

## **Substituição de tubos de aço galvanizado por tubos de cobre em um Sistema Hidráulico Preventivo de uma edificação**

Luiz Henrique Back(1), Nestor Back(2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)lhback@hotmail.com, (2)nrbk@unesc.net

### **Resumo**

Este trabalho realiza uma análise de um projeto de um sistema hidráulico preventivo de um edifício residencial e comercial, no que se refere à sua eficiência hidráulica; paralelamente, realiza cálculos hidráulicos de pressão, vazão e perda de carga, utilizando-se tubos de cobre de diferentes diâmetros para a mesma situação do projeto original. De posse da verificação hidráulica, realiza um estudo de viabilidade econômica na substituição dos tubos galvanizados por tubos de cobre, analisando-se os custos de material e os custos de mão de obra para instalação. Verificou-se que a maior eficiência hidráulica se verifica somente com a substituição do material mantendo-se o diâmetro, sendo que neste caso, ficou evidente a inviabilidade econômica. Em caso de substituição por tubos de cobre com diâmetros menores, verificou-se que em nenhum caso, houve maior eficiência hidráulica nem viabilidade econômica.

*Palavras-Chave: eficiência hidráulica; custos; substituição.*

### **1. Introdução**

Segundo a legislação vigente, no Estado de Santa Catarina, todas as edificações que possuem área construída igual ou superior a 750,00 m<sup>2</sup> ou que tenham 4 ou mais pavimentos, devem ter em seus projetos de prevenção de incêndio, as instalações do Sistema Hidráulico Preventivo. Esta legislação está contida nas Normas de Segurança e Combate a Incêndios – NSCI/94.

A NSCI/94 determina que toda a rede de tubos do sistema hidráulico preventivo seja constituída de tubos metálicos, notadamente em aço galvanizado.

Este tipo de material possui um índice de rugosidade alto o que determina um gradiente considerável de perda de carga, o que prejudica o desempenho hidráulico da instalação.

Com o intuito de minimizar os efeitos da rugosidade e conseqüente perda de carga, o presente trabalho pretende avaliar a substituição de tubo de aço galvanizado por outro

com coeficiente de rugosidade menor, supondo-se que haja a possibilidade de utilização de diâmetros menores haja vista que não vai provocar diminuição da eficiência hidráulica. Este sistema compõe-se de uma tubulação vertical denominada de coluna de incêndio que parte do reservatório superior da edificação, onde está armazenada a Reserva Técnica de Incêndio – RTI. Esta coluna de incêndio passa por todos os pavimentos da edificação, onde alimenta os dispositivos chamados de hidrantes, pois segundo a legislação, cada pavimento deverá ter ao menos um hidrante.

Cada hidrante está instalado em um abrigo metálico, onde estão acondicionados o registro angular e a mangueira para comporem o dispositivo de prevenção de incêndio.

Segundo a legislação, a pressão mínima na tomada de água do hidrante mais desfavorável – aquele que está no pavimento de cota mais elevada – deve ser de, no mínimo 0,4 Kg/cm<sup>2</sup>, ou seja, 4,00 m.c.a.

Este justamente é um dos focos deste trabalho, pois o projeto do sistema hidráulico preventivo deve levar em consideração todas as variáveis cuja determinação vai levar à satisfação das condições de trabalho do sistema, ou seja, pressão e vazão mínimas.

Uma das maneiras de se conseguir maior gradiente de pressão é a diferença de nível entre o reservatório e a tomada de água do hidrante do pavimento superior. Esta diferença de nível, nem sempre pode ser ampliada sem que se sigam regras de projeto, até porque o Plano Diretor das cidades não permite que se aumente a altura das edificações acima de valores previamente determinadas.

Assim sendo, devem ser investigadas outras variáveis para se conseguir um bom desempenho do sistema hidráulico, tais como o aumento do diâmetro e a utilização de materiais que tenham uma rugosidade menor, causando menor perda de carga e consequente manutenção da pressão mínima necessária.

Para a efetivação deste estudo, leva-se em consideração a teoria da continuidade representada pela expressão:

$$Q = A.V \quad (1.1)$$

Onde: Q = vazão; A = área da seção do tubo e V é velocidade da água.

Como o sistema possui elementos com diâmetros diferentes (tubo e mangueira), a consideração desta teoria é relevante, pois toda água que chega na tomada de água do

hidrante necessariamente deverá ser expelida na extremidade da mangueira que, por sua vez, possui um diâmetro menor do que o tubo de entrada do hidrante.

Outra variável a ser considerada como relevante neste trabalho, é o conceito de perda de carga ao longo da tubulação e a perda de carga resultante das conexões que provocam um comprimento equivalente da rede.

De acordo com NETTO, por tratar-se de uma rede composta de tubos relativamente curtos e um número excessivo de conexões, esta consideração é extremamente relevante na determinação da perda de carga ao longo de toda tubulação, haja vista, que deve-se determinar seu comprimento total, ou seja:

$$L_t = L_r + l_{eq} \quad (1.2)$$

Onde:  $L_t$  = comprimento total;  $L_r$  = comprimento real medido no projeto;  $L_{eq}$  = comprimento equivalente devido às conexões.

## 2. Material e Método

Todas as edificações independente de seu uso e finalidade devem ser submetidas a uma criteriosa análise no que se refere à segurança contra incêndio. Atualmente, no Estado de Santa Catarina, a legislação vigente e aplicada, está contida nas Normas de Segurança e Combate a Incêndio – NSCI/94.

A referida norma contempla todos os sistemas de prevenção de incêndio, os quais podem e devem ser instalados nas edificações independente de sua ocupação e classe de risco de incêndio.

Neste trabalho, optou-se pela execução de uma análise mais criteriosa a respeito das especificações técnicas aplicadas no projeto e instalação do Sistema Hidráulico Preventivo – SHP.

A NSCI/94, determina que o diâmetro mínimo de um tubo de aço galvanizado numa instalação de Sistema Hidráulico Preventivo seja de 63 mm, ou 2 ½ polegadas, porém não informa quais foram os critérios usados para esta determinação.

Sabe-se, que os tubos de aço galvanizado, possuem um índice de rugosidade superior a outro material, notadamente o cobre.

Assim sendo, propõe-se, através deste estudo, a substituição dos tubos galvanizados por tubos de cobre, sendo que a proposta será levada mais adiante, ou seja; além da substituição pura e simples do material dos tubos será reduzido também o seu diâmetro, para que possa ser analisada sua eficiência hidráulica e sua viabilidade econômica.

O objeto de estudo é um sistema instalado em um edifício residencial e comercial, que está em construção na cidade de Criciúma.

O sistema em análise, tem sua coluna de incêndio dimensionada em tubos de aço galvanizado com diâmetro de 3 polegadas a partir do reservatório superior até a chegada no hidrante mais desfavorável, ou seja no último pavimento.

A partir deste hidrante, a coluna tem seu diâmetro reduzido para 2 polegadas, sendo que este diâmetro será utilizado em toda a instalação.

Para a análise e quantificação dos itens relacionados com a mão de obra, utilizou-se a metodologia da Tabela de Composição de Custos de Orçamento – TCPO (2008).

Executou-se o cálculo hidráulico da instalação e chegou-se a conclusão de sua eficiência em termos de vazão e pressão, comprovada pela diferença de nível entre o fundo do reservatório e a tomada de água do hidrante mais desfavorável.

- Vazão no hidrante mais desfavorável

A pressão mínima no hidrante mais desfavorável (H14) será alcançada considerando em funcionamento simultâneo quatro hidrantes, conforme a NSCI/94. Para isso, considera-se a soma das vazões no trecho mais desfavorável, ou seja, entre o reservatório e a tomada de água do hidrante mais desfavorável.

Para o cálculo da vazão do hidrante mais desfavorável, utiliza-se a pressão mínima exigida em norma, com o valor de 4 m.c.a.

$$Q_{14} = 0,2046 \times 13^2 \sqrt{4} \quad (2.1)$$

$$Q_{14} = 69,15 \text{ l/min}$$

$$Q_{14} = 0,00115 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para o cálculo da vazão do hidrante seguinte, na coluna de incêndio, utiliza-se a pressão mínima exigida em norma, com o valor de 4 m.c.a. somando-se o valor do pé direito, que nesse caso é 2,80 m e assim sucessivamente.

$$Q_{13} = 0,2046 \times 13^2 \sqrt{6,80} \quad (2.1)$$

$$Q_{13} = 90,17 \text{ l/min}$$

$$Q_{13} = 0,00150 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{12} = 0,2046 \times 13^2 \sqrt{9,60} \quad (2.1)$$

$$Q_{12} = 107,13 \text{ l/min}$$

$$Q_{12} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{11} = 0,2046 \times 13^2 \sqrt{12,60} \quad (2.1)$$

$$Q_{11} = 121,76 \text{ l/min}$$

$$Q_{11} = 0,0020 \text{ m}^3/\text{s}$$

No trecho mais desfavorável, entre o hidrante 14 e o reservatório a vazão deve ser tal que atenda ao funcionamento dos 4 hidrantes; assim, sendo, a vazão total será:

$$Q_T = Q_{14} + Q_{13} + Q_{12} + Q_{11} \quad (2.2)$$

$$Q_T = 69,15 + 90,17 + 107,13 + 121,76$$

$$Q_T = 388,21 \text{ l/min}$$

$$Q_T = 0,00647 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Dimensionamento da perda de carga entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável (com o material de aço galvanizado 3").

- Perda de carga unitária

$$J = \frac{10,641 \times 0,00647^{1,85}}{120^{1,85} \times 0,0762^{4,87}} \quad (2.3)$$

$$J = 0,0376 \text{ m/m}$$

- Comprimento real do trecho

$$L_{TUBO} = 1089,65 \text{ cm}$$

$$L_{TUBO} = 10,90 \text{ m}$$

- Comprimento equivalente das conexões ao longo do trecho
 

1 Engate Normal .....	1,10
1 Registro Geral .....	0,50
1 válvula de Retenção tipo pesado.....	6,30
7 Joelhos 90°.....	<u>14,70</u>
	$L_{EQ} = 22,60$

Ou seja, todas as conexões desse trecho causam uma perda de carga igual a 22,60 m de linha reta do mesmo tubo.

- Comprimento total do trecho

$$L_T = L_{TUBO} + L_{EQ} \quad (2.3)$$

$$L_T = 10,90 + 22,60$$

$$L_T = 33,50\text{m}$$

O comprimento total do trecho será o equivalente a 33,50 m de tubo.

- Perda de carga no trecho (2.4)

$$h_p = L_T \times J$$

$$h_p = 33,50 \times 0,0376$$

$$h_p = 1,26 \text{ m}$$

Com a perda de carga causada por esse trecho o reservatório além dos 4 metros já imposto pela norma como sendo o mínimo, deverá subir mais 1,26 metros.

- Dimensionamento da perda de carga na mangueira ( $\varnothing 38\text{mm}$ )

$$- Q = 0,00115 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$- L_T = 30 \text{ m}$$

$$- \varnothing = 38\text{mm}$$

- Perda de carga unitária

$$J = \frac{10,641 \times 0,00115^{1,85}}{140^{1,85} \times 0,034^{4,87}} \quad (2.3)$$

$$J = 0,0343 \text{ m/m}$$

- Perda de carga no trecho

$$h_p = L_T \times J \quad (2.4)$$

$$h_p = 30,00 \times 0,0343$$

$$h_p = 1,03 \text{ m}$$

Com a perda de carga causada pela mangueira, o reservatório além dos 4 metros já imposto pela norma como sendo o mínimo, deverá subir mais 1,03 metros.

A altura entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável é estabelecida pela soma da altura mínima, perda de carga do trecho e a perda de carga da mangueira.

$$h = h_{p_{\text{Trecho}}} + h_{p_{\text{Mangueira}}} + \text{altura mínima} \quad (2.5)$$

$$h = 1,26 + 1,03 + 4,00$$

$$h = 6,29 \text{ m}$$

Para que o sistema hidráulico preventivo desse edifício atenda as requisições mínimas da norma, o reservatório deverá ficar em uma altura de no mínimo 6,30 metros acima da tomada d'água do hidrante mais desfavorável.

Após isso, fez-se a simulação de projeto utilizando-se uma coluna executada com tubo de cobre com diâmetro de 66 mm. Após os cálculos hidráulicos, verificou-se que a diferença de nível entre o fundo do reservatório e a tomada de água do hidrante mais desfavorável aumentou o que, aparentemente, parece uma incoerência, considerando-se que o tubo de cobre tem rugosidade menor que o tubo galvanizado.

- Perda de carga unitária

$$J = \frac{10,641 \times 0,00647^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,0664^{4,87}} \quad (2.3)$$

$$J = 0,0501 \text{ m/m}$$

- Comprimento real do trecho

$$L_{TUBO} = 1089,65 \text{ cm}$$

$$L_{TUBO} = 10,90 \text{ m}$$

- Comprimento equivalente das conexões ao longo do trecho

1 Engate Normal .....1,60

1 Registro Geral .....0,90

1 Válvula de Retenção tipo pesado.....8,20

7 Joelhos 90° .....25,90

$$L_{EQ} = 36,60$$

Ou seja, todas as conexões desse trecho causam uma perda de carga igual a 36,60 metros de linha reta do mesmo tubo.

- Comprimento total do trecho

$$L_T = L_{TUBO} + L_{EQ} \quad (2.3)$$

$$L_T = 10,90 + 36,60$$

$$L_T = 47,50\text{m}$$

O comprimento total do trecho será o equivalente a 47,50 metros de tubo.

- Perda de carga no trecho

$$h_p = L_T \times J \quad (2.4)$$

$$h_p = 47,50 \times 0,0501$$

$$h_p = 2,38 \text{ m}$$

Com a perda de carga causada por esse trecho o reservatório além dos 4 metros já imposto pela norma como sendo o mínimo, deverá subir mais 2,38 metros.

A altura entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável é estabelecida pela soma da altura mínima, perda de carga do trecho e a perda de carga da mangueira.

$$h = h_{p_{\text{Trecho}}} + h_{p_{\text{Mangueira}}} + \text{altura mínima} \quad (2.5)$$

$$h = 2,38 + 1,03 + 4,00$$

$$h = 7,41\text{m.}$$

Para que o sistema hidráulico preventivo desse edifício atenda as requisições mínimas da norma, o reservatório deverá ficar em uma altura de no mínimo 7,41 metros acima da tomada d'água do hidrante mais desfavorável.

Na sequência fez-se a mesma simulação com um tubo de cobre com diâmetro de 54 mm, sendo que a diferença de nível novamente foi maior.

- Perda de carga unitária

$$J = \frac{10,641 \times 0,00647^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,054^{4,87}} \quad (2.3)$$

$$J = 0,133 \text{ m/m}$$

- Comprimento real do trecho



$$L_{TUBO} = 1089,65 \text{ cm}$$

$$L_{TUBO} = 10,90 \text{ m}$$

- Comprimento equivalente das conexões ao longo do trecho

1 Engate Normal .....1,50

1 Registro Geral .....0,80

1 Válvula de Retenção tipo pesado.....8,20

7 Joelhos 90°.....23,80

$$L_{EQ} = 34,30$$

Ou seja, todas as conexões desse trecho causam uma perda de carga igual a 34,30 metros de linha reta do mesmo tubo.

- Comprimento total do trecho

$$L_T = L_{TUBO} + L_{EQ} \tag{2.3}$$

$$L_T = 10,90 + 34,30$$

$$L_T = 45,20 \text{ m}$$

O comprimento total do trecho será o equivalente a 45,20 metros de tubo.

- Perda de carga no trecho

$$h_p = L_T \times J \tag{2.4}$$

$$h_p = 45,20 \times 0,133$$

$$h_p = 6,02 \text{ m}$$

Com a perda de carga causada por esse trecho o reservatório além dos 4 metros já imposto pela norma como sendo o mínimo, deverá subir mais 6,02 metros.

A altura entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável é estabelecida pela soma da altura mínima, perda de carga do trecho e a perda de carga da mangueira.

$$h = h_{p_{Trecho}} + h_{p_{Mangueira}} + \text{altura mínima} \tag{2.5}$$

$$h = 6,02 + 1,03 + 4,00$$

$$h = 11,04 \text{ m}$$

Para completar a verificação, calculou-se novamente utilizando-se um tubo de cobre com 79 mm, sendo que, neste caso, a diferença de nível foi igual ao tubo galvanizado de mesmo diâmetro.

- Perda de carga unitária

$$J = \frac{10,641 \times 0,00647^{1,85}}{150^{1,85} \times 0,0762^{4,87}} \quad (2.3)$$

$$J = 0,0249 \text{ m/m}$$

- Comprimento real do trecho

$$L_{TUBO} = 1089,65 \text{ cm}$$

$$L_{TUBO} = 10,90 \text{ m}$$

- Comprimento equivalente das conexões ao longo do trecho

1 Engate Normal .....2,00

1 Registro Geral .....0,90

1 Válvula de Retenção tipo pesado.....9,30

7 Joelhos 90° .....27,30

$$L_{EQ} = 39,50$$

Ou seja, todas as conexões desse trecho causam uma perda de carga igual a 39,50 metros de linha reta do mesmo tubo.

- Comprimento total do trecho

$$L_T = L_{TUBO} + L_{EQ} \quad (2.3)$$

$$L_T = 10,90 + 39,50$$

$$L_T = 50,40 \text{ m}$$

O comprimento total do trecho será o equivalente a 50,40 metros de tubo.

- Perda de carga no trecho

$$h_p = L_T \times J \quad (2.4)$$

$$h_p = 50,40 \times 0,0249$$

$$h = 1,26 \text{ m}$$

Com a perda de carga causada por esse trecho o reservatório além dos 4 metros já

imposta pela norma como sendo o mínimo, deverá subir mais 6,02 metros.

A altura entre o reservatório e o hidrante mais desfavorável é estabelecida pela soma da altura mínima, perda de carga do trecho e a perda de carga da mangueira.

$$h = h_{p_{Trecho}} + h_{p_{Mangueira}} + \text{altura mínima} \quad (2.5)$$

$$h = 1,26 + 1,03 + 4,00$$

$$h = 6,29\text{m}$$

Para que o sistema hidráulico preventivo desse edifício atenda as requisições mínimas da norma, o reservatório deverá ficar em uma altura de no mínimo 6,29 m acima da tomada d'água do hidrante mais desfavorável.

### 3. Resultados e Discussões

Os cálculos efetuados e acima apresentados nos levam às considerações:

- a instalação do sistema com tubos de cobre apresenta a mesma viabilidade em relação à sua eficiência hidráulica quando há a substituição de material conservando-se o diâmetro o que determina um investimento bem maior;
- quando houve substituição do material e de diâmetros menores, os resultados apresentam inviabilidade tanto financeira como em relação à sua eficiência hidráulica.

Este trabalho comprova que a possibilidade desta substituição que vinha sendo cogitada por algumas construtoras da região deixa de ser uma alternativa viável e recomenda a continuidade na utilização dos tubos de aço galvanizado, mostrando nas tabelas 1, 2, 3 e 4, um levantamento dos custos de materiais e de mão de obra praticados no mercado da região de Criciúma:

Tabela 1: Composição de custos de materiais - aço galvanizado

Componentes	Consumos				Valores (R\$)	
	Total de Projeto	Unitário	Total Real	Unidade	Unitário	Total
Tubo 3"	10,43	1,01	10,53	m	49,12	517,44
Tubo 2"	168,84	1,01	170,53	m	28,31	4827,66
Tê 3"	1	1	1	Un.	40,5	40,50
Tê 2"	25	1	25	Un.	34,8	870,00
Registro de gaveta 3"	1	1	1	Un.	237,8	237,80
Válvula de Retenção 3"	1	1	1	Un.	108,98	108,98
Hidrante de Recalque	1	1	1	Un.	216,23	216,23
Abrigo para Hidrante	26	1	26	Un.	568,3	14775,8
Cotovelo 3"	7	1	7	Un.	40,23	281,61
Cotovelo 2"	26	1	26	Un.	15,3	397,8
Curva 45° 3"	1	1	1	Un.	34,65	34,65
Bucha de Redução 3" - 2"	1	1	1	Un.	17,55	17,55
Fita de Vedação			290,95	m	0,094	27,3493
<b>Total</b>						<b>22353,37</b>

Fonte: Do autor

Tabela 2: Composição de custos de mão de obra - aço galvanizado

Componente	Total de Horas Trabalhadas	Valores (R\$)	
		Unitário	Total
Encanador	324,14	6,82	2210,63
Ajudante	324,14	4,09	1325,73
Pedreiro	3	5,45	16,35
Servente	5,2	3,64	18,93
Leis Sociais		126,80%	4528,85
BDI		30%	1071,49
<b>Total</b>			<b>9171,99</b>

Fonte: Do autor

A totalização do sistema em aço galvanizado chega a R\$ 31.525,36.

Tabela 3: Composição de custos de materiais - cobre.

Componentes	Consumos				Valores (R\$)	
	Total de Projeto	Unitário	Total Real	Unidade	Unitário	Total
Tubo 3"	10,43	1,01	10,53	m	136,02	1432,88
Tubo 2"	168,84	1,01	170,53	m	95,6	16302,52
Tê 3"	1	1	1	Un.	60	60,00
Tê 2"	25	1	25	Un.	32,75	818,75
Registro de gaveta 3"	1	1	1	Un.	286	286,00
Válvula de Retenção 3"	1	1	1	Un.	142,2	142,20
Hidrante de Recalque	1	1	1	Un.	304,56	304,56
Abrigo para Hidrante	26	1	26	Un.	581,69	15124,04
Cotovelo 3"	7	1	7	Un.	54,75	383,25
Cotovelo 2"	26	1	26	Un.	20,75	539,5
Curva 45° 3"	1	1	1	Un.	54,75	54,75
Bucha de Redução 3" - 2 1/2"	1	1	1	Un.	71,24	71,24
Bucha de Redução 2 1/2" - 2"	1	1	1	Un.	61,24	61,24
Solda 50/50			1,003	m	300	301,032
Pasta			0,1406	m	86	12,0933
<b>Total</b>						<b>35894,05</b>

Fonte: Do autor

Tabela 4: Composição de custos de mão de obra - cobre

Componente	Total de Horas Trabalhadas	Valores (R\$)	
		Unitário	Total
Encanador		184,56	6,82 1258,70
Ajudante		184,56	4,09 754,85
Pedreiro		3	5,45 16,35
Servente		5,2	3,64 18,93
Leis Sociais			126,80% 2597,91
BDI			30% 614,65
<b>Total</b>			<b>5261,39</b>

Fonte: Do autor

A totalização do sistema em cobre chega a R\$ 41.155,44.

Com base nos resultados acima, constatou-se que os valores referentes aos materiais do sistema instalado com tubos de aço galvanizado é menor do que o sistema com tubos de cobre.

No entanto, os valores referentes à mão de obra com tubos de cobre são notadamente menores, sendo que na totalização dos valores, o sistema instalado em tubos de cobre torna-se inviável economicamente.

Sendo assim, o sistema instalado com tubos de cobre tem um valor de R\$ 9.630,08, ou seja, 30,55% mais caro.

#### **4. Conclusões**

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que, no caso do Sistema Hidráulico Preventivo de um edifício, não há viabilidade técnica nem financeira, na substituição dos tubos de aço galvanizado por tubos de cobre, mesmo considerando que os tubos de cobre possuem uma rugosidade menor que os tubos de aço galvanizado.

Aparentemente, pode parecer uma incongruência, porém as conexões produzem uma perda de carga localizada que depende do ângulo e do diâmetro da mesma, produzindo o que se chama de comprimento equivalente.

Assim sendo, um tubo de cobre por ter uma rugosidade menor, só vai produzir a mesma perda de carga quando o fluxo se propagar por um comprimento equivalente maior.

Como o sistema hidráulico preventivo é composto de tubos considerados curtos, ou seja, tem comprimento menor que 500 vezes seu diâmetro (BACK) e um número considerável de conexões, estas últimas produzem um comprimento equivalente no qual as perdas de carga finais se tornam muito grandes.

A substituição dos tubos de aço galvanizado por tubos de cobre seria provavelmente mais viável, em situações em que o número de conexões não fosse tão grande e que o trecho retilíneo fosse maior, como no caso de edificações industriais.

## 5. Referências

Análise de escoamento em condutos forçados Disponível em: <http://www.hidrotec.xpg.com.br/condutos.htm>. Acesso em 20 jun. 2011.

AZEVEDO NETTO, J.M. ; ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica**.8.ed.atual.São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BACK, Álvaro José. **Hidráulica e hidrometria aplicada**. Florianópolis: EPAGRI, 2006.

**NSCI** Normas de segurança contra incêndio / Corpo de Bombeiros. – 2. ed. rev. e ampl. – Florianópolis: EDEME, 1994.

TCPO, Tabelas de composições de preços para orçamentos. 10a ed. - São Paulo: Pini, 1996.

TCPO, Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. - 13a. ed. - São Paulo: Pini,2008.