



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS  
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM ENGENHARIA CIVIL

FRANCISCO GLEISON COSTA CHAGAS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE  
JAGUARIBE-CE**

PAU DOS FERROS – RN  
2023

FRANCISCO GLEISON COSTA CHAGAS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE  
JAGUARIBE-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado,  
a Universidade Federal Rural do Semi-Árido -  
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como  
requisito para a obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Alex Pinheiro Feitosa  
Coorientadora: Prof. Dr.<sup>a</sup> Barbara Barbosa  
Tsuyuguchi

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

CC433 Chagas , Francisco Gleison Costa .  
a Análise do sistema de abastecimento de água da  
cidade de Jaguaribe-CE / Francisco Gleison Costa  
Chagas . - 2023.  
48 f. : il.

Orientador: Alex Pinheiro Feitosa .  
Coorientador: Barbara Barbosa Tsuyuguchi.  
Monografia (graduação) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,  
2023.

1. abastecimento de água . 2. indicadores de  
saneamento . 3. expansão do sistema . I. Feitosa  
, Alex Pinheiro , orient. II. Tsuyuguchi, Barbara  
Barbosa , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade  
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros  
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva  
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCO GLEISON COSTA CHAGAS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE  
JAGUARIBE-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, a  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido -  
UFERSA, Campus Pau dos Ferros, como  
requisito para a obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil.

DATA DE APROVAÇÃO: 11/ 10 / 2023

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **ALEX PINHEIRO FEITOSA**  
Data: 20/10/2023 19:43:31-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Alex Pinheiro Feitosa – UFERSA

**Presidente**  
Documento assinado digitalmente  
 **BARBARA BARBOSA TSUYUGUCHI**  
Data: 20/10/2023 13:13:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Barbara Barbosa Tsuyuguchi - UFERSA

**Coorientadora**  
Documento assinado digitalmente  
 **TAYRON JULIANO SOUZA**  
Data: 20/10/2023 14:01:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Tayron Juliano Souza

**Examinador**

Documento assinado digitalmente  
 **WILZA DA SILVA LOPES**  
Data: 20/10/2023 11:59:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Wilza da Silva Lopes – UFERSA

**Examinadora**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por nunca abandonar os filhos seus, iluminando minhas decisões e abençoando constantemente minha família.

Aos meus pais, Maria Rita e Antônio Francisco por batalhar diariamente, sem medir esforços, para que esse sonho se concretize. Saiba que essa conquista é nossa. Amo vocês imensamente.

Aos meus irmãos, João Vitor, Maria Lucilene, Francisco Ceyton, Antônia Katiana, Maria Marcilene, Maria Luiza, Marciana, Antônio Eudes e José Neuton, por me incentivar diariamente a procurar melhorias em minha vida.

A todo corpo docente da UFERSA, em especial professora e orientador Alex Peixoto e coorientadora Bárbara Barbosa pela compreensão, incentivo, atenção e pela oportunidade de contribuir por esse trabalho. Deus continue iluminando seus passos.

Aos meus amigos, por me apoiarem nessa caminhada, onde saímos do ensino médio cheios de sonhos hoje, com todo esforço e dedicação, estão se concretizando.

Aos colegas e amigos de trajetória na faculdade, que Deus os abençoe e ilumine sempre seus passos para o sucesso da vida com humildade e dedicação.

Por fim, agradecer a minha pessoa por enfrentar todos esses desafios, deixando momentos de lazer com a família e focando sempre no meu abjetivo.

Fé, Gratidão!

Dedico esse trabalho em especial a meus pais  
Maria Rita e Antônio Francisco por seres  
exemplos de batalha e por todo o esforço que  
foi dado desde o início da minha vida.

## **RESUMO**

O trabalho consiste em apresentar a análise do sistema de abastecimento de água na cidade de Jaguaribe-CE, a partir da leitura de publicações, de dados retirados do SNIS e de pesquisa em campo junto ao órgão responsável pelo abastecimento. Tem como objetivo principal analisar o sistema de abastecimento com vistas a identificar possíveis problemas existentes e propor medidas visando a melhoria da qualidade e disponibilidade de água. Observou-se que o sistema não abastece com frequência o setor 08. De acordo com dados retirados do SNIS, especialmente nas perdas de distribuição percebeu-se que a falta de macromedição dificulta o controle da água produzida e consumida, e que é preciso melhorar a eficiência do sistema de modo a evitar desperdícios. O sistema de abastecimento na sede do município está passando por uma ampliação e trocas de tubulações. O sistema adutor entre os distritos de Feiticeiro e Mapuá está sendo executado, possibilitando o abastecimento contínuo no distrito de Feiticeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, indicadores de saneamento, expansão do sistema.

## **ABSTRACT**

The work consists of presenting the analysis of the water supply system in the city of Jgagaribe-CE, based on the examination of publications, data obtained from the National Information System on Sanitation (SNIS), and field research conducted in collaboration with the responsible authority for water supply. Its main objective is to analyze the supply system in order to identify potential issues and propose measures aimed at improving the quality and availability of water. It was observed that the system does not frequently supply the sector 08. According to data obtained from the SNIS, especially concerning distribution losses, it is evident that the lack of macro-measurement hinders the control of water production and consumption. There is need to enhance the system's efficiency to prevent wastage. The supply system the municipal headquarters is undergoing expansion and pipe replacements. The feeder system between the districts of Feiticeiro and Mapuá is currently under construction, enabling continuous water supply in the district of Feiticeiro.

**KEYWORDS:** Water supply, sanitation indicators, system expansion.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> - Sistema de abastecimento de água com captação superficial e subterrâneo.....        | 18 |
| <b>Figura 2:</b> Sistema de abastecimento de água com reservatório apoiado (perfil).....              | 19 |
| <b>Figura 3</b> - Sistema de abastecimento de água com reservatório enterrado e elevado (perfil)..... | 19 |
| <b>Figura 4</b> – Localização da área de estudo, Jaguaribe, no estado do Ceará. ....                  | 22 |
| <b>Figura 5</b> - Base de captação do SAAE Jaguaribe. ....                                            | 23 |
| <b>Figura 6</b> - Fluxograma com etapas metodológicas utilizadas.....                                 | 24 |
| <b>Figura 7</b> - Mapeamento da área urbana e distrito do município. ....                             | 27 |
| <b>Figura 8</b> - Layout do SAA da sede do município de Jaguaribe. ....                               | 28 |
| <b>Figura 9</b> - Estação de Tratamento de Água do SAAE Jaguaribe.....                                | 29 |
| <b>Figura 10</b> - Um dos dois decantadores existentes.....                                           | 30 |
| <b>Figura 11</b> - Tanque de floculação. ....                                                         | 30 |
| <b>Figura 12</b> - Um dos quatros filtros existentes na ETA. ....                                     | 31 |
| <b>Figura 13</b> - Calha Parshall. ....                                                               | 31 |
| <b>Figura 14</b> - Fluoretação.....                                                                   | 32 |
| <b>Figura 15</b> - Layout esquemático da ETA do SAAE da sede urbana de Jaguaribe. ....                | 33 |
| <b>Figura 16</b> - Índice de perdas na distribuição no ano de 2020 por macrorregião. ....             | 36 |
| <b>Figura 17</b> - Índice de perdas na distribuição no ano de 2020 por estados. ....                  | 36 |
| <b>Figura 18</b> - Consumo médio Per Capita por macrorregião geográfica em 2020. ....                 | 40 |
| <b>Figura 19</b> - Consumo médio Per Capita por estado em 2020 (l/hab.dia). ....                      | 40 |
| <b>Figura 20</b> - Troca de tubulação para ampliação do sistema de abastecimento.....                 | 41 |
| <b>Figura 21</b> - Layout esquemático da ETA na sede do município. ....                               | 42 |
| <b>Figura 22</b> - Adutora em fase de execução. ....                                                  | 43 |
| <b>Figura 23</b> - Reservatório elevado para o atendimento ao bairro Expedito Diógenes. ....          | 44 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1</b> - População urbana atendida pelo sistema de abastecimento de água..... | 34 |
| <b>Gráfico 2</b> - Índice de perdas na distribuição de água no município. ....          | 35 |
| <b>Gráfico 3</b> - Quantidade de ligações ativas de água do município.....              | 37 |
| <b>Gráfico 4</b> - Extensão da rede de água por ligação. ....                           | 38 |
| <b>Gráfico 5</b> - Volume Produzido e Consumido por ano. ....                           | 38 |
| <b>Gráfico 6</b> - Consumo Per Capita Médio no município (l/hab.dia).....               | 39 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

BR – Brasil

CE – Ceará

ETA – Estação de Tratamento de Água

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCA – Instituto Nacional de Câncer

NBR – Norma Brasileira

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## SUMÁRIO

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                 | <b>13</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>                                                   | <b>14</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL .....                                                   | 14        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                            | 14        |
| <b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                        | <b>15</b> |
| 3.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE<br>ÁGUA.....   | 15        |
| 3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO NO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO<br>DE ÁGUA ..... | 19        |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>                                                 | <b>22</b> |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO.....                                                    | 22        |
| 4.2 ETAPAS DA METODOLOGIA .....                                            | 24        |
| 4.3 INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....                              | 25        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                                    | <b>27</b> |
| 5.1. LEVANTAMENTO DA ESTRUTURA EXISTENTE.....                              | 27        |
| 5.2. AVALIAÇÃO DE INDICADORES.....                                         | 34        |
| 5.3. LEVANTAMENTO DE PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM ANDAMENTO.....                | 41        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                       | <b>45</b> |
| 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....                                  | 45        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                     | <b>46</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

No século XXI a escassez de água é um dos problemas mais enfrentados pela humanidade. Em muitas regiões o acesso a água potável é limitado, causando sérios impactos na saúde pública e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades. A análise dos sistemas de abastecimento de água em diferentes localidades permite identificar possíveis deficiências e propor soluções que garantam a disponibilidade e a qualidade desse recurso vital.

Segundo a Atlas (2010b), na região do semiárido, a incerteza e irregularidade de chuvas, a escassez de recursos hídricos subterrâneos e a intermitência dos cursos d'água tem impulsionado a construção de uma extensa infraestrutura de açudes como meio de assegurar o atendimento às demandas hídricas ao longo do tempo e do espaço, destacando que a operação, manutenção e reabilitação dessas estruturas garantem o abastecimento nos estados do Nordeste, dadas as características ambientais específicas da região.

A análise abordou diferentes aspectos relacionados ao sistema de abastecimento de água de Jaguaribe. Foram investigados os principais elementos do sistema, como captação, tratamento, armazenamento, distribuição e consumo. Além disso, foram avaliados indicadores de desempenho e qualidade da água, levando em consideração as demandas e os desafios específicos enfrentados pela cidade.

Ao final da análise, espera-se fornecer subsídios para a formulação de estratégias e políticas públicas que contribuam para a melhoria do sistema de abastecimento de água de Jaguaribe. A água é um recurso essencial para a vida e para o desenvolvimento socioeconômico, e é fundamental garantir sua disponibilidade e qualidade para as gerações presentes e futuras.

Dessa forma, este trabalho visa contribuir para a compreensão do sistema de abastecimento de água de Jaguaribe, destacando os desafios existentes e propondo soluções sustentáveis e eficientes. A análise aqui proposta busca contribuir para a gestão adequada dos recursos hídricos e para a promoção de uma melhor qualidade de vida para a população dessa cidade.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise do sistema de abastecimento de água da cidade de Jaguaribe, localizada no estado do Ceará. Jaguaribe é uma região que enfrenta desafios relacionados à gestão hídrica, devido à sua localização geográfica e às condições climáticas características da região semiárida do Nordeste. O município tem uma extensão territorial de 1.877 km<sup>2</sup> e uma população de 34.729 habitantes (IBGE, 2018). O

município tem o Rio Jaguaribe como seu manancial com área de drenagem de 10.335 km<sup>2</sup>, percorrendo um total de 171 km (Ceará, 2009). Compreender a situação atual do sistema de abastecimento de água nessa cidade é fundamental para propor medidas eficazes e sustentáveis que atendam às necessidades da população.

O presente trabalho permite analisar o sistema de abastecimento de água do município de Jaguaribe-CE visando identificar os problemas existentes e propor melhorias do serviço, buscando informações através de autores com o respectivo assunto, pesquisa de campo e propor melhorias do sistema de abastecimento da cidade. Os possíveis resultados foram retirados do SNIS entre os anos de 2017 e 2021 buscando informações sobre a extensão da rede do sistema de abastecimento de água, índices de perdas, volume consumido e produzido, população urbana atendida pelo sistema, quantidade de ligações ativas e consumo per capita.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar o sistema de abastecimento de água do município de Jaguaribe-CE visando identificar os problemas existentes e propor melhorias do serviço.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a infraestrutura existente, analisando a capacidade de atendimento da demanda atual projetada na cidade;
- Identificar possíveis falhas do sistema de abastecimento de água em Jaguaribe-CE;
- Propor soluções para o aprimoramento do serviço de abastecimento de água no município.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE OS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo com Silva (2016), os sistemas de abastecimento de água (SAA) englobam um conjunto de elementos, incluindo equipamentos, infraestrutura e serviços, com o propósito de fornecer água potável para diversas finalidades, como uso doméstico, industrial e público. Esses sistemas, em sua configuração típica, compreendem unidades de captação, tratamento, estações elevatórias, adução, reservatórios, redes de distribuição e conexões familiares. É crucial que os SAA desempenhem um papel crucial na promoção da saúde da população em áreas urbanas e rurais, reduzindo a ocorrência de doenças transmitidas pela água. A implementação ou melhoria desses serviços, quando combinados com sistemas de esgoto adequados, contribui significativamente para o controle e prevenção de doenças, acarreta hábitos higiênicos e saudáveis, e impulsiona o desenvolvimento econômico e social das comunidades.

A situação do abastecimento de água no Brasil, considerando os números globais de população atendida, pode ser considerado bom (Tsutiya, 2006). O índice de atendimento da população urbana com abastecimento de água no país era de 92,4%, sendo que 75,5% das ligações atendidas por companhias estaduais de água e esgoto (ABES, 2003 *apud* Tsutiya, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2015), os sistemas produtores de água podem ser categorizados em duas principais classes: sistemas integrados e isolados. Os sistemas integrados são responsáveis pelo abastecimento de água em mais de um município a partir de uma fonte ou mais, enquanto o sistema isolado opera atendendo exclusivamente um único município. Nas Regiões Norte e Nordeste, a maior parte da população é atendida por grandes sistemas integrados pois os municípios sofrem com baixa disponibilidade hídrica da região e a alta demanda nos grandes centros urbanos (Agência Nacional de Águas, 2010b).

A prestação de serviços de abastecimento de água, abrangendo tanto a produção quanto a distribuição, é predominantemente realizada pelas Companhas de Saneamento, atendendo aproximadamente 69% dos municípios. Em cerca de 27% dos municípios, a responsabilidade por esses serviços recai sobre entidades municipais, com possível apoio da

FUNASA em determinados estados; 4% dos municípios, a gestão desses serviços é de responsabilidade de empresas do setor privado (Agência Nacional de Águas, 2010b).

De acordo com Barros (1995), um Sistema de Abastecimento de Água é caracterizado pela retirada de água da natureza, pela adequação de sua qualidade, pelo transporte até os aglomerados humanos e pelo fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. O autor também ressalta que um sistema de abastecimento de água pode ser projetado para atender tanto pequenos povoados quanto grandes cidades.

A garantia do abastecimento urbano de água é vista como estratégia prioritária no desenvolvimento de um país. No entanto, para alcançar esse objetivo, é necessário superar alguns desafios críticos, como a oferta de água que não atende à demanda, o fornecimento intermitente de água devido à baixa eficiência dos sistemas de produção de água causadas pela deterioração das estações de tratamento e distribuição, bem como pelos altos índices de perdas (Agência Nacional de Águas, 2010b).

Segundo Bardilan et. al. (2012), qualquer ação realizada pela humanidade tem o potencial de gerar consequências no ecossistema, na sociedade e na economia, sendo influenciada pelo tamanho, utilização e função da obra em consideração. Nesse sentido, é de suma importância examinar minuciosamente os efeitos relacionados para determinar as abordagens adotadas em todas as fases do processo, seja na concepção ou na execução.

Segundo Tsutiya (2006), o sistema de abastecimento de água como estudos e conclusões que se refere ao estabelecimento das diretrizes, parâmetros e definições para a caracterização completa. O estudo de concepção pode ser procedido de um diagnóstico técnico e ambiental da área em estudo de um Plano Diretor da bacia hidrográfica.

Para Tsutiya (2006), as partes do sistema de abastecimento de água são:

- a) Manancial: refere-se a um corpo de água, que pode ser superficial quanto subterrâneo, de onde a água é captada para fins de abastecimento. É crucial que esse manancial forneça uma vazão adequada para atender à demanda de água ao longo do período de projeto, além de garantir que a qualidade da água seja satisfatória do ponto de vista sanitário.
- b) Captação: definida como o conjunto de estruturas e dispositivos que são construídos ou instalados nas proximidades de um manancial, com o propósito de retirar água que será direcionada para o sistema de abastecimento. Essas estruturas desempenham um papel fundamental na coleta inicial de água e no início do processo de tratamento antes que a água seja distribuída para consumo.

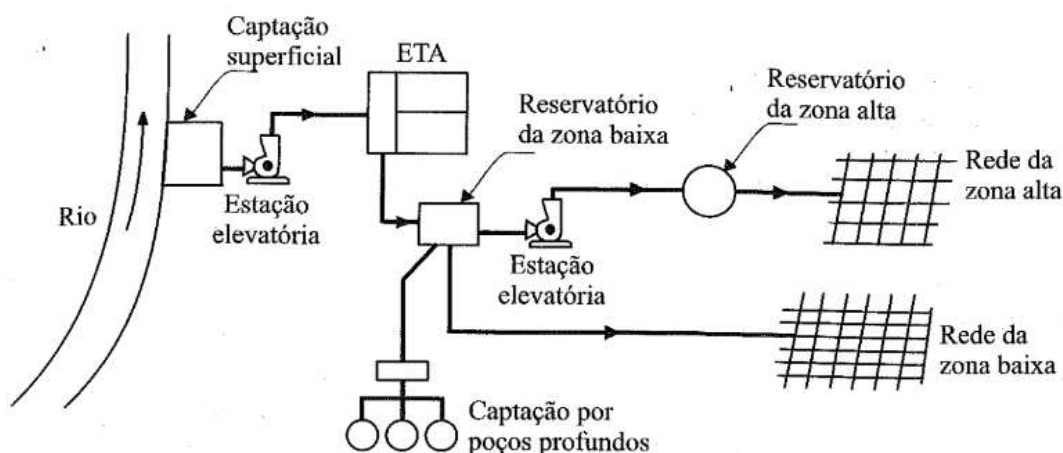


- c) Estação elevatória: é um conjunto de infraestruturas e equipamentos projetados para elevar a água de um ponto para outro dentro de um sistema de abastecimento. Em sistemas de abastecimento de água, é comum encontrar várias estações elevatórias, que podem ser utilizadas tanto para bombear água bruta como para impulsionar água tratada. Além disso, as estações do tipo “booster” são frequentemente empregadas com o objetivo de aumentar a pressão e/ou a vazão em adutoras ou redes de distribuição.
- d) Adutora: é uma infraestrutura de canalização projetada para transportar água entre unidades que antecedem a rede de distribuição. As adutoras em si não distribuem água diretamente aos consumidores, mas podem apresentar derivações, conhecidas como sub-adutoras, que têm a finalidade de distribuir a água para as áreas específicas dos consumidores.
- e) Estação de tratamento de água: é composta por um conjunto de unidades e processos que têm como objetivo principal tratar a água a fim de ajustar suas características de acordo com os padrões estabelecidos para a potabilidade, garantindo, assim, a qualidade e segurança da água para o consumo humano.
- f) Reservatório: desempenha um papel fundamental no sistema de distribuição de água, sendo projetado com o propósito de regularizar as variações nas vazões entre a adução e a distribuição, ao mesmo tempo em que condiciona as pressões na rede de distribuição
- g) Rede de distribuição: representa uma componente vital do sistema de abastecimento de água, composta por tubulações e órgãos acessórios. Seu propósito é disponibilizar água potável de forma contínua e em quantidades adequadas aos consumidores, conforme as recomendações da demanda estabelecidas.

O principal objetivo do sistema de abastecimento de água reside em disponibilizar aos usuários uma água de qualidade satisfatória para suas necessidades, em quantidades adequadas e com pressão suficiente.

O relevo, o tipo de mananciais, a população a ser atendida são os fatores principais para a definição e complexidade de um sistema de abastecimento a ser instalado levando em consideração diversas variáveis para uma solução adequada (Tsutiya, 2006)

**Figura 1** - Sistema de abastecimento de água com captação superficial e subterrâneo



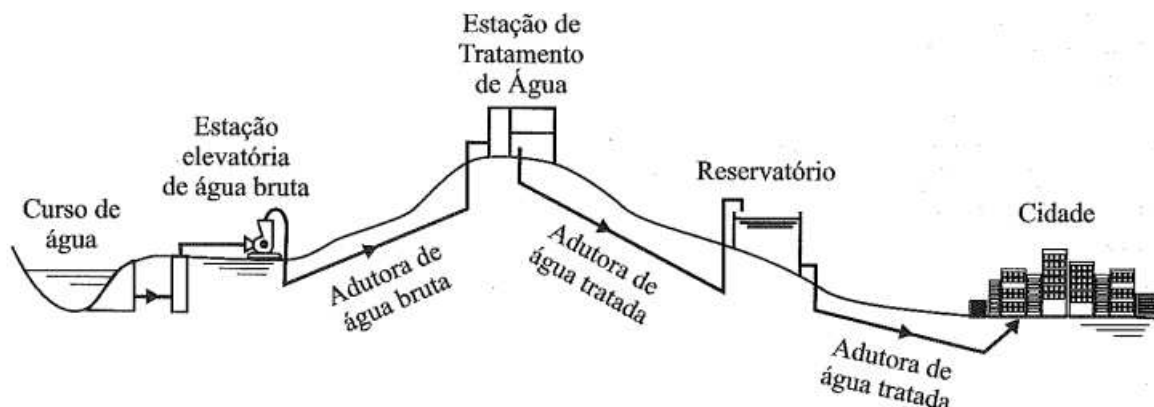
Fonte: Adaptado de Tsutiya, 2006

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT disponibiliza uma ampla gama de diretrizes para projetistas, oferecendo recursos valiosos para a concepção de sistemas de abastecimento de água públicos e suas diferentes unidades, tornando-se uma fonte essencial para o desenvolvimento de projetos nessa área. As principais normas da ABNT são (Giffoni, 2021):

- NBR 12211/1992 – estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- NBR 12212/2017 – projeto de poço para captação de água subterrânea;
- NBR 12213/1992 – projeto de captação de água de superfície para abastecimento público;
- NBR 12214/2020 – projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- NBR 12215/2017 – projeto de adutora de água para abastecimento público;
- NBR 12216/1992 – projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público;
- NBR 12217/1994 – projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;
- NBR 12218/2017 – projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.

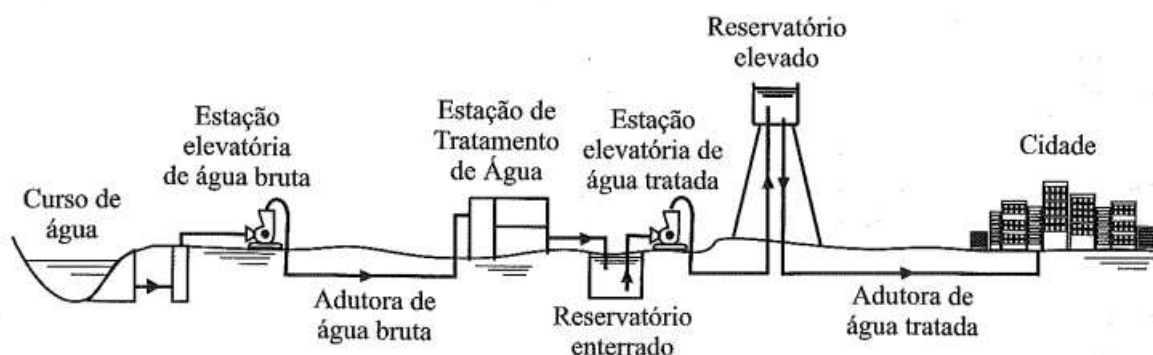
As Figuras 2 e 3 exibem perfis longitudinais de sistemas de abastecimento de água, incluindo aqueles com reservatório apoiado, enterrado e elevado, respectivamente.

**Figura 2:** Sistema de abastecimento de água com reservatório apoiado (perfil)



**Fonte:** Adaptado de Tsutiya, 2006

**Figura 3 -** Sistema de abastecimento de água com reservatório enterrado e elevado (perfil)



**Fonte:** Adaptado de Tsutiya, 2006.

### 3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO NO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Segundo Lima (2020), é importante destacar que somente com a promulgação da Constituição de 1988 é que o saneamento foi incorporado à Carta Magna no Brasil. Essa inclusão se deu de forma explícita, estabelecendo não apenas os princípios constitucionais relacionados, mas também as responsabilidades inerentes e essa política pública, conforme previsto no Inciso IV do artigo 200 da Constituição de 1988. Essa inclusão deixou claro o espaço que o saneamento ocuparia no contexto constitucional do país. Vale ressaltar que, assim

como a saúde, a educação, o trabalho, o lazer, a segurança e a previdência social, o saneamento se configura como um preceito constitucional.

A legislação que rege o saneamento básico no Brasil passou por uma significativa alteração com a promulgação da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que modificou a Lei nº 11.445/2007, estabelecendo as diretrizes nacionais para o saneamento básico, enfatizando princípios essenciais, como a universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço. A integridade é essencial para proporcionar à população o acesso adequado e maximizar a eficácia das ações e dos resultados (Pimentel; Cella, 2023).

No nível municipal, essa lei é aplicada por meio da criação e implementação do Plano Municipal de Saneamento Básico. De acordo com as diretrizes do Plano, os municípios com uma população superior a vinte mil habitantes têm a obrigação de elaborar e aplicar esse plano, aderindo a todos os princípios legais estipulados no documento (Maia, 2020).

De acordo com a Lei nº 11.445/2007:

“Ainda de acordo com a Lei nº 11.445/2007, art 19, parágrafo 3, é ressaltado que “os planos de saneamento básico deverão ser revistos periodicamente, em prazo não superior a 4 (quatro) anos, anteriormente a elaboração do plano plurianual”. Além disso, a mesma lei declara ainda, no parágrafo seguinte, que deve ser “assegurado ampla divulgação das propostas dos planos de saneamento básico e dos estudos que os fundamentam, inclusive com a realização de audiência ou consultas públicas”. Assim, é possível perceber um pensamento somente técnico das situações, tem-se as contribuições das audiências públicas, mas ainda assim, a forma como é colocada na lei não leva em consideração a forma como os objetos estão distribuídos no espaço.”

Em face à crise hídrica que afetou o território nacional em 2015, torna-se imprescindível que os sistemas de abastecimento de água e esgoto sanitário funcionem de maneira eficaz e eficiente; indicadores operacionais, de qualidade da água e de desempenho financeiro assumem uma importância significativa como instrumentos de monitoramento e suporte à tomada de decisões por parte das empresas prestadoras desses serviços (Pimentel; Cella, 2023).

Dentro do contexto do Saneamento Básico, o sistema de abastecimento de água é um componente essencial, juntamente com o sistema de drenagem de águas pluviais, a limpeza urbana e o esgotamento sanitário. Esses elementos constituem conjuntos de medidas de intervenções multidimensionais que estão interligadas com fatores sociais, econômicos e culturais (Sousa; Sousa; Alvares, 2015, p. 01 *apud* Maia, 2020).

Conforme definido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2007, indicadores são resultados da combinação de duas ou mais informações primárias ou

variáveis, desempenhando um papel crucial no processo de análise, possibilitando a comparação de diferentes cenários, tanto entre si quanto com um valor de referência estabelecido. Desempenham um papel fundamental na avaliação de eficiência, custos, perdas, investimentos, qualidade e outros aspectos relevantes; essencialmente, agem como elementos que sinalizam, comunicam, demonstram e informam sobre uma questão que está sendo objeto de análise (Pimentel; Cella, 2023).

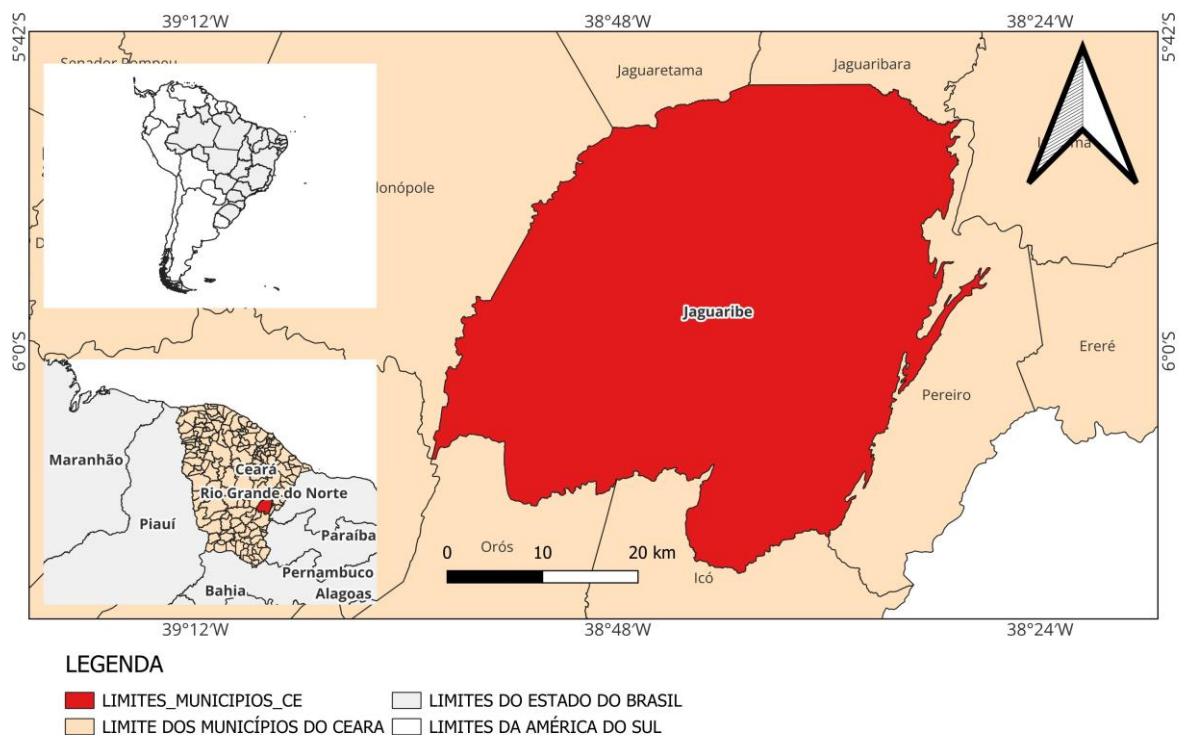
Os indicadores elaborados pelo SNIS são agrupados de maneira análoga às informações disponíveis, como o propósito de destacar aspectos essenciais relacionados à oferta, demanda, receitas e custos dos serviços, exigindo uma revisão e adaptação contínua de acordo com as necessidades mutáveis (Pimentel; Cella, 2023). Indicadores não apenas servem para evidenciar a qualidade dos serviços oferecidos pelas operadoras, mas também se revelam instrumentos robustos para aprimorar o planejamento e a gestão desses serviços (Resera *et al.* (2017).

## 4 METODOLOGIA

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Jaguaribe, localizado na região do Litoral Leste do Estado do Ceará, está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, em que o relevo tem formas suaves devido ao pequeno dissecamento com altitude que oscilam próximas dos 200m, com sua população estimada no ano de 2022 em 33.726 habitantes. Possui uma área territorial de 1.877,062 Km<sup>2</sup>, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A Figura 4 mostra a localização do município em estudo.

**Figura 4** – Localização da área de estudo, Jaguaribe, no estado do Ceará.



Fonte: IBGE, 2021.

O abastecimento e tratamento de água é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE, que teve sua origem em 05 de dezembro de 1966, estabelecido por meio da Lei Municipal nº 67/66, após a celebração de um convênio com a FSESP, atualmente conhecida como Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, órgão vinculado ao Ministério da Saúde. A

FUNASA desempenhou um papel fundamental no controle técnico e administrativo do sistema de abastecimento de água da cidade até que a administração da Autarquia fosse novamente assumida pela Prefeitura Municipal, em 31 de março de 1999 (SAAE Jaguaribe, 2023).

O suprimento de água é obtido a partir do manancial do Rio Jaguaribe, posicionado no segmento que corta a rodovia BR 226 (Figura 5), localizado na sub-bacia do Médio Jaguaribe. A captação é equipada com um sistema de gradeamento externo e um crivo na válvula de sucção do motor bomba para evitar a entrada de materiais sólidos de grande porte. Este rio desempenha um papel central no abastecimento, sendo o principal curso d'água da região, com uma área de drenagem de 10.335 km<sup>2</sup> e uma extensão de 171 km (Ceará 2009 *apud* Da Silva 2018). Atualmente a captação fornece uma vazão de 63,89 L/s (230 m<sup>3</sup>/h) (Barros, 2021).

**Figura 5** - Base de captação do SAAE Jaguaribe.



Fonte: Adaptado do SAAE (2023).

Segundo Silva (2018), o abastecimento de água do município de Jaguaribe está distribuído em doze setores, são eles:

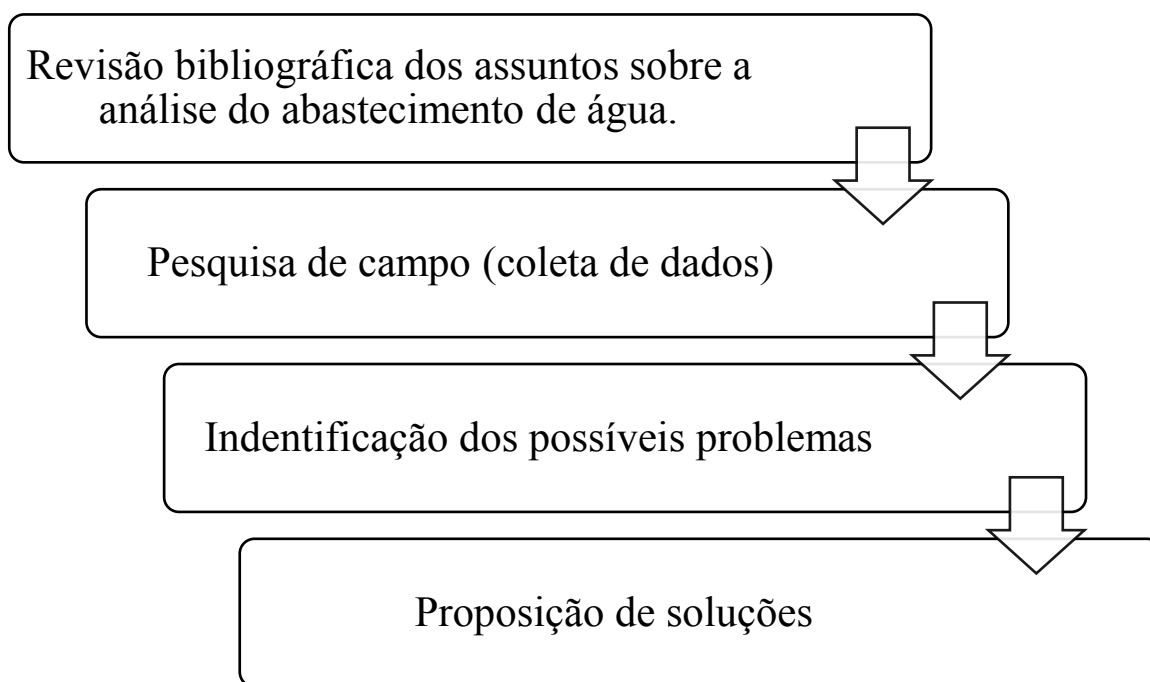
- Setor 01 – Bairros Nova Brasília, Vila Pinheiro e Acrízio Barreira;
- Setor 02 – Bairros João Paulo II, José Pessoa Filho e José Pinheiro da Silva;
- Setores 03, 04 e 06 – Bairro Centro;
- Setor 05 – Bairros Centro e Aldeota;
- Setor 07 – Bairros Aloísio Diógenes e Edmar Barreira;
- Setor 08 – Bairros Celso Barreira Filho, Manoel Costa Moraes e Expedito Diógenes;

- Setor 09 – Prédios públicos;
- Setor 10 – Distrito de Mapuá;
- Setor 11 – Distrito de Feiticeiro;
- Setor 12 – Distrito de Nova Floresta.

#### 4.2 ETAPAS DA METODOLOGIA

Foi elaborado um fluxograma que descreve cada uma das etapas, com vistas a obtenção dos dados, identificação dos problemas e propostas de soluções no tocantes ao sistema de abastecimento de água de Jaguaribe (Figura 6).

**Figura 6** - Fluxograma com etapas metodológicas utilizadas.



Fonte: Autor (2023).

Neste sentido, vale salientar que este estudo contemplou todos os setores supracitados, os quais somam um número de 6.736 ligações ativas (Barros, 2021).



#### 4.3 INDICADORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A coleta de dados foi realizada concomitantemente ao estágio, com a cooperação do supervisor de estágio, que forneceu documentos essenciais para a pesquisa. Além disso, foram efetuadas visitas ao órgão responsável pela distribuição de água na localidade, o Serviço Autônomo de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE), a fim de obter informações adicionais.

A análise foi realizada no período entre junho e agosto de 2023, e buscou-se coletar informações relacionadas ao volume de água produzido, ao volume de água consumido, ao volume faturado, ao número de beneficiários do serviço, e a extensão de rede de distribuição.

Para a geração dos resultados desta pesquisa, foram utilizadas as seguintes equações do SNIS:

- Índice de perdas na distribuição (%)

$$\text{Índice de perdas na distribuição} = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$$

Onde:

AG006: Volume da água produzido (m³)

AG010: Volume de água consumido (m³)

AG018: Volume de água tratada importada (m³)

AG024: Volume de serviço (m³)

- Extensão da rede por ligação (m)

$$\text{Extensão total da rede} = \frac{AG005}{4G021} \times 1.000$$

Onde:

AG005: Extensão da rede de água (m)

AG021: Quantidade de ligações totais de água

- Índice de atendimento urbano de água (%)

$$\text{Índice de atendimento urbano de água} = \frac{AG026}{GE06a} \times 100$$

Onde:

AG026: População urbana atendida com abastecimento de água

GE06a: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água

- Consumo médio percapita de água (l/hab.dia)

$$\text{consumo médio percapita de água} = \frac{AG010 - AG019}{AG001} \times \frac{1.000.000}{365}$$

Onde:

AG001: População total atendida com abastecimento de água

AG010: Volume de água consumido (m³)

AG019: Volume de água tratada exportado

Para a melhor visualização dos resultados extraídos do SNIS, durante os anos de 2017 a 2021, estes foram organizados em formas de gráficos com o intuito de realizar o diagnóstico de desempenho do sistema de abastecimento de água.

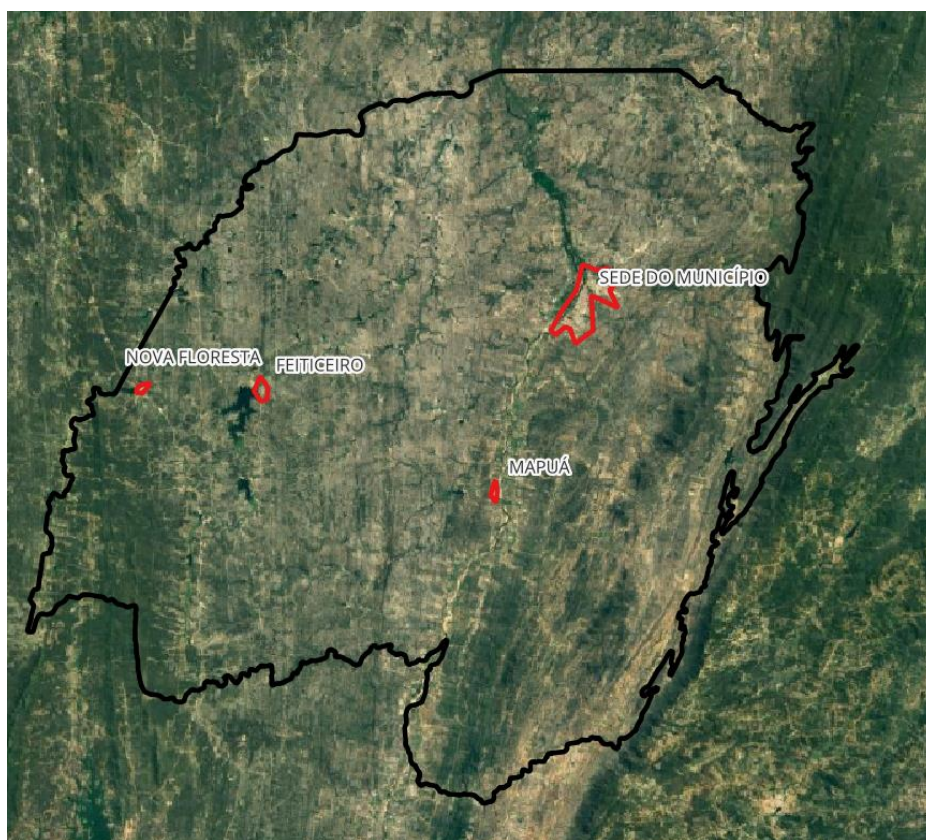
As informações do SNIS foram comparadas com as informações obtidas em campo e pesquisas referentes ao tema do trabalho.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. LEVANTAMENTO DA ESTRUTURA EXISTENTE

O mapeamento da sede e dos distritos do município (Figura 7) é algo significativo para entender a localização onde todos se encontram. O distrito de Mapuá é localizado nas margens do rio Jaguaribe com sua captação na calha do rio, assim não havendo problemas com sistema de abastecimento. O distrito de Feiticeiro é abastecido pelo açude Joaquim Távora construído em 1934, com a capacidade de acumular 26,772 milhões de metros cúbicos (Mendes, 2021). O distrito de Nova Floresta vem sendo atendido pelo sistema Orós/Feiticeiro através da barragem Pedra Branca. Todas essas captações são feitas pelo SAAE.

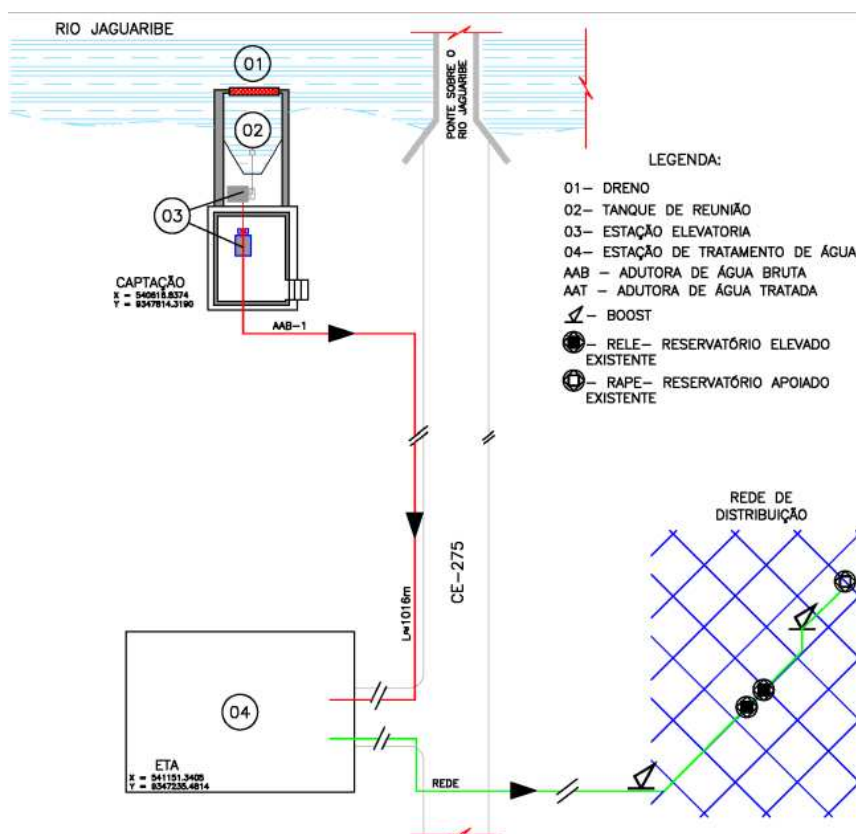
**Figura 7** - Mapeamento da área urbana e distrito do município.



Fonte: Autor (2023).

Quanto ao sistema de abastecimento na sede do município, encontra-se descrito de forma mais detalhada abaixo. A Figura 8 mostra a representação esquemática do SAA.

**Figura 8** - Layout do SAA da sede do município de Jaguaribe.



Fonte: Adaptado de Barros (2023).

O processo de captação da água é realizado a partir de tanque de reunião e estação elevatória. Posteriormente, a água captada será destinada para a ETA através da adutora de água bruta. Na ETA a água bruta passará pelo processo de floculação, decantação e filtração e desinfecção, caracterizando-se como uma estação de tratamento de água convencional.

A estação elevatória de água bruta possui duas bombas centrífugas. Os equipamentos apresentam problemas de instalações elétricas, precisando de reparos e manutenções corretivas e não possuem bombas reservas, pois cada bomba funciona em níveis diferentes para diferentes estações do ano (Barros, 2021).

A Estação de Tratamento de Água - ETA (Figura 9) localizada na Rua 12 de Agosto, bairro Nova Brasília, próximo a BR 226, possui tratamento através de dois decantadores de 300m³ (Figura 10), os flocos sedimentam devido ao próprio peso e ficam retidos com o auxílio das placas antenadas. Anterior à decantação, há dois floculadores (Figura 11) de 370m³, em que

a água passa a uma baixa velocidade de forma que os flocos se tornem maiores. Após o processo de decantação, a água passa por quatro filtros de fluxo ascendente de 22m<sup>3</sup> por filtro (Figura 12) que retem as partículas que não foram eliminadas durante a decantação e alguns micro-organismos. A tubulação de entrada é de 250mm e a tubulação de saída do reservatório para rede de distribuição de 150mm. Há uma calha parshall (Figura 13), na chegada da estação para mistura dos coagulantes, mas está sem a régua para a medição da vazão de água. A ETA conta com um reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup> para a limpeza dos filtros, além da casa de química (Figura 14), laboratório e escritório (Barros, 2021).

**Figura 9** - Estação de Tratamento de Água do SAAE Jaguaribe.



Fonte: Adaptado do SAAE (2023).

**Figura 10** - Um dos dois decantadores existentes.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 11** - Tanque de floculação.



Fonte: Autor (2023).



**Figura 12** - Um dos quatros filtros existentes na ETA.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 13** - Calha Parshall.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 14 - Fluoretação.**



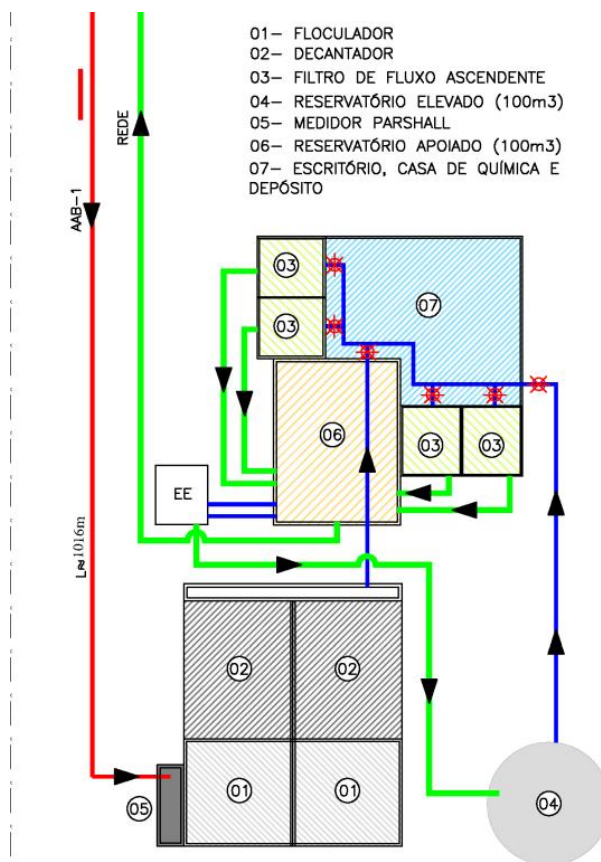
Fonte: Autor (2023).

Segundo Silva (2018), antes de passar para o processo de fluoretação, a água submetida ao processo de filtração ainda pode conter micro-organismos patógenos, o que torna essencial a etapa de cloração para a eliminação destes microrganismos. No caso específico do SAAE, a instituição produz seu próprio hipoclorito de sódio utilizando o sistema gerador de cloro Hidrogeron modelo HG PLUS 36.

Segundo Barros (2021), o sistema da ETA não possui nenhum tipo de medidor, assim não é possível verificar a vazão do sistema. O layout da ETA é mostrado conforme a Figura 12.



**Figura 15** - Layout esquemático da ETA do SAAE da sede urbana de Jaguaribe.



Fonte: Adaptado de Barros (2023).

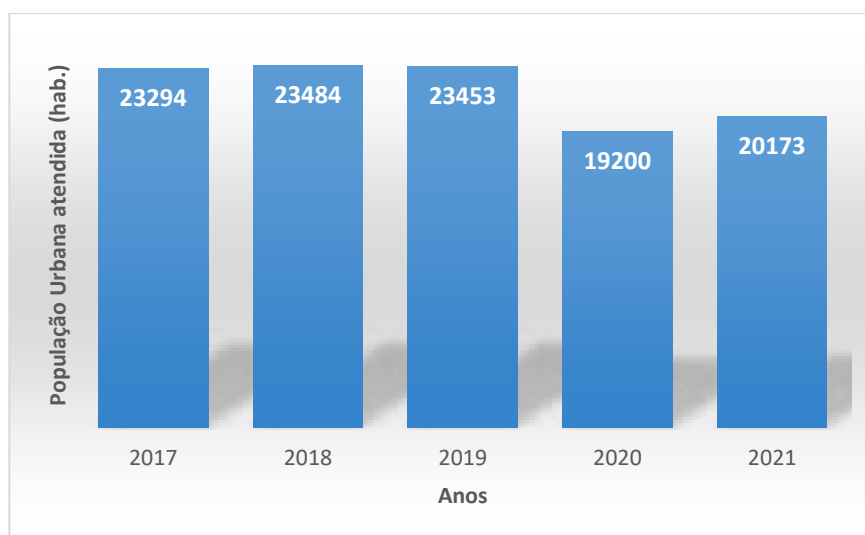
A estrutura presente na ETA faz com que a água captada do manancial passe por todos os processos de tratamento, possibilitando água de qualidade na distribuição. O tratamento da água envolve uma gama diversificada de processos e operações unitárias, todos eles desempenhando um papel crucial na conformidade da água bruta aos padrões de potabilidade (Ministério da Saúde, 2006)

## 5.2. AVALIAÇÃO DE INDICADORES

Os indicadores são utilizados para avaliar a eficiência, qualidade e desempenho do sistema de fornecimento de água em uma determinada área ou região.

O abastecimento na área urbana é importante para a qualidade de vida e desenvolvimento de diferentes atividades. O Gráfico 1 mostra a população urbana do município de Jaguaribe-CE atendida pelo sistema de abastecimento entre os anos de 2017 e 2021 segundo o SNIS.

**Gráfico 1** - População urbana atendida pelo sistema de abastecimento de água.



Fonte: SNIS, 2023.

Em toda cidade há o abastecimento de água contínuo, garantindo o fornecimento de água potável para atender às demandas diárias dos moradores, sustentando o crescimento econômico e a operação eficiente das áreas urbanas.

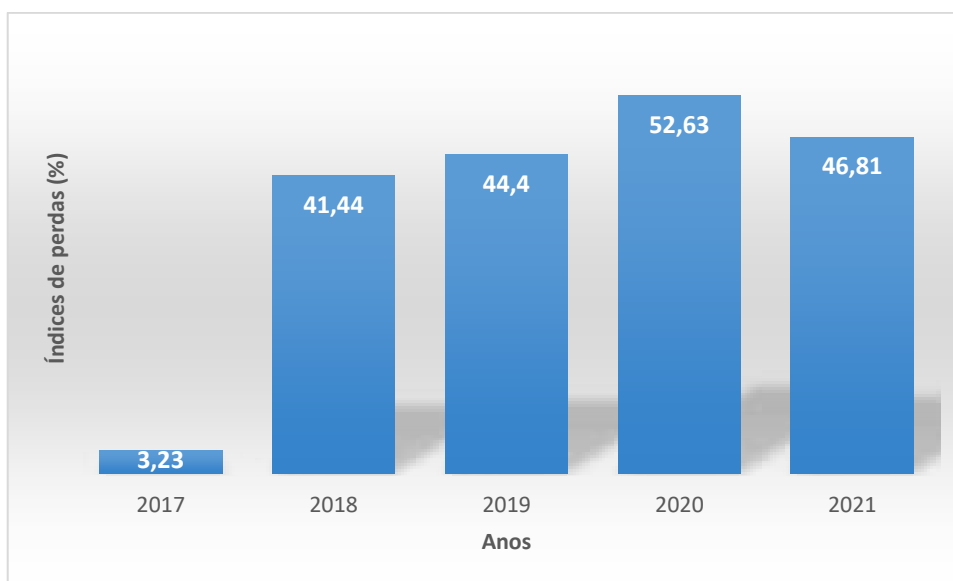
Entre os anos de 2019 e 2020 teve uma diminuição da população urbana atendida pelo sistema de abastecimento. Essa redução pode estar relacionada a uma correção do dado informado previamente pela companhia ou à população que deixou de ser abastecida pelo sistema (deixou de residir no município) ou está sendo abastecida por outro sistema de abastecimento em outra cidade.

As perdas de água no sistema de abastecimento de água são definidas como a discrepância entre a quantidade de água produzida e a quantidade medida nos pontos de consumo. Essas perdas podem manifestar-se em diversas fases de um sistema de abastecimento

de água, desde o processo de captação até a entrega final ao ponto de consumo (Kusterko et all, 2017).

Desse modo, o índice de perdas é outro indicador que mede as perdas de água no sistema de abastecimento, medindo a quantidade de água perdida no processo de transporte e distribuição da água potável, desde a sua produção até o consumidor final. O Gráfico 2 mostra o índice de perdas na distribuição no município.

**Gráfico 2** - Índice de perdas na distribuição de água no município.

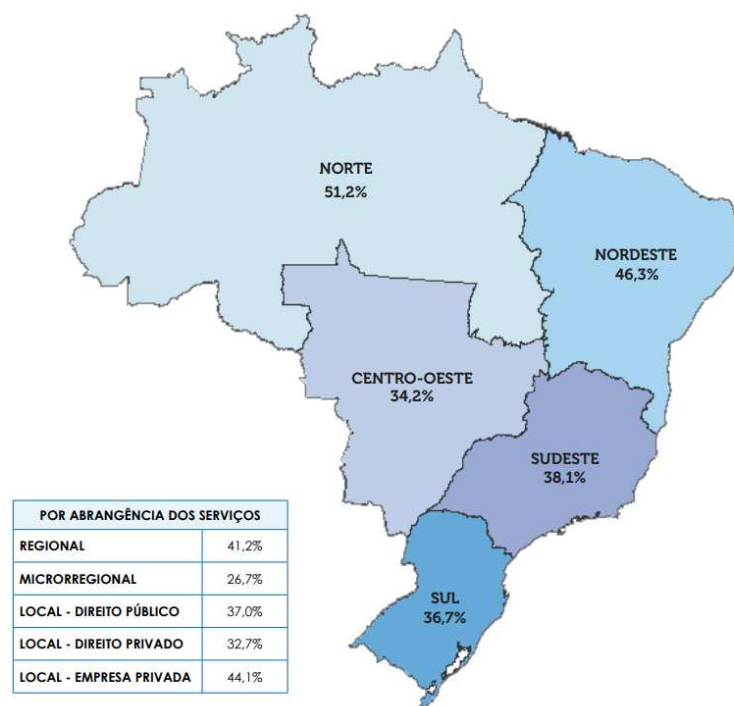


Fonte: SNIS, 2023.

O ano de 2020, a nível nacional, aponta um índice perdas na distribuição de água foi de 40,1%, representando um crescimento contínuo após período de estabilidade entre 2012 e 2015 (37,0%) significando que a cada 100 litros disponibilizados, 59,9 são utilizados pelos consumidores.

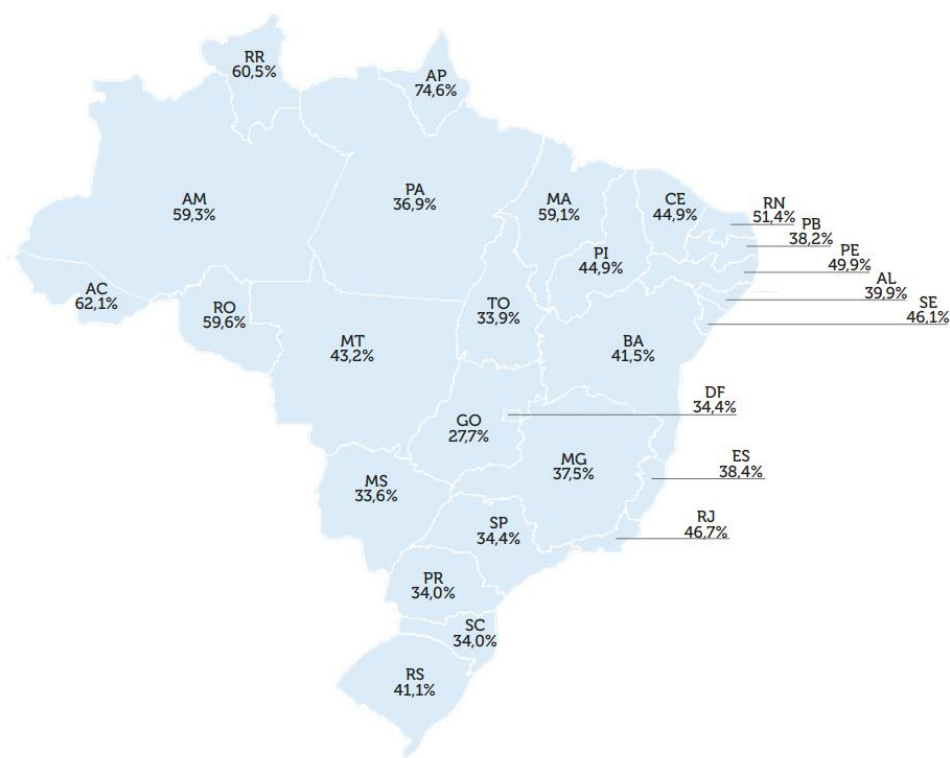
Com destaque relevante, é notório que o coeficiente de perdas na distribuição no âmbito municipal para o ano de 2020, registrado em 52,63%, supera o índice de perdas correspondente ao estado do Ceará, que registrou 44,9%, conforme as Figura 16 e 17. Além disso, é importante frisar que este valor excede também o índice de perdas observado na região Nordeste.

**Figura 16** - Índice de perdas na distribuição no ano de 2020 por macrorregião.



Fonte: Brasil, 2023.

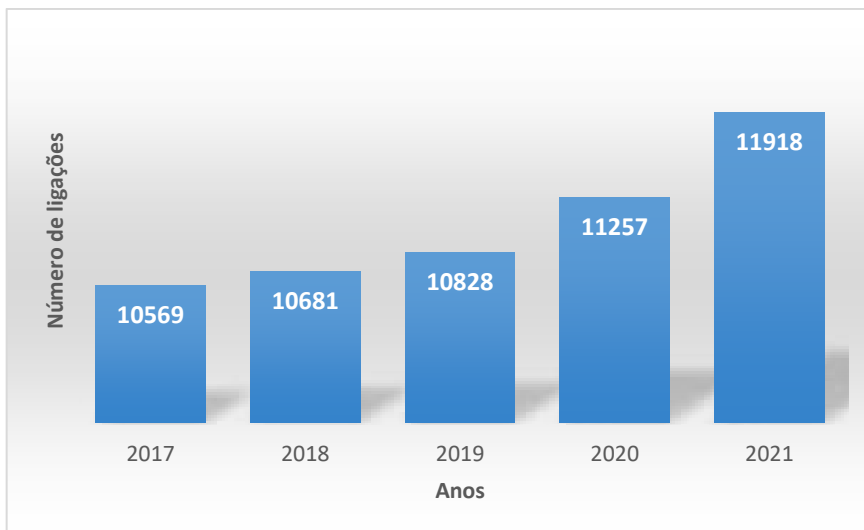
**Figura 17** - Índice de perdas na distribuição no ano de 2020 por estados.



Fonte: Brasil, 2023.

A quantidade de ligações ativas na rede de distribuição foi um dos dados coletados a partir do SNIS, como mostra o Gráfico 3.

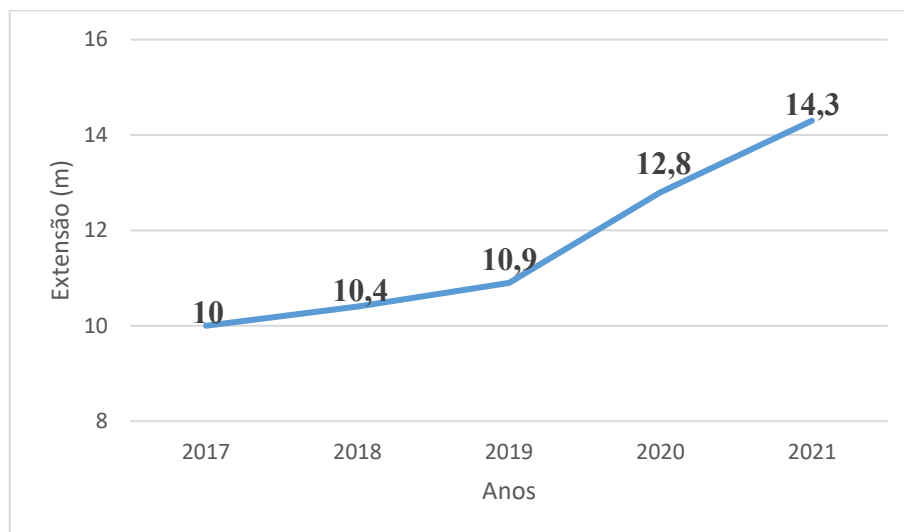
**Gráfico 3** - Quantidade de ligações ativas de água do município.



Fonte: SNIS, 2023.

Os resultados adquiridos junto ao SAAE, mostram atualmente o sistema conta com 12033 ligações ativas, todas com hidrômetros, indicando aumento do número de ligações no decorrer dos anos. Os dados apresentados no gráfico também mostram esse comportamento de crescimento, corroborando com as informações fornecidas pela agência de abastecimento de água regional.

Quanto à extensão total da rede de distribuição, retirada no SNIS nos últimos cinco anos, os dados encontram-se apresentados no Gráfico 4.

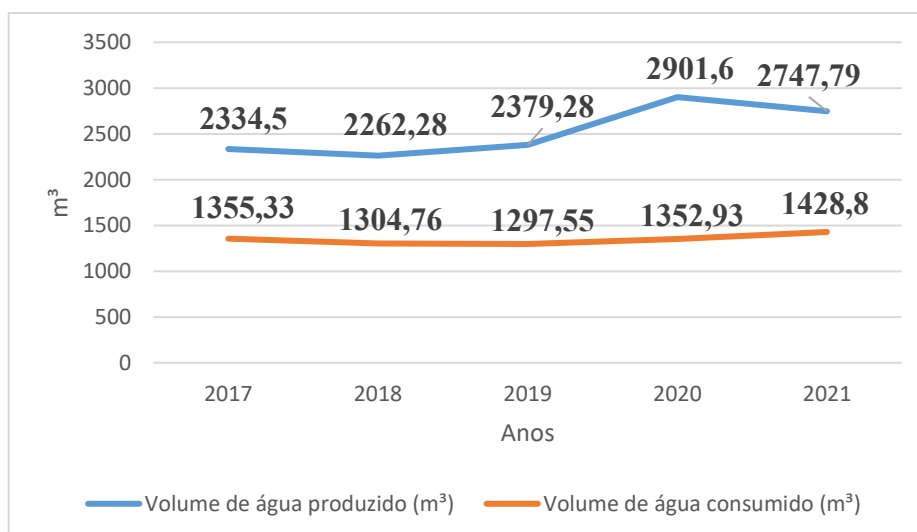
**Gráfico 4 - Extensão da rede de água por ligação.**

Fonte: SNIS, 2023.

Pode-se perceber que houve um aumento na extensão da rede no decorrer dos anos, esse aumento está de acordo com o aumento de ligações ativas, indicando uma expansão da rede.

Em nível nacional, a extensão da rede de água por ligação tem em média 11,7 m/lig., e a nível da macrorregião Nordeste com 9,3 m/lig. A maior extensão da rede ocorreu na macrorregião Sul (16,7 m/lig.), e a menor, do Nordeste, com 9,3 m/lig. (Brasil, 2021).

No Gráfico 5 mostra o volume produzido e consumido durante os respectivos anos (2017 a 2021) podendo identificar os possíveis desperdícios, ineficiências na distribuição e problemas na infraestrutura de abastecimento.

**Gráfico 5 - Volume Produzido e Consumido por ano.**

Fonte: SNIS, 2023.

Analisando os dados, pode-se perceber que o volume produzido excede significativamente o volume de água efetivamente consumido. Essa diferença pode ser ocasionada por duas principais razões. Em primeiro lugar, perdas hídricas, sejam elas físicas, como vazamentos na infraestrutura de distribuição, ou aparentes relacionadas a erros de registro de medição, como hidrômetros imprecisos ou descalibrados, que podem distorcer a contabilização precisa do consumo de água. Em segundo lugar, há ainda a possibilidade de superestimativa do volume de água produzido, já que não há macromedidores instalados. Essas discrepâncias na relação entre produção e consumo de água constituem um importante ponto de atenção e análise no contexto do estudo.

No Gráfico 6, é possível observar o consumo per capita de água (l/hab.dia) para os cinco últimos anos

**Gráfico 6 - Consumo Per Capita Médio no município (l/hab.dia).**



Fonte: SNIS, 2023.

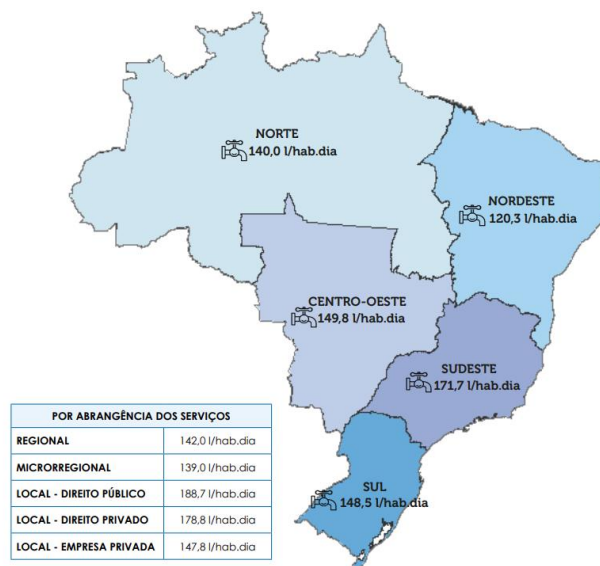
Em 2022, em dados nacional, cada brasileiro consumiu 152,1 l/hab.dia, representando uma redução de 1,2% em relação ao ano de 2019 (153,9 l/hab.dia), na região Nordeste foram 120,3 l/hab.dia (Figura 18) e no estado do Ceará 136,5 l/hab.dia (Figura 19) (Brasil, 2020).

Nota-se que o valor do consumo per capita no município foi inferior à média estadual e nacional em 2020.

Segundo Coliselli (2017), o vasto território brasileiro, composto de 5.570 municípios distribuídos em uma extensão de 8.516.000 km², é imperativo que os municípios que enfrentam previsões de crescimento populacional e restrições na disponibilidade hídrica adotem ações

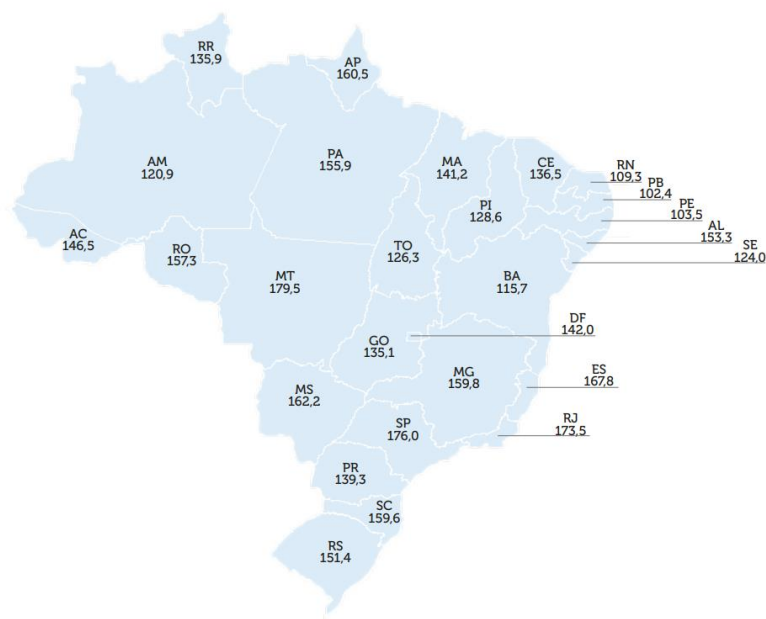
estratégias para reverter a tendência ascendente no consumo per capita. Isso torna essencial para assegurar o uso sustentável dos recursos hídricos em um contexto de desafios crescentes relacionados à demanda por água e no desenvolvimento humano.

**Figura 18** - Consumo médio Per Capita por macrorregião geográfica em 2020.



Fonte: Brasil, 2023.

**Figura 19** - Consumo médio Per Capita por estado em 2020 (l/hab.dia).



Fonte: Brasil, 2023.



### 5.3. LEVANTAMENTO DE PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM ANDAMENTO

A rede de distribuição de água é formada por alguns trechos de cimento amianto. Segundo o Instituto Nacional de Câncer – INCA (2022), o mineral é amplamente reconhecido como carcinogênico para os seres humanos, e não foram estabelecidos níveis seguros de exposição às suas fibras. Dada a extensiva utilização no Brasil, a investigação do histórico de exposição considere não apenas situações de trabalho direto em atividades industriais típicas, geralmente com exposições de longa duração, mas também situações de contato indireto, como serviços de apoio, manutenção e limpeza, que embora de curta duração, podem envolver altas concentrações de poeira. Além disso, é importante avaliar as exposições não ocupacionais, sejam elas indiretas ou ambientais.

De acordo com o estudo conduzido no município de Princesa Isabel, localizado na Paraíba, revela-se que essa situação é atípica quando comparada à realidade da maioria dos municípios brasileiros (Santos; Domingos; Firmino, 2016 *apud* Da Silva, 2018). Atualmente com a implementação da ampliação do sistema de abastecimento de água na sede do município, está sendo feito a substituição das tubulações de cimento amianto por tubulações de PVC (Figura 20).

**Figura 20** - Troca de tubulação para ampliação do sistema de abastecimento.



Fonte: Autor (2023).

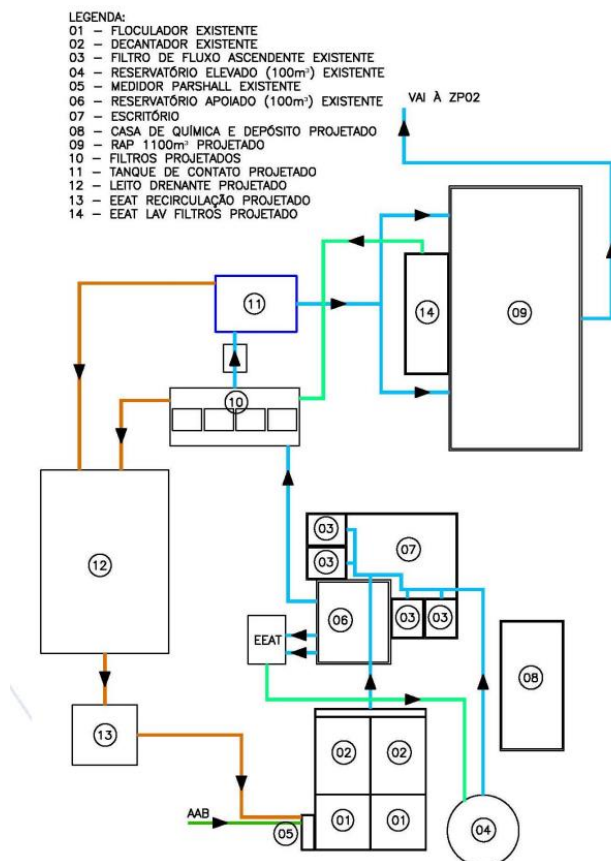
Segundo Barros (2021), A ETA também passará por uma ampliação. São elas:

- Reforma de calha Pashall existente;
- Reforma da estrutura de concreto do Floculador existente, com trocadas colunas de floculação;
- Reforma do decantador existente para garantir uma maior eficiência do sistema;

- Ampliação do sistema de filtração, com a construção de 4 unidades de filtros com vazão total de 91l/s.;
- Implantação de sistema de contato após a nova filtração;
- Filtros existentes não sofrerá modificação;
- Casa de química existente atende a demanda de projeto, logo essa unidade não sofrerá modificação;
- Implantação de reservatório apoiado de 1100m<sup>3</sup>;
- Execução de estação elevatória para lavagem dos filtros projetados;
- Construção de sistema de coleta e recirculação das águas de lavagens dos filtros existentes e projetados;
- Interligações entre todas as unidades projetadas e existentes, bem como a interligação do novo reservatório da ETA ao sistema de distribuição.

O layout esquemático da ampliação da ETA está apresentado a seguir (Figura 21).

**Figura 21** - Layout esquemático da ETA na sede do município.



Fonte: Adaptado de Barros (2023).

Em relação à rede de distribuição, é aconselhável realizar um cadastro técnico abrangente da infraestrutura existente, ao mesmo tempo em que se empreendem esforços para identificar e eliminar conexões clandestinas presentes na rede de distribuição. Além disso, é crucial considerar a substituição de cimento amianto, garantindo, assim, a modernização e a segurança do sistema de abastecimento de água (Araújo, 2019).

O distrito de Feiticeiro, localizado no município de Jaguaribe – CE, enfrenta problemas de abastecimento de água, abastecido pelo açude Joaquim Távora construído em 1934, com a capacidade de acumular 26,772 milhões de metros cúbicos. Em 1993, o açude passou por uma crise hídrica, chegando a secar totalmente. No ano de 2006, a água do reservatório era utilizada para pequenas retiradas e para o consumo humano ao longo do seu entorno, para perenização visando o atendimento em 38 quilômetros de leito para a agropecuária. Em 2012 com a chegada do sistema Orós-Feiticeiro no distrito, tendo como objetivo manter o nível mais seguro e atender a demanda da população (Mendes, 2015). Atualmente o sistema que abastece o distrito passa pelo processo de filtração, coagulação, filtração e desinfecção.

A solução para o problema de abastecimento de água está em execução. Está sendo feita uma adutora (Figura 22), que ligará os distritos de Mapuá a Feiticeiro. No distrito de Mapuá (banhado pelo rio Jaguaribe) está sendo feita uma ETA que, pelo processo de adução, abastecerá o distrito de Feiticeiro.

**Figura 22** - Adutora em fase de execução.



Fonte: Autor (2023).

No setor 08, na sede, o abastecimento de água enfrenta desafios significativos devido à topografia elevada na região e a ausência de macromedidores no sistema, o que resulta na falta de contabilização e monitoramento das perdas reais e aparentes no sistema de distribuição.

No período do estágio foi acompanhada a construção do reservatório elevado no setor 08, especificamente no bairro Expedito Diógenes, que atenderá o referido bairro (Figura 23).

**Figura 23** - Reservatório elevado para o atendimento ao bairro Expedito Diógenes.



Fonte: Autor (2023).

Outro problema relacionado é a impossibilidade de interromper o abastecimento de um setor devido à ausência dos registros de manobras.

De acordo com a NBR 12218/94, a operação do setor de manobra desempenha um papel crítico na garantia do fornecimento de água de acordo com as vazões planejadas e dentro dos parâmetros de pressão estipulados para o restante da rede, abrangendo a extensão da rede (7000 a 3500 m); número de economias (600 a 3000); área (4000 a 200000 m<sup>2</sup>), devendo ser feito pelo menor número de válvulas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de abastecimento de água no município possui sua própria estação de tratamento de água, com o abastecimento contínuo em toda sede urbana. O consumo de água per capita, com sua média inferior à média nacional, regional e estadual, é considerado um ponto positivo na racionalização e consumo consciente de água.

Verificou-se, como ponto negativo que o SAAE não possui macromedição na captação, na distribuição realizada na ETA e nos setores, onde a medição é feita sem precisão, sendo apenas estimado o volume sem a devida exatidão necessária para o acompanhamento. Assim, a ocorrência de perdas elevadas é devido à falta da macromedição indicando a deficiência no sistema. Essas perdas contribuem para o desperdício dos recursos públicos e para o agravamento da escassez hídrica.

A obra que está em execução da expansão do abastecimento de água é algo importante para suprir a necessidade do município, exclusivamente a do setor 08, pois é um bairro localizado na topografia mais alta do município e o reservatório que se encontra no bairro não abastece a localidade.

Outro ponto importante é a adução que está sendo construída entre os distritos de Feiticeiro e Mapuá. É de suma importância esse sistema que está em execução, pois trará benefícios, o abastecimento contínuo, ao distrito de Feiticeiro e assim abastecendo toda a área territorial do município.

### 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Verificar se o sistema que está sendo implantado na cidade abastecerá todo o município e quais suas falhas.
- Analisar se todo o sistema está atendendo todas as condições de acordo com a NBR 12218/94.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). **Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais**. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos; Consórcio Engecorps/Projetec/Geoambiente/Riverside Technology. Brasília: ANA, SPR, 2006. 80 p.

ARAÚJO, Maria Luisa. **PROPOSTA DO DIAGNÓSTICO/PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CEARÁ-MIRIM - RN**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, [S. l.], 2019.

**Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Agência Nacional de Águas. Engecorps/Cobrape. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010b. 72 p.

BARBISAN, A. O. et al. **Impactos ambientais causados pela construção civil**, 2012. Unoesc & Ciência - ACSA, 2(2), 173-180.

BARROS, Claudio J. Q. **PROJETO DE AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE AGUA DA SEDE DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE-CE**. Volume 1 – Projeto Básico – Memorial descritivo, Dimensionamento e Especificações Técnicas, 2021.

BARROS, Raphael T. de V. et al. Saneamento. Belo horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios)

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Diretrizes nacionais para o Saneamento Básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. Brasília, DF, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm). Acesso em: 29 ago. 2023.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Médio Jaguaribe**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009. 102 p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 6)

COLISELLI, Augusto. **ANÁLISE DO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, [S. l.], 2017.

IBGE. Censo Demográfico de 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/> . Acesso em: 04 set. 2023.

DA SILVA, Maria Milena Fernandes. **Avaliação do Sistema de Abastecimento de água do Perímetro Urbano do Município de Jaguaribe-CE**. 2018. 51f. Trabalho de Conclusão de

Curso (Pós-Graduação Lato Sensu de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos) - UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA, 2018.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos; LIBÂNIO, Marcelo; COSTA, Veber Afonso Figueiredo. Avaliação de indicadores aplicados a sistemas de abastecimento de água de pequeno porte. **Recebido: 18/09/2017 – Aceito: 17/09/2018**, [s. l.], 2019.

HELLER, Léo. Concepção de instalações para o abastecimento de água. In: HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2006. p. 65-106. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=XFnnhzqetCoC&oi=fnd&pg=PA29&dq=como+funciona+o+sistema+de+abastecimento+&ots=Hx2tv894kl&sig=5eLtYD5-wgt2#v=onepage&q=como%20funciona%20o%20sistema%20de%20abastecimento&f=false>. Acesso em: 29 ago. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: Dados gerais do município de Jaguaribe-CE**. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/jaguaribe.html>>. Acesso em: 09 set. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Amianto** / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2022.

KUSTERKO, Sheila. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Eng Sanit Ambient**, [S. l.], maio/jun 2018.

LIMA, Rodolfo de Araújo. **Política Pública de Saneamento Básico: Uma análise do orçamento do Governo Federal de 2015 a 2019**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Especialização (Escola Superior do Tribunal de Contas da União, Instituto Serzedello Corrêa) 2020.

MAIA, Antonia Rosimeire Pinheiro Maia. **Análise do Sistema de Abastecimento de Água do Perímetro Urbano de Morada Nova-CE, com Ênfase nas áreas Residencial, Comercial e Industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Geografia). UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, [S. l.], 2020.

MENDES, Iba. **Fotos recentes de Feiticeiro – Ceará (2015)**. Iba Mendes Pesquisa, 2015. Disponível em: <http://www.ibamendes.com/search/label/A%C3%87UDE%20JOAQUIM%20T%C3%81VORA>. Acesso em: 20 set. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. **VIGILÂNCIA E CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO** – 2006.

MORAES, L. C. J. **Abastecimento de água na cidade de Marabá - Pará**. Belém, 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Núcleo de Meio Ambiente – Universidade Federal do Pará, Pará, 2009.

PIMENTEL, Rosiane Grazielle Rodrigues; CELLA, Ricardo Sartori. **INFLUÊNCIA DE INDICADORES DE DESEMPENHO NOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA MUNICIPAL NO CONTEXTO DA AGENDA 2030**. *Revista Tcu*, p. 64-93, 2023.

RASERA, D. et al. Indicadores para regulação do saneamento em áreas de pobreza: estrutura e aplicação em Cubatão-SP, BRASIL. *Ambient. soc.* [online], São Paulo, 2017.

RIBEIRO, Beatriz Bernardes. **Análise da Política de Abastecimento de Água no Brasil Considerando a Influência Territorial e Político-Institucional**. Tese de Doutorado (Administração Pública) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, [S. l.], 2012.

SILVA, Francinaldo de Brito. **O Sistema de Abastecimento D'água da Cidade de Santa Rita-PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, [S. l.], 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2007.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - USP, 2006.