

## 6. Conceito e dimensionamento do tronco em uma residência

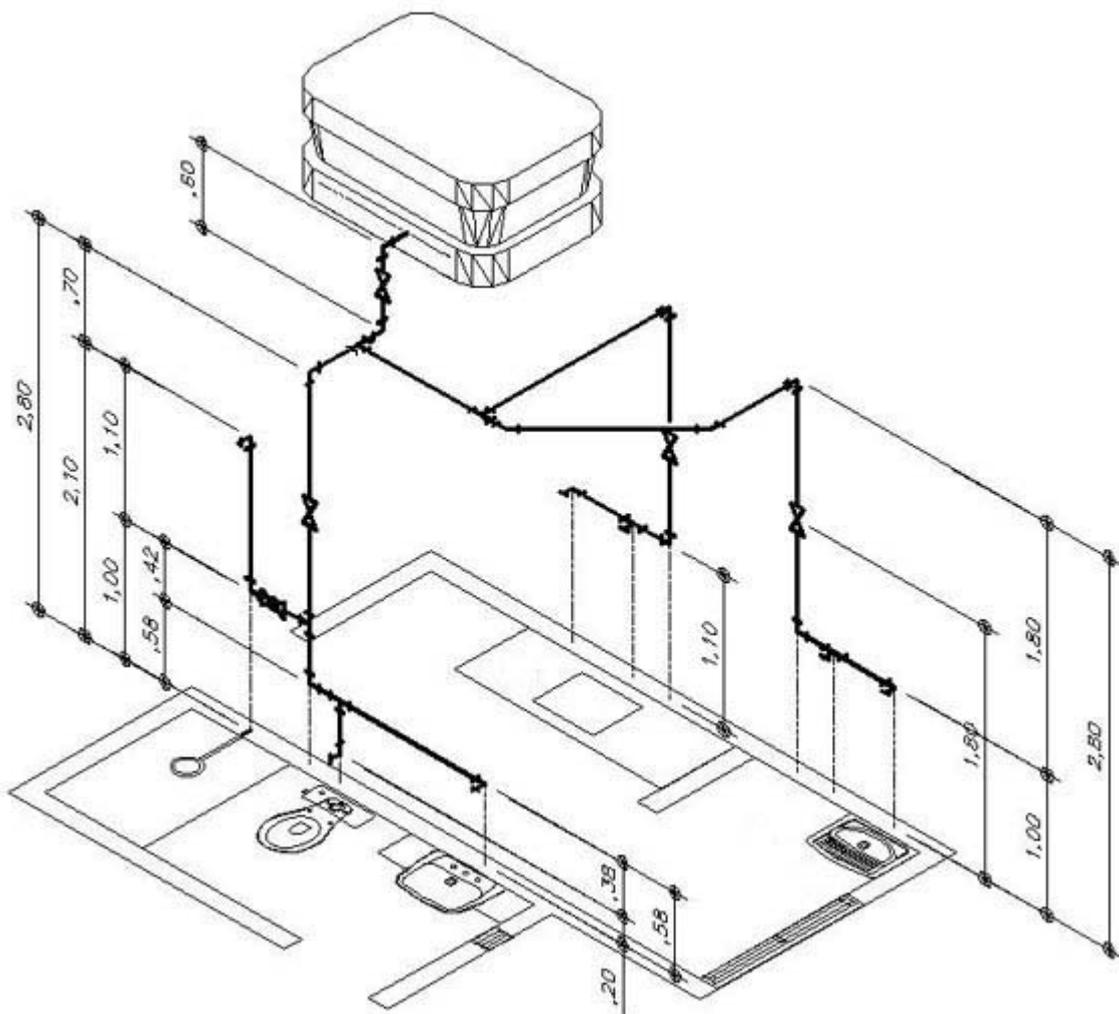
Vamos pegar como primeiro exemplo uma residência térrea abastecida por um único reservatório superior. Esse reservatório vai atender um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço.

### 6.1. Análise do projeto

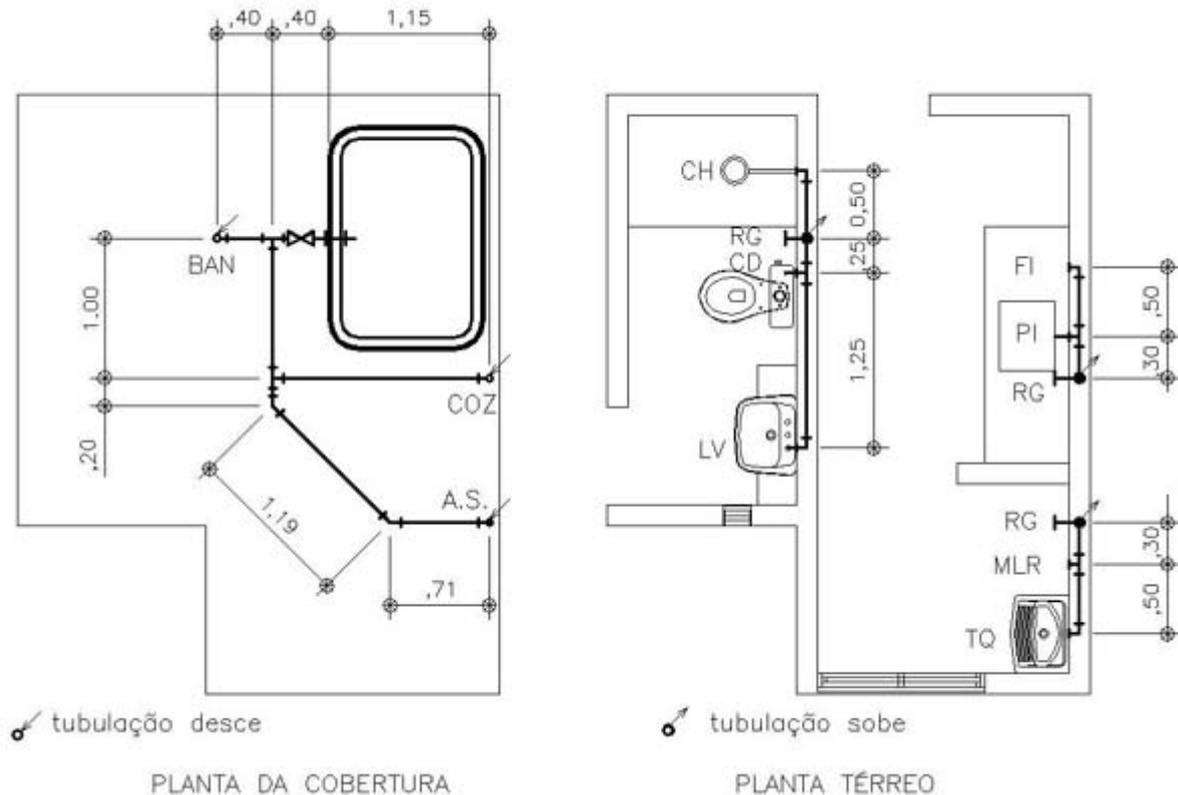
O reservatório vai atender 3 ambientes de uma residência: um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço.

Portanto, a residência tem 3 ramais. Cada ramal possui uma válvula de controle e manutenção e após a passagem por cada um desses registros de gaveta é feita a distribuição de água no ambiente.

O trecho de tubulação que atende os ramais é chamado de TRONCO, ou seja, a partir do tronco é que se subdividem os ramais para os ambientes em um sistema que se chama ramificado.



## Perspectiva Isométrica do Banheiro, Cozinha e Área de Serviço

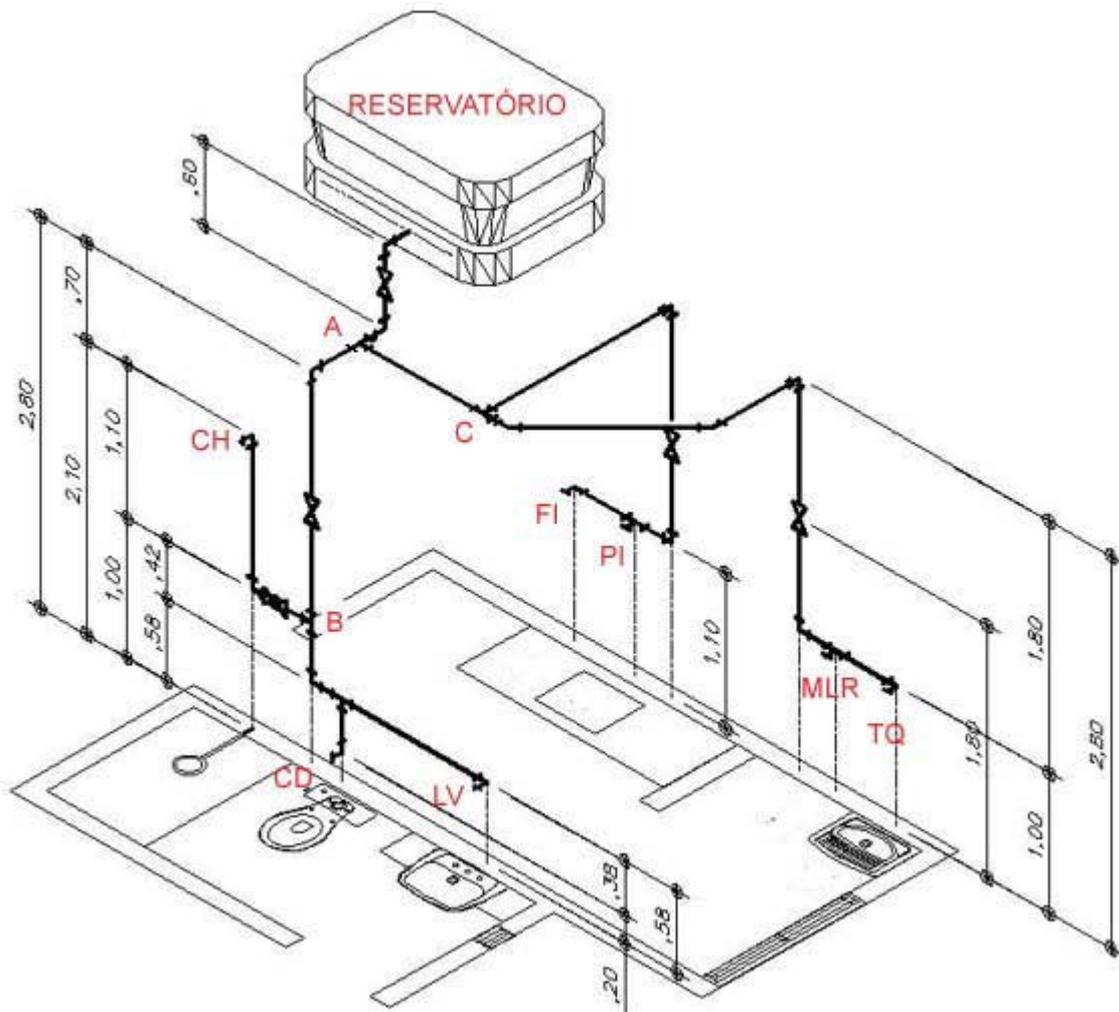


### 6.2. Determinação do ponto mais desfavorável e separação dos trechos da tubulação.

O ponto mais desfavorável da instalação pode ser o chuveiro (CH) pois possui a menor pressão estática ( $P_e$ ) ou o tanque (TQ), porque apesar de possuir boa pressão estática, está mais distante do reservatório (quanto maior o comprimento, maior a perda de carga, lembram?)

Independente disso, precisaremos dimensionar todos os tubos e para isso, vamos determinar os trechos a serem calculados. Ao sair do **RESERVATÓRIO** e passar pelo Registro de Gaveta, encontramos a primeira derivação (Tê) do nosso tronco. Vamos chamar esse ponto de **A**. Continuando em direção do banheiro, chegamos no ramal do banheiro e na segunda derivação que vamos chamar de **B**.

Voltando para a laje, no nosso tronco, indo em direção a cozinha e a área de serviço, vamos encontrar uma segunda derivação que chamaremos de **C**. A partir dessa segunda derivação do tronco é que vão surgir os ramos da cozinha (esquerda) e da área de serviço (do lado direito)



### 6.3. Pré-dimensionamento dos Ramais

#### 6.3.1. Ramal do Banheiro (A - B)

Aparelho	Peso Relativo
Chuveiro	0,4
Bacia com caixa de descarga	0,3
Lavatório	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>1,0</b>

Aplicando a Somatória de Pesos no ábaco ou aplicando a fórmula, temos

$$Q = 0,3 \text{ l/s}$$

$$DN = 20 \text{ mm}$$

#### 6.3.2. Ramal da Cozinha (C - PI)

Aparelho	Peso Relativo
Pia	0,7

Filtro	0,1
<b>TOTAL</b>	<b>0,8</b>

Aplicando a Somatória de Pesos no ábaco ou aplicando a fórmula, temos

**Q= 0,27 l/s**

**DN= 20 mm**

#### 6.3.3. Ramal da Área de Serviço (C - MLR)

Aparelho	Peso Relativo
Máquina de Lavar Roupa	1,0
Tanque	0,7
<b>TOTAL</b>	<b>1,7</b>

Aplicando a Somatória de Pesos no ábaco ou aplicando a fórmula, temos

**Q= 0,39 l/s**

**DN= 20 mm**

#### 6.4. Pré-dimensionamento do tronco

##### 6.4.1. Tronco (Reservatório - A)

Esse é o principal trecho do tronco. Esse trecho atende todos os três ramais da edificação:

Ambiente/ramal	Somatória de Pesos (P)	Vazão Q (l/s)
Banheiro	1,0	0,30
Cozinha	0,8	0,27
Área de Serviço	1,7	0,39
<b>TOTAL</b>	<b>3,5</b>	<b>0,96</b>

Para pré-dimensionar o tronco, vamos utilizar a soma das vazões, pois a estatística de uso já foi utilizada no dimensionamento dos ramais.

Logo é só aplicar o valor da vazão  $Q=0,96$  l/s no ábaco 1.71 e extrair o valor do diâmetro nominal:

**DN= 25 mm**

##### 6.4.2. Tronco (A - C)

Esse trecho do tronco já exclui o ramal do banheiro, logo temos somente a cozinha e a área de serviço:

Ambiente/ramal	Somatória de Pesos (P)	Vazão Q (l/s)
Cozinha	0,8	0,27
Área de Serviço	1,7	0,39
<b>TOTAL</b>	<b>2,5</b>	<b>0,66</b>

Aplicando o mesmo conceito do trecho principal do tronco, temos a somatória de vazão  $Q=0,66$  l/s. Aplicando o valor da vazão Q no ábaco 1.71, temos:

**DN= 25 mm**

6.5. Cálculo da Pressão Dinâmica e da Perda de Carga nos pontos mais desfavoráveis

6.5.1. Ponto do Chuveiro (CH)

- Perda de Carga total (hf)

O tronco e os ramais já foram pré-dimensionados. Só falta pré-dimensionar o trecho **B - CH** do sub-ramal do chuveiro.

Aparelho	Peso Relativo
Chuveiro	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>0,4</b>

Aplicando o valor no ábaco 1.71, temos:

**Q= 0,19 l/s**

**DN= 20 mm** (apesar de estar em um região de duplo diâmetro, adotamos o maior, pois como certeza vamos ter problema de pressão)

Como já temos todos os valores de vazão Q e os pré-dimensionamentos (DN), podemos calcular a perda de carga unitária (J) e a velocidade (v) através do ábaco 1.37.

Trecho	Q (l/s)	DN (mm)	J (m/m)	v (m/s)
reserv-A	0,96	25	0,17	1,90
A - B	0,30	20	0,072	0,95
B - CH	0,19	20	0,032	0,62

Pelo projeto, podemos achar os comprimentos reais (CR) e os comprimentos equivalentes (CE):

Trecho	CR (m)	CE (m)
reserv-A	0,40+0,60= 1,00	Para DN= 25 mm Entrada de borda- 1,20 2 joelhos de 90 - 3,00

		Registro de Gaveta - 0,30 TOTAL: 4,50 m
<b>A - B</b>	0,40+0,70+1,10= 2,20	Para DN= 20 mm Tê passagem direta - 0,80 Joelho de 90 - 1,20 Registro de gaveta - 0,20 TOTAL: 2,20 m
<b>B - CH</b>	0,50+1,10 = 1,60	Para DN= 20 mm Tê de saída lateral - 2,40 Registro de Globo Aberto - 11,40 2 joelhos de 90 - 2,40 TOTAL: 16,20 m

Assim já podemos montar a tabela de perda de carga.

Trecho	Q (l/s)	DN (mm)	v (m/s)	CR (m)	CE (m)	CT (m)	J (m/m)	hf (mca)
reserv-A	0,96	25	1,90	1,00	4,50	5,50	0,17	0,94
<b>A - B</b>	0,30	20	0,95	2,20	2,20	4,40	0,072	0,32
<b>B - CH</b>	0,19	20	0,62	1,60	16,20	17,80	0,032	0,57
							TOTAL	1,83 mca

Conclusão: Do ponto de saída do reservatório até o ponto do chuveiro, temos uma perda de carga total de 1,83 mca.

- Cálculo da pressão dinâmica

$$P_d = P_e - h_f$$

Pressão estática: é a diferença de altura entre a saída do reservatório e o ponto do chuveiro.  $P_e = 0,60 + 0,70$

$$P_e = 1,30 \text{ m}$$

$$P_d = 1,30 - 1,83$$

$$P_d = -0,53 \text{ mca}$$

Como a pressão mínima de serviço é 0,50 mca, a pressão dinâmica no chuveiro não é suficiente.

A elevação do reservatório em mais de 1,00 m não é uma solução viável em um residência, a menos que o reservatório faça parte do partido arquitetônico ficando em destaque na volumetria da edificação.

Logo vamos analisar os problemas e as nossas opções de solução.

## 6.6. Análise dos resultados

Quando se trata de um projeto completo como esse, primeiro temos que analisar as perdas de carga ( hf ) por trecho:

Trecho	Q (l/s)	DN (mm)	v (m/s)	CR (m)	CE (m)	CT (m)	J (m/m)	hf (mca)
reserv-A	0,96	25	1,90	1,00	4,50	5,50	0,17	<b>0,94</b>
A - B	0,30	20	0,95	2,20	2,20	4,40	0,072	<b>0,32</b>
B - CH	0,19	20	0,62	1,60	16,20	17,80	0,032	<b>0,57</b>
							TOTAL	1,83 mca

Reparem que a maior perda de carga ocorre no tronco, trecho entre a saída do reservatório e a primeira derivação A (reserv-A) com **0,94** mca.

A primeira conclusão é que um diâmetro nominal ( DN ) de 25 mm no tronco gera uma perda de carga muito grande, portanto vamos aumentar para o diâmetro nominal comercial seguinte, que é 32 mm e recalculas as perdas de carga no trecho.

Se há mudança no diâmetro do tronco para 32 mm, mantendo-se a mesma vazão ( Q ) de 0,96 l/s, altera-se a perda de carga unitária ( J ) e a velocidade no trecho ( v ) que deverá ser lida no ábaco 1.37:

Novo **J = 0,062 m/m** (contra o antigo J=0,17 m/m)

Nova **v = 1,20 m/s** (contra a antiga v=1,90 m/s)

Além disso, também vai haver mudança no comprimento equivalente do trecho, pois para um diâmetro de 32 mm, os comprimentos equivalentes serão maiores:

Entrada de borda- 1,80

2 joelhos de 90 - 4,00

Registro de Gaveta - 0,40

TOTAL do novo **CE = 6,20 m** (contra 4,50 m do tubo de 25 mm de diâmetro)

Em função dos novos valores, podemos refazer a tabela de perdas de carga:

Trecho	Q (l/s)	DN (mm)	v (m/s)	CR (m)	CE (m)	CT (m)	J (m/m)	hf (mca)
reserv-A	0,96	<b>32</b>	<b>1,20</b>	1,00	<b>6,20</b>	<b>7,20</b>	<b>0,062</b>	<b>0,44</b>
A - B	0,30	20	0,95	2,20	2,20	4,40	0,072	0,32
B - CH	0,19	20	0,62	1,60	16,20	17,80	0,032	0,57

							TOTAL	1,33 mca
--	--	--	--	--	--	--	-------	----------

Conseguimos uma redução total de 0,50 mca (novo hf=1,33 mca contra o antigo hf=1,83 mca) somente aumentando o diâmetro do tronco para 32 mm.

No entanto a pressão dinâmica ainda não é suficiente:

$$P_d = P_e - h_f$$

$$P_d = 1,30 - 1,33$$

$$P_d = -0,03 \text{ mca.}$$

Vamos ter que **refazer** o cálculo para um tronco com diâmetro nominal de **DN=40 mm**

#### 6.7. Recálculo para tronco como diâmetro nominal DN = 40 mm

Se há mudança no diâmetro do tronco para 40 mm, mantendo-se a mesma vazão ( Q ) de 0,96 l/s, altera-se a perda de carga unitária ( J ) e a velocidade no trecho ( v ) que deverá ser lida no ábaco 1.37:

Novo **J = 0,019 m/m** (contra o antigo J=0,062 m/m)

Nova **v = 0,75 m/s** (contra a antiga v=1,20 m/s)

Para um diâmetro de 40 mm, os comprimentos equivalentes serão maiores:

Entrada de borda- 2,30

2 joelhos de 90 - 6,40

Registro de Gaveta - 0,70

TOTAL do novo **CE = 9,40 m** (contra 6,20 m do tubo de 32 mm de diâmetro)

Em função dos novos valores, podemos refazer a tabela de perdas de carga:

Trecho	Q (l/s)	DN (mm)	v (m/s)	CR (m)	CE (m)	CT (m)	J (m/m)	hf (mca)
reserv-A	0,96	40	0,75	1,00	9,40	10,40	0,019	0,20
A - B	0,30	20	0,95	2,20	2,20	4,40	0,072	0,32
B - CH	0,19	20	0,62	1,60	16,20	17,80	0,032	0,57
							TOTAL	1,09 mca

Conseguimos uma redução de mais 0,24 mca (novo hf=1,09 mca contra o antigo hf=1,33 mca) aumentando o diâmetro do tronco para 40 mm.

No entanto a pressão dinâmica ainda não chega a pressão mínima de serviço de 0,50 mca

$$P_d = P_e - h_f$$

$$P_d = 1,30 - 1,09$$

$$\mathbf{P_d = 0,21 mca.}$$

Exigindo o aumento da pressão estática em cerca de 30 cm ou então o aumento do diâmetro do ramal do banheiro para 25 mm que também exigiria o recálculo do trecho **A - B**