



**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO E TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
SETOR DE TREINAMENTO**

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**AMOSTRAGEM EM CHAMINÉ DE FONTES
ESTACIONÁRIAS**

8203
F734a(RCET)
012364



01454

012364

**SAO PAULO
1997**

02430
0111

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Negusira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Engenheira Maria Celeste J. R. Fontan.

DOCENTES

Técnico Herlander Tadeu Ferreira

Técnico Marcelo Souza dos Anjos

Químico Marcos Pié Cervera

Químico Roberto Xavier de Oliveira

CLASS.	
AUTOR.	
TOMBO	12364

12364

8203
F734a(RCET)
012364

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

APRESENTAÇÃO

A finalidade desta apostila é a disseminação do conhecimento das técnicas de amostragem em chaminé e/ou dutos de fontes estacionárias a profissionais envolvidos com o controle e/ou preservação da qualidade do ar.

Este material didático é parte integrante do Treinamento Prático Especializado (TPE) sobre Amostragem em Chaminé de Fontes Estacionárias e nele constam conceitos básicos e tabelas de conversão de unidades (Apêndice I) para facilitar e agilizar o desenvolvimento dos cálculos, além das normas adotadas pela CETESB para coleta/análise de material particulado e calibração dos equipamentos utilizados.

Na prática, dificilmente um técnico que estude minuciosamente o conteúdo deste material estará capacitado a realizar uma amostragem. Por isso, é imprescindível o treinamento prático que inclua a calibração dos diversos componentes do trem, a realização de amostragem e as análises laboratoriais sob a orientação de técnicos bastante experientes.

Na preparação deste material didático, foram utilizadas publicações da CETESB e da EPA (Environmental Protection Agency) e a experiência direta dos seguintes técnicos do Setor de Amostragem: Herlander Tadeu Ferreira, Marcelo Souza dos Anjos, Márcia Aparecida Serafim, Marcos Pié Cervera, Maria Celeste J.R. Fontan, Maria Cristina Poli e Roberto Xavier de Oliveira. A digitação e serviços gráficos foram responsabilidade de Rachel Queiroz Rocha Brito e Antonia Venâncio, respectivamente.

ÍNDICE

Pág.

1. Introdução.....

2. Conceitos Básicos.....

3. Calibração.....

4. Amostragem.....

Apêndice I : Tabelas de Conversão de Unidades...

Apêndice II : Tabela de Parâmetros de Amostragem em Processos Industriais Específicos.....

Apêndice III: Planilhas de Cálculo para Execução da Calibração e Amostragem.....

Apêndice IV: Métodos de Amostragem e Calibração.
.....

1. INTRODUÇÃO

A amostragem em chaminé (ou dutos) é um procedimento experimental que se utiliza para avaliar as características dos fluxos gasosos industriais e determinar qualitativa e quantitativamente os poluentes gerados em processos e atividades industriais.

O princípio básico da amostragem consiste em extrair uma amostra, de volume conhecido, do efluente gasoso e após análises laboratoriais, tornar possível o cálculo da quantidade total do poluente analisado.

Assim, a amostragem deve coletar uma amostra representativa do que está sendo emitido pela fonte para que se possa correlacionar a quantidade do poluente medido com o total emitido pela fonte geradora, evitando desvios nos resultados. Portanto, a técnica escolhida para a execução da amostragem é extremamente importante e preponderante para a confiabilidade dos resultados obtidos.

Os principais objetivos da amostragem são:

- **Fiscalização** - Constatar se a fonte de emissão está de acordo com os padrões estabelecidos.
- **Determinação de parâmetros de projeto** - para a construção de equipamentos de controle de poluentes ou determinação das condições operacionais mais adequadas.
- **Determinação da eficácia de medidas de controle adotadas** - determinações antes e após as medidas de controle ou a instalação de equipamento de controle para determinação de sua eficiência de remoção.
- **Determinação de fatores de emissão** - para o inventário de fontes e para a determinação da emissão potencial da fonte como subsídio ao estabelecimento de estratégias de controle para assegurar os Padrões de Qualidade do Ar.
- **Avaliação de aspectos econômicos** - a amostragem fornece dados valiosos que podem ser usados para a seleção da matéria prima, do combustível ou quantificar as perdas de material de valor econômico e determinar se sua recuperação é economicamente viável. Exemplos:
 - a) sucata de metais oleosa: é mais econômica que a sucata limpa, mas aumenta a emissão de poluentes atmosféricos, implicando num custo maior de controle da fonte.
 - b) teor de enxofre no óleo: óleos com baixos teores de enxofre são mais caros que aqueles de altos teores, embora estes exigem controle das emissões provenientes da combustão.

c) uso de O₂ como comburente: é mais caro que o uso do ar, porém resulta em um volume de produtos de combustão bem menor (comparado ao uso do ar) e, obviamente, menor custo para o controle das emissões.

d) indústria de cimento: a emissão é o próprio produto. Sabendo-se a quantidade emitida é possível fazer um balanço do custo do investimento na instalação e operação de equipamento para recuperação dessa perda.

Os principais resultados obtidos numa amostragem são as características do efluente gasoso (pressão, temperatura, velocidade, vazão, teor de umidade), a concentração e a taxa de emissão dos poluentes analisados. Como os valores determinados para essas variáveis estão vinculados às condições de operação da fonte emissora e de seu sistema de controle (se existir) é fundamental um planejamento adequado para que, através da análise dos dados, possa-se atingir o objetivo que norteou a execução de tal amostragem. Além disso, o planejamento deve ser desenvolvido no sentido de se orientar as condições em que a amostragem deva ser executada e, conseqüentemente, evitar desperdício de tempo e de recursos (materiais e humanos). Para isso deverão ser considerados, no mínimo, os seguintes aspectos:

- **Conhecimento das fontes** - fluxograma do processo que inclua matérias primas (reativos e combustíveis), produtos elaborados, características técnicas do processo (temperaturas de operação, capacidade, ciclo, pressão, etc.). Se o(s) equipamento(s) de produção está(ão) acoplado(s) a um sistema de controle de poluentes atmosféricos, este(s) também deve(m) ter sua(s) características técnicas (vazão, temperatura, pressão, etc..) apresentadas no fluxograma.
- **Estudo das emissões** - em função do estudo da fonte é possível determinar os possíveis poluentes e se decidir quais devam ser amostrados e em que condições devem ser executadas essas amostragens.
- **Reconhecimento prévio da área** - para ser possível verificar a seção transversal da chaminé (constante ou variável); o material de construção da chaminé; existência ou não de comprimento de duto $\geq 2,5$ vezes o seu diâmetro interno; facilidade de acesso e condições de segurança; existência ou possibilidade de construção de plataforma, etc..
- **Objetivo da amostragem** - determinação da concentração e taxa de emissão do poluente ou determinação da eficiência de controle? Em função desse objetivo é possível definir os serviços de amostragem (seleção dos poluentes a serem amostrados e o número de coletas por poluente). determinar as condições de operação do processo (ou produto elaborado) e do sistema de controle existente; fase que deverá ser amostrada a fonte. coleta de outras amostras (exemplo: combustíveis, matéria prima, água de lavagem, etc..) Também estão vinculados ao objetivo da amostragem os parâmetros a serem observados e registrados durante a realização da amostragem. Em anexo (Apêndice II) encontra-se uma tabela que resume por processo e fonte os poluentes atmosféricos mais significativos, os padrões estabelecidos nos Estados Unidos e as restrições às condições de execução da amostragem. Ressalta-se que os padrões estabelecidos pela

CETESB não constam dessa tabela por se encontrarem em fase final de revisão.

- **Calibração** - os componentes do trem utilizado para os serviços de amostragem, precisam ser regularmente calibrados para se determinar os fatores de correção de cada instrumento de medição e, conseqüentemente, obtenção das medidas corretas.

2. CONCEITOS BÁSICOS

Para que este curso tenha um bom aproveitamento, é fundamental lembrarmos alguns conceitos sobre as principais propriedades físicas dos gases.

2.1. Temperatura

É uma propriedade que está relacionada à energia cinética de qualquer corpo devido ao movimento molecular.

2.1.1 Temperatura relativa

Está vinculada à temperatura de congelamento e ebulição da água quando a pressão é mantida a 1 atmosfera. Nas escalas Celsius (°C) e Fahrenheit (°F) essas mudanças ocorrerão a:

Condições da água	°C	°F
Congelamento	0	32
Ebulição	100	212

A relação entre as escalas é

$$^{\circ}C = \frac{^{\circ}F - 32}{1,8} \quad ^{\circ}F = 1,8^{\circ}C + 32$$

2.1.2 Temperatura absoluta

Nessa escala buscou-se uma medida efetiva que não fosse relativa a nenhuma substância, isto é, à pressão atmosférica quando o volume de um gás tende a zero, sua temperatura absoluta na escala Celsius é chamada Kelvin (°K) e na Fahrenheit é chamada Rankine (°R) e a relação entre as escalas absolutas e relativas é dada por:

$$^{\circ}K = ^{\circ}C + 273,15 \quad ^{\circ}R = ^{\circ}F + 459,67$$

2.2 Pressão

É definida como sendo uma força por unidade de área:

$$P = \frac{\vec{F}}{A}$$

2.2.1 Pressão barométrica ou atmosférica

É a pressão exercida pela camada de ar atmosférico sobre a superfície da Terra.

A pressão barométrica padrão é definida ao nível do mar, 45° latitude norte e 35°F e é equivalente à pressão de 14.696 lbf/in² (1,05 kg/cm²), exercido na base de uma coluna de mercúrio de 29,921 polegadas de altura.

No sistema métrico é dada por 760 mm Hg ou 1 atm.

No sistema internacional é dada por 101,325 Kpa.

2.2.2 Pressão relativa ou manométrica

É a pressão exercida dentro de um determinado sistema fechado; em relação a pressão atmosférica, esta pode apresentar valores positivos ou negativos, nos casos onde existe vácuo, ou seja a pressão do sistema é menor do que a atmosférica.

A abreviatura de pressão relativa é Pg vem de "gage pressure".

2.2.3 Pressão absoluta

A pressão absoluta é definida como a soma das pressões relativa que poderá ser positiva ou negativa e a pressão barométrica:

$$P = P_b + P_g$$

onde:

P = pressão absoluta

P_b = pressão barométrica

P_g = pressão relativa

2.2.4 Pressão estática

Para os corpos gasosos, o esforço externo de compressão define a proximidade entre as moléculas do gás, ou seja, uma determinada massa de gás a uma dada temperatura, ocupará um volume que é em função do esforço de compressão a que está submetido. Quanto maior o esforço de compressão, menor será o volume ocupado.

Uma certa quantidade de gás contida em um cilindro, tende a ocupar um volume sempre maior que o permitido devido a mobilidade das moléculas do gás. Isso significa que as paredes do cilindro aplicam ao corpo gasoso um esforço de compressão.

Na verdade, o esforço de compressão ocorre sempre em um corpo gasoso, mesmo sem a presença do cilindro, como se observa na atmosfera.

Uma vez que um corpo gasoso está sempre submetido a um esforço de compressão, ele reage sobre todos os demais corpos que estão em contato com ele e em todas as direções. Essa reação é denominada de Pressão Estática.

2.2.5 Pressão de Velocidade (Cinética)

Define-se como pressão de velocidade, como sendo a pressão exercida pelo gás devido ao seu movimento, ou seja, quando uma certa massa de fluido está em movimento, com velocidade v , ela possui, além da energia potencial referente a sua pressão estática, uma parcela de energia cinética. Se um corpo qualquer for colocado em contato com esse fluido e em oposição ao movimento, agirá sobre sua face, além de pressão estática, também uma outra força, referente a energia cinética que o fluido tinha quando em movimento e que perdeu, uma vez que teve de parar ao encontrar a face do corpo.

A energia cinética por unidade de massa é dada por:

$$E_c = \frac{v^2}{2g}$$

Como o fluido pára ao encontrar a face do corpo, toda a energia cinética é transferida ao corpo sobre a forma de força. Uma vez que a unidade da equação anterior é de comprimento (altura de coluna de fluido), podemos definir pressão cinética como sendo:

$$P_c = \frac{v^2}{2g}$$

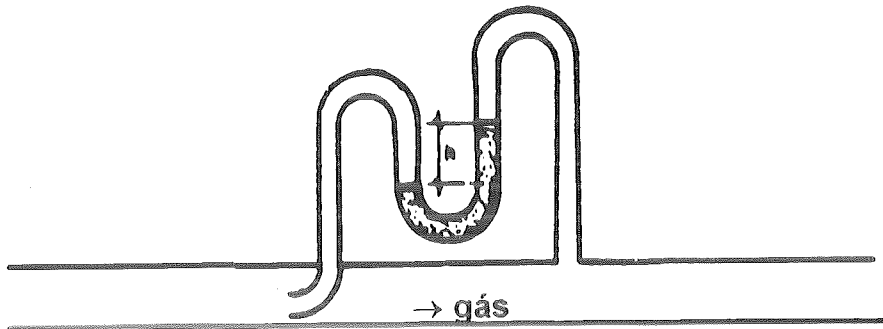
onde:

P_c = pressão cinética em altura de coluna de fluido que está escoando

v = velocidade do fluido

g = aceleração da gravidade

Obs.: A pressão cinética é sempre positiva ou nula. Ao contrário da pressão estática que se manifesta em todos os sentidos, a pressão cinética manifesta-se somente no sentido do fluxo.



2.2.6 Pressão Total

Define-se como pressão total como a soma algébrica das pressões estática e cinética.

$$P_t = P_e + P_c$$

onde:

P_t = pressão total

P_e = pressão estática

P_c = pressão cinética

Obs.: A pressão total sendo uma soma algébrica, pode ser positiva, negativa ou nula.

2.3 Densidade

É a relação entre a massa (m) de uma substância e o volume (v)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

A densidade varia com a temperatura e pressão, isto é decresce com o aumento de temperatura e aumenta com o aumento de pressão.

$$\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3 \text{ (4}^\circ\text{d e 1 atm)}$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1,184 \text{ mg/cm}^3 \text{ (25}^\circ\text{d e 1 atm) ou } 101,325 \text{ kpa e 1 atm}$$

2.4 Viscosidade

Para um gás, as forças intermoleculares ou de coesão, são praticamente desprezíveis devido ao afastamento entre as moléculas, portanto as forças de cisalhamento são predominantemente o resultado de uma troca de momento entre as camadas, causadas pela atividade molecular.

Assim como a atividade molecular aumenta, com o aumento da temperatura, as forças de cisalhamento aumentam. Desta forma, a viscosidade de um gás aumenta com o aumento da temperatura.

Para um gás, a variação de viscosidade com a temperatura pode ser dada pela equação:

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \left(\frac{T}{273,15} \right)^n$$

onde:

μ = viscosidade do gás na condição prevista em Pa.S

μ_0 = viscosidade do gás na CNTP, Pa.S

T = temperatura absoluta na condição prevista em K

n = expoente empírico (n = 0,768 para o ar)

A unidade mais comum é o centipoise (Cp), que equivale a 0,01 g/cm.s (6,72.10⁻⁴ lb/ft.s)

No SI é utilizado o milipascal segundo (1 Cp = 1 mPa.s).

2.5 Massa Molecular

A massa molecular de um composto ou de um elemento é simplesmente a massa atômica ou a somatória das massas atômicas, expressas em unidades de massa.

Um mol de uma substância pura é definido como a quantidade da substância que numericamente é igual a sua massa molecular.

Exemplo: um mol da molécula de oxigênio é 32 g, libras, etc..

2.6 Volume Molar

Um mol de qualquer gás tem sempre o mesmo número de moléculas e ocupa o mesmo volume sob as mesmas condições de pressão e temperatura.

1 g mol $O_2 \rightarrow 6,02 \cdot 10^{23}$ molécula, pesa 32 g, ocupa 22,4 L na CNTP

1 g mol $H_2 \rightarrow 6,02 \cdot 10^{23}$ molécula, pesa 2 g, ocupa 22,4 L na CNTP

1 mol de $CaCO_3 = 100$ unidades de massa

1 lbmol de $CaCO_3 = 100$ lb

1 kg mol de $CaCO_3 = 100$ kg

2.7 Lei dos Gases

2.7.1 Lei de Boyle

A uma temperatura constante, o volume de uma massa de gás perfeita varia inversamente com a pressão absoluta.

$$V \propto \frac{1}{P} \quad \text{à temperatura constante}$$

$\alpha =$ fator de proporcionalidade

2.7.2 Lei de Charles

Quando o volume é mantido constante, a pressão absoluta de uma massa de gás perfeita varia diretamente com a temperatura.

$P \propto T$ à volume constante

Destas equações podemos concluir que:

$$\frac{P V}{T} = cte = \frac{P_1 V_1}{T_1}$$

Relações importantes

1g mol = 22,4 L, 0°C, 1 atm

1 kg mol = 224 m³, 0°C, 1 atm

1lb mol = 359 ft³, 0°C, 1 atm

2.7.3 Lei geral dos gases (equação de Clapeyron)

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

P = pressão absoluta

V = volume do gás

n = n° de moles = massa do gás/massa molecular

T = temperatura absoluta (273 + °C ou 460 + °F)

R = constante universal dos gases

Algumas unidades de R

$$1544 \text{ lb} \cdot \frac{\text{ft}}{\text{lb mol} \cdot ^\circ \text{R}}$$

$$21,83 \text{ in Hg} \cdot \frac{\text{ft}^3}{25 \text{ mol} \cdot ^\circ \text{R}}$$

$$554,6 \text{ mm Hg} \cdot \frac{\text{ft}^3}{\text{lb mol} \cdot ^\circ \text{R}}$$

$$82,6 \text{ cm}^3 \cdot \frac{\text{atm}}{\text{g mol} \cdot \text{K}}$$

2.8 Condições Normais

Define-se como condições normais de temperatura e pressão (CNTP) de um sistema quando o mesmo está sujeito à pressão absoluta de 1 atm e temperatura absoluta de 273°K ou 492°F.

2.9 Correções da Concentração

$$C = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

massa → independe da temperatura e pressão

volume = f (temperatura, pressão, umidade, excesso de ar)

$$V_{\text{total}} = V_{\text{teórico}} + V_{\text{excesso}}$$

2.9.1 Sem Diluição

$$C = \frac{\text{massa}}{V_{\text{teórico}}}$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{teórico}} + V_{\text{excesso}}$$

2.9.2 Corrigida a x% CO₂

$$C(x\%CO) \frac{x}{(\%CO_2)} \cdot C_a$$

onde:

$C(x\%CO_2)$ = concentração corrigida a x% CO₂

x = % CO₂ na qual foi estabelecido o limite (ou padrão) de emissão

C_a = concentração determinada na coleta

$(\%CO_2)_a$ = CO₂ obtida na análise de Orsat

2.9.3 Corrigida a y% O₂

$$C(y\%O_2) = \frac{21 - y}{21 - (\%O_2)_a} \cdot C_a$$

onde:

$C(y\%O_2)$ = concentração corrigida a y% de O₂

Y = % O₂ para a qual foi estabelecido o limite (ou padrão) de emissão

$(\%O_2)_a$ = % O₂ obtida na análise de Orsat

C_a = concentração determinada na coleta

3. CALIBRAÇÕES

Os equipamentos utilizados em amostragem de chaminés, possuem vários componentes que necessitam ser calibrados, tornando os resultados das coletas mais apurados.

As tolerâncias nos fatores, bem como a metodologia de calibração, estão descritas na Norma Cetesb E16.030 (Apêndice IV).

Vamos mostrar o princípio de funcionamento dos diversos componentes e dos equipamentos utilizados para aferir os mesmos.

3.1 Dispositivo padrão por escoamento líquido

Este instrumento é fundamentalmente usado em laboratório como padrão primário para efetuar calibrações em medidores de volume como gasômetros úmidos e secos.

Ele é constituído de um tubo cilíndrico fechado com diâmetro constante em todo o seu seguimento, o qual é preenchido com água.

O deslocamento de água movido pelo escoamento cria uma depressão, cuja extremidade superior é ligada por uma tubulação que, ao seu final, é acoplada ao instrumento a ser calibrado.

Como o dispositivo trabalha com água, devemos levar em consideração a densidade da água e a pressão de vapor.

Como mostra a figura 1, o dispositivo fica sobre uma balança de alta precisão para que possamos ter a massa de água deslocada entre o início e o final de cada teste.

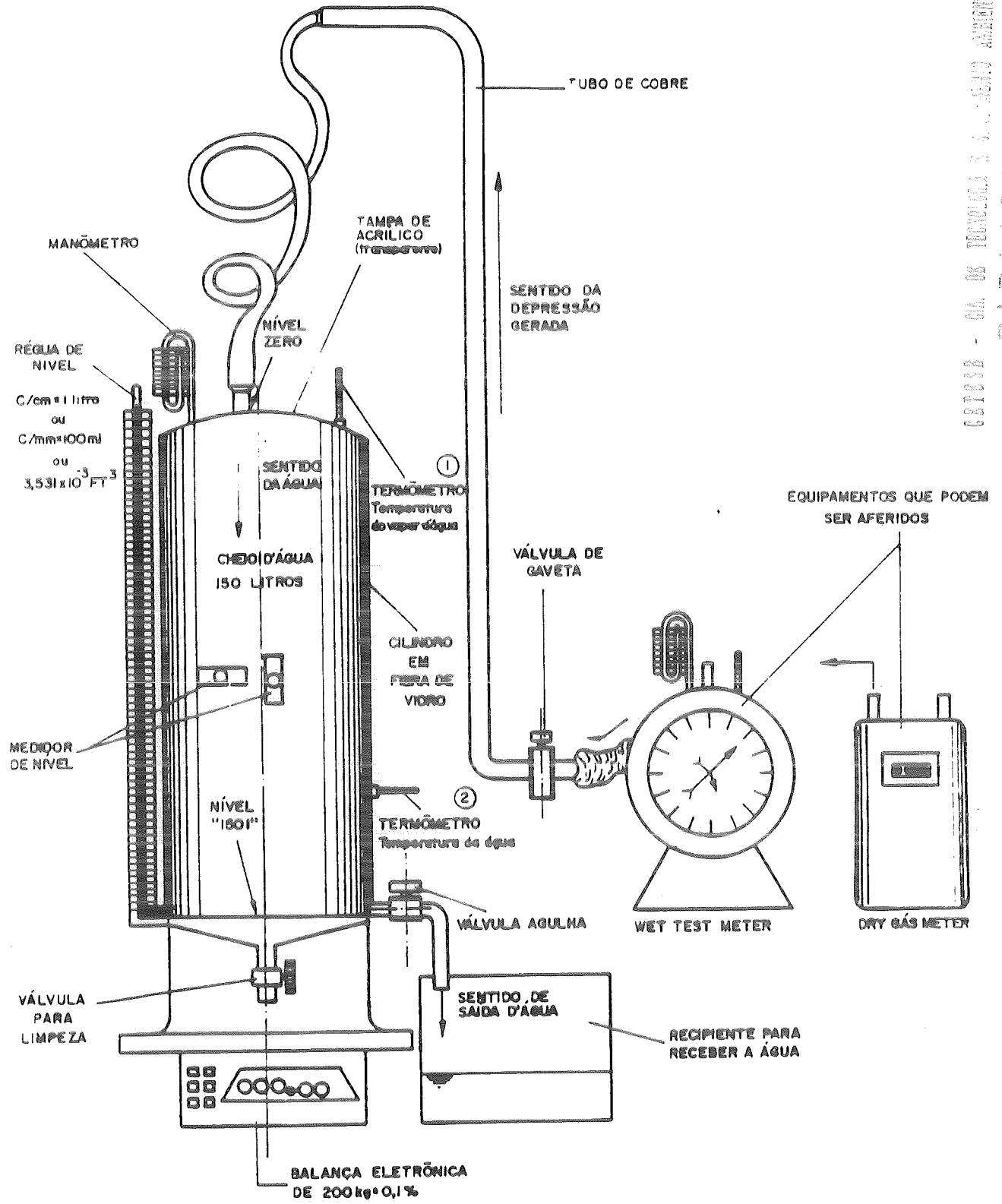


Figura 1 - Dispositivo Padrão por Escoamento Líquido

3.2 Gasômetro úmido

Este medidor considerado padrão secundário, indica o volume do fluido gasoso que passa através dele.

A principal desvantagem de seu uso em campo é seu peso e dimensões relativamente altos, fazendo dele um equipamento estritamente de laboratório.

O cilindro, parcialmente imerso no líquido de selagem (geralmente água destilada), é colocado em movimento pela ação da pressão diferencial do gás entre a entrada e a saída do medidor.

O gás penetra numa câmara, formada por uma série de pás invertidas, montadas radialmente através de um eixo, como mostra a figura 2.

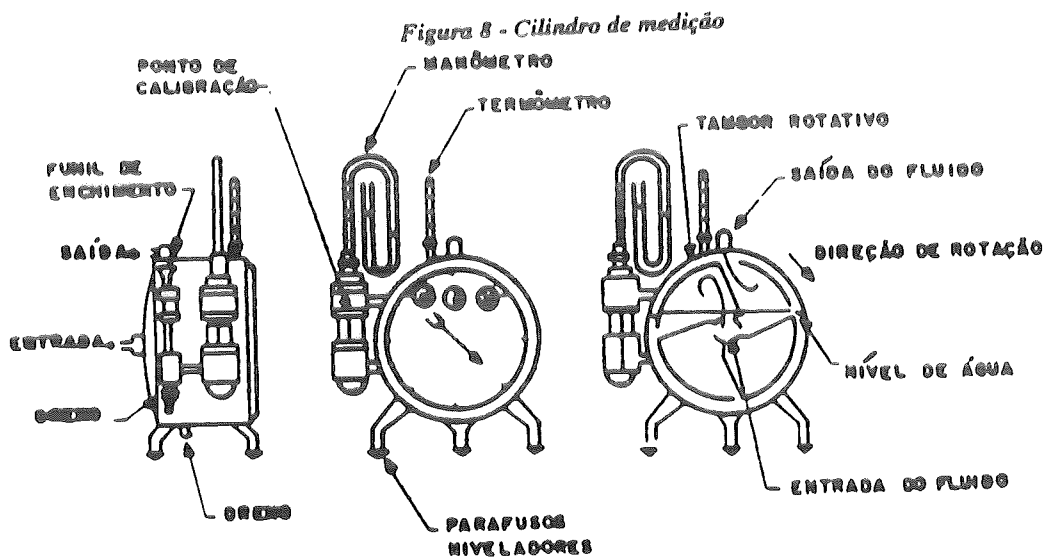
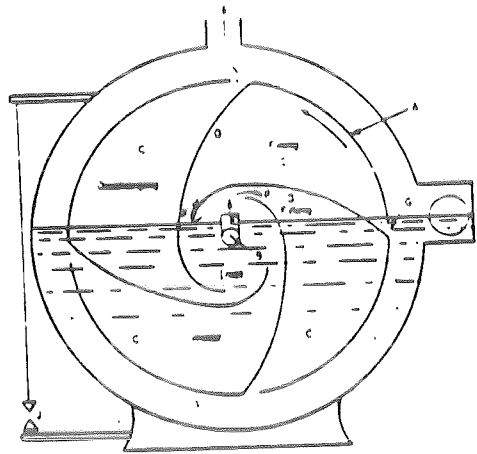


Figura 2 - Gasômetro Úmido

A força criada pela pressão diferencial na divisória, permite, pela sua forma, que as pás girem no sentido horário, registrando um certo volume de gás, com o auxílio de um sistema de ponteiros, totalizando as rotações ou seja, o volume de gás que passa pelo gasômetro.

O volume da câmara de medição depende do nível do líquido, motivo pelo qual este instrumento ser provido de um visor, e de ajustes afim de mante-lo num plano horizontal.

3.3 Gasômetro seco

Os gasômetros secos tem o mesmo princípio do gasômetro úmido. Tem maior aproveitamento nos trabalhos de campo por serem mais leves e rústicos, e por não conterem água, ficam imunes aos problemas de congelamento e de evaporação da água.

Estes gasômetros, também chamados de medidores de foles, são constituídos por um conjunto de câmara de medição de volume variável, e ligados mecanicamente, a um conjunto de válvulas de distribuição, que controlam a direção do gás que irá encher e esvaziar as câmaras de partições flexíveis.

O conjunto de válvulas faz penetrar o gás sucessivamente nas câmara, conforme a figura 3, de tal forma que sua parte rígida fica submetida à pressão diferencial entre a entrada e a saída do medidor.

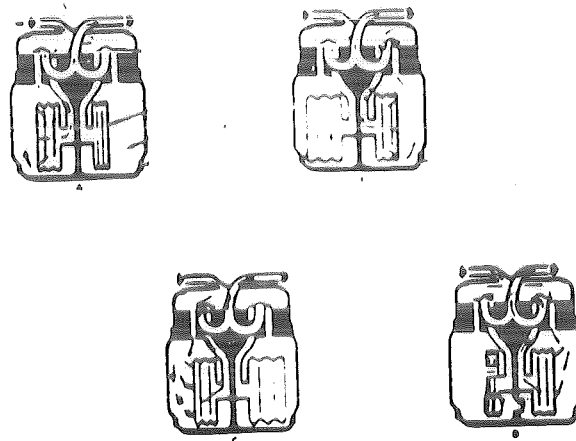


Figura 3 - Gasômetro Seco

Quando uma câmara está cheia, a outra câmara é esvaziada, e vice-versa.

Toda esta quantidade de gás que passa, é registrada num totalizador de volume, que pode apresentar resultados em litros ou pés cúbicos dependendo do fabricante do equipamento.

3.4 Placa de orifício

O princípio de funcionamento da placa de orifício, consiste em introduzir uma restrição localizada na tubulação, onde a medição deve ser feita. Esta restrição é provocada por um orifício feito em uma placa de pouca espessura e adequadamente colocada no tubo de maneira a obrigar o fluxo a mudar de velocidade e, conseqüentemente, provocar um diferencial de pressão, que devidamente medido e interpretado, é representativo da vazão, como mostra a figura 4.

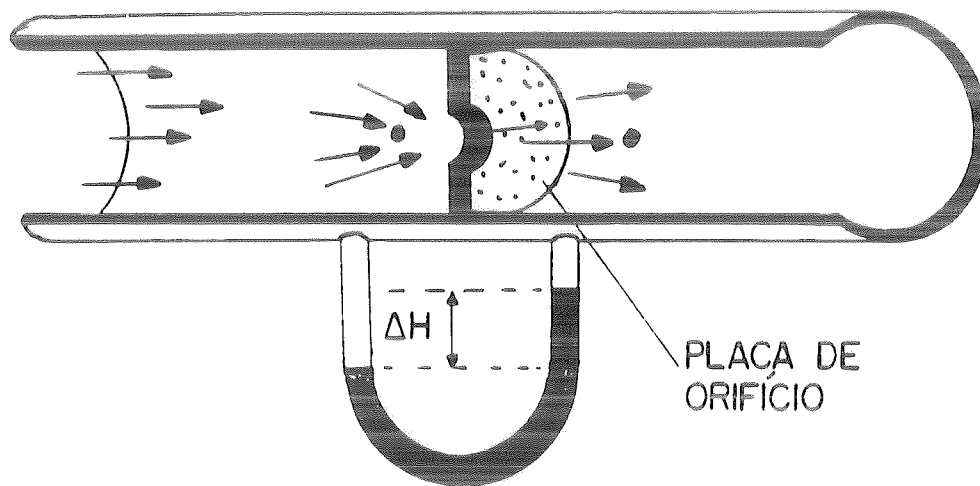


Figura 4 - Placa de Orifício

O orifício a ser calibrado, localiza-se no interior de um equipamento de amostragem em chaminé, e tem o propósito de limitar e corresponder à vazão pretendida do mesmo, ou seja, relacionando de forma que a vazão seja condizente à razão da isocinética já pré estabelecida.

3.5 Tubo de Pitot

A mecânica dos fluidos dá ênfase aos conceitos de pressão estática e cinética, assim como as principais equações relativas ao escoamento de fluidos gasosos.

Uma das aplicações práticas destes conceitos e equações é a determinação de velocidades e vazões em seções transversais e em dutos com o auxílio de tubos de Pitot.

3.5.1 Tubo de Pitot tipo "S"

o tubo de Pitot Tipo "S" , como mostra a figura 5, consiste em dois tubos soldados lado a lado denominados de tramo A e tramo B, onde um deles dependendo do sentido do fluxo medirá a pressão estática e o outro medirá a pressão total no sistema. Podemos portanto, com o uso deste dispositivo, determinarmos as mais variadas velocidades encontradas em qualquer sistema de ventilação .

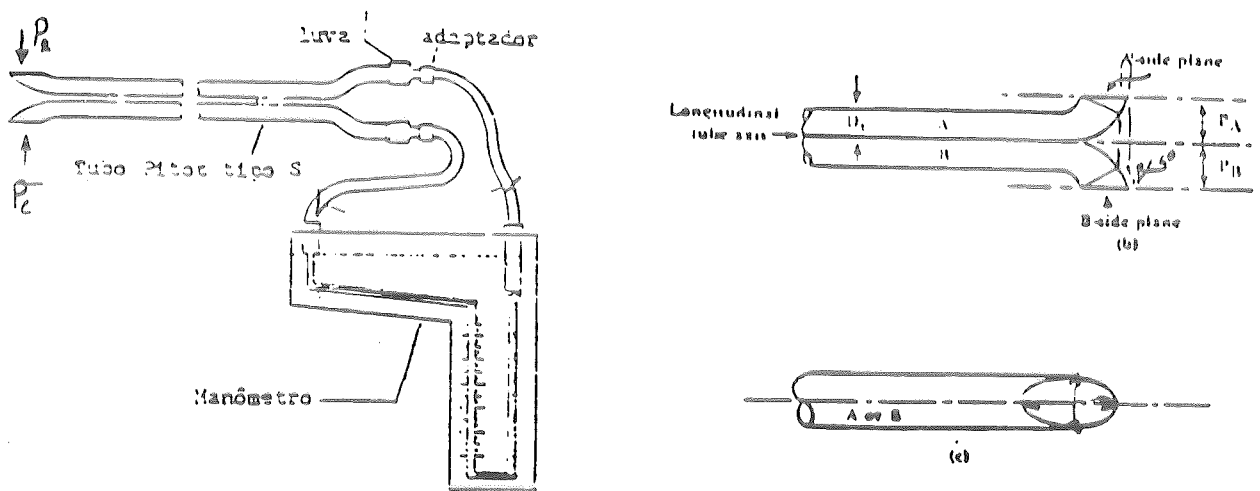


Figura 5 - Tubo de Pitot tipo "S"

3.5.2 Pitot Padrão

O tubo de Pitot padrão (Standart), é constituído por dois tubos coaxiais formando uma figura em L , como mostra a figura 6.

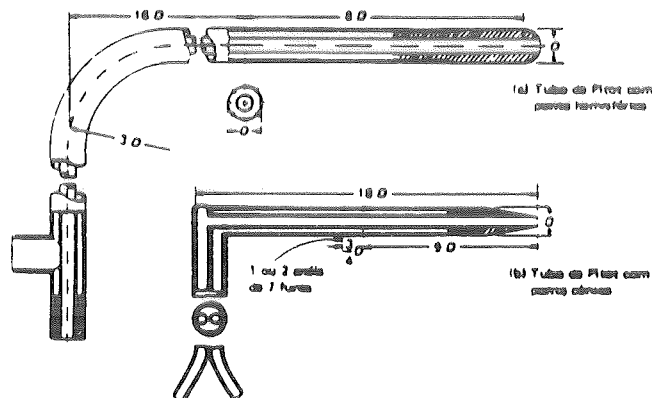


Figura 6 - Tubo de Pitot Padrão

Na extremidade do tubo interno, quando colocada contra o fluxo , capta a pressão total, enquanto a pressão estática é sentida através dos pequenos orifícios da parede do tubo externo , ou seja, perpendicular ao sentido do fluxo.

Para calibrarmos, os tubos de Pitot "S", utilizamos o tubo de Pitot padrão, e adotamos C_p (std) = 0.99 conforme Federal Register, Norma Cetesb E16.030 e Source Sampling EPA, 450/4.2

4. AMOSTRAGEM

Os métodos a serem descritos neste Capítulo foram desenvolvidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency - USA) e, posteriormente, adotados pela CETESB praticamente sem alterações.

No Apêndice IV encontram-se cópias dos métodos L9.221 a L9.225, E16.030 e E2.166 visto que o escopo deste Treinamento Prático Especializado é a determinação de material particulado carregado nos efluentes gasosos de dutos e/ou chaminés de fontes estacionárias.

Além desses, a CETESB também normatizou os seguintes:

- L9.210** - Análise dos Gases de Combustão através do Aparelho Orsat - Método de Ensaio (out/90)
- L9.213** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Fluoretos pelo Método do Eletrodo de Íon Específico - Método de Ensaio (set/95)
- L9.217** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado com o Sistema Filtrante no Interior do Duto ou Chaminé - Método de Ensaio (nov/89).
- L9.226** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Dióxido de Enxofre - Método de Ensaio (mar/92)
- L9.227** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Enxofre Reduzido Total - Método de Ensaio (mar/93)
- L9.228** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre - Método de Ensaio (jun/92)
- L9.229** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Óxidos de Nitrogênio - Método de Ensaio (out/92)
- L9.230** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Amônia e seus Compostos - Método de Ensaio (set/93)
- L9.231** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Cloro Livre e Ácido Clorídrico - Método de Ensaio (out/94)

- L9.232** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Amostragem de Efluentes para Determinação de Compostos Orgânicos Semi Voláteis - Método de Ensaio (ago/90)
- L9.233** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação do Sulfeto de Hidrogênio - Método de Ensaio - (dez/90)
- L9.234** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Chumbo Inorgânico - Método de Ensaio (out/95)
- L9.240** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Acompanhamento de Amostragem - Procedimento (set/95)

Apêndice I: Tabelas de Conversão de Unidades

Tabela 1 - Área

Tabela 2 - Comprimento

Tabela 3 - Concentração

Tabela 4 - Densidade Relativa da Água

Tabela 5 - Força

Tabela 6 - Massa

Tabela 7 - Potência

Tabela 8 - Pressão ou Tensão

Tabela 9 - Pressão de Vapor de Água Saturado

Tabela 10 - Vazão Volumétrica

Tabela 11 - Velocidade

Tabela 12 - Volume

TABELA 1 - ÁREA

	cm ²	m ²	ha	acre	km ²	pol ²	ft ²	milha ²	jarda ²	mm ²
cm ²	*	1 x 10 ⁻⁴	1 x 10 ⁻⁸	2,471 x 10 ⁻⁸	1 x 10 ⁻¹⁰	0,155	0,001076	3,861004 x 10 ⁻¹¹	119,5986 x 10 ⁻⁶	1,0 x 10 ⁺²
m ²	1,0 x 10 ⁺⁴	*	1 x 10 ⁻⁴	0,00247	1,0 x 10 ⁻⁶	1,55 x 10 ⁺³	10,7639	3,861 x 10 ⁻⁷	1,195986	1,0 x 10 ⁺⁶
ha	1 x 10 ⁺⁸	1 x 10 ⁺⁴	*	2,471	1,0 x 10 ⁻²	6,4516 x 10 ⁺⁸	107,639 x 10 ⁺³	3,861 x 10 ⁻³	11,95986 x 10 ⁺³	1,0 x 10 ⁺¹⁰
acre	4046,9 x 10 ⁺⁴	4046,9	0,405	*	4,0469 x 10 ⁻³	500 x 10 ⁺³	4,356 x 10 ⁺⁴	1,5625 x 10 ⁻³	4,840037 x 10 ⁺³	4046,9 x 10 ⁺⁶
km ²	1 x 10 ⁺¹⁰	1,0 x 10 ⁺⁶	1,0 x 10 ⁺²	247,1	*	1,55 x 10 ⁺⁹	1,0764 x 10 ⁺⁷	0,386102	1,195986 x 10 ⁺⁶	1,0 x 10 ⁺¹²
pol ²	6,4516	6,4516 x 10 ⁻⁴	6,4516 x 10 ⁻⁶	2 x 10 ⁺⁶	6,4516 x 10 ⁻¹⁰	*	6,9444 x 10 ⁻³	249,10 x 10 ⁻¹²	771,6049 x 10 ⁻⁶	645,162
ft ²	929,03	0,092903	9,2903 x 10 ⁻⁶	2,2957 x 10 ⁻⁵	92,903 x 10 ⁻⁹	144,0	*	3,587 x 10 ⁻⁸	111,11 x 10 ⁻³	92903,04
milha ²	2,59 x 10 ⁺¹⁰	2,59 x 10 ⁺⁶	2,59 x 10 ⁺²	640,0	2,590	4,0145 x 10 ⁻⁹	2,7878 x 10 ⁺⁷	*	3,097605 x 10 ⁺⁶	2,59 x 10 ⁺¹²
jarda ²	8,3613 x 10 ⁺³	0,83613	0,83613 x 10 ⁻⁴	2,0661 x 10 ⁻⁴	0,83613 x 10 ⁻⁶	1,296 x 10 ⁺³	9,0	3,2283 x 10 ⁻⁷	*	8,3613 x 10 ⁺³
mm ²	1,0 x 10 ⁺²	1,0 x 10 ⁺⁶	1,0 x 10 ⁺¹⁰	2,471 x 10 ⁺¹⁰	1,0 x 10 ⁻¹²	1,5499 x 10 ⁻³	10,7639 x 10 ⁻⁶	386,100 x 10 ⁻¹⁵	1,1959 x 10 ⁻⁶	*

TABELA 2 - COMPRIMENTO

	mm	cm	m	km	pol	ft	μm	nm	milha	jarda
mm	*	1/10	10^{-3}	10^{-6}	0,03937	$3,281 \times 10^{-3}$	10^{-3}	10^{-6}	$621,38 \times 10^{-9}$	$1,0936 \times 10^{-3}$
cm	10	*	10^{-2}	10^{-5}	0,3937	$3,281 \times 10^{-2}$	10^4	10^{-7}	$621,38 \times 10^{-8}$	$1,0936 \times 10^{-4}$
m	10^{-3}	10^{-2}	*	10^{-3}	39,370	3,281	10^6	10^9	$621,38 \times 10^{-6}$	1,0936
km	10^{-6}	10^{-5}	10^{-3}	*	39370,079	3280,84	10^9	10^{+12}	0,62137	$1,0936 \times 10^{-3}$
pol	25,40	2,54	0,0254	$2,54 \times 10^{-5}$	*	0,08333	$25,40 \times 10^{-3}$	$25,40 \times 10^{-6}$	40,8762	$23,226 \times 10^{-3}$
ft	304,801	30,480	0,3048	$3,048 \times 10^{-4}$	12,0	*	$30,480 \times 10^{-2}$	$30,480 \times 10^{-5}$	$1,894 \times 10^{-4}$	$278,709 \times 10^{-3}$
μm	0,001	10^{-4}	10^{-6}	10^{-9}	$3,9370 \times 10^{-5}$	$3,2808 \times 10^{-6}$	*	1000	$0,62137 \times 10^{-9}$	$1,0936 \times 10^{-6}$
nm	10^{-6}	10^{-7}	10^{-9}	10^{-12}	$3,937 \times 10^{-8}$	$328,0839 \times 10^{-9}$	0,001	*	$0,62137 \times 10^{-12}$	$1,0936 \times 10^{-9}$
milha	$1,6093 \times 10^{-6}$	$1,6093 \times 10^{-5}$	$1,6093 \times 10^{-3}$	1,6093	$24,464 \times 10^{-3}$	5,28	$1,6093 \times 10^{-9}$	$1,6093 \times 10^{+12}$	*	1760
jarda	914,411	91,44	0,9144	$914,411 \times 10^{-6}$	43,0556	3,5879	$91,44 \times 10^{-4}$	$91,44 \times 10^{+7}$	$568,1818 \times 10^{-6}$	*

TABELA 3 - CONCENTRAÇÃO

	g/cm ³	kg/m ³	kg/cm ³	mg/L	lb/pol ³	lb/ft ³	lb/gal*
g/cm ³	*	10 ⁺³	10 ⁻³	10 ⁺⁶	36,127 x 10 ⁻³	62,428	8,350
kg/m ³	10 ⁻³	*	10 ⁺⁶	10 ⁺³	36,127 x 10 ⁻⁶	62,428 x 10 ⁻³	8,350 x 10 ⁻³
kg/cm ³	10 ⁺³	10 ⁺⁶	*	10 ⁺⁹	36,127	62429,767	8345,4
mg/L	10 ⁺⁶	10 ⁺³	10 ⁻⁹	*	36,1271 x 10 ⁻³	62,428	8,350
lb/pol ³	27,680	27679,9	27,680x10 ⁻³	27,680	*	1728,0	231
lb/ft ³	16,018 x 10 ⁻³	16,018	16,0179	16,018x10 ⁻³	578,704 x 10 ⁻⁶	*	133,67 x 10 ⁻³
lb/gal*	119,76 x 10 ⁻³	119,760	119,76x10 ⁻⁶	119,760	3,5587 x 10 ⁻³	7,481	*

Equivalências:

- 1 g/cm³ = 1 kg/L = 1 g/mL = 1 mg/mm³
- 1 kg/cm³ = 1 kg/mL = 1 g/mm³
- 1 mg/L = 1 g/m³ = 1 ppm
- 1 kg/m³ = 1 g/L = 1 mg/cm³ = 1 mg/mL
- 1 mg/m³ = 1 µg/L

TABELA 4 - DENSIDADE RELATIVA DA ÁGUA

Temperatura °C	Densidade relativa da água (g/mL)	Temperatura °C	Densidade relativa da água (g/mL)
0	0.99987	26	0.99681
1	0.99993	27	0.99654
2	0.99997	28	0.99626
3	0.99999	29	0.99597
4	1.00000	30	0.99567
5	0.99999	31	0.99537
6	0.99997	32	0.99505
7	0.99993	33	0.99473
8	0.99988	34	0.99440
9	0.99981	35	0.99406
10	0.99973	36	0.99371
11	0.99963	37	0.99336
12	0.99952	38	0.99299
13	0.99940	39	0.99262
14	0.99927	40	0.99224
15	0.99913	41	0.99186
16	0.99897	42	0.99147
17	0.99880	43	0.99107
18	0.99862	44	0.99066
19	0.99843	45	0.99025
20	0.99823	46	0.98982
21	0.99702	47	0.98940
22	0.99780	48	0.98896
23	0.99756	49	0.98852
24	0.99732	50	0.98807
25	0.99607	51	0.98762

TABELA 5 - FORÇA

	N	Kgf	tf	dina	lbf
N	*	$101,968 \times 10^{-3}$	$101,968 \times 10^{-6}$	10^{+5}	$224,82 \times 10^{-3}$
Kgf	9,807	*	10^{-3}	980665,2	2,205
tf	$9,807 \times 10^{+3}$	10^{+3}	*	$980665,2 \times 10^{+3}$	2204,63
dina	10^{-5}	$1,0197 \times 10^{-6}$	$1,0197 \times 10^{-9}$	*	$2,248 \times 10^{-6}$
lbf	4,448	$453,515 \times 10^{-3}$	$453,515 \times 10^{-6}$	444822,25	*

Onde: **N** = Newton
 Kgf = quilograma - força
 tf = tonelada - força
 lbf = libra - força

TABELA 6 - MASSA

	kg	g	mg	utrn	lb	grão	onça	t*	ton**
kg	*	10^{+3}	10^{+6}	0,101968	2,205	$1,5432 \times 10^4$	35,27	10^{-3}	$1,1023 \times 10^{-3}$
g	10^{-3}	*	10^{+3}	$101,971 \times 10^{-6}$	$2,205 \times 10^{-3}$	15,432	$35,273 \times 10^{-3}$	10^{-6}	$1,1023 \times 10^{-6}$
mg	10^{-6}	10^{-3}	*	$101,971 \times 10^{-9}$	$2,2046 \times 10^{-6}$	0,01543	$3,527 \times 10^{-5}$	10^{-9}	$1,1023 \times 10^{-9}$
utrn	9,807	9806,652	$9806,652 \times 10^{+3}$	*	21,620	$151,336 \times 10^{-3}$	345,9156	$9,807 \times 10^3$	$10,81 \times 10^{-3}$
lb	$453,59 \times 10^{-3}$	453,59	453592,36	$453,597 \times 10^{+3}$	*	7000	16	$4,5359 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$
grão	$64,799 \times 10^{-6}$	0,064799	64,799	$6,6078 \times 10^{-6}$	$142,857 \times 10^{-6}$	*	$2,2657 \times 10^{-3}$	$64,7989 \times 10^{-9}$	$71,430 \times 10^{-9}$
onça	$28,35 \times 10^{-3}$	28,35	$28,35 \times 10^{+3}$	$2,891 \times 10^{-3}$	0,0625	437,5	*	$28,3527 \times 10^{-6}$	$31,2537 \times 10^{-6}$
t*	10^{+3}	10^{+6}	10^{+9}	101,971	$2,2046 \times 10^{+3}$	$15,43235 \times 10^6$	$35,27 \times 10^{+3}$	*	1,1023
ton**	907,18	$907,18 \times 10^{+3}$	$907,18 \times 10^{+6}$	92,5047	2000	14×10^6	$31,996 \times 10^{+3}$	0,9072	*

Onde: t* = tonelada métrica (1 000 kg)

t** = tonleada curta (US) (2 000 lb)

utrn = unidade técnica de massa (deve ser utilizada esta unidade de massa quando utilizar a força (F) em kgf, como por exemplo, na Lei F = m.a)

TABELA 7 - POTÊNCIA

	kW	W	hp	cv	lbf.ft/s	Btu/s	cal/s	J/s
kW	*	10^{+3}	1,342	1,360	737,56	$947,65 \times 10^{-3}$	239,051	10^{+3}
W	10^{-3}	*	$1,342 \times 10^{-3}$	$1,3596 \times 10^{-3}$	$737,56 \times 10^{-3}$	$947,65 \times 10^{-6}$	$239,051 \times 10^{-3}$	1,0
hp	$745,434 \times 10^{-3}$	745,434	*	1,014	550,0	$706,714 \times 10^{-3}$	178,01	745,712
cv	$735,51 \times 10^{-3}$	735,51	$986,193 \times 10^{-3}$	*	542,406	$696,864 \times 10^{-3}$	175,588	735,51
lbf.ft/s	$1,356 \times 10^{-3}$	1,356	$1,8181 \times 10^{-3}$	$1,844 \times 10^{-3}$	*	$1,2844 \times 10^{-3}$	$323,625 \times 10^{-3}$	1,356
Btu/s	1,055	1055,242	1,415	1,435	778,574	*	251,934	$292,994 \times 10^{-3}$
cal/s	$4,188 \times 10^{-3}$	4,188	$5,618 \times 10^{-3}$	$5,695 \times 10^{-3}$	3,090	$3,969 \times 10^{-3}$	*	4,188
J/s	10^{-3}	1,0	$1,341 \times 10^{-3}$	$1,360 \times 10^{-3}$	$737,463 \times 10^{-3}$	3,413	$238,777 \times 10^{-3}$	*

Onde:

kW = quilowatt

cv = cavalo-vapor

cal/s = caloria por segundo

lbf.ft/s = libra-força-pé por segundo

Obs.: Em determinados equipamentos elétricos, principalmente aqueles com fator de potência menor do que 1, é utilizada a potência VA (volt-ampere) que é numericamente igual a **W**, ou seja:

1 W = 1 VA

TABELA 8 - PRESSÃO OU TENSÃO

	Pa	bar	kgf/cm ²	kgf/m ²	atm	lbf/pol ²	lbf/ft ²
Pa	*	10 ⁻⁵	0,0102 x 10 ⁻³	0,102	9,869 x 10 ⁻⁶	0,145 x 10 ⁻³	0,020886
bar	10 ⁵	*	1,020	10197,16	0,987	14,504	2088,56
kgf/cm ²	98039,2	0,9804	*	10 ⁻⁴	0,968	14,223	2048,169
kgf/m ²	9,807	0,098 x 10 ⁻³	10 ⁻⁴	*	0,0968 x 10 ⁻³	1,4223 x 10 ⁻³	0,2048
atm	101325,0	1,013	1,033	10332,20	*	14,696	2116,402
lbf/pol ²	6894,76	0,0689	0,0703	703,072	0,0680	*	144,0
lbf/ft ²	47,88	0,4788 x 10 ⁻³	0,4882 x 10 ⁻³	4,833	0,4725 x 10 ⁻³	0,00694	*
m c a	10 ⁻⁴	0,098	0,09991	999,001	0,4725 x 10 ⁻³	1,421	204,633
pol c a	249,089	0,00249	0,00254	25,377	2,456 x 10 ⁻³	0,0361	5,198
ft c a	2989,07	0,0298	0,0304	304,507	0,0295	0,433	62,372
m c Hg	133322,0	1,33	1,36	13595,10	1,316	0,4912	2784,68
pol c Hg	3386,39	0,3386	0,0345	345,316	0,0334	0,0125	70,727
ft c Hg	3389,605	0,0338	0,03447	0,00328	0,03345	0,491	70,730
mm Hg	133,322	0,00133	0,00136	13,596	0,00132	0,01934	2,785

TABELA 8 - PRESSÃO OU TENSÃO (continuação)

	m c a	pol c A	ft c A	m c Hg	pol c Hg	ft c Hg	mm Hg
Pa	10 ⁴	4,017 x 10 ³	0,3349 x 10 ⁻³	7,50 x 10 ⁻⁶	0,2953	0,295 x 10 ⁻³	7,5 x 10 ⁻³
bar	10,197	401,768	33,49	0,75	29,533	29,59	750
kgf/cm ²	10,009	394,011	32,841	0,735	28,96	29,008	735,551
kgf/m ²	1,001 x 10 ⁻³	0,0394	0,00328	0,0735 x 10 ⁻³	0,00289	304,507	0,0735
atm	10,341	407,166	33,933	0,760	29,921	29,89	760
lbf/pol ²	0,7037	27,701	2,309	2,036	80,159	2,036	51,714
lbf/ft ²	0,004887	0,1924	0,0160	0,359 x 10 ⁻³	0,1414	0,0141	0,359
m c a	*	39,371	3,281	0,0735	2,893	2,893	73,489
pol c a	0,0254	*	0,0833	0,00187	0,0735	0,0735	1,867
ft c a	0,305	12	*	0,0224	0,0224	0,882	22,399
m c Hg	13,607	534,759	44,563	*	39,371	39,368	10 ⁻³
pol c Hg	0,3457	13,607	44,643	0,00187	*	0,9998	25,40
ft c Hg	0,346	13,608	1,134	0,0254	1,0002	*	25,40
mm Hg	0,0136	0,5356	0,0446	10 ⁻³	0,0394	0,0394	*

TABELA 9 - PRESSÃO DE VAPOR DE ÁGUA SATURADO

Unidade: Pa (mmHg)

Temperatura °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1226,6 (9,20)	1322,5 (9,92)	1422,5 (10,67)	1475,9 (11,07)	1553,2 (11,65)	1705,2 (12,79)	1830,5 (13,73)	1965,2 (14,74)	2034,5 (15,26)	2181,1 (16,36)
20	2333,1 (17,50)	2502,4 (18,77)	2679,8 (20,10)	2770,4 (20,78)	2963,7 (22,23)	3173,1 (23,80)	3353,0 (25,15)	3611,7 (27,09)	3730,3 (27,98)	3979,7 (29,85)
30	4243,6 (31,83)	4520,9 (33,91)	4815,6 (36,12)	4967,6 (37,26)	5286,2 (39,65)	5620,9 (42,16)	5976,8 (44,83)	6376,8 (47,83)	6542,1 (49,07)	6948,7 (52,12)
40	7375,4 (55,32)	7822,0 (58,67)	8292,6 (62,20)	8536,6 (64,03)	9048,6 (67,87)	9580,5 (71,86)	10141,8 (76,07)	10731,1 (80,49)	11036,4 (82,78)	11669,7 (87,53)
50	12333,6 (92,51)	13013,9 (97,74)	13758,8 (103,20)	14134,8 (106,02)	14920,1 (111,91)	15736,0 (118,03)	16593,3 (124,46)	17490,5 (131,19)	17954,5 (134,67)	18913,1 (141,86)
60	19915,6 (149,38)	20962,2 (157,23)	22055,5 (165,43)	22620,7 (169,67)	23766,0 (178,41)	25004,5 (187,55)	26275,1 (197,08)	27599,0 (207,1)	28280,3 (212,12)	29688,1 (222,68)
70	31154,7 (233,68)	32685,2 (245,16)	34270,4 (257,05)	35082,4 (263,14)	36775,5 (275,84)	38536,7 (289,05)	40365,9 (302,77)	42261,7 (316,99)	43244,3 (324,36)	53275,5 (399,60)
80	47341,3 (355,09)	49509,1 (371,35)	51778,3 (388,37)	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 10 - VAZÃO VOLUMÉTRICA

	m ³ /s	m ³ /h	L/s	L/min	L/h	cm ³ /s	in ³ /s	ft ³ /s	ft ³ /h	GPM
m ³ /s	*	3600,0	10 ⁻³	60000,0	3600000,0	10 ⁺⁶	61023,74	35,315	127132,801	15852,048
m ³ /h	0,2778 x 10 ⁻³	*	0,2778	16,667	10 ⁻³	277,778	16,951	0,010	35,315	4,403
L/s	10 ⁻³	3,6	*	60,0	3600,0	10 ⁺³	61,024	0,0353	127,136	15,851
L/min	0,0167 x 10 ⁻³	0,06	0,0167	*	60	16,667	1,017		2,119	0,264
L/h	0,2778 x 10 ⁻⁶	10 ⁻³	0,2778 x 10 ⁻³	0,01667	*	0,2778	0,017	9,81 x 10 ⁻⁶	0,353	4,403 x 10 ⁻³
cm ³ /s	10 ⁻⁶	3,6 x 10 ⁻³	10 ⁻³	0,06	3,6	*	16,387	0,035 x 10 ⁻³	0,127	0,0158
in ³ /s	0,0164 x 10 ⁻³	0,059	0,0164	0,983	58,997	0,061	*	0,579 x 10 ⁻³	2,083	0,260
ft ³ /s	0,0283	101,940	28,316		101940,264	28316,847	1728,0	*	3600,0	448,836
ft ³ /h	0,0368 x 10 ⁻³	0,0283	7,865 x 10 ⁻³	0,472	28,316	7,866	0,48	0,2778 x 10 ⁻³	*	0,125
GPM	0,063 x 10 ⁻³	0,227	0,063	3,785	227,124	63,090	3,850	2,228 x 10 ⁻³	8,021	*

Onde: GPM = galão (americano) por minuto

$$Q = V.A$$

TABELA 11 - VELOCIDADE

	m/s	cm/s	m/min	m/h	km/h	in/s	in/min	ft/s	ft/min	ft/h
m/s	*	10^{+2}	60	3600	3,6	39,37	3362,205	3,281	196,85	11811,024
cm/s	10^{-2}	*	0,6	36	0,036	0,3937	23,622	0,0328	1,969	118,111
m/min	0,01667	1,6667	*	60	0,060	0,656	39,370	0,03468	3,281	196,850
m/h	$0,2778 \times 10^{-3}$	0,2778	0,01667	*	10^{-3}	0,0109	0,656	$0,524 \times 10^{-3}$	0,05468	3,281
km/h	0,27778	27,778	16,667	10^{+3}	*	10,936	656,168	0,91158	54,681	3280,84
in/s	0,0254	2,540	1,524	91,743	0,0914	*	60	0,0833	5	300
in/min	$0,2974 \times 10^{-3}$	0,0423	0,0254	1,524	$1,524 \times 10^{-3}$	0,01667	*	$1,389 \times 10^{-3}$	0,20	12
ft/s	0,3048	30,480	18,288	1907,28	1,097	12	719,994	*	60	3600
ft/min	$5,08 \times 10^{-3}$	0,508	0,3048	18,288	0,01829	0,20	5,0	0,01667	*	60
ft/h	$0,0847 \times 10^{-3}$	$8,467 \times 10^{-3}$	0,00508	0,3048	$0,3048 \times 10^{-3}$	0,0033	0,0833	$0,2778 \times 10^{-3}$	0,01667	*

TABELA 12 - VOLUME

	Galão (US líquido)	Barril (US- petróleo)	Barril (US-líquido)	ft ³	jardas ³	pol ³	cm ³	m ³	litros
Galão (US líquido)	*	0,02381	0,3175	0,13368	$4,9511 \times 10^{-3}$	231	3785,41	$3,78541 \times 10^{-3}$	3,78541
Barril (Us petróleo)	42	*	1,3335	5,61456	0,20794	9702	158987,22	0,15899	158,984
Barril (US líquido)	31,5	0,75	*	4,2109	0,1560	7276 5	119240,1	0,11924	119,24
ft ³	7,48052	0,1781	0,2375	*	0,03704	1728	28316,84	0,02832	28,3168
jardas ³	201,97487	4,8090	6,4127	27	*	46656	$0,76454 \times 10^{-6}$	0,76454	764,53
pol ³	$4,329 \times 10^{-3}$	$1,0307 \times 10^{-4}$	$1,3745 \times 10^{-4}$	$5,7870 \times 10^{-4}$	$2,1433 \times 10^{-5}$	*	16,3869	$1,6387 \times 10^{-5}$	0,01639
cm ³	$2,642 \times 10^{-4}$	$6,291 \times 10^{-6}$	$8,388 \times 10^{-6}$	$3,5315 \times 10^{-5}$	$1,308 \times 10^{-6}$	0,06102	*	10^{-6}	10^{-3}
m ³	264,1720	6,2898	8,338	35,315	1,3079	61023,74	10^6	*	10^3
litros	0,2642	$6,2898 \times 10^{-3}$	$8,338 \times 10^{-3}$	$35,315 \times 10^{-3}$	$1,3079 \times 10^{-3}$	61,023	10^3	10^{-3}	*

**Apêndice II - Parâmetros de Amostragem em
Processos Industriais Específicos (Métodos e
Procedimentos)**

PARÂMETROS DE AMOSTRAGEM EM PROCESSOS INDUSTRIAIS ESPECÍFICOS (MÉTODOS E PROCEDIMENTOS)

Notas para o uso da Tabela

(1) Poluentes:

MP	- Material Particulado
ERT	- Enxofre Reduzido Total
SO _x	- Óxidos de Enxofre
NO _x	- Óxidos de Nitrogênio
VOC	- Compostos Orgânicos Voláteis
TOC	- Compostos Orgânicos Totais (menos metano e etano)
Pb	- Chumbo Inorgânico
CO	- Monóxido de Carbono

(2) Métodos:

- L9.210** - Análise dos Gases de Combustão através do Aparelho de Orsat - Método de Ensaio (out/90).
- L9.213** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Fluoretos pelo Método do Eletrodo de Íon Específico - Método de Ensaio (set/95).
- L9.225** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado - Método de Ensaio (mar/95).
- L9.227** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Enxofre Reduzido Total - Método de Ensaio (mar/93).
- L9.228** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Dióxido de Enxofre e de Névoas de Ácido Sulfúrico e Trióxido de Enxofre - Método de Ensaio (out/92).
- L9.229** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Óxidos de Nitrogênio - Método de Ensaio (out/92).
- L9.234** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Chumbo Inorgânico - Método de Ensaio (out/95).
- 9(EPA)** - Visual determination of the opacity of emissions from stationary sources.
- 18(EPA)** - Measurement of gaseous organic compound emissions by gas chromatography.
- 24A(EPA)** - Determination of volatile matter content and density of printing inks and related coatings.

25(EPA) - Determination of total gaseous nonmethano organic emissions as carbon.

(3) Volume - Nm³ - condições normais (0°C, 1 atm) e base seca.

(4) Temperatura - °C

(5) Tempo de Coleta da Amostra - minutos.

(6) Padrões de emissão de poluentes atmosféricos promulgados pela EPA (Environmental Protection Agency) dos Estados Unidos. Os padrões de emissão estabelecidos pela CETESB não foram apresentados por estarem em fase final de revisão.

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Temperatura(4)	Tempo (5)		
Vidro para embalagem	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,1 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850			0,13 g/kg vidro	
Vidro prensado e soprado .borossilicato .soda-cal e chumbo .outros excluindo os dois primeiros	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,5 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,65 g/kg vidro	
	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,1 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,13 g/kg vidro	
	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,25 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,25 g/kg vidro	
Lã de fibra de vidro	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,25 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,325 g/kg vidro	
Vidro plano	forno a gás	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,225 g/kg vidro	
	forno a óleo	MP	L9.225	0,850	177±14	60	0,225 g/kg vidro	
Processo modificado .Vidro p/embalagem, plano, prensado e soprado com soda-cal .Vidro prensado e soprado com borossilicato .Fibra de vidro têxtil e lã de fibra de vidro	forno de fusão	MP	L9.225	0,850	120±14	60	0,5 g/kg vidro	
	forno de fusão	MP	L9.225	0,850	120±14	60	1,0 g/kg vidro	
	forno de fusão	MP	L9.225	0,850	120±14	60	0,5 g/kg vidro	
Alumínio primário	Célula Sodeberg	fluoretos totais emissões visíveis	L9.213	6,350		480	1,0 kg/t Al prod.	
	Célula pré-cozida	fluoretos totais emissões visíveis	9(EPA) L9.213	6,350		480	10% opacidade 0,95 kg/t Al prod. 10% opacidade	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempo ratura(4)	Tempo (5)		
Acido fosfórico processo úmido)	global	fluoretos totais	L9.213	0,850		60	10 g/t P ₂ O ₅ alimantado	Acido produzido pela reação da rocha fosfática e ácido
Acido superfosfórico	global	fluoretos totais	L9.213	0,850		60	5 g/t P ₂ O ₅ alimantado	Produzido pela concentração do ácido fosfórico obtido pelo processo úmido a um teor de P ₂ O ₅ > 66%
Diamônio fosfato (DAP)	global	fluoretos totais	L9.213	0,850		60	30 g/t P ₂ O ₅ alimantado	
Superfosfato triplo	global	fluoretos totais	L9.213	0,850		60	100 g/t P ₂ O ₅ alimantado	Produzido pela reação da rocha fosfática com ácido fosfórico
Superfosfato triplo granulado (GTSP)	estocagem	fluoretos totais	L9.213	0,850		60	0,25 g/h/t P ₂ O ₅	Envolve estocagem e cura do GTSP. Estocagem mínima equivalente a 10% da capacidade de estocagem
Rocha fosfática	secador calcinador (rocha não beneficiada) calcinador (rocha beneficiada) granulador sistema de manuseio e estocagem	MP	L9.225	0,850	60		0,030 kg/t rocha	Envolve: extração, beneficiamento, redução de tamanho, secagem, calcinação e moagem.
		MP	L9.225	0,850	60		0,12 kg/t rocha	
		MP	L9.225	0,850	60		0,055 kg/t rocha	
		MP	L9.225	0,850	60		0,006 kg/t rocha	
		MP	9(EPA)	0,850	60		0% opacidade	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempo ratura(4)	Tempo (5)		
Produção de celulose (kraft)	caldeira de recuperação	MP	L9.225	0,850	60	0,1 g/dscm 35% opacidade	Corrigido a 8% O ₂ base seca e corrigido a 8% O ₂ corrigido a 10% de O ₂ quando o combustível é fóssil gasoso corrigido a 10% O ₂ quando o combustível é fóssil líquido base seca e corrigido a 10% O ₂	
		MP	9(EPA)	0,850				
	ERT	L9.227	0,850	180 a 360	25 ppm (volume) 0,1 g/kg lic. negro 0,016g/kglic.negro 0,15 g/dscm			
	MP	L9.225	0,850	60				
	ERT	L9.227	0,850	180 a 360				
MP	L9.225	0,850	60					
	forno de cal	MP	L9.225	0,850	60	0,30 g/dscm		
	digestor + evaporador de múltiplo efeito + condensador	ERT	L9.227		180 a 360	8 ppm (volume)		
	secador	ERT	L9.227		180 a 360			
Sulfato de amônio		MP	L9.225	1,40	60	0,15 kg/t produto 15% opacidade		
Ácido sulfúrico		MP	L9.228	1,10		75 g/t ácido 100%		
		névoas ácidas MP SO _x	9(EPA) L9.228	1,10	60	10% opacidade 2 kg/t ácido 100%		
Usina de concreto asfáltico		MP	L9.225	0,850	60	96,6 mg/Nm ³ < 20%		
Ácido nítrico fraco		NO _x	L9.229		60	1,5 kg NO ₂ /t HNO ₃ a 100% < 10%		
Fusão de chumbo secundário		MP	9(EPA)			Opacidade		
	Forno cubilô	MP	L9.225	0,850	60	4 amostras - instantânea 1 amostra a cada 15 min opacidade		
	Forno revérbero Forno cadinho com cap. acima 250 kg	opacidade opacidade	9(EPA) 9(EPA)			50 mg/dscm < 20% < 10%		

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Temperatura(4)	Tempo (5)		
Produção de aço	forno elétrico a arco	MP	L9.225	4,200		240	12 mg/dscm < 3% < 6%	Produção de ligas de aço carbono e aços especiais com controle < 20% durante a carga < 40% durante a escorificação
	forno elétrico a arco e vasos de carburação argônio-oxigênio (construído após 07/08/83)	MP Opacidade no galpão que contém o(s) forno(s)	L9.225 9(EPA) 9(EPA)	4,200		240	12 mg/dscm < 3% < 6%	Após o equip. controle. Na saída do galpão que contém os fornos ou vasos ou devido as operações dos mesmos. No sist.man. das poeiras.
Produção de fibras sintéticas	Equipamento de produção de fibras acrílicas Produção de fibras acrílicas e não acrílicas Equipamento que só produz fibras não acrílicas	Opacidade	9(EPA)				< 10%	Preparação da solução de fiação ou banho de precipitação.
		VOC					10 kg VOC/t solvente alimentado	
		VOC					10 kg VOC/t solvente alimentado	
Produção de baterias ácidas de chumbo	Fornos cadinho p/Pb e máquinas p/fundir a grade Empastamento Montagem de bateria/fixação dos pólos Fornos p/produção de óxido de chumbo	Pb	L9.234	0,850		60	0,43 mg/Nm ³ base seca	
		Pb	L9.234	0,850		60	1,07 mg/Nm ³ base seca	
		Pb	L9.234	0,850		60	1,07 mg/Nm ³ base seca	
		Pb		0,850			5,0 mg/kg de Pb alimentado	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempo (4)	Tempo (5)		
	Fornos para recuperação de Pb	Pb	L9.234	0,850		60	4,83 mg/Nm ³ base seca	No processo não se utiliza fornos dos tipos constantes do processo de fusão secundária de Pb (alto forno (cubilô) ou revérbero e forno cadinho)
	Outras operações que emitam Pb	Pb MP	L9.234 9(EPA)	0,850 0,850		60	1,07 mg/Nm ³ base seca	exceto para recuperação de Pb. Para recuperação de Pb.
Produção de ferroligas	Forno a arco submerso	MP	L9.225	1,70 (a) 5,30 (b)		60 200	0,45 kg/Mwh na produção de silício metálico, ferrosilício, cálcio silício ou silício manganês-zircônio 0,23 kg/MWh na prod. de ferro cromo de alto carbono, "charge chrome", ferro manganês padrão, silício-manganês, carbeto de cálcio, ferro-cromo-silício, ferro manganês silício ou "ferro prateado".	(a) para fornos elétricos a arco submerso abertos, tendo como equip. de controle lavadores, fornos elétricos a arco submerso fechados ou fornos elétricos a arco semi-fechados. (b) Para outros tipos de instalações. (a) (b) O tempo de amostragem deve incluir um número total de ciclos do forno.

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Temperatura(4)	Tempo (5)		
Produção de ferroligas	Forno elétrico a arco submerso	MP CO	L9.225 9(EPA) L9.210				15% opacidade Máxima 20% vol. base seca	
Fusão secundária de latão e bronze	Fornos revérberos, altos fornos (cubilô) ou fornos elétricos	MP	L9.225 9(EPA)	1,70		120	54 mg/Nm ³ base seca 20% opacidade	As coletas devem ser feitas durante períodos representativos do carregamento e refinamento, mas não durante emissão/perda de calor (resfriamento?).
Fabricação de produtos químicos orgânicos sintéticos	Unidade do processo de oxidação por ar	TOC	18(EPA)				Redução das emissões de TOC (exceto metano e etano) em 98% em peso ou a uma conc. de 20 ppmv, base seca, corrigido a 3% O ₂ a qual for menos rigorosa.	
Elevadores de grãos	Secadores de grãos	MP	L9.225 9(EPA)	1,60		60 A sonda e o porta filtros devem ser operados sem aquecedores	0,25 g/Nm ³ base seca 0% opacidade	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempe- ratura(4)	Tempo (5)		
Recobrimento de superfícies de latas para bebidas	Linhas de cada operação que envolva: recobrimento básico externo, recobrimento sobre a impressão e recobrimento spray no interior de cada lata	VOC	25(EPA)	0,003		Tempo mínimo p/cada uma das 3 corridas é de pelo menos 1h. As amostragens deverão ser executadas mensalmente em cada fonte	0,29 kg VOC/L de sólidos no recobrimento para cada operação de recobrimento básico externo, exceto recobrimento básico não pigmentado. 0,46 kg VOC/L de sólidos no recobrimento de cada operação de recobrimento básico não pigmentado e de cada operação de recobrimento sobre a impressão. 0,89 kg VOC/L de sólidos no recobrimento de cada operação de recobrimento spray no interior da lata.	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Temperatura(4)	Tempo (5)		
Artes gráficas: impressão de publicações por rotogravura	Prensa p/impressão de publicações por rotogravura	VOC	24A(EPA)			O período médio de desempenho p/cada teste é de 30 dias consecutivos (24 h cada) e não uma média de 3 corridas separadas	<16% da massa total de solvente com VOC e água usada na instalação durante qualquer período médio de desempenho. A água usada inclui somente a água contida nas tintas para impressão em estado natural solúveis em água e recobrimentos correlatos e a água adicionada para diluição em sist. de tintas p/ impressão sol. em água	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempo (4)	Tempo (5)		
Produção de polímeros (polipropileno, polietileno, poliestireno ou polietileno tereftalato)	Todos os equipamentos de processo começando com manuseio da matéria prima e terminando com a estocagem do produto em qualquer processo contínuo e fabricação de polipropileno e polietileno.	TOC	18(EPA)			60	TOC é expresso como a somatória dos compostos reais e não carbonos equivalentes. Os padrões de emissão referem-se à produção de polietileno de baixa e alta densidade.	
	Cada seção de recuperação de material em processos contínuos de produção de poliestireno.	TOC	18(EPA)			60	Amostragem simultânea antes da entrada do equipamento de controle e após todas as unidades de recuperação de produto. TOC é expresso como a somatória dos compostos reais e não em carbonos equivalentes.	

Processo	Fonte	Poluente (1)	Amostragem				Padrões de Emissão (6)	Observações
			Método (2)	Volume (3)	Tempe- ratura (4)	Tempo (5)		
	Cada seção de reação de polimerização em processos contínuos de produção de polietilenotereftalato. Se o processo utilizar o dimetil tereftalato, incluir também como fonte cada seção de recuperação de material.	TOC	18(EPA)			60	< 0,018 kg TOC/t produto (p/ seção de recuperação de material (isto é, recuperação de metanol)). < 0,02 kg TOC/t produto (p/ seção de reação de polimerização, incluindo as emissões de qualquer equipamento usado p/ recuperação posterior do etileno glico, mas excluindo as emissões da torre de resfriamento).	Amostragem simultânea antes da entrada do equipamento de controle e após todas as unidades de recuperação de produto.
	Se o processo utilizar ácido tereftálico incluir também como fonte cada seção de preparação de matérias primas.	TOC	18(EPA)			60	<0,04 kg TOC/tproduto (p/recipientes p/es-terificação na seção de preparação de matérias primas). <0,02 kg TOC/t produto(p/seção de reação de polimerização incluindo as emissões de qualquer equipamento usado p/ peração posterior do etileno-glico, mas excluindo as emissões da torre de resfriamento).	Amostragem simultânea antes da entrada do equipamento de controle e após todas as unidades de recuperação de produto.

Apêndice III - Planilhas de Cálculo para Execução da Calibração e Amostragem

Planilha de Calibração do Gasômetro Úmido

Planilha de Calibração do Gasômetro Seco

Planilha de Calibração de Tubo Pitot

Planilha de Cálculos

Planilha de Campo

CALIBRAÇÃO DO GASÔMETRO ÚMIDO

Empresa: _____

Código do equipamento: _____ Temp. amb. _____ °C

Pressão barométrica: _____ Temp. água _____ °C

Densidade da água: _____ Data: ___ / ___ / ___

Responsável: _____

Massa de água deslocada	ΔP_e ("CA)	ΔP_d ("CA)	T_e (°C)	T_d (°C)
inicial: final : _____				
inicial: final : _____				
inicial: final : _____				
inicial: final : _____				
inicial: final : _____				
$\overline{\text{Massa}} =$ $\overline{\text{Volume}} =$	$\overline{\Delta P_e} =$	$\overline{\Delta P_d} =$	$\overline{T_e} =$	$\overline{T_d} =$

Peso do equipamento após calibração: _____ kg

Fator de calibração do gasômetro úmido: _____

PLANILHA DE CALIBRAÇÃO DE GASÔMETRO SECO

Cliente: _____ Data de Entrada: ____/____/____ Data de Saída: ____/____/____

Denominação do Equipamento - Gasômetro Seco : _____ Número do Fabricante: _____
 - Placa de Orifício : _____ Fabricante: _____

FCM do Gasômetro Úmido Pressão Atmosférica Responsável: _____

DELTA H (Pa)	VOLUME		VOLUMES DO MEDIDOR	TEMPERATURAS (°C)		TEMPO (min)	FCM	DELTA H@ (Pa)
	ÚMIDO (litros)	SECO (litros)		ÚMIDO	SECO			
98								
10								
245								
25								
392								
40								
490								
50								
735								
75								

Volume do Gasômetro após Calibração: _____ Volume da próxima Calibração: _____

CALIBRAÇÃO DE TUBO PITOT

Cliente :

data : ___/___/___

Cadastro do tubo de Pitot :

S.S. :

Pressão Atmosférica :

Temperatura Ambiente :

Responsável :

V (ft/min.)	Δp Padrão		Δp Tramo A	Δp Tramo B	Cp Tramo A	Cp Tramo B
	A	B				
1700						
950						
1100						
1800						
2500						
4500						
7400						

PLANILHA DE CÁLCULOS

M _{H2O}	g	Ø boquiha	in	PMS	g/gmol	V _{medidor}	cf	FCP
T _{medidor}	R	T _{chaminé}	R	Ø _{chaminé}	m	√ΔP	inH ₂ O ^{1/2}	Tempo min
FCM		ΔH	inH ₂ O	Patm	inHg	Pest	inH ₂ O	

Pc	inHg	$Pc = Patm \pm (Pest / 13,6)$
Pm	inHg	$Pm = Patm + (\Delta H / 13,6)$
Vacc	cf	$Vacc = (M_{H2O} \times Tc) / (Pc \times 374)$
Vmcc	cf	$Vmcc = Vm \times (Tc / Tm) \times (Pm / Pc) \times FCM$
Pvva		$Pvva = Vacc / (Vacc + Vmcc)$
Pmu		$Pmu = Pms \times (1 - Pvva) + (18 \times Pvva)$
Vc	feet/min	$Vc = 5128,8 \times FCP \times (Tc / (Pc \times Pmu))^{1/2} \times \sqrt{\Delta P}$
Aboq	feet ²	$Aboq = (\text{Ø}_{boquiha})^2 / 183,35$
Isocinética		$I = (Vmcc + Vacc) / \theta \times Aboq \times Vc$
A chaminé	m ²	$Ac = (\text{Ø}_{chaminé})^2 \times 0,7854$
Vaacc	m ³ /h	$Vaacc = Ac \times Vc \times 18,288$
Vaecnbs	Nm ³ /h	$Vaecnbs = Vaacc \times (Pc / Tc) \times (1 - Pvva) \times 16,444$
Vmcnbs	Nm ³	$Vmcnbs = Vm \times (Pm / Tm) \times (FCM / 2,1476)$
Conc.	mg/Nm ³	Conc = Massa de poluente / Vmcnbs
T.E.	kg/h	T.E. = Conc x Vaecnbs x 10 ⁻⁶
Conc.	mg/Nm ³	Conc = Massa de poluente / Vmcnbs
T.E.	kg/h	T.E. = Conc x Vaecnbs x 10 ⁻⁶

MATERIAL CONDENSADO

IMPINGERS	PESO FINAL	PESO INICIAL	DIFERENÇA
01			
02			
03			
04			
05			
TOTAL			

Apêndice IV: Métodos de Amostragem e Calibração

- L9.221** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação dos Pontos de Amostragem - Procedimento (jul/90).
- L9.222** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Velocidade e Vazão dos Gases - Método de Ensaio (mai/92)
- L9.223** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Massa Molecular Seca e do Excesso de Ar do Fluxo Gasoso - Método de Ensaio (jun/92)
- L9.224** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação da Unidade dos Efluentes - Método de Ensaio (ago/93)
- L9.225** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Determinação de Material Particulado - Método de Ensaio (mar/95)
- E2.166** - Gasômetro úmido para aferição de medidores de volume - Calibração - Método de Ensaio (abr/92)
- E16.030** - Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias - Calibração dos Equipamentos Utilizados na Amostragem de Efluentes - Método de Ensaio (mai/91)

FIGURES 5-8 PSYCHROMETRIC CHARTS

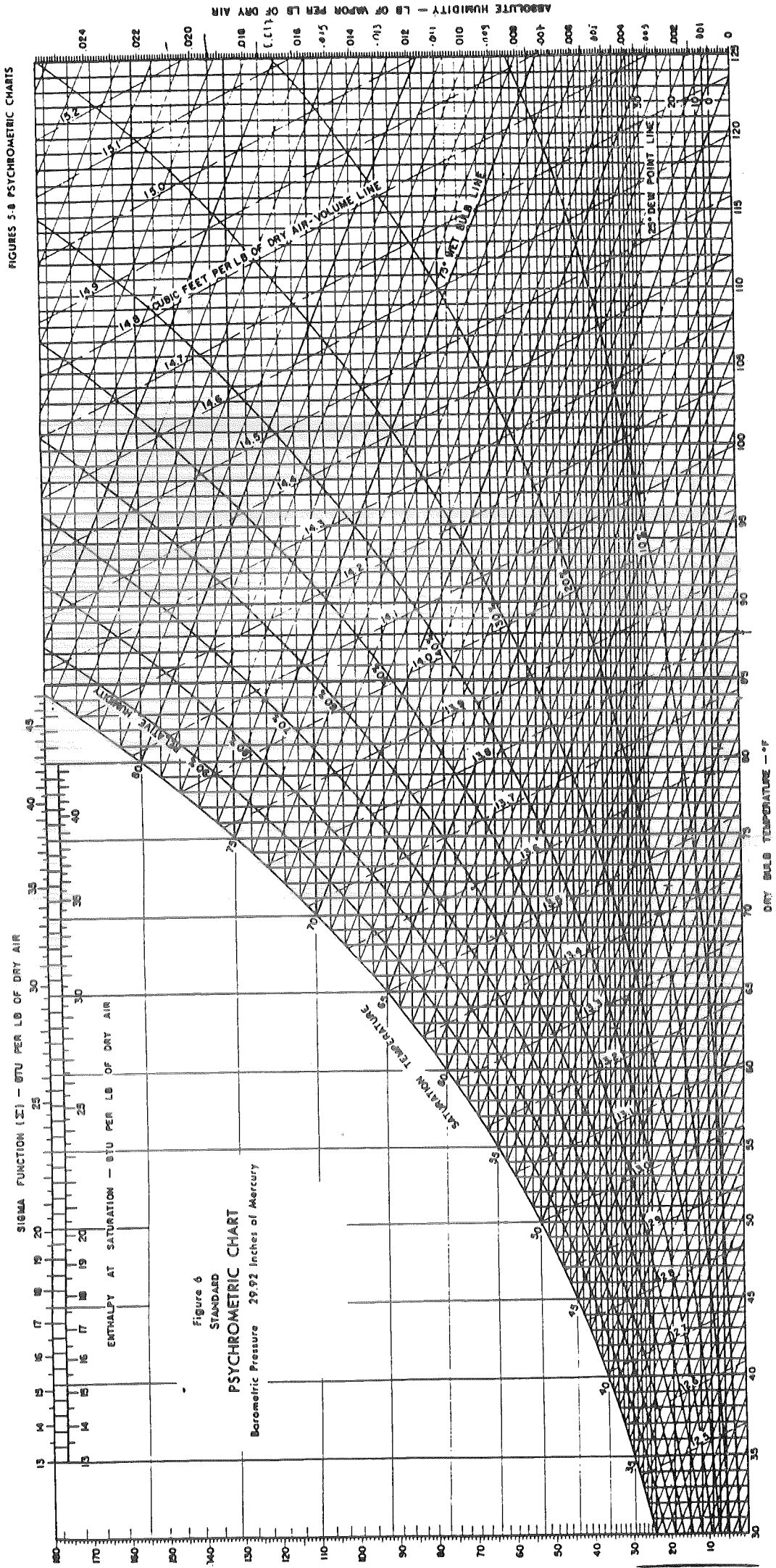


Figure 6
STANDARD
PSYCHROMETRIC CHART
Barometric Pressure 29.92 inches of Mercury

Data Aquis.: 31/12/99
Indic.: Memo 452/99
DDI de 24/11/99
Livraria:
Preço: R\$
Data Tomba: 31/12/99

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.

... de fontes extrínsecas. Determinação dos procedimentos (1999) - Análise de fontes extrínsecas.