

Figura 17: Padrão BR 03.

**d) Padrão BR 04 dimensões internas em metros 0,40x0,80x0,30**

Próprio para instalação de medidor isolado residencial ou comercial, com montagem vertical de medidores tipo diafragma modelos menores ou iguais a G4.

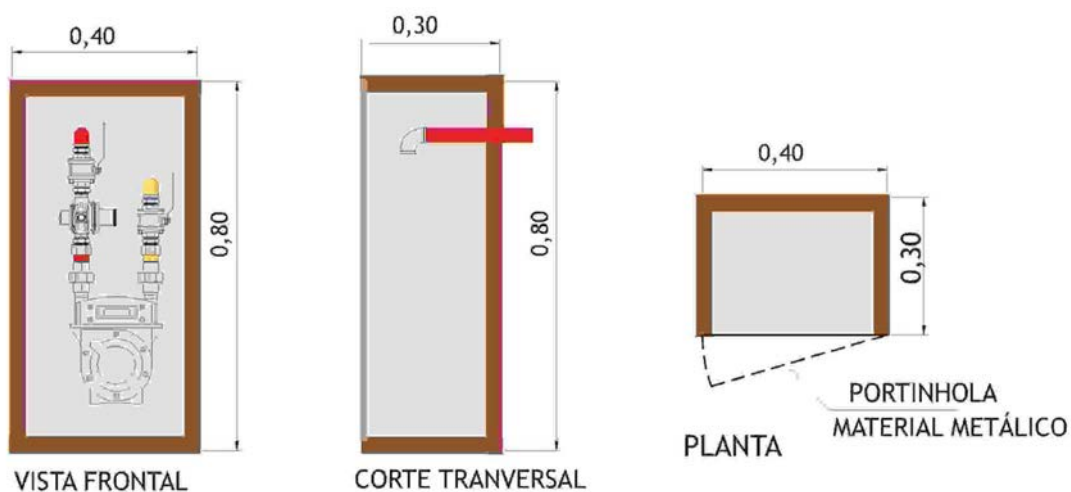


Figura 18: Padrão BR 04.

**e) Padrão BR 05 dimensões internas em metros 0,60x0,60x0,30**

Próprio para instalação de conjunto de regulação (CR) de primeiro estágio ou estágio único.

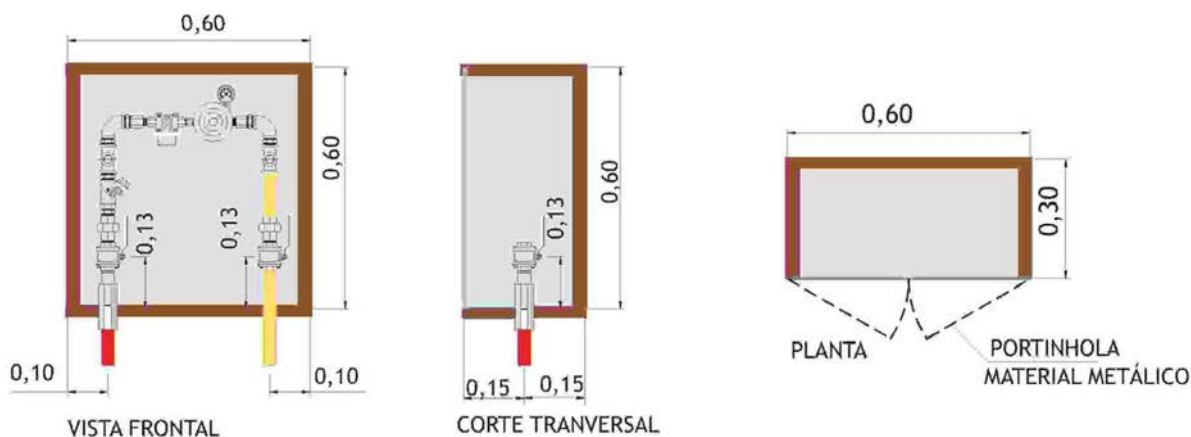
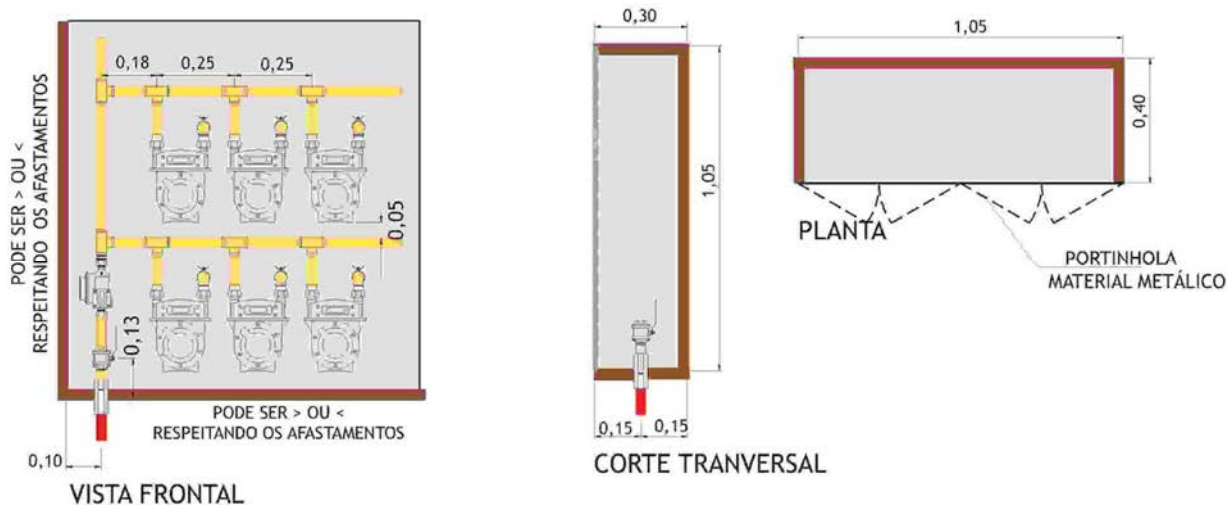


Figura 19: Padrão BR 05.

**f) Padrão BR 06 dimensões internas em metros 1,05x1,05x0,40**

Próprio para instalação de conjunto de medidores tipo diafragma menores ou iguais a G4 para medição individualizada.



**Figura 20:** Padrão BR 06.

**Nota:**

As dimensões internas poderão sofrer alterações de acordo com projeto específico.

## **5.6 Inspeção e Ensaio**

### **5.6.1 Inspeção Pós-Montagem**

A rede deve ser submetida a uma minuciosa inspeção visual, objetivando a detecção de eventuais defeitos de montagem, especialmente em suas junções.

Antes de executar o ensaio pneumático da tubulação montada, é oportuno verificar que a mesma esteja livre de sujeira, obstruções e impurezas que possam danificar a integridade dos manômetros, mediante um jato de ar comprimido na pressão de 1kgf/cm<sup>2</sup>. As válvulas devem estar totalmente abertas. A extremidade de descarga, situada no lado oposto ao ponto de injeção, deve estar livre de *plug* e desimpedida de qualquer obstáculo.

### **5.6.2 Ensaio de Pressão**

A rede de distribuição interna deve ser submetida a ensaio pneumático com ar comprimido ou nitrogênio com o objetivo de verificar resistência a pressão interna e a estanqueidade da tubulação montada.

O ensaio deve ser executado em duas etapas distintas. A primeira, objetivada à qualificação da tubulação para a maior pressão de operação especificada, enquanto que a segunda etapa tem a finalidade de verificar a estanqueidade do conjunto da rede de distribuição, incluindo os reguladores.

A pressão de ensaio adotada na primeira etapa, além de qualificar a tubulação para a respectiva pressão de operação deve comprovar a capacidade de resistência da tubulação na condição extrema admissível, considerando a pressão de ajuste do dispositivo de bloqueio

automático do fluxo de gás, de acordo com o quadro abaixo.

PRESSÃO DE ENSAIOS			
Maior Pressão de Operação (kPa)	Ajuste do Dispositivo de Segurança (kPa)	Teste (kPa) 1ª Etapa	Teste (kPa) 2ª Etapa
100	PO x 2,4	250	100
150	PO x 2,4	400	150
2,5	PO x 3	7,5	de 2,0 a 2,5

**a) 1ª etapa - teste de qualificação**

Duração do teste: 60 minutos após 15 minutos de estabilização da temperatura.

Os reguladores de pressão não devem estar instalados no trecho submetido ao teste.

**b) O procedimento executivo a ser aplicado contempla, no mínimo, as seguintes operações:**

- Verificar a disponibilidade de mão de obra qualificada;
- Verificar a disponibilidade de EPIs;
- Verificar a disponibilidade de materiais e abrigos móveis que se fizerem necessários;
- Verificar a disponibilidade de *Manifold* equipado com válvula de segurança;
- Verificar a disponibilidade de manômetro eficiente e com respectivo certificado de aferição válido;
- Verificar a posição de abertura total de qualquer válvula de bloqueio;
- Conectar a fonte de pressão;
- Fechar a extremidade da tubulação com bujão roscado ou com flange cego, conforme a extremidade for roscada ou flangeada;
- Injetar o fluido de teste gradualmente até atingir o valor de teste da 1ª etapa;
- Aguardar a estabilização da temperatura por um período de tempo de 15 minutos;
- Desconectar a fonte de pressão tendo verificado sua estabilização;
- Verificar se a pressão de teste se mantém constante por um período de tempo de 60 minutos antes de encerrar o teste. Se for observada uma diminuição da pressão, o ponto de vazamento deve ser localizado e reparado antes de se repetir o teste;
- Executar a limpeza da tubulação com um jato de ar comprimido ou nitrogênio na pressão de 1 bar, replicando-a se necessário;
- Caso a 2ª etapa do teste seja executada em data posterior, pressurizar a tubulação na pressão de 0,05bar para que fique em condições de segurança até a data do teste final;
- Registrar o resultado do teste.

**c) 2ª etapa - teste de estanqueidade**

Duração do teste: 5 minutos após 2 minutos de estabilização da temperatura.

- Os reguladores de pressão devem estar instalados e ajustados para a pressão de

operação normal;

- Após atingir a pressão de teste, a fonte do fluido de pressurização deve ser desconectada;
- O tempo mínimo de teste, durante o qual a pressão não deve apresentar variações é de minutos após a estabilização da temperatura, que deve ocorrer em 2 minutos;
- Verificar se a pressão de teste se mantém constante por um período de tempo de 5 minutos antes de encerrar o teste. Se for observada uma diminuição da pressão, o vazamento deve ser localizado e reparado antes de se repetir o teste;
- Caso o comissionamento seja agendado em data posterior, pressurizar a tubulação na pressão de 0,05bar para que fique em condições de segurança até a data do teste final;
- Elaborar e encaminhar para a Concessionária o Laudo Técnico juntamente com o Atestado de Conformidade e ART do profissional habilitado, para que seja programado o comissionamento da rede de distribuição interna.

### **5.6.3 Comissionamento**

São da responsabilidade exclusiva da Concessionária o comissionamento e a colocação em serviço da rede de distribuição interna.

## 6 REGULARIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES E ADEQUAÇÃO DE AMBIENTES

### 6.1 Instalação e Regularização de Aparelhos a Gás

Todos os aparelhos de utilização de gás deverão ser ligados por meio de conexões rígidas à instalação interna de gás ou através de tubo flexível inteiramente metálico (neste caso deverão ser cumpridos os requisitos das normas NBR 7541 e NBR 14177 da ABNT), sendo, no entanto, indispensável a existência de válvula de esfera na extremidade rígida da instalação onde é feita a ligação do tubo flexível.

Todo aparelho deverá ser ligado através de uma válvula de bloqueio manual que permita isolá-lo sem a necessidade de interromper o abastecimento de gás aos demais aparelhos da edificação.

Para se efetuar a purga dos aparelhos de utilização com o gás natural, deve-se deixar escapar todo o ar neles contido por meio da abertura de suas válvulas de bloqueio manual, devendo os ambientes permanecerem plenamente arejados.

É terminantemente proibida a procura de escapamento de gás natural por meio de chama.

Os pequenos aparelhos de natureza portátil tais como fogareiro, pequenos esterilizantes, maçaricos, bicos de Bunsen, aparelhos portáteis de laboratório e outros de uso doméstico, poderão ser ligados com tubo flexível, sendo indispensável a existência de válvula de bloqueio manual na extremidade rígida da instalação onde é feita a ligação do tubo flexível.

Recomenda-se que todos os aparelhos de utilização de gás sejam homologados e/ou certificados pelo órgão competente.

As condições de ventilação, em particular, e de adequação, em geral, dos ambientes onde forem instalados aparelhos a gás deverão obedecer a NBR 13103 da ABNT.

Após a ligação do gás, os aparelhos, antes de sua utilização habitual, deverão ser testados e regulados por técnicos credenciados, de forma que os mesmos trabalhem dentro de suas condições normais de operação.

Os principais aparelhos residenciais existentes no mercado brasileiro são:

- Fogão de 4, 5 e 6 queimadores;
- Aquecedores de água (de passagem e de acumulação);
- Secadoras de roupa;
- Aquecedores de ambiente.

Os pontos de espera do gás ou ponto de utilização devem estar dispostos da seguinte forma:

- Fogão - altura do piso: 72cm; distância da parede lateral ou armário: 15cm.
- Secadora - altura do piso: 50cm; distância da parede lateral ou armário: 15cm.
- Forno - altura do piso: 50cm; distância da parede lateral ou armário: 15cm.

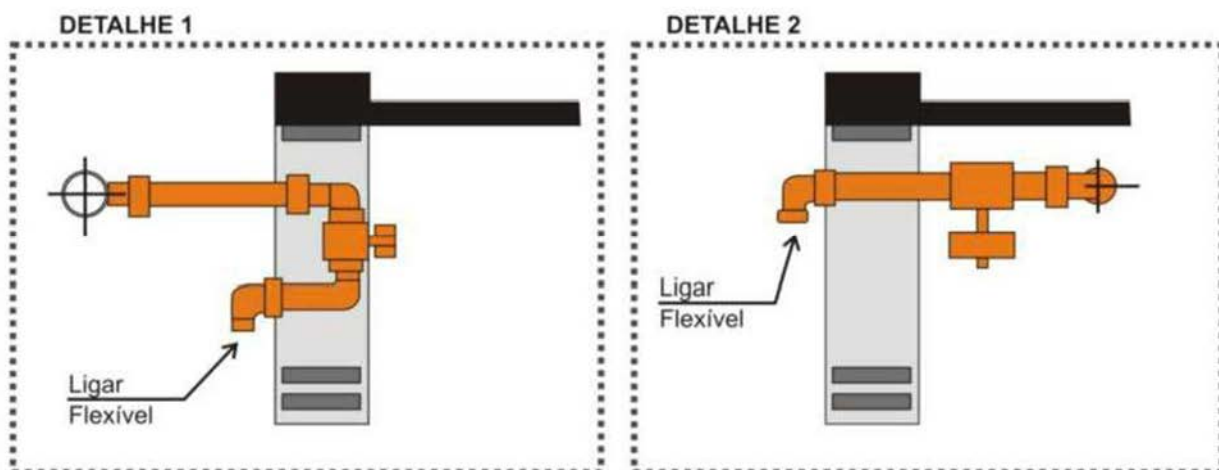
As figuras e detalhes abaixo são aplicáveis nas situações em que os fogões são embutidos.

Nos casos dos fogões instalados em vão livres, a válvula de bloqueio manual será instalada

A 3D perspective view of a kitchen layout. On the left is a stove with four burners. To its right is a countertop with a sink. A cutout in the countertop is shown with a red dot at the top edge. Dimensions are indicated: a vertical arrow labeled '72' and a horizontal arrow labeled '15'.

Diagrama de uma cozinha com pontos de detecção de fumaça. O diagrama mostra uma cozinha com uma secadora ou forno à esquerda, um fogão no centro e uma bancada com uma pia à direita. Há três pontos de detecção de fumaça, representados por círculos vermelhos. O ponto 1 está no topo da parede atrás do fogão, a 72 cm do chão e a 15 cm (mín.) da parede lateral. O ponto 2 está no topo da parede atrás da pia, a 10 cm (mín.) da parede lateral. Um terceiro ponto está no teto, a 10 cm do topo da pia. A distância da secadora ou forno ao ponto 1 é de 50 cm. A legenda indica: Medidas adotadas=centímetros.

60

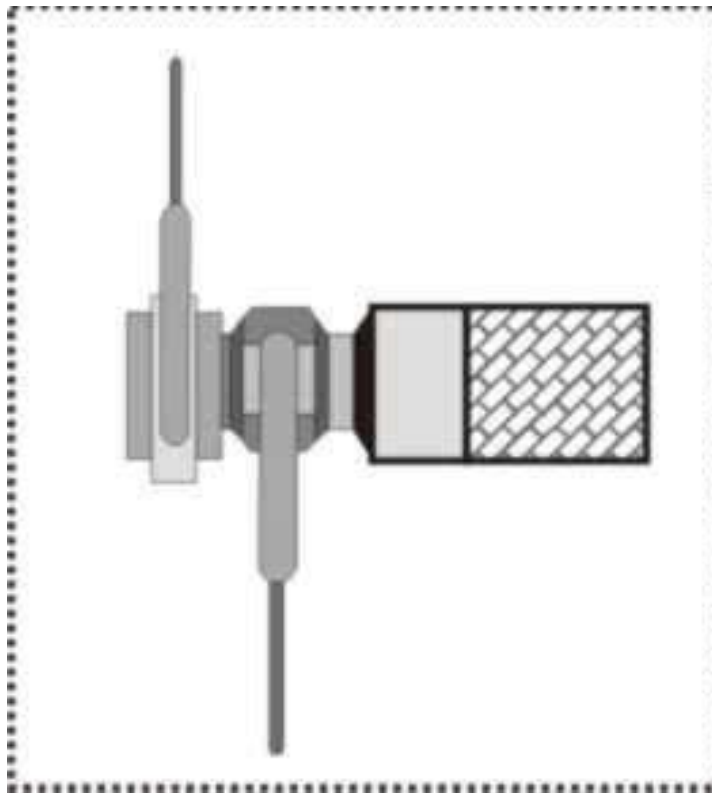


**Figura 23:** Detalhe da transposição do ponto.

Recomendações para instalação do tubo flexível:

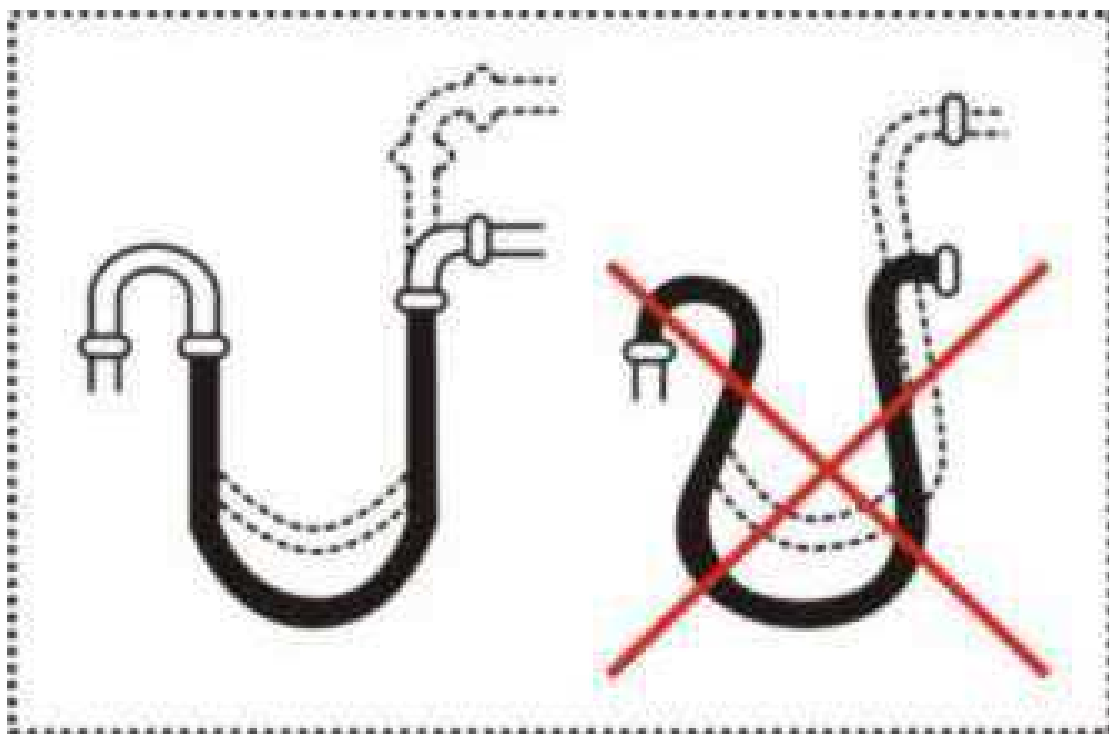
- Durante a instalação é absolutamente essencial assegurar que o tubo flexível seja instalado sem torção;
- No trabalho de instalação ou de movimentos posteriores, não é permitido causar torção ao tubo flexível;
- É importante que tanto os terminais do flexível como os movimentos alternativos estejam no mesmo plano;
- Para assegurar uma instalação livre de torção, coloque momentaneamente um dos lados do tubo flexível sem apertar;
- Aplique o movimento de duas a três vezes com o tubo flexível vazio, de forma que o tubo se ajuste e logo em seguida aperte o terminal;
- Em caso de união ou adaptadores é essencial evitar as torções quando segurarmos uma das partes e, para evitar, use uma segunda chave para formar trava;
- Os tubos flexíveis metálicos devem ser instalados de forma perpendicular ao movimento e nunca de forma axial.

Para se obter uma maior vida útil do tubo flexível, deve-se observar os seguintes exemplos:



**Figura 24:** Detalhes da instalação do tubo flexível

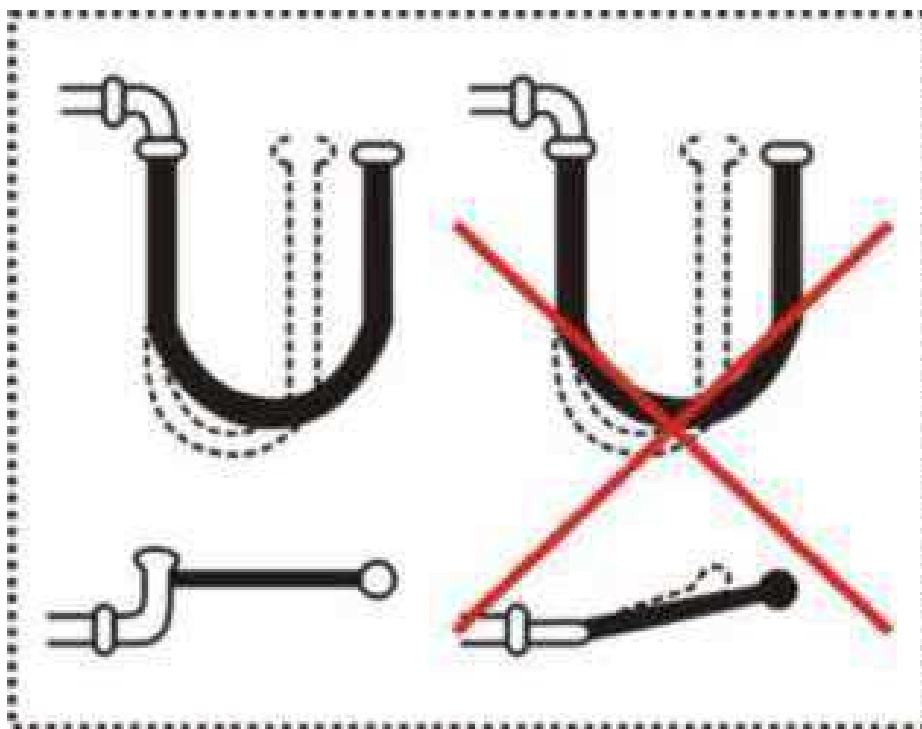
Monte os tubos flexíveis sem torção. Procure fixar os terminais com duas chaves para evitar a rotação do flexível.



**Figura 25:** Detalhe da curvatura da instalação do tubo flexível



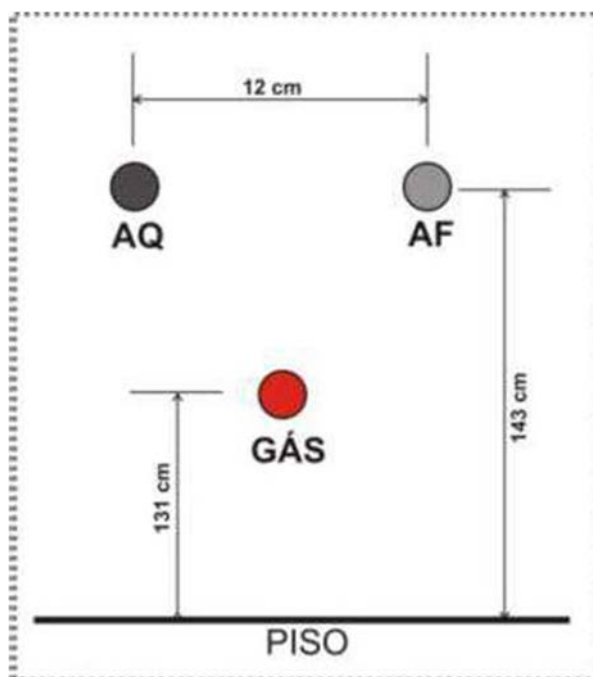
Evite as curvas após os terminais usando canos rígidos. Respeite o raio mínimo de curvatura para a instalação do tubo flexível.



**Figura 26:** Detalhe da curvatura da instalação do tubo flexível

A direção do movimento e o eixo do tubo flexível devem estar no mesmo plano. Com isto se evita torção que danifica o tubo flexível.

### 6.1.1 Instalação de Aquecedores de Passagem



AQ – Água Quente

AF – Água Fria

**Figura 27:** Configuração dos pontos das águas.

A conservação da rede interna de gás (prumadas e ramificações secundárias), medidores

individuais e aparelhos de utilização são de responsabilidade do consumidor, que deverá consultar a Concessionária em caso de modificação e substituição de aparelhos e/ou medidores individuais.

A frequência das revisões e manutenções citadas no item anterior, sugeridas pela Concessionária, deverá ser anual para as instalações comerciais e bianual para instalações residenciais.

## **6.2 Requisitos dos Ambientes para Instalação de Aparelhos a Gás**

### **6.2.1 Habilitação**

Cabe ao profissional habilitado, com registro no respectivo órgão de classe, a responsabilidade de verificar a idoneidade dos locais de instalação de aparelhos a gás, bem como do projeto de suas adequações quando necessárias para que sejam asseguradas condições de segurança, especialmente com relação aos requisitos de ventilação dos locais e sistema de exaustão dos produtos da combustão.

A execução da instalação de aparelhos a gás e a adequação de ambientes deve ser realizada por profissional qualificado, sob supervisão e responsabilidade de profissional habilitado.

### **6.2.2 Requisitos Gerais**

De acordo com a norma ABNT NBR 13103 -Instalação de aparelhos a gás para uso residencial- o somatório das potências nominais dos aparelhos a gás instalados em residências é limitado a 80 kW, correspondendo a 1.146,67 kcal/min.

Os aparelhos a gás são classificados em função das suas características do sistema de combustão, podendo ser de circuito aberto ou fechado.

Recomenda-se que os equipamentos sejam verificados quanto ao atendimento de Normas Brasileiras aplicáveis.

#### **a) Circuito aberto**

Os aparelhos de circuito aberto podem ser divididos em dois tipos: com ou sem duto de exaustão.

Os aparelhos de circuito aberto sem duto de exaustão são os seguintes:

- Fogão (conforme ABNT NBR 13723-1 e NBR 13723-2), limitado a 360 kcal/min;
- Fogão com forno (conforme a ABNT NBR 13723-1 e NBR 13723-2), limitado a 360 kcal/min;
- Fogão de mesa (conforme a ABNT NBR 13723-1 e NBR 13723-2), limitado a 360 kcal/min;
- Forno limitado a 360 kcal/min;
- Churrasqueira, limitado a 360 kcal/min;
- Máquina de lavar roupa, limitada a 4.000kcal/h;
- Máquina de secar roupa, limitada a 4.000kcal/h;
- Refrigerador, limitado a 4.000kcal/h;
- Aquecedor de água a gás ou de ambiente para uso no interior de residências.

**NOTA:** Os fogões com capacidade superior a 360kcal/min devem ter sua instalação complementada com coifa ou exaustor para condução dos produtos de combustão para o ar livre ou prisma de ventilação.

Os aparelhos de circuito aberto com duto de exaustão são os seguintes:

- Aquecedor de água (conforme ABNT NBR 8130 ou ABNT NBR 10542);
- Aquecedor de ambiente (que utilizam diretamente o calor gerado), até 6.000kcal/h.

#### **b) Circuito fechado**

Os aparelhos de circuito fechado utilizados são os aquecedores de água que possuem câmara de combustão fechada.

#### **c) Ventilação geral**

As aberturas de ventilação devem localizar-se, conforme requisitos da norma ABNT NBR 13103, de maneira a assegurar a ventilação permanente. Devem ser consideradas as áreas efetivamente úteis existentes para ventilação.

Os ambientes devem possuir ventilação superior para a saída do ar ambiente, proporcionando sua renovação, e devem atender aos requisitos das normas citadas.

A norma apresenta diversos tipos de ventilações a serem adotadas nas janelas ou portas.

A ventilação inferior é utilizada para fornecer ar para o ambiente, proporcionando sua renovação, e também, para atender aos requisitos da norma.

### **6.2.3 Exaustão dos Produtos de Combustão**

Nos ambientes que contenham aparelhos que exijam duto de exaustão para condução dos produtos de combustão para o exterior dos ambientes, deve ser utilizado um dos dispositivos abaixo:

- Chaminé individual ligada diretamente ao exterior da edificação;
- Chaminé individual ligada às chaminés coletivas;
- Chaminé individual ligada a um duto coletivo de ventilação do tipo shunt ou similar, projetado especificamente para exaustão dos produtos da combustão de combustíveis gasosos.

As aplicações, materiais, tipo de montagem das chaminés, terminais, dutos e dimensionamento, devem estar de acordo com a norma da ABNT NBR 13103.

### **6.2.4 Verificação das Características Higiênicas de Aquecedores de Água a Gás nas Instalações Residenciais**

Depois de concluídas as instalações dos aquecedores de água a gás nas instalações domiciliares, o sistema de exaustão dos gases de combustão deve ser verificado segundo as suas características higiênicas.

Os níveis seguros de emissão de monóxido de carbono (CO) dos aquecedores de água a gás devem ser avaliados por equipamentos aferidos e calibrados. A aceitação deve ser executada segundo critérios normalizados.

Os procedimentos para a determinação dos níveis de CO passam por fases desde a avaliação da instalação dos aparelhos, instruções do fabricante, verificação da chama, determinação do nível de CO na chaminé, nível de CO no ambiente onde estão instalados os aparelhos, até a avaliação do resultado.

### **6.3 Exaustão dos Produtos da Combustão**

O estudo das técnicas para proporcionar uma adequação de ambiente ideal é muito vasto, indo desde uma simples ventilação por meio de janelas, frestas nas portas, até sistemas complexos e automatizados.

Para o dimensionamento e montagem de chaminés individuais e coletivas, deverão ser adotados os procedimentos e instruções da NBR 13103: "Instalação de Aparelhos a Gás para Uso Residencial- Requisitos dos Ambientes".

### **6.4 Chaminé Individual com Tiragem Natural**

A seguir estão descritos comentários e procedimentos necessários para exaustão dos produtos da combustão de aparelhos a gás.

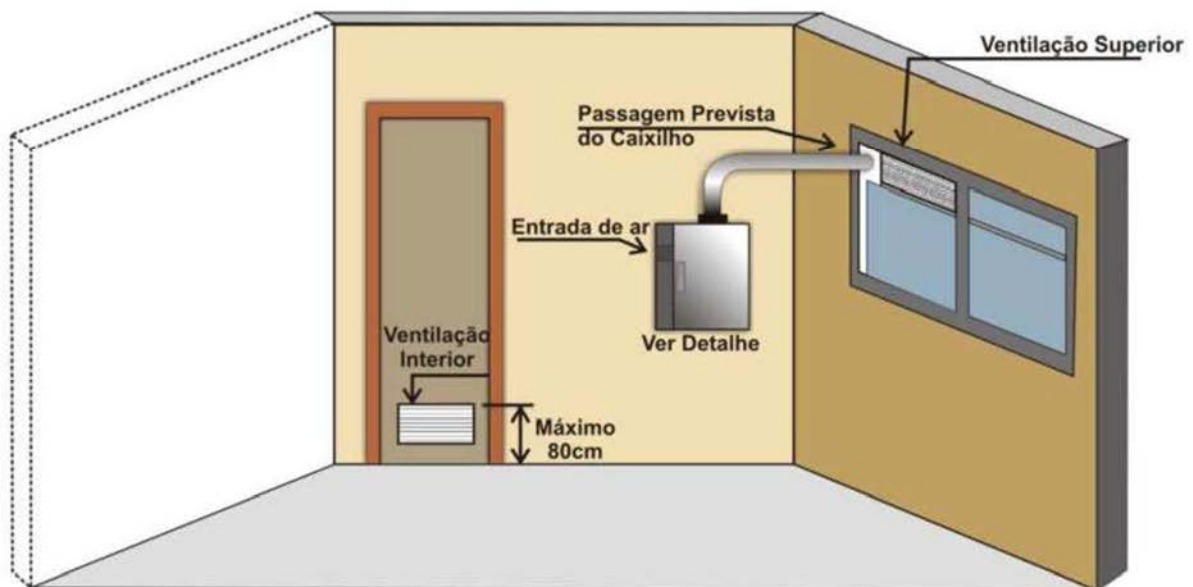
- O projeto e a execução são de responsabilidade de profissionais legalmente habilitados.
- Os aquecedores tipo de passagem ou de acumulação, preferencialmente, devem ser instalados na área de serviço. Para que isso ocorra com segurança, deve-se seguir os volumes mostrados no quadro de dimensionamento de chaminé coletiva.
- A chaminé individual deve ser implantada de modo a conduzir a totalidade dos gases de exaustão para o exterior da edificação, através do menor percurso possível, evitando-se extensões horizontais e curvas. As figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam a instalação de chaminé individual de um aquecedor de passagem e de um aquecedor de acumulação, respectivamente, instalados em uma área de serviço.
- O trecho vertical da chaminé, que antecede o primeiro desvio, deve ter a altura mínima de 35 cm, a partir da entrada de ar do defletor até a geratriz inferior do primeiro desvio. O diâmetro mínimo da chaminé individual não pode ser inferior ao diâmetro de saída do defletor do aparelho de utilização.
- A projeção horizontal do percurso da chaminé deve ser no máximo de 2,0 metros, sendo permitido até 2 curvas de 90°.
- Quando a chaminé tiver uma curva ou joelho de 90°, o seu comprimento máximo será de 3,0 metros, e neste caso, todo o trecho horizontal deverá ter o seu diâmetro aumentado, de acordo com a relação:

$$\frac{D}{d} = \frac{L}{2}$$

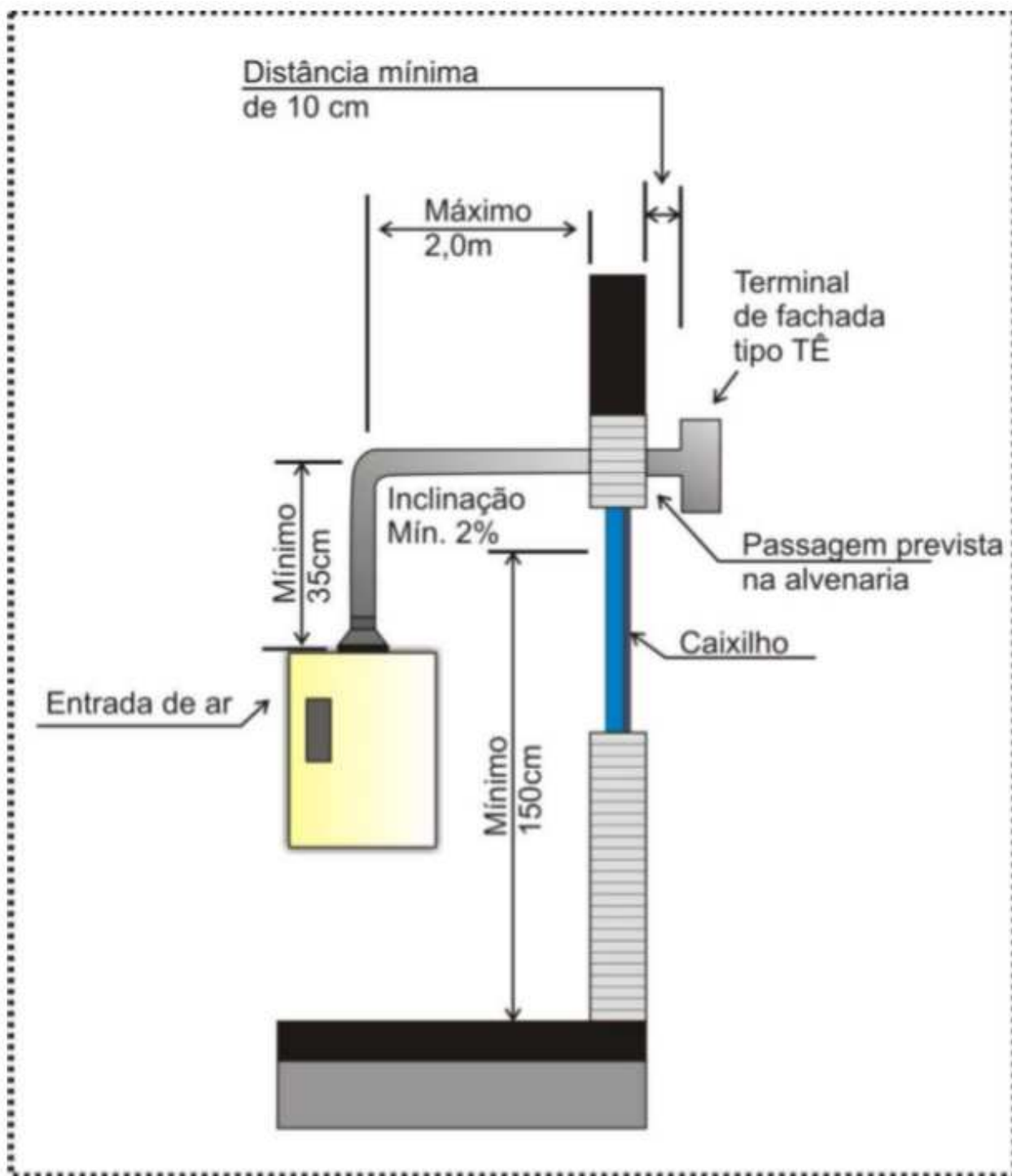
Onde:

- D** é o diâmetro da chaminé
- d** é o diâmetro de saída do defletor
- L** é o comprimento horizontal em metros

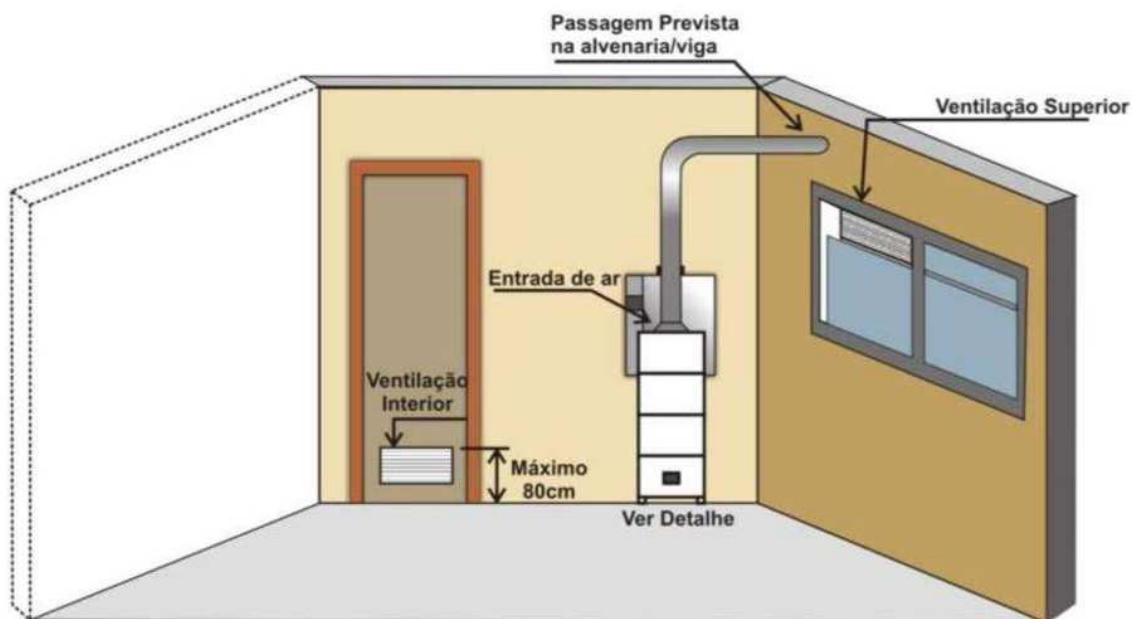
O diâmetro máximo admitido é de 150mm e o mínimo 75mm, sendo permitidas seções retangulares equivalentes.



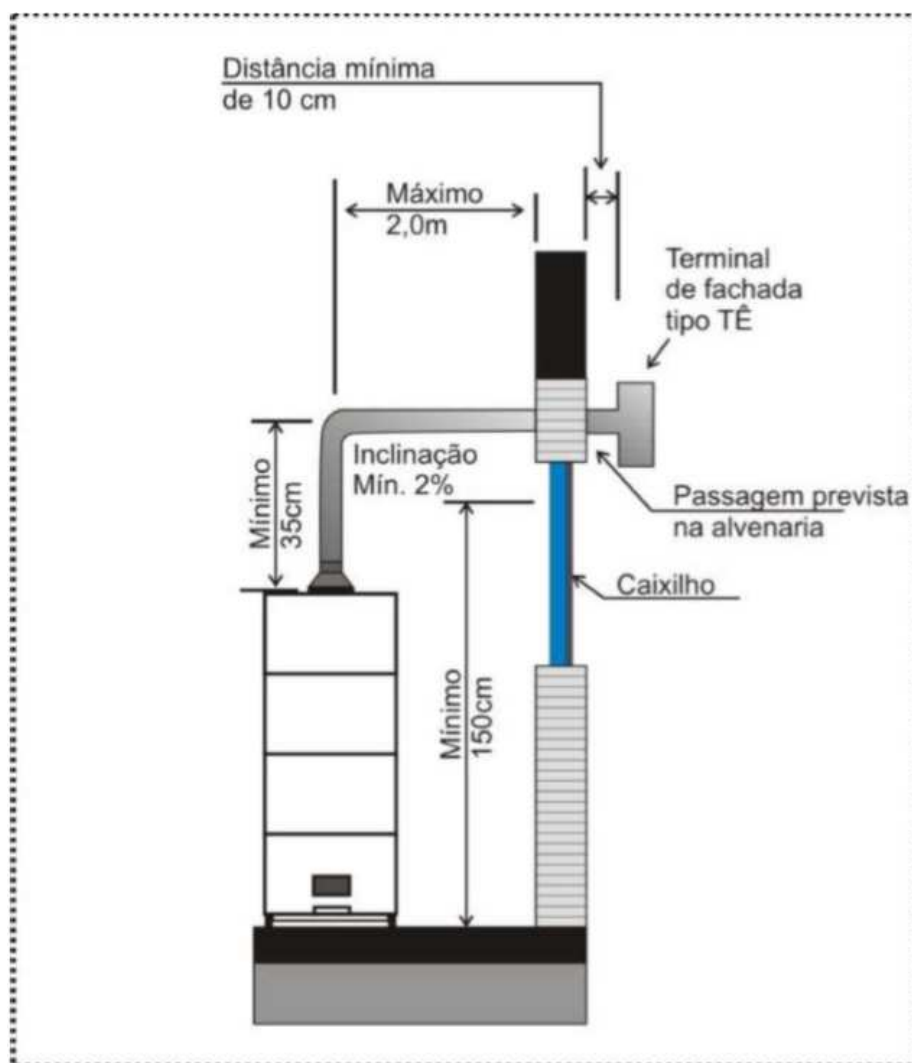
**Figura 28:** Detalhes da instalação de um aquecedor da passagem.



**Figura 29:** Detalhes da instalação de um aquecedor de passagem - Corte.



**Figura 30:** Detalhes da instalação de um aquecedor de acumulação.



**Figura 31:** Detalhes da instalação de um aquecedor de acumulação.

Os terminais de chaminés não devem ser instalados nas seguintes condições:

- Abaixo de cumeeiras de telhados inclinados;
- A menos de 0,25m em coberturas planas sem obstrução;
- A menos de 0,25m de uma linha imaginária entre o ponto mais alto e o mais baixo dos obstáculos;
- A menos de 0,25m de um parapeito ou borda de telhado, quando a chaminé subir externamente.

É permitida a colocação do terminal nas faces das edificações quando existir uma altura mínima de 0,80m entre a saída do aparelho e a base do terminal da chaminé.

O terminal da chaminé deve apresentar área livre igual a pelo menos duas vezes a área da seção da chaminé.

A Concessionária não recomenda a exaustão mecânica quando não for possível atender às disposições descritas anteriormente.

## **6.5 Chaminé Coletiva com Tiragem Natural**

Para este tipo de chaminé, deve-se proceder, conforme descrito a seguir:

- Deve ser executada com materiais incombustíveis, resistentes a altas temperaturas e a corrosão;
- Deve ser instalada com juntas estanques e arrematadas uniformemente;
- A chaminé individual que deve ser conectada a uma coletiva deve ter uma altura mínima de 2,0m, podendo haver no máximo 2 chaminés individuais por pavimento. A figura 32 a seguir mostra um modelo de chaminé individual conectada a uma coletiva;
- Cada chaminé coletiva deve atender a, no máximo, 9 pavimentos;
- A ligação da chaminé a uma coletiva deverá ser feita no sentido ascendente e ter um ângulo mínimo de 100°;
- O trecho não vertical da chaminé individual deverá apresentar inclinação mínima de 30°;
- Na parte inferior da chaminé coletiva deve existir uma abertura para ventilação com área mínima de 100cm<sup>2</sup>.



## CHAMINÉ COLETIVA NBR(13103)

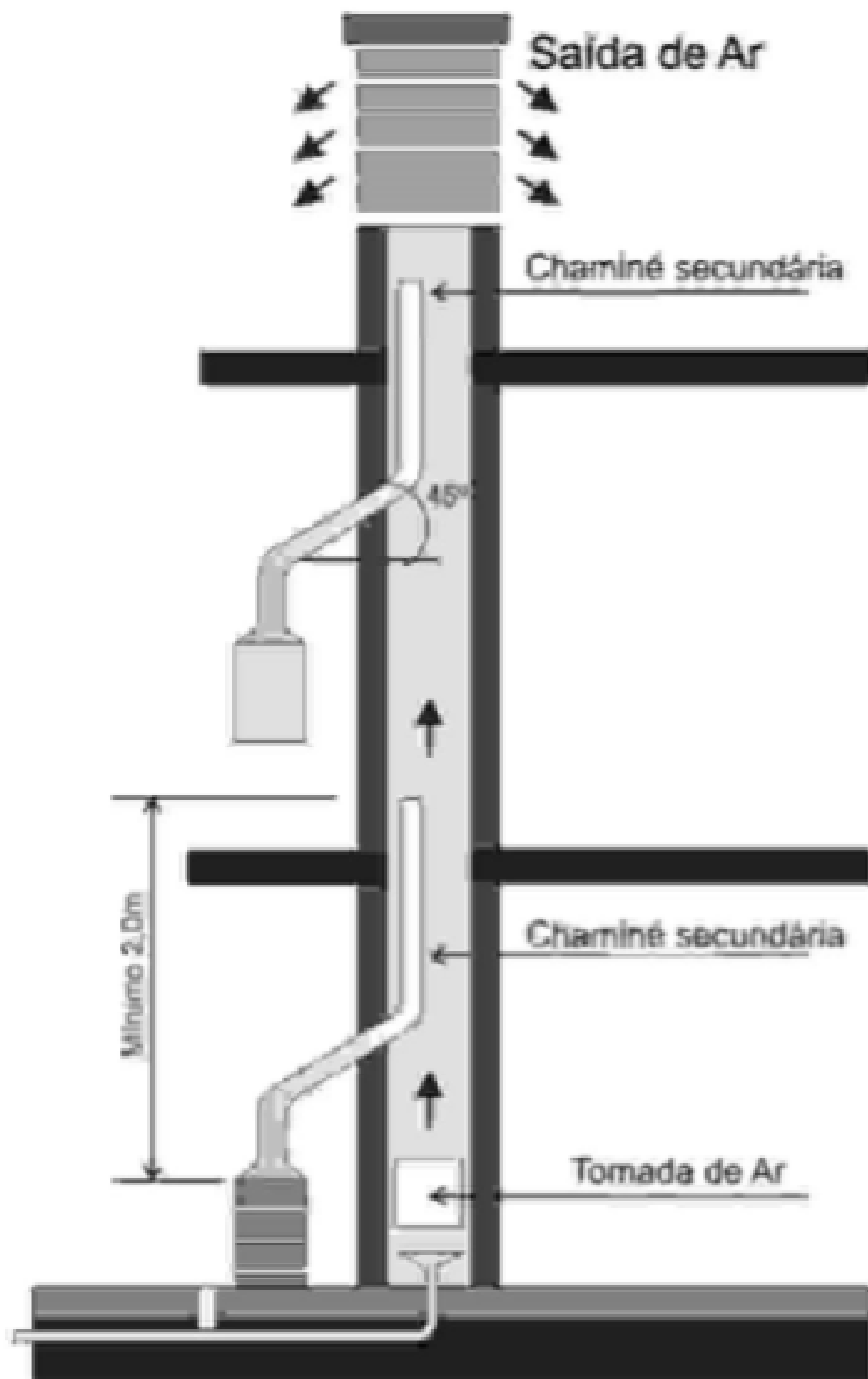


Figura 32: Detalhe da instalação de chaminé.

O dimensionamento das chaminés coletivas deve atender a tabela a seguir.

DIMENSIONAMENTO DE CHAMINÉS COLETIVAS					
Potência Máxima (kcal/min)			Seção Circular		Seção Retangular
H<10 m	10<h<20 m	H>20 m	Diâmetro Interno (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )
até 250	até 250	até 250	8,5	57	63
até 416	até 416	até 416	10	79	87
até 500	até 500	até 666	11	95	105
até 660	até 660	até 1000	12,5	123	135
até 830	até 1000	até 1333	14	154	169
até 1000	até 1333	até 1750	15,5	189	208
até 1166	até 1750	até 2083	17	226	249
até 1333	até 2083	até 2583	18	255	280
até 1666	até 2583	até 3000	20	314	345
até 2000	até 3000	até 3550	22	380	418
até 2333	até 3483	até 4316	24	452	497
até 2716	até 4016	até 5000	26	531	584

**Nota:** a altura (h) do duto de exaustão coletiva deve ser medida desde a entrada do aquecedor mais baixo até o topo do terminal do duto de exaustão coletiva.

DIMENSIONAMENTO PARA POTÊNCIAS MAIORES		
Potência Máxima (kcal/min)		
H<10 m	10<h<20 m	H>20 m
3,5 cm <sup>2</sup> por 1,2 kW (17,2 cal/min)	2,5 cm <sup>2</sup> por 1,2 kW (17,2 cal/min)	2,0 cm <sup>2</sup> por 1,2 kW (17,2 cal/min)

## 7 INSTRUÇÕES TÉCNICAS

### 7.1 Dimensionamento da Rede de Distribuição

#### 7.1.1 Considerações Iniciais

O primeiro passo para o dimensionamento de uma instalação é a determinação da vazão de gás que fluirá através do trecho a ser calculado.

Para a determinação da vazão de gás consumida por um aparelho de utilização, deve-se dividir a Potência Nominal do mesmo pelo Poder Calorífico Inferior do Gás Combustível a se utilizar.

A melhor referência para a potência do aparelho é o seu fabricante, porém, se esta informação não estiver disponível na fase de dimensionamento, como referência, pode-se utilizar os valores conforme a NBR 15526.

#### 7.1.2 Fator de Simultaneidade

O método aplicável está definido na NBR 15526 e está limitado às seguintes condições:

- Sua utilização está restrita às unidades residenciais;
- Os consumos em caldeiras e equipamentos de grande consumo serão analisados individualmente.

O fator de simultaneidade relaciona-se com a potência computada e com a potência adotada, por meio da seguinte fórmula:

$$A = \frac{C \times F}{100}$$

**Onde:**

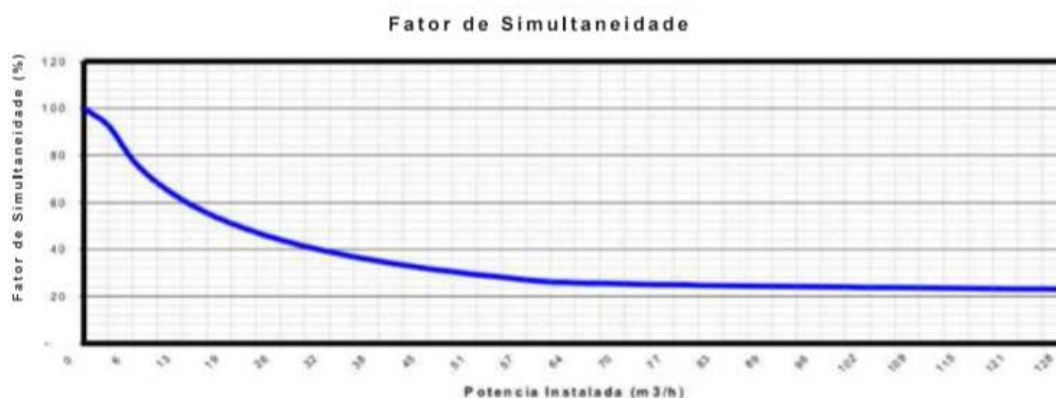
**A** é a potência adotada, expressa em quilocalorias por hora (kcal/h).

**C** é a potência computada, expressa em quilocalorias por hora (kcal / h).

**F** é o Fator de Simultaneidade.

POTÊNCIA NOMINAL DE APARELHOS DE UTILIZAÇÃO - NBR 15526				
Aparelhos	Tipo	Potência (kW)	Potência (kcal/h)	Vazão (Nm³/h)
Fogão de 2 Bocas	Portátil	2,9	2494	0,29
Fogão de 2 Bocas	De bancada	3,6	3096	0,36
Fogão de 4 Bocas	Sem Forno	8,1	6966	0,81
Fogão de 4 Bocas	Com Forno	10,8	9288	1,08
Fogão de 5 Bocas	Sem Forno	11,6	9976	1,16
Fogão de 5 Bocas	Com Forno	15,6	13390	1,56
Fogão de 6 Bocas	Sem Forno	11,6	9976	1,16
Fogão de 6 Bocas	Com Forno	15,6	13390	1,56
Forno de Parede	De Parede	3,5	3010	0,35
Aquecedor de passagem	6 l/min	10,5	9000	1,05
Aquecedor de passagem	8 l/min	14,0	12000	1,40
Aquecedor de passagem	10-12 l/min	17,4/20,9	15000/18000	1,74/2,09
Aquecedor de passagem	15 l/min	25,6	22000	2,56
Aquecedor de passagem	18 l/min	30,2	26500	3,08
Aquecedor de passagem	25 l/min	41,9	36000	4,19
Aquecedor de passagem	30 l/min	52,3	45500	5,29
Aquecedor de passagem	35 l/min	57,0	49000	5,70
Aquecedor acumulação	50 l	5,1	4360	0,51
Aquecedor acumulação	75 l	7,0	6003	0,70
Aquecedor acumulação	100 l	8,2	7078	0,82
Aquecedor acumulação	150 l	9,5	8153	0,95
Aquecedor acumulação	200 l	12,2	10501	1,22
Aquecedor acumulação	300 l	17,4	14998	1,74
Secadora	De Roupa	7,00	6020	0,70

### Gráfico fator de simultaneidade em relação à vazão de GN



O fator de simultaneidade pode ser obtido por meio da seguinte equação (Cem quilocalorias por hora), conforme NBR 15526, Anexo E:

FÓRMULAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE SIMULTANEIDADE	
$C < 21.000$	$F = 100$
$21000 \leq C < 576.720$	$F = \frac{100}{\left[ 1 + 0,001 \left( \frac{C}{60-349} \right)^{0,8712} \right]}$
$576.720 \leq C < 1.200.000$	$F = \frac{100}{\left[ 1 + 0,4705 \left( \frac{C}{60-1.055} \right)^{0,19931} \right]}$
$C > 1.200.000$	$F = 23$

Obs:

C em kcal/min

F em valores percentuais(%)

#### 7.1.3 Cálculo para Dimensionamento com Pressões: $P > 7,5 \text{ kPa}$

Conhecendo-se a pressão a montante de um trecho, a vazão máxima do gás que circula neste trecho e seu respectivo diâmetro interno é possível calcular a pressão no final deste trecho por meio da fórmula de *Renouard*.

$$P_A^2 - P_B^2 = \frac{4,67 \times 10^5 \times S \times L \times Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

#### 7.1.4 Cálculo para Dimensionamento com Pressões: $P \leq 7,5 \text{ kPa}$

Para cálculo de dimensionamento do trecho de operação onde a pressão seja igual ou menor

que 7,5kPa, utiliza-se a fórmula:

$$Q^{0,9} = 2,22 \times 10^{-2} \times \left( \frac{H \times D^{4,8}}{S^{0,8} \times L} \right)^{0,5}$$

**Onde:**

**P<sub>A</sub>** é a Pressão inicial em cada trecho (kPa);

**P<sub>B</sub>** é a Pressão final em cada trecho (kPa);

**S** é a Densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional), adotar 0,6 para o GN;

**L** é o Comprimento do trecho acrescido de 10%, para compensar as perdas ou, quando possível, verificar a perdas localizadas nos acessórios da tubulação (m);

**Q** é a Vazão do gás (Nm<sup>3</sup>/ h);

**D** é o Diâmetro interno do tubo (mm);

**H** é a Perda de carga máxima admitida (kPa).

#### 7.1.5 Cálculo das Variações de Pressão devido à Altura

O gás natural, essencialmente constituído de Metano, é mais leve que o ar, sendo assim, nos trechos verticais deve-se considerar uma variação de pressão positiva nos trechos ascendentes e uma variação negativa nos trechos descendentes.

Devido a esta característica, é muito importante que no dimensionamento das prumadas coletivas ou individuais seja considerada tal variação de pressão decorrente da diferença de densidade entre gás e ar. Para o seu cálculo recorre-se, geralmente, à expressão:

$$\Delta P = 1,318 \times 10^{-2} \times H \times (S - 1)$$

**Onde:**

**H** é a Altura do trecho vertical (m);

**S** é a Densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional), adotar 0,6 para o GN;

**ΔP** é a Perda de pressão expressa em quiloPascal (kPa).

#### 7.1.6 Cálculo da Velocidade do Gás nas Tubulações

Para o cálculo da velocidade adota-se a fórmula:

$$V = \frac{354 \times Q}{(P + 1,033) \times D^2}$$

**Onde:**

**V** é a Velocidade do gás, expressa em metros por segundos (m/s);

**Q** é a Vazão do gás na pressão de operação, expressa em metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/ h);

**P** é a Pressão monométrica de operação, expressa em quilogramas força por centímetro quadrado (kgf/cm<sup>2</sup>);

**D** é a Diâmetro interno do tubo, expresso em milímetros (mm).

### 7.1.7 Parâmetros Aplicáveis ao Dimensionamento

- A pressão de entrada, na instalação a ser considerada no cálculo, deve ser obtida junto à Concessionária ou conforme valores de saída dos reguladores de pressão previstos na instalação.
- O poder calorífico inferior (PCI) do gás natural, a ser adotado nos cálculos deve ser de 8.600kcal/m<sup>3</sup>.
- Nos pontos de utilização admite-se a ocorrência de oscilações momentâneas de pressão entre mais 15% e menos 25%.
- Aparelhos, cujos fabricantes recomendam diferentes pressões nominais do gás, não podem ser abastecidos pelo mesmo regulador de último estágio.
- No dimensionamento da rede de distribuição interna, devem ser consideradas ainda, as seguintes condições:
  - a. Perda de carga máxima admitida igual a 10% da pressão de operação, para rede com pressão de operação até 7,5kPa.
  - b. Perda de carga máxima admitida igual a 30% da pressão de operação, para rede com pressão de operação acima de 7,5kPa.
  - c. Deve ser respeitada a faixa de pressão de funcionamento dos aparelhos previstos nos pontos de utilização.
  - d. A velocidade máxima admitida para as redes é de 20m/s.

### 7.1.8 Exemplo de Cálculo para Residência Unifamiliar

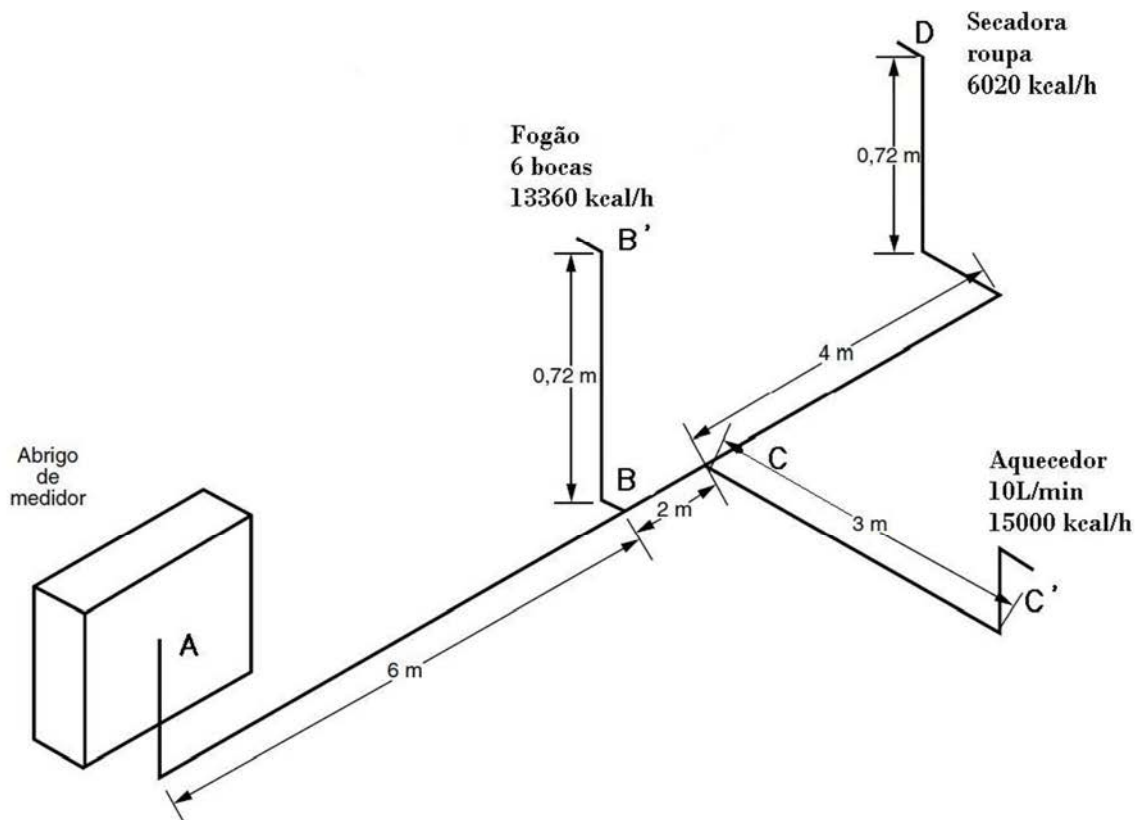
A rede de distribuição interna deve ser dimensionada para alimentação dos seguintes aparelhos a gás:

- Um fogão de seis bocas com forno;
- Um aquecedor de passagem com capacidade de vazão de água de 10 litros/min;
- Uma secadora de roupa.

Os parâmetros para dimensionamento são os seguintes:

- Utilização de gás natural;
- Rede construída com tubos de cobre rígido, classe E;
- Pressão de operação de 2,5kPa.

Abaixo segue desenho isométrico com detalhes da estrutura da rede de distribuição interna:



**Figura 33:** Isométrico de rede de distribuição interna.

O dimensionamento é realizado através das seguintes etapas:

- Identifica-se a potência dos aparelhos a gás;
- Calcula-se a potência adotada;
- Determinam-se as vazões em cada trecho, utilizando-se PCI de 8600 kcal/m<sup>3</sup>;
- Determina-se o comprimento total, somando os trechos: horizontal e vertical e as referidas perdas de carga localizadas (comprimentos equivalentes), conforme apresentado nas tabelas abaixo. Para as perdas localizadas são apresentados os comprimentos equivalentes obtidos junto ao fabricante;
- Utiliza-se o diâmetro interno dos tubos;
- Determinam-se o diâmetro nominal mínimo e as pressões.



POTÊNCIA COMPUTADA DOS APARELHOS		
Aparelhos a Gás	Potência Computada (kW)	Potência Computada (kcal/h)
Fogão com seis bocas e um forno	15,6	13390
Aquecedor de passagem 10 litros/min	17,4	15000
Secadora de roupas	7,0	6020

POTÊNCIA ADOTADA			
Trecho	Potência Computada (kcal/h)	Fator de Simultaneidade (%)	Potência Computada (kcal/h)
AB	34410	100,0	34410
BC	21020	100,0	21020
CD	6020	100,0	6020
BB'	13390	100,0	13390
CC'	15000	100,0	15000

**Nota:** Para uma unidade habitacional não se aplica fator de simultaneidade. Portanto, a potência adotada é igual a potência computada.

VAZÕES TRECHO A TRECHO		
Trecho	Aparelhos a gás a jusante	Vazão do gás (m <sup>3</sup> /h)
AB	Fogão, aquecedor de passagem e secadora de roupa	4,0
BC	Aquecedor de passagem e secadora de roupa	2,44
CD	Máquina secadora de roupa	0,70
BB'	Fogão	1,56
CC'	Aquecedor de passagem	1,74

COMPRIMENTO EQUIVALENTE			
Diâmetro nominal (mm)	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Tê
15	1,1	0,4	2,3
22	1,2	0,5	2,4
28	1,5	0,7	3,1
35	2,0	1,0	4,6

Obs: Dimensões em metros.

COMPRIMENTO EQUIVALENTE POR TRECHO	
Trecho	Conexões por Trecho
AB	1 cot e 1 te
BC	1 te
CD	2 cot
BB'	2 cot
CC'	3 cot

DIÂMETROS ADOTADOS PARA O CÁLCULO		
Diâmetro Nominal	Espessura (mm)	Diâmetro Interno (mm)
15	0,50	14,0
22	0,60	20,8
28	0,60	26,8
35	0,70	33,6

Uma planilha de resumo do dimensionamento com detalhamento dos cálculos é apresentada abaixo:

DIÂMETRO FINAL	
Trecho	Diâmetro Nominal
AB	22
BC	15
CD	15
BB'	15
CC'	15

PLANILHA DE RESUMO - DIMENSIONAMENTO DE CASA										
Trecho	Potência Computada (kcal/h)	F.S. %	Potência Adotada (kcal/h)	Vazão do GN (m³/h)	L (m)	Leq (m)	Lt(m)= L(m)+ Leq(m)	Pi (kPa)	Diâmetro (mm)	Pf (kPa)
AB	34 410	100,0	34 410	4,00	6,00	3,6	9,6	2,50	20,8	2,42
BC	21 020	100,0	21 020	2,44	2,00	2,3	4,3	2,42	14,0	2,33
CD	6 020	100,0	6 020	0,70	4,72	2,2	6,92	2,33	14,0	2,40
BB'	13 390	100,0	13 390	1,56	0,72	2,2	2,92	2,42	14,0	2,40
CC'	15 000	100,0	15 000	1,74	3,00	3,3	6,3	2,33	14,0	2,26