



**ENERGÉTICA**  
Qualidade do Ar

**ENERGÉTICA IND.E COM. LTDA.**  
Rua Gravataí, 99 – Rocha  
CEP 20975-030 Rio de Janeiro – RJ  
CNPJ 29.341.583/0001-04 – IE 82.846.190  
Fone: (0xx21) 3797-9800; Fax: (0xx21) 3797-9830  
[www.energetica.ind.br](http://www.energetica.ind.br)

# **CALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO SECO POR MEIO DE GASÔMETRO SECO DE REFERÊNCIA (PADRÃO)**

## **MANUAL**

<b>ÍNDICE</b>		
	PREFÁCIO	
1.0	MEDIDOR DE GÁS SECO COMO PADRÃO DE CALIBRAÇÃO	1
2.0	CALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO SECO PADRÃO	1
3.0	RECALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO SECO PADRÃO	3
		8

**Responsável:**

**José Walderley Coêlho Dias**

**ENERGÉTICA - Rio de Janeiro**  
**Data desta versão: 10/04/2011**

## PREFÁCIO

Este manual descreve o método de calibração do gasômetro por meio de gasômetro seco de referência (padrão).

O método aplicado a gasômetros utilizados em coletores isocinéticos de poluentes atmosféricos (CIPA), construídos segundo o método 5 da EPA, está descrito formalmente na Seção 7 do 40 CFR Ch I (7-1-90 edition), Pt. 60, App. A, páginas 705 a 709.

O gasômetro de um CIPA tem sido tradicionalmente calibrado contra um medidor de gás úmido (wet test meter). Entretanto, há a alternativa de calibração por meio de gasômetro seco de referência, bastando, para isso, que seja selecionado, calibrado e usado de maneira adequada, conforme descrito neste manual.

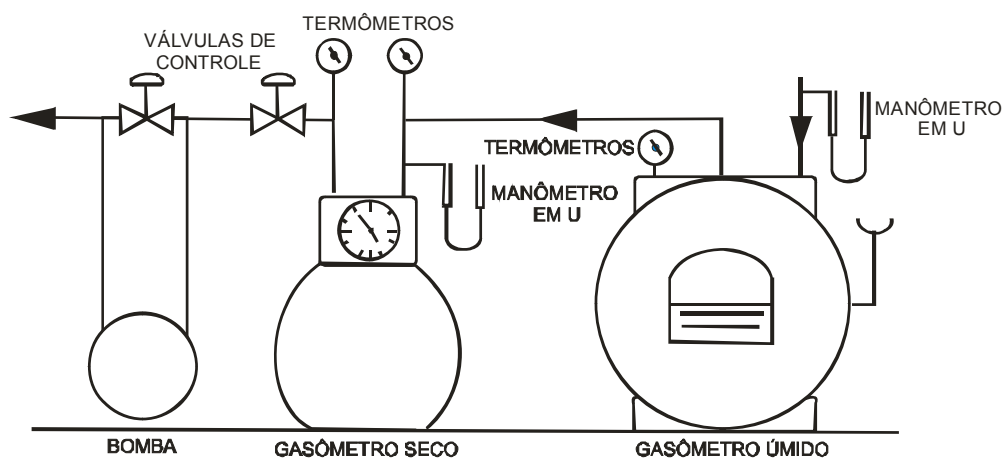
## 1.0 MEDIDOR DE GÁS SECO COMO PADRÃO DE CALIBRAÇÃO

Pode-se utilizar um gasômetro seco como padrão de calibração para medições de volume, em substituição ao gasômetro úmido especificado na Seção 5.3, bastando, para isso, que o gasômetro seja calibrado inicialmente e recalibrado periodicamente como segue:

## 2.0 CALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO SECO PADRÃO

O gasômetro seco a ser calibrado e usado como medidor de referência secundário deve ser de alta qualidade e ter uma capacidade adequadamente dimensionada, por exemplo, 3 litros por revolução. Um espirômetro (400 litros ou mais de capacidade), ou equivalente, pode ser usado para esta calibração, embora um gasômetro úmido seja geralmente mais prático. O gasômetro úmido deve ter uma capacidade de 30 litros por revolução e ser capaz de medir volume dentro de  $\pm 1,0$  por cento. Para se assegurar a exatidão do gasômetro úmido, o mesmo deve ser checado contra um espirômetro ou um medidor de deslocamento líquido. Pode-se usar espirômetros ou gasômetros úmidos de outros tamanhos, contanto que sejam mantidas as exatidões especificadas do procedimento.

Monte os componentes conforme mostrado na Figura 5.7. Pode-se, no sistema, usar um espirômetro, ou equivalente, em vez do gasômetro úmido. Ligue a bomba e deixe-a funcionar por pelo menos 5 minutos, a uma vazão em torno de 10 litros/min, a fim de condicionar a superfície interna do gasômetro úmido. A perda de carga indicada pelo manômetro na extremidade da entrada do gasômetro seco deve ser minimizada (não superior a 100 mm H<sub>2</sub>O a uma vazão de 30 litros/min). Consegue-se isso usando mangueiras com diâmetro maior e conectores retilíneos.



**Figura 5.7 - Configuração dos equipamentos para a calibração do medidor de gás seco**

Colete os dados conforme mostrado no exemplo (ver Figura 5.8). Faça rodadas em triplicata a cada uma das vazões e a não menos do que cinco diferentes vazões. A faixa das vazões deve estar entre 10 e 34 litros/min ou dentro da faixa prevista de vazões de operação.

DATA: \_\_\_\_\_

IDENTIFICAÇÃO DO GASÔMETRO SECO: \_\_\_\_\_

PRESSÃO BAROMÉTRICA: \_\_\_\_\_ mm Hg

VAZÃO APROX. (Q) L/min	VOLUME GASÔM. ÚMIDO (V <sub>u</sub> ) (m <sup>3</sup> )	(V <sub>s</sub> ) (m <sup>3</sup> )	TEMPERATURAS			PESSÃO GASÔM. SECO (Δp) mm H <sub>2</sub> O	TEMPO (θ) min	VAZÃO (Q) m <sup>3</sup> /min	COEFIC. GASÔM. SECO. (Y)	MÉDIA COEFIC. GASÔM. SECO. (Y)
			GASÔM. ÚMIDO (t <sub>u</sub> ) °C	GASÔMETRO SECO						
				ENTRADA (t <sub>e</sub> ) °C	SAÍDA (t <sub>s</sub> ) °C					
11										
17										
23										
28										
34										

$$Q = 0,3858 \frac{V_u P_b}{\theta(t_s + 273)}$$

$$Y = \frac{V_u P_b (t_s + 273)}{V_s \left( P_b + \frac{\Delta p}{13,6} \right) (t_u + 273)}$$

Figura 5.8 Exemplo de formulário de dados para calibração de um gasômetro seco padrão para equipamento de amostragem pelo Método 5

Calcule a vazão,  $Q$ , para cada rodada em função do volume,  $V_u$ , do gasômetro úmido e da duração da rodada,  $\theta$ . Calcule o coeficiente de gasômetro seco,  $Y$ , para cada rodada. Estes cálculos são os seguintes:

$$Q = K_1 \frac{V_u P_b}{\theta(t_s + 273)}$$

$$Y = \frac{V_u P_b (t_s + 273)}{V_s \left( P_b + \frac{\Delta p}{13,6} \right) (t_u + 273)}$$

onde

$K_1 = 0,3858$  para o sistema internacional de unidades

$V_u$  = volume do gasômetro úmido, litros

$V_s$  = volume do gasômetro seco, litros

$t_s$  = temperatura média do gasômetro seco, °C

$t_p = 273^\circ\text{C}$  para unidades SI

$t_u$  = temperatura média do gasômetro úmido, °C

$P_b$  = pressão barométrica, mm Hg

$\Delta p$  = pressão diferencial na entrada do gasômetro seco, mm H<sub>2</sub>O

$\theta$  = tempo da rodada, min

Compare os três valores de  $Y$  a cada vazão e determine os valores máximo e mínimo. A diferença entre os valores máximo e mínimo a cada vazão não deve ser maior do que 0,030. Pode-se realizar outros conjuntos de rodadas em triplicata a fim de completar esta exigência. Além disso, os coeficientes do medidor devem estar compreendidos entre 0,95 e 1,05. Caso estas especificações não possam ser atendidas em três conjuntos de rodadas em triplicata sucessivas, o medidor é considerado inadequado, não devendo ser utilizado como padrão de calibração. Caso as especificações sejam atendidas, tire a média dos valores de  $Y$  a cada vazão, resultando então cinco coeficientes médios,  $Y$ .

Prepare uma curva do coeficiente do medidor,  $Y$ , versus a vazão,  $Q$ , para o gasômetro seco. Esta curva deverá ser usada como uma referência quando o medidor for utilizado para calibrar outros gasômetros secos e para determinar se é necessária recalibração.

### 3.0 RECALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO SECO PADRÃO

Recalibre o gasômetro seco padrão contra um gasômetro úmido ou espirômetro, anualmente ou após cada 200 horas de operação, o que ocorrer primeiro. Esta exigência é válida contanto que o gasômetro seco padrão seja mantido num laboratório, e, quando transportado, seja manuseado como qualquer outro instrumento de laboratório. Falta de cuidado no manuseio do gasômetro padrão pode causar alteração na calibração, passando a requerer recalibrações mais freqüentes.

Como alternativa à calibração completa, pode ser feita uma verificação de dois pontos da calibração. Siga o mesmo procedimento e utilize a mesma configuração de equipamentos utilizados para a calibração completa, porém faça rodadas a apenas duas vazões (sugere-se vazões de 14 e 28 litros/min). Calcule os coeficientes do gasômetro para estes dois pontos, e compare os valores com a curva de calibração do gasômetro. Caso os dois coeficientes estejam dentro de  $\pm 1,5$  por cento dos valores da curva de calibração, o gasômetro não precisa de ser recalibrado até a próxima data de verificação de recalibração.