



**SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÃO**  
**ANÁLISE TÉCNICA-ECONÔMICA**  
**PARA TUBULAÇÕES EM FERRO**  
**FUNDIDO DÚCTIL**

**DANIEL SILAS**

# E PRÓXIMOS AOS MERCADOS



## CHILE

- 1 fábrica
- 4 centros de distribuição
- 3 escritórios comerciais

## ARGENTINA

- 10 fábricas
- 6 centros de distribuição
- 4 escritórios comerciais

### NORTE

- 3 fábricas
- 3 centros de distribuição
- 1 escritório comercial

### NORDESTE

- 8 fábricas
- 6 centros de distribuição
- 2 minas
- 3 escritórios comerciais

### CENTRO-OESTE

- 3 fábricas
- 2 centros de distribuição
- 1 escritório comercial

### SUDESTE

- 34 fábricas
- 26 centros de distribuição
- 6 minas
- 38 lojas
- 13 escritórios comerciais
- 49 florestas

### SUL

- 8 fábricas
- 5 centros de distribuição
- 2 minas
- 32 lojas
- 3 escritórios comerciais

## BRASIL

- 17.000 funcionários diretos
- 57 fábricas
- 43 centros de distribuição
- 10 mineradoras
- 70 lojas
- 23 escritórios comerciais
- 1 centro de pesquisa e desenvolvimento

# COM RELEVÂNCIA NO MERCADO BRASILEIRO



## ADFORS

Tecidos e não tecidos em fibra de vidro para construção civil e indústria.



## BRASILIT

As melhores soluções para Coberturas, Construções a Seco e Caixas D'Água de todo o Brasil.



## CEBRACE

Maior produtora de vidros e espelhos da América do Sul.



## ISOVER

Líder mundial na fabricação de produtos para isolamento térmica e acústica para construção civil e mercados técnicos e industriais.



## NORTON

Soluções para atender aplicações nos segmentos automotivo, construção civil e indústria.



## PLACO

Paredes, Forros e Revestimentos em drywall Placo.



## SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÃO

Tubos, Conexões, Válvulas e Tampões de Ferro Dúctil para transporte de água e efluente.



## SAINT-GOBAIN GLASS

A Saint-Gobain Glass fabrica vidros texturizados para os mercados da construção civil, arquitetura de interiores, design e arte.



## WEBER

Líder mundial na fabricação de argamassas, impermeabilizantes, revestimentos para pisos, fachadas e soluções técnicas.



## TELHANORTE

Rede varejista multiespecialista em materiais para construção e reforma.

## AUTOVER

## AUTOVER

Comercializa e distribui vidros automotivos e produtos relacionados, como adesivos, ferramentas e acessórios para o mercado de reposição.



## MINERAÇÃO JUNDU

Segmento de mineração de minerais não-metálicos, produzindo e comercializando areias-base, areias especiais, sílica moída etc.



## CERÂMICAS

Gama de solução em refratários de alta performance à indústria siderúrgica nacional e internacional.



## EUROVEDER

Especialista na fabricação de vidros de segurança para eletrodomésticos e refrigeração comercial, atendendo também outros segmentos.



## MATERIAIS CERÂMICOS

Portfólio completo de Carbetos de Silício para as indústrias de cerâmicas técnicas, refratários, abrasivos e metalurgia.



## PLÁSTICOS DE PERFORMANCE

Maior fabricante mundial de produtos em polímeros de engenharia e alto desempenho, servindo os principais setores industriais em todo o mundo.



## SEKURIT

Produz vidros automotivos, desenvolvendo novas tecnologias para todas as montadoras do mercado mundial



## VETROTECH

Projeta, fabrica e distribui soluções de vidro de segurança de alta performance e resistentes ao fogo.





## Linha de produtos

# SAINT-GOBAIN CANALIZAÇÃO NO BRASIL

Tubos



**K5 e K6**



Conexões



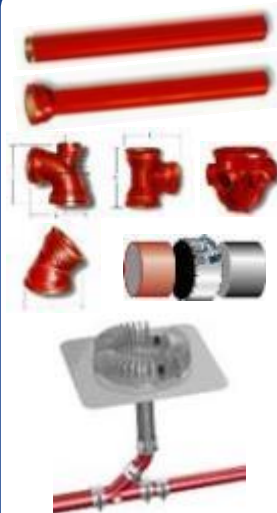
Tampões



Válvulas



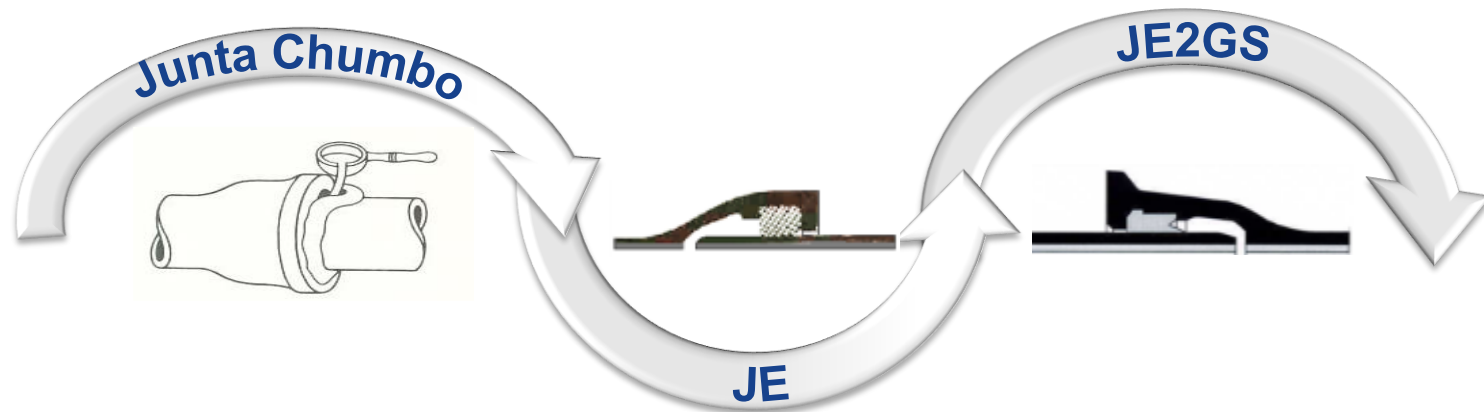
Predial



Produtos em Ferro Fundido Dúctil

Ferro  
Cinzento

# EVOLUÇÃO DAS JUNTAS



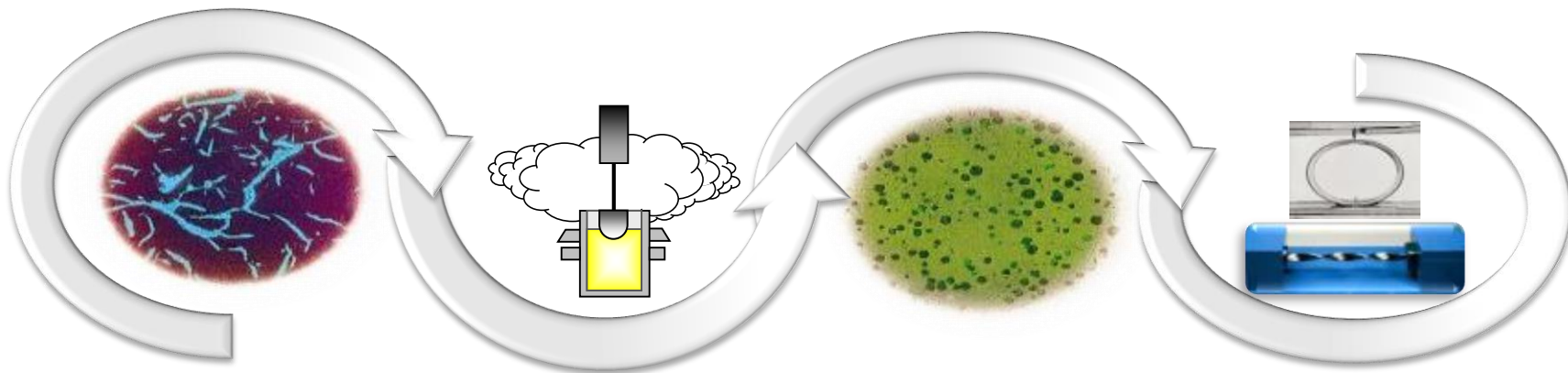
A Junta Chumbo foi a primeira junta utilizada nos tubos de ferro fundido, mas foi extinta devido à difícil e demorada aplicação.

A junta elástica JE veio para substituir a Junta Chumbo, proporcionando uma montagem rápida, porém o anel de borracha e simétrico, permitia a montagem no sentido incorreto.

A atual junta elástica JE2GS proporciona uma montagem rápida e segura, com perfil assimétrico impede erros de montagem. Normatizada pela NBR13747



# EVOLUÇÃO DO FERRO FUNDIDO



O ferro fundido cinzento se apresenta com grafita lamelar, na matriz ferrítica que resulta em um material com menor resistência mecânica.

A introdução controlada de magnésio no ferro líquido de base forma o ferro dúctil.

O ferro dúctil apresenta grafita esferoidal ou nodular devido a cristalização da grafita.

O resultado é um metal com elevada resistência a tração e alongamento.

# FERRO DÚCTIL - PROPRIEDADES MECÂNICAS

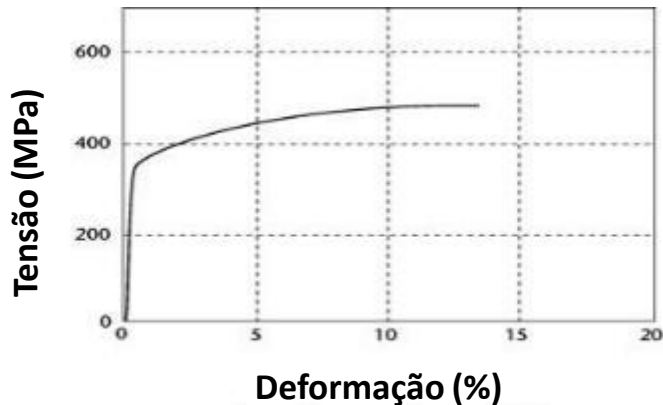
## CARACTERÍSTICAS DO FERRO FUNDIDO DÚCTIL

Elasticidade ( $R_e \geq 270$  MPa);

Resistência a ruptura ( $R_m \geq 420$  MPa);

Dureza Brinell ( $\leq 230$  HB);

Grande capacidade de alongamento ( $> 10\%$ ).



Curva de tração do ferro dúctil





# NORMAS DE FABRICAÇÃO – NBR 7675

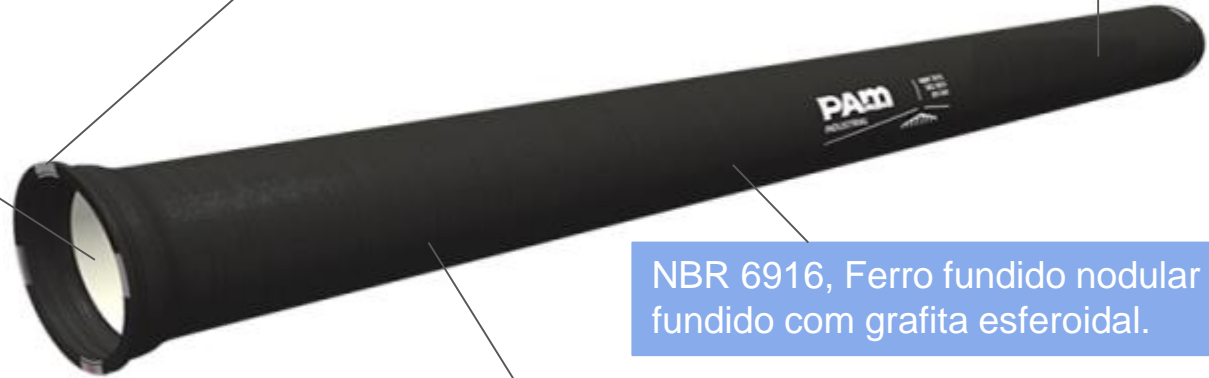
NBR 8682 - Revestimento de argamassa de cimento.

ABNT NBR 13747, Junta elástica para tubos e conexões de ferro fundido dúctil - Tipo JE2GS.

NBR 11827, Zinco Metálico.



NBR 7676 - Anel de borracha para junta elástica.



NBR 6916, Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal.

Pintura de acabamento em epóxi ou betume





# Comportamento dos Tubos

# TUBOS RÍGIDOS

## Comportamento:

Os tubos rígidos só admitem uma pequena ovalização antes da ruptura. Esta deformação é insuficiente para colocar em jogo as reações de apoio laterais do reaterro. Toda a carga vertical do reaterro é suportada pelo tubo.

## Critério de Dimensionamento:

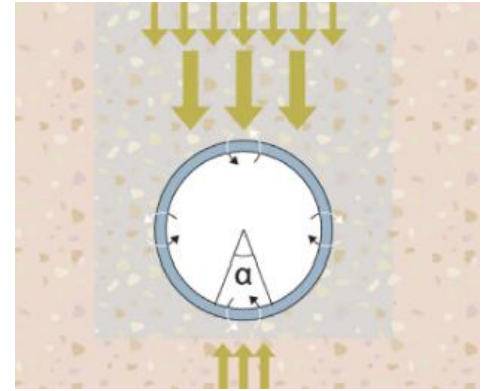
Carga máxima de compressão.

## Consequências:

Os tubos rígidos favorecem as concentrações de carga na geratriz inferior. A eficiência do conjunto solo/tubo rígido depende do ângulo de apoio  $\alpha$ , portanto há necessidade de uma boa preparação do leito de assentamento, em particular se houverem cargas rodantes.

## Exemplos:

Concreto, fibrocimento e manilhas cerâmicas.



# TUBOS FLEXÍVEIS

## Comportamento:

Os tubos flexíveis suportam, sem romper, uma grande deformação. Assim, a carga vertical do reaterro sobre os tubos é equilibrada pelas reações de apoio lateral do tubo sobre o reaterro adjacente.

## Critério de Dimensionamento:

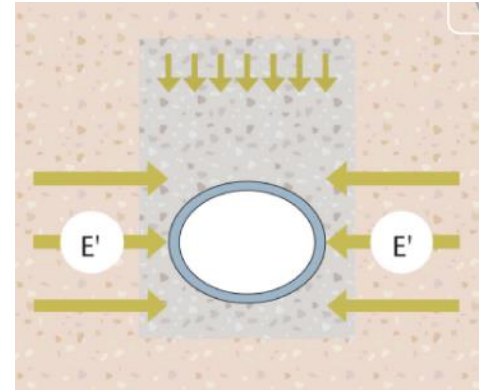
Ovalização máxima admissível ou tensão de flexão máxima admissível.

## Consequências:

A estabilidade do sistema solo/tubo flexível depende da capacidade do reaterro de gerar um reação passiva de apoio, módulo de reação ( $E'$ ), e, conseqüentemente, da qualidade do reaterro e sua compactação.

## Exemplos:

PVC, PEAD, Aço Carbono e PRFV.



# TUBOS SEMIRRÍGIDOS

## Comportamento:

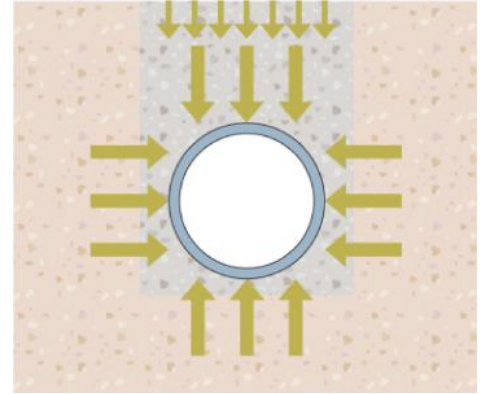
Os tubos semirrígidos suportam uma ovalização suficiente para que uma parte da carga vertical do reaterro mobilize o apoio do recobrimento. A resistência à carga vertical é então repartidas entre a resistência própria do tubo e seu reaterro.

## Critério de Dimensionamento:

Tensão de flexão máxima admissível (caso de pequeno diâmetro) ou ovalização máxima admissível (casos de grandes diâmetros) e rigidez diametral.

## Exemplos:

Ferro Fundido Dúctil.







# Assentamento

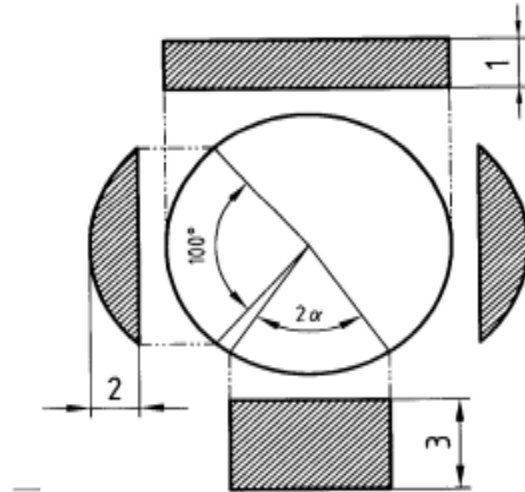
# INTERAÇÃO TUBO-SOLO

**Item 6.1 da ISO10803** – Cálculo baseado no modelo de Spangler

Carga distribuída uniformemente na geratriz superior do tubo;

Equilíbrio com a reação dirigida para cima, uniformemente repartida na base do tubo com ângulo de reação de apoio igual a  $2\alpha$ ;

Uma ovalização do tubo que inicia uma pressão de reação horizontal sobre as laterais do tubo com uma distribuição parabólica com um ângulo de  $100^\circ$ ;



# INTERAÇÃO TUBO-SOLO E OS TIPOS DE VALAS PARA FFD

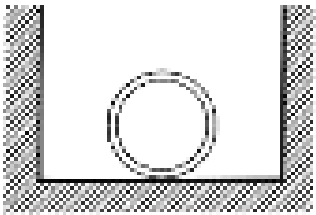
Vala Tipo 1: levemente compactado;

Vala Tipo 2: levemente compactado até 75% proctor;

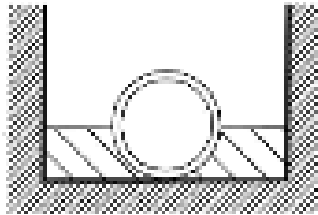
Vala Tipo 3: compactação 80% proctor;

Vala Tipo 4: compactação 85% proctor;

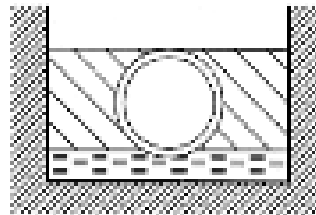
Vala Tipo 5: compactação maior que 90% proctor;



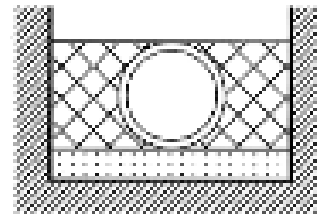
Tipo 1



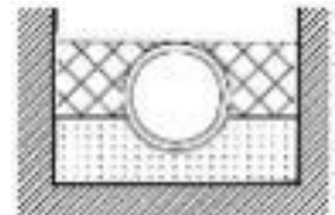
Tipo 2



Tipo 3

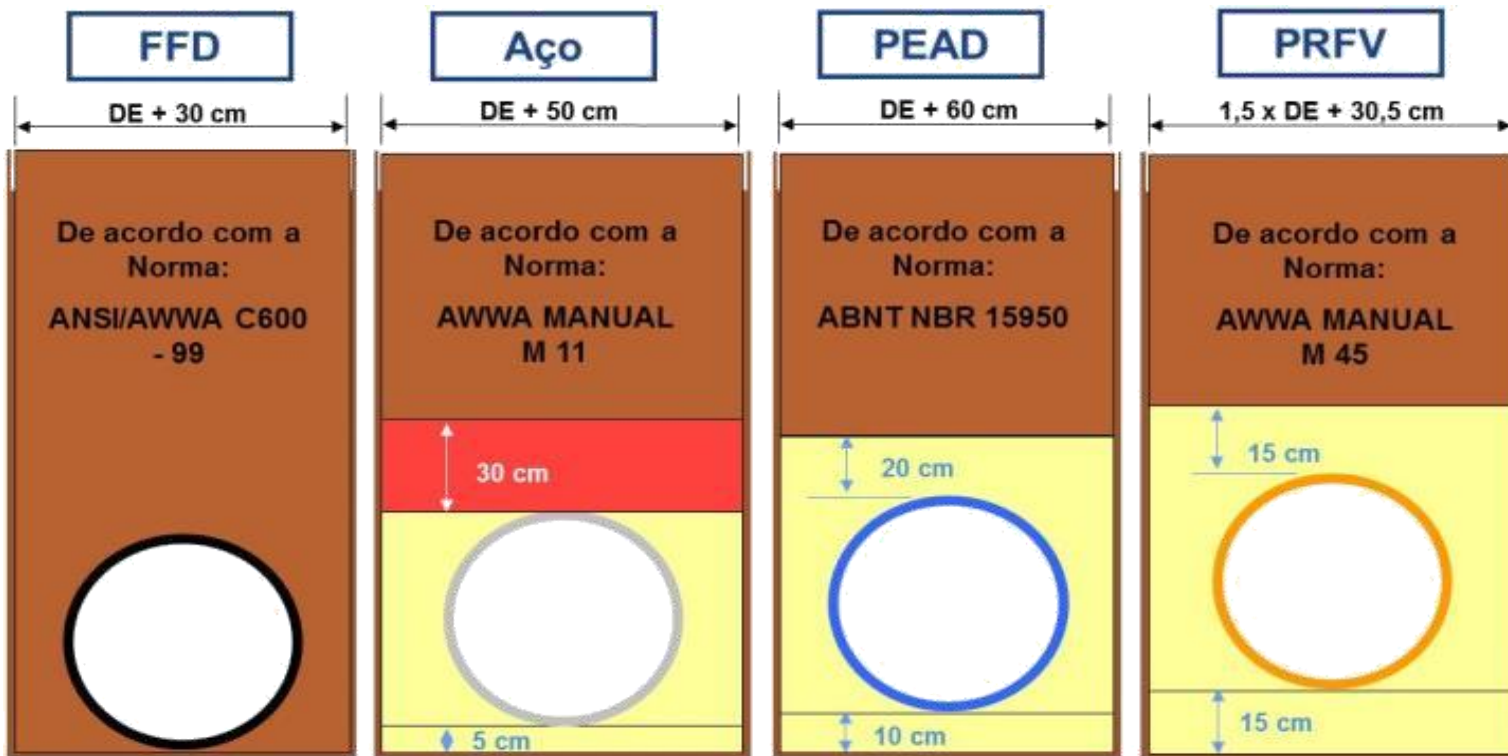



Tipo 4




Tipo 5

# INTERAÇÃO TUBO-SOLO E OS TIPOS DE VALAS



 - Reaterro com baixa compactação e sem controle

 - Reaterro levemente Compactado

 - Reaterro compactado GC > ou = 95% SP

 - Areia GC > ou = 95% SP



# Montagem

# CARACTERÍSTICAS DE MONTAGEM

Ponta e Bolsa



Solda



Termofusão





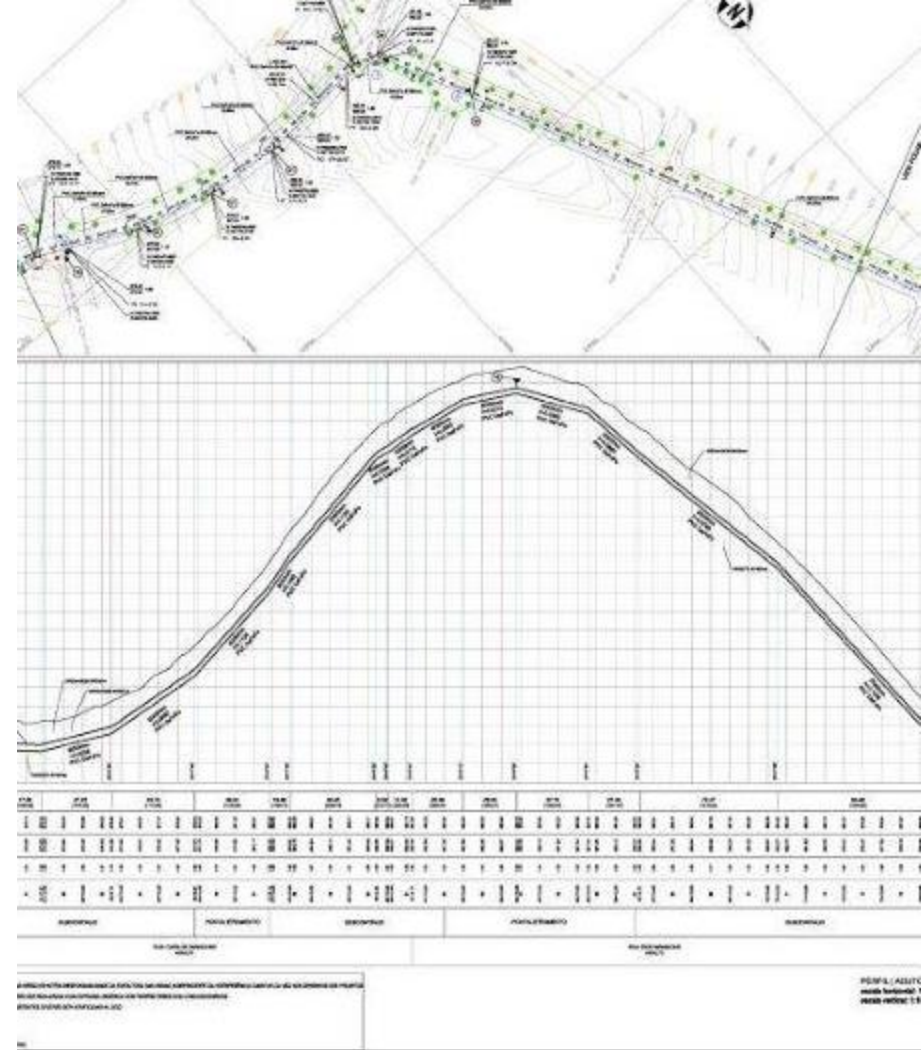


# Estudo Comparativo

# ESTUDO DE CASO

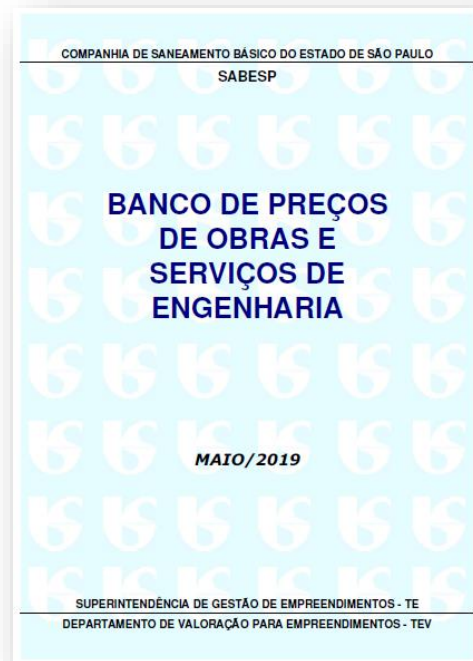
## Dados do Projeto:

- Aplicação: Transporte de água bruta;
- Extensão: 20.000m;
- Desnível Geométrico: 100m
- Vazão da Adutora: 0,60 m<sup>3</sup>/s
- Massa específica do solo: 2000 Kg/m<sup>3</sup>
- Ângulo de atrito do solo: 25°
- Pressão máxima de serviço: 160 m.c.a
- Sem presença de lençol freático;
- Sem carga rodante.



# PREÇO DE REFERÊNCIA

| Item       | Descrição  |
|------------|--|
| 70030070   | Escavação mecanizada de vala, em solo não rochoso (A).                           |
| 70030019   | Aterro de Valas, compactados mecanicamente, sem controle de G.C (A).             |
| 70030019   | Aterro de valas, compactados mecanicamente, com controle de G.C $\geq 95\%$ (A). |
| 70030090   | Carga e Descarga de Solo (A).  |
| 70030093   | Transporte de Solo escavado (A).   |
| 70030022   | Aterro de valas com areia (A).   |
| 70030022   | Aterro de valas, com envoltória de areia (A).                                    |
| (Diversos) | Assentamento de tubulações (A).  |



# CUSTO INSTALAÇÃO

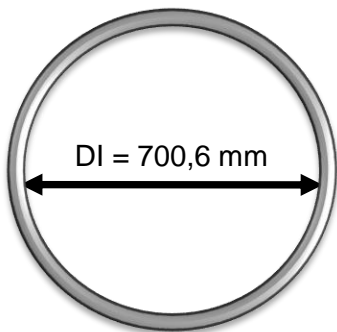
| Serviço                                       | Ferro Fundido Dúctil    | Aço Carbono 28'         | PEAD                    |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Escavação                                     | 1,60 m <sup>3</sup> /m  | 3,40 m <sup>3</sup> /m  | 3,82 m <sup>3</sup> /m  |
| Aterro sem Compactação                        | 1,17 m <sup>3</sup> /m  | 1,61 m <sup>3</sup> /m  | 1,91 m <sup>3</sup> /m  |
| Aterro Compactado                             | -----                   | 0,51 m <sup>3</sup> /m  | -----                   |
| Envoltória de Areia                           | -----                   | 0,80 m <sup>3</sup> /m  | 1,50 m <sup>3</sup> /m  |
| Bota Fora                                     | 0,43 m <sup>3</sup> /m  | 1,28 m <sup>3</sup> /m  | 1,91 m <sup>3</sup> /m  |
| Custo de Transporte de Solo DMT 10 Km (R\$/m) | R\$ 16,00               | R\$ 39,60               | R\$ 71,00               |
| <b>Custo de Assentamento SABESP (R\$/m)</b>   | <b>R\$ 59,23</b>        | <b>R\$ 264,33</b>       | <b>R\$ 150,00</b>       |
| Custo de Proteção Catódica 3% (R\$/m)         | R\$ 0,00                | R\$ 12,92               | R\$ 0,00                |
| <b>ASSENTAMENTO (R\$/m)</b>                   | <b>R\$ 99,74</b>        | <b>R\$ 443,74</b>       | <b>R\$ 489,80</b>       |
| <b>TOTAL DE ASSENTAMENTO (20 Km)</b>          | <b>R\$ 1.994.800,00</b> | <b>R\$ 8.874.800,00</b> | <b>R\$ 9.796.000,00</b> |

# COMPARATIVO DO CUSTO DE OPERAÇÃO

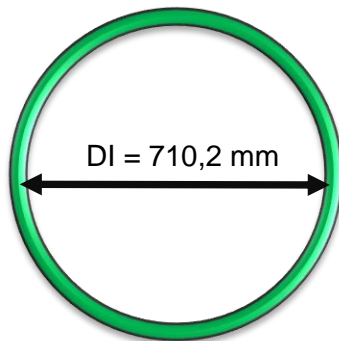
## PERDA DE CARGA E CONSUMO DE ENERGIA (CUSTO)

|                   |       |                   |
|-------------------|-------|-------------------|
| Vazão             | 0,600 | m <sup>3</sup> /s |
| Valor do MW.h =   | 450   | R\$/MW.h          |
| Tempo (bombeio) = | 24    | h/dia             |

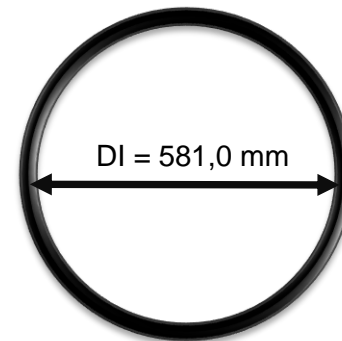
### Aço Carbono 28" e=5,2mm



### FFD k7 DN700



### PEAD 710mm PE100



|            |          |          |
|------------|----------|----------|
| Vel =      | 1,56     | m/s      |
| C =        | 130      |          |
| J =        | 2,84     | m/km     |
| L =        | 20000    | m        |
| Hg =       | 100      | m        |
| DH =       | 56,85    | mca      |
| Potência = | 1.569 cv | 1.154 kW |

#### CUSTOS TOTAIS com eletricidade

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Um ano     | R\$ 4.550.848,66  |
| Dez anos   | R\$ 45.508.486,59 |
| Vinte anos | R\$ 91.016.973,18 |

|            |          |          |         |                        |
|------------|----------|----------|---------|------------------------|
| Vel =      | 1,51     | m/s      | Repetir | dados nos outros tubos |
| C =        | 140      | C        |         |                        |
| J =        | 2,32     | m/km     |         |                        |
| L =        | 20000    | m        |         |                        |
| Hg =       | 100      | m        |         |                        |
| DH =       | 46,38    | mca      |         |                        |
| Potência = | 1.464 cv | 1.077 kW |         |                        |

#### CUSTOS TOTAIS com eletricidade

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Um ano     | R\$ 4.247.084,45  |
| Dez anos   | R\$ 42.470.844,48 |
| Vinte anos | R\$ 84.941.688,96 |

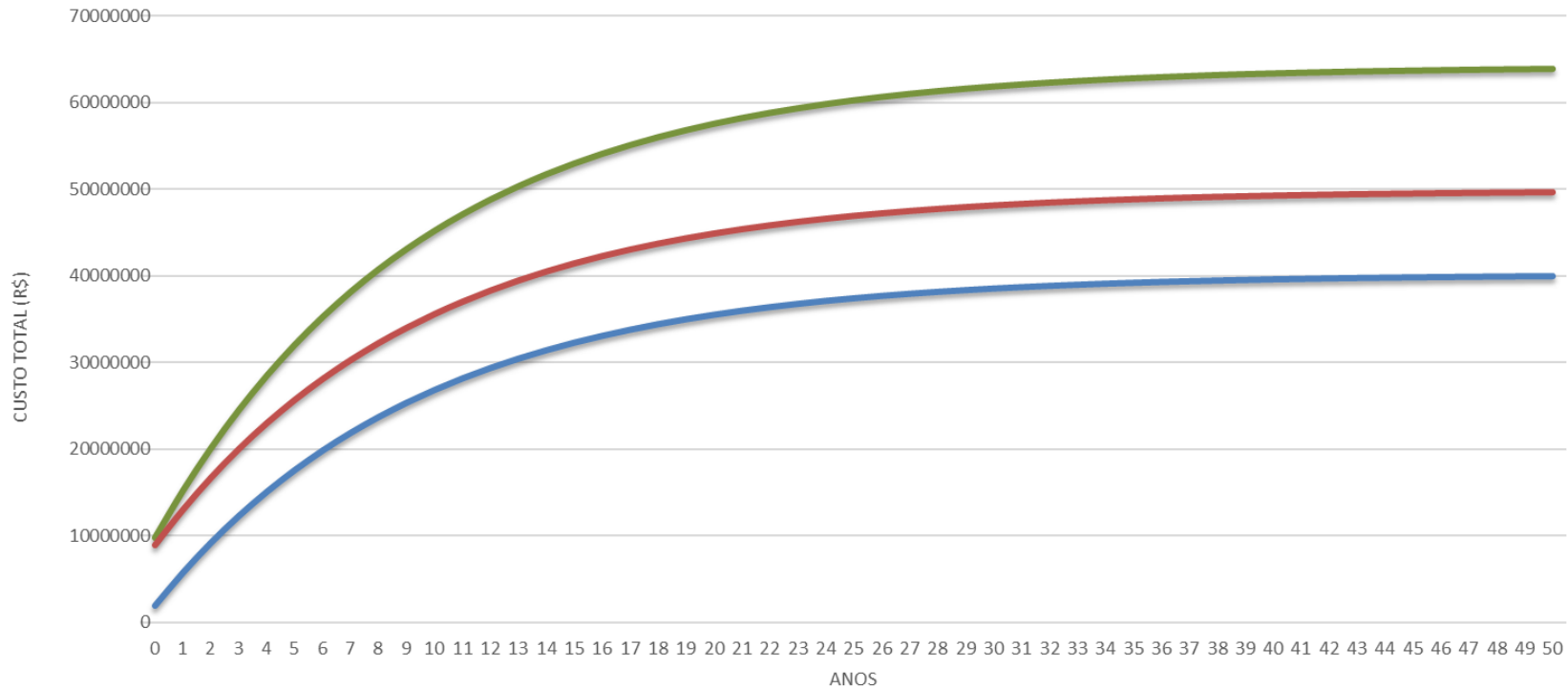
|            |          |          |
|------------|----------|----------|
| Vel =      | 2,26     | m/s      |
| C =        | 150      |          |
| J =        | 5,41     | m/km     |
| L =        | 20000    | m        |
| Hg =       | 100      | m        |
| DH =       | 108,17   | mca      |
| Potência = | 2.082 cv | 1.532 kW |

#### CUSTOS TOTAIS com eletricidade

|            |                    |
|------------|--------------------|
| Um ano     | R\$ 6.039.725,86   |
| Dez anos   | R\$ 60.397.258,55  |
| Vinte anos | R\$ 120.794.517,11 |

# TRADE OFF

## TRADE OFF



PEAD

Ferro Fundido Ductil DN700

Aço Carbono 28\"





**MUITO OBRIGADO!**

CONTATO: [daniel.pinto@saint-gobain.com](mailto:daniel.pinto@saint-gobain.com)

TEL.: (11) 2246-7973 / (11) 97416-1207