

CETESB	ANÁLISE DOS GASES DE COMBUSTÃO ATRAVÉS DO APARELHO ORSAT	L9.210
	Procedimento	OUT/90

SUMÁRIO	Pág.
1 Objetivo.....	1
2 Normas Complementar.....	1
3 Definições.....	1
4 Aparelhagem e reagentes.....	1
5 Execução do ensaio.....	2
6 Resultados.....	5

## 1 OBJETIVO

Esta Norma prescreve o método de ensaio para análise dos gases de combustão através do aparelho Orsat.

## 2 NORMA COMPLEMENTAR

Na aplicação desta Norma é necessário consultar a seguinte Norma CETESB:

E17.010 - Aparelho Orsat para análise de gases de combustão.

## 3 DEFINIÇÕES

As definições necessárias à utilização desta Norma são as constantes da Norma CETESB E17.010.

## 4 APARELHAGEM E REAGENTES

### 4.1 Aparelhagem

4.1.1 Na aplicação deste método é necessária a utilização do aparelho Orsat (ver Figura 1), conforme norma E17.010.

### 4.2 Reagentes

4.2.1 Os seguintes reagentes são requeridos:

a) para análise do dióxido de carbono - Frasco G<sub>1</sub>:

- solução aquosa de hidróxido de potássio com concentração de 400 g/L. O poder de absorção desta solução de hidróxido de potássio é da ordem de 40 mL de dióxido de carbono por mililitro de solução;

Nota: Esta solução é preferida ao hidróxido de sódio porque tem menos ação química sobre o vidro e não aumenta

o carbono precipitado.

b) para análise do oxigênio - Frasco G<sub>2</sub>:

- solução aquosa de pirogalol com concentração de 400 g/L;
- solução aquosa de hidróxido de potássio com concentração de aproximadamente 360 g/L.

A solução da absorção do oxigênio é obtida misturando 75 mL da primeira solução com 125 mL da segunda ou na proporção de 3:5;

c) para análise do monóxido de carbono - Frasco G<sub>3</sub>:

- solução alcalina de cloreto cuproso. Dissolver 100 g de cloreto cuproso p.a. e 35 g de cloreto de amônio em 435 mL de água em um frasco de 1 litro. Adicionar 350 mL de solução de hidróxido de amônio (d = 0,88), fechar o frasco e agitar vigorosamente até que a dissolução se complete. Armazenar a solução do frasco G<sub>3</sub> e adicionar aparas de cobre à garrafa e fechá-la bem. A exposição da solução ao ar deve ser a mínima possível.

Nota: Se o cloreto cuproso não se apresentar incolor, suspendê-lo na água e reduzi-lo borbulhando dióxido de enxofre através da suspensão; filtrar, lavar e secar, evitando o contato com o ar;

d) líquido confinante:

- solução de ácido sulfúrico (2N aproximadamente), contendo algumas gotas de alaranjado de metila ou outro indicador adequado.

## 5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

### 5.1 Preparação da aparelhagem

5.1.1 Lavar e enxaguar cuidadosamente todos os componentes de vidro.

5.1.2 Montar o aparelho na moldura como mostrado na Figura 1, conectando seus componentes com tubos flexíveis inertes.

5.1.3 Conectar a mangueira do frasco nivelador A à extremidade do aparelho.

5.1.4 Lubrificar as torneiras, tomando cuidado para que não entre lubrificante nos capilares ou furos das torneiras. Não deve ser usa

da graxa de silicone.

5.1.5 Abrindo as torneiras  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $D$ , e retirando a rolha da parte posterior dos frascos  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_3$ , encher cada frasco de absorção com reagente apropriado até aproximadamente 60% de sua capacidade. Encher também o frasco  $A$  com aproximadamente 150 mL do líquido confinante.

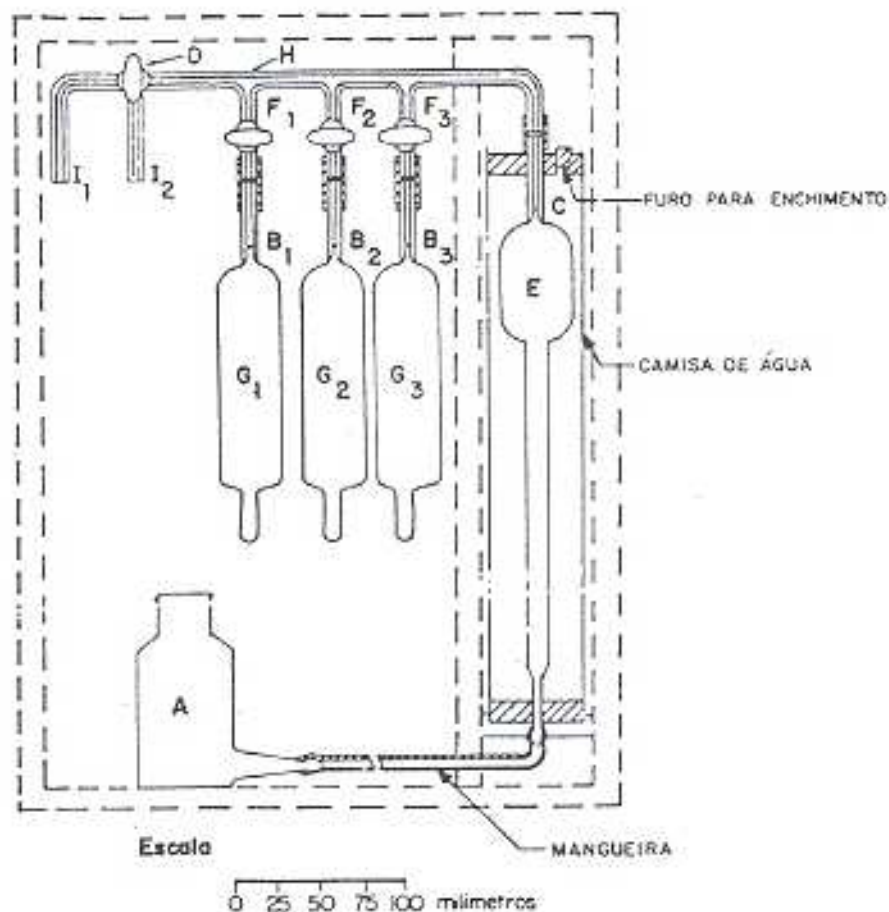


FIGURA 1 - Esquema do aparelho Orsat

5.1.6 É essencial manter os reagentes fora de contato com o ar. Um saco flexível contendo nitrogênio deve ser fixado na abertura da parte posterior dos frascos para fechá-los.

5.1.7 Fechar as torneiras  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$ , e encher a bureta  $E$  com líquido confinante até a marca  $C$ , movimentando adequadamente o frasco nivelador  $A$ . Em seguida, fechar a torneira  $D$ .

5.1.8 Com o nível do líquido do frasco  $A$  coincidindo com o nível do líquido da bureta  $E$  na marca  $C$ , abrir a torneira  $F_1$  e abaixar vagarosamente o frasco

nivelador A até que a solução do frasco  $G_1$  atinja a marca de referência  $B_1$ . Fechar a torneira  $F_1$  e fazer o mesmo procedimento para os demais frascos ( $G_2$  e  $G_3$ ).

Nota: Se um dos reagentes acidentalmente subir acima de qualquer uma das torneiras  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  parar o teste e limpar o sistema.

5.1.9 Testar o aparelho contra vazamento, levando o nível do líquido confinante até a marca C; fechar a torneira D e abaixar o frasco A. Uma vez estabilizado, o nível do líquido confinante não deverá abaixar.

Caso isto aconteça, eliminar o vazamento e repetir a operação.

## 5.2 Introdução da amostra no aparelho

5.2.1 Com o nível do líquido confinante na marca C, conectar a linha do gás a ser analisado na extremidade  $I_1$ .

5.2.2 Abrir adequadamente a torneira D e transferir a amostra para dentro da bureta E, abaixando o frasco A até que a superfície do líquido confinante esteja coincidindo com a marca zero da bureta E.

5.2.3 Expurgar para a atmosfera esta primeira amostra do gás, de modo a condicionar o meio com o gás a ser analisado, abrindo a torneira D para a saída  $I_2$  e levantando o frasco A até que o nível do líquido confinante coincida com a marca C.

5.2.4 Retirar nova amostra do gás, conforme 5.2.1 e 5.2.2.

5.2.5 Posicionar o frasco A, de maneira que o nível do líquido coincida com a marca zero na bureta E, e fechar a torneira D das saídas  $I_1$  e  $I_2$ .

Nota: Quando se tratar de gases quentes, aguardar que o gás chegue à temperatura da camisa de água antes de ajustar o volume.

## 5.3 Determinação dos componentes do gás

5.3.1 A determinação dos componentes do gás deve ser feita na ordem indicada de 5.3.2 a 5.3.4.

5.3.2 Dióxido de carbono - Abrir a torneira  $F_1$  e transferir o gás lentamente para o frasco de absorção  $G_1$ , suspendendo e abaixando o frasco nivelador A. Após algumas lavagens do gás com a solução, levar o nível do reagente até a marca  $B_1$  e fechar a torneira  $F_1$ . Ajustar a posição do frasco A para que o nível do líquido nele contido coincida com o nível do líquido da bureta E e anotar o valor. Repetir a transferência do gás da bureta E para o frasco de absorção, conforme descrito acima, até que a altura da coluna do líquido da bureta E permaneça constante e anotar então o valor do volume final absorvido

5.3.3 Oxigênio - Transferir o gás para o frasco de absorção  $G_2$ , abrindo a torneira  $F_2$ , e repetir o procedimento igual ao de 5.3.2.

5.3.4 Monóxido de carbono - Transferir o gás para o frasco  $G_3$ , abrindo a torneira  $F_3$ , e repetir o procedimento de 5.3.2.

Nota: Quando a absorção do gás por um dos reagentes tornar-se lenta, substituí-lo.

5.3.5 Anotar os dados num formulário, como o da Figura 2.

Gás	Volume (mL)		
	Inicial	Após absorção	Diferença
$CO_2$	100		
$O_2$ (A)			
CO (B)			

(A) Volume inicial é o volume após absorção de  $CO_2$

(B) Volume inicial é o volume após absorção de  $O_2$

FIGURA 2 - Modelo de formulário

## 6 RESULTADOS

6.1 Calcular a porcentagem, em volume, dos componentes  $CO_2$ ,  $O_2$  e CO, como segue:

$$\text{Porcentagem do componente} = V_2 - V_1$$

onde:

$V_1$  = leitura da bureta (mL), antes da remoção do componente

$V_2$  = leitura da bureta (mL), depois da remoção do componente.

6.2 Por diferença, calcular a porcentagem de  $N_2$ .

6.3 Expressar a porcentagem de cada componente, com aproximação de 0,1%.