



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
*ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

Maria Amélia Martins Matsuda

COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO PEAD E DO PVC NA TUBULAÇÃO DE UMA  
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: um estudo no bairro Jardim Serrano de  
Natividade -TO

Palmas – TO

2018

Maria Amélia Martins Matsuda

COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO PEAD E DO PVC NA TUBULAÇÃO DE  
UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: um estudo no bairro Jardim  
Serrano de Natividade -TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II  
elaborado e apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA)

Orientador: Prof. Dalton Cardozo Bracarense

Palmas – TO

2018

Maria Amélia Martins Matsuda  
COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO PEAD E DO PVC NA TUBULAÇÃO DE  
UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: um estudo no bairro Jardim  
Serrano de Natividade -TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II  
elaborado e apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de bacharel  
em Engenharia Civil pelo Centro  
Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA)

Orientador: Prof. Dalton Cardozo  
Bracarense

Aprovado em: 14 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. MSc. Dalton Cardozo Bracarense

Orientador


Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof. Esp. Kênia Parente Lopes Mendonça

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Sou muito grata a Deus, por me dar total condições de realizar os meus sonhos, e aos meus familiares.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador pelo apoio dado, desde a escolha do tema ao desenvolvimento de todo o trabalho, e aos demais professores que contribuíram para o meu aprendizado ao longo da vida. Também agradeço aos meus colegas na jornada acadêmica, que tornaram essa caminhada mais fácil.

## RESUMO

MATSUDA, Maria Amélia Martins. **COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO PEAD E DO PVC NA TUBULAÇÃO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: um estudo no bairro Jardim Serrano de Natividade -TO.** 2018, 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

Este trabalho apresenta uma análise de aspecto técnico, financeiro e também ambiental com ganhos que se pode obter através da escolha do material que compõe a tubulação de uma rede de abastecimento. O saneamento é uma atividade essencial à população que, se feita de forma eficiente, minimiza impactos significativos aos meio ambiente. A escassez hídrica é um tema atual que merece atenção e adequação dos métodos construtivos a essa realidade. Através desse estudo foi possível se asseverar ganhos com redução de custos gerais e impactos ambientais proporcionado pela utilização de polietileno de alta densidade (PEAD) no sistema de distribuição de água, o comparando com a utilização de policloreto de vinila (PVC), diante de aspectos técnicos e custos de implantação e operação. A metodologia se baseou em estudos bibliográficos, levantamento de dados e posteriormente o confronto de custos de implantação e operação de rede entre os dois materiais através de um estudo de caso.

Palavras – chave: rede de abastecimento; polietileno de alta densidade; policloreto de vinila; custo de implantação; custo de operação

## ABSTRACT

MATSUDA, Maria Amélia Martins. **COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO PEAD E DO PVC NA TUBULAÇÃO DE UMA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: um estudo no bairro Jardim Serrano de Natividade -TO.** 2018, 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

The work presents a financial and environmental scenario analysis with earnings that can be obtained by choosing material that includes a source of supply network. Sanitation is an essential activity for the population that is done efficiently, minimizing the impact properties for the environments. The water scarcity is a current theme that deserves attention and adaptation of the constructive methods to this reality. From now on, a better result can be obtained compared to the use of high density polyethylene (HDPE) in the water distribution system, comparing it with the use of polyvinyl chloride (PVC). and deployment and operating costs. The methodology was based on bibliographic studies, data collection and later the comparison of costs of network deployment and operation between the two materials through a case study.

Keywords: supply network; high density polyethylene; polyvinyl chloride; cost of deployment; cost of operation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Solda de Topo por Eletrofusão .....	21
Figura 2: Solda de Topo por Eletrofusão .....	21
Figura 3: Composição da Rede de Distribuição de Água de Limeira – 2007 ....	23
Figura 4: Composição da Rede de Distribuição de Água de Limeira – 2014 ....	24
Figura 5: Problemas nos Anéis de Juntas .....	25
Figura 6: Vazamentos que não afloravam.....	25
Figura 7: Rompimento da Rede .....	25
Figura 8: Incrustações.....	26
Figura 8: Fornecimento em Bobinas.....	27
Figura 9: Conexões soldadas .....	27
Figura 10: Solda de Topo .....	27
Figura 11: Método Não Destrutivo (MND) .....	28
Figura 12: Setor de Estudo em Natividade -TO.....	30
Figura 15: Gráfico Comparativo de Custo entre Materiais.....	45
Figura 16: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC) .....	54
Figura 17: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC) .....	55
Figura 18: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC) .....	56
Figura 19: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PEAD).....	57



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recobrimento das Tubulações .....	32
Tabela 2: Largura das Valas .....	33
Tabela 3: Serviços Normalmente Empregados em Redes de Distribuição (PVC) .....	33
Tabela 4: Serviços Normalmente Empregados em Redes de Distribuição (PEAD) .....	34
Tabela 5: Comparativo Técnico entre os Materiais.....	38
Tabela 6: Valores e Propriedades Típicas do PVC e PEAD .....	39
Tabela 7: Quantitativo de Movimentação de Terra (PVC) .....	42
Tabela 8: Quantitativo de Movimentação de Terra (PEAD) .....	42
Tabela 9: Custos de Movimentação de Terra (PVC e PEAD).....	43
Tabela 10: Custos de Montagem (PVC e PEAD).....	43
Tabela 11: Custos de Remoção de Recomposição do Pavimento (PVC e PEAD) .....	44
Tabela 12: Custos de Materiais Hidráulicos (PVC e PEAD).....	44
Tabela 13: Custo Final de Rede (PVC).....	45
Tabela 14: Dados adotados para cálculo do custo de operação no Setor Jardim Serrano, Natividade - TO.....	46
Tabela 15: Análise financeira dos investimentos utilizando o Valor Presente...	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SEAD	Sistema Estadual de Análise de Dados
ETA	Estação de Tratamento de Água
C	Carbono
H	Hidrogênio
Pd	Paládio
PIB	Produto Interno Bruto
OMS	Organização mundial de Saúde
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PEBDL	Polietileno de Baixa Densidade Linear
PEMB	Polietileno de Média Densidade
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileiro de Normas Técnicas
DE	Diâmetro Externo
MRS	Resistencia Mínima Requerida
MND	Método Não Destrutivo
PE	Polietileno
PVC	Policloreto de Vinila
DEFOFO	Diâmetro Equivalente de Ferro Fundido
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
TIA	Tempo de Intervenção das Equipes de Rede de Água

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Problema de Pesquisa .....	13
1.2 Hipóteses .....	13
1.3 Objetivos .....	13
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>13</b>
1.4 Justificativa .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 Critérios de avaliação e escolha de materiais de rede.....	15
2.2 Materiais empregados em tubulações de redes de abastecimento de água 16	
2.3 Procedimento de instalação de tubos em PVC e PEAD .....	19
2.4 implantações de redes de abastecimento em pead no brasil.....	22
<b>2.4.1 Rede de abastecimento de Limeira - SP</b> .....	<b>22</b>
<b>2.4.2 Rede de Abastecimento de Jaguariúna -SP</b> .....	<b>24</b>
2.5 Custos de implantação e operação de rede.....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
3.1 Caracterização da área de estudo: .....	30
3.2 Levantamento de dados .....	30
3.3 Comparação de indicadores de desempenho técnico.....	31
3.4 Comparação de indicadores financeiros .....	32
<b>3.4.1 Custos de implantação</b> .....	<b>32</b>
<b>3.4.2 Custos de operação</b> .....	<b>35</b>
3.5 Análise econômica .....	36
<b>4 FLUXOGRAMA</b> .....	<b>37</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>38</b>
5.1 Indicadores técnicos.....	38
5.2 Projeto de Abastecimento .....	41
5.3 Custos de Implantação.....	43
5.4 Custos de Operação .....	45
5.5 Análise Financeira.....	46
5.6 Aspectos Qualitativos .....	47

<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda nas redes de abastecimentos das cidades somada à minoração dos recursos hídricos disponíveis exige uma tomada de medidas para o combate às perdas de água em redes de distribuição. No Brasil os índices de perda giram em torno de 37% (SNIS – ano de referência 2013) e vem decaindo de forma muito tímida.

Na região Norte, segundo o Instituto Trata Brasil (2013), pode-se chegar a 61%. Quando se compara esses números aos dos países desenvolvidos, como por exemplo Japão e Alemanha em que a perda é em torno de 11%, (ABES, 2013), torna-se evidente o quanto se tem de progredir em medidas de controle no Brasil.

Para tal, Lambert & Hirner apontam quatro ações complementares que se fazem necessárias no controle de perdas físicas: i) gerenciamento da pressão; ii) controle ativo de vazamentos; iii) velocidade e qualidade de reparos; e iv) gerenciamento da infraestrutura.

Segundo Tsutiya (2006) materiais de tubos e peças mais utilizados em rede de distribuição são os tubos de ferro fundido, os tubos de PVC, polietileno e tubos de fibrocimento.

Assim, o presente trabalho busca verificar a viabilidade financeira da utilização do PEAD em redes de distribuição de água em comparação ao PVC, material mais difundido atualmente, bem como apontar aspectos favoráveis e desfavoráveis da utilização desse material. Para tanto será realizado um estudo de caso na cidade de Natividade-TO, com base em um projeto de abastecimento de água, no setor Jardim Serrano, região norte do município, com o objetivo de comparar custos para implantação dessa rede em PVC e em PEAD.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais as vantagens e desvantagens de carácter técnico, financeiro e ambiental da utilização do PEAD, em relação ao PVC, em redes de distribuição de água?

## 1.2 HIPÓTESES

A pesquisa desenvolvida parte da hipótese inicial de que a realização de redes de distribuição em PEAD é mais vantajosa que a utilização de outros materiais comumente empregados para este fim, em especial o PVC. A partir do levantamento qualitativo e quantitativo da implantação e operação da rede, pretende-se comparar o custo de implantação e operação de redes de abastecimento de água de PVC e de PEAD.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Comparar custos de rede de distribuição utilizando PEAD e PVC.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar os custos de implantação em redes de distribuição construídas com tubulação de PEAD e PVC;
- Avaliar os custos operacionais em redes de distribuição construídas com tubulação de PEAD e PVC;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Em qualquer processo de abastecimento de água, através de redes de distribuição ocorrem perdas do recurso hídrico, sendo elas por meio de perdas reais, que representa a parcela não consumida ou aparentes, que corresponde a parcela consumida e não registrada. Em consequência disso ocorrem impactos negativos, seja à sociedade, ao meio ambiente, ou até mesmo receita das empresas de saneamento.

Entre aumentar a produção de água e diminuir as suas perdas, a segunda alternativa é, por muitas vezes, a mais adequada do ponto de vista econômico-financeiro e também ambiental. Ou seja, reduzir índices de perda significa diminuir a necessidade de produção de água que, por sua vez, além de

dispensar maiores despesas com construção de ETAs, faz com que a energia consumida nessa produção caia. De acordo com ABES (2005), a cada R\$ 1 gasto em conservação de energia, evita R\$ 8 em investimento em geração, gastos estes, que são repassados para a população em forma de tarifas.

Além disso, uma rede de distribuição operando com eficiência reduz a incidência de problemas de saúde na população. Segundo a OMS (2014) para cada dólar aplicado em água e saneamento economiza-se 4,3 dólares em saúde.

O emprego do PEAD na rede de distribuição pode oferecer um sistema eficiente que opere com a necessidade de menos reparos e diminui os índices vazamentos, pois uma rede de PVC utiliza conexões no mínimo a cada seis metros, ficando mais vulnerável. Nessas condições, esse material propicia que a água fique menos exposta ao meio externo, evitando também a contaminação do sistema.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como propósito o suporte teórico para a realização dos objetivos dessa pesquisa, sendo tratados os seguintes temas: critérios de avaliação e escolha de materiais de rede, materiais empregados em tubulações de abastecimento de água, procedimentos de instalação de tubos em PVC e PEAD, implantações de redes de abastecimento em PEAD no Brasil e custo de implantação e operação de rede de abastecimento.

### 2.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E ESCOLHA DE MATERIAIS DE REDE

Sobre os critérios adotados para a seleção de materiais empregados nas redes de distribuição de água, Tsutiya (2006, p. 447) afirma que alguns fatores devem ser levados em conta além da resistência dos tubos. Esses critérios serão listados a seguir.

- **Durabilidade:** com essa característica espera-se que o tempo de abastecimento de uma cidade perdure por muitos anos, ou seja, durante sua vida útil a tubulação não sofra deterioração, pois as substituições de redes frequentemente significam altos custos para empresas e conseqüentemente para os consumidores.
- **Material da superfície interna:** O material deve permitir boa condução da água e não deve reagir ao seu contato para que não afete o fluxo. Um dos fatores que pode afetar o fluxo da água é o atrito dela contra a parede do tubo. Isso depende da rugosidade do revestimento interno, que está ligado ao material do tubo. As tubulações utilizadas em redes normalmente têm coeficiente de rugosidade (C) variando de 100 a 150 (coeficiente de Hazen-Williams).
- **Material da superfície externa:** Deve conferir resistência a corrosão.
- **Instalação:** Nesse critério deve-se levar em conta o peso, tipo de junta, diâmetros disponíveis, facilidade de interligações, condições do solo, topografia do terreno e nível do lençol freático para que se obtenha melhor custo benefício na execução.



Somado a isso, Danieletto (2007, p. 427) pontua ainda a transmissão de gosto ou odor ao fluido, a melhor relação custo benefício e a disponibilidade no mercado como aspectos relevantes no momento da escolha do material.

Tsutiya (2006, p. 447) destaca também que além destas características deve-se atender ainda a legislação local, condições de tempo de instalação, resistência ao fogo, a exposição da tubulação e as especificações dos materiais previstas em normas.

## 2.2 MATERIAIS EMPREGADOS EM TUBULAÇÕES DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Entre os principais materiais já utilizados nas tubulações das redes de distribuição de água estão: os tubos de ferro fundido, tubos de PVC, tubos de polietileno (PE) e tubos de fibrocimento. Na atualidade, os materiais que possuem maior aplicação são os de ferro fundido dúctil e o PVC, sendo que, o polietileno ainda possui baixa aplicação e os tubos de ferro fundido cinzento e fibrocimento não são mais utilizados (TSUTIYA, 2006).

No passado, os tubos de ferro fundido cinzento foram bastante utilizados, havendo ainda tubulações em operação, porém, esses tubos já saíram de fabricação e deram lugar ao ferro fundido dúctil que, por sua vez, possuem vantagens em relação à resistência, à tração e a impactos, além de possuírem vida útil prolongada (HELLER; PADUA, 2010).

O que limita a vida útil dos tubos metálicos de forma geral é a degradação por corrosão, que ao longo do tempo compromete gradualmente a espessura da parede do tubo fazendo com que a área de secção transversal diminua, e, por conseguinte, a tensão aumente até que ocorra o rompimento (DANIELETTO, 2007).

Danieletto (2007, p. 78) lembra que o fator corrosão é subestimado já que essas tubulações estão sempre sendo repostas, porém dados do livro Corrosão de Vicente Gentil (2011) estima que o Brasil gasta reparando esse problema 3,5% do PIB. Nesse quesito os tubos PE se opõem aos metálicos, uma vez que, não sofrem corrosão eletrolítica ou galvânica.

O emprego de cimento amianto em redes de distribuição de água não é recomendado nos dias atuais por oferecerem problemas sanitários devido à utilização de fibras na sua produção (HELLER; PADUA, 2010).

Dentre os materiais plásticos destacam-se o PVC e o PE. Os Plásticos são materiais artificiais, constituídos por resinas sintéticas, oriundos de processos químicos, que possuem a capacidade de serem moldados, em algum estágio de sua fabricação, sob determinadas condições de temperatura e pressão (Blass, 1985). Esse material destaca-se pela sua baixa rugosidade da superfície interna, boa resistência química e resistência a corrosão.

O tubo de PVC é composto por cloreto de polivinila, sendo muito resistente. Silverstein (1994) afirma que a baixa estabilidade desse material perante o calor foi melhorado com a adição de compostos organometálicos e sais que atualmente são tidos como estabilizantes térmicos.

O PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo e tem sua produção aplicada em redes de água enterrada de acordo com a NBR 5647 (PBA) e NBR 7665 (DEFOFO). Os tubos em PVC DEFFOFO, fabricados na cor azul, em barras de 6 metros de comprimento, possuem diâmetro externo compatível com os de ferro fundido. No entanto podem ser utilizadas conexões de ferros em redes PVC PBA produzidas especialmente para esse material. (TSUTIYA, 2006)

No Brasil, grande parte das redes implantadas nos últimos 20 anos são em PVC e recentemente vem ocorrendo um aumento na utilização de PE, como na cidade de Porto Alegre que contem mais de 500 km da sua rede em polietileno com diâmetros de até 300 mm (TSUTIYA, 2006).

Por outro lado, possui limitações quando se trata de pressão máxima de serviço e diâmetros comerciais disponíveis. Os tubos de polietileno e polipropileno se sobressaem pela sua soldabilidade, leveza e elevada resistência química (HELLER; PADUA, 2010).

Conforme explicado por Danieletto (2007, p. 6), “O polietileno ou polipropileno são obtidos pela polimerização, na presença de catalisadores e sob determinadas condições de temperatura e pressão, do gás eteno (etileno  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) e do propeno (propileno  $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH}_3$ ), respectivamente”. O metal

paládio (Pd) funciona como catalisador na reação, o etano perde dois átomos de hidrogênio e por isso se forma a ligação dupla. Essa reação tem como produto o etileno, um monômero que dará origem ao polietileno, em uma reação em cadeia. A ligação dupla do etileno é quebrada com a ajuda de catalisadores e aquecimento e dá origem a dois radicais C. (SOUZA, 2017).

Ainda segundo Souza (2017), o elétron desemparelhado do carbono o torna altamente reativo, iniciando a reação de polimerização: os radicais ganham elétrons se unindo a outros radicais e assim vão se formando as extensas cadeias poliméricas. Moléculas de polietileno produzidas deste modo podem chegar a ter massa molecular de até 1 milhão de gramas/mol.

A polimerização do etileno origina três variações de polietileno:

- Polietileno de alta densidade (PEAD);
- Polietileno de baixa densidade (PEBD);
- Polietileno de média densidade (PEMD);

Tais variações direcionam suas diversas aplicações. Variando-se os parâmetros de pressão, temperatura, catalisadores e quantitativos na polimerização, obtêm-se produtos de diferentes pesos moleculares e densidades, resultando assim em produtos com maior ou menor flexibilidade, maior ou menor resistência mecânica, e assim sucessivamente (SOUZA, 2017).

O PEBD é utilizado em tubos de pequenos diâmetros (9 a 32 mm) e baixa pressão (4 bar), geralmente é empregado onde se necessita de muita flexibilidade. O PEAD é utilizado em tubos de 16 a 1600 mm, é mais rígido que o anterior e possui maior resistência à pressão. O PEMD tem propriedades semelhantes ao PEAD, com uma ligeira diferença no que tange a flexibilidade (maior) e à resistência (menor). É utilizado normalmente para a fabricação de tubos para distribuição de gás natural (DANIELETTO, 2007).

O PEAD teve sua produção comercial iniciada na década de 1950 e sua aplicação em tubos acelera-se na década de 80 onde se fez presente em processos industriais e no transporte de água no meio rural em aplicações de baixa pressão (MARCONDES, 2016).

Em 1960, o polietileno começou a ser empregado em redes de abastecimento de água. Desde então, algumas cidades e empresas começaram a adotar o PEAD como principal material de suas tubulações (MARCONDES, 2016).

Marcondes (2016, p. 18) lembra que desde que começou a ser utilizado na distribuição de água potável, os tubos de polietileno passaram por várias modificações em suas propriedades físico-químicas, representando avanços nas propriedades das resinas, aditivos e extrusão dos tubos.

É sabido que o PE é o material plástico com baixa rugosidade, baixo nível de incrustação, não sofre corrosão e tem o número de conexões reduzidos, minorando pontos de possíveis vazamentos no sistema de água.

A resina de PEAD possui alta resistência ao impacto, inclusive em baixas temperaturas e boa resistência contra agentes químicos. Diferentemente dos outros materiais, seus tubos e conexões são caracterizados pelo diâmetro externo e não o nominal, e são produzidos em várias classes de pressão.

Segundo Corsini (2011) uma tubulação tem a capacidade de condução inversamente proporcional à sua rugosidade interna, logo, o baixo índice de rugosidade do interior dos tubos PEAD ajuda sua eficiência hidráulica em conduzir a água. Essa capacidade representa a fricção, em oposição, da superfície do tubo ao fluxo do líquido.

A redução da rugosidade ocasiona redução nos custos de instalação devido à redução de diâmetros ou declividades, resultando em uma menor necessidade de escavações, reaterro e bota-fora, reduzindo os custos de movimentação de terra.

As tubulações de redes de distribuição, tanto nas linhas primárias como secundárias e ramais prediais tem sua vida útil diretamente ligada a qualidade do material empregado, das condições físico-químicas do solo e da mão de obra empregada.

Os tubos das redes necessitam de condições hidráulicas em que ocorra baixa incidência de incrustações, pois essas acarretam perdas de carga muito altas, redução de taxas de vazamentos e baixo nível de corrosão (ABPE, 2006).

### 2.3 PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS EM PVC E PEAD

Segundo a ABPE (2006) na instalação de tubulações enterradas, deve-se observar as características de aterro estabelecidas em projeto, definindo altura e o tipo de solo de reaterro, a especificação da compactação, a presença de ruas, a presença de lençol freático, válvulas, ventosas, ramais, as curvaturas admissíveis e o adequado manuseio dos tubos e conexões para que não sejam

danificados pela má instalação, a fim de se preservar o desempenho técnico do material e problemas de manutenção.

A instalação e manuseio dos tubos devem seguir os preceitos mínimos que asseguram a integridade dos tubos e o desempenho esperado. O negligenciamento desse processo tem sido a causa de insucessos e retrabalho significativos na execução.

O Manual Técnico da Amanco (2015) traz que os tubos em PVC numa rede de distribuição de água enterrada possuem comprimento de 6 metros e devem ter o seu eixo demarcado a cada 20 metros dentro da vala. Devem ser apresentados os pontos de instalação de conexões, registros, ventosas e cruzamentos em nível com outras tubulações e demais elementos.

O fundo da vala deve ser regularizado, sem colos e ressaltos e sua base vai variar de acordo com o tipo de solo. Em caso de solo rochoso de ser executado o leito em areia com camada mínima de 15 centímetros, se o solo for argiloso com condições de assentamento comprometidas deve-se executar uma base de cascalho ou concreto e posteriormente colocado a camada de areia na qual a tubulação será assentada.

Deve-se ter cuidado no processo de locação das valas para que os tubos não sejam arrastados sobre superfície cortante, provocando ranhuras. Os tubos com ranhuras e corte de profundidade maiores que 10% de sua espessura não servem para uso (ABPE, 2013).

O tempo de resfriamento da solda deve ser respeitado antes de movimentar a tubulação e submeter a tubulação a pressão e esforços.

Segundo a ABPE (2013), a largura da vala na execução de tubos em PEAD deve ser no mínimo o espaço que permite a compactação mecânica ou manual entre tubo de parede da vala.

É importante que a instalação dos tubos PEAD seja realizada corretamente para que a qualidade do material não seja comprometida e seu desempenho seja preservado, assim como garantido em sua fabricação.

No processo de escavação da vala, é necessário manter o entulho gerado afastado da borda para que não seja utilizado indevidamente junto à tubulação. Recomenda-se, também, que sejam descartados adequadamente os materiais não aproveitáveis, deixando-os longe das áreas aprovadas pela fiscalização ou dentro de recipientes apropriados a fim de evitar que se espalhem no local.

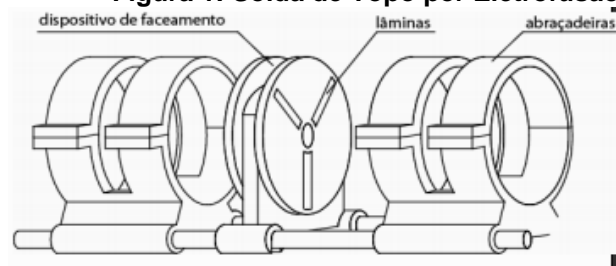
No caso de o fundo da vala não apresentar condições mínimas para o assentamento dos tubos, deve-se realizar o assentamento de acordo com o projeto, e se o projeto não tiver recomendações sobre este processo, deve-se utilizar uma base de brita ou concreto. Nos dois casos, a tubulação deve ser assentada em colchão de areia de 0,10 m ou material similar de 0,15 a 0,20 m.

No que tange o transporte dos tubos através de bobinas, as normas referentes visam estabelecer os diâmetros mínimo destas buscando economia no transporte e a preservação de ovalizações excessivas (superior a 6%), pois isso pode prejudicar o trabalho de soldagem dos tubos posteriormente. Então, para dado diâmetro deve se obter a razão de curvatura mínima a fim de assegurar um valor menor que 6% de ovalização. Esse valor previsto em norma é medido na camada externa da bobina e por isso resulta em um valor menor que o da parte interior do tubo, o que permite adotar diâmetros menores que os calculados, beneficiando o transporte (DANIELETTO, 2007).

As tubulações em PEAD podem ser unidas de duas formas básicas: através de juntas soldadas (fixas) ou mecânicas (desmontáveis).

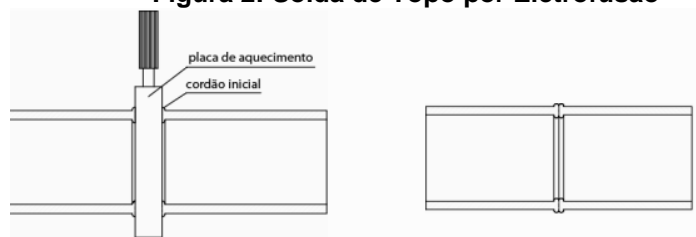
A solda topo por eletrofusão, como mostrado no esquema da figura 1 e 2, consiste em submeter o material a uma determinada temperatura e por tempo suficiente para que entre em fusão unindo-se a superfície sob certa pressão, ocasionando a interação das massas fundidas que, depois de resfriadas, formam um corpo único que mantém as mesmas propriedades e características do material original.

**Figura 1: Solda de Topo por Eletrofusão**



Fonte: Site Abpe

**Figura 2: Solda de Topo por Eletrofusão**



Fonte: Site Abpe

As conexões para solda de topo por termofusão devem ser qualificadas conforme normas NBR 15593, ou NTS 193.

A soldagem por eletrofusão deve ser executada por pessoal e equipamentos qualificados conforme NBR 14.465 ou DVS 2207. Os equipamentos devem ser do tipo automático, com leitura ótica para código de barras, com registro automático ou não das soldas.

A soldagem por eletrofusão deve ser executada por pessoal e equipamentos qualificados conforme NBR 14.465 ou DVS 2207. Os equipamentos devem ser do tipo automático, com leitura ótica para código de barras, com registro automático ou não das soldas.

## 2.4 IMPLANTAÇÕES DE REDES DE ABASTECIMENTO EM PEAD NO BRASIL

Tendo em vista a potencialidade do PEAD, algumas cidades no Brasil iniciaram a adoção desse material em seus sistemas de abastecimento de água. Observar características dessa implantação é importante tanto na tomada de decisão de viabilidade dessa material como no aprimoramento de suas aplicações.

Um exemplo do aumento crescente da utilização deste material em abastecimento de água é a região metropolitana de São Paulo, que nos anos de 2017 e 2018 substituirá 685 km de tubos existentes por PEAD e ainda instalará 280 km de novas tubulações. (SABESP, 2017)

### 2.4.1 Rede de abastecimento de Limeira - SP

Segundo informações disponibilizadas pela Sabesp, a concessionária Águas de Limeira iniciou o uso do PEAD no sistema de distribuição de água no ano de 1996. A partir desta data todas as ligações prediais e as extensões de redes foram executadas em PEAD. O uso deste material está atrelado ao programa de redução de perdas no sistema de distribuição. Os diâmetros utilizados variam entre 20 mm a 160 mm com uso de soldas de topo (termofusão) (VIOLANI, 2007).

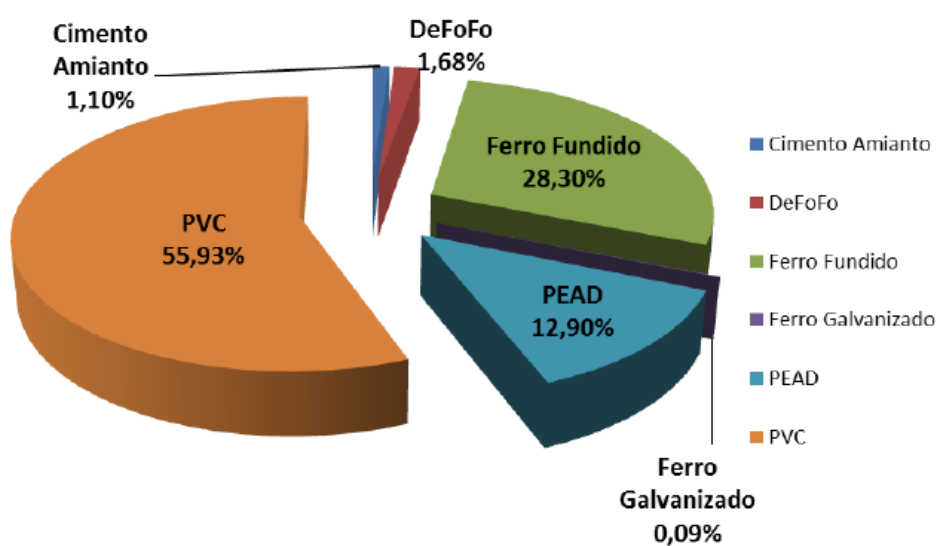
Ocorreu redução nos índices de vazamentos devido a menor utilização de conexões, rapidez de execução, qualidade dos serviços, estocagem e custo. Por outro lado, foram apontadas algumas dificuldades no que tange a homologação

de fornecedores (formação de parceiros) e treinamentos das equipes (quebra de paradigma).

Fizeram-se necessárias algumas medidas para a implantação desse sistema, sendo elas: treinamento das equipes, qualificação dos fornecedores, padronização para novos loteamentos, necessidade de definição de um padrão de execução de ligações e extensões, programa de treinamento visando desenvolver e disseminar o uso correto deste novo material, visto que as equipes vieram do antigo SAAE, cuidados na compactação de valas, uso das conexões de pressão e treinamento para realização de solda de topo.

Marcondes (2016, p. 60) ilustra graficamente a evolução do programa de redução de perdas, através da implantação do PEAD na rede de distribuição de água entre os anos de 2007 e 2014, em que, o percentual de extensão de rede do polietileno passa respectivamente de 12,9% para 18,5% e conseqüentemente ocorre a redução no percentual do PVC na rede, conforme as figuras 3 e 4.

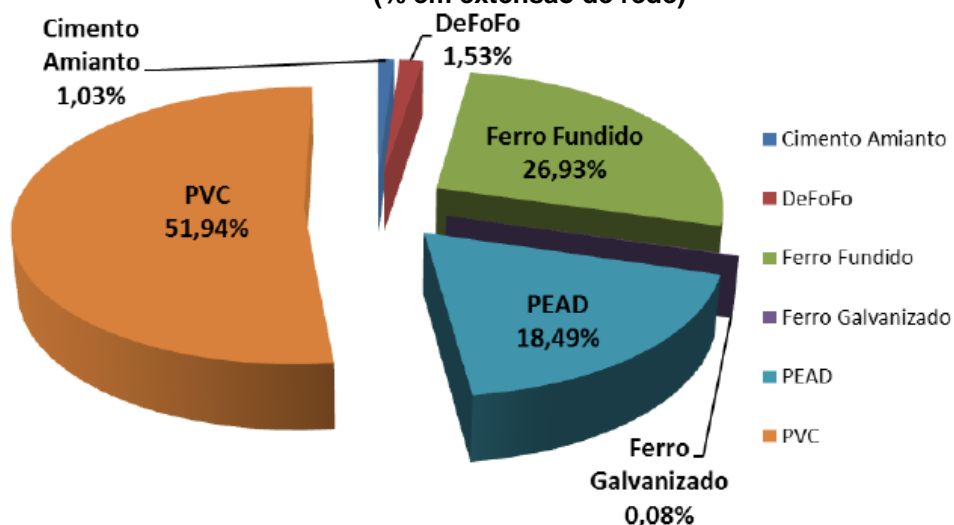
**Figura 3: Composição da Rede de Distribuição de Água de Limeira – 2007  
(% em extensão de rede)**



Fonte: Site Sabesp



**Figura 4: Composição da Rede de Distribuição de Água de Limeira – 2014**  
(% em extensão de rede)



Fonte: Site Sabesp

#### 2.4.2 Rede de Abastecimento de Jaguariúna -SP

O estudo de caso a seguir foi realizado pela Prefeitura do município de Jaguariúna em seu Plano de Redução de Perdas referente ao período de 2001 a 2008, em que foi feita a troca de rede de água de cimento amianto por rede de polietileno de alta densidade (PEAD), através método não destrutivo (MND). Nesse período o município contava com 41.891 habitantes e uma taxa de crescimento anual de 2,16% segundo a SEADE (2006).

Sua rede de abastecimento era constituída por cimento amianto e apresentava alguns problemas, tais como o rompimento constante na rede, que gerava grande número de reparos, desgaste e rupturas nos anéis de juntas, inúmeros vazamentos que não chegavam a aflorar, e em alguns locais, constatou-se a abertura de canais preferenciais em volta da tubulação original. Além disso, esse tipo de tubulação gerava muitas incrustações que ocasionavam coloração e turbidez na água, incomodando a população.

As figuras de 5 a 8 a seguir ilustram os problemas verificados na rede de distribuição de água composta de cimento amianto em Jaguariúna. Vale salientar ainda que, está proibida a fabricação de amianto no Brasil, dificultando assim, os consertos onde há necessidade de troca de peças, induzindo a substituição total do material.

**Figura 5: Problemas nos Anéis de Juntas**



Fonte: Site Prefeitura Municipal de Jaguariúna -SP

**Figura 6: Vazamentos que não afloravam**



Fonte: Site Prefeitura Municipal de Jaguariúna -SP

**Figura 7: Rompimento da Rede**



Fonte: Site Prefeitura Municipal de Jaguariúna -SP

**Figura 8: Incrustações**



**Fonte: Site Prefeitura Municipal de Jaguariúna -SP**

A melhoria na infraestrutura das redes de abastecimento necessita de grandes investimentos, por isso não é fácil realizar a substituição dos sistemas em um período de tempo curto. Um indicador da idade das tubulações é o seu tipo de material (SARDEZAS, 2009).

A substituição da rede foi realizada através do (MND) de substituição de redes subterrâneas, sem aberturas de valas. O método não destrutivo vem sendo bastante utilizado pelas empreiteiras por diminuir o impacto ambiental, econômico e social em relação aos métodos de instalação em vala a céu aberto. Isso é possível porque as tubulações de polietileno são flexíveis, leves e ainda são fabricadas em bobinas de até 100 metros de extensão, dependendo do diâmetro (MARCONDES, 2016).

Marcondes (2007, p. 60) afirma que em várias regiões da cidade de São Paulo, o Departamento de Controle de Uso de Vias Públicas - CONVIAS não autoriza mais obras de intervenção com o método da vala a céu aberto, somente autorizando obras pelo MND (método não destrutivo).

Na sequência, das figuras 9 a 10, mostram o processo de instalação da rede em Polietileno de Alta Densidade:

**Figura 9: Fornecimento em Bobinas**



**Fonte: Prefeitura Municipal de Jaguariúna –SP**

Os tubos de PE podem ser adquiridos em barras ou bobinas. Sendo que os de DE 20 e 32 mm podem ser transportados bobinas, preferencialmente de 100 m. Os PE 80 - DE 63 a 125 mm em bobinas de 100 m ou barras 12m. Já os PE 80 ou PE 100 com DE > 125 mm somente barras (CAVICCHIOLI, 2014).

**Figura 10: Conexões soldadas**



**Fonte: Prefeitura Municipal de Jaguariúna -SP**

**Figura 11: Solda de Topo**



**Fonte: Prefeitura Municipal de Jaguariúna –SP**

Os métodos de união utilizados para tubos de polietileno em redes, adutora e ramais de água são exclusivamente por solda de topo por termofusão, solda por eletrofusão e junta mecânica (CAVICCHIOLI, 2014).

O Método não Destrutivo ilustrado na figura 12, é um dos métodos mais utilizados em instalações urbanas, em travessias de ruas e estradas ou para instalação de novos tubos sem que haja abertura de valas, onde economicamente for conveniente ou quando as condições locais forem determinantes. É realizado em tubos de diâmetro até 1000 mm e comprimentos que podem chegar a 2000 m, dependendo do tipo de solo. (CAVICCHIOLI, 2014).

**Figura 12: Método Não Destrutivo (MND)**



**Fonte: Prefeitura Municipal de Jaguariúna –SP**

O equipamento consiste basicamente em Unidade de Força, Unidade de Perfuração, e Unidade de Monitoramento Direcional. A Unidade de Monitoramento Direcional é um dispositivo eletrônico que recebe as ondas de rádio provindas da sonda de perfuração e identifica a sua posição e profundidade, para que se possa monitorar e controlar a direção de perfuração, através da Unidade de Perfuração. (CAVICCHIOLI, 2014).

Dentro os resultados obtidos ao fim da troca das tubulações de cimento amianto por PEAD pode-se citar que não se fez necessário o aumento de captação e tratamento de água, gerando economia de recursos hídricos. A perda



de água teve uma redução de 37,7%, houve redução nos índices de vazamentos de 56,4% e redução no consumo de energia de 9,7%.

A Utilização de água da captação foi de 225 L/s em 2001 para 153 L/s em 2007, abortando a necessidade da execução do projeto de construção de uma ETA, prevista para a gestão 2001-2004. Os equipamentos moto-bombas de menor potência, que não mais funcionavam, voltaram a funcionar na captação de água, como os equipamentos de 125L/s e 100 L/s.

Com a implantação dos 47.800m de rede em PEAD, a perda de água atual é de aproximadamente 28,9%.

## 2.5 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DE REDE

De forma geral, segundo Furusawa (2011) os custos relacionados a implantação e operação de uma rede de distribuição de água, dentro de condições definidas por projetos como demanda e traçado da rede, depende da cota piezométrica do ponto de alimentação da rede, ela sendo abastecida por reservatório elevado ou por sistema de bombeamento direto.

Esses custos também contemplam os diâmetros necessários para o funcionamento da rede e o material da tubulação. A partir daí, parte-se da premissa que quanto maior a cota piezométrica do ponto de alimentação, menor os custos para a implantação da rede, com a possibilidade de se adotar tubos com diâmetros menores, pois as cargas no sistema serão hábeis a superar as perdas de cargas.

Por outro lado, os custos relacionados a operação da rede de um sistema de bombeamento aumenta em função da cota piezométrica de alimentação, pois gera maior gastos com a energia.

Por isso, sempre será necessário fazer um balanceamento entre custo de implantação e operação. Outro ponto a ser observado, segundo Pinnto (2017), é que canos com diâmetros maiores tendem a ser mais caros, se tornando preteridos na implantação, por outro lado, canos de menor diâmetro possuem mais facilidade em quebrar e sofrem mais no processo de aumento de rugosidade ao longo da vida útil da rede, então uma economia feita na implantação da rede torna a manutenção mais frequente e mais cara.

### 3 METODOLOGIA

A fim de se alcançar os objetivos definidos, essa pesquisa de natureza descritiva recorrerá a análises de caráter qualitativo e quantitativo para comparar o desempenho de tubulações de PEAD e PVC em redes de abastecimento de água, considerando aspectos técnicos e financeiros, com estudo de caso aplicado ao sistema de abastecimento de Natividade -TO. O desenvolvimento da pesquisa compreende as seguintes etapas:

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:

O estudo foi realizado em Natividade, Tocantins, no Bairro Jardim Serrano, que compreende uma área de 0,518 km<sup>2</sup>. A figura 13 mostra a localização do setor que terá a rede de abastecimento estudada.

**Figura 13: Setor de Estudo no Bairro Jardim Serrano em Natividade -TO**



Fonte: Google Earth, 2018

#### 3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram levantados dados sobre indicadores de desempenho técnico e de custos de implantação e operação referentes a tubulação de PVC e de PEAD. Os valores unitários serão obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e cotações junto a fornecedores. Os dados quantitativos sobre o sistema foram solicitados e fornecidos pela concessionária de saneamento BRK-Saneatins.

### 3.3 COMPARAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO TÉCNICO

Em relação aos aspectos técnicos, foram comparados os indicadores tempo de execução, redução de perdas e durabilidade dos materiais. Segundo Carmo (2012) tubos em PEAD são mais fáceis de manusear e aumentam a produtividade em mais de 30%. O fato da tubulação ser montada fora da vala e se utilizar menos números de conexões acelera muito a instalação.

Segundo Marcondes (2016), alguns experimentos foram realizados para que se pudesse ter uma estimativa da vida útil dos tubos de polietileno. Esses experimentos aceleraram as condições de funcionamento dos tubos sob vazão contínua de água clorada, em laboratório, a fim de prever o comportamento da tubulação antes de enterrá-la. Em outros experimentos foram coletadas amostras de tubulações que estava em uso e levadas à laboratório se chegando a uma vida útil superior a 100 anos.

Outro fator a ser considerado, é a capacidade de reduzir a ocorrência de vazamentos observadas em instalações com tubos em PEAD. Segundo Teodoz (2016), as soldas feitas na conexão dos tubos de PEAD são à prova de vazamentos, porque os tubos são fundidos e formam um corpo único. Além disso, deve-se lembrar que a necessidade de reparos anuais por quilômetro instalado de tubo de PEAD é bem menor do que quando se trata de outros materiais.

Conseqüentemente, a partir da redução de vazamentos é possível se chegar a redução de perdas de água, como no exemplo prático de Campinas que segundo Adani (2015) os estados brasileiros possuem perda acima de 50% em suas redes de abastecimento, enquanto em Campinas-SP o índice é de apenas 19,2%. Campinas vem substituindo o material de sua rede por PEAD desde 1994.

No que se diz respeito a manutenção, segundo Florêncio (2016) devem ser considerados menores gastos com manutenção e substituição de peças com tubos de PEAD, gerando uma significativa economia aos cofres públicos a longo prazo.



### 3.4 COMPARAÇÃO DE INDICADORES FINANCEIROS

A análise financeira considerou custos de implantação e operação. Os custos relacionados à construção de redes de distribuição de água com os dois materiais, PVC e PEAD, foram determinados com o auxílio de um material elaborado pela SABESP (2010), “Banco de Preços de Obras e Serviços de Engenharia”, que é considerado bem criterioso para execução de obras de saneamento nacionalmente.

#### 3.4.1 Custos de implantação

O custo de implantação de rede é obtido a partir da soma dos principais custos de serviços e custos de material. Os serviços que geram maior influência no custo são:

- Escavação, reaterro e compactação de vala;
- Carga, transporte e descarga de material;
- Assentamento da tubulação;
- Remoção e recomposição do pavimento;

Os custos relacionados a serviços de movimentação de terra e assentamento da tubulação podem ser obtidos no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para o estado do Tocantins.

O quantitativo referente a escavação, reaterro e compactação da vala está especificado no Manual de Especificação Técnica, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição elaborado pela Sabesp, onde estão relacionadas as profundidades e larguras das valas conforme a superfície, diâmetro e material dos tubos.

O recobrimento da tubulação será definido conforme a locação do tubo, como mostra a tabela 1.

**Tabela 1: Recobrimento das Tubulações**

LOCAÇÃO DA REDE DE ÁGUA	RECOBRIMENTO
Passeio	0,7
Viário Pavimentado	1
Viário em Terra	1,2

**Fonte: Sabesp (1996)**

As larguras das valas variam de acordo com o diâmetro da tubulação, como ilustra a tabela 2, levando em conta valas sem escoramento. Essas larguras podem ser revistas desde que justificadas tecnicamente.

**Tabela 2: Largura das Valas**

DIÂMETRO (mm)	Largura Vala (sem escoramento e profundidade ≤ 2 m)
50 a 150	0,5
150	0,55
200	0,6
250	0,65
300	0,7
350	0,75
400	0,85

Fonte: Sabesp (1996)

Com essas relações e a extensão de cada trecho é possível se obter o volume de escavação. E para o volume de reaterro e compactação usa-se o volume da escavação excluindo o volume da tubulação e o pavimentos asfáltico.

Os serviços de pavimentação na reinstalação do pavimento danificado pela abertura das valas varia de acordo com o tipo de tráfego, podendo ser leve, médio ou pesado, segundo a Instrução de reparação de pavimentos flexíveis danificados por abertura de valas (IR 01/2004 da Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras - Município de São Paulo).

Essa recomposição deve ser feita com materiais com a mesma característica do asfalto original. A tabela 3 informa os preços de alguns itens normalmente empregados em rede de distribuição de água conforme o SINAPI (2012) para o estado do Tocantins para a utilização do PVC.

**Tabela 3: Serviços Normalmente Empregados em Redes de Distribuição (PVC)**

CÓDIGO SINAPI	SERVIÇOS	UNIDADE	PREÇO MÉDIO
01CA0035	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	17,93
01CA0040	ESCAVAÇÃO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	8,23
01CA0390	ACERTO DE FUNDO DE VALA SEM COMPACTAÇÃO	M2	1,66
01CA0239	REATERRO MANUAL C/ COMPACTAÇÃO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST	M3	9,41
01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE RETROESCAVADEIRA	M3	12,27
01CA0176	CARGA MECANIZADA	M3	0,86
01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3xKM	0,71
01CB0013	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA, DN 50 MM	M	2,05
01CB0015	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA, DN 100 MM	M	2,69

Fonte: SINAPI (2012)

Os custos relacionados diretamente ao material da tubulação foram obtidos através de cotação com os principais fabricantes destes, buscando se aproximar os diâmetros respectivos de cada material, para que o valor final orçado seja o mais próximo possível.

Consideraram-se as especificações para execução de valas em cada tipo de tubulação, que também gera diferença de custo na implantação.

A tabela 4 apresenta os custos de alguns itens empregados na execução de rede de distribuição de água cotado para a utilização de PEAD.

**Tabela 4: Serviços Normalmente Empregados em Redes de Distribuição (PEAD)**

CÓDIGO SINAPI	SERVIÇOS	UNIDADE	PREÇO MÉDIO
01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	17,93
01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3	8,23
01CA0390	ACERTO DE FUNDO DE VALA SEM COMPACTACAO (OBRAS CIVIS)	M2	1,66
01CA0239	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST COM AREIA	M3	9,41
01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE RETROESCAVADEIRA	M3	12,27
01CA1004	CAMINHAO PIPA P/ REATERRO C/ AREIA	M3	0,86
01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA	M3xKM	0,71
01CA0176	CARGA MECANIZADA (SEM MANUSEIO E ARRUMACAO)	M	2,05
01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M	2,69
01CB0322	ASSENTAMENTO DE TUBO PEAD - DE 40 A 125 MM	M	1,36

**Fonte: SINAPI (2012)**

### 3.4.2 Custos de operação

Para a composição do custo de operação da rede de distribuição de água do Setor Jardim Serrano em Natividade -TO, não foi possível se obter os dados de custo diretamente na concessionária BRK ambiental.

Portanto, para fazer o levantamento comparativo de custos operacionais tomou-se como premissa a coleta de dados a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que disponibiliza dados de saneamento das concessionárias colaboradoras, dentre elas a Saneatins, em que foi possível se obter o consumo médio per capita da população, os índices de perdas e a despesa de operação para a rede de água de Natividade -TO.

O consumo médio per capita para natividade em 2016 foi de 107,41 L/hab. dia. Utilizou-se, então, essa taxa de consumo para se obter o consumo diário em natividade –TO.

Segundo dados do IBGE, ano de 2010, a média de moradores em domicílios particulares e ocupados é de 3,44 moradores por lote na cidade em estudo.

A partir do consumo médio per capita, da quantidade de moradores por casa e do número de ligações domiciliares no Setor Jardim Serrano, disponibilizado pela BRK ambiental, foi possível se obter o consumo total por dia para a área em estudo.

Outro dado obtido através do SNIS foi a despesa de exploração em Natividade - TO. As despesas de exploração (DEX) correspondem aos valores de custeio, compreendendo despesas com pessoal próprio, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, despesas fiscais ou tributárias, entre outras despesas de exploração.

Com base no custo total de DEX ao ano dividido pelo total de água produzido em metros cúbicos por ano se obteve o valor gasto, por dia, em metros cúbicos de água para o Setor Jardim Serrano, no valor de 4,42 R\$/m<sup>3</sup>.

No quadro brasileiro, a maior parte das despesas de exploração é relativa a gastos com pessoal próprio, e despesa com serviços de terceiros, outro item relevante da DEX é a despesa com energia elétrica e outras despesas de exploração como despesas fiscais ou tributárias, produtos químicos e água importada.

Um fator que está diretamente ligado ao aumento das despesas de exploração é o índice de perdas de água, pois quanto maior esse índice maior a necessidade de produção de água tratada e maior gasto com todos esses componentes, falados anteriormente, da DEX.

Para se obter o indicador de índice de perdas na rede de distribuição, para Natividade –TO, tomou como premissa, também, os dados do SNIS. O percentual de índice de perdas foi calculado a partir da diferença entre o volume da água produzido e o volume da água consumido, dividido pelo volume de água produzido e descontado o volume usado para atividades operacionais e especiais, chegando ao índice de 35% na rede, que é normalmente empregada em PVC.

Para os índices de perda de água referentes a utilização do PEAD na composição da rede adotou-se o valor de 18% como verificado no estudo de caso de Limeira – SP, apresentado pela Odebrecht Ambiental, através da Engenheira Paula Violante em 2014.

Com essa redução de cerca de 17% nos índices de perdas de água obtido através da utilização do PEAD é possível se obter um volume de água consumido inferior ao inicialmente calculado e conseqüentemente se obter a redução no valor de despesas de exploração e custo de operação.

Considerando que custo de implantação total para a rede de PEAD é mais caro que em PVC, espera-se verificar se em um período de tempo de dez anos se o custo de operação da rede, reduzido para a tubulação de PEAD, compensaria sua utilização.

### 3.5 ANÁLISE ECONÔMICA

Para se analisar a viabilidade econômica, levando em conta a diferença de custo no emprego dos dois materiais distintos dessa rede de distribuição, será utilizado o método do Valor Presente Líquido (VPL). Segundo Motta & Calôba (2002), a VPL é dada pela soma algébrica de fluxos de caixa descontados para o instante presente, a uma dada taxa de juros.

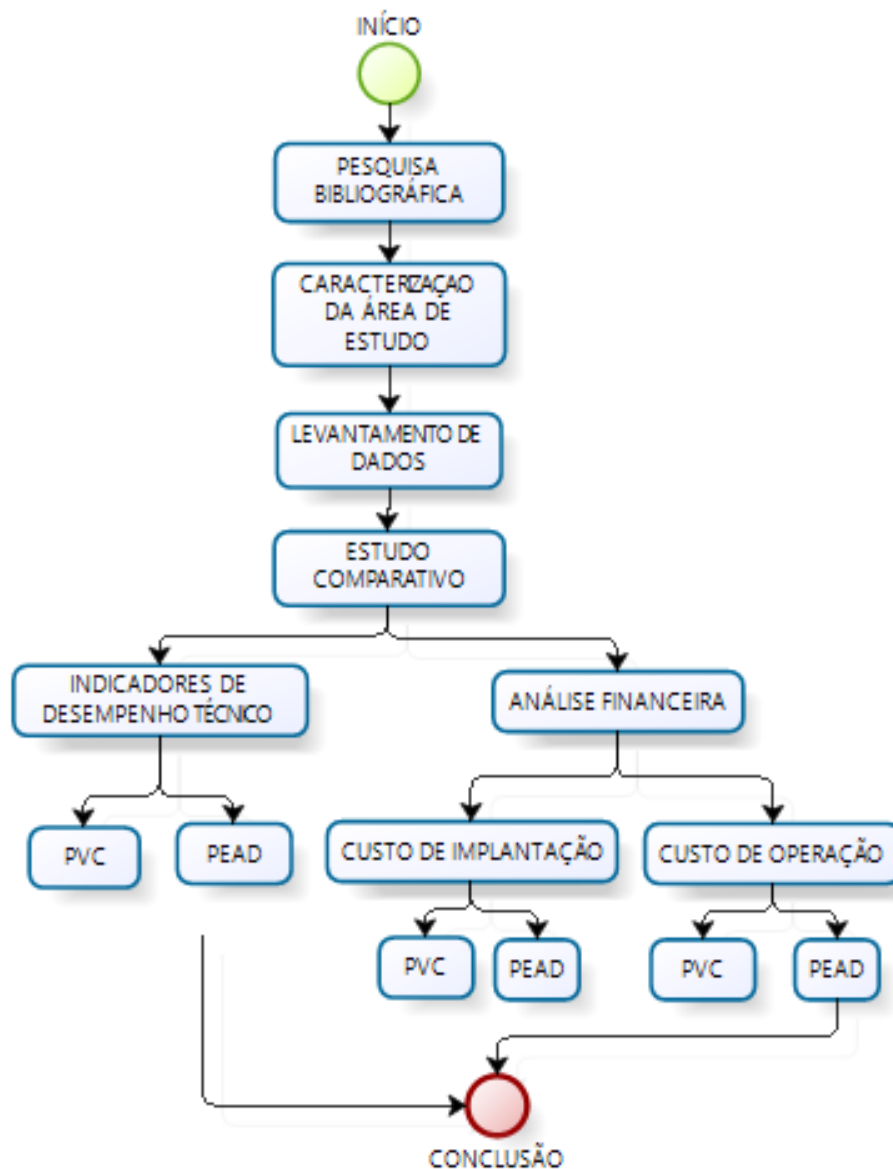
Esse método também auxilia a rejeitar ou aceitar o investimento. Se o VPL for positivo, a somatória dos fluxos futuros descontados à uma taxa mínima de atratividade é maior que o investimento inicial, então, aceita-se o projeto, se for negativo a somatória dos fluxos futuros descontados à taxa mínima de

atratividade é menor que o investimento inicial, rejeita-se então. (MANTOVAN, 2013).

Neste trabalho se buscará apenas o Valor Presente, uma vez que, no cálculo será levado em conta apenas os custos de implantação e operação, sem a presença de receitas. Para isso, será adotada uma TMA de 6,5% ao ano, baseada no Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic), do Banco Central do Brasil, que será aplicada sob o custo inicial e o fluxo de caixa contado a partir do segundo ano até o décimo ano.

Aplicando-se esse cálculo, será apurado um Valor Presente e se descobrirá qual rede é mais viável, em termos de custo, para esse período.

#### 4 FLUXOGRAMA



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo contempla os indicadores de desempenho técnicos dos materiais e os resultados obtidos no estudo comparativo, em que serão contrapostos os custos para a implantação e operação da rede em PVC e PEAD, tendo como embasamento o projeto da rede de abastecimento existente do setor Jardim Serrano de Natividade, Tocantins.

### 5.1 INDICADORES TÉCNICOS

Na tabela 5, é possível observar alguns parâmetros de comparação em relação ao desempenho técnico entre os dois materiais, PVC e PEAD.

**Tabela 5: Comparativo Técnico entre os Materiais**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>PVC</b>	<b>PEAD</b>
Manuseio e facilidade na instalação	Fácil	Fácil
Agentes Químicos	Resistente	Resistente
Impacto	Resistente	Resistente
Índice de Incrustações	Baixo	Baixíssimo
Barras	6 m	50m, 100m e 200m
Flexibilidade	Pouca	Flexível
Vida útil	25 a 40	Maior que 50 anos
Coef. "C" Hazen Williams	140	145 a 150

**Fonte: Autor a partir de apresentação Odebrecht Ambiental**

A facilidade e rapidez de montagem do material em PEAD estão relacionadas à redução do número de conexões, à fácil acomodação dos tubos no terreno que dispensa a necessidade de conexões também em pequenos ângulos.

É sabido que com o passar dos anos as redes tem sua condição de escoamento reduzida devido as incrustações, nesse item o material PEAD oferece maior resistência, mantendo a capacidade de escoamento da água menos comprometida ao longo do tempo.

O grau de resistência ao escoamento é determinado pelo coeficiente C de Hazen Williams. Conforme a figura 15, o PVC possui um coeficiente que chega a ser proximamente 13% menor que o do PEAD, quanto menor esse coeficiente, maior a perda de carga imposta ao escoamento e, conseqüentemente, mais energia é necessária para superar essa resistência.

Isso reflete em vazões abaixo das esperadas, pressões reduzidas nos pontos mais distantes e pressões elevadas nos pontos mais próximos,

consumos elevados de energia nos recalques e variações grande de pressões ao longo do dia.

A durabilidade aqui colocada trata-se apenas de uma estimativa, uma vez que tubulações em PEAD são de utilização relativamente nova em redes de abastecimento, dificultando o aferimento real da sua vida útil.

A colocação maior que 50 anos é indicada através de estudos laboratoriais a qual essa tubulação foi submetida, acelerando as condições de funcionamento em uso a fim de se estimar a quantidade de anos que essa tubulação resistiria mantendo suas condições de uso.

A tabela 6 avalia como ruim, fraco, regular, bom, muito bom e ótimo alguns indicadores de desempenho técnico entre os dois materiais:

**Tabela 6: Valores e Propriedades Típicas do PVC e PEAD**

<b>Propriedades</b>	<b>PE 80</b>	<b>PE 100</b>	<b>PVC</b>
MRS (Mpa)	8	10	25
$\sigma$ (Mpa)	6,3	8	10
Densidade (g/cm)	0,95	0,96	1,4
Barra (B)/Bobina (C)	B/C	B/C	B
Faixa de temperatura (°C)	-70/50	-70/50	0/50
Resistência ao impacto*	4	4	0
Flexibilidade*	4	3	0
Resistencia à abrasão	4	5	3
Resistencia à chama	1	1	3
Resistencia à intempérie Natural/Preto*	1/4	1/4	1/3
Resist. ao stress cracking*	1	2	5
Resist. soluções salinas*	4	4	4
Resist. a ácidos clorados*	3	3	3
Resist. a ácidos fluorados*	3	3	2
Resist. a ácidos sulfúricos*	2	2	2
Resist. a ácidos álcoois*	4	4	4
Resist. a detergentes*	3	3	4
Resist. a soda cáustica*	4	4	4
Resist. A hidrocarbonetos alifáticos* (gasolina, diesel)	2	2	2
Resist. A hidrocarbonetos aromáticos* (benzeno, tolueno)	2	2	0
Resist. A hidrocarbonetos clorados* (tetracloro de carbono)	1	1	0
Resist. À gás natural, GLP, butano, etc*	4	4	4
Toxidez*	5	5	3
Condutividade térmica - W/mk	0,43	0,43	0,16
Coef. De expansão linear (10 <sup>-4</sup> /k (20-90)(°C)	1,7	1,7	0,8
Solda por termofusão*	5	5	2
Solda por eletrofusão*	5	5	0
Solda a frio (solvente)*	0	0	4
Junta mecânica	5	5	4



---

**Nota:** \* 0 (ruim), 1 (fraco), 2 (regular), 3 (bom), 4 (muito bom), 5 (ótimo)

**Fonte:** Autor a partir da ABPE

---

Analisando as notas comparativas, entre as propriedades avaliadas, é possível perceber que o PEAD se sobressai quanto a capacidade de ser transportado em bobinas, a resistência a temperaturas negativas, maior resistência a impactos, maior flexibilidade e resistência a abrasão, maior resistência aos ácidos fluorados, aos hidrocarbonetos aromáticos e clorados, maior condutividade térmica e capacidade de ser soldado por termofusão e eletrofusão, além de possuir uma junta mecânica melhor que o PVC.

O PVC é um material mais denso, possui maior resistência a tensão, a stress cracking, a detergentes e tem maior MRS que o PEAD.

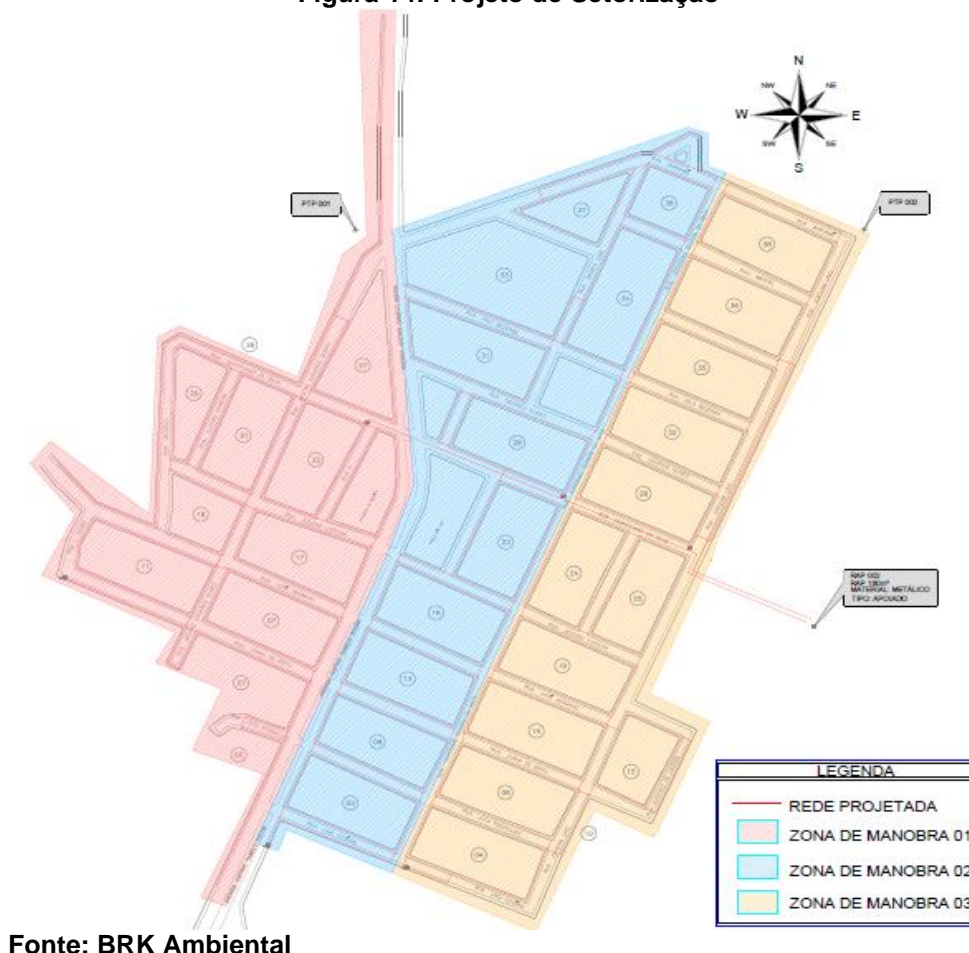
## 5.2 PROJETO DE ABASTECIMENTO

O projeto em questão integra o abastecimento de um bairro com 0,518 km<sup>2</sup> de área, dividido em três setores de manobra e totalizando 631 unidades de ligações domiciliares.

Heller (2006) define setor de manobra como a menor subdivisão de uma rede de distribuição com a finalidade de possibilitar o isolamento de uma determinada área da rede para a execução de obras e serviços de reparos ou manutenção.

A zona I da rede possui 5047 metros de extensão, a zona II possui 5862 metros e a zona III é a maior zona, com 6363 metros. A figura 14 apresenta o projeto de setorização da rede de distribuição de água nesse bairro.

**Figura 14: Projeto de Setorização**



Os tubos utilizados em PVC possuem diâmetros de 50mm e 100mm, e para PEAD foram adotados diâmetros próximos, com 63mm e 110mm respectivamente. As tabelas 7 e 8 mostram o quantitativo para movimentação de terra para cada tipo de tubulação, dentro das três zonas de manobras da rede.

**Tabela 7: Quantitativo de Movimentação de Terra (PVC)**

TIPO	DN (mm)	COMP. (m)	LARG. VALA (m)	PROF. (m)	ESCAV. (m³)	VOL. TUBO (m³)	FUNDO DE VALA (m²)	ALT. GST (m)	REAT. GST (m³)	REAT. C/ RETRO (m³)
PVC/PBA	50	4.995,00	0,65	1,05	3.409,09	9,8077	3.246,75	0,25	801,88	2.597,40
Zona I	100	52,00	0,75	1,10	42,90	0,4084	39,00	0,30	11,29	31,20
<b>TOTAL</b>		<b>5.047,00</b>			<b>3.451,99</b>	<b>10,22</b>	<b>3.285,75</b>		<b>813,17</b>	<b>2.628,60</b>
PVC/PBA	50	5.665,00	0,65	1,05	3.866,36	11,1232	3.682,25	0,25	909,44	2.945,80
Zona II	100	197,00	0,75	1,10	162,53	1,5472	147,75	0,30	42,78	118,20
<b>TOTAL</b>		<b>5.862,00</b>			<b>4.028,89</b>	<b>12,67</b>	<b>3.830,00</b>		<b>952,22</b>	<b>3.064,00</b>
PVC/PBA	50	6.023,00	0,65	1,05	4.110,70	11,8261	3.914,95	0,25	966,91	3.131,96
Zona III	100	340,00	0,75	1,10	280,50	2,6704	255,00	0,30	73,83	204,00
<b>TOTAL</b>		<b>6.363,00</b>			<b>4.391,20</b>	<b>14,50</b>	<b>4.169,95</b>		<b>1.040,74</b>	<b>3.335,96</b>

Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

Nas tubulações de material PVC, para se obter o volume de escavação, uma vez definidos os diâmetros, e levantados os comprimento dos trechos, é possível obter a profundidade das valas através da soma do diâmetro do tubo mais um metro e relacionar isso com a largura adotada.

Para os tubos de PEAD, a largura necessária para a vala é de apenas aproximadamente 20 centímetros a mais que o diâmetro do tubo, é possível observar também uma pequena redução no tamanho profundidade da vala. A tabela 6 quantifica a movimentação de terra necessária para esse material.

**Tabela 8: Quantitativo de Movimentação de Terra (PEAD)**

TIPO	DN (mm)	COMP. (m)	LARG. VALA (m)	PROF. (m)	ESCAV. (m³)	VOL. TUBO (m³)	FUNDO DE VALA (m²)	ALT. GST (m)	REAT. GST AREIA (m³)	REAT. C/ RETRO (m³)
PEAD	63	4.995,00	0,30	1,00	1.498,50	15,57	1.498,50	0,36	528,38	954,54
Zona I	110	52,00	0,35	1,00	18,20	0,49	18,20	0,41	6,97	10,74
<b>TOTAL</b>		<b>5.047,00</b>			<b>1.516,70</b>	<b>16,06</b>	<b>1.516,70</b>		<b>535,35</b>	<b>965,28</b>
PEAD	63	5.665,00	0,30	1,00	1.699,50	17,66	1.699,50	0,36	599,26	1.082,58
Zona II	110	197,00	0,35	1,00	68,95	1,87	68,95	0,41	26,40	40,68
<b>TOTAL</b>		<b>5.862,00</b>			<b>1.768,45</b>	<b>19,53</b>	<b>1.768,45</b>		<b>625,66</b>	<b>1.123,26</b>
PEAD	63	6.023,00	0,30	1,00	1.806,90	18,78	1.806,90	0,36	637,13	1.151,00
Zona III	110	340,00	0,35	1,00	119,00	3,23	119,00	0,41	45,56	70,21
<b>TOTAL</b>		<b>6.363,00</b>			<b>1.925,90</b>	<b>22,01</b>	<b>1.925,90</b>		<b>682,69</b>	<b>1.221,21</b>

Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

A partir das tabelas 7 e 8, comparando os volumes de escavação de cada zona entre os dois materiais, foi possível observar uma redução nesse volume de aproximadamente 56% nas valas com tubos de PEAD e quanto ao volume de reaterro houve uma redução de proximamente 63% na utilização de tubos em PEAD.

A redução na vala de PEAD se deve ao fato que a tubulação pode ser soldada fora da vala e depois apenas jogada para dentro. Assim, a vala pode ser menos larga. Conhecendo-se os volumes de escavação é possível estimar os custos de implantação dos sistemas.

### 5.3 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

A tabela 9 mostra os custos referentes a movimentação de terra para os dois materiais:

**Tabela 9: Custos de Movimentação de Terra (PVC e PEAD)**

MOVIMENTAÇÃO DE TERRA				
SETOR	PVC		PEAD	
	QNT. (m <sup>3</sup> )	CUSTO TOTAL	QNT. (m <sup>3</sup> )	CUSTO TOTAL
Zona I	10.410,11	R\$ 78.119,74	19.968,14	R\$ 84.748,82
Zona II	12.151,59	R\$ 91.121,32	23.327,27	R\$ 98.824,67
Zona III	13.248,99	R\$ 99.298,35	25.447,91	R\$ 107.662,65
<b>Custo Total</b>	<b>35.810,69</b>	<b>R\$ 268.539,41</b>	<b>68.743,32</b>	<b>R\$ 291.236,14</b>

**Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental**

Apesar da redução no volume de escavação conforme mostrado anteriormente o custo final de movimentação de terra para tubulação em PEAD totalizou 291.236,14 R\$ e para o PVC custou 268.539,41 R\$ cerca de 7,79% mais econômico devido à elevação de custos referente ao reaterro nesse material.

A tabela 10 compara os valores de custos referente a montagem da tubulação em cada material.

**Tabela 10: Custos de Montagem (PVC e PEAD)**

MONTAGEM DE TUBOS				
SETOR	PVC		PEAD	
	QNT. (M)	CUSTO TOTAL	QNT. (M)	CUSTO TOTAL
Zona I	5.047,00	R\$ 10.239,63	5.163,50	R\$ 10.874,82
Zona II	5.862,00	R\$ 12.143,18	6.021,50	R\$ 13.516,24
Zona III	6.363,00	R\$ 13.261,75	6.538,50	R\$ 14.760,00
<b>CustoTotal</b>	<b>17.272,00</b>	<b>R\$ 35.644,56</b>	<b>17.723,50</b>	<b>R\$ 39.151,06</b>

**Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental**

No que se refere aos custos de montagem, no material PVC se teve custo total de 35.644,56 R\$, e para o material PEAD se totalizou 39.151,06 R\$, podendo ser observado um aumento nos gastos de proximamente 8,96% nos tubos em PEAD.

A tabela 11 mostra os custos para remoção e recomposição de pavimentos de ruas e passeios para os dois matérias.

**Tabela 11: Custos de Remoção e Recomposição do Pavimento (PVC e PEAD)**

REMOÇÃO/RECOMPOSIÇÃO DE PAV.				
SETOR	PVC		PEAD	
	QNT. (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL	QNT. (M <sup>2</sup> )	CUSTO TOTAL
Zona I	2.381,03	R\$ 35.774,74	2.408,25	R\$ 20.534,82
Zona II	5.743,49	R\$ 40.519,75	3.943,04	R\$ 37.173,14
Zona III	5.298,20	R\$ 34.218,48	4.265,45	R\$ 34.675,14
Custo Total	<b>13.422,72</b>	<b>R\$ 110.512,97</b>	<b>10.616,74</b>	<b>R\$ 92.383,10</b>

Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

No item de remoção e recomposição do pavimento, se obteve custos menores para PEAD. O custo final para esse item em PEAD foi de 92.383,10 R\$, ficando cerca de 16,41% abaixo do custo do material PVC, que custou 110.512,97 R\$.

A tabela 12 a seguir mostra os custos em material hidráulico para cada material. Nesse valor está incluso todos os tubos, conexões e registros até os hidrômetros das ligações domiciliares.

**Tabela 12: Custos de Materiais Hidráulicos (PVC e PEAD)**

MATERIAL HIDRÁULICO				
SETOR	PVC		PEAD	
	UNIDADE	CUSTO TOTAL	UNIDADE	CUSTO TOTAL
Zona I	6.847,56	R\$ 59.462,95	6.808,50	R\$ 122.940,50
Zona II	7.895,00	R\$ 69.636,41	7.871,50	R\$ 145.387,32
Zona III	8.586,06	R\$ 76.948,10	8.557,00	R\$ 163.649,08
Custo Total	<b>23.328,62</b>	<b>R\$ 206.047,46</b>	<b>23.237,00</b>	<b>R\$ 431.976,90</b>

Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

Neste item, os valores mais altos estão ligados aos materiais empregados em PEAD, totalizando 431.976,90 R\$ que ficaram em torno de 52,30% a mais que os custos para a utilização do PVC, que totalizou 206.047,46 R\$.

A tabela 13 mostra o valores finais orçados para a implantação dos dois sistemas, em que estão inclusos os serviços preliminares, serviços técnicos, sinalização, movimento de terra, carga e descarga, remoção e recomposição do pavimento carroçável e de passeio, substituição da base dos pavimentos, caixas para registros, materiais hidráulicos da rede de distribuição e rede de ligação domiciliares.

**Tabela 13: Custo Final de Rede (PVC)**

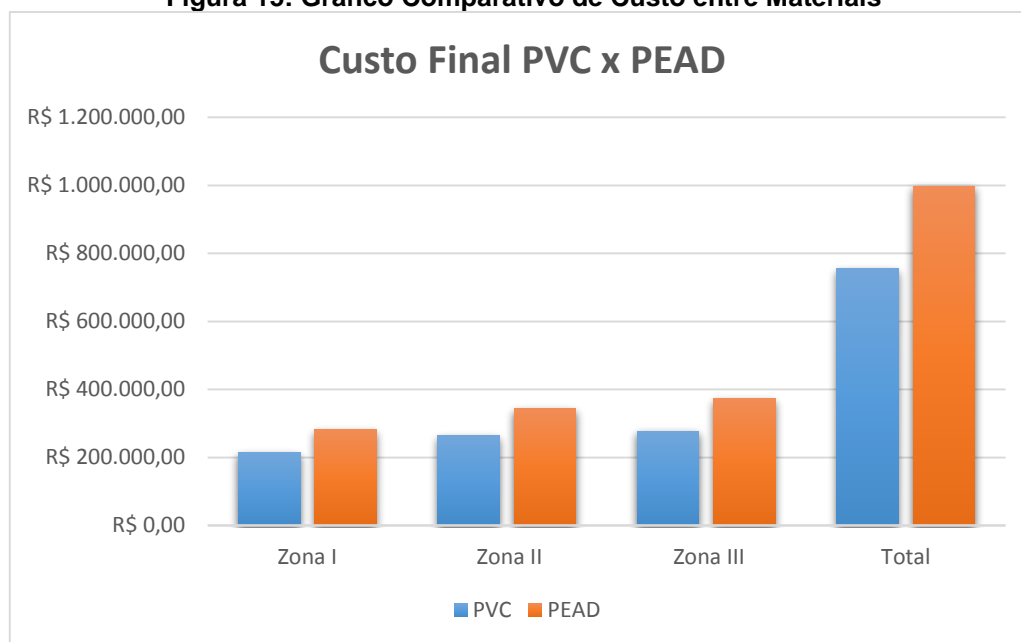
SETOR	PVC	PEAD
	Custo final	Custo final
Zona I	R\$ 213.942,46	R\$ 281.827,87
Zona II	R\$ 263.723,01	R\$ 342.794,81
Zona III	R\$ 278.046,57	R\$ 373.728,49
Custo Total	<b>R\$ 755.712,04</b>	<b>R\$ 998.351,17</b>

Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

A partir da tabela 13 é possível aferir que o custo de implantação da rede de distribuição de água utilizando a tubulação em PEAD fica aproximadamente 24,30% mais cara do que se fizesse o uso do PVC para esta mesma rede.

A figura 15 a seguir proporciona uma melhor visualização do comparativo de custo final de implantação entre o PVC e o PEAD.

**Figura 15: Gráfico Comparativo de Custo entre Materiais**



Fonte: Autor a partir da BRK Ambiental

#### 5.4 CUSTOS DE OPERAÇÃO

A tabela 14 a seguir mostra os dados obtidos para os custos de operação da rede de água, através do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, publicado em fevereiro de 2018 (ano de referência 2016), juntamente com dados do IBGE

conciliados com os dados fornecidos pela BRK ambiental acerca da rede de distribuição de água do setor Jardim Serrano em Natividade -TO.

**Tabela 14: Dados adotados para cálculo do custo de operação no Setor Jardim Serrano, Natividade - TO**

Ligações Domiciliares	631
Consumo diário por habitante (L/hab.dia)	107,41
Moradores por domicilio	3,44
Despesa de exploração (R\$/m <sup>3</sup> )	4,42
Índice de perda (PVC)	35%
Índice de perda (PEAD)	18%

**Fonte: Autor com base no SNIS e IBGE**

Considerando as 631 ligações domiciliares, previstas no projeto de implantação de rede da BRK Ambiental, e a taxa de 3,44 pessoas por lote na cidade, chegamos ao número de aproximadamente 2171 pessoas no bairro estudado. Essa quantidade de pessoas multiplicada pelo consumo diário de 107,41 L/hab.dia corresponde a 233.187,11 L de água consumido ao dia, ou seja 233,19 m<sup>3</sup> de água são consumidos nesse setor no dia.

Sabendo que a despesa de exploração de água em Natividade – TO é de 4,42 R\$/m<sup>3</sup> de água ao dia, chegamos a uma despesa diária de 1.030,69 R\$, em redes que normalmente são empregadas em PVC na cidade, em um período de tempo de 10 anos isso acarretará em uma despesa no valor de 3.385.817 R\$.

Para redes em PEAD espera-se uma redução de 17% no índice de perdas de água e no consumo. Teríamos então um volume de água consumido de 193,55 m<sup>3</sup> ao dia nesse sistema em PEAD e uma despesa diária de 855,48 R\$, no período de 10 anos isso corresponderá a 2.810.252 R\$.

O custo de operação dessa rede com a utilização de tubulações em PEAD, representa uma economia no valor de 575.565 R\$, correspondente a cerca de 17% a menos do que para a utilização de PVC.

## 5.5 ANÁLISE FINANCEIRA

A tabela 15 a seguir foi utilizada no cálculo do Valor Presente dos dois investimentos a fim de se saber, em um período de dez anos qual investimento irá gerar menos custos.

**Tabela 15: Análise financeira dos investimentos utilizando o Valor Presente**

FLUXOS DE INVESTIMENTO				
PROJETO	REDE PVC		REDE PEAD	
Custo Total	-R\$	4.141.529	-R\$	3.808.603
Custo de Implantação	-R\$	755.712	-R\$	998.351
Ano 2	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 3	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 4	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 5	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 6	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 7	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 8	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 9	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Ano 10	-R\$	376.202	-R\$	312.250
Taxa Mínima de Atratividade		6,5%		6,5%
<b>VP</b>	<b>-R\$</b>	<b>3.060.799</b>	<b>-R\$</b>	<b>2.888.940</b>

Fonte: Autor

Inicialmente foi possível se obter os valores totais absolutos para cada tipo de rede somando-se o custo de implantação ao custo de operação. Considerando em ambos que a rede foi implantada no ano 1 e começou a operar no ano 2, para a rede em PVC se obteve um custo total absoluto de 4.141.529 R\$ e para a rede em PEAD se obteve o custo de 3.808.603 R\$, aproximadamente 8% a menos que a rede em PVC.

Ao utilizar o método do Valor Presente, os valores referentes ao custo de implantação e custo de operação nas duas redes foram tragos para a data zero, levando em conta o valor do dinheiro no tempo, assim, foi determinada como taxa de desconto a taxa Selic atual, e foi considerado como fluxo de caixa os valores inerentes a operação e manutenção da rede, somados ao valor do investimento inicial.

A partir daí se obteve o Valor Presente de 3.069.799 R\$ para a rede em PVC e o Valor Presente de 2.888.940 R\$ para a rede em PEAD no décimo ano. Isso representou cerca de 6% em redução de custos, no período de dez anos para o PEAD, se considerado o valor do dinheiro no tempo.

## 5.6 ASPECTOS QUALITATIVOS

No que pode se remeter em relação as perdas de água, é que elas são consideradas como ineficiências técnicas, mas apesar de serem inerentes em



qualquer sistema de abastecimento de água, é necessário se conceder atenção devido à escassez hídrica e aos elevados custos de energia elétrica.

Estas perdas, estão diretamente relacionadas ao desperdício de recursos naturais e operacionais, aumentando gastos para os prestadores de serviços. Por isso, é necessário que esse problema busque ser minimizado, pois perdas geram custos que posteriormente são repassados ao consumidor. (SNIS,2018)

O consumo de energia elétrica é imprescindível na gestão e operação dos sistemas de abastecimento de água.

Ainda segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (2018), sob o aspecto financeiro, as ineficiências no uso de energia constituem custos evitáveis que são suportados por subsídios à operação e tarifas cobradas dos usuários.

Já sob uma perspectiva ambiental, o uso de energia de forma ineficiente acarreta no aumento da emissão de gases de efeito estufa que trazem impactos ambientais e alterações climáticas.

O uso eficiente da energia elétrica na produção de água com redução das perdas, possibilita então, além do que já foi citado, o melhor aproveitamento da infraestrutura civil e eletromecânica existente e a postergação da aplicação de recursos para ampliação dos sistemas

## 6 CONCLUSÕES

A utilização de tubulações de PEAD em redes de abastecimento de água, ao longo deste trabalho, demonstrou-se uma prática que tende a aumentar, uma vez que os desempenhos técnicos observados em estudo apresentam vantagens tais como, rapidez e facilidade de instalação, menor índice de incrustações, o que possibilita a redução da abrasão, redução de vazamento e perdas de água, durabilidade, otimização do funcionamento do sistema com redução nas intervenções, necessidade de menor movimento de terra na instalação, entre outros fatores.

Quando observado somente o fator custo, o PEAD não se torna tão vantajoso, com custos mais elevados sobretudo sob o material, justificado pelo fato dele ser fabricado com alto controle de qualidade, fazendo-se necessário a utilização de maquinário de ponta na sua produção.

No entanto, os benefícios ofertados por ele em um funcionamento mais eficiente de redes de abastecimento, proporcionam um retorno financeiro do valor aplicado na implantação do sistema, com o passar dos anos, ao reduzir despesas de operação, sobretudo através da redução do volume de água produzido e também proporcionar benfeitorias em relação ao meio ambiente.

Tal retorno é um fator que o coloca na frente, quando comparado ao PVC, em caráter qualitativo e quantitativo, reafirmando a hipótese inicial desse trabalho de que a realização de redes de distribuição em PEAD é mais vantajosa que a utilização de outros materiais comumente empregados para este fim, inclusive o PVC.

## 7 REFERÊNCIAS

ABPE. **Manual de boas práticas: 10 passos para uma aplicação segura.** 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/273462707/MANUAL-PEAD-completo-pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

ANDRADE, Leila de; ABREU, Tatiane Aparecida de. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TUBOS DE CONCRETO E TUBOS PEAD PARA DRENAGEM PLUVIAL.** 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Sony/Downloads/TCC - Leila e Tatiane 10.07.2017.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 12218:** Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. 1994. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/94710478/Nbr-12218-Projeto-de-Rede-de-Distribuicao-de-Agua-Para-Abastecimento-Publico>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 12266:** Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. 1992. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/30914255/NBR-12266-NB-1349-Projeto-E-Execucao-de-Valas-Para-Assentamento-d>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

BRASÍLIA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/MCIDADES. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – Snis. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2016.** 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>>. Acesso em: 21 abr. 2018

CANDIAN, Livia Matheus. **ESTUDO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE RECICLADO PARA USO EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS.** 2007. Disponível em: <[http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2007ME\\_LiviaMatheusCandian.pdf](http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2007ME_LiviaMatheusCandian.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2017.

COUTINHO, Fernanda M. B.; MELLO, Ivana L.; MARIA, Luiz C. de Santa. **Polietileno: Principais Tipos, Propriedades e Aplicações.** 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v13n1/15064>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

DANIELETTO, José Roberto B. **Manual de tubulações de polietileno e polipropileno:** características, dimensionamento e instalação. 2007. Disponível em: <Ed. Linha aberta,2007>.

FLORENCIO, Guilherme Matos; BACK, Nestor. **Comparativo de desempenho e viabilidade econômica entre tubulações de PEAD e concreto para sistemas de drenagem pluvial – Estudo de caso.** 2016. Disponível em:

<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/4977/1/GuilhermeMatosFlorêncio.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

FURUSAWA, Rubens Tadashi. **Contribuição ao dimensionamento de rede de distribuição de água por critério de custo global**. 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-09082011-153957/pt-br.php>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para o consumo humano: 2ª Ed.** Revista atualizada. 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/166329229/Abastecimento-de-agua-para-consumo-humano-volume-2-pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

JAGUARIÚNA - SP. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA. **TRABALHO DE REDUÇÃO DE PERDAS NO PERDAS NO MUNICÍPIO DE MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA**. 2008. Disponível em: <<http://www.acquacon.com.br/nodigbrasil2008/ppt/1302/auditorio/16h00luciana.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

MARCONDES, Ricardo Augusto de Castro. **Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-06102016-092317/pt-br.php>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. ERNANI CIRÍACO DE MIRANDA. (Org.). **SNIS: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO**. 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

NETTO, Azevedo; MARTINIANO, Jose. **Manual de Hidráulica**. 1998. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/97368422/manual-de-hidraulica-azevedo-netto>>. Acesso em: 30 fev. 2018.

PAULA VIOLANTE (Limeira - São Paulo). **Aplicação do tubo de PEAD na cidade de Limeira**. 2007. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/audiencias\\_inovacao/Aplicacao\\_do\\_tubo\\_de\\_PEAD\\_na\\_cidade\\_de\\_Limeira.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/audiencias_inovacao/Aplicacao_do_tubo_de_PEAD_na_cidade_de_Limeira.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2017.

RODRIGUES, Thyago Silva. **Polímeros naturais e sintéticos: uma abordagem das características a partir de uma transposição didática**. 2012. Disponível em: <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4134/1/2012\\_ThyagoSilvaRodrigues.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4134/1/2012_ThyagoSilvaRodrigues.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2017.

SABESP. **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, REGULAMENTAÇÃO DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO: BANCO DE PREÇOS E OBRAS DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA**. 2010. Disponível em: <[http://sabesp-info18.sabesp.com.br/licita/publica.nsf/3.1.V/A5393B8B5602A749832581520074CC08/\\$File/EtrpcmV\\_2\\_35Jan2018.pdf](http://sabesp-info18.sabesp.com.br/licita/publica.nsf/3.1.V/A5393B8B5602A749832581520074CC08/$File/EtrpcmV_2_35Jan2018.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2017.

SABESP. **REGULAMENTAÇÕES DE PREÇOS E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO DO BANCO DE PREÇOS PARA ESTUDOS, PROJETOS E SERVIÇOS DE APOIO**. 2017. Disponível em: <<http://sabesp-info18.sabesp.com.br/licita/Publica.nsf/8.0?OpenForm&P>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

SALVINO, Moisés Menezes. **MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO E CONTROLE OPERACIONAL OTIMIZADO PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**. 2009. Disponível em: <[http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/teses/teses/dissertacao\\_mois.es.pdf](http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/teses/teses/dissertacao_mois.es.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2018.

SÃO PAULO. SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA URBANA E OBRAS. **INSTRUÇÃO DE REPARAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DANIFICADOS POR ABERTURA DE VALAS IR 01/2004**. 2004. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/convias/IR\\_01\\_2004.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/convias/IR_01_2004.pdf)>. Acesso em: 04 mar. 2018.

SÃO PAULO. SABESP. **Norma Técnica NTS 060**: Execução de solda em tubos e conexões de polietileno por termofusão (solda de topo). 2004. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS060.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

SÃO PAULO. SABESP. **Norma Técnica Interna SABESP NTS 024**: REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA. 1999. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts024.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

SÃO PAULO. SABESP. **Norma Técnica SABESP NTS 191**: Reparo de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgoto em polietileno. 2004. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS191.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

SÃO PAULO. SABESP. **Norma Técnica SABESP NTS 189**: Projeto de redes de distribuição, adutoras, linhas de esgotos pressurizadas e emissários em polietileno PE 80 ou PE 100. 2004. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS189.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.

SÃO PAULO. SABESP. **Norma Técnica SABESP NTS 194**: Tubos de polietileno para redes de distribuição, adutoras, linhas de esgoto pressurizadas e emissários. 2018. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/NTS194.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SARDEZAS, Guaraci Loureiro. **Planejamento para a substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da região metropolitana de São Paulo**. 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-20072009-144606/pt-br.php>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

SILVA, Pedro Alves; MORAES, Alisson Gomes de; FRANÇA, Francis Valter Pêpe. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MATERIAIS DE TUBULAÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DE REDES ADUTORAS DE ÁGUA**. 2017. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2017/10/I-204.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

SOARES, Alexandre Kepler et al. **AVALIAÇÃO DAS PERDAS FÍSICAS DE UM SETOR DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CAMPO GRANDE-MS VIA MODELO INVERSO**. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v9n4/v9n4a07>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

TIGRE. **CONEXÕES DE ELETROFUSÃO**: Catálogo Técnico. 2017. Disponível em: <[https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-infraestrutura-conexoes\\_eletrofusao.pdf](https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-infraestrutura-conexoes_eletrofusao.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2017.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfoOgAH/abastecimento-agua-tsutiya>>. Acesso em: 21 mar. 2017.

ZAMITH, Claudio **Comparativo tubos PEAD x Concreto**. 2014. Disponível em: <[http://www.abpebrasil.com.br/aspnet\\_client/Cláudio\\_Zamith\\_-\\_Tubos\\_PEADxConcreto\\_Seminário\\_Tubos\\_Braskem\\_Valinhos\\_021214.pdf](http://www.abpebrasil.com.br/aspnet_client/Cláudio_Zamith_-_Tubos_PEADxConcreto_Seminário_Tubos_Braskem_Valinhos_021214.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2017.

## 8 ANEXOS

Figura 16: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC)  
Parte 1/3

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.
01			
01.01		SERVICOS PRELIMINARES	
01.01.01		MOBILIZACAO / DESMOBILIZACAO	UN
	01CA0028	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DO TERRENO C/ ARVORES ATÉ DN 15CM	M2
01.02		SERVICOS TECNICOS	
01.02.01	01CM0086	LOCACAO DE EIXO S/ TOPOGRAFIA APENAS DESPEJO DE CAL HIDRATADA	M
01.02.02	01CA0014	CADASTRO DE REDE DE AGUA	M
01.03		SINALIZACAO /ADVERTENCIA	
01.03.01	01CL0055	SINALIZACAO COM FITA ZEBRADA E CONES	M
01.03.02	01CA1001	PLACA SINALIZACAO (1,0 X 0,60M) C/CAVALETE	UN
01.04		MOVIMENTO DE TERRA	
01.04.01	01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATÉ 2,0M	M3
01.04.02	01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATÉ 2,0M	M3
	01CA0237	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATÉ 2,	M3
	01CA0347	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATÉ	M3
	01CA0332	ESCAVACAO MANUAL EM ROCHA S/ EXPLOSIVO C/ ROMPEDOR ATÉ 2,0M	M3
	01CA0801	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM BARRO OU LAMA ATÉ 2,0M	M3
	01CA0044	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS BARRO OU LAMA ATÉ 2,0M	M3
01.04.05	01CA0390	ACERTO DE FUNDO DE VALA SEM COMPACTACAO (OBRAS CIVIS)	M2
	01CA0240	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATÉ 20CM ACIMA DA GST COM AREIA	M3
01.04.06	01CA0239	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATÉ 20CM ACIMA DA GST	M3
01.04.07	01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE RETROESCAVA	M3
	01CA1004	CAMINHAO PIPA P/ REATERRO C/ AREIA	H
	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1- CATEGORIA	M3
	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRO (CASCALHO)	M3
	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1- CATEGORIA	M3XKM
01.04.11	01CA0176	CARGA MECANIZADA (SEM MANUSEIO E ARRUMACAO)	M3
01.04.12	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
		ESCORAMENTO	
	01CA0052	ESCORAMENTO DE VALAS, TIPO PONTALETEAMENTO	M2
01.05		CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA	
01.05.01	01CB0101	CTD TUBO PVC PBA JE DN 50 MM	M
	01CB0102	CTD TUBO PVC PBA JE DN 75 MM	M
01.05.02	01CB0103	CTD TUBO PVC PBA JE DN 100 MM	M
	01CB0104	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 150 MM	M
	01CB0105	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 200 MM	M
	01CB0106	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 250 MM	M
	01CB0107	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 300 MM	M
	01CB0087	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 400 MM	M
	01CB0183	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 500 MM	M
01.06		MONTAGEM	
01.06.01	01CB0013	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 50 MM	M
	01CB0014	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 75 MM	M
01.06.02	01CB0015	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 100 MM	M
	01CB0016	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 150 MM	M
	01CB0017	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 200 MM	M
	01CB0018	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 250 MM	M
	01CB0019	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 300 MM	M
	01CB0088	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 400 MM	M
	01CB0184	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 500 MM	M
01.07		REMOCAO / REPOSICAO DE PAVIMENTO RUAS E AVENIDAS	
01.07.01	01CA0341	DEMOLICAO DE GUIAS OU MEIO FIO DE CONCRETO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M
01.07.02	01CA0151	MEIO FIO (22CMX10CM) SEM SARIETA MOLDADO IN LOCO COM CAIACAO	M

Figura 17: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC)  
Parte 2/3

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.
01			
01.01		SERVICOS PRELIMINARES	
01.01.01		MOBILIZACAO / DESMOBILIZACAO	UN
	01CA0008	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DO TERRENO C/ ARVORES ATÉ DN 15CM	M2
01.02		SERVICOS TECNICOS	
01.07.03	01CA0375	CORTE DE PAVIMENTO ASFALTICO UTILIZANDO EQUIPAMENTO DE CORTE	M
01.07.04	01CA0372	DEMOLICAO MANUAL DE PAVIMENTO ASFALTICO	M2
01.07.05	01CF0008	IMPRIMACAO E APLICACAO DE PAVIMENTO EM PMF	M2
01.07.06	01CA0416	RETRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
01.07.07	01CB0229	ASSENTAMENTO DE BLOCO HEXAGONAL SOBRE COXIM AREIA E-8CM DN 30CM (INCL.	M2
01.07.08	01CA0175	CARGA MANUAL (MATERIAL EM GERAL) SEM MANUSEIO E ARRUMACAO DO MATERIAL	M3
01.07.09	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
01.07.10	01CI0014	LIMPEZA MANUAL, COM VARRICAO, BOTA FORA E LAVAGEM	M2
01.08		SUBSTITUICAO DA BASE PARA PAVIMENTO	
01.08.01	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1- CATEGORIA	M3
01.08.02	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1- CATEGORIA	M3XKM
01.08.03	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRO (CASCALHO)	M3
01.09		REMOCAO / REPOSICAO DE PAVIMENTO/PASSEIO	
01.09.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2
	01CA0032	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO SOBRE LASTRO DE CONCRETO	M2
	01CA0021	DEMOLICAO DE PASSEIO REVESTIDO C/PEDRAS IRREGULARES, C/REAPROVEIT. C/C	M2
	01CA0416	RETRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPIPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
01.09.05	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2
	01C00051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2
	01CA0158	RECOMPOSICAO PASSEIO EM MOSAICO PEDRA PORTUGUESA, C/ REAPROVEITAMENTO	M2
	01CA0157	RECOMPOSICAO PAVIMENTO EM PRE-MOLDADO E-10CM, C/ REAPROVEITAMENTO DO M	M2
	01C00110	PINTURA EM PISO CIMENTADO RUSTICO (DUAS DEMAOS)	M2
	01CA0373	RETRADA E REPOSICAO MANUAL DE GRAMA	M2
01.09.10	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
01.10		CADIA P/ REGISTRO	
01.10.01	01CI0055	CADIA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,90 M - PROF. 1,6 M ) - P/ REG. MANOBR	UN
01.10.02	01CI0056	CADIA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,60 M - PROF. 1,3 M ) - P/ REG. MANOBR	UN
01.10.03	01CI0057	CADIA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,60 M - PROF. 1,3 M ) - P/ REG. DESCAR	UN
	01CI0058	CADIA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,90 M - PROF. 1,6 M ) - P/ REG. DESCAR	UN
01.11		LIMPEZA DE FOSSA PARA EXECUCAO DE REDE EM CALCADA	
01.11.01	01CA1003	CAMINHAO LIMPA FOSSA	VG
01.12		MATERIAL HIDRAULICO	
01.12.01		REDE DE DISTRIBUICAO	
01.12.01.01	13435	TUBO PVC PBA JEI CL-12 DN 050 MM	MT
01.12.01.02	13450	TUBO PVC PBA JEI CL-12 DN 100 MM	MT
	13575	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN 150 MM	MT
	13583	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN 200 MM	MT
	37414	TUBO PVC DEFOFO PB JEI DN 300 MM	MT
01.12.01.02	50768	PASTA LUBRIFICANTE 300 GR.	UN
01.12.01.03	10746	CURVA PVC PB JE PBA DN 050 MM X 90º	UN
01.12.01.04	10703	CURVA PVC PB JE PBA DN 100 MM X 90º	UN
01.12.01.05	13658	TEE PVC 3 B JE PBA DN 050 MM	UN
01.12.01.06	12916	TEE RED. PVC 3 B JE PBA DN 100 X 050 MM	UN
01.12.01.07	12866	TEE PVC 3 B JE PBA DN 100 MM	UN
01.12.01.08	20885	TEE FOFO JGS DN 150 MM	UN
01.12.01.09	12063	LUVA CORRER BB PVC PBA DN 050 MM	UN
01.12.01.10	12130	LUVA CORRER BB PVC PBA DN 100 MM	UN
01.12.01.11	28144	LUVA CORRER FOFO JGS PN 10 DN 150 MM	UN
01.12.01.12	10422	CRUZETA PVC 4B JE PBA DN 050 MM	UN



Figura 18: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PVC)  
Parte 3/3

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.
01			
01.01		SERVICOS PRELIMINARES	
01.01.01		MOBILIZACAO / DESMOBILIZACAO	UN
	01CA0008	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DO TERRENO C/ ARVORES ATE DN 15CM	M2
01.02		SERVICOS TECNICOS	
01.12.01.13	10406	CRUZETA PVC 4B JE PBA DN 100 MM	UN
01.12.01.14	10488	CRUZETA RED. PVC 4B JE PBA DN 100 X 050 MM	UN
01.12.01.15	17147	CRUZETA RED. FOFO J05 DN 150 X 050 MM	UN
01.12.01.12	10513	CRUZETA RED. FOFO J05 DN 150 X 100 MM	UN
01.12.01.13	22808	REDUCAO PVC BB JE PBA DN 100 X 050 MM	UN
01.12.01.14	12600	REDUCAO FOFO X PVC PB DN 150 X 050 MM	UN
01.12.01.15	10117	CAP PVC B JE PBA DN 50 MM	UN
01.12.02		REGISTRO DE DESCARGA DN 50MM (1 UNID)	
01.12.02.01		REG. GAV. FOFO FF PN10 C.C. C. BORR. C/CAB DN50MM	UN
01.12.02.02		EXTREMIDADE PVC JE BF PBA FOFO X PVC DN 50MM	UN
01.12.02.03		TUBO PP PVC PBA DN 50MM	MT
01.12.02.04	10738	CURVA PVC PB JE PBA DN 050 MM X 45º	UN
01.12.02.05	13435	TUBO PVC PBA JEI CL-12 DN 050 MM	MT
01.12.03		REGISTRO DE MANOBRA DN 50MM (1 UNID)	
01.12.03.01	40244	REGISTRO GAV. FOFO PN 10 88 F/PVC DN 050 MM C/CAB.	UN
01.12.04		REGISTRO DE MANOBRA DN 100MM (1 UNID)	
01.12.04.01	40246	REGISTRO GAV. FOFO PN 10 88 F/PVC DN 100 MM C/CAB.	UN
02		LIGACOES DOMICILIARES (231 UNID)	
02.01		MOVIMENTO DE TERRA	
02.01.01	01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3
02.01.02	01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3
02.01.03	01CA0047	REATERRO C/ COMPACTADOR TIPO SAPO EM CAMADAS DE 20CM	M3
02.02		DIVERSOS	
02.02.01	01CN0018	MURETA PARA 1 LIGACAO DOMICILIAR	UN
02.02.02	01CB0236	INSTALACAO DE KIT CAVALETE E HIDROMETRO EM LIGACOES DOMICILIARES DE AG	UN
02.03		REMOÇÃO / REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO	
02.03.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2
02.03.02	01CA0032	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO SOBRE LASTRO DE CONCRETO	M2
02.03.03	01CA0021	DEMOLICAO DE PASSEIO REVESTIDO C/PEDRIAS IRREGULARES, C/REAPROVEIT. C/C	M2
02.03.04	01CA0373	RETIRADA E REPOSICAO MANUAL DE GRAMA	M2
02.03.05	01CA0416	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
02.03.06	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2
02.03.07	01CG0051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2
02.03.08	01CA0158	RECOMPOSICAO PASSEIO EM MOSAICO PEDRA PORTUGUESA, C/ REAPROVEITAMENTO	M2
02.03.09	01CA0157	RECOMPOSICAO PAVIMENTO EM PRE-MOLDADO E=10CM, C/ REAPROVEITAMENTO DO M	M2
02.03.10	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
02.04		MATERIAL HIDRAULICO	
02.04.01	44182	REGISTRO BROCA PP C/ADAP. NTS 178 20 MM	UN
02.04.02	42962	TUBO POLIETILENO PE 80 DN 20 X 3,0 MM - AZUL	MT
02.04.03	43091	ADAPTADOR PEAD PP PN 16 20 MM X 3/4" NTS 179	UN
02.04.04	43576	KIT CAVALETE PVC (AZUL) 3/4"	UN
02.04.05	17626	ADESIVO PLASTICO F/PVC - BIGNAGA 75 GR.	UN
02.04.06	10356	COLAR TOMADA PP DN 50 MM X 3/4" TRAVA	UN
02.04.07	43822	CADA ACO GALV. P/ 1 HIDROMETRO - 436X381X118 MM	UN
02.04.08	17618	FITA VEDA ROSCA 18 MM X 50 M	UN
02.04.09	28219	HIDROMETRO MULTIUSO CAP. 3M3/H CLASSE B	UN

Figura 19: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PEAD)  
Parte 1/3

ITEM	COD.	DESCRIÇÃO	UND.
01		REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
01.01		SERVICOS PRELIMINARES	
01.01.01		MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO	UN
01.02		SERVICOS TECNICOS	
01.02.01	01CM0086	LOCAÇÃO DE EDXO S/ TOPOGRAFIA APENAS DESPEJO DE CAL HIDRATADA	M
01.02.02	01CA0014	CADASTRO DE REDE DE AGUA	M
01.03		SINALIZACAO /ADVERTENCIA	
01.03.01	01CL0055	SINALIZACAO COM FITA ZEBRADA E CONES	M
01.03.02	01CA1001	PLACA SINALIZACAO (1,0 X 0,60M) C/CAVALETE	UN
01.04		MOVIMENTO DE TERRA	
01.04.01	01CA0035	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3
01.04.02	01CA0040	ESCAVACAO MECANICA EM TERRA/CASCALHO ATE 2,0M	M3
	01CA0057	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATE 2,	M3
	01CA0347	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATE	M3
	01CA0332	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATE	M3
	01CA0801	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATE	M3
	01CA0044	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS EM PEDRA, MATACAO OU ROCHA DECOMPOSTA ATE	M3
	01CA0801	ESCAVACAO MANUAL DE VALAS EM BARRO OU LAMA ATE 2,0M	M3
	01CA0044	ESCAVACAO MECANICA DE VALAS BARRO OU LAMA ATE 2,0M	M3
01.04.03	01CA0390	ACERTO DE FUNDO DE VALA SEM COMPACTACAO (OBRAS CIVIS)	M2
01.04.04	01CA0240	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST COM AREIA	M3
	01CA0259	REATERRO MANUAL C/ COMPACTACAO MANUAL ATE 20CM ACIMA DA GST	M3
01.04.05	01CA0383	REATERRO COM COMPACTADOR TP SAPO CAMADAS DE 20CM P/ VALAS C/ APOIO DE	M3
01.04.06	01CA1004	CAMINHAO PIPA P/ REATERRO C/ AREIA	H
	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1- CATEGORIA	M3
	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRO (CASCALHO)	M3
01.04.07	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1- CATEGORIA	M3XKM
01.04.08	01CA0176	CARGA MECANIZADA (SEM MANUSEIO E ARRUMACAO)	M3
01.04.09	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
01.05		CTD	
	01CB0101	CTD TUBO PVC PBA JE DN 50 MM	M
	01CB0102	CTD TUBO PVC PBA JE DN 75 MM	M
	01CB0103	CTD TUBO PVC PBA JE DN 100 MM	M
	01CB0104	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 150 MM	M
	01CB0105	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 200 MM	M
	01CB0106	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 250 MM	M
	01CB0107	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 300 MM	M
	01CB0188	CTD TUBO FOFO JE DN 400 MM	M
	01CB0183	CTD TUBO PVC DEFOFO JE DN 500 MM	M
01.05.01		CTD TUBO PEAD DN 63 MM	M
01.05.02		CTD TUBO PEAD DN 110 MM	M
01.06		MONTAGEM DE TUBO	
	01CB0013	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 50 MM	M
	01CB0014	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 75 MM	M
	01CB0015	MONTAGEM DE TUBO PVC PBA JE DN 100 MM	M
	01CB0016	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 150 MM	M
	01CB0017	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 200 MM	M
	01CB0018	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 250 MM	M
	01CB0019	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 300 MM	M
	01CB0187	MONTAGEM DE TUBO FOFO JE DN 400 MM	M
	01CB0184	MONTAGEM DE TUBO PVC DEFOFO DN 500 MM	M
01.06.01	01CB0322	ASSENTAMENTO DE TUBO PEAD - DE 40 A 125 MM	M
01.07		SOLDAS EM TUBOS PEAD	
01.07.01		SOLDAS EM PEAD POR TERMOFUSÃO	M
		SOLDAS EM PEAD POR TERMOFUSÃO	UND

Figura 20: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PEAD)  
Parte 2/3

ÍTEM	COD.	DESCRIÇÃO	UNID.
01		<b>REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	
01.01		<b>SERVICIOS PRELIMINARES</b>	
01.01.01		MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO	UN
01.02		<b>SERVICIOS TECNICOS</b>	
01.02.01	01CM0086	LOCACAO DE EDOO S/ TOPOGRAFIA APENAS DESPEJO DE CAL HIDRATADA	M
01.07		<b>SOLDA DE CONEXÕES EM PEAD</b>	
01.07.01		SOLDAGEM POR ELETROFUSAO, DE TUBOS E CONEXIDES DE PEAD/PP, DN 40 ATE 63MM	UND
		SOLDAGEM POR ELETROFUSAO, DE TUBOS E CONEXIDES DE PEAD/PP, DN 63MM ATE DE 90MM	UND
		SOLDAGEM POR ELETROFUSAO, DE TUBOS E CONEXIDES DE PEAD/PP, DN 90MM ATE 125MM	UND
01.08		<b>REMOCAO / REPOSICAO DE PAVIMENTO RUAS E AVENIDAS</b>	
01.08.01	01CA0341	DEMOLICAO DE GUIAS OU MEIO FIO DE CONCRETO, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M
01.08.02	01CB0223	MEIO FIO (22CMX10CM) SEM SARIETA MOLDADO IN LOCO COM CALCADA	M
01.08.03	01CA0372	DEMOLICAO MANUAL DE PAVIMENTO ASFALTICO	M2
01.08.04		RECOMPOSICAO DE PAVIMENTACAO ASFALTICA - CBUQ	M2
	01CA0416	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
	01CB0223	ASSENTAMENTO DE BLOCO HEXAGONAL SOBRE COXIM AREIA E-8CM DN 30CM (INCL.	M2
01.08.05	01CA0175	CARGA MANUAL (MATERIAL EM GERAL) SEM MANUSEIO E ARRUMACAO DO MATERIAL	M3
01.08.06	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
01.08.07	01CD0014	LIMPEZA MANUAL, COM VARRICAO, BOTA FORA E LAVAGEM	M2
01.09		<b>SUBSTITUICAO DA BASE PARA PAVIMENTO</b>	
01.09.01	01CA0500	ESCAVACAO E CARGA - MATERIAL 1- CATEGORIA	M3
01.09.02	01CA0334	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL DE 1- CATEGORIA	M3XKM
01.09.03	01CA1000	AQUISICAO DE MATERIAL PARA ATERRO (CASCALHO)	M3
01.10		<b>REMOCAO / REPOSICAO DE PAVIMENTO/PASSEIO</b>	
01.10.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2
	01CA0032	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO SOBRE LASTRO DE CONCRETO	M2
	01CA0020	RETIRADA CALCADA REVEST. C/PEDRAS REGUL./IRREG., INCL. CARGA MANUAL	M2
	01CA0416	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
01.10.02	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2
	01CG0051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2
	01CA0159	RECOMPOSICAO PASSEIO EM PEDRA PIRINOPOLIS	M2
		ASSENTAMENTO DE PAV. INTERTRAVADO C/ LASTRO DE AREIA (SEM MATERIAL PRE MOLDADO)	M2
		PAVIMENTO INTERTRAVADO PARA CALCADA	M2
	01CG0110	PINTURA EM PISO CIMENTADO RUSTICO (DUAS DEMAO)	M2
	01CA0373	RETIRADA E REPOSICAO MANUAL DE GRAMA	M2
01.10.03	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XKM
01.11		<b>CADIAS</b>	
01.11.01	01C00055	CADA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,90 M - PROF. 1,6 M ) - P/ REG. MANOBR	UN
01.11.02	01C00056	CADA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,60 M - PROF. 1,3 M ) - P/ REG. MANOBR	UN
01.11.03	01C00057	CADA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,60 M - PROF. 1,3 M ) - P/ REG. DESCAR	UN
	01C00058	CADA COM ADUELAS DE CONC. (DN 0,90 M - PROF. 1,6 M ) - P/ REG. DESCAR	UN
	01C00054	CADA EM ALV. TIL. MACICO 1 VEZ P/ PROT. DE REG. 1VEZ 1,2X1,2M H=2,0M	UN
01.12		<b>MATERIAL HIDRÁULICO</b>	
01.12.01		<b>MATERIAL DE REDE</b>	
	13450	TUBO PVC PBA JEI CL-12 DN 100 MM	MT
	13575	TUBO PVC DERFOFO PB JEI DN 150 MM	MT
	13583	TUBO PVC DERFOFO PB JEI DN 200 MM	MT
	13591	TUBO PVC DERFOFO PB JEI DN 250 MM	MT
	37414	TUBO PVC DERFOFO PB JEI DN 300 MM	MT
	13559	TUBO FOF0 K7 PB JGS DN 400 MM	M
	50768	PASTA LUBRIFICANTE 300 GR.	UN
01.12.01.01		TUBO PEAD PN 10 DN63	M
01.12.01.01		TUBO PEAD PN 10 DN110	M
01.12.01.01		TEE DE ELETROFUSÃO PEAD DN63	UN

Figura 21: Descrição dos itens orçados no custo de implantação (PEAD)  
Parte 3/3

ITEM	COD.	DESCRIÇÃO	UND.
<b>01</b>		<b>REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	
01.01		SERVIÇOS PRELIMINARES	
01.01.01		MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO	UN
01.02		SERVIÇOS TÉCNICOS	
01.02.01	01CM0086	LOCAÇÃO DE EDIO S/ TOPOGRAFIA APENAS DESPEJO DE CAL HIDRATADA	M
		TEE DE ELETROFUSÃO PEAD DN110	UN
	17450	TEE DE SELA ELETROFUSAO PEAD DN110X83	UN
		TEE RED. FOFO JGS DN 200 X 100 MM	UN
		ADAPTADOR PEAD/PVC DE COMPRESSÃO DN110X100	UN
		LUVA DE REDUÇÃO ELETROFUSÃO PEAD DN110X83	UN
01.12.01.01		LUVA ELETROFUSÃO PEAD DN83	UN
	12619	LUVA ELETROFUSÃO PEAD DN110	UN
		REDUCAO FOFO PE JGS DN 150 X 100 MM	UN
01.12.01.01		CAP ELETROFUSÃO PEAD DN83	UN
	10117	CAP PVC B JE PBA DN 50 MM	UN
	18849	CAP PVC B JE PBA DN 100 MM	UN
	26437	CAP FOFO JGS DN 150 MM	UN
01.12.02		REGISTRO DE DESCARGA DN 50 (REDE DE PEAD) (1 UND)	
01.12.02.01		TEE DE ELETROFUSAO PEAD DN83	UN
01.12.02.02		LUVA ELETROFUSAO PEAD DN83	UN
01.12.02.03		FLANGE C/ ADAPTADOR - COMPRESSÃO DN 83x50 FOFO	UN
01.12.02.04	56285	REG. GAV. FOFO FF PN10 C.C. C. BORIL C/CAB DN50MM	UN
01.12.02.05		TUBO PEAD PN 10 DN83	UN
01.12.03		REGISTRO DE MANOBRA DN 50 (REDE DE PEAD) (1 UND)	
01.12.03.01	56285	REG. GAV. FOFO FF PN10 C.C. C. BORIL C/CAB DN50MM	UN
01.12.03.01		FLANGE C/ ADAPTADOR - COMPRESSÃO DN 83x50 FOFO	UN
01.12.04		REGISTRO DE MANOBRA DN 100 (REDE DE PEAD) (1 UND)	
01.12.04.01	59807	REG. GAV. FOFO FF PN10 C.C. C.BORIL C/CAB. DN100MM	UN
01.12.04.02		FLANGE C/ ADAPTADOR - COMPRESSÃO DN 110x100 FOFO	UN
<b>02</b>		<b>LIGAÇÕES DOMICILIARES (188 UNIDADES)</b>	
02.01		<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>	
02.01.01	01CA0035	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA/CASCALHO ATÉ 2,0M	M3
02.01.02	01CA0040	ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM TERRA/CASCALHO ATÉ 2,0M	M3
02.01.03	01CA0047	REATERRO C/ COMPACTADOR TIPO SAPO EM CAMADAS DE 20CM	M3
02.02		<b>DIVERSOS</b>	
02.02.01	01CN0018	MURETA PARA 1 LIGAÇÃO DOMICILIAR	UN
02.02.02	01CB0236	INSTALAÇÃO DE KIT CAVELETE E HIDROMETRO EM LIGAÇÕES DOMICILIARES DE AG	UN
02.03		<b>REMOÇÃO / REPOSIÇÃO DE PAVIMENTO</b>	
02.03.01	01CA0809	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES, INCLUSIVE CARGA MANUAL	M2
	01CA0032	DEMOLICAO DE PISO REVESTIDO C/ LADRILHO SOBRE LASTRO DE CONCRETO	M2
	01CA0020	RETIRADA CALCADA REVEST. C/PEDRAS REGUL./IRREG., INCL. CARGA MANUAL	M2
	01CA0418	RETIRADA DE PAVIMENTO EM PARALELEPÍEDO E PRE-MOLDADO, INCLUSIVE CARGA	M2
02.03.02	01CA0326	REPOSICAO DE CALCADA EM CONCRETO	M2
	01CG0051	PISO CERAMICO ASSENTADO COM CIMENTO COLANTE	M2
	01CA0159	RECOMPOSICAO PASSEIO EM PEDRA PIRINOPOLIS	M2
	01CA0157	RECOMPOSICAO PAVIMENTO EM PRE-MOLDADO E=10CM, C/ REAPROVEITAMENTO DO M	M2
02.03.03	01CA0313	TRANSPORTE E DESCARGA DE MATERIAL PARA BOTA FORA	M3XRM
02.04		<b>MATERIAL DAS LIGAÇÕES</b>	
02.04.01	44182	REGISTRO BROCA PP C/ADAP. NTS 178 20 MM	UN
02.04.02	42962	TUBO POLIETILENO PE 80 DN 20 X 3,0 MM - AZUL	MT
02.04.03	43091	ADAPTADOR PEAD PP PN 16 20 MM X 3/4" NTS 179	UN
02.04.04	43576	KIT CAVELETE PVC (AZUL) 3/4"	UN
02.04.05	17626	ADESIVO PLASTICO P/PVC - BSNAGA 75 GR.	UN

