



Associação Brasileira de Tubos Poliolefínicos e Sistemas - ABPE

Consultoria para Comparativos de Implantação de Linhas sobre Pressão para Sistemas de Infraestrutura Hidráulica



SUE16EV-SB025DO001R4 – Volume 1



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. OBJETIVO	4
3. CARACTERIZAÇÃO DO TRAÇADO	5
4. CRITÉRIOS DE PROJETO.....	7
4.1 VAZÕES E VELOCIDADE	7
4.2 BLOCOS DE ANCORAGEM.....	7
4.3 ESCORAMENTO	7
4.4 FUNDAÇÃO	8
4.5 PROFUNDIDADE	8
4.6 LARGURA DA VALA.....	8
4.7 REBAIXAMENTO DO LENÇOL.....	9
4.8 VENTOSAS E DESCARGAS.....	9
5. PARÂMETROS DE PROJETO.....	9
5.1 NORMAS	9
5.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, REGULAMENTAÇÃO E FORMA DE MEDIÇÃO DE SERVIÇOS.....	11
5.3 BANCO DE PREÇO.....	11
5.4 PRESSÕES ESTABELECIDAS NA REDE	12
6. VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	12
7. COMPARATIVOS.....	16
7.1 COMPARATIVO ENTRE PVC PBA E PEAD.....	16
7.2 COMPARATIVO ENTRE PVC DEFOFO E PEAD.....	17
7.3 COMPARATIVO ENTRE PVC-O E PEAD	18
7.4 COMPARATIVO ENTRE FOFO E PEAD	19
7.5 COMPARATIVO ENTRE AÇO CARBONO E PEAD.....	21
8. CONCLUSÃO	22
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24



1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante da Consultoria Técnica para Comparativo de Implantação de Linhas sobre Pressão para Sistemas de Infraestrutura Hidráulica, para tubulações utilizadas na implantação de redes de abastecimento, adutoras, sub adutores e linhas de recalque, com base em projeto fictício localizado no município de São Paulo, Estado de São Paulo.

Este trabalho tem por base o contrato de prestação de serviço entre as empresas **ABPE** e **Sistemas Urbanos Engenharia**.



2. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar os resultados obtidos pelo Estudo Comparativo dos Materiais para Implantação de linha de tubulação em PVC PBA, PVC DEFOFO, PVC-O e FOFO em comparação à linha em PEAD.

O corpo principal do relatório, VOLUME 1, é organizado da seguinte forma:

- **Caracterização do Traçado** – apresenta as descrições e condições de contorno do sistema;
- **CrITÉrios de Projeto** – apresenta a configuração final adotada no projeto, com resumo das principais características dos componentes considerados no sistema projetado;
- **Parâmetros de Projeto** – são apresentados os parâmetros que serão utilizados para o dimensionamento dos componentes do projeto;
- **Vantagens e Desvantagens** – Item que compara as características mecânicas, hidráulicas, químicas e a trabalhabilidade de cada tubulação;
- **Comparativo e Conclusão** – apresenta o resultado e a eficiência obtidos com a finalização do estudo comparativo; e
- **Relação de Documentos** – apresenta os documentos que compõem este relatório.

Nos volumes anexos a este relatório, **VOLUMES 2 e 2.1, 3 e 3.1, 4 e 4.1, 5, 5.1 e 5.2, e 6 e 6.1**, são apresentados os seguintes materiais:

- **Gráficos** – Demonstram a associação dos diâmetros de cada material e evidencia a diferença de preços dos itens comparados; e
- **Orçamentos** – Apresentam os resultados e valores obtidos de cada item orçado para cada obra gerada.



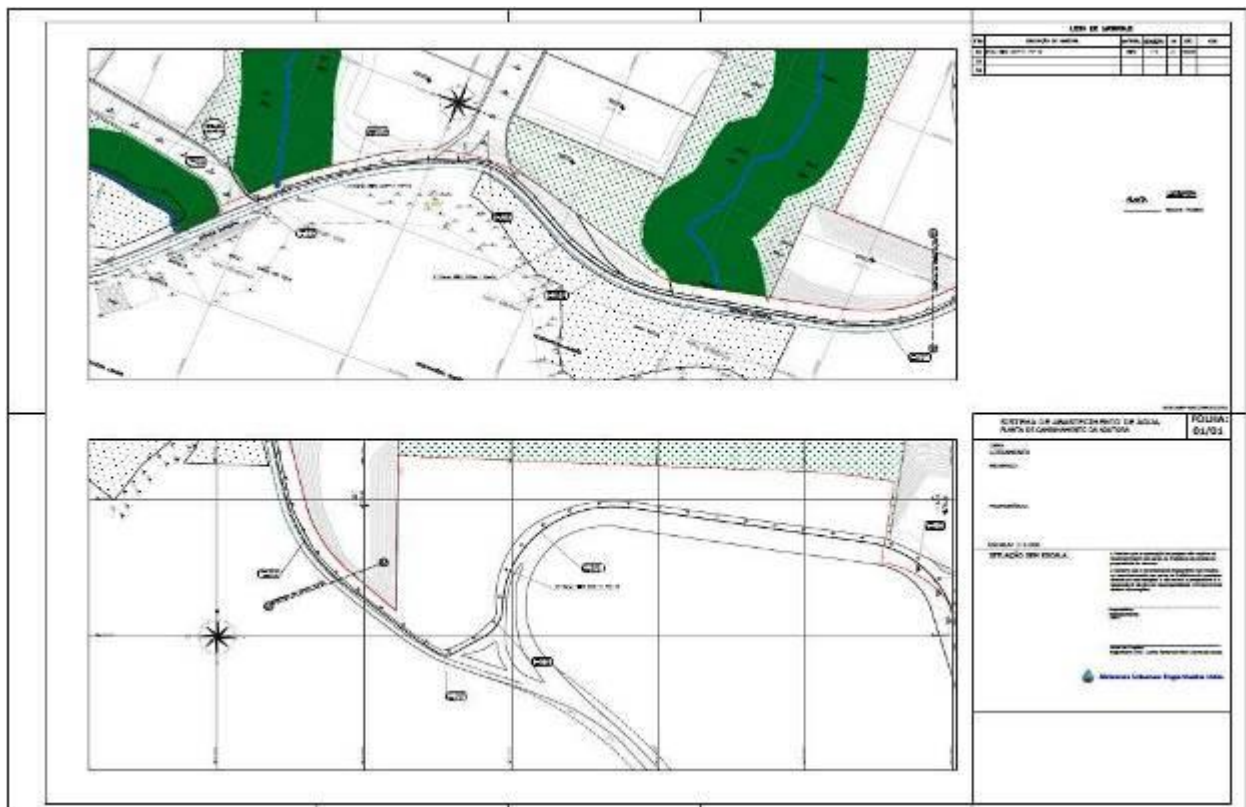
3. CARACTERIZAÇÃO DO TRAÇADO

O traçado foi determinado na busca de caminhamento onde fosse apresentados elementos característicos de projeto de obras lineares para tubulações sob pressão, em especial presença de curvas com raios curtos e longos.

Para a elaboração do trabalho, apesar de não ser objeto de estudo, foi considerado que há unidade pressurizadora da linha, que pode ser entendida como uma estação elevatória de água, um booster, ou mesmo uma estação elevatória de esgoto, esta unidade localizada na estaca 0+0,00, transfere o volume paraponto à jusante, na estaca 53+5,00, que pode ser entendido como simplesmente o ponto de lançamento dos volumes pressurizados.

Toda a linha é considerada como localizada no leito carroçável.

Figura 3.1 – Traçado



O trecho escolhido conta com 1.065,0 metros de extensão, onde haverá necessidade de três curvas, sendo uma de 90° e duas de 45° para todos os materiais, com exceção da



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

tubulação em ferro fundido – FOFO - nos diâmetros de 700 e 800 mm, que conta com três peças de 45°, uma de 90°, duas de 22°30' e duas de 11°15', em função das deflexões em bolsa e os raios de curvo do viário estudado. As Figuras 3.2 e 3.3 demonstram a localização exata da inclusão dessas curvas para o FOFO.

Figura 3.2 – Curvas de 45° para FOFO

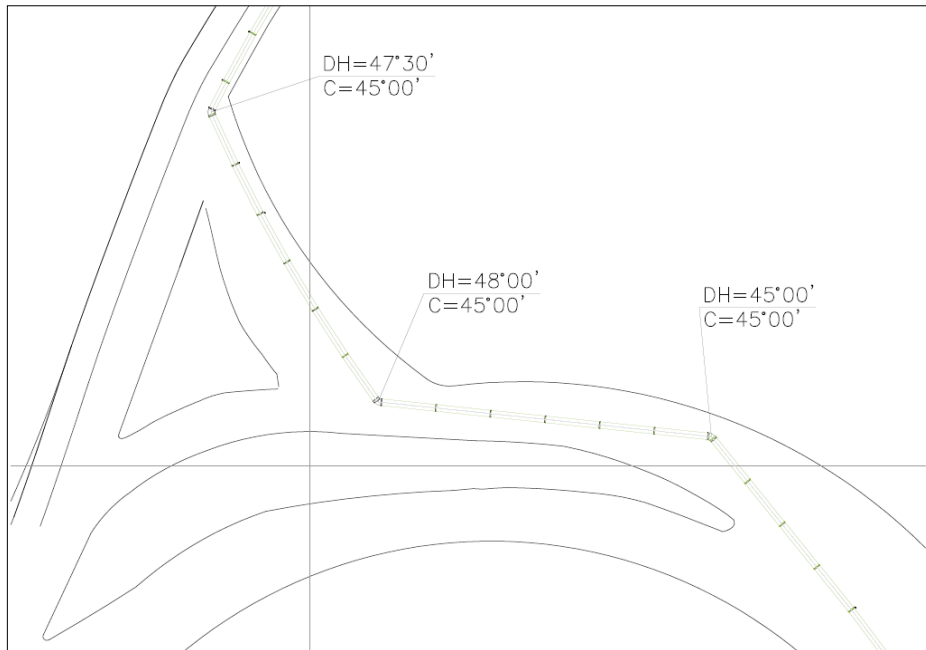
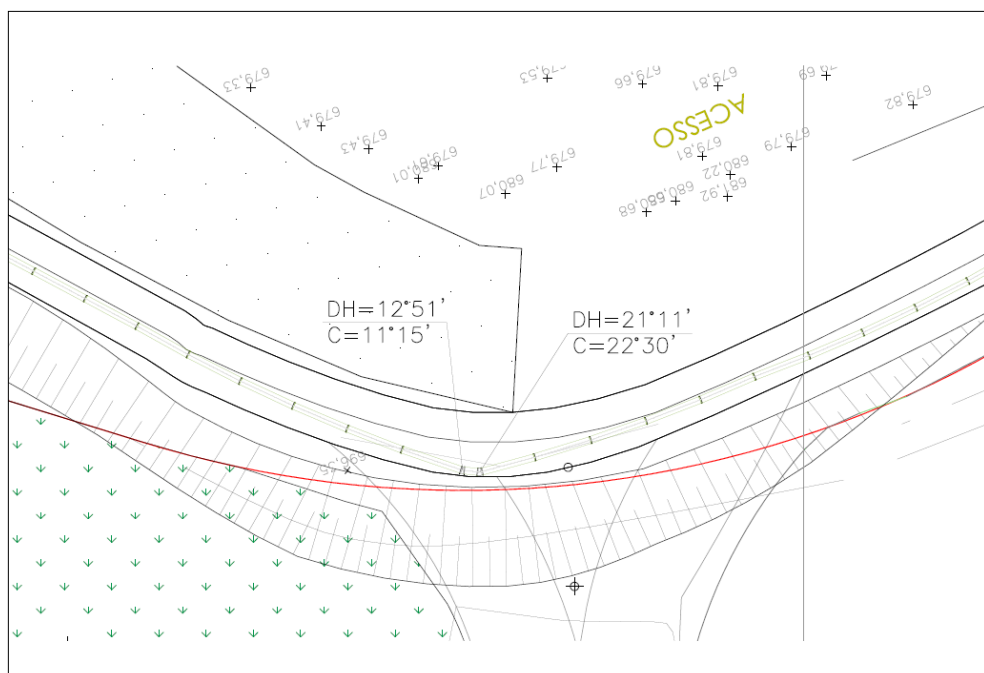


Figura 3.3 – Curvas de 22°30' e 11°15' para FOFO





4. CRITÉRIOS DE PROJETO

Nessa etapa, serão apresentadas as principais características do Projeto e todos os itens que foram levados em consideração para que os resultados obtidos fossem relevantes no comparativo.

4.1 VAZÕES E VELOCIDADE

Para o estudo, as vazões foram adotadas e modificadas de maneira que a velocidade do sistema não altere a eficiência e não seja determinante em comparação aos diâmetros, para que assim, haja uma comparação mais justa e aproximada, face aos diâmetros internos dos materiais.

4.2 BLOCOS DE ANCORAGEM

Os blocos de ancoragem foram especificados para cada conexão (curva) necessária no sistema, e as suas dimensões foram determinadas em função do desenho padrão dos blocos de ancoragem definidos pela SABESP, conforme apresentados nas Especificações Técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição (Mai/2015), e para os blocos cujos diâmetros não são listados por este documento, foram definidas dimensões compatíveis à cada situação, assim, terão as proporções similares para cada material da tubulação avaliada.

4.3 ESCORAMENTO

No custo desenvolvido para cada diâmetro, foram considerados três situações distintas de escoramentos para o projeto, sendo eles: Pontalete, Contínuo e 'Sem Escoramento', devido a complexidade variante de execução, e por serem opções de estruturas que têm grande incidência em projetos deste tipo e porte.



4.4 FUNDAÇÃO

No mesmo sentido do item anterior, as fundações variam entre Assentamento Direto, Envoltória de Areia, Berço de Areia e Lastro, Laje e Berço (LLB), com dimensões compatíveis aos diâmetros estudados, e a aplicação de cada opção em função da característica da aplicação do projeto, sendo rede de abastecimento, sub adutoras, adutoras ou linhas de recalque. O custo se altera devido a quantidade utilizada de materiais em cada opção.

4.5 PROFUNDIDADE

Foram consideradas três profundidades de recobrimento para as tubulações, e ainda que estes tubos estarão implantados em leito carroçável, sendo: 1,35 metros; 2,0 metros e 3,0 metros, estes valores foram adotados conforme recomendações da SABESP (recobrimento mínimo), e também dos fabricantes para a menor profundidade, e as outras duas profundidades (2,0 e 3,0 metros) em função também de serem muito recorrentes em obras como estas. As profundidades foram adotadas como constantes ao longo do traçado.

4.6 LARGURA DA VALA

A largura da vala varia de acordo com o tipo do material, dos diâmetros e também se possui necessidade de escoramento ou não. O PEAD é a tubulação em que apresenta vala com menor largura. A tabela 4.1, demonstra através do diâmetro de 800 mm a variação de largura que ocorre pela variação de material e que o tubo em PEAD possui menor largura independente das situações de escoramento.

Tabela 4.1 – LARGURA DA VALA

Material	Largura da Vala com Escoramento	Largura da Vala sem Escoramento
PEAD Ø 800 mm	1,70 m	1,40 m
FERRO FUNDIDO Ø 800 mm	2,10 m	1,80 m
AÇO CARBONO Ø 800 mm	2,30 m	2,00 m



4.7 REBAIXAMENTO DO LENÇOL

Para esse estudo, o rebaixamento do lençol não foi considerado pois seria aplicado de maneira indistinta dos materiais, dessa forma, é um item que não será determinante na variação dos custos, entretanto, nas obras sempre deve ser verificado a possibilidade de presença de lençol e esses custos agregados aos trechos pertinentes.

4.8 VENTOSAS E DESCARGAS

Nesse projeto, não foram consideradas ventosas e descargas, uma vez que os custos desses itens seriam muito próximos entre os materiais de tubulações distintas para os mesmos diâmetros, e as suas presenças independe do material do tubo, mas sim em função de questões hidráulicas, operacionais e de segurança, assim, não teriam relevância efetiva no comparativo de custos. Ainda, a variação entre projetos é muito grande na necessidade ou não de estes elementos.

5. PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto foram definido de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, referências bibliográficas e particularidades do mesmo aplicado a casa material.

5.1 NORMAS

- NBR 5.647 – Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos e conexões de PVC 6,3 com junta elástica e com diâmetro nominais até DN 100;
- NBR 7.665 – Sistemas para adução e distribuição de água – Tubos de PVC 12 DEFOFO com junta elástica – Requisitos;
- NBR 12.211 – Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento;
- NBR 12.214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

- NBR 12.215 - Projeto de adutora de água para abastecimento público;
- NBR 12.216 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público;
- NBR 12.217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento;
- NBR 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento;
- NBR 12.266 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 15.561 – Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão – Requisitos;
- NBR 15.593 – Sistemas enterrados para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão – Requisitos para conexões soldáveis de polietileno PE 80 PE 100;
- NBR 15.750 – Tubulações de PVC-O para sistemas de transporte de água ou esgoto sob pressão – Requisitos e métodos de ensaios;
- NBR 15.802 – 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;
- Norma Técnica SABESP NTS 021 – Conduitos Forçados;
- Norma Técnica SABESP NTS 023 – Reservatórios;
- Norma Técnica SABESP NTS 024 - Redes de distribuição de água;
- Norma Técnica SABESP NTS 187 – Tubo e conexões de PVC – Exigências de desempenho complementares à NBR 5647-1, NBR 5648, NBR 5685, NBR 7362-1 e NBR 7665;
- Norma Técnica SABESP NTS 189 – Projeto de redes de distribuição em PE 80, adutoras e linhas de esgoto em polietileno PE 80 ou PE 100;



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

- Norma Técnica SABESP NTS 190 – Instalação de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgoto em polietileno PE 80 ou PE 100;
- Norma Técnica SABESP NTS 193 – Conexões soldáveis para tubos de polietileno;
- Norma Técnica SABESP NTS 194 – Tubos de polietileno para redes de distribuição, adutoras ou linhas de esgoto pressurizadas. Definições e critérios complementares à norma ABNT NBR 15.561;
- Norma Técnica SABESP NTS 285 – Fabricação de tubos e peças especiais de aço;
- Norma Técnica SABESP NTS 320 – Tubos de PVC-O para redes de distribuição, adutoras ou linhas de esgoto pressurizadas – Critérios complementares à ABNT NBR 15750.

5.2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, REGULAMENTAÇÃO E FORMA DE MEDIÇÃO DE SERVIÇOS

Para as considerações de execução dos serviços no estudo de viabilidade foi utilizado o documento editado pela SABESP com as “Especificações Técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição” de Maio de 2015 – 3ª Edição (Revisão 2.15), sendo não apenas amplamente utilizado e conhecido pelos profissionais da área, mas também com critérios bem definidos e claros, e ainda de domínio em outras unidades da Federação.

5.3 BANCO DE PREÇO

O estudo de viabilidade econômica da utilização de tubulações distintas em obra de linha sobre pressão foi baseado no “Banco de Preços de Obras e Serviços de Engenharia”, elaborado pela SABESP, Julho de 2016, pois é um banco de preços divulgado e utilizado não somente no Estado de São Paulo como também possui alta influência nacional, além de ser considerado bastante específico e criterioso para a área de saneamento básico.

Além deste, também foram realizadas cotações nos principais fabricantes de tubulações, sendo para o tubo PVC-O o preço foi cotado com a empresa AMANCO, novembro de 2016; para o tubo FOFO foi utilizados valores da empresa SAINT GOBAIN, dezembro de



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

2016, para tubos DEFOFO valores referenciados em dezembro de 2016, pela empresa TIGRE, e por fim os tubos em AÇO foram cotados com o Grupo Fernão Dias. As conexões (curvas e luvas) utilizadas e o serviços de soldas em termofusão e eletrofusão para o tubo de PEAD foram utilizadas cotações com base nos preços dos fornecedores associados à ABPE (Associação Brasileira de Tubos Poliolefinicos e Sistemas).

5.4 PRESSÕES ESTABELECIDAS NA REDE

Para o dimensionamento da rede, a pressão nominal estabelecida foi de PN 10, em função de ser a classe de pressão utilizada para tubulações de redes de distribuições, e comumente em linhas sob pressão como adutoras.

Neste estudo consideramos que toda a linha estará entre as pressões definidas por norma, ou seja, entre 10 e 50 mca, assim, o atendimento das pressões do estudo não necessitará de fazer uso de equipamentos específicos, como redutores de pressão ou booster's instalados em locais para aumento da pressão, uma vez que foram adotadas vazões e velocidades afim de não influenciarem diretamente no material.

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS

A seguir, será apresentado comparativo da eficiência de cada material associado, visando seu tipo de tubo, de junta e faixa de diâmetro. Associando itens de trabalhabilidade, itens de características mecânicas, hidráulicas e químicas para que os materiais sejam qualificados a partir de pontuação de vantagens e de desvantagens.



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

Figura 6.1 – Tabela de Vantagens

MATERIAL		TIPO DE TUBO		TIPO DE JUNTA		FAIXA DE DIÂMETROS NOMINAIS		VANTAGENS										PONTUAÇÃO																	
						MIN (mm)	MAX (mm)	TRABALHABILIDADE					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS						CARAC. HIDRÁUL		CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			CARACT. AMBIENTAIS											
								RESISTÊNCIA A IMPACTO	FACILIDADE DE TRANSPORTE	SEM TESTES NA MONTAGEM	FÁCIL AJUSTE DE MONTAGEM	PESO LEVE	POSSÍVEL FABRICAÇÃO NA OBRA	ALTO GRAU DE AVANÇO DE OBRA	MATERIAL ISOTRÓPICO	ALTA DUCTIBILIDADE	TUBO FLEXÍVEL	TUBO SEMIRÍGIDO	CONTINUIDADE ESTRUTURAL	DISPENSA BLOCOS DE ANCORAGEM	RESISTENTE A IMPACTOS EXTERNOS	RESISTENTE A VANDALISMO	AUTO GRAU DE ESTANQUEIDADE	BAIXA RUGOSIDADE	RESISTÊNCIA A RAIOS UV	SEM REVESTIMENTO INTERNO	SEM REVESTIMENTO EXTERNO	RESISTENTE A FOGO EXTERNO	IMUNIDADE À CORROÇÃO	RESISTENTE À SOLOS AGRESSIVOS	MENOR MOVIMENTAÇÃO DO SOLO	MENOR DECOMPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	MENOR PERDA DE MATERIAL		
AÇO	PONTA/PONTA	SOLDA DE TOPO	700	1200						X			X			X									X								X	6	
DEFOFO	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	100	300						X							X									X									6
FOFO	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	80	800											X		X									X									13
PBA	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	50	100							X						X									X									7
PEAD	ELETRO E TERMO FUSÃO	SOLDA	63	1200							X				X		X								X*										13
PVC-O	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	100	300							X				X		X									X									9

* Todos os tubos de cor preta possuem Resistência à fotodegradação, devido ao fato de serem aditivado com negro de fumo.



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

Figura 6.2 – Tabela de Desvantagens

LISTA DE MATERIAIS				DESvantagens												PONTUAÇÃO										
MATERIAL	TIPO DE TUBO	TIPO DE JUNTA	FAIXA DE DIÂMETROS NOMINAIS		TRABALHABILIDADE								CARAC. HIDRÁUL				CARAC. AMBIENTAIS									
			MIN (mm)	MAX (mm)	BAIXA RESISTÊNCIA A IMPACTO	TRANSPORTE REQUER CUIDADOS	EXIGE TESTES NA MONTAGEM	REQUER CUIDADOS NA MONTAGEM	TUBOS PESADOS	FABRICAÇÃO DISTANTE DA OBRA	AVANÇO LENTO DE OBRA	BAIXA DUCTIBILIDADE	TUBO RÍGIDO	REQUER BLOCOS DE ANCORAGEM	SUJEITO A DESLOCAMENTO	POSSIBILIDADE DE SANGRADOUROS	GRU DE ESTANQUEIDADE MÉDIO	ALTA RUGOSIDADE	NÃO RESISTE A RAIOS UV	REQUER REVESTIMENTO EXTERNO	NÃO RESISTE A FOGO EXTERNO	REQUER PROTEÇÃO À CORROSÃO	SOFRE ATAQUE POR SOLOS AGRESSIVOS	MAIOR MOVIMENTAÇÃO DO SOLO	MAIOR DECOMPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	MAIOR PERDA DE MATERIAL
AÇO	PONTA/PONTA	SOLDA DE TOPO	700	1200		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	12
DEFOFO	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	100	300	X							X	X	X	X	X	X			X						8
FOFO	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	80	800		X			X			X	X	X	X	X	X				X					11
PBA	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	50	100								X	X	X	X	X	X			X						8
PEAD	ELETRO E TERMO FUSÃO	SOLDA	63	1200																X*	X					4
PVC-O	PONTA & BOLSA	ELÁSTICA	100	300								X	X	X	X	X	X									6

* Todos os tubos de cor preta possuem Resistência à fotodegradação, devido ao fato de serem aditivado com negro de fumo.



7. COMPARATIVOS

De princípio o estudo tornou possível a visualização de custos de obras com características em comum com materiais distintos. Foram realizados comparativos entre as composições das tipologias de obras idealizadas, com as variações já descritas de fundações, escoramentos, profundidades, diâmetros e materiais.

7.1 COMPARATIVO ENTRE PVC PBA E PEAD

Nesse comparativo, os diâmetros foram associados conforme a Tabela 7.1, abaixo:

Tabela 7.1 – PBA x PEAD

PBA (mm)	PEAD (mm)
50	63
75	90
100	110

Primeiramente, foram comparados para a mesma condição de escoramento e profundidade, as diferentes fundações para os diâmetros equivalentes.

Nos custos dos materiais foram incluídos os preços das conexões e soldas necessárias para a tubulação de PEAD, e os custo de montagem para a tubulação de PBA, além das curvas de 90° e 45° necessárias para o traçado.

É possível analisar cada custo de obra e todos os gráficos obtidos no **Volume 2** desse documento. Sendo que os resultados foram sempre a favor da tubulação em PEAD, e observasse que os valores de escoramento e pavimentação são os itens de maior relevância para obras com fundações mais simples, e somasse a essa lista, o item de fundação quando esta é do tipo Lastro Laje e Berço, LLB, e ainda pode ser verificado pelos orçamentos que os valores dos materiais envolvidos para os dois tipo de tubulações gravitam entre 5% e 10% de forma geral.

Portanto, os custos mais significativos são referentes à execução, e não ao material utilizado e sua técnica de montagem.



7.2 COMPARATIVO ENTRE PVC DEFOFO E PEAD

Para o comparativo das tubulações de PVC DEFOFO e PEAD, os diâmetros foram associados conforme a Tabela 7.2.

Tabela 7.2 – DEFOFO x PEAD

DEFOFO (mm)	PEAD (mm)
100	110
150	160
200	225
250	250
250	280
300	315

Seguindo a mesma regra, foram comparados para a mesma condição de escoramento e profundidade, as diferentes fundações para os diâmetros equivalentes e também incluídos para ambos o preço das conexões e das soldas em PEAD e montagem para DEFOFO, além das curvas de 90° e 45° que foram necessárias nesse projeto.

É possível analisar cada custo de obra e todos os gráficos obtidos no **Volume 3** desse documento. No caso de DEFOFO os resultados também foram sempre a favor da tubulação em PEAD, de mesma forma observasse que os valores dos itens escoramento e pavimentação são os de maior relevância para as obras com fundações mais simples, e somasse a essa lista, o item de fundação quando esta é do tipo Lastro Laje e Berço, LLB, e ainda pode ser verificado pelos orçamentos que os valores do material DEFOFO varia significativamente, entre 7,5% e 33% do total da obra, a tubulação de PEAD, também varia significativamente, porem com valores entre 7,5% e 30%.

Neste caso, para diâmetros maiores, o custo do material passa a ser importante item de comparação associados aos anteriores, pavimento, escoramento e fundação.



7.3 COMPARATIVO ENTRE PVC-O E PEAD

A associação dos diâmetros para o PVC-O e PEAD foram feitas conforme a Tabela 7.3.

Tabela 7.3 – PVC-O x PEAD

PVC-O (mm)	PEAD (mm)
100	110
150	160
200	225
250	280
300	315

Os custos de cada obra e seus gráficos são divulgados no **Volume 4** desse documento, dessa forma, é possível a verificação das condições de escoramento, profundidade, as diferentes fundações para os diâmetros equivalentes e os custos individuais de cada material com conexões e soldas.

A tubulação PVC-O também apresentou valores de obra superiores aos tubos em PEAD, e de mesma forma que as situações anteriores, observasse que os valores de escoramento e pavimentação são os de maior relevância para obras com as fundações mais simples, e as obras com o item de fundação do tipo “LLB”, este passa a ser significativo nos comparativos. Para as obras com PVC-O, o custo do material varia entre 7,5% e 25% do total da obra, a tubulação de PEAD, também varia significativamente, porem com valores entre 7,5% e 30%. E também aqui, para diâmetros maiores, o custo do material passa a ter maior importância como item de comparação associados aos anteriores, pavimento, escoramento e fundação.



7.4 COMPARATIVO ENTRE FOFO E PEAD

Foram realizados dois tipos de comparativos para o ferro fundido FOFO K7 e PEAD, e também para FOFO K9 e PEAD. As Tabelas 7.4 e 7.5 definirão os diâmetros associados nesse comparativo.

Tabela 7.4 – FOFO K7 x PEAD

FOFO K7 (mm)	PEAD (mm)
150	160
200	225
250	280
300	315
350	355
400	400
500	500
600	630
700	710
800	800

Tabela 7.5 – FOFO K9 x PEAD

FOFO K9 (mm)	PEAD (mm)
80	90
100	110
150	160
200	225
250	280
300	315
350	355
400	400
500	500
600	630
700	710
800	800

Os custos utilizados para a tubulação de Ferro Fundido foram definidos conforme o padrão determinado anteriormente de escoramento, profundidade, fundação e materiais para o modelo da obra escolhido, porém, no dimensionamento dos dois últimos diâmetros de 700 e 800 mm, houve a necessidade de acréscimo de curvas em função do ângulo de



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

deflexão das bolsas ser menor e impossibilitar curvas de raios suficientes para o traçado proposto.

Portanto para o FOFO K7 e também FOFO K9 houve implantação de oito curvas no traçado, sendo elas: uma curva de 90°, três curvas de 45°, duas curvas de 22°30' e duas curvas de 11°15'.

O PEAD porém, se mantém com os mesmos itens iniciais em seu custo: duas curvas de 45° e uma curva de 90° dada a possibilidade de transitar com raios adequados ao traçado.

Todos os itens, custos da obra e os gráficos comparativos estão sendo disponibilizados nos **Volume 5 e 6** desse relatório para verificação.

A tubulação em FOFO também apresentou valores de obra superiores aos tubos em PEAD, e o padrão se repete, os valores de escoramento e pavimentação são os de maior relevância para obras com as fundações mais simples, e as obras com o item de fundação do tipo "LLB", este passa a ser significativo nos comparativos.

Para as obras com FOFO o custo do material varia entre 30% e 70% do total da obra, a tubulação de PEAD, também varia significativamente, porém com valores entre 5% e 75%. E também aqui, para diâmetros maiores, o custo do material passa a ter maior importância como item de comparação associados aos anteriores, pavimento, escoramento e fundação.



7.5 COMPARATIVO ENTRE AÇO CARBONO E PEAD

Os diâmetros de PEAD e AÇO CARBONO foram associados para a produção desse comparativo conforme a Tabela 7.6 a seguir.

Tabela 7.6 – AÇO CARBONO x PEAD

AÇO CARB. (mm)	PEAD (mm)
800	800
900	900
1.000	1.000
1.200	1.200

Nos **Volumes 6 e 6.1** desse documento, encontram-se os custos de cada obra gerada e de seus gráficos comparativos, de maneira em que seja possível a verificação das condições de escoramento, profundidade, das fundações consideradas e dos custos individuais de cada material que inclui suas conexões e suas soldas.

A tubulação em AÇO apresentou custos de obras aproximados aos tubos de PEAD, porém na maioria de seus diâmetros ainda foram os de valores superiores. Itens como escoramento, pavimentação continuaram sendo relevantes nas obras com as fundações mais simples, mas nesse caso, a variação de profundidade foi o que caracterizou as curvas comparativas. Além disso, o custo do material foi o item determinante na variação de preços. É importante destacar que em obras com diâmetros superiores aos de 800 mm o custo pode variar muito, sendo necessário verificar a relevância e a necessidade de cada item por necessidade individual de cada projeto.



8. CONCLUSÃO

Observou-se que as atividades de execução possuem custos muito mais significativos que a tubulação quando se trata de diâmetros menores, e sempre que há necessidade de fundações mais pesadas, os custos destas passam a ser relevantes.

Analisando os resultados obtidos nos gráficos de Comparativo de Custos, nota-se que todas as situações o PEAD apresenta melhores resultados, apesar de que no comparativo entre PEAD e AÇO, há variação muito pequena.

De forma geral, para qualquer material e diâmetro, os itens de maiores relevância são Escoramentos, Pavimentação e Material (incluindo instalação); seguidos de Movimento de Solo e Fundações. Assim, a possibilidade de dimensões menores para a largura das valas implica em custos menores de pavimentação, escavação e aterro, e de fundação, impactando de forma positiva para o material PEAD.

As execuções mais rápidas, em função das dimensões das barras, ou rolos, e mesmo como uniões de processo de execução mais elaboradas e lentas, porém em menores quantidades, resulta o PEAD ser mais competitivo. Assim, a obra sendo bem projetada e executada de forma coerente com as diretrizes dos fabricantes destes materiais, realmente permite benefícios econômicos, e não menos importante, benefícios ambientais, com menores impactos das obras ao meio ambiente, e inclusive finalizações das atividades em menores tempos.

Ainda na questão custos, é importante salientar que caso seja adotada tubulação com material pouco diferente da usada para o comparativo, possivelmente os custos se alterarão significativamente, em especial nas questões relacionadas às classes de pressão. Esse comparativo levou em conta situações mais corriqueiras em projetos de infraestrutura, e não abrange todas as variáveis dos materiais.

O comparativo realizado entre AÇO x PEAD, que representa fatia de mercado com custos muito sensíveis a vários fatores, para comparação mais efetiva e detalhada suscita outras considerações como transientes e corrosibilidade de solo, que devem ser verificados especialmente em projetos destes portes de diâmetros. São obras muito mais pontuais no universo da infraestrutura e para clientes de grande porte, sendo que o estudo de viabilidade entre os materiais é algo inerente a qualquer projeto deste porte.



Comparativos de Implantação de Linhas sob Pressão - ABPE

A necessidade deste estudo ocorreu para basear com dados reais o que já era sinalizado pelo mercado, em especial por alguns técnicos de concessionárias de saneamento e empresas do setor imobiliário, ou seja, que o uso da tubulação em PEAD para sistemas de infraestrutura urbana é mais vantajoso econômica e ambientalmente que os vários materiais disponíveis no mercado.



9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPE. Manual de Boas Práticas, 2013.

AMANCO. Catálogo Técnico PVC-O, 2016.

DANIELETTO, J. R. B. Manual de tubulações de polietileno e polipropileno: Características, dimensionamento e instalação. 3 ed. São Paulo: Linha Aberta, 2014.

JÚNIOR, Nelson. A. Manual prático de tubulações para abastecimento de água: Informações práticas e indispensáveis para projetos, obras e manutenções. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

SAINT-GOBAIN. Catálogo Saint-Gobain canalização, 2015.

SABESP. Especificações técnicas, regulamentação de preços e critérios de medição: Banco de preços de obras e serviços de engenharia. 3 ed. São Paulo, 2010.

TIGRE. Catálogo Técnico de Instalação, 2015.