

Tubos metálicos

Aço-carbono

Ferro Fundido

Altíssimas pressões. Acima de 200 mca

Cloreto de polivinil  
PVC-PBA, DEFoFo ou LF

Mais barato para  
Baixas e médias  
pressões (até 100  
mca)

Polietileno de Alta  
Densidade - PEAD

Baixas e Altas  
pressões (até 200  
mca)

PVC Biaxial  
(PVC-O)

Altas pressões (até 160  
mca)

PVC reforçado com fibras de vidro – RPVC  
Poliéster reforçado com fibras de vidro - PRFV

Mais Barato para altas pressões (até 250 mca)

Tubos não-  
metálicos

Material plástico

~~Concreto~~

Tubulações Flexíveis ("Mangueiras")

Novidade

Promissor para tubos edutores de poços



# TUBOS DE FERRO DÚCTIL OU FERRO FUNDIDO (FoFo)

## TUBOS

Junta JGS



Travamento interno

Travamento externo

Junta Travada



## TUBOS COM FLANGES

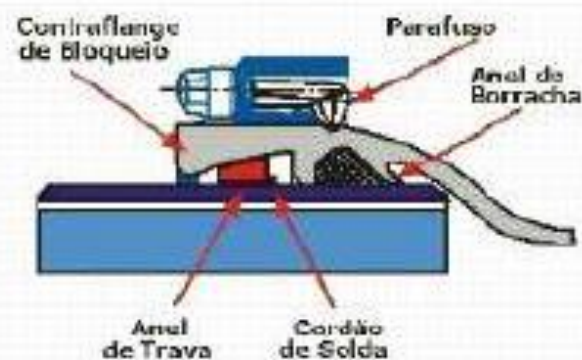


# TUBULAÇÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL

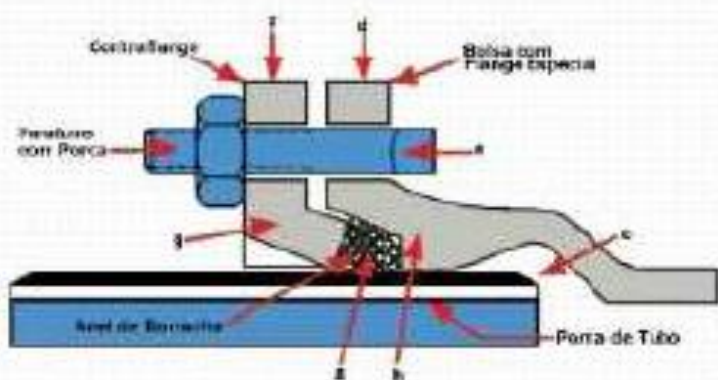
## Detalhes das juntas de tubulações de ferro fundido dúctil



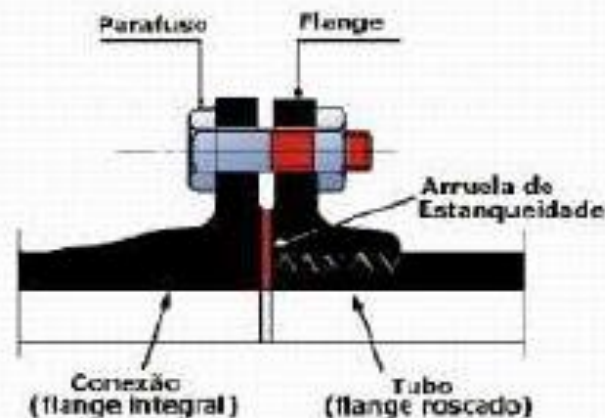
Junta elástica



Junta elástica travada



Junta mecânica



Junta de flange

## 2. TUBOS DE FERRO DÚCTIL OU FERRO FUNDIDO (FoFo)

Há dois tipos de tubulações de Ferro Fundido fabricados no Brasil pela Saint Gobain:

### 2.1 Tubos Tipo Ponta e Bolsa



## 2.2 Tubos Tipo Flangeados



Pressões Máximas de Serviço (PS, em mca) para as Classes: PN 10, PN 16, PN 25 e PN40

DN (mm)	PN 10	PN16	PN 25	PN 40
80	200	200	480	480
100 a 150	200	200	300	480
200 a 300	120	200	300	480
350 a 1200	120	200	300	-----



# Resistencia das tubulações as pressões NEGATIVAS durante os transientes:

## FERRO FUNDIDO



União com  
anel oring



**-2 m.c.a.**

União  
flangeada



**-5 m.c.a.**

Recomendação de Fabricante de  
Dispositivos de de Proteção

Aço





# Resistencia das tubulações as pressões NEGATIVAS durante os transientes:

## AÇO EXTREMOS SOLDADOS

Fabricante de Dispositivos de de Proteção

-5 m.c.a.





# Materiais Plásticos

BAQUELITE	PF	1909
CLORETO DE POLVINILA	PVC	1927
NYLON	PA	1938
TEFLON	PTFE	1941
EPOXI	EP	1943
POL. TEREFTALATO	PET	1953
POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE	PEAD	1955
POLIPROPILENO	PP	1959

# PVC

Tipos:

PBA

Diâmetros: 50 a 100 mm

Classes: 12, 15 e 20

Pressões de Serviço (Sobrepresão):  
60, 75 e 100 mca



a) Tubo PVC linha PBA

DEFoFo

Diâmetros: 100 a 500 mm

Pressão de Serviço (Sobrepresão): de 1MPa (100mca)



PVC-O BIAX

Diâmetros: 100 a 300 mm

Pressão de Serviço (Sobrepresão): 1,6 MPa (160mca)



# Resistencia das tubulações as pressões NEGATIVAS durante os transientes:

PVC

Fabricante de  
Dispositivos de de  
Proteção

- 2 m.c.a.



Minha recomendação

**SDR > 20**

**$P_{\min} = -3 \text{ mca}$**

**SDR < 20**

**$P_{\min} = -4 \text{ mca}$**



PEAD





PEAD





PEAD (em rolo até 110 mm)







PEAD











NORMA  
BRASILEIRA

**ABNT NBR**  
**15802**

Primeira edição  
08.02.2010

Válida a partir de  
08.03.2010

---

**Sistemas enterrados para distribuição e adução  
de água e transporte de esgotos sob pressão —  
Requisitos para projetos em tubulação de  
polietileno PE 80 e PE 100 de diâmetro externo  
nominal entre 63 mm e 1600 mm**

*Pressurized buried systems for water distribution and sewer —  
Requirements for projects of polyethylene PE 80 and PE 100 pipes for  
nominal outside diameters between 63 mm and 1 600 mm*

Os materiais são classificados pela Mínima Resistência Requerida (MRS - MinimumRequiredStrength) assim determinada em MPa, para uma vida útil mínima de 50 anos a 20°C.

<b>Material</b>	<b>Símbolo</b>	<b>MRS</b>
Polietileno PE 80 (PEAD e PEMD)	PE 80	8
Polietileno PE 100 (PEAD)	PE 100	10
Polietileno Reticulado	PEX	8
Polipropileno Copolímero em Bloco	PPB-80	8
Polipropileno Copolímero Randômico	PPR-80	8
Polipropileno Homopolímero	PPH-100	10
Polibutileno	PB	14
Polietileno RT (temperatura elevada) Tipo 1 e 2	PE-RT	8
PEAD sem classificação p/ tubos sem pressão	PE	-

A Pressão Nominal (PN em bar) do tubo é definida em função do MRS (MPa) e suas dimensões:

$$PN = \frac{20 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)}$$

C: Fator de Segurança aplicado (normalmente 1,25)

SDR: Relação Padronizada (DE/e), Diâmetro Externo Nominal/Espessura mínima de parede

SDR: Standard Dimension Ratio

MRS	PN 4	PN 5	PN 6	PN 8	PN 10	PN 12,5	PN 16	PN 20	PN 25
8	32,25	26	21	17	13,6	11	9	7,25	6
10	nd	32,25	26	21	17	13,6	11	9	7,25

**SDR > 17**

**P<sub>min</sub> = -3 mca**

**SDR ≤ 17**

**P<sub>min</sub> = -5 mca**

**Segundo um Fabricante (FGS)  
Nunca, no Brasil, foi  
registrado um colapso por  
subpressão em tubos de PEAD  
com SDR ≤ 17**



PVC PBA Classe 12			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
50	0.0546	0.0027	<b>22.2</b>
75	0.0772	0.0039	<b>21.8</b>
100	0.1	0.005	<b>22.0</b>
PVC PBA Classe 15			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
50	0.0534	0.0033	<b>18.2</b>
75	0.0756	0.0047	<b>18.1</b>
100	0.0978	0.0061	<b>18.0</b>
PVC PBA Classe 20			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
50	0.06	0.0043	<b>16.0</b>
75	0.085	0.0061	<b>15.9</b>
100	0.11	0.0078	<b>16.1</b>

PVC DEFoFo			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
100	0.1084	0.0048	<b>24.6</b>
150	0.1564	0.0068	<b>25.0</b>
200	0.2022	0.0089	<b>24.7</b>
FoFo K7			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
150	0.1596	0.0052	<b>32.7</b>
200	0.2112	0.0054	<b>41.1</b>
250	0.263	0.0055	<b>49.8</b>
FoFo K9			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
150	0.158	0.006	<b>28.3</b>
200	0.2094	0.0063	<b>35.2</b>
250	0.2604	0.0068	<b>40.3</b>

RPVC DEFoFo PN10 CR5000

DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
100	0.11328	0.00236	<b>50.0</b>
150	0.16392	0.00304	<b>55.9</b>
200	0.21456	0.00372	<b>59.7</b>
250	0.26518	0.00441	<b>62.1</b>
300	0.31512	0.00544	<b>59.9</b>
350	0.36496	0.00652	<b>58.0</b>
400	0.4139	0.00755	<b>56.8</b>
500	0.51474	0.00863	<b>61.6</b>
600	0.61452	0.01024	<b>62.0</b>

PRFV PN10 SN10000

DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
200	0.213	0.0045	<b>49.3</b>
250	0.2626	0.0057	<b>48.1</b>
300	0.313	0.0065	<b>50.2</b>
350	0.363	0.0075	<b>50.4</b>
400	0.412	0.0085	<b>50.5</b>
450	0.462	0.009	<b>53.3</b>
500	0.51	0.011	<b>48.4</b>
600	0.6092	0.0129	<b>49.2</b>
700	0.7086	0.0147	<b>50.2</b>
800	0.8086	0.0167	<b>50.4</b>
900	0.908	0.0185	<b>51.1</b>
1000	1.008	0.02	<b>52.4</b>
1100	1.082	0.022	<b>51.2</b>
1200	1.203	0.024	<b>52.1</b>
1300	1.277	0.026	<b>51.1</b>
1400	1.402	0.028	<b>52.1</b>
1500	1.499	0.03	<b>52.0</b>
1600	1.668	0.0325	<b>53.3</b>

AÇO			
DN(mm)	DI(m)	Espessura(m)	SDR
200	0.205	0.007	<b>31.3</b>
300	0.3199	0.004	<b>82.0</b>
350	0.3515	0.0044	<b>81.9</b>
400	0.402	0.0044	<b>93.4</b>
450	0.4524	0.0048	<b>96.3</b>
500	0.5016	0.0064	<b>80.4</b>
PEAD-80 PN10			
DN(mm)	DI(m)	Espessura (m)	SDR
63	0.0536	0.0047	<b>SDR</b>
90	0.0766	0.0067	<b>13.4</b>
110	0.093	0.0082	<b>13.3</b>
125	0.1066	0.0093	<b>13.5</b>
140	0.1192	0.0104	<b>13.5</b>
160	0.1362	0.0119	<b>13.4</b>
180	0.1532	0.0134	<b>13.4</b>
200	0.1702	0.0149	<b>13.4</b>

**Além das subpressões resultantes do Golpe de Ariete, devem ser acrescentadas as subpressões resultantes da compressão do solo e do lençol freático (em caso de tubos enterrados)**

**Em tubos plásticos (PVC e PEAD), o Módulo de Elasticidade diminui muito em função do tempo de uso. Um tubo de PEAD recém instalado tem um Módulo de Elasticidade de curta duração pode chegar a 9 (nove) vezes o valor do mesmo tubo com 50 anos de uso.**

**Isto implica que os tubos novos plásticos tem uma resistência muito maior**

**Isto não ocorre em tubos metálicos**



**O valor máximo da resistência de um tubo plástico de PEAD ou PVC, informado pelo fabricante, tem como base as pressões do regime permanente.**

**Assim, para os casos de valores de sobrepressão resultantes do Golpe de Ariete, um tubo de PEAD resiste a até 1,5 vezes o valor da resistência do tubo a pressões permanente:  $R = 1,5 PN$**

**Isto não ocorre em tubos metálicos**

**A resistência máxima de um tubo plástico é função da temperatura. A partir de 25°C a deve ser aplicado um fator redutor para a resistência do tubo**

**Isto é especialmente importante para tubos expostos ao sol pois nesse caso eles tem que ser pretos e assim a temperatura na parte externa do tubo pode chegar a 45°C. Tendo em vista que a água pode estar a 25°C, a temperatura média no interior do tubo pode estar em torno de 35°C.**

**Assim, nesse caso deve-se usar o fator redutor da resistência máxima**

**Esta é uma das razões pela qual recomenda-se fortemente que os tubos sejam **enterrados**.**

**No caso de Tubos de PEAD expostos ao sol devem ser necessariamente pretos pois estes são preparados para resistir a raios UV.**



**Tubos de PEAD coloridos devem ser necessariamente enterrados.**



**Outro fator importante é que tubos de plásticos tem uma celeridade muito menor que as de tubos metálicos, assim, as subpressões e sobrepressões são menores em tubos plásticos.**