



## Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias

### APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto foi elaborado pela Comissão de Estudo Especial de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias (ABNT/CEE-218), com número de Texto-Base 218:000.000-002, nas reuniões de:

15.09.2023	24.10.2023	14.11.2023
05.12.2023		

a) não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória.

3) Analista ABNT – Catarina Modesto.



## Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias

*Determination of sampling points in ducts and stacks of stationary sources*

### Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 17163 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Efluentes Gasosos em Dutos e Chaminés de Fontes Estacionárias (ABNT/CEE-218). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 17163 é o seguinte:

### Scope

*This Standard establishes the requirements for determining sampling points, including access openings to these points, and/or measuring velocity and flow in a cross-sectional area of ducts and stacks from stationary sources.*

*This Standard is applicable to:*

- a) *non-cyclonic gas flow;*



- b) *duct or stack with an internal diameter equal to or greater than 0.30 m or a cross-sectional area equal to or greater than 0.070 m<sup>2</sup>;*
- c) *duct or stack with a minimum length equal to 2.5 internal diameters (or equivalent diameter for rectangular/square sections) in the straight section between two consecutive singularities.*



## Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias

### 1 Escopo

1.1 Esta Norma estabelece os requisitos para a determinação de pontos de amostragem, incluindo as aberturas para acesso a esses pontos, e/ou para a medição de velocidade e vazão em uma seção transversal de dutos e chaminés de fontes estacionárias.

1.2 Esta Norma é aplicável a:

- a) fluxo de gases não ciclônicos;
- b) duto ou chaminé com diâmetro interno igual ou maior que 0,30 m ou com seção transversal igual ou maior que 0,070 m<sup>2</sup>;
- c) duto ou chaminé com comprimento mínimo igual a 2,5 diâmetros internos (ou diâmetro equivalente para seção retangular ou quadrada) no trecho reto compreendido entre duas singularidades consecutivas.

### 2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

#### 2.1

##### fluxo ciclônico

fluxo no qual as linhas não são paralelas ao eixo longitudinal do duto ou chaminé cuja média dos ângulos, medidos conforme 3.4, seja superior a 20 °

#### 2.2

##### tubo de Pitot tipo "S"

tubo de Pitot modificado para ser utilizado em fluxos gasosos que possam conter alto teor de umidade e/ou elevada concentração de material particulado

#### 2.3

##### singularidade

qualquer alteração do diâmetro interno ou do fluxo gasoso

EXEMPLOS Curvas, expansões, reduções, chicanas, defletores, *dampers*, placas de orifício, portas de inspeção, treliças, anéis de reforço, serpentinas, chama visível etc.

#### 2.4

##### seção transversal

plano imaginário ortogonal ao eixo longitudinal da chaminé ou do duto, alcançado por meio de aberturas para acesso à própria seção

NOTA A Figura 1 apresenta a disposição da seção transversal em um segmento de duto circular.

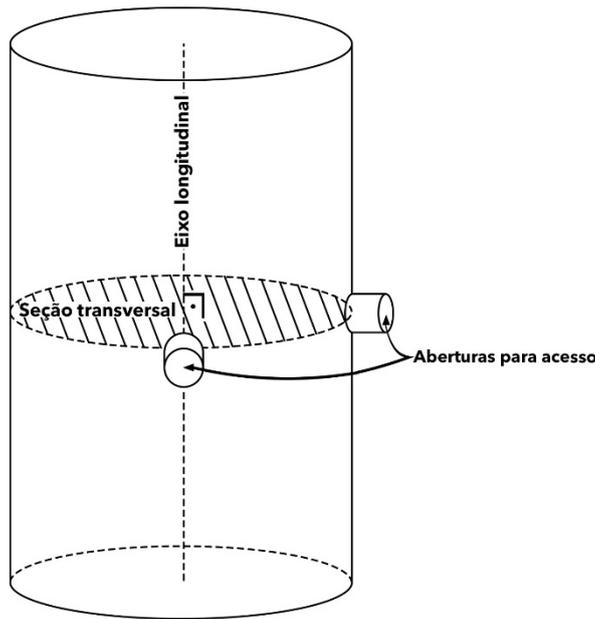


Figura 1 – Seção transversal referente às aberturas para acesso

### 3 Requisitos gerais

#### 3.1 Seleção da seção transversal

**3.1.1** A seção transversal para amostragem ou medição de velocidade e vazão deve ser escolhida em um trecho reto, a uma distância de pelo menos 8 diâmetros internos a montante e 2 diâmetros internos a jusante das aberturas para acesso, no sentido do fluxo, em relação às singularidades anterior e posterior, respectivamente. Caso o comprimento do trecho existente não atenda às condições anteriores, deve ser selecionada uma seção transversal que esteja a pelo menos 2 diâmetros a montante e 0,5 diâmetro a jusante.

NOTA Para dutos e chaminés que apresentem uma conicidade em seu diâmetro interno (diâmetro da base maior que o diâmetro do topo), o diâmetro da seção transversal em que se encontram as aberturas para acesso é utilizado como referência.

**3.1.2** No caso de uma seção retangular, usar um diâmetro equivalente, calculado pela equação a seguir:

$$Deq = \frac{2CL}{C + L}$$

onde

$Deq$  é o diâmetro equivalente;

$C$  é o comprimento;

$L$  é a largura.

NOTA Para dutos e chaminés que apresentem dimensões ( $C$ ,  $L$ ) da base diferente das dimensões do topo, o diâmetro equivalente da seção transversal em que se encontram as aberturas para acesso é utilizado.



## 3.2 Determinação do número mínimo de pontos transversais para amostragem

### 3.2.1 Seção circular

**3.2.1.1** Quando a seção transversal selecionada for circular e atender ao critério de 8 diâmetros e 2 diâmetros, o número de pontos deve ser:

a) 8 pontos:

- para a seção transversal com diâmetro interno maior ou igual a 0,30 m e menor ou igual a 0,60 m;

b) 12 pontos:

- para a seção transversal com diâmetro interno maior que 0,60 m.

**3.2.1.2** Quando a localização da seção transversal estiver fora da faixa de 8 diâmetros e 2 diâmetros, o número de pontos deve ser obtido de acordo com a Figura 2. Antes de se proceder conforme a Figura 2, medir as distâncias da seção transversal até a singularidade anterior (a montante) e até a posterior (a jusante), e exprimir essas distâncias em número de diâmetros internos.

**3.2.1.3** Assim, pela Figura 2 são obtidos dois números, que podem ser iguais, sendo um a partir da distância a jusante e outro a partir da distância a montante. Escolher o maior número, que deve ser considerado o número mínimo de pontos.

Nos dutos e chaminés circulares, os números de pontos devem ser sempre múltiplos de 4.

### 3.2.2 Seção retangular

**3.2.2.1** Quando a seção transversal selecionada for retangular e atender ao critério de 8 diâmetros e 2 diâmetros, o número mínimo de pontos deve ser:

a) 9 pontos:

- para diâmetro equivalente maior ou igual a 0,30 m e menor ou igual a 0,60 m;

b) 12 pontos:

- para diâmetro equivalente maior que 0,60 m.

**3.2.2.2** Quando a localização da seção transversal estiver fora da faixa de 8 diâmetros e 2 diâmetros, o número mínimo de pontos deve ser obtido de acordo com a Figura 2. Antes de se proceder conforme a Figura 2, medir as distâncias da seção transversal até a singularidade anterior (a montante) e até a posterior (a jusante), e exprimir essas distâncias em número de diâmetros equivalentes.

**3.2.2.3** Assim, pela Figura 2 são obtidos dois números, que podem ser iguais, sendo um a partir da distância a jusante e outro da distância a montante. Escolher o maior número, que deve ser considerado o número mínimo de pontos.

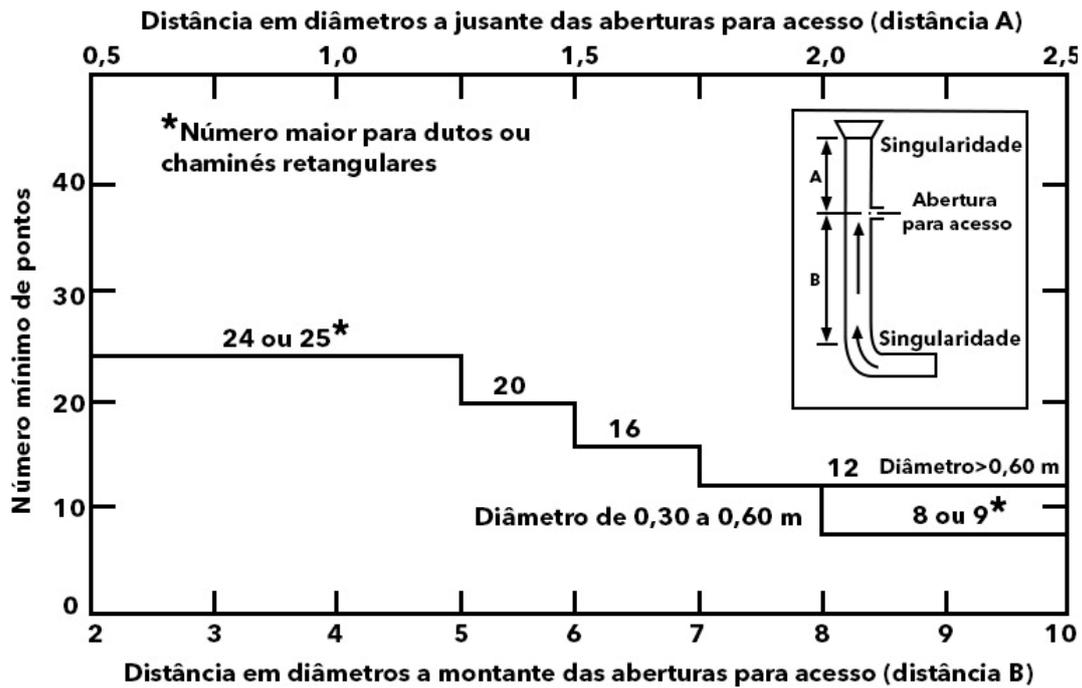


Figura 2 – Número mínimo de pontos para amostragem isocinética e medição de velocidade e vazão

**EXEMPLO** Considerar uma chaminé circular que apresente uma distância equivalente a 5 diâmetros a montante e uma distância equivalente a 1,0 diâmetro a jusante. Pela regra a montante, seriam necessários 20 pontos e, pela regra a jusante, seriam necessários 24 pontos, porém, de acordo com a regra do maior número, seria necessária a medição em pelo menos 24 pontos.

### 3.3 Distribuição de pontos na seção transversal

#### 3.3.1 Seções circulares

**3.3.1.1** Uma vez determinado o número de pontos da seção transversal, estes pontos devem estar distribuídos sobre dois diâmetros perpendiculares, sendo metade em cada diâmetro. A Tabela 1 fornece a porcentagem do diâmetro para a disposição de cada ponto.



Tabela 1 – Disposição dos pontos de amostragem em dutos e chaminés circulares (porcentagem do diâmetro a partir da parede da fonte)

Número de ordem do ponto no diâmetro	Número de pontos no diâmetro											
		4	6	8	10	12	14*	16*	18*	20*	22*	24*
1		6,7	4,4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
2		25,0	14,6	10,5	8,2	6,7	5,7	4,9	4,4	3,9	3,5	3,2
3		75,0	29,6	19,4	14,6	11,8	9,9	8,5	7,5	6,7	6,0	5,5
4		93,3	70,4	32,3	22,6	17,7	14,6	12,5	10,9	9,7	8,7	7,9
5			85,4	67,7	34,2	25,0	20,1	16,9	14,6	12,9	11,6	10,5
6			95,6	80,6	65,8	35,6	26,9	22,0	18,8	16,5	14,6	13,2
7				89,5	77,4	64,4	36,6	28,3	23,6	20,4	18,0	16,1
8				96,8	85,4	75,0	63,4	37,5	29,6	25,0	21,8	19,4
9					91,8	82,3	73,1	62,5	38,2	30,6	26,2	23,0
10					97,4	88,2	79,9	71,7	61,8	38,8	31,5	27,2
11						93,3	85,4	78,0	70,4	61,2	39,3	32,3
12						97,9	90,1	83,1	76,4	69,4	60,7	39,8
13							94,3	87,5	81,2	75,0	68,5	60,2
14							98,2	91,5	85,4	79,6	73,8	67,7
15								95,1	89,1	83,5	78,2	72,8
16								98,4	92,5	87,1	82,0	77,0
17									95,6	90,3	85,4	80,0
18									98,6	93,3	88,4	83,9
19										96,1	91,3	86,8
20										98,7	94,0	89,5
21											96,5	31,1
22											98,9	94,5
23												96,8
24												98,9

\* Para número de pontos maior que o número mínimo de pontos no diâmetro.

NOTA De acordo com a seção transversal do duto ou chaminé, pode-se adotar um ou dois furos para acessar todos os pontos de cada diâmetro.

**3.3.1.2** Em dutos ou chaminés com diâmetro superior a 0,60 m, nenhum ponto deve ficar localizado a uma distância inferior a 2,5 cm da parede. Caso o diâmetro interno da boquilha seja maior que 2,5 cm, a distância da parede deve ser no mínimo igual a esse diâmetro. Em dutos ou chaminés com diâmetro inferior ou igual a 0,60 m, nenhum ponto deve estar localizado a uma distância inferior a 1,5 cm da parede. Caso o diâmetro interno da boquilha seja maior que 1,5 cm, a distância a partir da parede deve ser no mínimo igual a esse diâmetro. Se alguns dos pontos coincidirem, eles devem ser tratados como pontos distintos, mesmo não havendo movimentação da sonda. A Figura 3 apresenta a disposição dos pontos em uma seção circular, no caso do número desta ser 12.

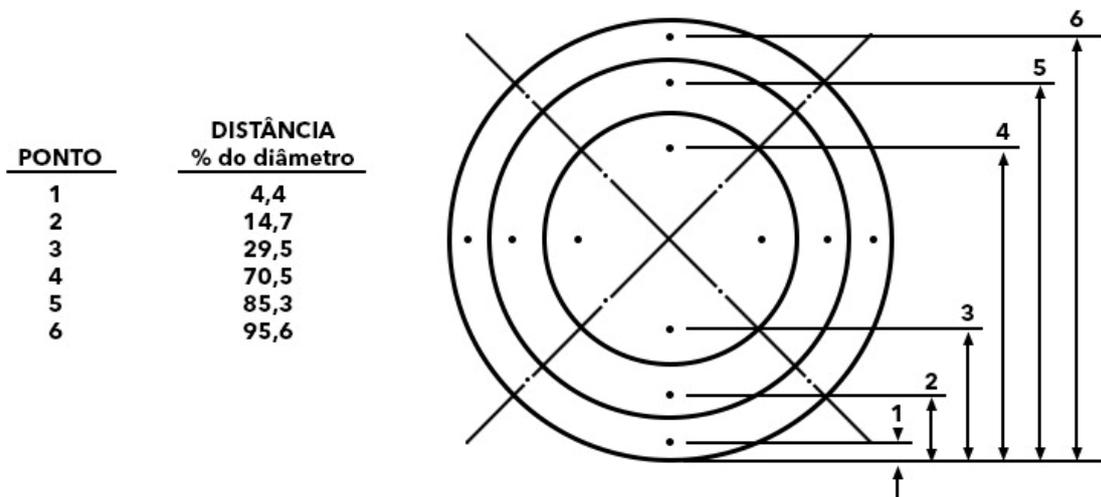


Figura 3 – Seção circular dividida em 12 áreas iguais, com a localização dos pontos

### 3.3.2 Seções retangulares

3.3.2.1 Uma vez determinado o número de pontos da seção transversal, utilizar a Tabela 2 para a matriz da configuração da malha. Dividir o maior lado da seção retangular pelo primeiro número de ordem da matriz e o lado menor pelo segundo número. Assim, configurar os retângulos elementares, sendo localizado um ponto no centro de cada um deles. Caso se deseje aumentar o número de pontos, partir da matriz inicial e aumentar o número de divisões em um dos lados da matriz ou em ambos. A Figura 4 apresenta a disposição dos pontos para o caso de uma matriz 4 x 3.

Tabela 2 – Disposição dos pontos em dutos e chaminés retangulares

Número de pontos	Matriz
9	3 × 3
12	4 × 3
16	4 × 4
20	5 × 4
25	5 × 5
30*	6 × 5
36*	6 × 6
42*	7 × 6
49*	7 × 7

\* Para número de pontos maior que o número mínimo de pontos na seção transversal.

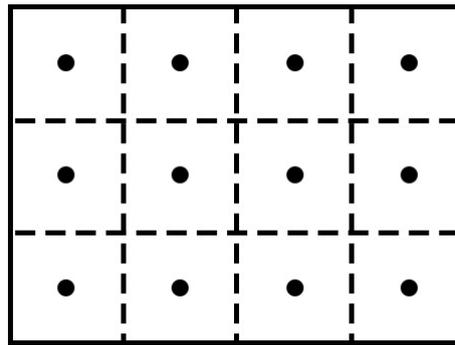


Figura 4 – Seção retangular dividida em 12 áreas iguais, com o ponto localizado no centro de cada área

### 3.4 Verificação da natureza do fluxo ciclônico

Para verificação da natureza do fluxo ciclônico, proceder conforme a seguir:

- conectar um tubo de Pitot tipo “S” a um manômetro adequado. Nivelar e zerar o manômetro, quando pertinente;
- posicionar o tubo de Pitot tipo “S” em cada ponto da seção transversal. Considerar como referência  $0^\circ$  (zero graus) a posição em que os planos das aberturas forem perpendiculares à seção transversal;
- ler a indicação do manômetro. Se indicar 0 (zero), anotar o valor do ângulo ( $0^\circ$ ). Se a indicação for diferente de 0 (zero), girar o tubo de Pitot tipo “S” até obter leitura 0 (zero) no manômetro, medir e anotar o ângulo de giro com resolução de no máximo  $1^\circ$ ;
- calcular a média dos valores absolutos de todos os ângulos, inclusive daqueles em que a rotação não foi necessária (ângulo igual a zero). Se a média for maior que  $20^\circ$ , a condição é de fluxo ciclônico.