

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL - BACHARELADO

TÁLISON BENJAMIM DE SOUSA OLIVEIRA

**EXECUÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UM LOTEAMENTO DO  
INTERIOR DE PERNAMBUCO – UM ESTUDO DE CASO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

2021

TÁLISON BENJAMIM DE SOUSA OLIVEIRA

**EXECUÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM UM LOTEAMENTO DO  
INTERIOR DE PERNAMBUCO – UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Abastecimento de água.

Orientador(a): Eros Jovino Marques Júnior, Pós-graduado em Engenharia de Produção.

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE  
2021

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ATA DE DEFESA**

Nome do Acadêmico:

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada  
ao Curso de \_\_\_\_\_ do  
Centro Universitário FACOL - UNIFACOL,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Bacharel em  
\_\_\_\_\_  
Área de Concentração:

Orientador:

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a Presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou nos seguintes termos:

Professor: \_\_\_\_\_

Julgamento – Nota: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

Julgamento – Nota: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

Julgamento – Nota: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nota Final: \_\_\_\_\_. Situação do Acadêmico: \_\_\_\_\_. Data: \_\_/\_\_/\_\_

MENÇÃO GERAL:

\_\_\_\_\_

Coordenador de TCC do Curso de \_\_\_\_\_:

< Nome do coordenador de TCC do Curso aqui >

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por tudo que tem feito em minha vida, ter me mostrado o caminho para chegar nessa fase com sabedoria, foco e determinação para a conclusão desse curso, essa graduação sempre foi um sonho que se tornou uma meta e hoje se torna uma realidade, e sem o seu amparo, eu sei que jamais chegaria no ponto que cheguei e que ainda vou chegar.

Agradecer imensamente de forma geral a toda a minha família, mas quero agradecer em especial a minha mãe, Nilvânia; ao meu pai, Benjamim; ao meu irmão Tarcísio; ao meu outro irmão Tailson; a minha sobrinha Thaís e ao meu sobrinho Théo, que é a minha base. Todos me fizeram crescer e sempre me moldaram para o caminho do bem, por ser o filho mais novo, sempre vi e aprendi com todas as experiências vividas e passadas por todos. Sempre fizeram um grande esforço para que esse dia chegasse, toda a minha educação sempre foi feita de maneira que eu escolhesse o que queria fazer de minha vida, quando decidida a graduação que eu sempre quis, todos me deram um imenso apoio, eu amo demais todos vocês.

Agradecer a todos os profissionais que passaram em minha vida para que eu pudesse trilhar o caminho para a chegada desse dia, todos os meus professores e profissionais da minha universidade, rede escolar e professores do meu curso preparatório para a graduação. Sempre fui cercado de excelentes profissionais, esse ponto tem um grande peso para que eu escolhesse o estudo como a minha base de profissionalização e vida. Agradecer ao meu orientador, por todos conselhos, incentivos e paciência para a construção desse trabalho.

Agradecer também a minha noiva, Euriane. Não consigo colocar em palavras a gratidão que tenho por essa mulher, por todo apoio, incentivo, por sempre acreditar em mim e não me deixar desistir em nenhuma ocasião. Uma pessoa totalmente inspiradora, amorosa, carinhosa, guerreira que sempre me mostrou que eu posso ir mais longe, mesmo quando eu não acreditava. Ela tem um impacto grandioso em minha vida de modo geral, me fez ser uma pessoa muito melhor em todos os aspectos, do pessoal ao profissional. Muito obrigado por tudo que você fez e continua fazendo em minha vida, eu te amo demais.

Agradeço a todos meus amigos e pessoas que direta ou indiretamente se esforçaram, torceram e oraram por mim, vocês tiveram um impacto grandioso para a chegada desse momento, saibam que todos terão a minha eterna gratidão.

## RESUMO

A água exerce uma função essencial para a sobrevivência e evolução da vida, ela atende necessidades indispensáveis para todo o ecossistema. Esse recurso natural é considerado renovável, ou seja, tem uma capacidade de se restaurar, pelas chuvas, e por sua capacidade de absorver poluentes. 75% da superfície da Terra é coberta por água, que é encontrada em três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Ela circula entre os mares, lagos, atmosfera e seres vivos, na qual uma parte da água utilizada pelos seres retorna ao meio ambiente por diversos processos, que são eles: excreção, transpiração, respiração, entre outros. Chama-se de ciclo da água ou ciclo hidrológico o dinamismo que a água sofre, que é: evaporação, condensação e precipitação, voltando a superfície terrestre para essa circulação. O uso desse recurso para abastecimento humano é um tema bastante discutido, por muitos anos, na qual procura soluções para que todos tenham um devido acesso. A água tem relação direta com muitos pontos que são extremamente importantes para a vida humana, da saúde ao lazer. A pesquisa em questão, tem o objetivo de apresentar a execução de um abastecimento de água em um loteamento no interior de Pernambuco, por meio de um estudo de caso, considerando a importância da água em todo contexto social. Após análise do estudo de caso, verificou-se os métodos de instalação do abastecimento até a sua fase final, podendo citar as seguintes etapas de execução, em ordem cronológica: escavação, instalação das tubulações e conexões, reaterro e compactação do solo. Dessa maneira, conclui-se que o abastecimento de água é de extrema importância para muitos âmbitos sociais e que todos devem ter acesso a esse recurso tão importante com qualidade e quantidade necessária. Conclui-se também que a execução de um abastecimento de água seguindo toda a ordem cronológica apresentada é de extrema importância para garantir o bem-estar de toda população que será contemplada, bem-estar esse, que depende de dois pontos: a garantia que a água que está sendo distribuída está em condições de uso, e também, todo o cuidado no processo da instalação dessa rede, para que se diminua ao máximo a necessidade de reparos.

**Palavras-Chave:** Execução. Loteamento. Saúde.

## **ABSTRACT**

Water plays an essential role for the survival and evolution of life, it meets essential needs for the entire ecosystem. This natural resource is considered renewable, that is, it has the ability to restore itself, due to rainfall, and its ability to absorb pollutants. 75% of the Earth's surface is covered by water, which is found in three physical states: solid, liquid and gas. It circulates between the seas, lakes, atmosphere and living beings, in which a part of the water used by beings returns to the environment through various processes, which are: excretion, transpiration, respiration, among others. The dynamism that water undergoes is called the water cycle or hydrological cycle, which is: evaporation, condensation and precipitation, returning the earth's surface to this circulation. The use of this resource for human supply is a topic that has been widely discussed for many years, in which it seeks solutions so that everyone has proper access. Water is directly related to many points that are extremely important for human life, from health to leisure. The research in question aims to present the implementation of a water supply in a subdivision in the interior of Pernambuco, through a case study, considering the importance of water in every social context. After analyzing the case study, the methods for installing the supply until its final stage were verified, including the following execution steps, in chronological order: excavation, installation of pipes and connections, backfill and soil compaction. Thus, it is concluded that water supply is extremely important for many social spheres and that everyone should have access to this very important resource with the necessary quality and quantity. It is also concluded that the execution of a water supply following the entire chronological order presented is extremely important to ensure the well-being of the entire population that will be covered, a well-being that depends on two points: the guarantee that water that is being distributed is in conditions of use, and also, all the care in the process of installing this network, so that the need for repairs is reduced as much as possible.

**Key-Words:** Execution. Allotment. Health

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamentos Básicos
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BNH	Banco Nacional de Habitação
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
CRI	Cartório de Registros de Imóveis
DN	Diâmetro Nominal
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETA	Estação de Tratamento de Água
EUA	Estados Unidos da América
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
FUNDESPE	Fundo de Saneamento de Pernambuco
MPVC	Policloreto de Vinila Modificado
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCA	Plano de Controle Ambiental
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMA	Plano de Monitoramento Ambiental
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PVC	Policloreto de Vinila
SANEPE	Saneamento de PE
SANER	Saneamento do recife
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente
SINIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>A importância do saneamento básico .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Abastecimento de Água no Brasil .....</b>	<b>13</b>
2.2.1	Abastecimento de Água no Estado de Pernambuco .....	15
<b>2.3</b>	<b>A água e o meio Ambiente .....</b>	<b>16</b>
2.3.1	Conselho Mundial da Água .....	17
<b>2.4</b>	<b>Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Definições importantes sobre o abastecimento de água e a construção civil .....</b>	<b>19</b>
2.5.1	Tipos de Loteamento .....	19
2.5.2	Abastecimento de água nas cidades .....	19
2.5.3	Fases de um projeto de abastecimento de água .....	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Descrição do loteamento .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Projeto para a execução da rede de abastecimento.....</b>	<b>27</b>
<b>4.3</b>	<b>Tipos de tubulações e conexões .....</b>	<b>28</b>
4.3.1	Tubo PBA.....	29
4.3.2	Tubo Defofo .....	30
4.3.3	Tubo PEAD .....	31
<b>4.4</b>	<b>Etapas de execução do abastecimento de água Santa Fé segunda etapa.....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Escavação .....</b>	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>Instalação das tubulações e conexões.....</b>	<b>36</b>
5.2.1	Tubos PBA instalados .....	37
5.2.2	Tubos Defofo instalados.....	39
5.2.3	Tê de serviço .....	39
5.2.4	Curvas.....	41
5.2.5	Tê.....	43
5.2.6	Redução .....	45
5.2.7	Tê e redução .....	45
5.2.8	Cruzeta.....	46

5.2.9	Cap.....	47
<b>5.3</b>	<b>Reaterro da vala .....</b>	<b>48</b>
5.3.1	Reaterro mecanizado .....	48
<b>5.4</b>	<b>Compactação.....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A civilização mesopotâmica é considerada por historiadores a mais antiga, onde as primeiras cidades e os primeiros centros urbanos foram datados a partir de 4.000 a.C. Pode-se ver que desde esse tempo, até os dias atuais, faz-se essencial o uso da água para a evolução das civilizações, onde qualquer ação humana que possa vir a mudar as condições naturais da água, é considerada um tipo de uso. Existem dois tipos de uso desse bem, sendo eles, consuntivos ou não consuntivos (BRASIL, 2021).

Usos consuntivos são aqueles que precisam retirar a água de sua fonte, da sua nascente e levar para um determinado local para se fazer sua utilização, na qual existem vários tipos, industrial, irrigação, abastecimento humano. O uso não consuntivo é aquele que não precisa retirar a água de sua fonte, não realizam o consumo direto da água, apenas aproveitam o curso já existente, como exemplo, o lazer, a navegação, a pesca (BRASIL, 2021).

A água é um bem comum, que todos devem ter acesso com qualidade e quantidade adequada, é essencial para o nosso planeta, faz parte de muitos processos existentes. Foi na água que existiram as primeiras manifestações em forma de vida, onde originaram-se as primeiras formas terrestres em constante evolução. Essa evolução, depende totalmente desse elemento, pois a sobrevivência necessita da sua retirada do meio ambiente para introduzir nos organismos. Ela compõe de 60 a 70% do nosso peso corporal, regula a nossa temperatura interna e é essencial para todas as funções biológicas, químicas e físicas dos seres vivos (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE CALDAS NOVAS, 2014).

A execução de um abastecimento de água em um loteamento depende de uma sequência necessária, que vai do projeto até a execução daquela rede. Para a concepção do projeto precisam ser atendidas fases que são: memorial descritivo, memorial de cálculo, plantas do loteamento, planilha orçamentária, cronograma físico financeiro, a atenção no cumprimento de todas as normas técnicas, o registro da anotação de responsabilidade técnica (ART), a posse da área a ser loteada e o licenciamento ambiental. E para execução daquela rede, as fases que precisam ser atendidas são: escavação, instalação de tubos e conexões, reaterro e compactação da vala.

Um loteamento é uma divisão de uma grande área em lotes menores destinados para vendas, na qual, lotes são terrenos com infraestrutura básica com dimensões que atendam o plano diretor e a lei municipal para área que se situa. Existem alguns tipos de loteamentos,

que são: loteamento regular, loteamento irregular e loteamento clandestino. Para que o abastecimento de água seja implantado, o loteamento precisa estar regular.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a execução de um abastecimento de água em um loteamento no interior de Pernambuco, através de um estudo de caso, levando em consideração a importância da água em todo contexto social. Dessa maneira pode-se ter uma concepção geral sobre o abastecimento de água e seus reflexos gerados, da captura ao destino final desse recurso natural tão importante.

Este trabalho se justifica porque a análise geral da execução de um abastecimento de água para uma pequena região, ou toda sociedade, é um tema que afeta e tem ligação direta com outros temas, como: Qualidade de vida, saúde, lazer, análises ambientais, entre outros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A importância do saneamento básico

Segundo um novo relatório do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), em todo o mundo bilhões de pessoas sofrem com o acesso inadequado a água, saneamento básico e higiene. Em média, 2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm o acesso adequado ao serviço de água tratada, 4,2 bilhões de pessoas não têm serviço ao saneamento adequado e 3 bilhões não possuem instalações básicas para higienizar as mãos (HADA e REIS, 2019).

Apenas o acesso a água não satisfaz a necessidade. A água então, precisa ser limpa, segura para beber e ficar próxima da população, e se o acesso ao banheiro não traz segurança, não está se entregando o básico para as crianças do mundo. (HADA e REIS, 2019).

Desde o início do ano de 2000, cerca de 1,8 bilhões de pessoas no mundo têm o acesso a serviços básicos para a chegada com qualidade da água potável, porém, ainda existe uma grande desigualdade na acessibilidade desse bem pelas populações. Tem-se a estimativa de que 1 em cada 10 pessoas, ou seja, 785 milhões, ainda necessita de serviços básicos, incluindo 144 milhões que ainda bebem água não tratada. 8 em cada 10 pessoas vivem em áreas rurais e não têm acesso a esses serviços e em 25% dos países com variações muito altas do nível de capital financeiro, os serviços básicos é pelo menos duas vezes maior para quem tem mais poder aquisitivo (HADA e REIS, 2019).

Ainda segundo o mesmo autor, três bilhões de pessoas no mundo necessitam de instalações para uma simples higienização das mãos. Vale ressaltar, que quase três quartos da população de países menos desenvolvidos ainda não possuem instalações para lavagem das mãos. Em todos os anos, quase 300 mil crianças menores de 5 anos morrem devido a doenças associadas a água, como hepatite A e disenteria. As estratégias de financiamento do custo para a erradicação de desigualdades no acesso, qualidade e disponibilidade da água, saneamento básico e higiene, deve estar no foco do planejamento governamental. Diminuir os planos de investimento para esse tipo de atitudes é enfraquecer anos de progresso, que quem pagará serão as próximas gerações (HADA e REIS, 2019).

O ato de captar e reservar a água para uso coletivo só foi iniciado séculos depois de ter sido considerada potável. Segundo Batalha (1999), quando César tomou posse de Alexandria,

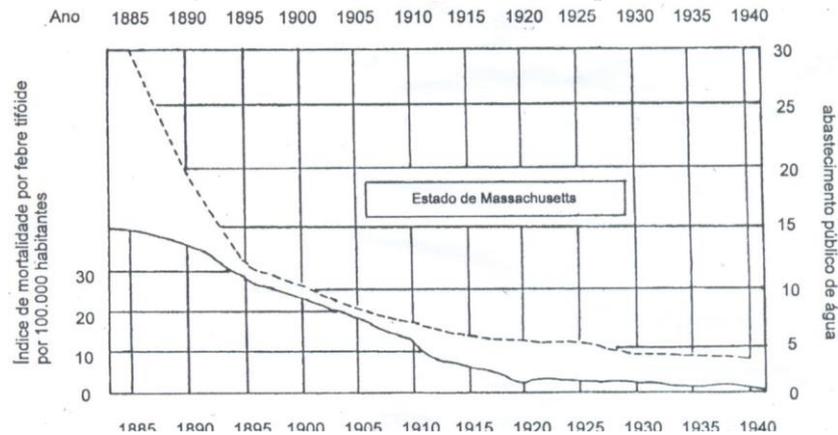
em 47 antes de Cristo encontrou na cidade aquedutos subterrâneos que levavam a água do rio Nilo para cisternas, fazendo assim possível a purificação e clarificação da água pela sedimentação de resíduos ali presentes. Nas cidades gregas todo abastecimento de água percorria grandes distâncias e, na Roma antiga, foram construídos grandes aquedutos com o uso de pedras, muitos existem até os dias de hoje, como os de Mérida, Tarragona, Metz, Constantinopla, Segovia dentre outros. Quando chegava às cidades, a água era levada para as termas ou chafarizes por meio de tubulações de cobre, pedras e manilhas de barro. No ano 280 antes de Cristo, em Roma, se passou a utilizar tubos de chumbo para abastecer as casas e chafarizes (BOTELHO, 1988).

As discussões e cuidados com o tratamento da água para abastecimento urbano se perderam no conhecimento racional e dedutivo da Idade Média, até o período pré-industrial, o que gerou nessa fase da história a incidência de grandes epidemias em grandes aglomerações. No ano de 1848, mesmo sem o devido conhecimento de microbiologia, John Snow demonstrou, em Londres, que nas comunidades onde a água era captada nos locais de lançamento de esgotos domésticos, a mortalidade decorrente da cólera era seis vezes maior do que nas comunidades com captação longe dos lançamentos de esgotos (BATALHA, 1999).

Em Londres, no ano de 1829, foi construída a primeira Estação de Tratamento de Água (ETA), na qual filtrava, com areia, a água captada do rio Tamisa. Ainda no século XIX, passou a ser colocado cloro para a desinfecção da água, e no ano de 1951, a ser também utilizado o flúor para a prevenção de cáries dentárias (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1973).

Ainda segundo Azevedo Netto *et al.* (1973), a distribuição sistematizada e pública de água nas cidades se deu início praticamente após meados do século XIX, em ritmo acelerado. No caso das cidades mais populosas da época, em 1908 já eram abastecidas com água tratada 79% das cidades da França, 76% das cidades da Alemanha e 71% das cidades da Bélgica. Os Estados Unidos da América, em 1820, possuíam 30 serviços para abastecimento de água de bem comum, e elevaram esse número para mais de 12.000, até o ano de 1940. No estado de Massachusetts (EUA), a diminuição da mortalidade por febre tifoide e o decréscimo da parcela da população sem acesso a água apresentaram uma tendência ao passar dos anos, no período de 1885 a 1940, com similaridade, conforme a Figura 1.

**FIGURA 1-** A evolução da mortalidade por febre tifóide e a chegada do atendimento por abastecimento de água em Massachusetts (EUA), no período de 1885 a 1940.



Fonte: Mc Junkin (1986).

## 2.2 Abastecimento de Água no Brasil

O abastecimento de água de forma sistematizada no território brasileiro acompanhou, de maneira geral, a evolução que aconteceu em outros países. Iniciou-se em meados do século XIX, nas poucas capitais das províncias do império e em raras outras cidades. Podendo ser citadas as cidades do Rio de Janeiro, Recife, Salvador, Porto Alegre, São Paulo e algumas cidades no interior dos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1973).

No início do século XX era possível enumerar, no Brasil, 36 sistemas de abastecimento de água. No ano de 1922, 106 cidades brasileiras já estavam sendo beneficiadas com esse sistema e, no ano de 1967, 1.956 dos 3.938 municípios brasileiros eram abastecidos com água tratada, que corresponde a 38,81% da população de 85.780 habitantes (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1973).

Em novembro de 1986 houve a extinção do Banco Nacional de Habitação (BNH), sem que existisse nenhum planejamento prévio sobre como dar continuidade ao Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), o que gerou uma série de ações desordenadas e muitas omissões que vieram a comprometer o setor de saneamento, assim como o da saúde pública. Apenas no ano de 2007 os usuários dos serviços de água e esgoto adquiriram uma série de direitos conforme a lei federal 11.445 (Lei do Saneamento Básico). A legislação começou a prever a universalização dos serviços de abastecimento de água e também de tratamento da rede de

esgoto, garantindo assim a saúde dos brasileiros. Além disso, colocou regras básicas para o setor, definindo as competências do governo federal, estadual e municipal para serviços de saneamento e água, além de também regulamentar empresas privadas do saneamento básico, que devem ser fiscalizadas pelas agências reguladoras estaduais. Foi instituído o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS) para a qualidade da prestação desses serviços, que coleta e sistematiza todos os dados, podendo assim, permitir e facilitar o monitoramento e a avaliação da eficiência desse sistema de saneamento prestado no Brasil (BRASIL, 2007).

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de volume de água. Porém, uma grande parte desse recurso está em regiões onde existe uma menor quantidade de pessoas. Nos grandes centros urbanos ocorre uma grande densidade populacional e uma forte demanda dos recursos hídricos, que, em muitos casos, são atingidos pela poluição, então, há uma considerável piora na qualidade dessa água que chega, tornando assim, o abastecimento nas grandes cidades um desafio a ser vencido. Para solucionar esse tipo de situação, é necessário saber lidar com a grande diversidade geográfica existente no Brasil, e também com as consequências do intenso processo de urbanização que vem ocorrendo nas últimas décadas (BRASIL, 2021).

Como exemplo, as regiões de clima semiárido, que está presente em uma grande parte do Nordeste e no norte de Minas Gerais, possuem mananciais que nem sempre oferecem acesso à água em quantidade necessária para os vários tipos de usos dos recursos hídricos existentes, em destaque, o abastecimento humano (BRASIL, 2021).

Em áreas com maior diversidade econômica e produtiva, como as regiões metropolitanas, o grande desafio está ligado a frequente utilização de uma mesma fonte hídrica para diferentes usos, resultando em conflitos ligados à quantidade e qualidade da água. Existem sistemas que atendem várias cidades de forma interligada e simultânea, levando assim, o planejamento, a execução e toda operação dessa infraestrutura hídrica, nessas áreas, para ações mais complexas e que exigem um investimento mais elevado (BRASIL, 2021).

### 2.2.1 Abastecimento de Água no Estado de Pernambuco

Nos primórdios, o fornecimento e abastecimento de água no estado de Pernambuco eram restritos apenas para uma parcela de sua capital. Uma tubulação ligada do Açude do Prata ao Recife, a partir de uma distribuição controlada pela companhia do Beberibe (Organização inglesa que prestou seus serviços a cidade de 1837 a 1912). Nos dias atuais, quase todos os 184 municípios do estado, incluindo Fernando de Noronha, estão na rota de trabalho da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), que atua desde 1971, levando água e esgotamento sanitário para o estado. Sua origem vem da necessidade de a administração estadual assumir os serviços de abastecimento e saneamento como uma questão pública (COMPESA, 2016).

O governo criou, em 1909, a comissão de saneamento, a sua atuação durou até a criação do Departamento de Saneamento do Estado em 1946. O foco inicial era a capital, mas também foi iniciando a implantação de abastecimento nos municípios do interior. Logo após essas atitudes, houve a necessidade de se contar com um órgão gestor único, para assegurar a execução do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), nos moldes já colocados pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). A ideia era articular uma perfeita sincronia entre o planejamento federal e a política governamental do Estado. Criada sob a Lei nº 6.307, de 29 de julho de 1971, a Compesa nasceu nesse meio, com a extinção da autarquia do Fundo de Saneamento de Pernambuco (FUNDESPE). Existiam duas empresas de saneamento, a do Recife (SANER) e a do interior de Pernambuco (SANEPE), as quais se tornaram subsidiárias. Em julho de 1974, acabaram as organizações, e os serviços de água e esgoto passaram a ser desenvolvidos apenas na Compesa (COMPESA, 2016).

Na cidade de Cabo de Santo Agostinho, na região Metropolitana do Recife, existe o sistema Pirapama, o maior sistema de abastecimento de água do estado de Pernambuco e um dos maiores do Brasil. O projeto desse sistema foi executado em três etapas, a última finalizada em novembro de 2011. Esse novo sistema produz cerca de 5.130 litros de água (5,13m<sup>3</sup> de água/segundo), o que mostra que existe um aumento de 50% da produção de água da região metropolitana do Recife. Foram favorecidas cerca de 3 milhões de pessoas no Recife, Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e, de forma indireta, as cidades de São Lourenço da Mata e Camaragibe (COMPESA, 2016).

Pirapama fez a retirada de vários bairros dessas cidades citadas do racionamento de água, resolvendo um grande problema de bastante tempo da falta de água, que permeava

durante mais de duas décadas. A área plana da cidade do Recife, por exemplo, não enfrenta mais o rodízio da distribuição de água. As regiões de topografia mais altas estão recebendo obras complementares para que a água de Pirapama chegue nessas regiões. A barragem de Pirapama é localizada na cidade do Cabo de Santo Agostinho, tendo a capacidade de juntar 61 milhões de metros cúbicos de água. A obra foi concluída no ano de 2008 e levou um investimento na época de R\$ 20 milhões (COMPESA, 2016).

As obras da Estação de Tratamento de Água (ETA) e dos reservatórios do sistema Pirapama também foram iniciadas em 2008. Foram investidos mais de R\$ 600 milhões para a conclusão, com recurso do governo Federal (Ministério da Integração Nacional e BNDES), estadual e da Compesa (COMPESA, 2016).

### **2.3 A água e o Meio Ambiente**

Um tema que vem sendo muito discutido nos últimos anos é o desenvolvimento sustentável, porém ainda não é a resolução dos problemas ambientais presentes em todo mundo, mas segundo Kronemberger (2011), é a resolução de todo um processo evolutivo da relação entre sociedade e natureza, e quando o tema desenvolvimento sustentável é abordado, está se falando em mudanças na economia e sociedade. Com o aumento populacional as necessidades do uso de recursos naturais têm aumentado cada vez mais, e também vem aumentando cada vez mais a urbanização das cidades. Esses aumentos constantes fazem com que se tenha um maior uso do solo (MINC, 2005).

Para chegar a um desenvolvimento sustentável, se faz necessário conservar o meio ambiente com o uso cuidadoso de todos os recursos naturais, incluindo a água (KRONEMBERGER, 2011). No ano de 1981 foi criada pelo governo federal a Política Nacional do Meio Ambiente, no art. 10 da lei 6938/1981 (BRASIL, 1981), que toda construção, instalação, ampliação e funcionamento que se faz necessário o uso de recursos ambientais, efetiva e potencialmente poluidoras ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação do meio ambiente vai depender de um licenciamento ambiental prévio (BRASIL, 2013).

Para poder ser feita uma instalação de atividades que possam gerar alguma degradação do meio ambiente, existe um órgão ambiental que faz um estudo de impacto Ambiental. No caso do estado de Pernambuco esse órgão é a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos

Hídricos (CPRH), na qual foi criada pela Lei nº 49, de 31 de janeiro de 2003, a CPRH viabiliza a execução e os devidos meios para dispensa do licenciamento ambiental (PERNAMBUCO, 2003).

### 2.3.1 Conselho Mundial da Água

É uma organização internacional de plataforma multi-stakeholder, ou seja, existem várias partes, vários países interessados, com a missão de debater sobre questões críticas de água em todos os níveis mundiais e mobilizar ações com o mais alto nível de tomada de decisão. Levando as pessoas para um debate de pensamento desafiador, tem-se o foco nas esferas políticas da segurança da água e sustentabilidade. O conselho discute e move-se para aumentar toda a conscientização das pessoas que tem como poder tomar decisões que possam afetar em nível global sobre as questões da água. Busca incansavelmente colocar a água nas prioridades da política global e fazer políticas mundiais com o intuito de fortalecer a ajuda para as autoridades gerenciarem os recursos hídricos e incentivarem o uso racional da água. A organização quer atingir toda a esfera política: governos nacionais, parlamentares, autoridades locais, bem como organizações das Nações Unidas (8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, c2017).

Cada fórum intensifica e estimula ações de forma coletiva entre os líderes de países participantes. Organizado de três em três anos com um país anfitrião, o Fórum tem uma plataforma única, onde a comunidade de água pode ajudar e fazer progressos com as evoluções ao longo prazo em desafios globais. Reúne participantes de todos os níveis globais e de todas as áreas, como: política, instituições multilaterais, a academia, a sociedade civil e o setor privado. O conselho representa mais de 300 organizações em mais de 50 países. Formam então, uma rede única com diferentes setores e disciplinas. Através da intensidade do esforço coletivo, todos os membros se comprometem a promover a agenda da água. Suas habilidades e experiências ajudam a solucionar os complicados desafios com a água e o desenvolvimento em todo o mundo. Os membros ajudam a elaborar estratégias e moldar seus programas, participando dos vários tipos de setores de trabalho existentes (8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, c2017).

## 2.4 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA

Foi criada na Lei de nº 9.984 do ano 2000, na qual completava a Lei das Águas, Lei de nº 9433 do ano de 1997. Essa definição ficou conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2019).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) tem como foco implementar e coordenar a gestão compartilhada dos recursos hídricos e regular o acesso a água, promovendo assim, seu uso sustentável em benefício da geração atual e futura (BRASIL, 2021).

A ANA é uma autarquia de regime especial, com uma autonomia de administração e financeira, ligada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, conduzida por uma Diretoria Colegiada feita por cinco membros: um diretor-presidente e quatro diretores, todos eles nomeados pelo Presidente da República, com mandatos de quatro anos. Cabe a ANA comandar a implementação, operação, controle e a avaliação dos meios de gestão criados pela Política Nacional de Recursos Hídricos. Dessa maneira, sua regulação ultrapassa os limites de bacias hidrográficas com rios de domínio da União, alcançando assim aspectos relacionados à regulação dos recursos hídricos em nível nacional (BRASIL, 2021).

É importante dizer que a ANA não regula o setor de abastecimento. O papel dela é fazer diagnóstico e elaborar o planejamento dos recursos hídricos e dos setores que serão usuários. E também, realiza estudos de base para as instituições públicas, federais e estaduais, que regulam e desenvolvem políticas públicas para o setor de abastecimento das águas públicas. Dessa maneira, se faz possível atender todas as necessidades básicas da população, assegurando o uso dos recursos em atividades de produção, definindo obras e as devidas intervenções necessárias de estruturas (barragens, canais e outros), minimiza também os riscos associados a eventos críticos, como secas e cheias, que podem interferir diretamente no abastecimento (BRASIL, 2021).

## 2.5 Definições importantes sobre o abastecimento de água e a construção civil

### 2.5.1 Tipos de Loteamento

Loteamento é uma divisão de uma grande área em lotes menores destinados para edificações. O responsável é o loteador, que podem ser tanto uma pessoa física, uma empresa privada, um órgão público ou uma cooperativa. Independentemente de quem seja o loteador, as vendas daqueles terrenos só podem ser feitas após a aprovação de um projeto em sua prefeitura (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021).

**Loteamento Irregular:** Aquele que tem algum tipo de registro no município, o responsável pode até ter feito previamente uma consulta ou ter dado entrada com parte da documentação, mas não chegou a aprovar o projeto. Também é considerado irregular aquele loteamento que tem o projeto aprovado, mas o loteador deixou de executar de forma prevista. O resultado dessas atitudes são áreas com infraestrutura inadequada ou com condições inabitáveis (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021).

**Loteamento regular:** Aquele que está devidamente aprovado pelo poder público e registrado no Cartório de Registros de Imóveis (CRI) (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021). Regularizar é fazer aceite como regulamentar, após todas as adequações necessárias (BARREIROS, 2002).

**Loteamento clandestino:** Aquele que não tem aprovação do poder público e/ou registro no Cartório de Registros de Imóveis (CRI), resultando na inviabilidade da matrícula e individualização dos lotes (PREFEITURA DE PORTO ALEGRE, 2021).

### 2.5.2 Abastecimento de água nas cidades

De forma geral, para que se tenha a necessidade de um abastecimento de água para um bairro, cidade, é necessário estudos, para se dar início a esses estudos, é necessário definir a população a ser abastecida, a taxa de crescimento daquela população e suas necessidades industriais, para que dessa maneira, possa garantir que ali terá um abastecimento de água com

necessidade e com a garantia de duração para todo o crescimento da população, pois é um gasto muito elevado. Tendo como base essas informações, um sistema de água é dimensionado para servir uma população durante muitos anos e com quantidade suficiente de água tratada (COPASA, 2021).

Existe um sistema convencional de abastecimento de água, que é constituído de algumas unidades, que são elas: captação de rios, lagos ou represas, adução para levar a água até a Estação de Tratamento de Água (ETA), estação de tratamento, redes de distribuição que sai da ETA com a água já devidamente tratada e ligações que atendem toda uma população domiciliar, industrial, entre outros (COPASA, 2021).

Captação: Primeiro, deve-se analisar qual será a o local da retirada desse material, se será um rio, lago ou represa. Logo, se faz necessário que se entenda duas coisas: As águas que são retiradas dessa fonte após o tratamento e uso, retornará a natureza, podendo ser até no mesmo rio, lago ou represa (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).

É necessária a procura de um manancial com uma vazão capaz de prestar um perfeito abastecimento à comunidade e também são necessárias as análises de outros pontos, como: a localização dessa fonte (seria inviável a fonte ser distante da estação de tratamento, pois levar a água desse manancial ficaria muito custoso, precisando assim de um esforço muito grande), a topografia da região (pois dependendo, será necessária a instalação de estações elevatórias para bombear a água da fonte para a estação de tratamento) e também é necessária a análise de possíveis focos de contaminação na captação dessa água (BRK AMBIENTAL, 2021).

Tratamento da água na chegada da ETA: Nessa fase, existem subdivisões para garantir que a água que chega com impurezas saia de maneira limpa para a população a ser abastecida. As divisões são: Oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção com seus devidos processos, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares (COPASA, 2021).

Oxidação: Na chegada da água bruta a ETA, a água vem com grande pressão e sofre um processo de limpeza com o cloro, é o primeiro contato da água com materiais químicos para fazer a sua limpeza, dosadores jogam cloro na água para a limpeza de bactérias, vírus e fazer a dissolução de metais que possam estar presentes na água, como o ferro e o manganês, que normalmente existe na água bruta. Com a colocação do cloro, esses metais sofrem uma reação química e tornam-se metais insolúveis na água, fazendo com que a sua remoção nas outras etapas de tratamento seja feita (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2021).

Coagulação e floculação: Nessa fase, a água recebe a adição de sulfato de alumínio ou cloreto férrico que serve para desestabilizar as partículas de sujeira, e a água é levada a um leve movimento que pode ser feita por motores, o sulfato de alumínio ou o cloreto férrico desestabiliza e aglutina as partículas sólidas ali presentes, formando flocos. Com essa aglutinação, os flocos ganham peso, volume e consistência (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2021).

Decantação: Uma espécie de piscina a céu aberto recebe a água passada e os flocos pela coagulação e floculação onde fica por cerca de 90 min, tempo necessário para os flocos se depositarem no fundo, limpando a água de boa parte das impurezas sólidas, essa sujeira é retirada para um canal de esgoto. Logo, os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se, no fundo dos tanques (BRK AMBIENTAL, 2021).

Filtração: Canaletas denominadas de vertedouros são localizadas na parte superior dos tanques decantadores captam a água da superfície que segue para os filtros verticais, na qual são formados por 3 camadas sequenciais: carvão mineral, areia e pedregulhos e cascalho, a sujeira que restou da decantação fica presa nos filtros. A vida útil desses filtros varia de 20 a 30 horas, depois desse período são lavados para a retirada da sujeira que ficou retida (BRK AMBIENTAL, 2021).

Desinfecção: Depois da filtragem, o tratamento já está quase no seu fim, a água passa por três processos distintos e complementares, que são eles: a cloração, alcalinização e a fluoretação.

1. Cloração: É o processo em que existe a adição de cloro, que serve para eliminar microrganismos patogênicos causadores de doença quando chegar na casa dos consumidores, indústrias, etc.
2. Alcalinização: É feita com a colocação de Cal na água, e serve para evitar a corrosão de danos da rede de abastecimento, controla a acidez da água corrigindo o pH.
3. Fluoretação: É a atividade de adicionar flúor para prevenir cáries principalmente no período de formação dos dentes, que vai da gestação até a idade de 15 anos. na população, em atendimento a Portaria do Ministério da Saúde. Consiste na aplicação de uma dosagem de composto de flúor (ácido fluossilicico) (COPASA, 2021).

Reservação: A água após passar por todos esses processos, está pronta para consumo, mas antes precisa ser reservada em um reservatório grande da ETA, com duas finalidades: Manter regular o abastecimento, caso seja necessário parar a produção para manutenção e ter

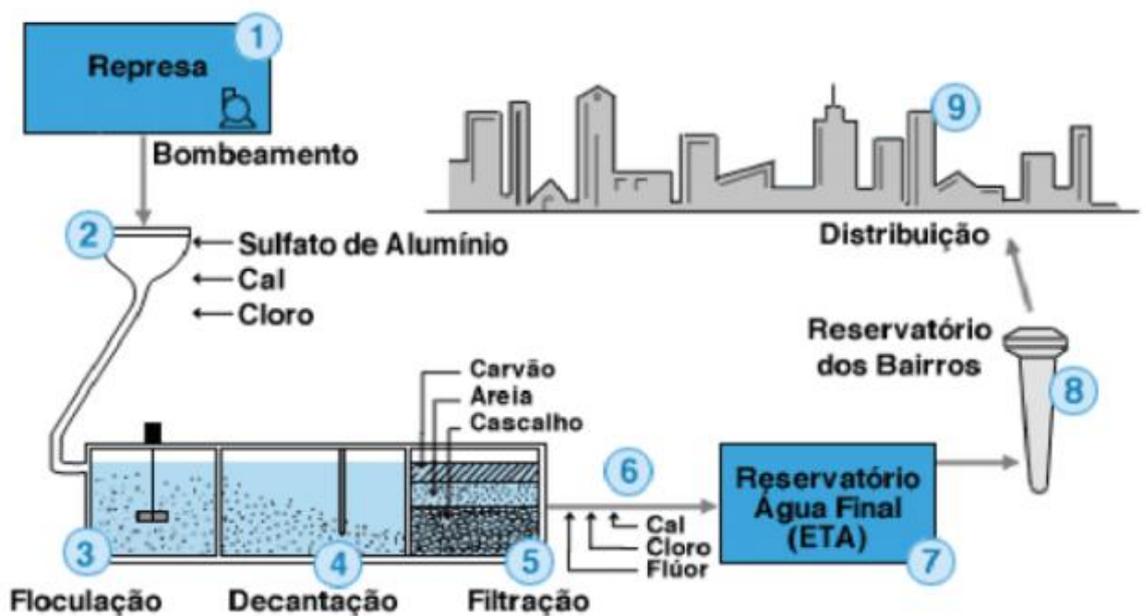
água suficiente para atender a condições de demandas extremas, como é o caso de meses onde o calor é maior, período de almoço que se gasta mais água. Quanto a sua posição em relação ao solo, os reservatórios tem 3 tipos: subterrâneos/enterrados, apoiados e elevados (COPASA, 2021).

Redes de distribuição: Após a saída dos reservatórios, o que leva a água para as casas, indústrias, são canos de grandes diâmetros enterrados nas cidades. Esses canos são denominados de rede de distribuição. Para que uma rede possa funcionar perfeitamente, se faz necessário que haja pressão suficiente em todos os pontos. Onde existir menor pressão, instala-se bombas chamadas de boosters, onde não se tem pressão suficiente, se faz a instalação de estações elevatórias com bombas de maior capacidade. Já nos trechos com pressão em excesso, são instaladas válvulas redutoras de pressão (COPASA, 2021).

Ligações domiciliares: É uma instalação que sai da rede de distribuição e faz a ligação na rede interna de cada residência, loja, ou indústria, fazendo a água chegar nas torneiras, chuveiros. Para controlar, medir e registrar a quantidade de água consumida em cada imóvel, instala-se um hidrômetro junto a ligação (COPASA, 2021).

Tem-se na Figura 2, a representação do processo geral da captação, passagem por uma ETA e a distribuição da água tratada.

**Figura 2** – Processo de purificação de uma ETA



Fonte: SABESP, 2021.

### 2.5.3 Fases de um projeto de abastecimento de água

Segundo a EOS Organização e Sistemas (2018), as fases de um projeto de abastecimento de água são:

- **Memorial descritivo:** Primeira fase do projeto do loteamento, o memorial descritivo é um documento onde se é apresentado todas as fases e informações do projeto e construção, descrevendo onde será o local, município ou o local mais específico. Nessa fase, devem-se analisar as atividades econômicas daquela região, os tipos de equipamentos a serem implantados. Essa parte da documentação deve apresentar as técnicas e materiais que serão usados (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- **Memorial de cálculo:** Deve conter informações técnicas que mostre o dimensionamento de todo o sistema. São descritos os itens como vazão necessária para abastecer aquela população, quantidade de materiais e os laudos geológicos de toda a região. Os dados devem ser mostrados em uma planilha de responsabilidade do projetista (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- **Plantas:** As plantas irão demonstrar de forma visual todo o projeto de abastecimento. Devem ser feitas algumas plantas, como: planta baixa, planta de corte, e no caso de poços de extração de água, deve ser mostrada um croqui de sua construção (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- **Planilha orçamentária:** Nessa fase, é visto os custos de todos os encargos financeiros da obra. As ideias vistas nas fases anteriores vão ser descritas aqui, mas agora com os respectivos valores. Lembrando que deve ser seguida fielmente a compatibilidade dos itens já vistos. O custo final deve ser justo com o praticado no mercado, tanto de aquisição quanto para a mão-de-obra (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- **Cronograma físico-financeiro:** Nesta fase, é onde ocorre a ligação direta do orçamento, prazo de entrega e demonstração do que foi realizado na planta. Essas ações devem ser compactadas e colocadas em uma ordem cronológica (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- **Normas técnicas:** As normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), devem ser seguidas e no caso de investimento da união, deve ser moldado o projeto. Deve ser atendido os níveis e

padrões de distribuição de água para a população (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).

- Anotação de responsabilidade técnica: A anotação de responsabilidade Técnica (ART) deve ser emitida pelo responsável técnico, isso é a prova que o projeto foi verificado. A concessão da ART deve continuar durante toda a execução da obra. O engenheiro deve assinar todo o documento que integra o projeto (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- Posse da área: Deve haver uma documentação que comprove que a área está no nome do contratante para a instalação do abastecimento (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).
- Licenciamento ambiental: Segundo a resolução CONAMA de nº 5, de 15 de junho de 1988, qualquer sistema com abastecimento de água que use 20% da vazão mínima de uma fonte hídrica e que modifique as condições físicas e/ou bióticas daquela região, estão sujeitas a necessidade de um licenciamento ambiental. Também existe a necessidade de uma outorga de direito do uso da água, contida na Lei de nº 9433/1997 (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 2018).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho refere-se a uma Revisão Bibliográfica e um estudo de caso. A revisão bibliográfica foi desenvolvida por meio de um material já construído, que se encontra em livros, artigos científicos e sites, tendo como importante vantagem o fato de adotar ao pesquisador a análise de uma grande quantidade de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia ser pesquisada de forma direta (GIL, 2002).

O estudo de caso é uma maneira de se aprofundar em objetivos a serem analisados, permitindo um detalhamento amplo de todas informações (Gil, 2002). Foi realizada uma pesquisa de campo em um loteamento, na cidade de Limoeiro-PE, denominado Santa Fé segunda etapa. As etapas do abastecimento de água nesse loteamento foram: 1º escavação; 2º instalação das tubulações; 3º reaterro e 4º compactação do solo. Essa instalação da rede de abastecimento ocorreu de fevereiro ao mês de abril do ano de 2021. Essa pesquisa caracteriza-se descritiva e explicativa de abordagem qualitativa (LÜDKE, 1984).

Este tipo de pesquisa trata-se da fundamentação teórica que o investigador irá adotar para analisar o tema e o problema de pesquisa, sendo um processo de levantamento de dados e análises sobre o tema abordado (GIL, 2002). Para a construção desse trabalho, foram analisados 5 artigos, 2 trabalhos e 24 sites. Toda a pesquisa foi feita em língua portuguesa.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Descrição do loteamento

O loteamento residencial Santa Fé localiza-se às margens da PE-050. A primeira etapa foi concluída e com as vendas dos lotes realizou-se a ampliação, denominada de Santa Fé segunda etapa. Tem-se representado em preto o Santa Fé, e em vermelho a ideia da localização do Santa Fé segunda etapa, na figura 3 abaixo.

**Figura 3** – Localização do loteamento Santa Fé segunda etapa



**Fonte:** Google Earth, 2021.

Observa-se, na figura 4 abaixo, o loteamento Santa Fé segunda etapa antes do início da instalação da rede de abastecimento de água.

**Figura 4** – Loteamento Santa Fé segunda etapa



Fonte: Autor, 2021.

#### **4.2 Projeto para a execução da rede de abastecimento**

Na Figura 5 abaixo, apresenta-se a planta do abastecimento hidráulico do Santa Fé segunda etapa. Em azul estão todas as tubulações a serem instaladas com os seus respectivos diâmetros necessários.

**Figura 5** – Projeto do abastecimento de água



Fonte: Autor, 2021.

### 4.3 Tipos de tubulações e conexões

Os tubos instalados foram: o tubo PBA, Defoyo e tubo PEAD. Fez-se necessária a instalação de conexões em todos os nós do projeto, são elas: curva, tê, redução, tê redução, cruzeta e cap. Para conectar o tubo PEAD com a rede de abastecimento, usa-se o tê de serviço.

#### 4.3.1 Tubo PBA

O tubo PBA é bastante utilizado em instalação e manutenção de rede de abastecimento de água, públicas ou privadas. É aplicado em sistemas de adução e distribuição de água potável em residências ou indústrias, em temperatura ambiente. Esse tubo é um sistema de tubos fabricados em Policloreto de Vinila (PVC), com um comprimento padrão de seis metros. Para garantir a máxima qualidade nos diversos tipos de tubulação e não apresentar nenhum tipo de problema antes do previsto, o tubo segue as recomendações da NBR 5647/2020. O sistema é composto pelas chamadas juntas elásticas, as quais se encontram em pontos determinados: Diâmetro Nominal (DN) 50, DN 75 e DN 100, sendo o DN 100 é o maior diâmetro de um tubo PBA (PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS, 2019).

A maior vantagem é justamente a facilidade da instalação, corte e locomoção. As juntas elásticas facilitam e garantem a rapidez na montagem. Esse tubo também tem resistência a corrosão, tanto no interior do tubo causada pela água, quanto pela ação do solo externo. Oferece boas condições para todo o fluxo do líquido sem interferir na pressão, pois a estrutura interna é completamente lisa. É também uma opção mais econômica, trata-se também de um material muito leve e oferece uma facilidade muito grande se precisar fazer algum reparo. A instalação é fácil e prática, mas exige o trabalho de um profissional qualificado em sistemas de abastecimento de água. Uma dica importante é analisar todo o projeto com antecedência para se dar a garantia que está sendo usada o material e diâmetro correto para aquela localização, não gere nenhum dano na execução e nenhum desperdício (PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS, 2019).

É importante também que em cada ligação, seja utilizada tubulações com as juntas elásticas interligadas, lembrando sempre de analisar se a bolsa e pontas estão limpas antes de instalar, e se ficaram fixas após a instalação. O uso da pasta lubrificante no tubo antes de fazer o encaixe da ponta e a bolsa, é essencial. É necessário evitar o empilhamento incorreto e o arrasto das tubulações. A pasta lubrificante não deve ser substituída por outro tipo de material, para não evitar a sua correta instalação e o seu funcionamento (PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS, 2019).

Na Figura 6 abaixo, apresenta-se tubos PBA que foram instalados.

**Figura 6 – Tubos PBA**



**Fonte:** Autor, 2021.

#### 4.3.2 Tubo Defofo

Tem como produto base o Policloreto de Vinila Modificado (MPVC), que é um material usado em sistemas de adução e distribuição de água em temperatura ambiente. Pode também ser usado em diferentes tipos de redes de abastecimento, como em setor agrícola, setor industrial, residencial. Esse produto é dimensionado para suportar pressão de 1,0 Mpa a uma temperatura de 25 graus. Também possui capacidade de suportar pressões variáveis na tubulação. A sua fabricação é de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nº 7665/07, que garante o perfeito funcionamento desde a fabricação ao uso diverso que esse tipo de material possui (PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS, 2018).

Existem muitas vantagens no uso desse tipo de material, como: intercambialidade, desempenho hidráulico, facilidade de corte, fácil transporte e manuseio e fácil manutenção. A intercambialidade se refere que esse tipo de material pode ser usado em harmonia com os tubos de ferro fundido. De forma que esse uso pode ser feito de várias maneiras, impactando até no custo e proporcionando um ótimo resultado. O desempenho hidráulico se deve,

especialmente, a sua camada superficial interna, que é lisa o suficiente para permitir um melhor desempenho, o coeficiente de atrito entre a água e a parede interna é muito pouco, evitando assim o desgaste desse material e uma maior vazão. A facilidade de corte em instalações hidráulicas, frequentemente se tem a necessidade do corte de tubos e conexões, é necessário cortar para adaptar as necessidades da instalação de cada local. Com os tubos Defofo, o corte é facilitado. O transporte e manuseio são bastante leves, fácil de ser manuseado, montado, reduzindo assim custos de instalação. Com isso, se tem o aumento da velocidade de execução sem comprometer a qualidade (PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS, 2018).

Na Figura 7 abaixo, apresenta-se tubos Defofo que foram instalados na rede de abastecimento em questão.

**Figura 7** – Tubos Defofo em azul



**Fonte:** Autor, 2021.

#### 4.3.3 Tubo PEAD

O Polietileno de Alta Densidade (PEAD) é uma solução bastante eficaz para o custo-benefício em relação a quantidade de locais que pode ser aplicado. A tubulação PEAD pode

ser instalado em áreas urbanas, industriais, aterro, entre outros. Pode também ser instalado de forma enterrada, superficial, flutuante ou submersa (FGS BRASIL, 2010).

Ele contém uma grande flexibilidade e pode ter diâmetros variados, que podem chegar até 125mm. Em diâmetros menores que 125mm, são fornecidos em bobinas, e acima disso, em barras de 6, 12 ou 18 metros de comprimento. Para a sua instalação, faz-se necessária a escavação de valas muito menores ou pode ser instalado pelo método não destrutivo, onde pode ser colocado em uma superfície, o que gera uma redução muito alta no custo final (A (FGS BRASIL, 2010).

Esse material possui algumas vantagens, como: Produto muito durável, tem uma alta resistência mecânica, longa vida, simples instalação, muito flexível, menor custo, resistência a corrosão, suas soldas são à prova de vazamento pois criam uma peça única em sua fundição, baixo nível de necessidade de reparo, resistência a tensão e o fissuramento, possibilidade de perda muito baixa em redes de distribuição, entre outros. Isso tudo mostra o quanto esse tipo de material tem um elevado índice de custo-benefício (FGS BRASIL, 2010).

Os tubos PEAD são os que fazem a ligação da rede de distribuição de água, para as residências em sua unidade de medição e controle. Esses produtos são instalados pela empresa responsável a unidade de controle e manutenção do sistema. Podem também ser instaladas em redes prediais e de condomínios. Existem na cor azul e preta com listras azuis, outras cores de listras são disponíveis para água de reuso e outras aplicações. Conforme normas NBR 15561/2017, ISO 4427, entre outras (FGS BRASIL, 2021).

Na Figura 8 abaixo, apresenta-se rolos de tubo PEAD que foram futuramente instalados.

**Figura 8** – Rolos de tubo PEAD



**Fonte:** Autor, 2021.

#### **4.4 Etapas de execução do abastecimento de água Santa Fé segunda etapa**

Para que o abastecimento hidráulico do loteamento fosse concluído, aplicou-se algumas etapas, são elas: a escavação, instalação de todas tubulações e conexões, reaterro e compactação. Todas essas fases foram executadas de modo sequencial, bem como a execução de cada via. Ou seja, quando uma rua estava totalmente pronta, iniciava-se a outra. Foi realizada a supervisão de toda rede de abastecimento, a fim de se garantir a instalação de todas tubulações com as necessidades de projeto. Nessa obra, existiam 06 (seis) profissionais, sendo eles: uma engenheira, um estagiário, um operador de máquina na retroescavadeira, um encanador com 02 (dois) ajudantes e após a fase de reaterro, fez-se necessário mais um ajudante para o compactador de solo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Escavação

Primeiro, realizou-se a escavação do solo com no mínimo 60cm de profundidade para a instalação das tubulações, a qual foi realizada através de uma retroescavadeira. Em caso da existência de rochas nas valas, retirava-se para garantir a integridade da tubulação e aterrava novamente com o uso de um solo limpo. Na figura 9 abaixo, verifica-se a retroescavadeira em processo de escavação.

**Figura 9** – Retroescavadeira no processo de escavação de vala



**Fonte:** Autor, 2021.

Na figura 10 abaixo, apresenta-se a retroescavadeira retirando rochas da vala.

**Figura 10** – Retroescavadeira no processo de retirada de rochas



**Fonte:** Autor, 2021.

Tem-se, na figura 11 a seguir, rochas retiradas indo para o descarte.

**Figura 11** – Rochas de menores dimensões sendo retiradas do solo



**Fonte:** Autor, 2021.

Na figura 12 abaixo, apresenta-se uma vala escavada.

**Figura 12** – Vala escavada



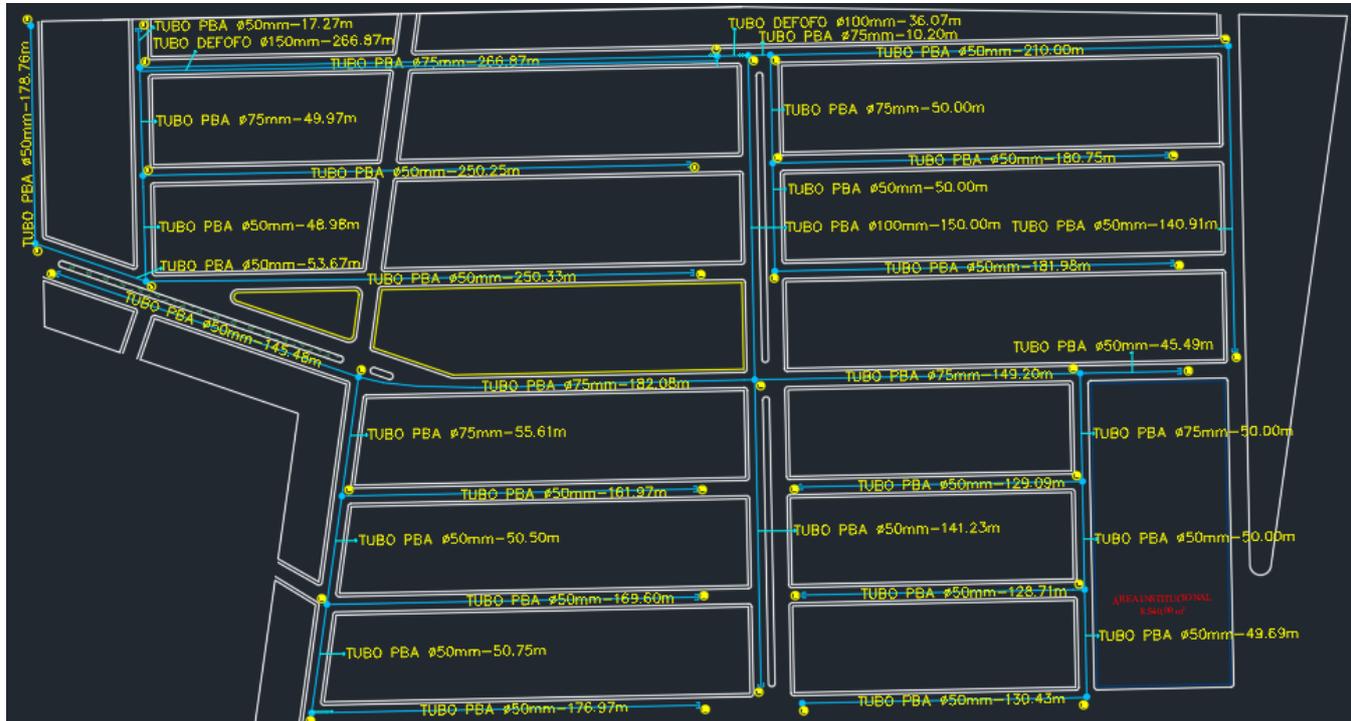
**Fonte:** Autor, 2021.

## **5.2 Instalação das tubulações e conexões**

Com a escavação realizada de maneira correta, pôde-se iniciar o processo de instalação das tubulações. Nesse loteamento, usou-se tubos PBA, Defofo e PEAD. Os tubos PBA foram instalados em diâmetros de 50mm, 75mm e 100mm de acordo com o projeto. Em todos os nós existiam conexões, as quais também respeitaram os diâmetros do projeto. Na figura 13

abaixo, apresenta-se todas as tubulações com os seus devidos diâmetros. As conexões que foram fixadas nesse loteamento, foram: Tê de serviço, curva, tê, redução, cruzeta e cap.

**Figura 13** – Projeto e dimensões dos diâmetros instalados



**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.1 Tubos PBA instalados

O tubo PBA leva água para todo o loteamento, saindo do reservatório até o uso da população local. Nas Figuras 14 e 15, observa-se a vala escavada com o posicionamento da tubulação PBA.

**Figura 14** – Tubos PBA em processo de instalação



**Fonte:** Autor, 2021.

**Figura 15** – Tubos PBA na vala



**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.2 Tubos Defofo instalados

Os tubos Defofo de diâmetro de 150mm serviram para adução da água até o reservatório elevado, a ser construído posteriormente. Do reservatório, a água chegará a todos os lotes por meio da gravidade. Na figura 16 abaixo, tem-se a vala escavada com o tubo Defofo instalado.

**Figura 16** – Tubos Defofo na vala



**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.3 Tê de serviço

Após a fase de instalação dos tubos, iniciou-se o processo de instalação das conexões, começando pelo tê de serviço, a fim de realizar a ligação da rede de distribuição com o tubo

PEAD, que conduzia a água para cada lote. O tê de serviço perfura a tubulação e foi ajustado para evitar qualquer tipo de deslizamento. Tem-se, na figura 17 abaixo, os tês de serviço a serem instalados.

**Figura 17** – Tês de serviço



**Fonte:** Autor, 2021.

Na figura 18 abaixo, apresenta-se o tê de serviço instalado e destacado, em vermelho.

**Figura 18** – Tês de serviço instalados

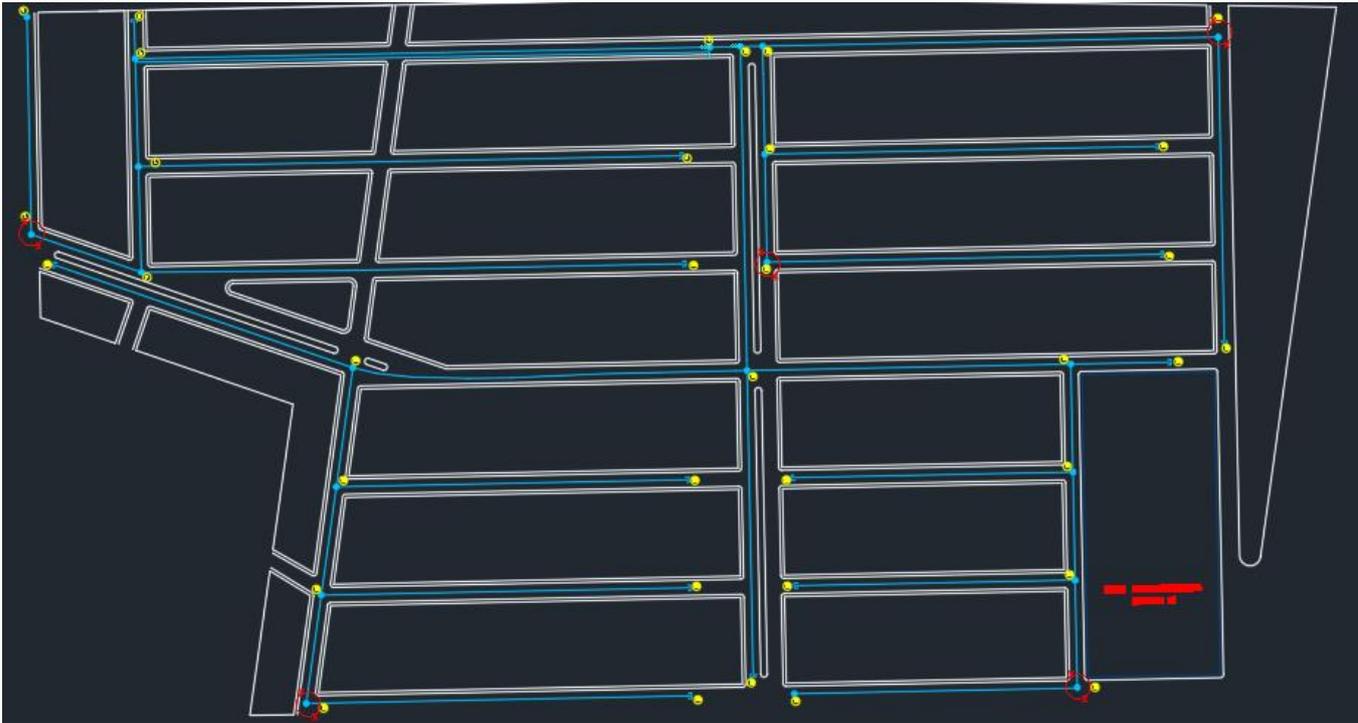


**Fonte:** Autor, 2021.

#### 5.2.4 Curvas

Tem-se apresentados e destacados em vermelho, na figura 19 abaixo, os locais das instalações das curvas que obedeceram ao diâmetro das tubulações já instaladas.

**Figura 19** – Locais de instalação das curvas



**Fonte:** Autor, 2021.

Observa-se, na figura 20, as curvas que foram instaladas posteriormente, nos pontos marcados do projeto.

**Figura 20** – Curvas para serem instaladas

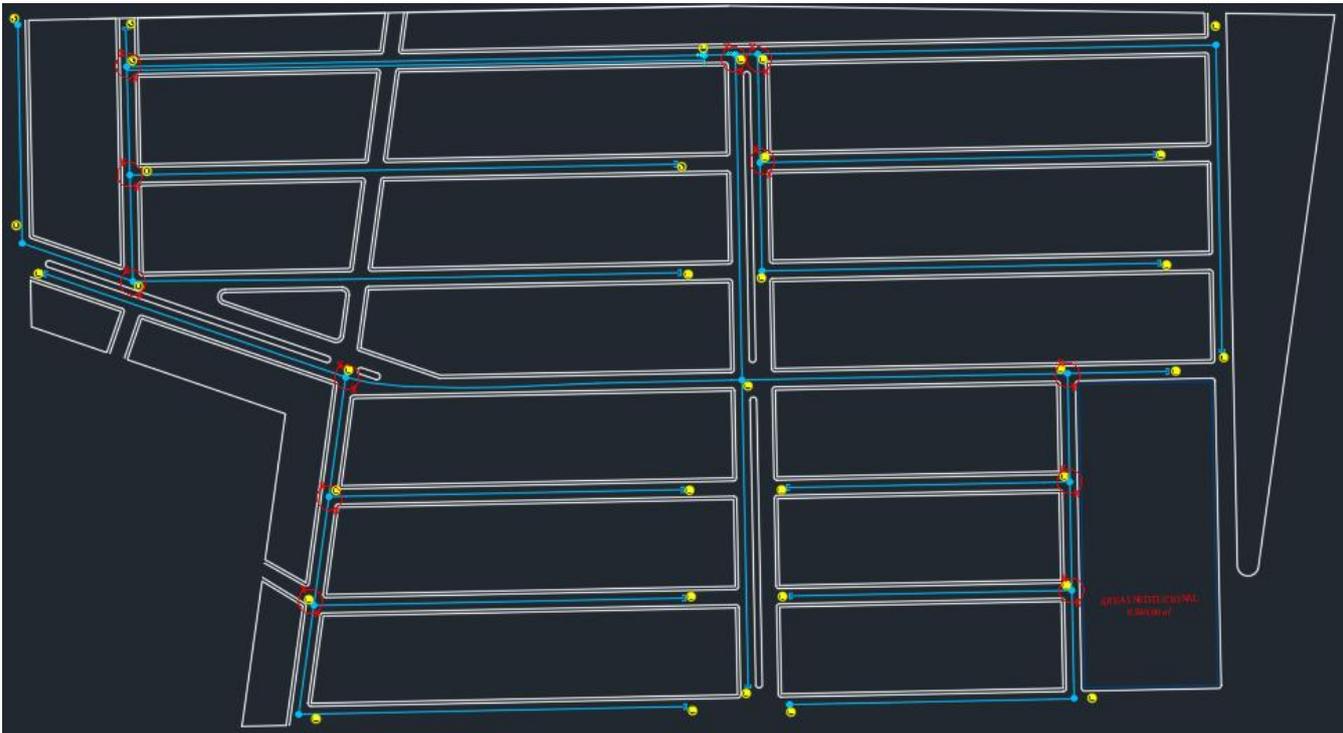


Fonte: Autor, 2021.

### 5.2.5 Tê

Uma outra conexão instalada na execução da rede foram os Tês. Sua localização em projeto pode ser verificada, Na Figura 21 abaixo, através do destaque em vermelho. Os Tês obedeceram ao diâmetro das tubulações previamente instaladas.

**Figura 21** - Locais de instalação dos tês



Fonte: Autor, 2021.

Na figura 22 apresenta-se um tê instalado e destacado em vermelho e na figura 23 apresenta-se um tê instalado.

**Figura 22 – Tê instalado**



**Fonte:** Autor, 2021.

**Figura 23 – Tê redução sendo instalado**



**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.6 Redução

Durante a execução, também se realizou a instalação das reduções. Na figura 24 abaixo, apresentam-se reduções que foram posteriormente instaladas na rede de abastecimento em questão.

**Figura 24** – Reduções prontas para serem instaladas

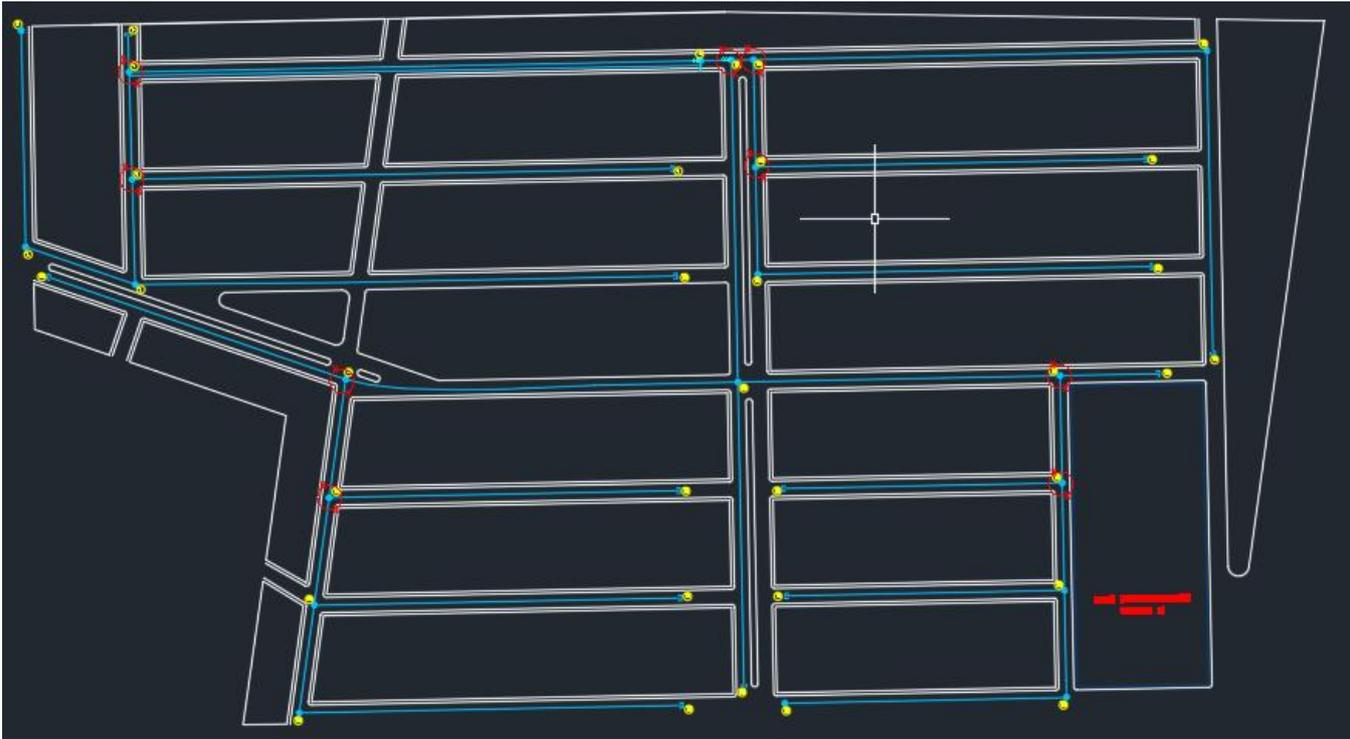


**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.7 Tê com redução

Em alguns casos, foi necessário o uso do Tê com redução, sempre levando em consideração o diâmetro das tubulações já instaladas. A figura 25 abaixo, apresenta a localização em projeto dos Tês com reduções. Verificando o projeto, realizou-se a instalação dessa conexão posteriormente.

**Figura 25** - Locais de instalação dos têes com redução

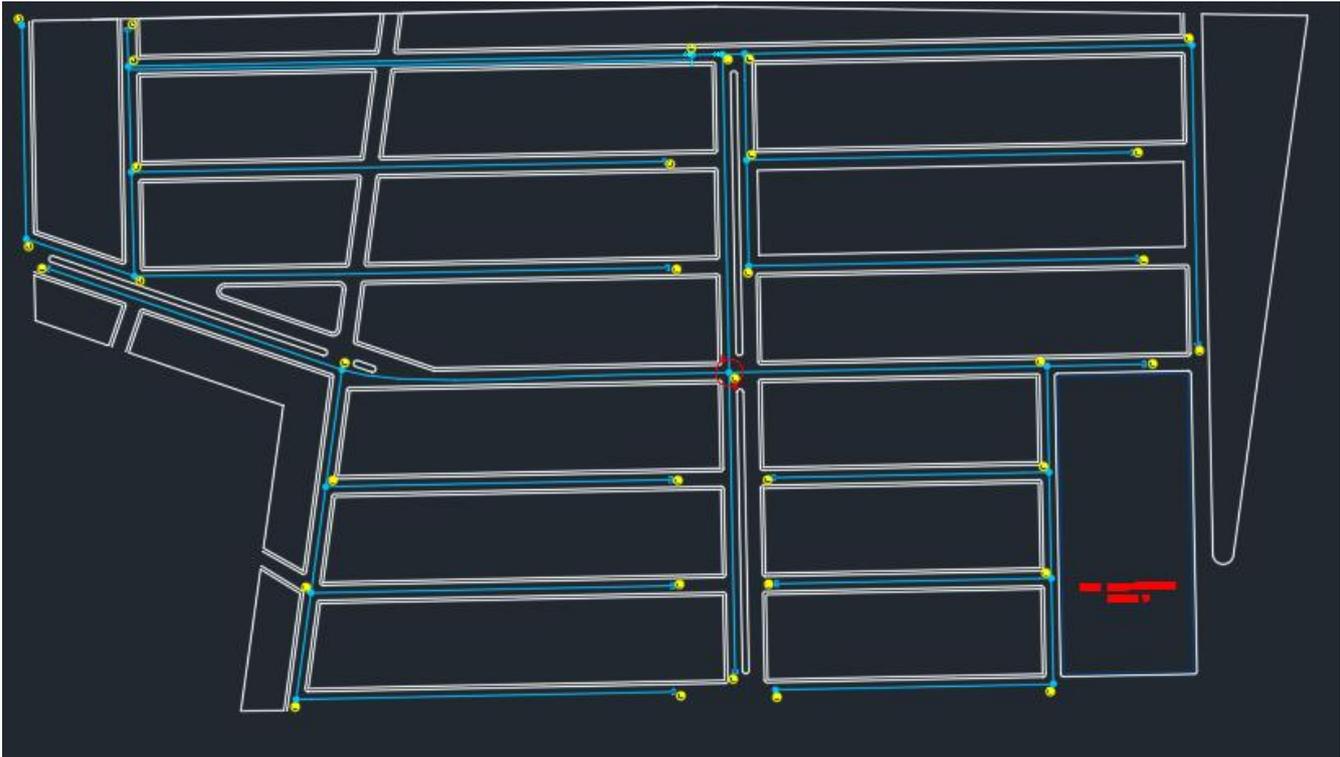


**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.8 Cruzeta

Em todo projeto, foi instalada apenas uma cruzeta (no centro). A sua localização pode ser verificada na Figura 26 a seguir.

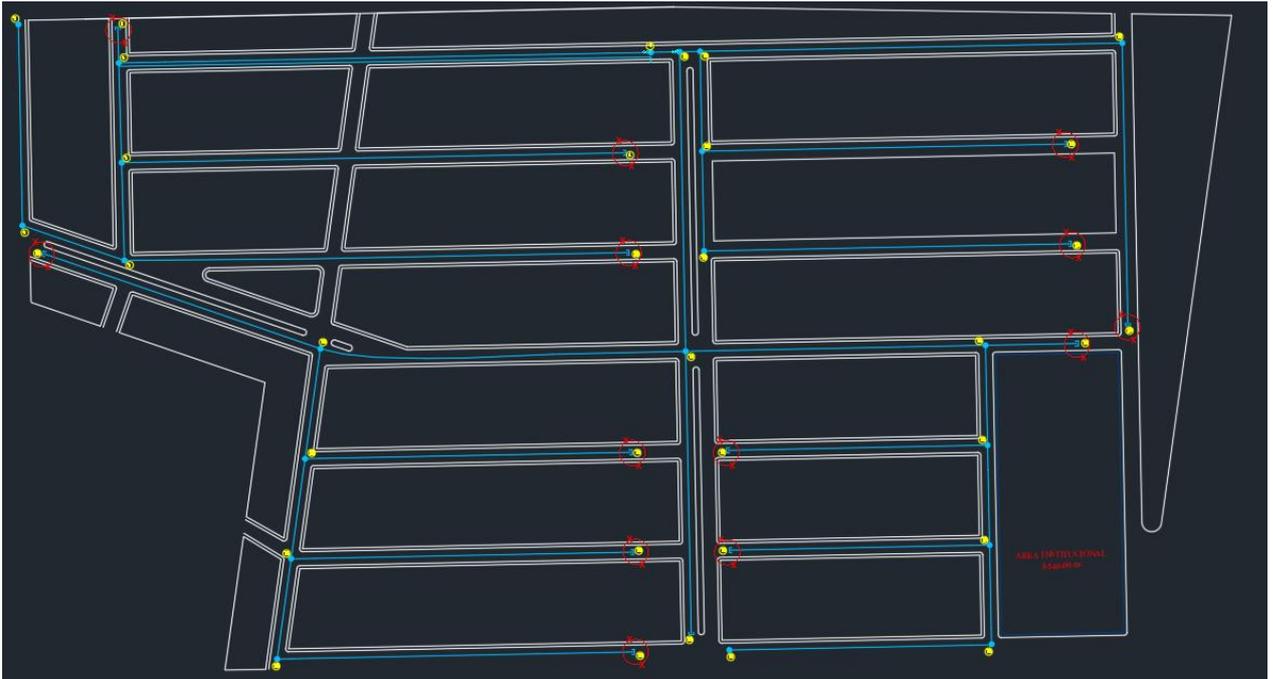
**Figura 26** - Local de instalação da cruzeta



**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.2.9 Cap

A utilização do cap foi realizada em locais onde não existiram a continuidade das tubulações, garantindo o fechamento de suas pontas, para o meio externo. Na Figura 27 abaixo, apresentam-se os locais de instalação dos cap.

**Figura 27** - Local de instalação de todos cap

**Fonte:** Autor, 2021.

### 5.3 Reaterro da vala

Após a instalação das tubulações e conexões, fez-se necessário o reaterro com material limpo, sem nenhum tipo de rocha, a fim de evitar o rompimento da tubulação. Caso o solo escavado não fosse composto por pedaços de rochas, esse poderia ser reutilizado.

#### 5.3.1 Reaterro mecanizado

O reaterro da vala também foi executado de forma mecanizada, através de uma retroescavadeira, a mesma do processo de escavação. Esse equipamento, mantinha o solo escavado próximo a vala aberta, a fim de facilitar o processo de reaterro. No caso de solos de escavação com rochas na composição, optava-se por uma nova retirada de solo, em local distinto, para posterior realização do reaterro. Na Figura 28, apresenta-se uma vala sendo reaterrada.

**Figura 28** – Reaterro de vala



**Fonte:** Autor, 2021.

#### **5.4 Compactação**

Para a primeira compactação do solo, fez-se o uso da própria retroescavadeira, trafegando uma média de 3 vezes sobre a vala. Logo após, utilizou-se o compactador de solo do tipo sapo. Para garantir que o compactador de solo fosse o mais eficaz possível, realizou-se a compactação por 2 vezes, em média, para cada vala, onde sua superfície era umedecida em pequenos trechos, para a garantia do serviço. A compactação é um serviço que necessita bastante paciência e cuidado, pois é a fase final de todo o processo de execução. Com a

compactação devidamente finalizada em toda a rede de abastecimento, segue-se a execução do calçamento e meio-fio. Na Figura 29 abaixo, apresenta-se uma vala sendo compactada.

**Figura 29** – Compactação do solo por compactador tipo sapo



**Fonte:** Autor, 2021.

Na Figura 30 abaixo, apresenta-se o uma vala sendo compactada com o compactador de solo tipo sapo.

**Figura 30** – Compactação com a retroescavadeira



**Fonte:** Autor, 2021.

Com toda a instalação seguindo a sequência que foi apresentada para o abastecimento de água no loteamento em questão, garantiu-se uma execução de qualidade do sistema, o qual beneficiará futuramente a população daquela localidade. Em resumo, a sequência obedecida foi: escavação, instalação das tubulações e conexões, reaterro das valas e compactação.

A escavação é um momento de grande importância para a instalação dessa rede. Essa fase poderá impactar no prazo de todo processo: existindo rochas na escavação da vala, necessita-se de mais tempo e mais trabalho. Na ausência de rochas, o processo é mais simples, apenas realizando a abertura da vala e reutilizando o solo para o futuro reaterro.

Instalar a tubulação é o momento de maior cautela, o material é frágil, então, não se deve lançar os tubos na vala de qualquer forma, a fim de evitar o aparecimento trincas, que podem ocasionar futuros vazamentos, prejudicando todo o funcionamento do sistema. Por

motivos de falta de cuidado na etapa do assentamento da tubulação, pode-se gerar um grande problema e prejuízo.

O reaterro também é uma fase de muito cuidado, devido a rochas que podem estar presentes no solo de escavação da vala. Dessa forma, o solo não pode ser reutilizado, devendo ser descartado. Pois, o impacto das rochas nas tubulações poderá afetar sua vida útil, causando trincas e futuros vazamentos. Portanto, o solo do reaterro deve ser sempre livre de pedaços de rochas.

A compactação é a fase final, mas não é menos importante, pois nas futuras ruas irão passar veículos pesados. Portanto, o solo precisa suportar as cargas sem danificar a rede de distribuição. Um solo bem compactado, suportará devidamente todos os esforços, garantindo que a tubulação trabalhe em perfeitas condições.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de uma execução de uma rede de abastecimento de água em um loteamento e os reflexos produzidos pelo seu uso, distribuição e preservação.

Foi verificada a importância do conselho mundial da água e da necessidade do debate do desenvolvimento sustentável, evidenciando que a discussão sobre a preservação desse bem é de âmbito global, e que se precisa relacionar a sociedade, natureza e economia, gerando assim, um cuidado cada vez maior com esse recurso natural de extrema importância para todo o ecossistema.

Observou-se ainda, que a água tem influência direta na vida humana e os impactos gerados por esse bem, podem ser gigantescos. Uma rede de abastecimento de água está intimamente ligada no desenvolvimento de todos que serão contemplados, possuindo forte relação com a saúde, meio ambiente, lazer e bem-estar desses indivíduos. Por isso, apresentou-se uma maneira correta de se executar uma rede de distribuição de água para um loteamento, a qual, pode ser replicada.

Analisou-se todo o histórico do abastecimento de água no Brasil e no estado de Pernambuco, mostrando que a evolução foi de forma rápida, pois o aumento dos centros urbanos e necessidades industriais que ocorreram nessas regiões, fez com que a demanda por água aumentasse bruscamente no período de tempo analisado.

Com isso, entende-se a importância de seguir o passo a passo para a instalação de toda a rede de distribuição, do projeto até a execução. Todos os passos exigem cuidados, que produzem benefícios a população local, que são: cuidados com a qualidade da água que será distribuída e com a rede de distribuição para garantir que atenderá a demanda por muito tempo daqueles indivíduos. Dessa forma, deve-se buscar sempre pela excelência na distribuição da água, em todas as etapas. Em resumo, o passo a passo de execução a ser obedecido é: escavação, instalação das tubulações e conexões, reaterro das valas e compactação.

A fim de que esse tema seja ainda mais debatido, é necessária a elaboração de trabalhos futuros, envolvendo o assunto em questão. Sugere-se a análise de dimensionamentos, para diferentes tipos de abastecimento, evidenciando soluções diversas para a instalação de determinadas redes de distribuição, seja para um loteamento, bairro, cidade ou em diferentes locais, que possam existir demanda.

## REFERÊNCIAS

8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA. **Conselho Mundial da água**. c2017. Disponível em: <http://8.worldwaterforum.org/pt-br/conselho-mundial-da-água>. Acesso em: 16 nov. 2021.

ARAÚJO, S. M.V.G.; GUIMARÃES, P. C. V.; CORRÊA, S. F. **Licenciamento ambiental: base normativa e perspectivas**. 2013, c.1, p. 59-82. In: BRASIL. **Licenciamento ambiental para o desenvolvimento urbano: avaliação de instrumentos e procedimentos**. MOTA, D.M.; PÊGO, B. (Org.) Rio de Janeiro: IPEA. 2013. 728p.

AZEVEDO NETTO, J. M.; MARTINS, J.A.; PUPPI, I.C.; BORSARI NETTO, F.; FRANCO, P.N.C. **Planejamento de sistemas de abastecimento de água**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Organização PanAmericana de Saúde, 1973. v. 1. 205p.

BARREIROS, M. **Regularização urbanística síntese para discussão**. 2002. 19p. Disponível em: [http://www.barreiros.arq.br/textos/Regulariza%E7%E3o\\_v4.pdf](http://www.barreiros.arq.br/textos/Regulariza%E7%E3o_v4.pdf). Acesso em: 10 nov. 2021.

BATALHA, B.H.L. **Tratamento de água e os riscos à saúde**. Revista de Gerenciamento Ambiental, São Paulo, n. 6, p. 32-38, março/abril, 1999.

BOTELHO, M.H.C. **Os aquedutos. Boletim de práticas de construção**. São Paulo: Sinduscon-sp, n. 6, p. 1-6, set. 1998.

BRASIL. **Decreto no 99.274/1990**. Regulamenta a Lei no 6.938/1981 e estabelece critérios para a exigência de IEA que serão definidos pelo Conama. Brasília: Congresso Nacional, 1990.

BRASIL. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e outras providências**. 1979. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm). Acesso em: 9 set. 2021.

BRASIL. **Lei Federal no 7.804/1989**. Altera a Lei no 6938/1981 e define os casos em que a competência para licenciar é do Ibama. Brasília: Congresso Nacional, 1989.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da] União. Brasília, 08 jan. 2007.

BRASIL. **Licenciamento ambiental para o desenvolvimento urbano: avaliação de instrumentos e procedimentos**. MOTA, D.M.; PÊGO, B. (Org.) Rio de Janeiro: IPEA. 2013. 728p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua/outros-usos>. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua/abastecimento>. Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Licenciamento Ambiental. **Etapas do licenciamento**. 2021. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/etapas-do-licenciamento>. Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais**. 2017. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/educacao-ambiental/educa%C3%A7%C3%A3o-a-dist%C3%A2ncia/item/11150-pnc.html#:~:text=Seu%20objetivo%20geral%20%C3%A9%20o,nas%20tr%C3%AAs%20esferas%20de%20governo>. Acesso em: 10 nov. 2021

BRASIL. Portal Brasileiro de Dados Abertos. **Agência Nacional de águas (ANA)**. 2021. Disponível em: <https://dados.gov.br/organization/about/agencia-nacional-de-aguas-ana>. Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASIL. **Resolução Conama no 001/1986**. Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicas e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental. Brasília: Congresso Nacional, 1986. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. **Resolução Conama no 237/1997**. Apresenta revisão de critérios e procedimentos utilizados no Licenciamento Ambiental. Brasília: Congresso Nacional, 1997.

BRK AMBIENTAL. **Conheça as etapas do processo de tratamento da água**. 2021. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

CAMIZÃO, C. I. **Dia Mundial da Água: A importância dos ecossistemas florestais para a manutenção dos recursos hídricos**. 2021. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/p9765/>. Acesso em: 11 set. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Como a água é tratada**. 2021. Disponível em: <https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>. Acesso em: 16 nov. 2021.

COMPESA. **Abastecimento de água**. 2016. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

COMPESA. **História e perfil**. 2016. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/historia-e-perfil>. Acesso em: 15 out. 2021.

COPASA. **Tratamento de Água**. 2021. Disponível em: <https://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>. Acesso em: 16 nov. 2021.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE CALDAS NOVAS.

**Importância da água para nossa vida.** 2014. Disponível em:

<https://www.demae.go.gov.br/projetos/importancia-da-agua-para-nossa-vida/>. Acesso em: 2 out. 2021.

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS. **Qual o papel da agência nacional de águas?** 2019. .

Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/qual-o-papel-da-agencia-nacional-de-aguas/>. Acesso em: 20 nov. 2021

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS. **Sistema de abastecimento de água:** funcionamento e

projeção. 2018. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua-funcionamento/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

FGS BRASIL. **A tubulação de polietileno – PEAD:** características e dúvidas na hora da

compra. 2010. Disponível em: <http://www.tuboepad.com.br/2010/12/tubulacao-de-polietileno-pead/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

FGS BRASIL. **Tubo PEAD para Água – Ramais.** 2019. Disponível em:

<https://fgsbrasil.com.br/produto/tubos-pead-para-agua/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

HIDRAMACO. **Tubo de ferro fundido.** 2021. Disponível em:

<https://www.hidramaco.com.br/tubo-de-ferro-fundido>. Acesso em: 17 nov. 2021.

KRONEMBERGER, D. **Desenvolvimento sustentável:** uma abordagem prática. São Paulo:

Senac, p. 17-29, 2011.

LÜDKE, M. **A pesquisa qualitativa e o estudo da escola.** Cadernos de Pesquisa, 1984.

MC JUNKIN, F.E. **Água y salud humana.** México: Editoria Limusa, 1986. 231p.

MINC, C. **Ecologia e cidadania.** 2.ed. São Paulo: Moderna, 2005. 152p.

PERNAMBUCO (Estado). **Lei Estadual Complementar no 49/2003.** Recife, 2003.

PLASTOLÂNDIA HIDRAULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS. **5 Vantagens de usar conexões Defofo em sistemas de adução e distribuição de água.** 2018. Disponível em:

<http://blog.plastolandia.com.br/5-vantagens-de-usar-conexoes-defofo-em-sistemas-de-aducao-e-distribuiacao-de-agua/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

PLASTOLÂNDIA HIDRÁULICA E PLÁSTICOS INDUSTRIAIS. **Veja como é feito a instalação e principais características do tubo PBA.** 2019. Disponível em:

<http://blog.plastolandia.com.br/veja-como-e-feito-a-instalacao-e-principais-caracteristicas-do-tubo-pba/>. Acesso em: 16 nov. 2021.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **O que é um loteamento?** 2021. Disponível em:

[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/pgm/default.php?reg=6&p\\_secao=29#topo](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/pgm/default.php?reg=6&p_secao=29#topo). Acesso em: 18 out. 2021.

SABESP. **Tratamento de água.** 2021. Disponível em:  
<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>. Acesso em: 27 dez 2021.