



# TUBOS

Bruno Fantini Paludetto

# Direcionamento

O trabalho será direcionado para a análise das maiores diferenças encontradas para o mesmo tipo (material) de tubulações considerando diferentes Normas.

Com isso podemos demonstrar a maior dificuldade para a escolha do valor correto a ser utilizado para dimensionamento de uma tubulação, levando em conta a escolha do diâmetro.

# Definição

Tubo: Um tubo ou conduta que possui formato (redondo, quadrado, retangular, triangular, sextavado, etc.) oco comprido geralmente fabricado em cerâmica, metal ou plástico, podendo variar suas dimensões como, diâmetro, espessura de parede e comprimento.

Tubulação: Conjunto de tubos, de condutos, que asseguram a circulação de um fluido ou de um produto pulverulento (que se apresenta em estado de pó fino) numa instalação.

# Construção

Há quatro grupos de processos industriais de fabricação de tubos:

- Laminação(rolling)
  - Extrusão(extrusion)
  - Fundição(casting)
  - Soldagem(welding)
- Tubos sem costura<sup>1</sup>
- Tubos com costura<sup>2</sup>

*Menores preços  
Maior disponibilidade no mercado  
Variedade de diâmetros*

[1] – Não possui soldagem para sua união – Processo por Extrusão

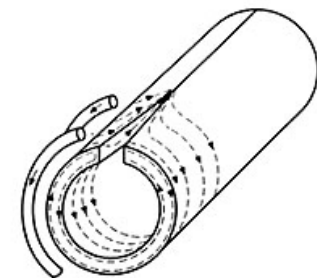
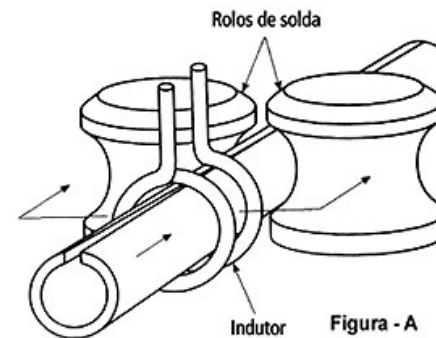
[2] – Obtenção de soldagem pra sua união

# Demonstração



Tubos sem costuras (Fundição, Extrusão e Laminados)

Tubos com costuras (Soldagem)



# Aplicação

- Distribuição de vapor
- Distribuição de água potável
- Distribuição de óleos combustíveis ou lubrificantes
- Distribuição de ar comprimido
- Distribuição de gases
- ....

# Material para tubos

Existe uma variedade muito grande de materiais utilizado para a fabricação de tubos:

- Aço
- Cobre
- Inox
- Ferro Fundido
- PVC (Cloro de polivinila)
- PRFV (Plástico Reforçado com Fibra de Vidro)  
(ASTM especifica mais de 500 tipos diferentes de materiais utilizado)

# Fatores de influência na seleção

Condição de serviço	Nível de tensões do material
Natureza dos esforços mecânicos	Disponibilidade dos materiais
Sistema de ligações	Custo dos materiais
Segurança	Facilidade de fabricação e montagem
Experiência prévia	Tempo de vida previsto

**OBS.:** Para a solução do problema da escolha dos materiais, a experiência é **INDISPENSÁVEL** e **INSUBSTITUÍVEL** ou seja, material para ser bom já deve ter sido usado por alguém anteriormente.

Seguir a experiência é a solução mais segura, embora nem sempre conduza à solução mais econômica.

Rotina para seleção de materiais:

- 1 – Conhecer os materiais disponíveis na prática e suas limitações físicas e de fabricação.
- 2 – Selecionar o grupo mais adequado para o caso tendo em vista as condições de trabalho, corrosão, nível de tensão etc.
- 3 – Comparar economicamente os diversos materiais selecionados, levando em conta todos os fatores de custo.



# Principais cores de Indicação

<b>Gases não liquefeitos</b>	<b>Amarelo</b>
<b>Ácido</b>	<b>Laranja</b>
<b>Água – Potável</b>	<b>Verde</b>
<b>Vapor Saturado – Materiais destinados a combate a incêndio</b>	<b>Vermelho</b>
<b>Produtos sob pressão – Ar comprimido</b>	<b>Azul</b>
<b>Vapor</b>	<b>Branco</b>

# Custos

Em indústrias de processamento, indústrias químicas, refinarias de petróleo, e petroquímicas, boa parte das indústrias alimentícias e farmacêuticas, o custo das tubulações pode representar 70% do custo dos equipamentos ou 25% do custo total da instalação.

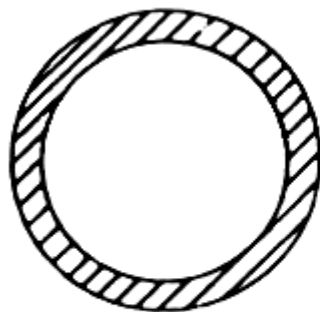
# Diâmetros Comerciais (AÇO)

- Os diâmetros comerciais de aço-carbono e de aço-liga, estão definidos pela norma americana ANSI.B.36.10
- Tubos são designados por um número chamado “Diâmetro Nominal (IPS)” (Iron Pipe Size), ou “Bitola Nominal”.
- O Diâmetro Nominal NÃO corresponde a nenhuma dimensão física dos tubos.
- Para cada diâmetro nominal fabricam-se tubos com várias espessuras de parede. Entretanto, para cada diâmetro nominal, o diâmetro externo é sempre o mesmo variando apenas o diâmetro interno.

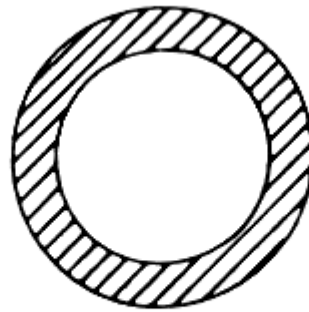
# Exemplo de Diâmetros

Tubo de aço de 8" de diâmetro Nominal

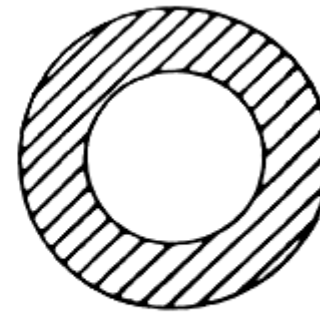
	Série 40	Série 80	Série 160
Espessura (e)	0,322"	0,500"	0,906"
Diâmetro interno (D <sub>H</sub> )	7,981"	7,625"	6,813"



**Série 40**  
DIA INT. = 1,049"  
ESP = 0,133"



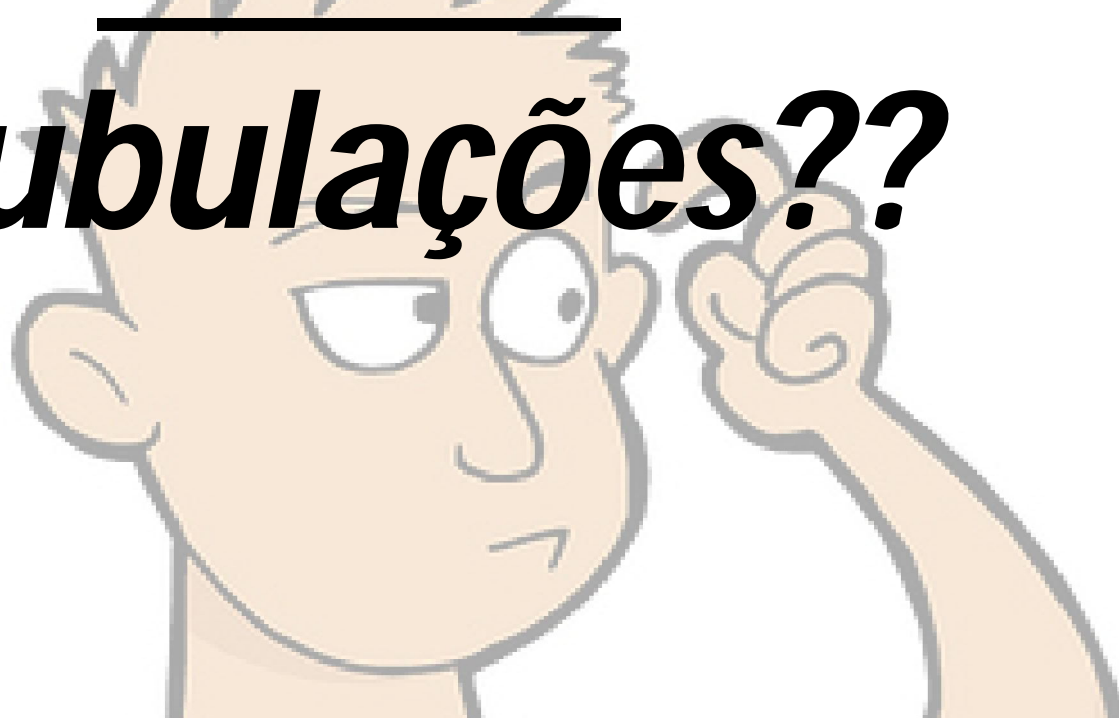
**Série 80**  
DIA INT. = 0,957"  
ESP = 0,179"



**Série 160**  
DIA INT. = 0,815"  
ESP = 0,250"

**Fig. 1** – Seções transversais em tubos de 1" de Diâmetro Nominal

*Como são definidas  
as SÉRIES das  
tubulações??*



# Série

Antes os tubos de cada Diâmetro Nominal eram fabricados em três espessuras diferentes conhecidas: “Peso normal”; “Extraforte” e “Duplo Extraforte”. Apesar de obsoletas, ainda estão em uso corrente.

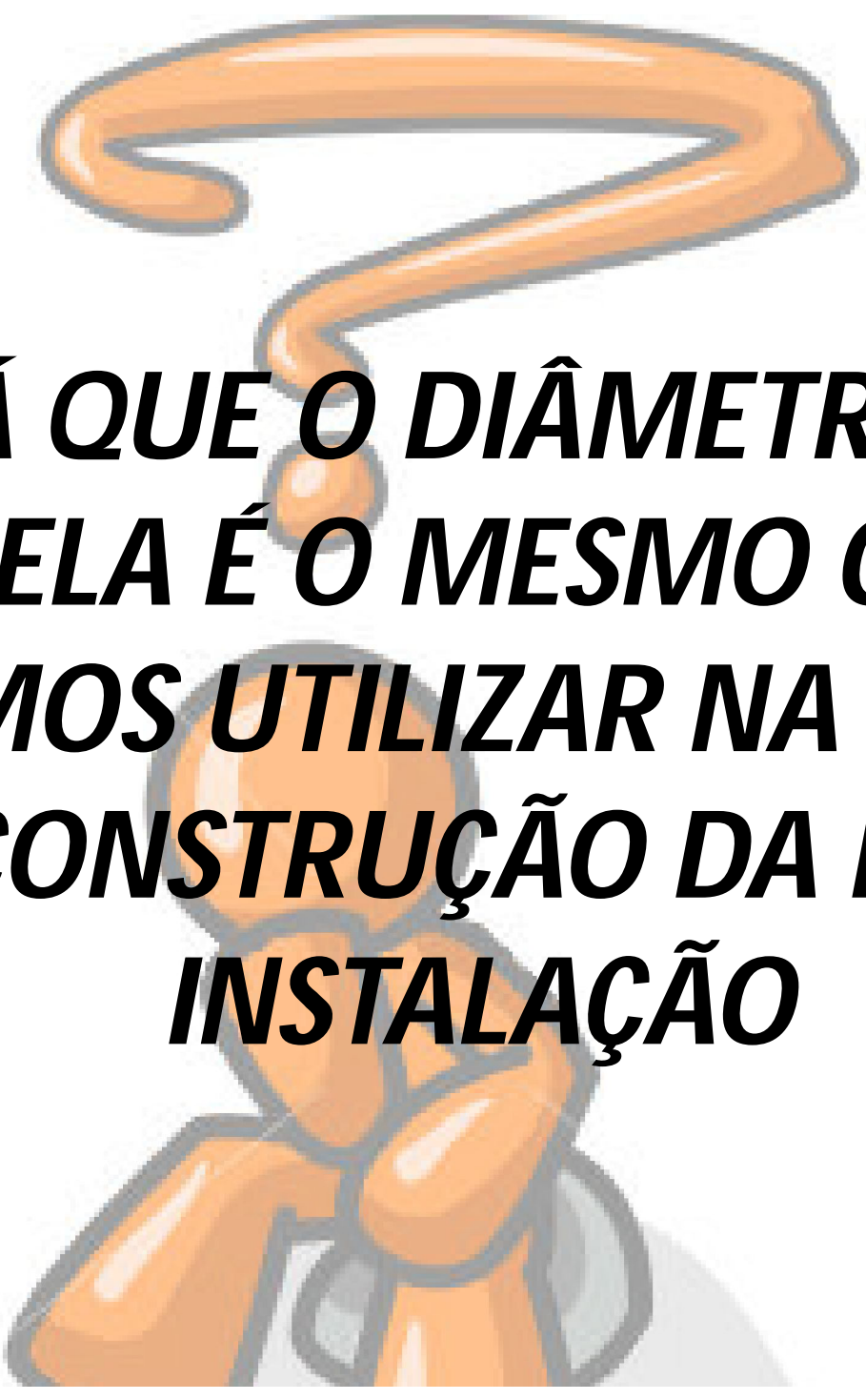
Pela norma ANSI.B.36.10 foram adotadas as “SÉRIES” (Schedule Number) para designar a espessura (ou peso) dos tubos.

O número da série é um número obtido aproximadamente pela seguinte expressão:

$$Série = \frac{1.000 \times P}{S} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = \text{Pressão interna de trabalho (psig)} \\ S = \text{Tensão admissível do material (psi)} \end{array} \right.$$

# CUIDADOS

Temos que prestar muita atenção na escolha do diâmetro correto para o fluido utilizado, pois, essa escolha é uma etapa essencial para nossa instalação funcionar de modo adequado e para não superdimensionarmos ou subdimensionarmos nosso projeto.



***SERÁ QUE O DIÂMETRO DA  
TABELA É O MESMO O QUE  
VAMOS UTILIZAR NA HORA  
DA CONSTRUÇÃO DA NOSSA  
INSTALAÇÃO***



# Solução

O que foi feito para demonstrar essa diferença entre valor tabela e valor medido (experimentalmente), foi realizado uma medição das dimensões (Diâmetro externo e espessura) de um tubo de PVC ( $\frac{3}{4}$ " ) e AÇO 40 ( $1\frac{1}{2}$ " ) utilizando um paquímetro (precisão de 0,05mm), assim, pode-se aplicar um exercício para demonstrar matematicamente a diferença que poderia causar em uma escolha equivocada do diâmetro.

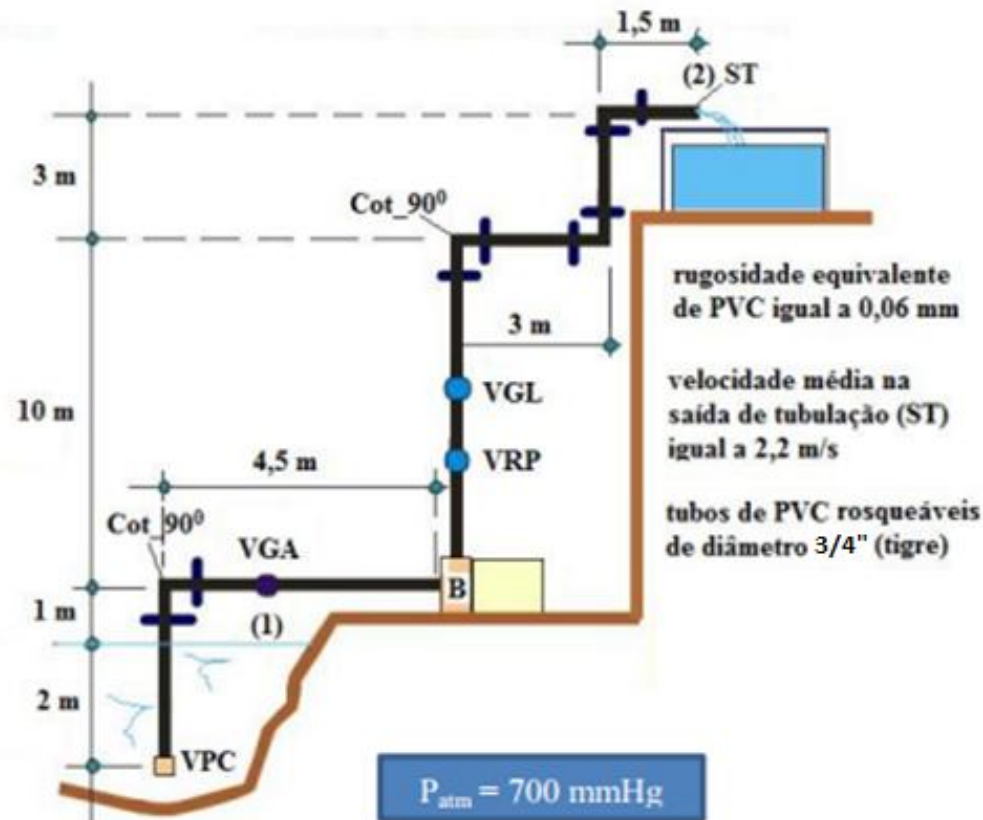
**VAMOS AO EXERCÍCIO??**

**LET'S  
GO**

1ª Questão: Sabendo que a bomba utilizada para bombear água a 28°C na instalação a seguir tem parte das suas CCB representada pela tabela. Pergunta-se:

a. Ela está operando com a vazão máxima? Justifique através de cálculos.

$Q(\text{m}^3/\text{h})$	0	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0	16,5
$H_B$ (m)	47	46,5	46	45,5	44,5	43,3	42,2	40,5	39	37,2	35	33
$\eta_B$ (%)		32	42	52	60	64	65	64	60	52	42	32



# Resolução PVC

EXPERIMENTAL	
De (m)	0,025
e (m)	0,002
Di (m)	0,021

TABELADO	
De (m)	0,025
e (m)	0,0017
Di (m)	0,0216

$$Q_{op} = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_{int}^2}{4} = 2,2 \times \frac{\pi \times D_{int}^2}{4}$$



Q <sub>op</sub>	0,000762	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	2,7	m <sup>3</sup> /h

Q <sub>op</sub>	0,00081	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	2,9	m <sup>3</sup> /h

**Obs.:** O diâmetro tabelado é encontrado no catálogo da TIGRE como tubo de PVC 3/4" SOLDÁVEIS

Legenda	Significado	Leq (m)
VPC	Válvula de pé e crivo	9,5
Cot_90°	Cotovêlo	4 x 1,2
VGA	Válvula gaveta	0,2
VRP	Válvula de Retenção	4,1
VGL	Válvula globo	11,4
ST	Saída de tubulação	0,9
	Somatória	30,9



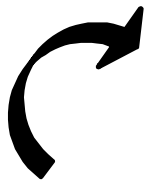
**Perdas encontrada no catálogo da TIGRE**

$$H_1 + H_s = H_2 + H_{p_{total}}$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + H_s = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \times Q^2}{2g \times A_2^2} + f \times \frac{(L + \sum Leq)}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Adotando PHR em (1) e a escala efetiva, resulta :

$$H_s = 14 + \frac{\alpha_2 \times Q^2}{19,6 \times \left( \frac{\pi \times D_H^2}{4} \right)^2} + f \times \frac{(25 + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left( \frac{\pi \times D_H^2}{4} \right)^2}$$



CCI EXPERIMENTAL

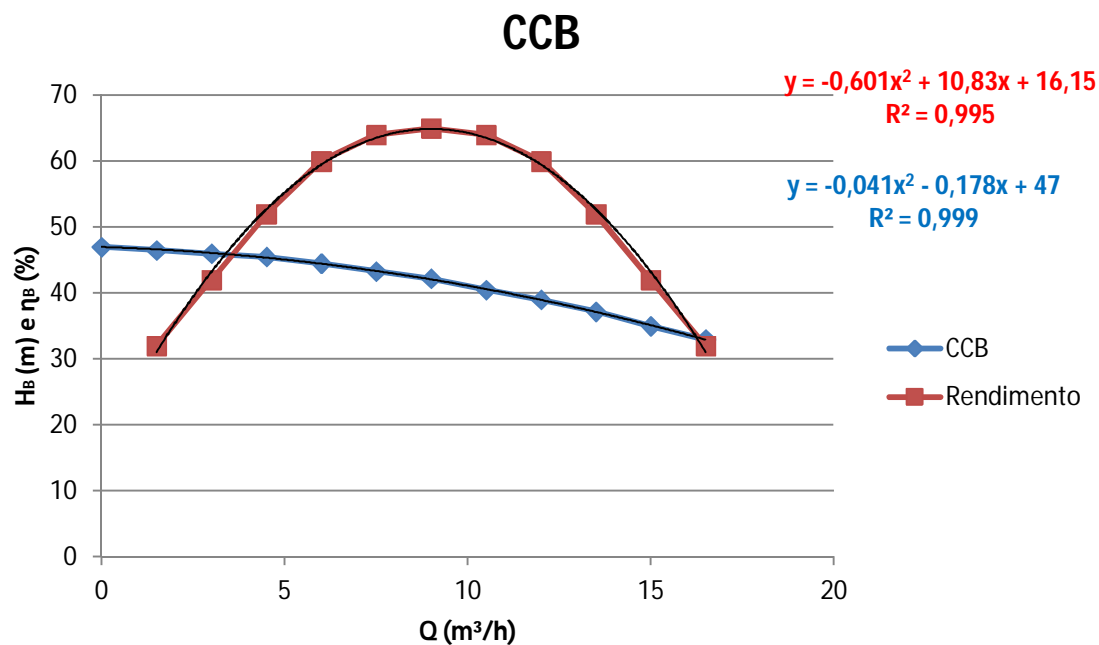
$$H_s = 14 + \alpha \times 106322,9 \times Q^2 + f \times 1132086209,6 \times Q^2$$



CCI TABELADO

$$H_s = 14 + \alpha \times 94992,5 \times Q^2 + f \times 983347952,9 \times Q^2$$

PARA CCB		
Q(m <sup>3</sup> /h)	H <sub>B</sub> (m)	η <sub>B</sub> (%)
0	47	
1,5	46,5	32
3	46	42
4,5	45,5	52
6	44,5	60
7,5	43,3	64
9	42,2	65
10,5	40,5	64
12	39	60
13,5	37,2	52
15	35	42
16,5	33	32



## EXPERIMENTAL

Q(m³/h)	Q (m³/s)	fchurchill	v (m/s)	Re	α	Hs (m)
0	0	0	0	0	-	14
1,5	0,000417	0,0300	1,2	30254,7	1	19,9
3	0,000833	0,0282	2,4	60509,4	1	36,3
4,5	0,00125	0,0275	3,6	90764,2	1	62,9
6	0,00167	0,0272	4,8	121018,9	1	99,7
7,5	0,00208	0,0269	6,0	151273,6	1	146,7
9	0,00250	0,0268	7,2	181528,3	1	204,0
10,5	0,00292	0,0266	8,4	211783,0	1	271,4
12	0,00333	0,0265	9,6	242037,7	1	349,0
13,5	0,00375	0,0265	10,8	272292,5	1	436,9
15	0,00417	0,0264	12,0	302547,2	1	534,9
16,5	0,00458	0,0264	13,2	332801,9	1	643,1

## TABELADO

Q(m³/h)	Q (m³/s)	fchurchill	v (m/s)	Re	α	Hs (m)
0	0	0	0	0	-	14
1,5	0,000417	0,0300	1,1	29414,3	1	19,1
3	0,000833	0,0281	2,3	58828,6	1	33,3
4,5	0,00125	0,0274	3,4	88242,9	1	56,2
6	0,00167	0,0270	4,5	117657,2	1	88,0
7,5	0,00208	0,0268	5,7	147071,5	1	128,6
9	0,00250	0,0266	6,8	176485,9	1	178,0
10,5	0,00292	0,0265	8,0	205900,2	1	236,2
12	0,00333	0,0264	9,1	235314,5	1	303,2
13,5	0,00375	0,0263	10,2	264728,8	1	379,0
15	0,00417	0,0262	11,4	294143,1	1	463,5
16,5	0,00458	0,0262	12,5	323557,4	1	556,8

Sendo:

$$Re = \frac{V \times D_H}{\nu}$$

V: velocidade [m/s]

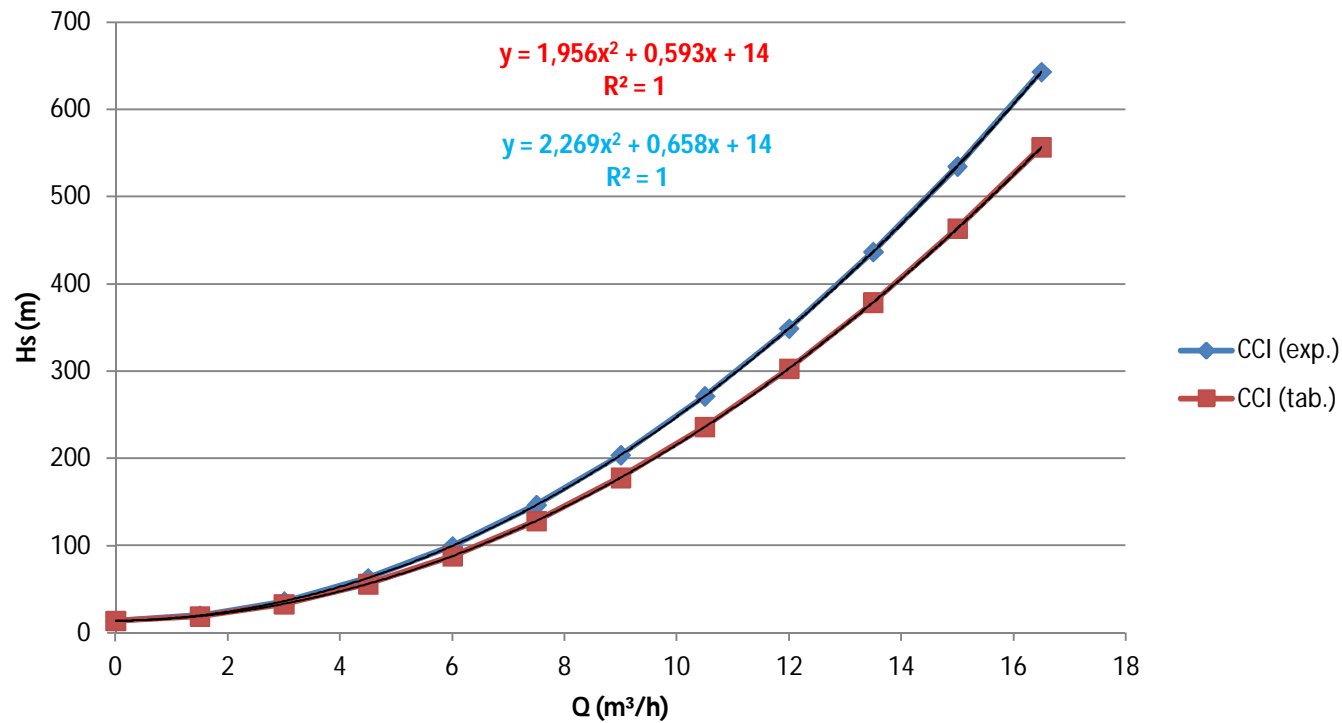
DH: Diâmetro hidráulico [m]

ν: Viscosidade cinemática [m²/s]

**Obs.:** Para a representação da CCI, teremos que determinar os coeficientes de perda de carga distribuída (f), para isto recorreremos a página:

[http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento\\_22012/consulta6.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_22012/consulta6.htm)  
e clicamos em: [Determinação do f, por Haaland, Swamee e Jain, Churchill e planilha.](#)

# CCI



## EXPERIMENTAL

$$CCI \rightarrow H_s = 0,1509 \times Q^2 + 0,1134 \times Q + 14$$

$$CCB \rightarrow H_B = -0,0408 \times Q^2 - 0,1789 \times Q + 47$$

$$\eta_B = -0,6019 \times Q^2 + 10,834 \times Q + 16,152$$

Ponto de trabalho :

$$0,1509 \times Q^2 + 0,1134 \times Q + 14 = -0,0408 \times Q^2 - 0,1789 \times Q + 47$$

$$Q = 3,6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

## TABELADO

$$CCI \rightarrow H_s = 1,956 \times Q^2 + 0,593 \times Q + 14$$

$$CCB \rightarrow H_B = -0,041 \times Q^2 - 0,178 \times Q + 47$$

$$\eta_B = -0,601 \times Q^2 + 10,83 \times Q + 16,15$$

Ponto de trabalho :

$$1,956 \times Q^2 + 0,593 \times Q + 14 = -0,041 \times Q^2 - 0,179 \times Q + 47$$

$$Q = 3,9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

# Análise de Resultados

EXPERIMENTAL

$$Q_{\text{exp.}} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

TABELADO

$$Q_{\text{tab.}} = 3,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\% \text{Erro} = \left| \frac{Q_{\text{TABELADA}} - Q_{\text{EXPERIMENTAL}}}{Q_{\text{TABELADA}}} \right| \times 100$$

$$\% \text{Erro} = \left| \frac{3,6 - 3,9}{3,9} \right| \times 100 = 7,7\%$$

1,0 L/s  
3603,0 L/h

1,1 L/s  
3876,6 L/h

**DIFERENÇA**  
**273,60 L/h**



EXPERIMENTAL	
De (m)	0,025
e (m)	0,002
Di (m)	0,021

TABELADO	
De (m)	0,025
e (m)	0,0017
Di (m)	0,0216

Q <sub>op</sub>	0,000762	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	2,7	m <sup>3</sup> /h

Q <sub>op</sub>	0,00081	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	2,9	m <sup>3</sup> /h

TUBOS DE PVC RÍGIDO SÉRIE A — TUBOS PARA INSTALAÇÕES PREDIAIS DIMENSÕES E PESOS (20°C) — PRESSÃO DE SERVIÇO 7,5 kgf/cm <sup>2</sup>								
REFERÊNCIA POL.	TOLERÂNCIA SO- BRE DIÂMETRO EXTERNO - mm	TOLERÂNCIA SO- BRE ESPESSURA MÍNIMA DE PA- REDE - mm	TABELA I TUBOS COM JUNTAS SOLDÁVEIS			TABELA II TUBOS COM JUNTAS ROSQUEÁVEIS		
			Diâmetro Externo médio mm	Espessura mínima de parede (e) mm	Peso médio aprox. kg/m	Diâmetro Externo médio mm	Espessura mínima de parede (e) mm	Peso médio aprox. kg/m
3/8	+ 02	+ 03	16	1,5	0,105	16,7	2,0	0,140
1/2	+ 03	+ 03	20	1,5	0,133	21,2	2,5	0,220
3/4	+ 02	+ 03	25	1,7	0,188	26,4	2,6	0,280
1	+ 02	+ 03	32	2,1	0,255	33,2	3,2	0,430
1.1/4	+ 03	+ 04	40	2,4	0,430	42,2	3,6	0,650
1.1/2	+ 03	+ 04	50	3,0	0,660	47,8	4,0	0,820
2	+ 03	+ 04	60	3,3	0,870	59,6	4,6	1,170
2.1/2	+ 03	+ 04	75	4,2	1,370	75,1	5,5	1,750
3	+ 04	+ 06	85	4,7	1,760	87,9	6,2	2,300
4	+ 04	+ 06	110	6,1	2,950	113,5	7,6	3,700

# Outra demonstração

- Agora utilizando uma tubulação de AÇO 40 com diâmetro de 1½" e realizando os mesmos cálculos que foi aplicado na tubulação quando utilizado PVC.
- Para essa tubulação, foi realizado uma nova aferição da nossa tubulação (Mecânica Dos Fluídos – FEI – SBC) para determinação do valor real para a rugosidade (k), pois temos uma tubulação antiga e não poderíamos considerar uma rugosidade de tubulação nova.

Obteve –se :

Tubo	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4	Medição 5	Média
Diâmetro 1½" (µm)	8,97	5,74	10,23	6,94	10,05	8,386

# Resolução AÇO

EXPERIMENTAL	
De (m)	0,0483
e (m)	0,0036
Di (m)	0,0411

TABELADO	
De (m)	0,04816
e (m)	0,00368
Di (m)	0,0408

$$Q_{op} = v \times A = v \times \frac{\pi \times D_{int}^2}{4} = 2,2 \times \frac{\pi \times D_{int}^2}{4}$$



Q <sub>op</sub>	0,000292	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	10,5	m <sup>3</sup> /h

Q <sub>op</sub>	0,00288	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	10,4	m <sup>3</sup> /h

**Obs.:** O diâmetro tabelado é encontrado na NORMA ANSI B.36.10 para tubulação De AÇO 1½".

Legenda	Significado	Leq (m)
VPC	Válvula de pé e crivo	19,81
Cot_90°	Cotovêlo	4 x 1,41
VGA	Válvula gaveta	0,7
VRP	Válvula de Retenção	19,81
VGL	Válvula globo	17,68
ST	Saída de tubulação	1,0
	Somatória	64,64

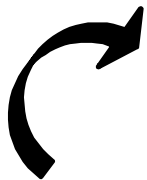
Perdas encontrada no catálogo da TUPY e MIPEL.

$$H_1 + H_s = H_2 + H_{p_{totais}}$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + H_s = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 \times Q^2}{2g \times A_2^2} + f \times \frac{(L + \sum Leq)}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Adotando PHR em (1) e a escala efetiva, resulta :

$$H_s = 14 + \frac{\alpha_2 \times Q^2}{19,6 \times \left( \frac{\pi \times D_H^2}{4} \right)^2} + f \times \frac{(25 + \sum Leq)}{D_H} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left( \frac{\pi \times D_H^2}{4} \right)^2}$$



**CCI EXPERIMENTAL**

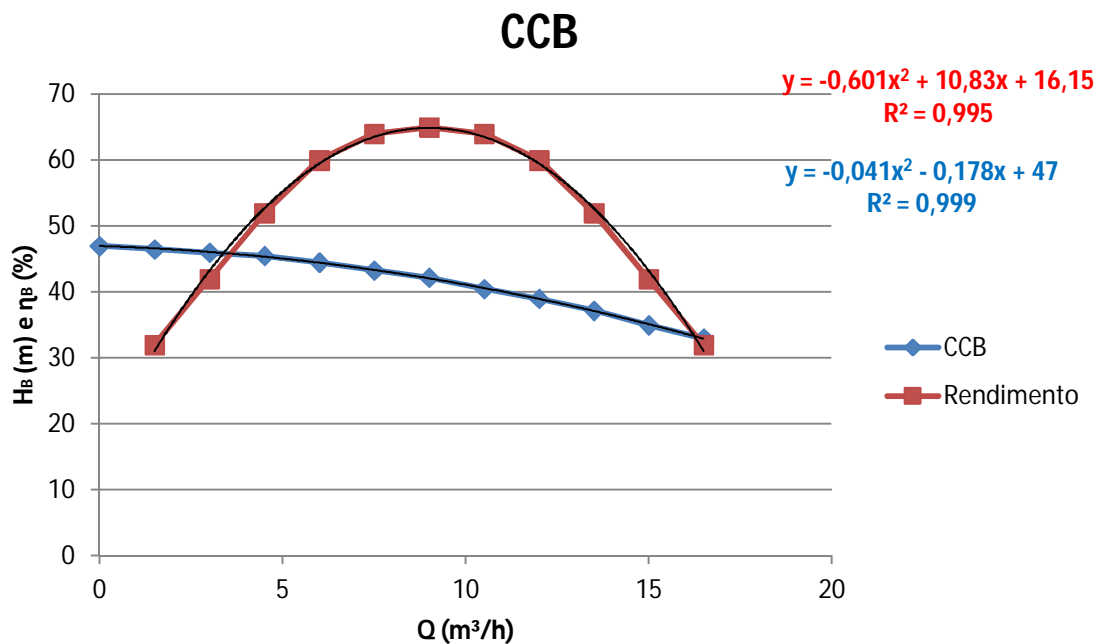
$$H_s = 14 + \alpha \times 7246,6 \times Q^2 + f \times 63220351,2 \times Q^2$$



**CCI TABELADO**

$$H_s = 14 + \alpha \times 7462,1 \times Q^2 + f \times 65579062 \times Q^2$$

<b>PARA CCB</b>		
<b>Q(m³/h)</b>	<b>H<sub>B</sub> (m)</b>	<b>η<sub>B</sub> (%)</b>
0	47	
1,5	46,5	32
3	46	42
4,5	45,5	52
6	44,5	60
7,5	43,3	64
9	42,2	65
10,5	40,5	64
12	39	60
13,5	37,2	52
15	35	42
16,5	33	32



## EXPERIMENTAL

Q(m³/h)	Q (m³/s)	fchurchill	v (m/s)	Re	α	Hs (m)
0	0	0	0	0	-	14
1,5	0,000417	0,0280	0,314	15458,6	1	14,3
3	0,000833	0,0239	0,628	30917,2	1	15,1
4,5	0,00125	0,0219	0,942	46375,8	1	16,2
6	0,00167	0,0207	1,3	61834,5	1	17,7
7,5	0,00208	0,0199	1,6	77293,1	1	19,5
9	0,00250	0,0193	1,9	92751,7	1	21,7
10,5	0,00292	0,0188	2,2	108210,3	1	24,2
12	0,00333	0,0184	2,5	123668,9	1	27,0
13,5	0,00375	0,0181	2,8	139127,5	1	30,2
15	0,00417	0,0178	3,1	154586,1	1	33,6
16,5	0,00458	0,0175	3,5	170044,8	1	37,5

## TABELADO

Q(m³/h)	Q (m³/s)	fchurchill	v (m/s)	Re	α	Hs (m)
0	0	0	0	0	-	14
1,5	0,000417	0,0280	0,319	15572,3	1	14,3
3	0,000833	0,0238	0,637	31144,6	1	15,1
4,5	0,0013	0,0219	0,956	46716,8	1	16,3
6	0,0017	0,0207	1,3	62289,1	1	17,8
7,5	0,0021	0,0199	1,6	77861,4	1	19,7
9	0,0025	0,0192	1,9	93433,7	1	21,9
10,5	0,0029	0,0188	2,2	109006,0	1	24,5
12	0,0033	0,0184	2,5	124578,2	1	27,5
13,5	0,0038	0,0180	2,9	140150,5	1	30,7
15	0,0042	0,0178	3,2	155722,8	1	34,4
16,5	0,0046	0,0175	3,5	171295,1	1	38,3

Sendo:

$$Re = \frac{V \times D_H}{\nu} \longrightarrow$$

V: velocidade [m/s]

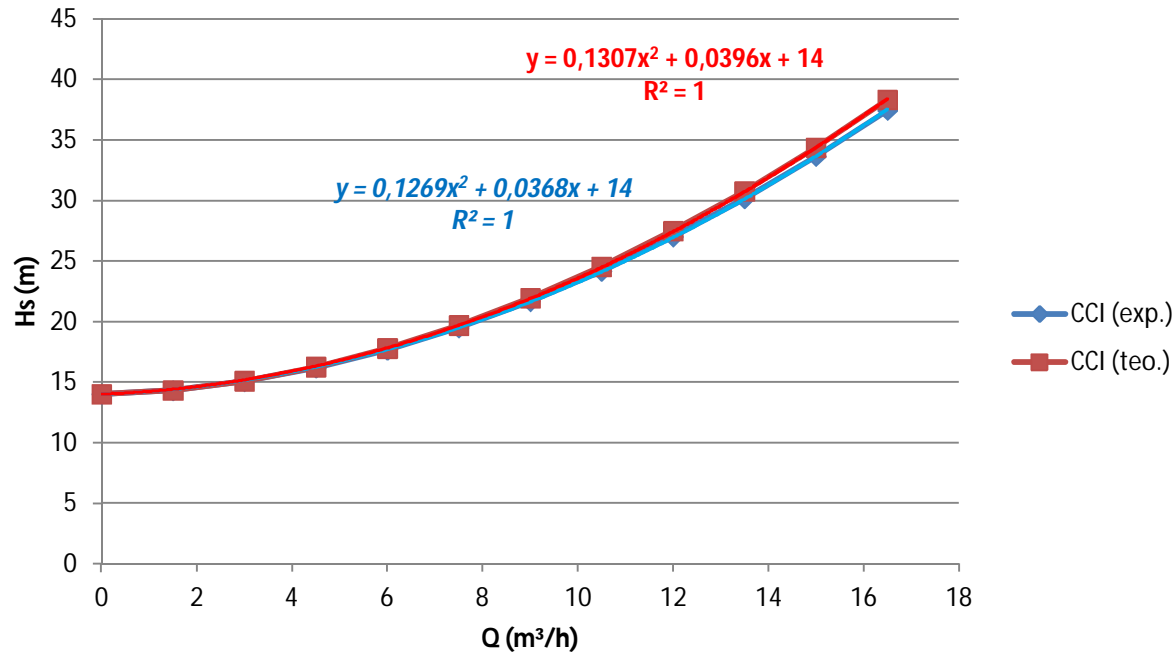
DH: Diâmetro hidráulico [m]

ν: Viscosidade cinemática [m²/s]

**Obs.:** Para a representação da CCI, teremos que determinar os coeficientes de perda de carga distribuída (f), para isto recorreremos a página:

[http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento\\_22012/consulta6.htm](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_22012/consulta6.htm)  
e clicamos em: [Determinação do f, por Haaland, Swamee e Jain, Churchill e planilha.](#)

## CCI



### EXPERIMENTAL

$$CCI \rightarrow H_s = 0,1269 \times Q^2 + 0,0368 \times Q + 14$$

$$CCB \rightarrow H_B = -0,0408 \times Q^2 - 0,1789 \times Q + 47$$

$$\eta_B = -0,6019 \times Q^2 + 10,834 \times Q + 16,152$$

Ponto de trabalho :

$$0,1269 \times Q^2 + 0,0368 \times Q + 14 = -0,0408 \times Q^2 - 0,1789 \times Q + 47$$

$$Q = 13,4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

### TABELADO

$$CCI \rightarrow H_s = 0,1307 \times Q^2 + 0,0396 \times Q + 14$$

$$CCB \rightarrow H_B = -0,041 \times Q^2 - 0,178 \times Q + 47$$

$$\eta_B = -0,601 \times Q^2 + 10,83 \times Q + 16,15$$

Ponto de trabalho :

$$0,1307 \times Q^2 + 0,0396 \times Q + 14 = -0,041 \times Q^2 - 0,179 \times Q + 47$$

$$Q = 13,2 \text{ m}^3 / \text{h}$$

# Análise de Resultados

EXPERIMENTAL

$$Q_{\text{exp.}} = 13,4\text{m}^3/\text{h}$$

TABELADO

$$Q_{\text{tab.}} = 13,2\text{m}^3/\text{h}$$

$$\% \text{Erro} = \left| \frac{Q_{\text{TABELADA}} - Q_{\text{EXPERIMENTAL}}}{Q_{\text{TABELADA}}} \right| \times 100$$

$$\% \text{Erro} = \left| \frac{3,7 - 3,68}{3,68} \right| \times 100 = 1,2\%$$

3,72 L/s  
13398,3 L/h

3,68 L/s  
13244,3 L/h

**DIFERENÇA**  
**154,0 L/h**

EXPERIMENTAL	
De (m)	0,0483
e (m)	0,0036
Di (m)	0,0411

TABELADO	
De (m)	0,04816
e (m)	0,00368
Di (m)	0,0408

Q <sub>op</sub>	0,000292	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	10,5	m <sup>3</sup> /h

Q <sub>op</sub>	0,00288	m <sup>3</sup> /s
Q <sub>op</sub>	10,4	m <sup>3</sup> /h

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura.  (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm)  (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Area da seção livre (cm <sup>2</sup> )	Area da seção de metal (cm <sup>2</sup> )	Superfície externa (m <sup>2</sup> /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm <sup>4</sup> )	Momento resistente (cm <sup>3</sup> )	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
1 1/2	Std, 40, 40S	3,68	40,8	13,1	5,15	0,151	4,04	1,31	12,90	5,34	1,58
--	XS, 80, 80S	5,08	38,1	11,4	6,89		5,40	1,14	16,27	6,75	1,54
--	160	7,14	33,9	9,07	9,22		7,23	0,91	20,10	8,33	1,48
48	XXS	10,16	27,9	6,13	12,2		9,53	0,61	23,64	9,80	1,39



# Conclusão

## PVC:

Para o PVC podemos dizer que a vazão se difere bastante. Mesmo sendo uma porcentagem de diferença pequena, mas na prática estaríamos dimensionando nossa instalação com um valor de vazão incorreto. Assim, podendo causar um superdimensionamento ou um subdimensionamento gerando grandes problemas.

## AÇO

Mesmo o AÇO apresentando uma diferença calculada menor, não podemos desconsiderar essa para o nosso dimensionamento de uma instalação.

## SOLUÇÃO:

A solução proposta seria uma melhor análise (cuidado) dos diâmetros a ser utilizado, assim como, saber qual a NORMA a ser utilizada para o dimensionamento correto da sua instalação.

# Bibliografia

- [http://www.joplas.com.br/prfv/manual\\_instalacoes.pdf](http://www.joplas.com.br/prfv/manual_instalacoes.pdf)
- <http://www2.grupogen.com.br/LTC/erratas/9788521612896b.pdf>
- [http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/aulasfei/Tabelas\\_para\\_projeto.pdf](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/aulasfei/Tabelas_para_projeto.pdf)
- <http://www.centurytubos.com.br/normas-para-tubos>
- [http://www.tuboal.com.br/arquivos/normas\\_tabelas/tabela%20de%20dimens%C3%B5es%20de%20tubos%20Conforme%20OABNT%20NBR%205580.pdf](http://www.tuboal.com.br/arquivos/normas_tabelas/tabela%20de%20dimens%C3%B5es%20de%20tubos%20Conforme%20OABNT%20NBR%205580.pdf)
- <http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/segundo2007/manuaisenai.pdf>
- [http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento\\_12010/catalogo\\_pt\\_Tupy.pdf](http://www.escoladavida.eng.br/mecfluquimica/planejamento_12010/catalogo_pt_Tupy.pdf)
- [https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#imgrc=-MvajRW1LvKYCM%3A%3B97ytAbWGr\\_1BxM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.guiametal.com.br%252Fcustom%252Fdomai%252Fimage\\_files%252Ftubos-com-costura.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fguiametal.com.br%252Fartigo%252Fdiferencas-entre-tubo-de-aco-com-costura-e-sem-costura.html%3B500%3B217](https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#imgrc=-MvajRW1LvKYCM%3A%3B97ytAbWGr_1BxM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.guiametal.com.br%252Fcustom%252Fdomai%252Fimage_files%252Ftubos-com-costura.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fguiametal.com.br%252Fartigo%252Fdiferencas-entre-tubo-de-aco-com-costura-e-sem-costura.html%3B500%3B217)
- [https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#um=1&hl=pt-BR&tbm=isch&sa=1&q=tubos+sem+costura&og=tubos+sem+costura&gs\\_l=img.3...25766.28709.6.28863.13.12.0.0.0.470.1901.2j6j2j0j1.11.0...0.0...1c.1.5.img.BwLen4GTNpw&bav=on.2.or.r\\_gc.r\\_pw.r\\_qf.&bvm=bv.43148975,d.dmQ&fp=d3cb7ff260dc7678&biw=1366&bih=624&imgrc=gWvZkJRoDu3DfM%3A%3BnZNT3Zv-2TyNjM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.new.divirta-se.uai.com.br%252Farquivos%252Fuai\\_noticia%252F20090906164654280.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.new.divirta-se.uai.com.br%252Fhtml%252Fsessao\\_32%252F2009%252F09%252F06%252Fficha\\_presal%252Fid\\_sessao%253D32%2526id\\_noticia%253D15230%252Fficha\\_presal.shtml%3B248%3B310](https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#um=1&hl=pt-BR&tbm=isch&sa=1&q=tubos+sem+costura&og=tubos+sem+costura&gs_l=img.3...25766.28709.6.28863.13.12.0.0.0.470.1901.2j6j2j0j1.11.0...0.0...1c.1.5.img.BwLen4GTNpw&bav=on.2.or.r_gc.r_pw.r_qf.&bvm=bv.43148975,d.dmQ&fp=d3cb7ff260dc7678&biw=1366&bih=624&imgrc=gWvZkJRoDu3DfM%3A%3BnZNT3Zv-2TyNjM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.new.divirta-se.uai.com.br%252Farquivos%252Fuai_noticia%252F20090906164654280.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.new.divirta-se.uai.com.br%252Fhtml%252Fsessao_32%252F2009%252F09%252F06%252Fficha_presal%252Fid_sessao%253D32%2526id_noticia%253D15230%252Fficha_presal.shtml%3B248%3B310)
- [https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#um=1&hl=pt-BR&tbm=isch&sa=1&q=tubos+fundi%C3%A7%C3%A3o&og=tubos+fundi%C3%A7%C3%A3o&gs\\_l=img.3...28232.29451.4.29652.8.8.0.0.0.258.896.3j3j1.7.0...0.0...1c.1.5.img.l8Qz7pSblek&bav=on.2.or.r\\_gc.r\\_pw.r\\_qf.&bvm=bv.43148975,d.dmQ&fp=d3cb7ff260dc7678&biw=1366&bih=624&imgrc=fsOLhV1\\_XKP1mM%3A%3BjPevPN73PJfAqM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.inoxplasma.com.br%252FRelatorios%252FProdServ%252F1309.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fborges-inox.blogspot.com%252Fp%252Finoxplasma.html%3B640%3B427](https://www.google.com.br/search?q=tubos+com+costura&aq=f&um=1&ie=UTF-8&hl=pt-BR&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=TpsvUejKL-yN0OGXqYDoDQ&biw=1366&bih=667&sei=UJsvUbi1JcWy0AHcw4DgAg#um=1&hl=pt-BR&tbm=isch&sa=1&q=tubos+fundi%C3%A7%C3%A3o&og=tubos+fundi%C3%A7%C3%A3o&gs_l=img.3...28232.29451.4.29652.8.8.0.0.0.258.896.3j3j1.7.0...0.0...1c.1.5.img.l8Qz7pSblek&bav=on.2.or.r_gc.r_pw.r_qf.&bvm=bv.43148975,d.dmQ&fp=d3cb7ff260dc7678&biw=1366&bih=624&imgrc=fsOLhV1_XKP1mM%3A%3BjPevPN73PJfAqM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.inoxplasma.com.br%252FRelatorios%252FProdServ%252F1309.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fborges-inox.blogspot.com%252Fp%252Finoxplasma.html%3B640%3B427)