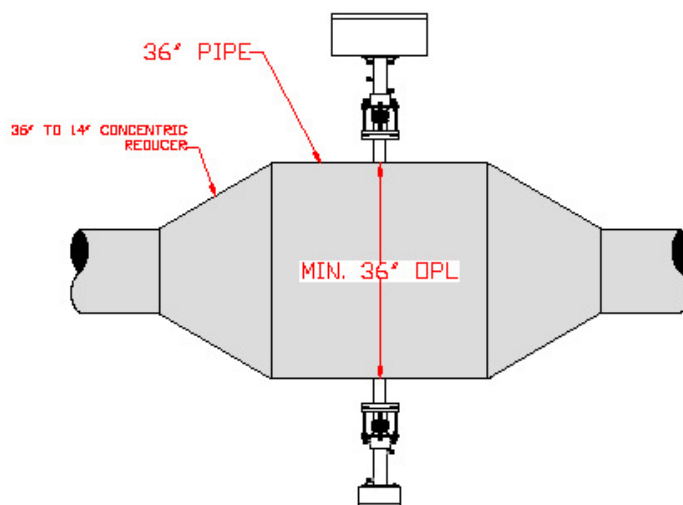
vigilantplant.®



## Vista Superior



## Vista Superior



## Opções de Interface com o Processo

### OPÇÕES:

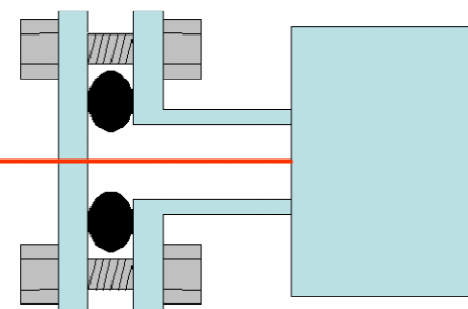
316L, C-276, M400, Ti Gr2, Alloy 59, RA330 e outros materiais estão disponíveis.

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

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

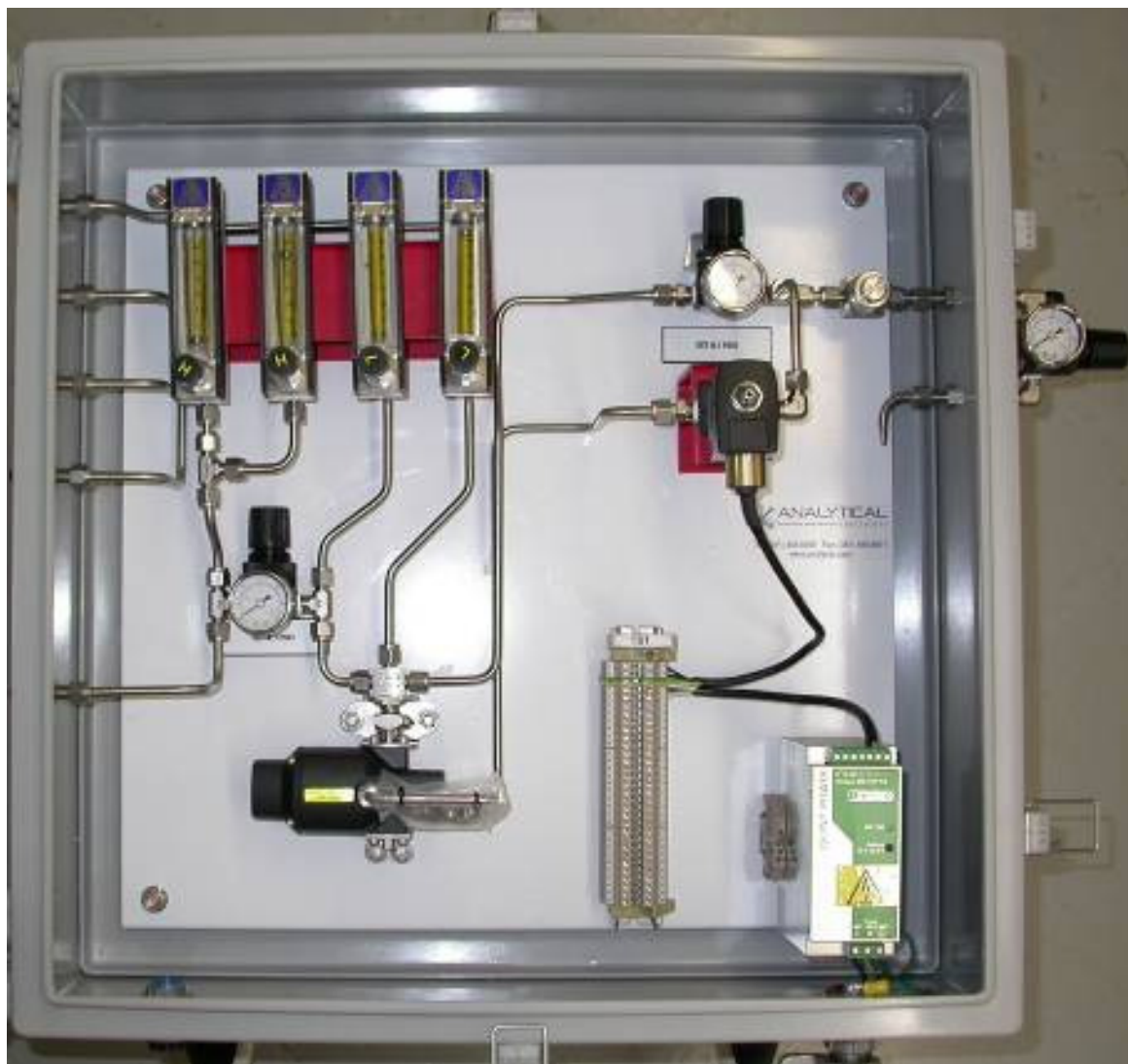
Aberturas, o-rings e partes metálicas molhadas disponíveis para aplicações perigosas.

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

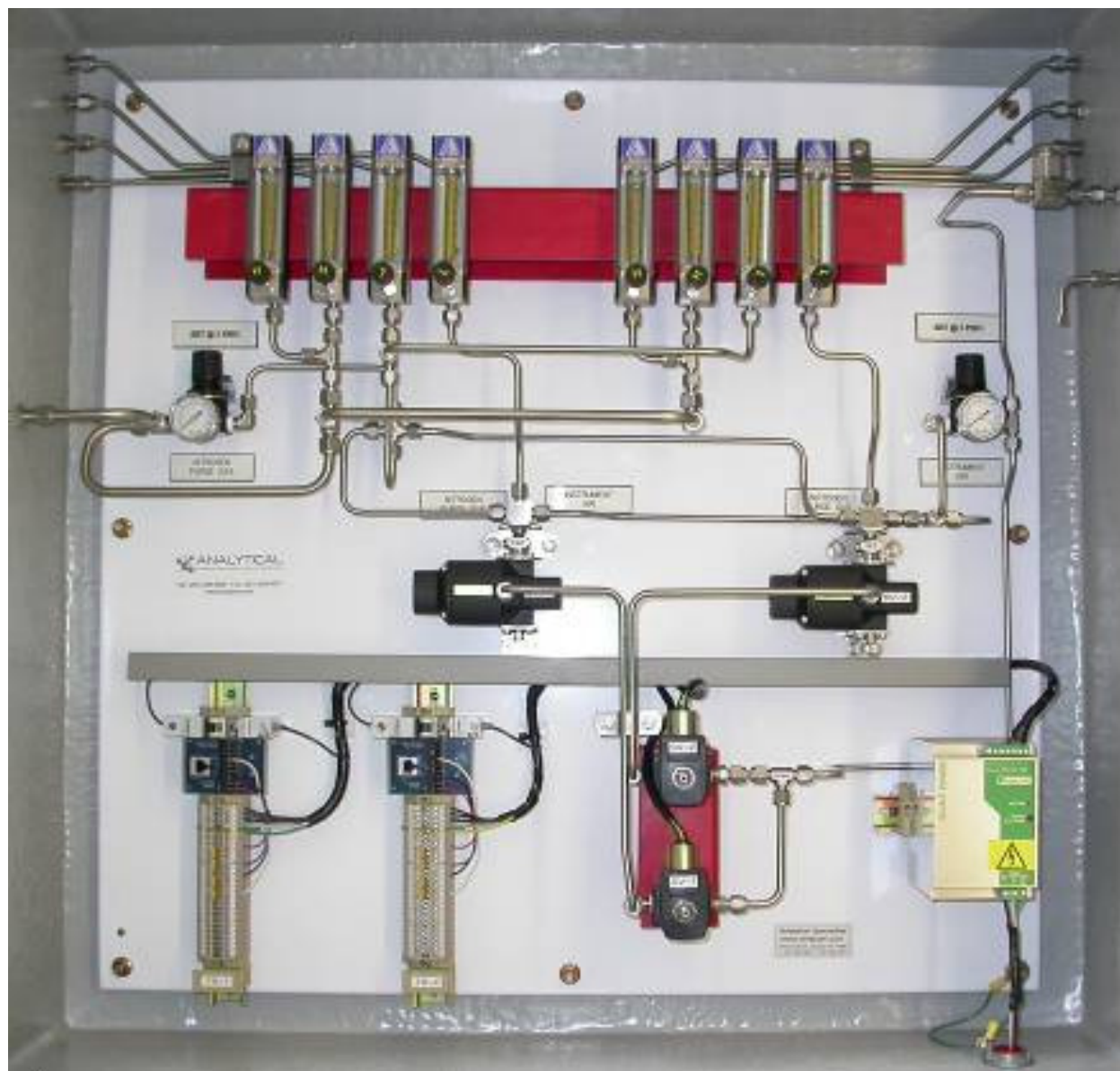


- O Painel de Utilidades abriga os seguintes componentes:
  - Suprimento de Nitrogênio para as purgas
  - Suprimento de gases de Calibração
  - Controle das Purgas
  - Controle da Calibração
  - Entrada 110VCA e saída 24VDC para cada analisador
  - Sinais analógicos
  - Sinais digitais
  - Interface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



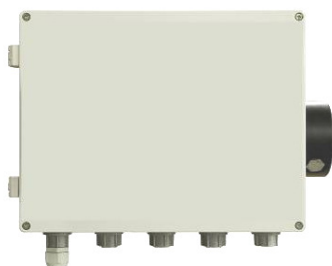
# PAINEL DE UTILIDADES PARA 4 ANALISADORES

vigilantplant®





# Interface Local



## Blind

**Comunicação via Ethernet. Laptop ou PC remoto**



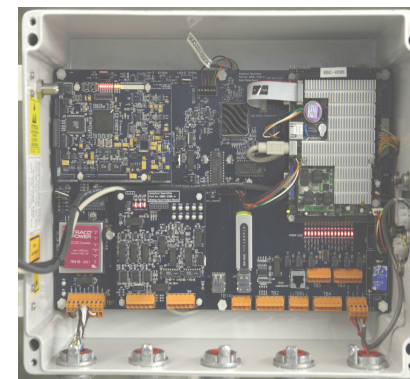
## Mini-Display

- Integral 4x40 smart VFD
- Comunicação via Ethernet. Laptop ou PC remoto



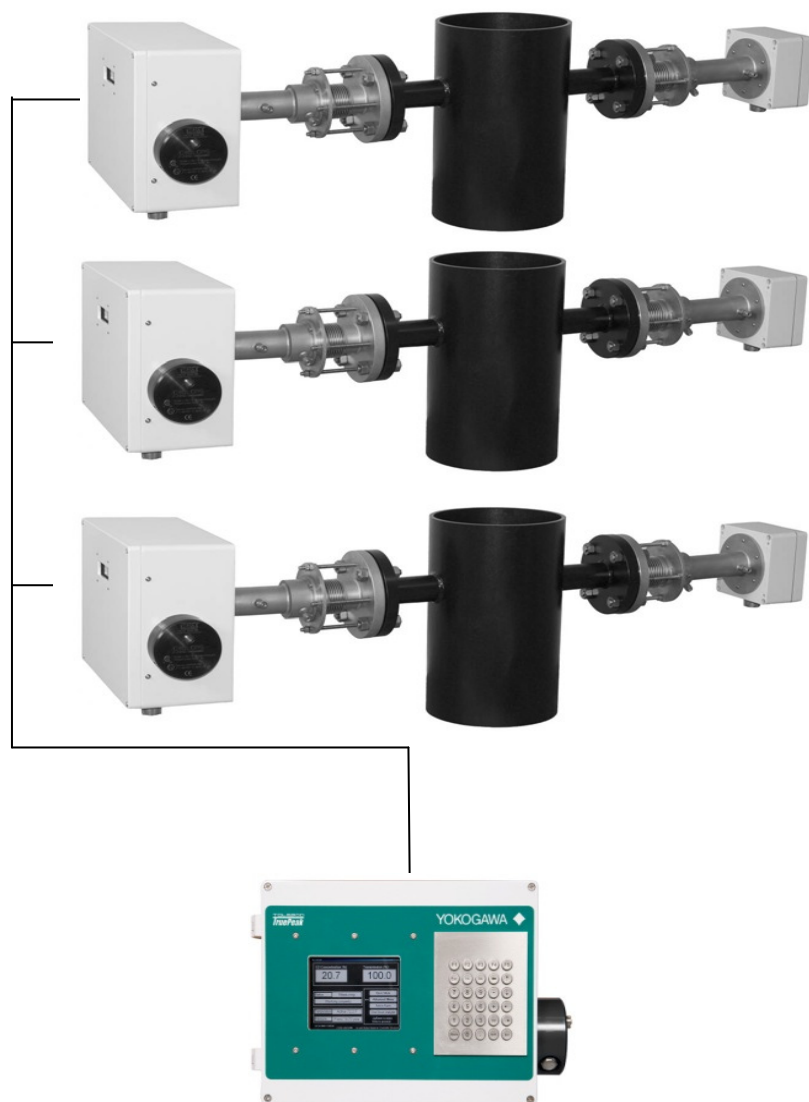
## Display e Teclado

7" LCD display



## USB Transferência de Dados

- Instalado em TODAS VERSÕES
- Permite usuário ler diagnósticos sem utilizar nenhum botão
- Quando pen-drive é conectado, os dados são carregados
  - 14 dias de medições
  - 14 dias de diagnosticos
  - Histórico de alarmes
  - Histórico de calibração
  - Arquivos de configuração
  - Espectro medido

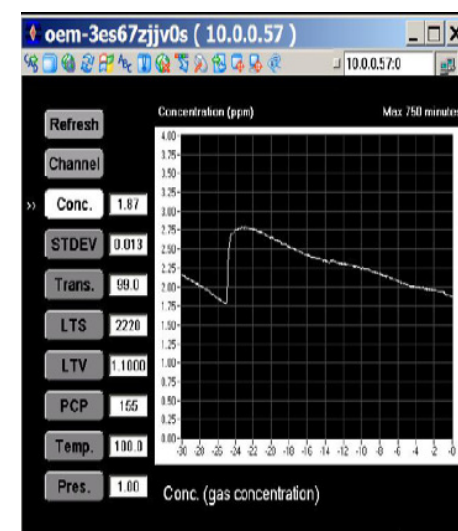
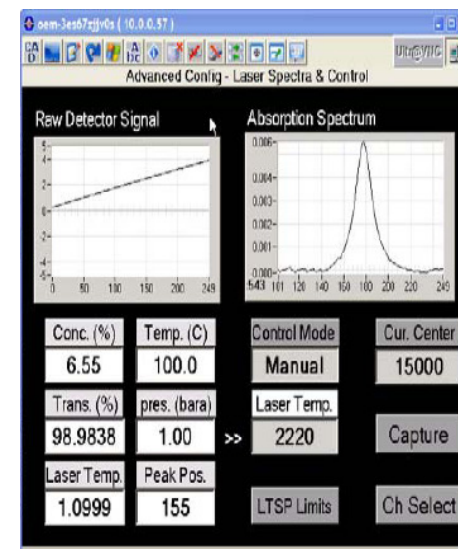


## UNIDADE REMOTA DE INTERFACE

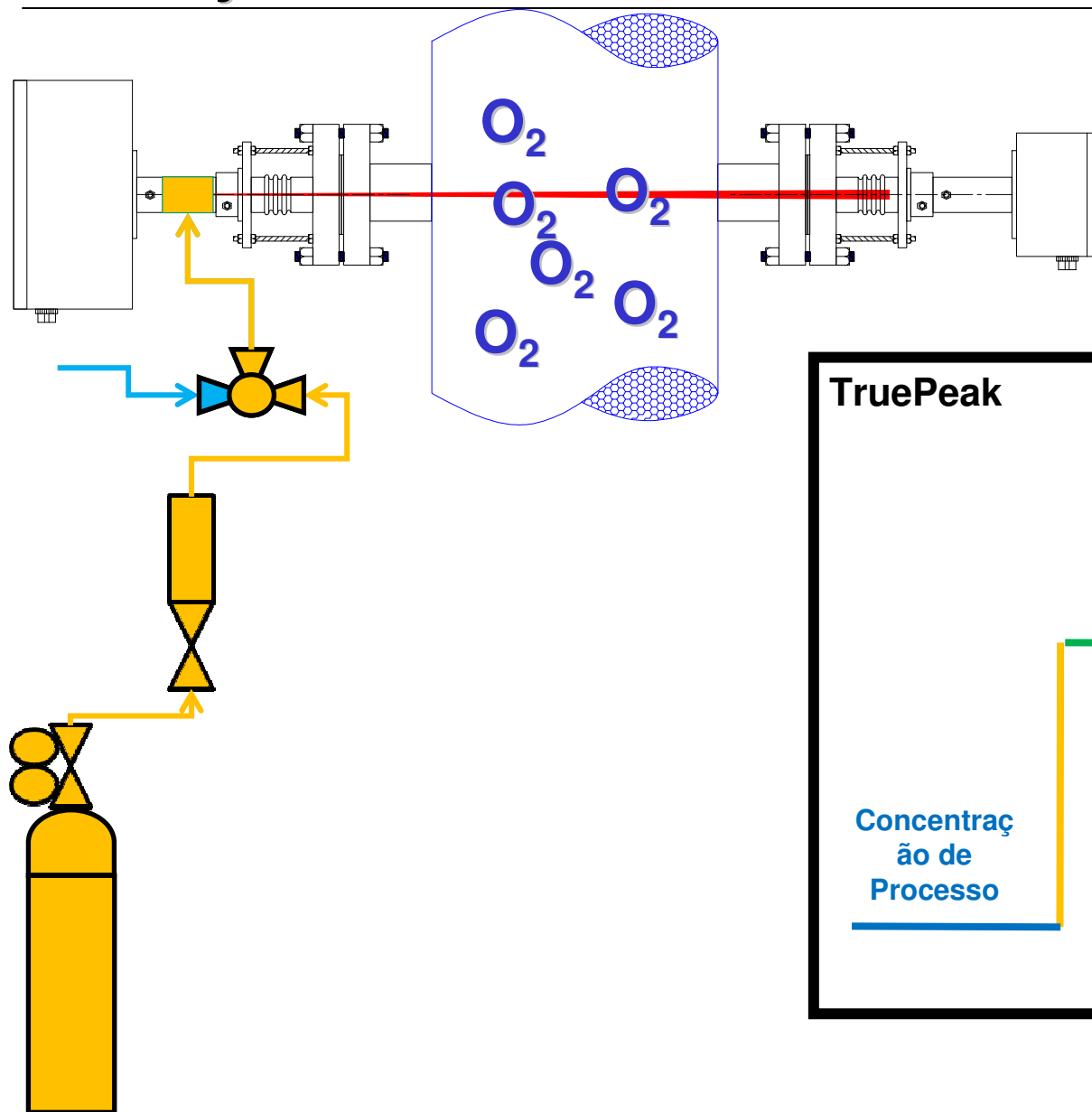
- Não é necessária para a operação do sistema
- Permite comunicação de campo multi-unidades
- Conecta 1-7 analisadores com CPU/Teclado/Display central
- Display Integral X40 smart VFD (informação cíclica) ou teclado com LCD 7"



- 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



# Validação Automática



## TruePeak

Concentração de  
Processo

+

Concentração gás  
padrão

Desvio

Concentração de  
Processo

Conetração De  
Processo

# Controle de Combustão

# Controle de Combustão

## Eficiência

- Redução do consumo de combustível

## Objetivo

- Otimizar geração de calor

## Emissão

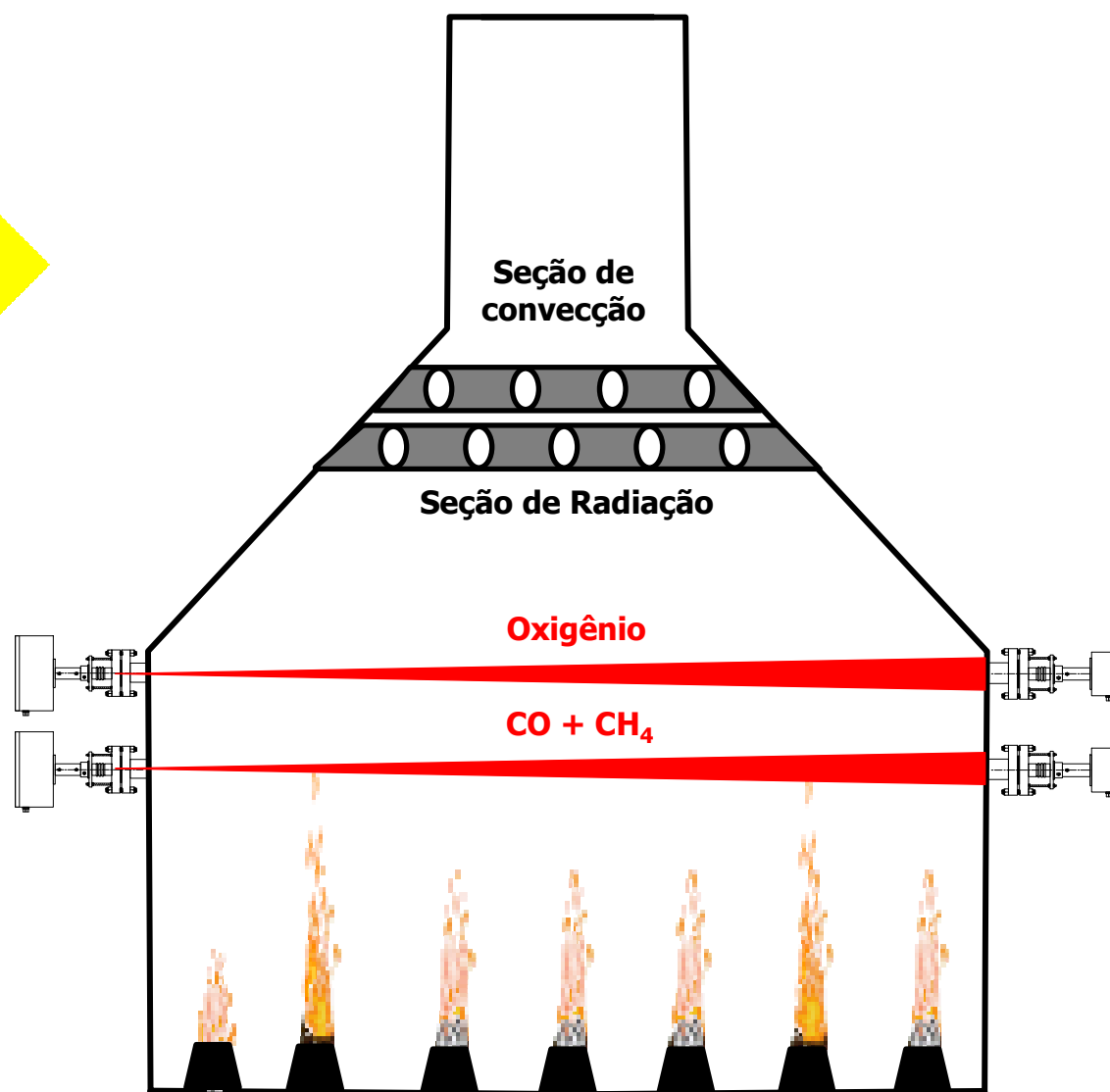
- Redução de Poluentes
- NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>

## Segurança

- Identificar situações de risco

- Medição de **Oxigênio, Monóxido de Carbono e Metano NO PROCESSO em ALTA TEMPERATURA**
- Medição através de vários queimadores para melhorar a precisão e segurança
- Resposta de 5 segundos para melhorar o controle e segurança

**CONTROLE OTIMIZADO, REDUÇÃO DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E EMISSÕES, SEGURANÇA AUMENTADA**

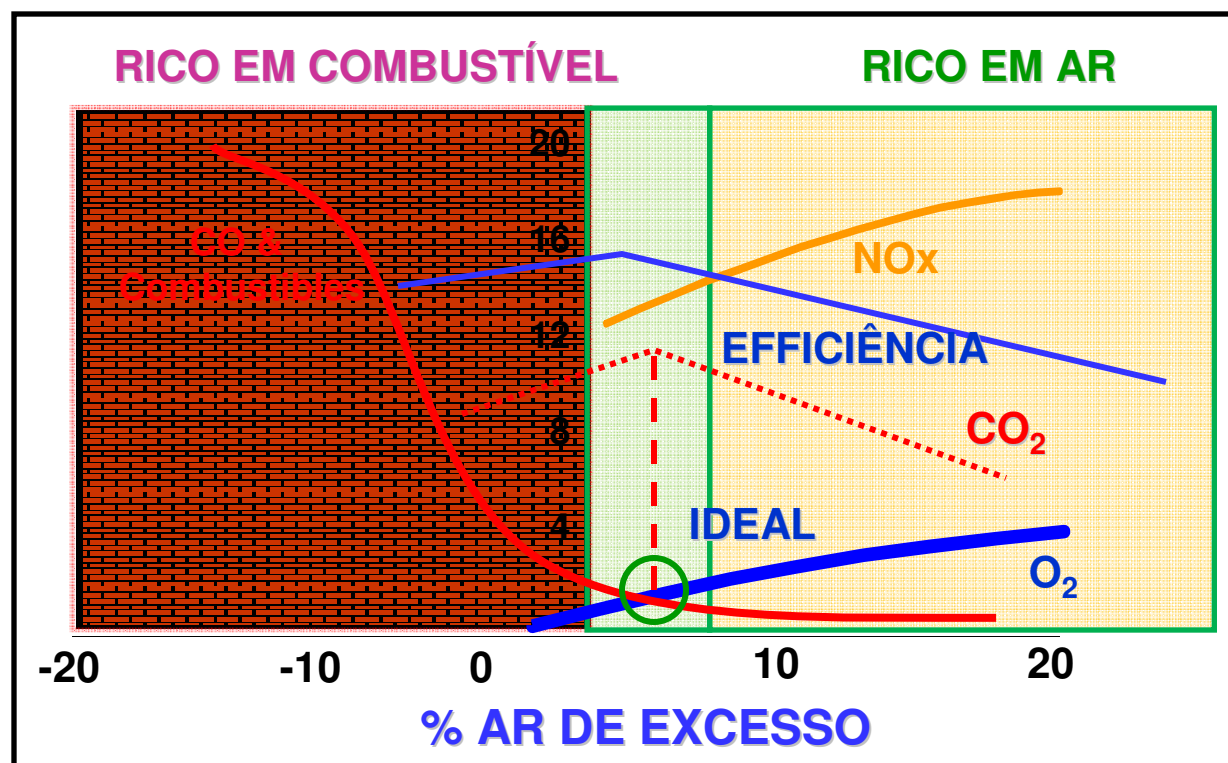


## Oxigênio

- Medição primária da eficiência da combustão. Fácil de usar para controle
- Usado também para segurança

## CO

- Ideal para medição do set point (ar excesso)
- Indicação de combustível não queimado



# Melhorando o controle de combustão

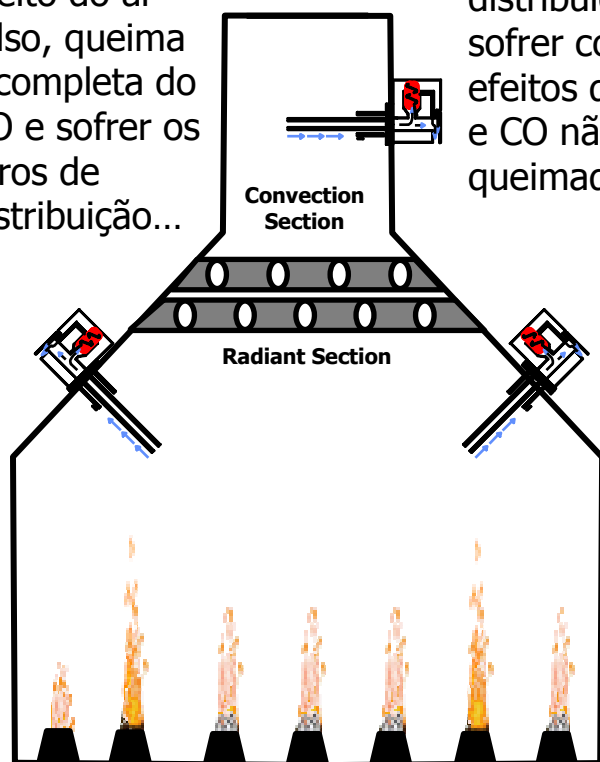
## Tradicional

Com o sistema tradicional temos que fazer uma escolha difícil

Medir na zona de radiação para eliminar o efeito do ar falso, queima incompleta do CO e sofrer os erros de distribuição...

OU

Medir depois da zona de radiação para evitar erros de distribuição e sofrer com os efeitos do ar falso e CO não queimado...



## TRUEpeak

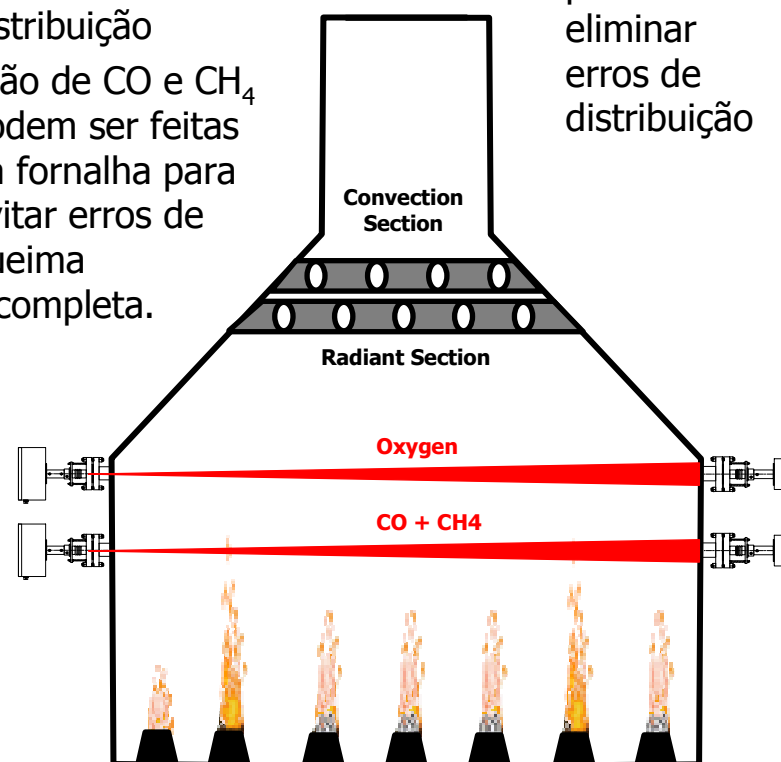
Com o TRUEpeak temos uma solução melhor

Medição de  $O_2$  pode ser feita na fornalha evitando erros de distribuição

Medição de CO e  $CH_4$  podem ser feitas na fornalha para evitar erros de queima incompleta.

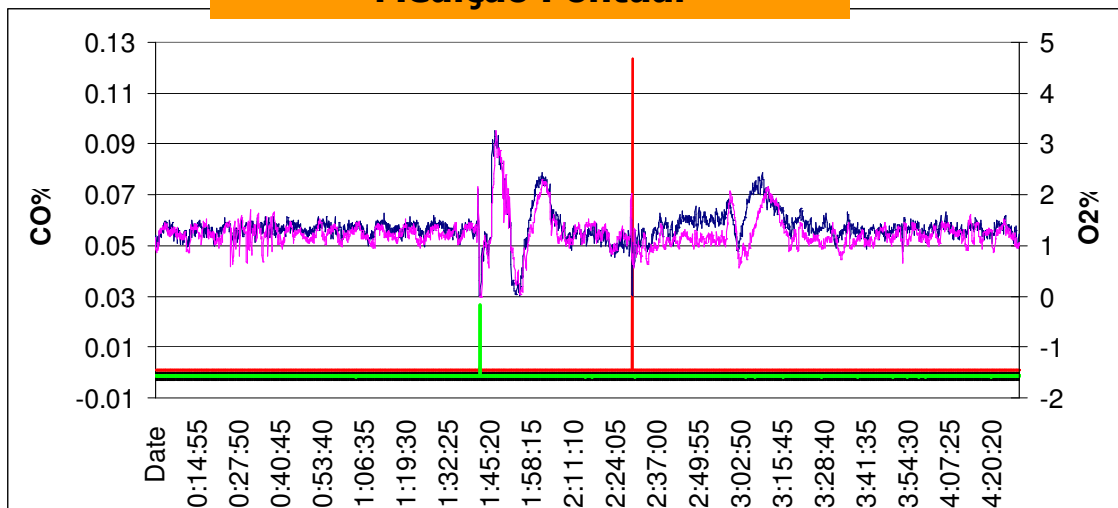
E

Através da fornalha pode-se eliminar erros de distribuição



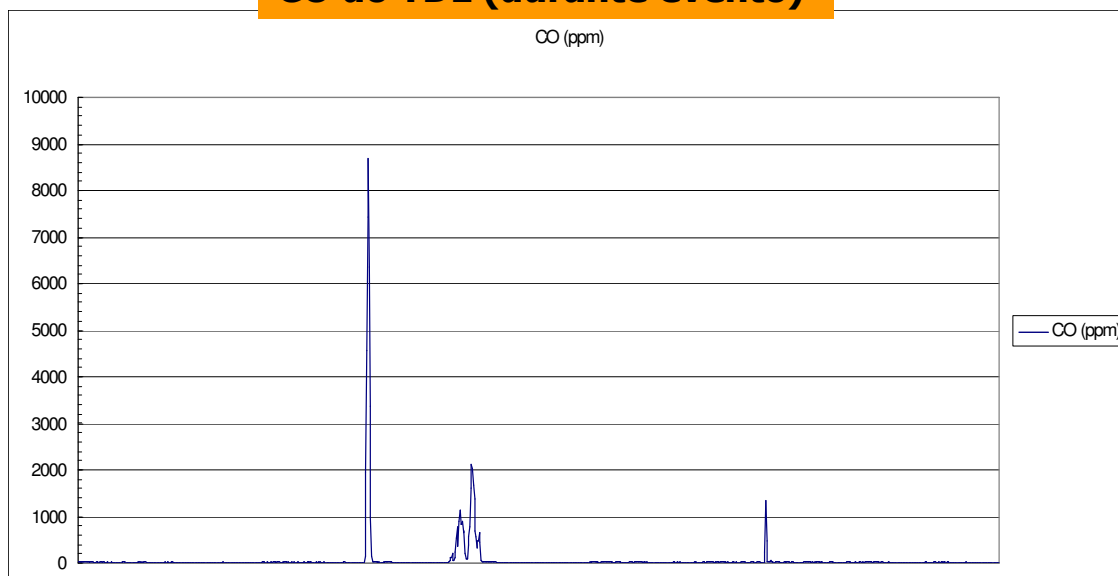
# Seção-Média versus Pontual

## Medição Pontual



| O2<br>(Sensor 1/2) | TDL<br>CO | CO Sensor<br>(Sensor 1/2) |
|--------------------|-----------|---------------------------|
| 0% / 0%            | 8700ppm   | 0 / 267 ppm               |
| 0% / 0%            | 2017ppm   | 0 / 0 ppm                 |
| 0% / 0.6%          | 1345ppm   | 1236 / 0 ppm              |

## CO do TDL (durante evento)



**Sensores de CO** mostraram baixa sensibilidade comparado ao TDL

**TDL** respondeu corretamente aos 3 "eventos de oxigênio"

**Sensors de CO** apenas responderam a 1/6 picos de CO

## Exemplos de instalação







**vigilantplant.™**

The clear path to operational excellence

**Obrigado!**

**Alexandre Gregoski**

**Engenheiro de Aplicações de Analítica**

**Fone: +55 11 3513.1368**

**E-mail: [alexandre.gregoski@br.yokogawa.com](mailto:alexandre.gregoski@br.yokogawa.com)**

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