

5 DIMENSIONAMENTO



The background features a close-up of a calculator on the left and a document with financial data on the right. The document contains a table with two columns of numbers. The calculator has buttons for DSP, PRT, EXIT, and various mathematical symbols.

339 970	373 967
56 969	804 029
817	1 296 731
58	1 859 317
	2 499 808
	3 227 076
	4 050 935
	R 28 331

sulgas

5.1 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DA INSTALAÇÃO PREDIAL

5.1.1 INTRODUÇÃO

O dimensionamento das tubulações da instalação predial segue a metodologia (rotina) abaixo:

- Pré-requisito: tipologia construtiva definida - capítulo 3
- Pré-requisito: pressão de operação definida - Item 4.3.1
- Calcular a vazão de cada economia ou comércio - Item 5.1.3
- Definir os parâmetros para dimensionamento - Item 5.1.4
- Calcular a perda de carga na instalação.
- Calcular a vazão em cada trecho da rede.
- Calcular os diâmetros.

5.1.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As tubulações de gás são dimensionadas por meio das metodologias clássicas (método dos comprimentos reais e equivalentes).

O Item 5.1.5 descreve de forma didática a metodologia (rotina) de dimensionamento e o Item 5.1.6 ilustra dois exemplos de dimensionamento:

- Exemplo 1: Dimensionamento para edificação unifamiliar.
- Exemplo 2: Dimensionamento para edificação multifamiliar.

Seguem os principais aspectos técnicos a serem considerados:

- O ramal externo é dimensionado pela SULGÁS.

- A pressão de entrega do gás combustível deve seguir a Tabela 4.1.
- Para o gás natural, devem ser adotados os seguintes dados:
 - PCI – poder calorífico inferior do gás natural = 8600 kcal/m³.
 - Densidade relativa ao ar (0,6).
- A potência nominal dos aparelhos a gás pode ser obtida junto ao fabricante do aparelho a ser instalado ou na Tabela 5.1.
- É proibido o abastecimento de aparelhos a gás pelo mesmo regulador de último estágio, quando recomendado pelos fabricantes diferentes pressões de operação para cada um dos aparelhos a gás.
- No dimensionamento da rede de distribuição interna, devem ser utilizados os seguintes parâmetros:
 - O diâmetro nominal mínimo admitido nas tubulações é de 15 mm ou 1/2".
 - Perda de carga máxima admitida para trecho de rede que alimenta diretamente um aparelho a gás: 10 % da pressão de operação, devendo ser respeitada a faixa de pressão de funcionamento do aparelho a gás.
 - Perda de carga máxima admitida para trecho de rede que alimenta um regulador de pressão: 30 % da pressão de operação, devendo ser respeitada a faixa de pressão de funcionamento do regulador de pressão.
 - A pressão no final do trecho que alimenta o aparelho a gás deve estar dentro da faixa indicada pelo fabricante; além disso, sugere-se a verificação de oscilações

momentâneas da pressão final, considerando a variação entre mais 15% e menos 25% da pressão final.

- Velocidade máxima admitida para o gás nas tubulações: 20 m/s.
- Para trechos verticais ascendentes, deve-se considerar um ganho de pressão de 0,0049 kPa (0,5 mmca) para cada metro do referido trecho.
- Para trechos verticais descendentes, deve-se considerar 0,0049 kPa (0,5 mmca) de perda de pressão para cada metro do referido trecho.

5.1.3 CÁLCULO DA VAZÃO

O cálculo da vazão de cada economia, comercial ou residencial, deve ser feito considerando-se o consumo de cada aparelho; sempre que possível deve-se adotar o valor com base nos dados fornecidos pelo fabricante do equipamento.

Na falta desses dados, recomenda-se a utilização Tabela 5.1., porém os valores expressos nessa tabela podem apresentar variações em relação aos dados do fabricante.

Tabela 5.1. Potência nominal dos aparelhos a gás - Fonte ABNT NBR 15526

APARELHOS DE GÁS	CARACTERÍSTICAS	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kW)	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kcal/h)
Fogão duas bocas	Portátil	2,90	2.495
Fogão duas bocas	De bancada	3,60	3.097
Fogão quatro bocas	Sem forno	8,10	6.967

APARELHOS DE GÁS	CARACTERÍSTICAS	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kW)	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kcal/h)
Fogão quatro bocas	Com forno	10,80	9.289
Fogão cinco bocas	Sem forno	11,60	9.977
Fogão cinco bocas	Com forno	15,60	13.391
Fogão seis bocas	Sem forno	11,60	9.977
Fogão seis bocas	Com forno	15,60	13.391
Forno	De parede	3,50	3.010
Aquecedor de passagem	6 L/min	10,50	9.000
Aquecedor de passagem	8 L/min	14,00	12.000
Aquecedor de passagem	10 L/min	17,40	15.000
Aquecedor de passagem	12 L/min	20,90	18.000
Aquecedor de passagem	15 L/min	25,60	22.000
Aquecedor de passagem	18 L/min	30,20	26.500
Aquecedor de passagem	25 L/min	41,90	36.000
Aquecedor de passagem	30 L/min	52,30	45.500
Aquecedor de passagem	35 L/min	57,00	49.000
Aquecedor de acumulação	50 L	5,10	4.360
Aquecedor de acumulação	75 L	7,00	6.003
Aquecedor de acumulação	100 L	8,20	7.078
Aquecedor de acumulação	150 L	9,50	8.153
Aquecedor de acumulação	200 L	12,20	10.501
Aquecedor de acumulação	300 L	17,40	14.998
Secadora	De roupa	7,00	6.020

APARELHOS DE GÁS	CARACTERÍSTICAS	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kW)	POTÊNCIA NOMINAL MÉDIA (kcal/h)
<p>NOTA Para aparelhos a gás não citados nesta Tabela, como chapas, assadeiras, fritadeiras, churrasqueiras, cafeteiras, aquecedores de água, geradoras de água quente, aquecedores de ambiente, lareiras, máquinas de lavar e secar roupa, geladeiras e freezers, entre outros, deve-se considerar a informação do fabricante.</p>			

5.1.4 PARÂMETROS PARA O DIMENSIONAMENTO

5.1.4.1 PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

O projetista pode adotar valores fornecidos pelos fabricantes das conexões. Na falta desses dados, poderá ser utilizada:

- Sistema em aço galvanizado – item a);
- Sistema em cobre – item b);
- Sistema em multicamada – item c).

a) Sistema em aço galvanizado

Deve-se considerar as conexões como um trecho de tubulação.

O comprimento a ser considerado para cada tipo de conexão e o diâmetro é informado pelo fabricante, e na falta desta informação, deve-se considerar a Tabela 5.2.

Tabela 5.2. Comprimentos equivalentes em metros - Aço galvanizado

DIÂMETRO NOMINAL		COTOVELO 90°	COTOVELO 45°	TÊ 90° FLUXO RETO	TÊ 90° FLUXO EM ÂNGULO	TÊ 90° FLUXO DUPLO	VÁLVULA ESFERA
Pol.	mm						
1/2	15	0,47	0,22	0,08	0,69	0,83	0,1
3/4	20	0,70	0,32	0,12	1,03	1,25	0,2
1	25	0,94	0,43	0,17	1,37	1,66	0,3
1 1/4	32	1,17	0,54	0,21	1,71	2,08	0,4
1 1/2	40	1,41	0,65	0,25	2,06	2,50	0,7
2	50	1,88	0,86	0,33	2,74	3,33	0,8
2 1/2	65	2,35	1,08	0,41	3,43	4,16	0,8
3	80	2,82	1,30	0,50	4,11	4,99	0,9
4	100	3,76	1,73	0,66	5,49	6,65	1,0
6	150	5,64	2,59	0,99	8,23	9,98	1,2

b) Sistema em cobre rígido

Deve-se considerar as conexões como um trecho de tubulação.

O comprimento a ser considerado para cada tipo de conexão e o diâmetro é informado pelo fabricante, e na falta desta informação, deve-se considerar a Tabela 5.3.

Tabela 5.3. Comprimentos equivalentes em metros – Cobre

DIÂMETRO NOMINAL		COTOVELO 90°	COTOVELO 45°	TÊ 90° FLUXO RETO	VÁLVULA ESFERA
Pol.	mm				
3/8	10	1,1	0,4	2,3	0,1
1/2	15	1,1	0,4	2,3	0,1
3/4	22	1,2	0,5	2,4	0,2
1	28	1,5	0,7	3,1	0,3
1 1/4	35	2,0	1,0	4,6	0,4
1 1/2	42	3,2	1,0	7,3	0,7
2	54	3,4	1,3	7,6	0,8
2 1/2	66	3,7	1,7	7,8	0,8
3	79	3,9	1,8	8,0	0,9
4	104	4,3	1,9	8,3	1,0

c) Sistema em multicamada

No sistema multicamada não temos uma tabela de comprimento equivalente para cada tipo de conexão. A perda de carga de cada conexão varia em função do diâmetro e do fabricante.

Cada um dos fabricantes possui uma ferramenta de dimensionamento única, aplicável somente para o sistema deste fabricante.

Então, a perda de carga, assim como o dimensionamento para a implantação de um sistema multicamada depende de quem seja o fornecimento dos tubos e das conexões.

5.1.4.2 DIÂMETROS INTERNOS

No dimensionamento deve ser utilizada a área de passagem do gás, ou seja, a área calculada com o diâmetro interno.

Então, independentemente do tipo de sistema (aço, cobre, multicamada, polietileno ou outro) deve ser utilizado o diâmetro interno.

A seguir encontram-se os diâmetros internos dos sistemas mais comumente utilizados em instalações internas.

a) Sistema em aço galvanizado

Os diâmetros internos para o sistema galvanizado devem ser obtidos junto a norma do sistema que será utilizado.

Segue a tabela de diâmetros para tubos de aço conforme ABNT NBR 5590

Tabela 5.4. Diâmetros internos de tubos de aço - NBR 5590 Grau A SCH 40

DIÂMETRO EXTERNO		DIÂMETRO INTERNO
10 (3/8")	17,20 mm	12,6 mm
15 (1/2")	21,30 mm	15,8 mm
20 (3/4")	26,70 mm	21,0 mm
25 (1")	33,40 mm	26,6 mm
32 (1 1/4")	42,20 mm	35,1 mm

DIÂMETRO EXTERNO		DIÂMETRO INTERNO
40 (1 1/2")	48,30 mm	40,9 mm
50 (2")	60,30 mm	52,5 mm
65 (2 1/2")	73,00 mm	62,7 mm
80 (3")	88,90 mm	77,9 mm
90 (3 1/2")	101,60 mm	90,1 mm
100 (4")	114,30 mm	102,3 mm
150 (6")	168,30 mm	154,1 mm

b) Sistema em cobre rígido

Os diâmetros internos para o sistema em cobre rígido devem ser obtidos junto a norma do sistema que será utilizado.

Segue a tabela de diâmetros para tubos de cobre conforme ABNT NBR 13206

Tabela 5.5. Diâmetros internos de tubos de cobre - NBR 13206

DIÂMETRO EXTERNO		DIÂMETRO INTERNO mm	
Nominal mm (pol.)	Real mm	MÉDIO classe A	PESADO classe I
10 (3/8")	9,52	7,9	7,5
15 (1/2")	15,00	13,4	13,0
22 (3/4")	22,00	20,2	19,8

28 (1")	28,00	26,2	25,6
35 (1 1/4")	35,00	32,8	32,2
42 (1 1/2")	42,00	39,8	39,2
54 (2")	54,00	51,6	51,0
66 (2 1/2")	66,70	64,3	63,7
79 (3")	79,40	76,4	75,6
104 (4")	104,80	101,8	100,8

c) Sistema em multicamada

Os diâmetros internos para o sistema em multicamada devem ser obtidos junto ao fabricante do sistema que será utilizado.

As normas para sistema multicamada ABNT, ISO e outras não estabelecem um valor para cada diâmetro nominal, há diferenças entre os vários fabricantes.

Deve-se buscar para a implantação de um sistema multicamada o diâmetro junto ao fornecedor dos tubos e das conexões.

5.1.4.3 FATOR DE SIMULTANEIDADE

Para a utilização do fator de simultaneidade para a determinação da vazão ou da potência a ser considerada no dimensionamento das tubulações, as seguintes condições devem ser observadas:

- O fator de simultaneidade não se aplica ao dimensionamento de uma única unidade residencial.

- O fator de simultaneidade aplica-se a duas ou mais unidades residenciais.
- O fator de simultaneidade não se aplica a caldeiras e outros aparelhos a gás de grande consumo, estes devem ser tratados isoladamente, considerando-se a vazão máxima de cada aparelho para o dimensionamento da instalação (exemplos: caldeiras, geradoras de água quente, geradoras de vapor, aquecedores de passagem de grande vazão (superior a 30 l/min) e outros.
- O fator de simultaneidade não se aplica a edificações comerciais. Para estes casos, utiliza-se a vazão máxima de cada aparelho para o dimensionamento da instalação.
- O fator de simultaneidade pode ser obtido através das seguintes equações, que são aplicadas conforme a vazão no trecho:

VAZÃO Kcal/h	EQUAÇÃO CÁLCULO DE F
$C < 21000$	$F = 100$
$21.000 \leq C < 576.720$	$F = 100 / [1 + 0,001 * (C/60 - 349) ^ 0,8712]$
$576.720 \leq C < 1.200.000$	$F = 100 / [1 + 0,4705 * (C/60 - 1,055) ^ 0,19931]$
$C > 1.200.000$	$F = 23$

Fonte: ABNT NBR 15526

VAZÃO KWh	EQUAÇÃO CÁLCULO DE F
$C < 24,43$	$F = 100$
$24,43 \leq C1 < 670,9$	$F = 100 / [1 + 0,01016 * (C1/60 - 24,37) ^ 0,8712]$
$670,9 \leq C1 < 1.396$	$F = 100 / [1 + 0,7997 * (C1/60 - 73,67) ^ 0,19931]$
$C1 > 1.396$	$F = 23$

Fonte: ABNT NBR 15526

5.1.4.4 CÁLCULO DA POTÊNCIA OU VAZÃO ADOTADA

Apurar a potência computada (C) a ser instalada no trecho considerado, através do somatório das potências nominais dos aparelhos a gás por ele supridos.

Permite-se, para cálculo do consumo da rede de distribuição interna comum a várias unidades habitacionais, utilizar o fator de simultaneidade (F) demonstrado abaixo. Cabe ao projetista verificar as condições prováveis da utilização dos aparelhos a gás e possíveis expansões de utilizações para decidir sobre qual valor será utilizado no fator de simultaneidade, sendo permitido como valor mínimo o valor calculado a partir da fórmula apresentada abaixo. O fator de simultaneidade não se aplica ao dimensionamento das tubulações da unidade domiciliar.

Calcular a potência adotada (A), multiplicando-se o fator de simultaneidade (F) pela potência computada (C), conforme segue:

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

Onde:

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

F → É o fator de simultaneidade (adimensional)

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

5.1.4.5 CÁLCULO DA PERDA DE CARGA

Para redes de gás cuja pressão de operação máxima é 96,5 kPa (14 psig), recomenda-se o uso da equação de Renouard:

$$P1_{abs}^2 - P2_{abs}^2 = 410642 * S * L * \frac{Q^{1,82}}{D_i^{4,82}}$$

Para redes em baixas pressões de até (250 mmca), recomenda-se o uso da equação de Lacey:

$$H = \frac{206580 * Q^{1,8} * S^{0,8} * L}{D_i^{4,8}}$$

Onde:

Q → Vazão do gás a 20°C e 1 atm (m^3/h)

D_i → Diâmetro interno do tubo (mm)

H → Perda de carga do trecho ($mmca$)

L → Comprimento do trecho da tubulação (m)

S → Densidade relativa do gás em relação ao ar (adimensional) = 0,6

$P1_{abs}$ → Pressão absoluta de entrada de cada trecho (kPa)

$P2_{abs}$ → Pressão absoluta de saída de cada trecho (kPa)

5.1.4.6 CÁLCULO DA VELOCIDADE

$$V = \frac{354 * Q}{(P_m + 1,033) * D_i^2}$$

Onde:

V → Velocidade do gás (m/s)

Q → Vazão (m^3/h)

P_m → Pressão absoluta no final do trecho (bar)

D_i → Diâmetro interno da tubulação (mm)

5.1.5 PROCEDIMENTO PARA DIMENSIONAMENTO

A Tabela 5.6 ilustra os vários passos para o dimensionamento de uma rede interna de distribuição de gás natural.

Tabela 5.6. Rotina para dimensionamento

PASSO	ATIVIDADE
1º	Uma vez escolhido o posicionamento dos aparelhos na economia e os locais para a instalação de equipamentos, preparar o esquema isométrico da rede e numerar sequencialmente cada nó ou ponto de utilização, partindo do ponto imediatamente a jusante do regulador.
2º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha.
3º	Inserir a potência em kcal/h para cada trecho, utilizando informações dos fabricantes ou dados expostos na Tabela 5.1.
4º	Calcular o fator de simultaneidade para cada trecho, utilizando as fórmulas apresentadas no Item 5.1.4.4
5º	Calcular a potência adotada em kcal/h para cada trecho.
6º	Calcular a vazão adotada em m^3/h para cada trecho, dividindo a potência adotada de cada trecho por 8.600 (valor relativo ao PCI do gás natural em kcal/h na condição de 20 °C e 1 atm).

PASSO	ATIVIDADE
7º	Preencher com o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado.
8º	Determinar o comprimento equivalente por meio de valores fornecidos pelos fabricantes das conexões ou utilizar os dados da Tabela 5.2 ou Tabela 5.3.
9º	Calcular o comprimento total da tubulação para cada trecho, somando o comprimento real e o comprimento equivalente.
10º	Adotar diâmetros iniciais, objetivando verificar o atendimento da instalação às condições dispostas no Item 5.1.4
11º	Determinar a pressão inicial de cada trecho (não será considerada a perda de carga dos medidores).
12º	Calcular a perda de carga em cada trecho, utilizando as fórmulas do Item 5.1.4.5, e somar para trechos verticais ascendentes um ganho de pressão de 0,0049 kPa (0,5 mmca) para cada metro; e para trechos verticais descendentes, subtrair 0,0049 kPa (0,5 mmca) de perda de pressão para cada metro.
13º	Calcular a pressão final, levando em conta as perdas de cargas calculadas.
14º	Se a perda de carga total do trecho ou a velocidade for superior ao descrito no Item 5.1.4, repetir os passos 10º ao 14º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação em cada trecho.

A Tabela 5.7 representa uma planilha para a execução do dimensionamento de uma rede de distribuição interna de gás cujas colunas são referidas na Tabela 5.9. O Item 5.1.6 apresenta dois

exemplos resolvidos de dimensionamento de uma rede de distribuição interna de gás natural com a utilização dessa planilha.

Tabela 5.7. Planilha sugerida para o dimensionamento de uma instalação de gás

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final		Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca/mm	m/s

5.1.6 EXEMPLOS DE DIMENSIONAMENTO

Este item exemplifica dois dimensionamentos da rede de distribuição interna residencial:

- **Exemplo 1: Dimensionamento para edificação unifamiliar.**

Este dimensionamento de uma rede de distribuição esta realizada para duas condições: sistema em cobre rígido e sistema em multicamada.

- **Exemplo 2: Dimensionamento para edificação multifamiliar.**

Este dimensionamento de uma rede de distribuição esta realizada para duas condições: sistema em aço galvanizado e sistema em multicamada.

5.1.6.1 EXEMPLO 1: DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÃO PARA EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR

Dados da instalação:

Isométrico e dimensões: conforme a Figura 5-a.

Pressão de operação: 250 mmca

Pressão de dimensionamento 200 mmca

Material da tubulação a ser utilizado: sistema cobre classe A e sistema multicamada.

Aparelhos a gás utilizados na residência:

- Fogão de 6 bocas com forno;
- Aquecedor de água de passagem de capacidade de 10 l/min;
- Secadora de roupa.

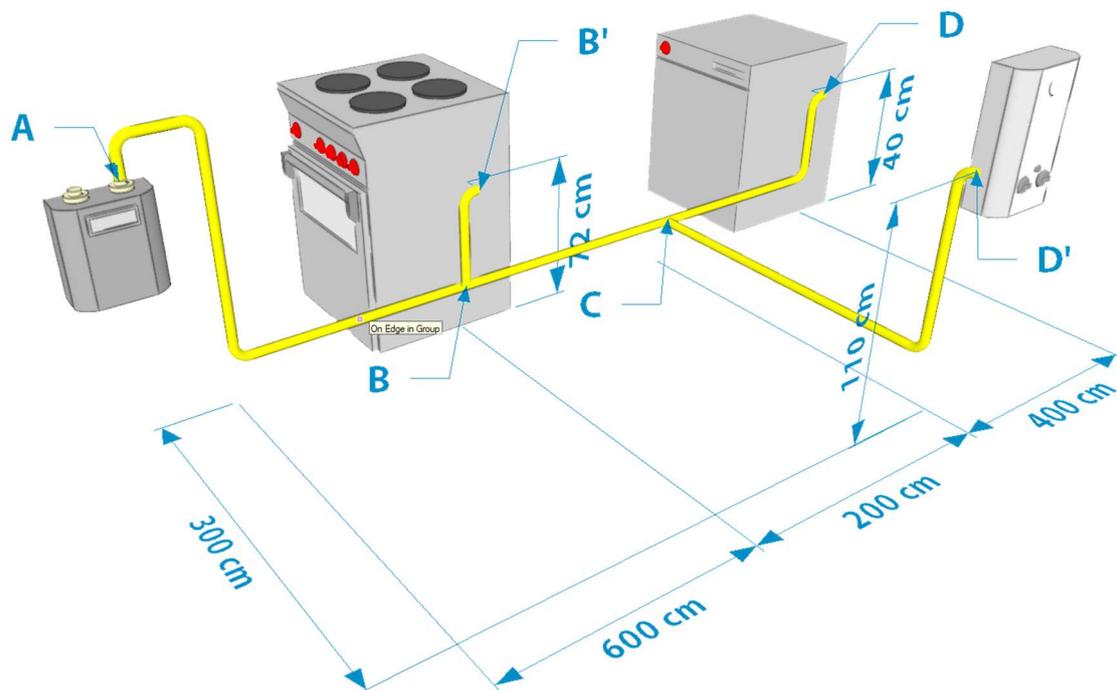


Figura 5-a. Edificação unifamiliar

Dados dos aparelhos:

Potência nominal dos aparelhos utilizados, obtidos da Tabela 5.1.

Tabela 5.8. Potência dos aparelhos utilizados

APARELHOS	POTÊNCIA (kcal/h)
Fogão de 6 bocas com forno	13.390
Aquecedor de passagem de 10 L/min	15.000
Secadora de roupas	6.020

Dados da tubulação:

Será utilizada tubulação de cobre rígida classe A, de acordo com Tabela 4.3.

Potência por trechos da tubulação:

Conforme a Figura 5-a , a instalação foi dividida nos trechos AB, BB', BC, CD e CD'.

As potências (vazões) em cada trecho são:

Tabela 5.9. Cálculo da potência de cada trecho

TRECHO	APARELHO A JUSANTE	POTÊNCIA (kcal/h)
AB	Fogão 6B + Aquecedor 10 L + Secadora	34.410
BB'	Fogão 6B	13.390
BC	Aquecedor + Secadora	21.020
CD'	Aquecedor	15.000
CD	Secadora	6.020

Dimensionamento para sistema em cobre rígido

As tabelas abaixo ilustram as várias etapas do dimensionamento por meio de tentativas, de acordo com a metodologia explicitada anteriormente.

Considerações:

Não utilizar o fator de simultaneidade para os trechos BB', CC' e CD, pois estes fornecem gás para um único equipamento. A potência adotada é a potência instalada.

- Comprimento equivalente do trecho AB: 3 cotovelos + 1 Tê.
- Comprimento equivalente do trecho BB': 1 cotovelos + 1 válvula.
- Comprimento equivalente do trecho BC: 1 Tê.
- Comprimento equivalente do trecho CD: 2 cotovelos + 1 válvula.
- Comprimento equivalente do trecho CD': 2 cotovelos + 1 válvula.

Tentativa 1:

Tabela 5.10. Dimensionamento de instalações de gás - Tentativa 1

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final	DP/comprimento total	Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca /mm	m/s
AB	34.410	100	34.410	4,00	6	5,6	11,60	10	7,92	0,00	200	937,82			21,86
BB'	13.390	100	13.390	1,56	0,72	1,2	1,92	10	7,92	0,36					
BC	21.020	100	21.020	2,44	2	2,3	4,30	10	7,92	0,00					
CD'	15.000	100	15.000	1,74	4,1	2,3	6,40	10	7,92	0,55					
CD	6.020	100	6.020	0,70	4,4	2,3	6,70	10	7,92	0,20					

Para os trechos verticais ascendentes, foi considerado um ganho de pressão de 0,5 mmca para cada metro.

Conclusões da tentativa 1:

- Os diâmetros escolhidos não atendem às exigências do item 1.1.2, uma vez que a perda de carga máxima admitida para cada trecho é de 20 mmca.
- O diâmetro escolhido não atende às exigências do item 1.1.2 com relação à velocidade máxima.

Tentativa 2:

Tabela 5.11. Dimensionamento de instalações de gás - Tentativa 2

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final	DP/comprimento total	Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca /mm	m/s
AB	34.410	100	34.410	4,00	6	5,6	11,60	15	13,4	0,00	200	<u>75,14</u>	124,86	6,48	7,64
BB'	13.390	100	13.390	1,56	0,72	1,2	1,92	15	13,4	0,36	124,86	1,91	122,94	1,00	2,97
BC	21.020	100	21.020	2,44	2	2,3	4,30	15	13,4	0,00	124,86	<u>11,47</u>	113,38	2,67	4,66
CD'	15.000	100	15.000	1,74	4,1	2,3	6,40	15	13,4	0,55	113,38	8,75	104,63	1,37	3,33
CD	6.020	100	6.020	0,70	4,4	2,3	6,70	15	13,4	0,20	113,38	1,68	111,70	0,25	1,34

Para os trechos verticais ascendentes, foi considerado um ganho de pressão de 0,5 mmca para cada metro.

Conclusão da tentativa 2:

- O diâmetro escolhido não atende aos parâmetros estabelecidos, uma vez que a perda de carga máxima admitida para cada trecho (20 mmca) é superada, conforme descrito abaixo:
- O diâmetro escolhido atende às exigências com relação à velocidade máxima.

Avaliando-se a coluna referente à perda de carga por comprimento, verificamos que o AB e o trecho BC são os trechos de maior perda de pressão; portanto, deve-se adotar um diâmetro maior para estes trechos da tubulação e recalcular.

Tentativa 3:

Tabela 5.12. Dimensionamento de instalações de gás - Tentativa 3

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final	DP/comprimento total	Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca /mm	m/s
AB	34.410	100	34.410	4,00	6	6	12,00	22	20,8	0	200	9,42	190,58	0,78	3,17
BB'	13.390	100	13.390	1,56	0,72	1,2	3,02	15	14	0,36	190,58	2,54	190,21	0,84	2,72
BC	21.020	100	21.020	2,44	2	2,4	4,40	22	20,8	0	190,58	1,42	190,41	0,32	1,94
CD'	15.000	100	15.000	1,74	4,1	2,3	6,40	15	14	0,55	190,41	6,99	183,68	1,09	3,05

CD	6.020	100	6.020	0,70	4,4	2,3	6,70	15	14	0,2	190,41	1,33	189,08	0,20	1,22
----	-------	-----	-------	------	-----	-----	------	----	----	-----	--------	------	--------	------	------

Para os trechos verticais ascendentes, foi considerado um ganho de pressão de 0,5 mmca para cada metro.

Conclusão da tentativa 3:

O diâmetro escolhido atende aos parâmetros exigidos.

trecho AB' – 11,96 mmca (9,42 + 2,54);

trecho AC' – 17,83 mmca (9,42 + 1,42 + 6,99);

trecho AD – 12,17 mmca (9,42 + 1,42 + 1,33).

O diâmetro escolhido atende às exigências com relação à velocidade máxima.

Diâmetros adotados para o sistema em cobre:

A tabela com os resultados está depois do dimensionamento com sistema multicamada.

Dimensionamento para sistema multicamada

Em função da condição da não existência de uma padronização de diâmetros interno e perdas de carga em conexões, o dimensionamento deve ser realizado com ferramentas de cálculo dispostas pelo fabricante do sistema que vai ser aplicado.

Para este exemplo utilizamos as planilhas fornecidas pelo fabricante Emmeti®, para o sistema cripado.

Resultado

DIMENSIONAMENTO DA REDE ENTRE O EQUIPAMENTO AO APARELHO DE CONSUMO																
														Pressão após o regulador de estágio	2,00	kPa
TRECHO INICIAL	TRECHO FINAL	POTÊNCIA TOTAL INSTALADA	VAZÃO ADOTADA	COMPRIMENTO LINEAR	MODELO DE CONEXÃO	COMPRIMENTO TOTAL	DIÂMETRO EXTERNO	PRESSÃO INICIAL	TRECHO ASCENDENTE (+) OU DESCENDENTE (-)	PERDA DE PRESSÃO	PRESSÃO FINAL	VELOCIDADE	CONSIDERAÇÕES	PRESSÃO NO PONTO DE CONSUMO		
		(Kcal/h)	(m³/h)	(m)		(m)	(mm)	(kPa)	(m)	(kPa)	(kPa)	(m/s)	OBSERVAÇÕES	PRESSÃO		
A	B	34.410	4,00	6,00	TEE - Passagem Direta	6,93	26	2,00	0,00	0,08	1,92	3,54	Velocidade OK	-		
B	1	13.390	1,56	0,72	Cotovelo Fêmea	1,48	20	1,92	0,36	0,01	1,92	2,15	Velocidade OK	1,92		
B	C	21.020	2,44	2,00	TEE - Passagem Angular	2,85	20	1,92	0,00	0,03	1,89	3,38	Velocidade OK	-		
C	2	15.000	1,74	4,10	Cotovelo Fêmea	4,88	20	1,89	0,55	0,03	1,87	2,41	Velocidade OK	1,87		
C	3	6.020	0,70	4,40	Cotovelo Fêmea	5,02	20	1,89	0,20	0,00	1,89	0,97	Velocidade OK	1,89		
F	G	0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	0,00	-	0,00	Velocidade OK	-		
G	H	0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	0,00	-	0,00	Velocidade OK	-		
H	I	0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	0,00	-	0,00	Velocidade OK	-		
I	J	0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	0,00	-	0,00	Velocidade OK	-		

PERDA DE CARGA MÁXIMA ADMISSÍVEL:
0,20 (kPa)

PRESSÃO MÍNIMA NO PONTO DE CONSUMO (kPa): **1,80**

Conclusão e comparativo

A tabela a seguir apresenta os diâmetros adotados para cada trecho:

Tabela 5.13. Diâmetro adotados - Exemplo 1

TRECHO	DN (mm)	
	Sistema cobre rígido	Sistema multicamada Emmeti®
AB	22	26
BB'	15	20
BC	22	20
CD'	15	20
CD	15	20

CONCLUSÃO:

NÃO É SOMENTE UMA ADOÇÃO DE DIÂMETROS. O EXEMPLO MOSTRA QUE SEMPRE DEVE SER REALIZADO O DIMENSIONAMENTO PARA O SISTEMA QUE SERÁ EMPREGADO.

5.1.6.2 EXEMPLO 2: DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÃO PREDIAL

a) Dados da instalação

Isométrico e dimensões - Figura 5-b.

4 Economias por andar, 10 pavimentos.

Pressão de operação: 250 mmca

Pressão de dimensionamento 200 mmca.

Material da tubulação: sistema aço galvanizado NBR 5580 – classe M e sistema multicamada cripado.

Aparelhos a gás utilizados na residência:

- Fogão de 4 bocas com forno;
- Aquecedor de água de passagem de capacidade de 6 l/min.

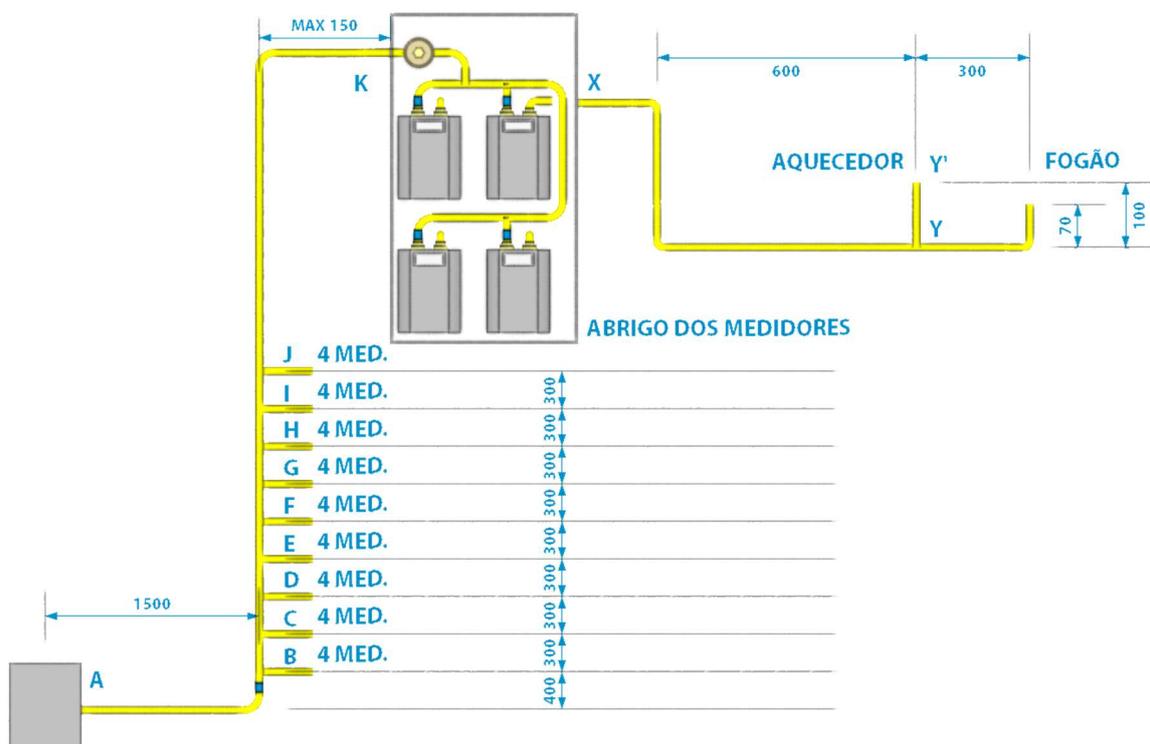


Figura 5-b. Edificação multifamiliar

b) Dados dos aparelhos

Aparelhos utilizados por economia (potências obtidas da tabela)

Tabela 5.14. Potência nominal dos aparelhos utilizados.

APARELHOS	POTÊNCIA (kcal/h)
Fogão de 4 bocas com forno	9.288
Aquecedor de passagem de 6 L/min	9.000

c) Potências por trechos da tubulação:

A instalação foi dividida em:

- Prumada coletiva: trechos AB, BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK e KX;
- Instalação interna da economia: trechos XY, YZ e YY'.

Foram calculadas as respectivas potências, conforme ilustrado na tabela a seguir.

Tabela 5.15. Cálculo das potências para cada trecho

TRECHO	APARELHOS A JUSANTE	POTÊNCIA (kcal/h)
AB	Fogão 4B + aquecedor – 40 economias	731.520
BC	Fogão 4B + aquecedor – 36 economias	658.368
CD	Fogão 4B + aquecedor – 32 economias	585.216
DE	Fogão 4B + aquecedor – 28 economias	512.064
EF	Fogão 4B + aquecedor – 24 economias	438.912
FG	Fogão 4B + aquecedor – 20 economias	365.760
GH	Fogão 4B + aquecedor – 16 economias	292.608
HI	Fogão 4B + aquecedor – 12 economias	219.456
IJ	Fogão 4B + aquecedor – 8 economias	73.152
JK	Fogão 4B + aquecedor – 4 economias	73.152

TRECHO	APARELHOS A JUSANTE	POTÊNCIA (kcal/h)
KX	Fogão 4B + aquecedor – 4 economias	73.152
XY	Fogão 4B + aquecedor	18.288
YZ	Fogão 4B	9.288
YY'	Aquecedor	9.000

d) Dimensionamento para sistema em aço galvanizado

As tabelas abaixo ilustram as várias etapas do dimensionamento por meio de tentativas, de acordo com a metodologia explicitada anteriormente.

Considerações:

Não utilizar o fator de simultaneidade para os trechos YZ e YY', pois estes fornecem gás para um único equipamento. A potência adotada é a potência instalada.

Comprimento equivalente do trecho AB: 2 cotovelos + 1 válvula + 1 tê.

Comprimento equivalente do trecho BC; CD; DE; EF; FG; GH; HI; IJ: 1 tê.

Comprimento equivalente do trecho JK: 1 cotovelo.

Comprimento equivalente do trecho KX: 3 tê + 1 cotovelos + 1 válvula.

Comprimento equivalente do trecho XY: 3 cotovelos + 1 tê.

Comprimento equivalente do trecho YZ: 2 cotovelos + 1 válvula.

Comprimento equivalente do trecho YY': 1 cotovelo + 1 válvula.

Tabela 5.16. Dimensionamento de instalações de gás - Exemplo 2 - Tentativa 1

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final	DP/comprimento total	Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca/mm	m/s
AB	731.520	24,91	182.249	21,19	19	2,35	21,35	1"	26,64	2,00	200	<u>100,69</u>	99,31	4,72	10,23
BC	658.368	25,35	166.887	19,41	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	99,31	11,51	87,79	3,63	9,37
CD	585.216	25,85	151.258	17,59	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	87,79	9,40	78,39	2,97	8,49
DE	512.064	26,43	135.326	15,74	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	78,39	7,42	70,97	2,34	7,60
EF	438.912	27,12	119.045	13,84	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	70,97	5,58	65,39	1,76	6,68
FG	365.760	27,98	102.356	11,90	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	65,39	3,90	61,49	1,23	5,75
GH	292.608	29,11	85.178	9,90	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	61,49	2,38	59,11	0,75	4,78
HI	219.456	30,72	67.406	7,84	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	59,11	1,04	58,06	0,33	3,78
IJ	146.304	33,46	48.951	5,69	3	0,17	3,17	1"	26,64	1,50	58,06	-0,07	58,13	-0,02	2,75
JK	73.152	43,47	31.798	3,70	3	0,94	3,94	1"	26,64	1,50	58,13	-0,68	58,82	-0,17	1,79
KX	73.152	43,47	31.798	3,70	1,5	1,75	3,25	1"	26,64	0,00	58,82	0,67	58,14	0,21	1,79
XY	18.288	100	18.288	2,13	6,5	1,49	7,99	1/2"	15,76	0,00	58,14	7,62	50,53	0,95	2,93
YZ	9.288	100	9.288	1,08	3,7	1,04	4,74	1/2"	15,76	0,35	58,14	0,98	57,16	0,21	1,49
YY'	9.000	100	9.000	1,05	1	0,57	1,57	1/2"	15,76	0,50	58,14	-0,08	58,22	-0,05	1,44

Para os trechos verticais ascendentes, foi considerado um ganho de pressão de 0,5 mmca para cada metro.

Conclusões da tentativa 1:

- O diâmetro escolhido não atende às exigências, uma vez que a perda de carga máxima admitida para cada trecho (20 mmca) é superada.
- O diâmetro escolhido atende às exigências com relação à velocidade máxima.

Avaliando-se a coluna referente à perda de carga por comprimento, verificamos que o AB é o trecho de maior perda de pressão; portanto, deve-se adotar um diâmetro maior para este trecho da tubulação e assim sucessivamente.

Tabela 5.17. Dimensionamento de instalações de gás - Exemplo 2 - Tentativa 2

Trecho parcial	Potência instalada	Fator de simultaneidade	Potência adotada	Vazão adotada	Comprimento dos tubos	Comprimento equivalente	Comprimento total	DN	Diâmetro interno	Descendente (-) ou ascendente (=)	Pressão inicial	DP	Pressão final	DP/comprimento total	Velocidade
	kcal/h	%	kcal/h	m ³ /h	m	m	m	mm	mm	mmca	mmca	mmca	mmca	mmca /mm	m/s
AB	732.000	24,91	182.349	21,20	19	4,89	23,89	2"	52,48	2,00	200	2,44	197,56	0,10	2,64
BC	658.800	25,35	166.978	19,42	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	197,56	2,02	195,54	0,63	5,41

CD	585.600	25,84	151.340	17,60	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	195,54	1,45	194,09	0,45	4,90
DE	512.400	26,42	135.400	15,74	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	194,09	0,91	193,18	0,28	4,38
EF	439.200	27,12	119.110	13,85	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	193,18	0,42	192,76	0,13	3,86
FG	366.000	27,98	102.412	11,91	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	192,76	-0,04	192,80	-0,01	3,32
GH	292.800	29,11	85.224	9,91	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	192,80	-0,45	193,25	-0,14	2,76
HI	219.600	30,71	67.442	7,84	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	193,25	-0,81	194,06	-0,25	2,18
IJ	146.400	33,45	48.976	5,69	3	0,21	3,21	1 1/4"	35,08	1,50	194,06	-1,11	195,18	-0,35	1,59
JK	73.200	43,45	31.802	3,70	3	1,17	4,17	1 1/4"	35,08	1,50	195,18	-1,27	196,45	-0,30	1,03
KX	73.200	43,45	31.802	3,70	1,5	1,75	3,25	1/2"	15,76	0,00	196,45	8,39	188,06	2,58	5,10
XY	18.300	100	18.300	2,13	6,5	1,49	7,99	1/2"	15,76	0,00	188,06	7,62	180,44	0,95	2,94
YZ	9.300	100	9.300	1,08	3,7	1,04	4,74	1/2"	15,76	0,35	188,06	0,99	187,07	0,21	1,49
YY'	9.000	100	9.000	1,05	1	0,57	1,57	1/2"	15,76	0,50	188,06	-0,08	188,14	-0,05	1,44

Para os trechos verticais ascendentes, foi considerado um ganho de pressão de 0,5 mmca para cada metro.

Conclusão da tentativa 2:

- O diâmetro escolhido atende às exigências do item 1.1.2, uma vez que a perda de carga total (20 mmca) é respeitada.
- O diâmetro escolhido atende às exigências do item 1.1.2 com relação à velocidade máxima.

Diâmetros adotados:

A Tabela 5.19. Diâmetros dimensionados para o exemplo 2.

e) Dimensionamento para sistema multicamada

Em função da condição da não existência de uma padronização de diâmetros interno e perdas de carga em conexões, o

dimensionamento deve ser realizado com ferramentas de cálculo dispostas pelo fabricante do sistema que vais ser aplicado.

Para este exemplo utilizamos as planilhas fornecidas pelo fabricante Emmeti®, para o sistema cripado.

Resultado:

Tabela 5.18. Dimensionamento de instalações de gás – Sistema multicamada – Planilha do fornecedor Emmeti®

DIMENSIONAMENTO ENTRE EQUIPAMENTOS - ENTRE REGULADOR DE ESTÁGIO E/OU ESTABILIZADOR														FATOR DE SIMULTANEIDADE ?	SIM
TRECHO INICIAL	TRECHO FINAL	POTÊNCIA TOTAL INSTALADA	VAZÃO ADOTADA	COMPRIMENTO LINEAR	MODELO DE CONEXÃO	COMPRIMENTO TOTAL	DIÂMETRO EXTERNO	PRESSÃO INICIAL	TRECHO ASCENDENTE (*) DESCENDENTE (C)	PERDA DE PRESSÃO	PRESSÃO FINAL	VELOCIDADE	CONSIDERAÇÕES	PRESSÃO NO PONTO DE CONSUMO	
		(Kcal/h)	(m³/h)	(m)	Conexão	(m)	(mm)	(kPa)	(m)	(kPa)	(kPa)	(m/s)	OBSERVAÇÕES	PRESSÃO	
A	B	731.520	21,19	19,00	TEE - Passagem Direta	20,72	32	7,50	2,00	1,20	6,30	11,10	Velocidade OK	-	
B	C	658.368	19,41	3,00	TEE - Passagem Direta	4,69	32	6,30	1,50	0,20	6,10	10,16	Velocidade OK	-	
C	D	585.216	17,59	3,00	TEE - Passagem Direta	4,65	32	6,10	1,50	0,17	5,93	9,21	Velocidade OK	-	
D	E	512.064	16,70	3,00	TEE - Passagem Direta	4,62	32	5,93	1,50	0,15	5,78	8,75	Velocidade OK	-	
E	F	438.912	15,81	3,00	TEE - Passagem Direta	4,60	32	5,78	1,50	0,14	5,64	8,28	Velocidade OK	-	
F	G	365.760	14,74	3,00	TEE - Passagem Direta	4,57	32	5,64	1,50	0,12	5,52	7,72	Velocidade OK	-	
G	H	292.608	13,44	3,00	TEE - Passagem Direta	4,54	32	5,52	1,50	0,10	5,42	7,04	Velocidade OK	-	
H	I	219.456	11,79	3,00	TEE - Passagem Direta	4,49	32	5,42	1,50	0,08	5,35	6,17	Velocidade OK	-	
I	J	146.304	9,55	3,00	TEE - Passagem Direta	4,41	32	5,35	1,50	0,05	5,30	5,00	Velocidade OK	-	
J	K	73.152	6,24	3,00	TEE - Passagem Direta	4,27	32	5,30	1,50	0,02	5,28	3,27	Velocidade OK	-	
K	1	73.152	6,24	1,50	Cotovelo Fêmea	3,05	32	5,28	0,00	0,02	5,27	3,27	Velocidade OK	5,27	
		0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	-	-	0,00	Velocidade OK	-	
		0	0,00	0,00		0,00	16	-	0,00	-	-	0,00	Velocidade OK	-	

f) Conclusão e comparativo

Tabela 5.19. Diâmetros dimensionados para o exemplo 2

TRECHO	DN	
	SISTEMA AÇO GALVANIZADO	SISTEMA MULTICAMADA EMMETI®
AB	2"	32
BC	1 1/4"	32
CD	1 1/4"	32
DE	1 1/4"	32

EF	1 1/4"	32
GH	1 1/4"	32
HI	1 1/4"	32
IJ	1 1/4"	32
JK	1 1/4"	32
KX	1/2"	32
XY	1/2"	20
YZ	1/2"	20
YY'	1/2"	20

CONCLUSÃO:

NÃO É SOMENTE ASSUMIR OS DIÂMETROS DE UM SISTEMA (galvanizado) E CONSIDERAMOS PARA OUTRO SISTEMA (multicamada ou cobre).

O EXEMPLO MOSTRA QUE SEMPRE DEVE SER REALIZADO O DIMENSIONAMENTO PARA O SISTEMA QUE SERÁ EMPREGADO.