

# TUBOS DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Eng.º TETSUAKI MISAWA \*

## 1 — INTRODUÇÃO

Achamos útil repisar no assunto tão conhecido de todos ou seja, os tubos utilizados em sistemas de abastecimento de água, tendo em vista os seguintes fatos:

1 — Continua cada vez mais crescente a necessidade de tubos para transporte de água, pois a água não é distribuída uniformemente na superfície da terra:

2 — Continua cada vez mais crescente a necessidade de tubos de diâmetros maiores, pois a capacidade de transporte, deve aumentar anualmente para fazer face:

— ao aumento da população (a população mundial aumenta na base de 1,7% e a população urbana aumenta na base de 3,4% ao ano);

— ao aumento do consumo "per capita"; e

— ao aumento do consumo industrial.

3 — Na fase de implantação de um novo sistema de abastecimento de água, a tubulação representa, em geral, mais de 50% do custo total; e

4 — Na fase de operação e manutenção, a tubulação representa não só uma das partes do sistema mais onerosa para a manutenção, bem como o que dá constantes e maiores preocupações aos administradores, engenheiros e técnicos que trabalham neste ramo.

## 2 — TUBULAÇÃO

### 2.1 — Tubulação utilizada em sistema de abastecimento de água.

Num sistema de abastecimento de água, levando-se em conta o seu bom funcionamento, a tubula-

ção pode ser interpretada como sendo um conjunto de tubos, conexões e acessórios assentados e obras de arte, com a finalidade de transportar água de um para outro ponto.

### 2.2 — Condições de que uma tubulação deve satisfazer.

A tubulação é um meio para se conseguir um fim, isto é fornecimento de água para um determinado ponto, tendo qualidade, quantidade e pressão, com o máximo de economia e no momento desejado. Portanto, os materiais empregados na tubulação de água devem satisfazer as seguintes condições principais:

#### a) Condições relacionadas à quantidade de água:

1 — materiais que não alterem a qualidade de água,

2 — materiais que não sejam facilmente dissolvidos pela água, e

3 — materiais que, com a dissolução na água não provoquem danos aos usuários.

#### b) Condições relacionadas à quantidade de água:

1 — materiais que permitam a obtenção de tubos com secção de escoamento desejado.

2 — materiais que não permitam a sensível alteração da secção de escoamento ao decorrer do tempo,

3 — materiais que não permitam a alteração grande da rugosidade relativa ao decorrer do tempo,

\* Engenheiro do DAE — São Paulo

- 4 — materiais que permitam a confecção de juntas com o mínimo de vazamento ao decorrer do tempo, e
- 5 — materiais que provoquem o mínimo de trincas, corrosões e arrebentamentos pelas ações internas e externas.

**c) Condições relacionadas à pressão de água:**

materiais que permitam a obtenção de tubos com espessuras de parede desejadas a fim de resistir aos esforços provenientes internamente e externamente ao decorrer do tempo.

**d) Condições relacionadas à economia:**

- 1 — materiais resistentes aos choques, que ocorrem geralmente, durante as fases de carga, descarga e assentamento,
- 2 — materiais que permitem cortes, furos etc no próprio canteiro de serviço com relativa facilidade,
- 3 — materiais mais leves possíveis para facilitar transporte e assentamento,
- 4 — materiais que permitam menor número de juntas ou conexões,
- 5 — materiais que satisfazendo condições técnicas sejam de menor custo,
- 6 — materiais mais duráveis, e
- 7 — materiais que permitam menor custo na manutenção.

**e) Condições relacionadas no momento desejado:**

- 1 — tubulação segura, isto é, deve apresentar o mínimo de vazamentos e arrebentamentos, e
- 2 — tubulação deve ser de material durável.

**2.3 Tipos de tubos usados, normalmente, em sistema de abastecimento de água.**

Os tubos usados, normalmente, são de:

- 1 — ferro fundido,
- 2 — ferro ductil,

- 3 — aço,
- 4 — concreto,
- 5 — cimento — amianto,
- 6 — plásticos,
- 7 — cerâmicas,
- 8 — madeiras, e
- 9 — materiais especiais.

### 3 — TUBULAÇÃO DE FERRO DUCTIL

#### 3.1 — Introdução

O ferro comum, tem sido empregado para a fabricação de tubos de água desde o século XV e era até há pouco, quase único elemento utilizado para tal fim, embora tivesse dois, pontos fracos — tuberculização e resistência mecânica relativamente fraca.

Nos últimos 40 anos, o tubo de ferro fundido comum enfrentou os grandes concorrentes — tubos de cimento amianto, tubos de concreto e tubos de aço, e atualmente está enfrentando os tubos plásticos.

O tubo de ferro fundido comum conseguiu sanar a tuberculização através de revestimento interno de cimento, mas não conseguia suplantiar o defeito da fraca resistência mecânica e no mercado dos tubos grandes (de diâmetro), perdia paulatinamente o seu terreno para o aço.

Para recuperar o seu terreno perdido, o tubo de ferro fundido deveria adquirir a resistência mecânica equivalente a do aço, com a vantagem de o primeiro possuir resistência superior à corrosão em relação ao segundo.

Os pesquisadores do assunto sabiam, há tempo, que a dificuldade na obtenção de resistência mecânica mais elevada nos ferros fundidos comuns era a formação de grafite livre lamelar, presente em cerca de 12% do volume fundido. Contudo, era essa grafite que conferia ao ferro fundido sua boa resistência à corrosão.

A cristalização da grafite sob a forma de esfera foi o objetivo perseguido durante muitos anos pelos fundidores de todo mundo.

Em 1948, na Inglaterra, a equipe chefiada pelo metalurgista Morrogh conseguiu o objetivo acrescentando cérium ao ferro fundido. Ao mesmo tem-

po, nos Estados Unidos, Cagnibim e outros, conseguiram o mesmo objetivo empregando adições de magnésio, processo este que se tornou universal, dado ser o magnésio relativamente farto e de fácil obtenção.

As propriedades adquiridas por este novo material foram tão surpreendentes que recebeu o nome de ferro ductil.

Hoje em dia, os tubos de ferro ductil, são amplamente empregados no mundo inteiro, como exemplo, Estados Unidos, Inglaterra, Japão, França etc., com muito sucesso.

A título de curiosidade, citamos que no Japão, por ocasião da realização dos Jogos Olímpicos de 1964, em Tóquio, a fim de enfrentar a grande demanda de consumo de água pela população (flutuante) utilizou-se os tubos de ferro ductil de diâmetros de 2.400 mm, fabricados pelo processo de centrifugação em Osaka (na ocasião era o maior diâmetro fabricado e utilizado, de tubos de ferro ductil do mundo).

### 3.2 Comparação entre ferro ductil e ferro fundido comum

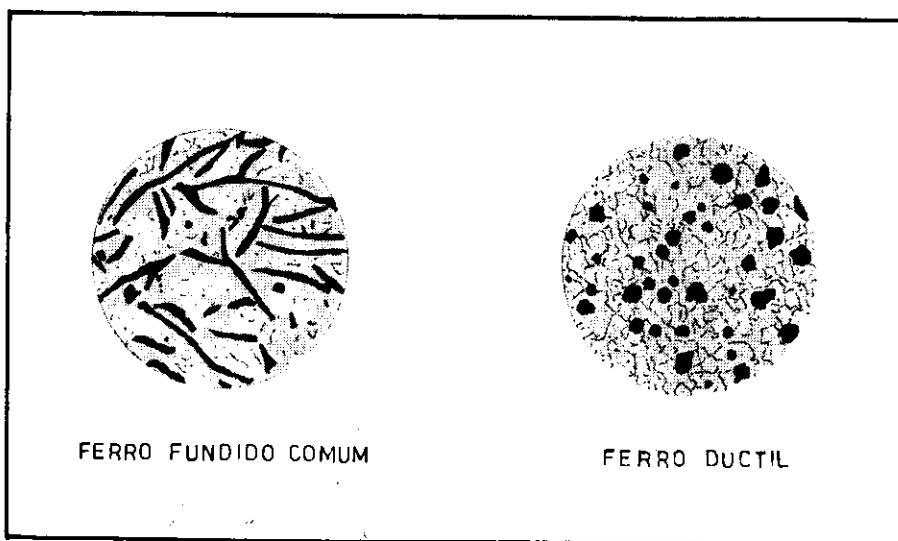
#### a) Estrutura e composição química

(% em peso)

	FERRO DUCTIL	FERRO COMUM
C	2,8 a 3,7	3,2 a 3,8
Si	1,7 a 2,5	1,4 a 2,2
Mn	0,2 a 0,4	0,4 a 0,6
P	< 0,1	< 0,5
S	< 0,015	< 0,1
Mg	> 0,03	—

#### Observação:

Como teor de carbono é praticamente igual nos dois casos, podemos considerar como sendo praticamente iguais as resistências à corrosão. No entanto, a resistência mecânica do ferro ductil é maior do que a do ferro fundido comum pela forma esférica dos grafites (ferro ductil) em comparação a lamelar dos mesmos (ferro comum).



#### b) Propriedade físicas:

PROPRIEDADES	FERRO DUCTIL	F.º F.º COMUM
Resistência à tração (kg/mm <sup>2</sup> )	38 a 45	20 a 30
Alogamento (%)	3 a 10	0 a 1
Resistência à choque (kg/cm <sup>2</sup> )	1,8 a 3,5	0,1 a 0,2
Dureza Brinell	< 230	< 230

#### Observações:

1 — A resistência à ruptura pela pressão interna: a dos tubos de ferro ductil é aproximadamente

três vezes maior do que a dos de ferro fundido comum.

2 — A resistência a carga externa e ao choque: as dos tubos de ferro ductil são bem maiores do que as do de tubos de ferro fundido comum.

3 — Usinabilidade: a dos tubos de ferro ductil é mais difícil do que a dos de tubos de ferro fundido comum.

### 3.3 — Tubos de ferro ductil no Brasil

A fabricação de tubos de ferro ductil foi recentemente iniciada no Brasil, produzindo os de diâmetros de 250 mm a 600 mm. O DAE de São Paulo, ainda não está utilizando este tipo de tubos. No entanto, acreditamos que o seu uso seja não só ado-

tado, mas bem generalizado ao decorrer do tempo, como foi o uso de tubos de ferro fundido — cimentado e juntas de borracha a partir de 1958.

### 4 — CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE TUBOS

Nesta exposição resumida sobre os tubos empregados em sistemas de abastecimento de água, mostraremos no seguinte quadro as principais características de tubos de ferro comum, ferro fundido ductil, aço e concreto com os quais, como engenheiro do DAE, tive a oportunidade de trabalhar, embora não ignorasse a existência e a importância de tubos de cimento — amianto e plásticos.

CARACTERÍSTICAS	F.º F.º COMUM	FERRO DUCTIL	AÇO	CONCRETO ARMADO
Pêso	dôbro do de aço	entre f. fundido e aço	leve	pesado
Resistência ao escoamento	C = 100 (s/revestimento) C = 130 (c/revestimento)	C = 100 (s/revestimento) C = 130 (c/revestimento)	C = 130 (c/revestimento)	C = 130
Pressão de serviço	50 — 80 — 100 m.c.a	80 — 100 — 150 m.c.a.	100 — 150 ou mais	30 — 50 — 80 m.c.a
Vazamentos	tem	tem	pouco	tem
Arrebentamento	tem	menos	muito menos	tem
Resistência ao choque	fraco	médio	forte	fraco
Resistência à carga externa	forte	forte	forte	média e forte
Alongamento	pouco	pouco mais do que f.º f.º comum	muito	pouco
Resistência a corrosão	forte (1)	forte (1)	fraco (2)	médio
Preço do tubo	médio	barato (3)	mais caro	mais barato
Para linha de recalque	evitar o seu uso	aceitável	bom	evitar o seu uso
Consêrto	relativamente fácil	relativamente fácil	fácil	difícil
Colocação de ferrules	pode	pode	não	não
Travessia de córregos, si-fões e linhas submarinas	aceitável	aceitável	bom	não aconselhável

(1) Existe inconveniência da tuberculização que foi sanado com o revestimento de cimento.

(2) Esta inconveniência é sanada com revestimento e outras medidas de proteção.

(3) No Brasil, no momento, o de ferro ductil é mais caro do que o de f.º f.º comum, o que não acontece no mercado mundial.

### 5 — O ENGENHEIRO DE OBRAS DE TUBULAÇÃO FACE A TUBOS UTILIZADOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O engenheiro deve escolher os tubos de características que lhe convém estudando as seguintes condições:

- 1 — carga, transporte e descarga, inclusive no canteiro de serviço;
- 2 — montagem, pressão interna de serviço, vazão necessária, cargas externa e agressividade do terreno;
- 3 — custo de tubos;

- 4 — custo de construção;
- 5 — durabilidade da tubulação, e
- 6 — custo de manutenção e segurança da tubulação.

**Observações:**

- 1 — O engenheiro deve escolher os tubos de características que lhe convém, de acordo com os tubos existentes, no caso de ferro fundido comum, ferro ductil, cimento-amianto e plásticos;
- 2 — O engenheiro deve estudar, escolher e encomendar a fabricação de tubos com características que satisfaçam as necessidades da tubulação a ser assentada, no caso de tubos de aço e de concreto.

Neste último caso, o engenheiro deve acompanhar a tubulação, não só na hora da construção, mas desde o início da fabricação dos tubos.

**6 — CONCLUSÃO**

O engenheiro deve escolher os tubos de material com as características que satisfaçam as necessidades da tubulação tendo em vista, não só um dos seguintes itens, mas examinando-os globalmente e levando-se em conta, principalmente, o custo da manutenção e segurança da mesma.

- 1 — custo de tubos;
- 2 — custo de construção
- 3 — durabilidade, e
- 4 — custo de manutenção e segurança da tubulação.