



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

STEFÂNY GOMES DANTAS

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE
DE SOUSA-PB**

PAU DOS FERROS-RN

2025

STEFÂNY GOMES DANTAS

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE
DE SOUSA-PB**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Orientadora: Bárbara Barbosa
Tsuyuguchi, Profa. Dra.

Coorientadora: Agda Maria Castro
Marques, Enga. Civil

PAU DOS FERROS-RN

2025

© 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.

D192c Dantas, Stefâny Gomes.
Caracterização do sistema de abastecimento de
água da cidade de Sousa-PB / Stefâny Gomes Dantas.
- 2025.
65 f. : il.

Orientadora: Bárbara Barbosa Tsuyuguchi.
Coorientadora: Agda Maria Castro Marques.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. Sistema de abastecimento de água. 2.
Indicadores. 3. Infraestrutura. I. Tsuyuguchi,
Bárbara Barbosa, orient. II. Marques, Agda Maria
Castro, 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.

STEFÂNY GOMES DANTAS

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE
DE SOUSA-PB**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Defendida em: 22 / 12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Bárbara Barbosa Tsuyuguchi, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente e Orientadora

Agda Maria Castro Marques, Enga. Civil
Coorientadora

Daniela de Freitas Lima, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Tayron Juliano Souza, Prof. Dr.
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, ao meu avô Manoel Gomes Neto, em memória. Seu exemplo de lealdade e honestidade se tornaram um referencial em minha vida, o seu gosto pela construção civil fez parte da minha escolha de cursar Engenharia Civil. Lembrarei sempre, do seu semblante de alegria ao realizar a matrícula comigo e com certeza é uma das minhas lembranças favorita e mais bonita.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por alcançar essa conquista, pois sem Ele nada disso seria possível e em cada detalhe dessa trajetória eu vejo que Ele foi comigo. Tem tudo a ver com Ele, e sempre será sobre a sua infinita bondade e constante fidelidade.

Como diz em Salmos 126:3, “ Grandes coisas fez o Senhor por nós, e, por isso, estamos alegres.” Esse é o sentimento de gratidão por tanto que Ele fez na minha vida, e toda sua graça sem medida.

Agradeço aos meus pais, por ser suporte, e não medir esforços para ver a realização dos meus sonhos. Sou grata por tanto, pelos sacrifícios diários, pelo se doar incansavelmente, e toda dedicação em prol da minha vida. Eles são a base e o meu alicerce, o incentivo e combustível para alcançar voos mais altos. Essa conquista também é deles, e o que sou hoje faz parte de quem eles são na minha vida.

Agradeço aos meus irmãos, por serem alegria e companhia diária, é uma dádiva dividir a vida com vocês, a caminhada se torna mais leve.

Agradeço aos meus avós e avôs, vocês foram casa disponível para retornar durante esse processo, e foram referenciais de persistência para prosseguir.

Agradeço aos meus tios e tias, pelo apoio e torcida incondicional, por serem presença e cuidado constante e sempre vibrar com as minhas conquistas. Sou grata por cada um e tudo que fazem por mim, vocês fazem parte dessa conquista.

Agradeço aos meus amigos, pela amizade e companherismo nessa trajetória, aqueles que acompanharam cada passo dessa caminhada, obrigada por serem apoio nos momentos difíceis e vibrarem com cada pequeno passo, obrigada por estarem ao meu lado e participarem da minha vida.

Agradeço a minha Orientadora Bárbara Barbosa, em aceitar o convite de me orientar, por todo auxílio e orientação durante esse processo, obrigada por cada ajuda, pela paciência e dedicação constante. Quero agradecer também a minha co-orientadora Agda Marques, por cada contribuição.

Agradeço a Banca Examinadora por estarem presentes nesse momento tão especial, e dedicarem do seu tempo.

RESUMO

O sistema de abastecimento de água tem como principal objetivo assegurar o fornecimento de água potável à população e consiste em um conjunto de equipamentos, obras e serviços direcionados ao suprimento de água tratada para o consumo doméstico, industrial e público. A cidade de Sousa, no estado da Paraíba, tem como manancial de captação o açude de São Gonçalo, sendo a captação, a elevação, a adução, o tratamento e o armazenamento da água em reservatórios de acumulação de responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), enquanto a distribuição aos consumidores e a manutenção das redes de água e de esgotos da cidade, cabe ao DAESA (Departamento de Água e Esgotos de Sousa). Diante disso, este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização do sistema de abastecimento da cidade de Sousa - PB. Para a coleta dos dados, realizou-se a revisão da literatura, com levantamento de informações em documentos oficiais e em sistemas de informações. Os resultados indicam que a cidade de Sousa não enfrenta dificuldades quanto à disponibilidade hídrica, mas apresenta deficiências na infraestrutura em razão da falta de manutenção e investimentos, além de não realizar a cobrança da prestação dos serviços de forma eficaz, o que resulta na ausência de melhorias na gestão. Portanto, é indispensável a caracterização do sistema, a fim de compreender de forma mais ampla sua disposição.

Palavras-chave: sistema de abastecimento de água; indicadores; infraestrutura.

ABSTRACT

The water supply system has the main objective of ensuring the provision of potable water to the population and consists of a set of equipment, infrastructure works, and services aimed at supplying treated water for domestic, industrial, and public consumption. The city of Sousa, located in the state of Paraíba, has the São Gonçalo reservoir as its water source. Water intake, pumping, conveyance, treatment, and storage in accumulation reservoirs are the responsibility of the Water and Sewage Company of Paraíba (CAGEPA), while water distribution to consumers and the maintenance of water and sewage networks in the city are under the responsibility of DAESA (Department of Water and Sewage of Sousa). In this context, this study aims to characterize the water supply system of the city of Sousa, Paraíba. Data collection was carried out through a literature review, including the survey of information from official documents and information systems. The results indicate that the city of Sousa does not face difficulties regarding water availability; however, it presents infrastructure deficiencies due to the lack of maintenance and investments, in addition to ineffective charging for service provision, which results in the absence of improvements in management. Therefore, the characterization of the system is essential in order to achieve a broader understanding of its structure and operation.

Keywords: water supply system; indicators; infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes do Sistema de Abastecimento de Água	18
Figura 2 - Descrição dos indicadores utilizados.....	22
Figura 3 - Indicadores utilizados	23
Figura 4 - Continuação dos indicadores utilizados	23
Figura 5 - Municípios que avançaram em abastecimento de água.....	24
Figura 6 - Índice de atendimento urbano de água	25
Figura 7 - Índice de atendimento total de água	25
Figura 8 - Localização do município de Sousa-PB	26
Figura 9 - Área de atuação do Atlas Águas.....	28
Figura 10 - Fluxograma das atividades desenvolvidas.....	32
Figura 11 - Croqui do sistema de abastecimento de água	35
Figura 12 - Adutoras de Sousa-PB.....	36
Figura 13 - Croqui do sistema de abastecimento de água	37
Figura 14 - Atendimento com rede de abastecimento de água para o País e cada Região	43
Figura 15 - Consumo médio per capita de água para cada Estado.....	49
Figura 16 - Perdas de faturamento de água para cada Estado	53
Figura 17 - Perdas totais de água na distribuição para cada Estado	54
Figura 18 - Macromedição para cada Região.....	56
Figura 19 - Macromedição para cada Estado	57
Figura 20 - Parâmetros de água.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - IN055: Índice de atendimento total de água	39
Gráfico 2 - Comparativo do percentual de atendimento total de água no município de Sousa - PB no ano de 2024	40
Gráfico 3 - IN023: Índice de atendimento urbano de água	41
Gráfico 4 - Comparativo do percentual de atendimento urbano de água no município de Sousa - PB no ano de 2024	42
Gráfico 5 - IN009: Índice de hidrometração	44
Gráfico 6 - AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	45
Gráfico 7 - IN020: Extensão da rede de água por ligação.....	46
Gráfico 8 - AG005: Extensão da rede de água.....	46
Gráfico 9 - Consumo médio per capita de água para cada Região.....	49
Gráfico 10 - IN022: Consumo médio per capita de água.....	50
Gráfico 11 - IN028: Índice de faturamento de água.....	51
Gráfico 12 - Percentual de perdas na distribuição para cada Região	53
Gráfico 13 - IN049: Índice de perdas na distribuição	55
Gráfico 14 - Índice de macromedição	56
Gráfico 15 - IN079: Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual.....	59
Gráfico 16 - IN080: Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos Indicadores	29
Quadro 2 - Informações coletadas do sistema de abastecimento de água de Sousa-PB	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Profa	Professora
Dra	Doutora
Enga	Engenheira
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
DAESA	Departamento de Água e Esgotos de Sousa
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
ARPB	Agência de Regulação do Estado da Paraíba
PIB	Produto Interno Bruto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU	Organização das Nações Unidas
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
ETA	Estação de Tratamento de Água
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos	15
3	REVISÃO TEÓRICA	16
3.1	Importância da água e conceito do sistema de abastecimento de água	16
3.2	Sistema de abastecimento de água e seus componentes	17
3.2.1	Curso de água ou mananciais	18
3.2.2	Captação	18
3.2.3	Estação elevatória	19
3.2.4	Aduutora	19
3.2.5	Estação de Tratamento de Água (ETA).....	20
3.2.6	Reservatório.....	20
3.2.7	Rede de distribuição	20
3.3	Indicadores do serviço de abastecimento	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1	Área de estudo.....	26
4.2	Procedimento metodológico	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1	Descrição do sistema de abastecimento de água	33
5.2	Informações e indicadores sobre o serviço de abastecimento.....	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE I.....	66

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a existência da vida na Terra e para o desenvolvimento humano, sendo reconhecida como um direito, cujo acesso é necessário para o atendimento das necessidades e a própria sobrevivência (Silva; Melo, 2016). Vale destacar que a Organização das Nações Unidas (ONU) reconheceu desde 2010 o acesso à água e ao saneamento como direito humano (ONU, 2010). Dessa forma, torna-se imprescindível a disponibilidade desse recurso em condições adequadas de qualidade e quantidade, de modo a atender aos usos individuais e coletivos.

A lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, que determina a água como bem de domínio público, sendo um recurso natural limitado, devendo assegurar a atual e às futuras gerações a disponibilidade de água necessária e padrões de qualidade adequados conforme os seus respectivos usos (Brasil, 1997). Assim a implementação de um sistema de abastecimento de água (SAA) deve ser eficiente ao suprir a demanda da população e oferecer uma prestação de serviço adequada.

Em relação ao uso da água, a lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabelece em seu Art.1º, inciso III, que: “em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais”. Logo, o sistema de abastecimento deve ser capaz de atender à população também em meio as circunstâncias adversas (Brasil, 2019).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) define o sistema de abastecimento de água potável como o sistema constituído pelas atividades desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição (Brasil, 2020). Sendo assim, os componentes de um sistema, inicia-se no manancial, a partir da captação, passando pelo tratamento, armazenamento e distribuição da água.

Desta maneira, torna-se fundamental que o sistema seja dimensionado para atender às demandas tanto da população atual como da população nos anos seguintes, levando em consideração o crescimento populacional e possíveis variações no consumo da água, com o intuito de não prejudicar a disponibilidade hídrica, proporcionando um sistema de abastecimento de água seguro e equivalente as demandas sociais existentes.

Tsutiya (2006) destaca que a eficiência dos sistemas de abastecimento de água está sujeito a uma gestão adequada, operação contínua e manutenção periódica, onde a ausência desses fatores implicam em perdas, falhas operacionais, e refletem na qualidade do atendimento à população. Assim, a ineficiência do sistema de abastecimento de água, pode

ser relacionada com a falta de gestão e manutenção constante, afetando o desenvolvimento do sistema, e refletindo no atendimento à população.

Por isso, torna-se imprescindível compreender a disposição do sistema, as análises convenientes para o funcionamento adequado, e por fim, o monitoramento periódico a fim de correções e investimentos necessários, prevenindo eventuais danos à rede de distribuição e minimizando os impactos ao público que desfruta desses serviços.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos que se pretende atingir de modo geral e de modo específico:

2.1 Geral

- Caracterizar o Sistema de Abastecimento de Água na cidade de Sousa-PB a partir da análise de dados secundários.

2.2 Específicos

- Identificar os componentes do sistema de abastecimento de água de Sousa;
- Avaliar os problemas na infraestrutura e no serviço de abastecimento de água;
- Avaliar os indicadores do serviço de abastecimento de água

3 REVISÃO TEÓRICA

Nesta seção será abordada a fundamentação teórica para a base desta pesquisa, retratando os principais tópicos do sistema de abastecimento de água e seus componentes, e as informações para a caracterização do sistema de abastecimento de água da cidade de Sousa/PB.

3.1 Importância da água e conceito do sistema de abastecimento de água

A água é um bem comum para a sociedade e indispensável para existência de vida na terra, sendo destinada a suprir as necessidades básicas do indivíduo, a dessedentação animal, as atividades agrícolas e industriais, a geração de energia, as atividades de lazer e saúde. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os usos das águas podem ser classificados em consuntivos quando há retirada e consumo parcial ou total da água, e não consuntivos quando a água não é diretamente consumida (Brasil, 2020).

Além disso, a Brasil (2020) afirma que água é um recurso essencial para vários setores da sociedade brasileira, sendo utilizada principalmente para a irrigação de lavouras, o abastecimento humano (urbano e rural), as atividades industriais, a geração de energia elétrica, a extração mineral, a aquicultura, a navegação, o turismo e o lazer.

De acordo com Ribeiro (2008), a poluição e degradação de corpos d'água e aquíferos vêm crescendo em escala mundial e a falta de acesso a água de qualidade passou a ser visto como problema mundial. Vale salientar que o mau uso ou gestão inadequada desse recurso, implica na disponibilidade hídrica e eficiência no sistema de abastecimento. Por isso, se faz necessário a conservação dos recursos hídricos com o intuito de atender, após tratamento, em quantidade e qualidade a demanda imposta à rede de distribuição.

Segundo Dowbor e Tagnin (2005, p.193):

“Cerca de 77% da superfície do nosso planeta está coberta por água e 97% do total corresponde a água salgada, imprópria para o consumo. Dos 3% correspondentes a água doce, aproximadamente 10,5 milhões de km³, contamos com menos de 0,01% de água doce disponível para todos os seres vivos. Além de ela ter distribuição heterogênea pelo planeta, seu mau uso, principalmente para a agricultura, que se utiliza quase 80%, diversos países enfrentam guerras para ter acesso à água, como é o caso daqueles do Oriente Médio”.

Dessa forma, a água deve ser preservada, evitando-se a poluição de mananciais, que

são as fontes de água doce utilizadas para o consumo humano e para o desenvolvimento de atividades econômicas, bem como o uso excessivo, a fim de proporcionar o acesso universal à água potável para o consumo humano, além de minimizar os problemas existentes.

Segundo Filho (2000, p.17), “sistema de abastecimento d’água é o serviço público constituído de um conjunto de sistemas hidráulico e instalações responsável pelo suprimento de água para atendimento das necessidades da população de uma comunidade”. Diante dessa afirmação, pode-se dizer que a falta de manutenção periódica da infraestrutura e monitoramento no conjunto de instalações responsável pelo suprimento de água, reflete diretamente na baixa eficiência do fornecimento ao atender as necessidades básicas da população.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) define o sistema de abastecimento de água potável como um conjunto de atividades que vão desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição (Brasil, 2020). Dessa maneira, reforça-se a necessidade de um sistema de abastecimento adequado, capaz de atender às diretrizes exigidas, oferecendo serviços com excelência no atendimento à população.

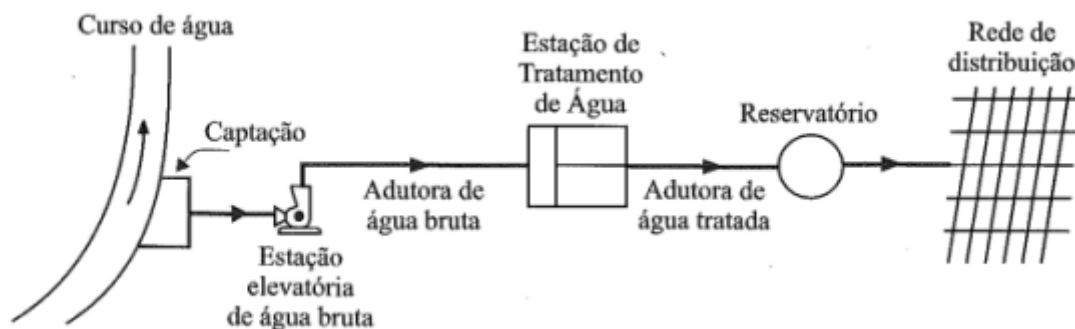
Portanto, a água é um recurso natural indispensável e o principal recurso no desenvolvimento de um sistema de abastecimento.

3.2 Sistema de abastecimento de água e seus componentes

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 888/21, sistema de abastecimento de água para consumo humano é definido como instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição de água potável para populações. Borges (2018), afirma que o sistema de abastecimento consiste em um sistema integrado de obras, equipamentos e serviços destinados ao fornecimento de água potável às comunidades com o intuito atender as demandas de consumo doméstico, industrial e público.

Logo, o sistema de abastecimento de água é constituído de várias partições, nas quais cada uma desempenha um papel específico para garantir um bom funcionamento do sistema. Dessa forma, as etapas pelas quais a água passa, desde a sua coleta até o seu destino final, englobam o manancial, a captação, a adução, o tratamento, o reservatório, as redes de distribuição e os ramais domiciliares. A Figura 1 representa um esquema típico do sistema de abastecimento de água.

Figura 1 - Componentes do Sistema de Abastecimento de Água



Fonte: Tsutiya, (2006).

3.2.1 Curso de água ou mananciais

O Manancial refere-se ao corpo hídrico do qual é captada a água destinada ao abastecimento da população, devendo apresentar vazão suficiente para atender as necessidades da população, como também deve enquadrar-se nos padrões de qualidade considerados aceitáveis pela legislação vigente (Tsutiya, 2006).

O manancial é considerado superficial quando há acúmulo de água na superfície da Terra, como rios e lagos, e como subterrâneo quando se localiza abaixo da superfície, como por exemplo os aquíferos freáticos e profundos (Brasil, 2019).

3.2.2 Captação

Segundo Heller e Pádua (2010), a captação pode ser definida como o conjunto de estruturas e dispositivos destinados à retirada e ao transporte da água do manancial até o local

de destino, podendo assumir diversas formas, em função do tipo de manancial considerado.

A captação de água pode ser realizada de forma superficial, por gravidade ou bombeamento, ou ainda subterrânea, através de poços. Sendo assim, na escolha do manancial deve ser considerado alguns aspectos como sua topografia, distância, localização e vazão (Tsutiya, 2006).

3.2.3 Estação elevatória

Conforme Brasil (2019), as estações elevatórias referem-se ao um conjunto de obras e dispositivos destinados ao transporte e elevação da água, podendo ser utilizadas no sistema de abastecimento em conjunto com as demais unidades operacionais. O sistema de bombeamento de uma estação elevatória é composto por elementos fundamentais; as obras civis como poço de sucção e a casa de bomba; os equipamentos eletromecânicos incluindo motores e bombas; as tubulações de recalque e sucção; e seus respectivos acessórios e conexões.

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 12208:2020 que trata sobre os requisitos para o projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto, traz a definição de estação elevatória de esgoto como “uma instalação com capacidade de transferir o esgoto de um nível mais baixo para um mais elevado”. Essa transferência é feita por meio de bombeamento e é necessária quando o escoamento por gravidade é inviável.

3.2.4 Adutora

A adutora consiste no conjunto de tubulações, peças e conexões responsáveis pela condução da água destinada ao consumo entre as demais unidades que antecedem a rede de distribuição (Brasil, 2019).

Além disso, as adutoras podem ser classificadas quanto à natureza da água transportada e quanto à energia de movimentação. Em relação à natureza, podem ser definidas como adutoras de água bruta, destinadas pelo transporte da água desde a captação até a Estação de Tratamento de Água (ETA), onde receberá o tratamento adequado, ou adutoras de água tratada, cuja função é conduzir a água tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA) até a rede de distribuição (Tsutiya, 2006).

Em relação à energia de movimentação, as adutoras são classificadas em adutora por gravidade, na qual se aproveita o desnível geométrico existente para o transporte da água; e

adutora por recalque, em que a água é transportada por meio de estações elevatórias, sendo recalçada de uma cota inferior para um ponto mais elevado. Pode ainda ocorrer a combinação entre esses dois sistemas mencionados anteriormente, definida como adutora mista, existindo tanto trechos por gravidade como trechos por recalque (Tsutiya, 2006).

3.2.5 Estação de Tratamento de Água (ETA)

De acordo com a NBR 12.216 (ABNT, 1992), a estação de tratamento de água tem por definição um conjunto de unidades e processos designados para manutenção das características da água de forma a se adequar aos padrões de potabilidade exigidos, especificados na Portaria GM/MS nº 888/2021.

3.2.6 Reservatório

Os reservatórios possuem a função de prevenir possíveis interrupções ao sistema de abastecimento. Ainda têm a finalidade de proceder com a regularização das vazões entre as unidades de adução e distribuição, como também efetivar o equilíbrio das pressões atuantes na rede de distribuição (Tsutiya, 2006).

3.2.7 Rede de distribuição

Heller e Pádua (2010) definem a rede de distribuição como um conjunto de tubulações, peças e conexões trabalhando juntas para distribuição de água potável assegurando os requisitos de qualidade e quantidade, assim como de vazão e pressão sugerida. Conforme o porte, a densidade demográfica, a distribuição e a topografia da região fornecida por esse sistema, pode implicar em diferentes concepções simples até a mais complexa.

A rede de distribuição pode ser definida como rede ramificada ou malhada. A rede é dita ramificada quando constituída por uma tubulação principal conectada a tubulações secundárias, de modo que a rede seja abastecida por um único ponto. A rede malhada se subdivide em com ou sem anel (Brasil, 2019). As redes com anel apresentam tubulações de diâmetro superior, denominadas anéis, que rodeiam uma área específica a ser abastecida, além de alimentar as tubulações secundárias, essa configuração contribui para a diminuição das

perdas de cargas devido possibilitar que a alimentação de um determinado ponto ocorra por caminhos distintos, já nas redes sem anel, as tubulações principais e secundárias se comunicam simultaneamente, evitando a formação de extremidades mortas (Brasil, 2019).

3.3 Indicadores do serviço de abastecimento

O Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) foi instituído pelo art. 53 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, sendo posteriormente atualizada pela Lei nº 14.026, em 15 de julho de 2020. Este sistema traz informações e indicadores que tem como objetivo avaliar os serviços de saneamento básico. Os indicadores podem auxiliar no planejamento e gestão, tendo por intuito fornecer para a população dados acessíveis sobre o sistema, como também permitem monitorar o desempenho e eficiência para cada município. Para o abastecimento de água o SINISA traz dados sobre captação, tratamento e distribuição de água (Sinisa, 2024).

O SINISA apresenta a cada ano os índices de atendimento e de cobertura dos serviços de saneamento básico para os municípios. A base de cálculo para esses índices é a população residente divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos Censos, nas Contagens e nas Projeções de população. Quando não é fornecida no Censo ou Contagem, a população urbana residente nos municípios é calculada com base na estimativa anual de população total, realizada pelo IBGE, e na taxa de urbanização do último Censo ou Contagem de população (Sinisa, 2024).

Com o intuito de fornecer informações sobre o sistema de abastecimento para cada município, o SINISA contém o módulo Abastecimento de Água, que faz a coleta acerca da gestão administrativa e financeira de água, atendimento e delegação, receita, cobrança, despesas, investimentos, pessoal, balanço contábil, e sobre a gestão técnica dos serviços de água, que inclui a cobertura e atendimento, aspectos operacionais, infraestruturas e a qualidade da prestação dos serviços (Sinisa, 2024).

Os indicadores podem ser classificados como estruturais e operacionais, de balanço, de qualidade, administrativos e financeiros, e cada um tem sua respectiva fórmula de cálculo, e são encontrados no glossário de indicadores disponibilizados pelo SINISA. (Sinisa, 2024).

Foram encontrados trabalhos que utilizaram alguns desses indicadores, para fins de análise na proposta de comparar os resultados e obter conclusões sobre o tema. O trabalho realizado por Assis Neto (2021), que teve como tema os efeitos da mudança de gestão dos

serviços de água e esgoto em Sousa-PB, desenvolveu de forma narrativa e comparativa, os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA). Esses dados foram levantados em dois períodos, entre 2000 e 2005, período final da administração feita pela CAGEPA, e 2011 a 2015, parte do período da administração do DAESA. A Figura 2, apresenta os indicadores utilizados.

Figura 2 - Descrição dos indicadores utilizados

Indicador	Descrição
FN023	Investimento realizado em abastecimento de água pelo prestador (R\$/ano)
FN024	Investimento realizado em esgotamento sanitário pelo prestador (R\$/ano)
AG021	Quantidade de ligações totais de água (Ligações)
ES009	Quantidade de ligações totais de esgoto ((Ligações)
IN055	Índice de atendimento total de água (%)
IN056	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (%)
POP_TOT	População total (Habitantes)
IN013	Índice de perdas no faturamento (%)
IN049	Índice de perdas na distribuição (%)
AG002	Quantidade de ligações ativas de água (Ligações)
AG011	Volume de água faturado (1000 m³/ano)
ES002	Quantidade de ligações ativas de esgoto (Ligações)
ES007	Volume de esgotos faturado (1000 m³/ano)
IN022	Consumo médio per capita de água (l/hab./dia)
IN005	Tarifa média de água (R\$/m³)
IN006	Tarifa média de esgoto (R\$/m³)

Fonte: Assis Neto, (2021).

Por meio desses dados coletados, Assis Neto (2021) realizou as devidas conclusões. Assim, conclui-se que o período de administração recente apresentou valores altos de investimentos, porém aplicados de forma ineficiente. Além disso, observou a ocorrência de crescimento de perdas na distribuição e acentuadas perdas no faturamento.

De forma semelhante, Oliveira (2021) realizou a análise do sistema de abastecimento de água para o município de Casserenge/PB, por meio do uso de indicadores de desempenho como ferramenta para auxiliar na avaliação do sistema de abastecimento do município e também de outros dois municípios (Caiçara/PB e Tacima/PB para fins de comparação). Esses indicadores foram analisados para o período entre os anos de 2016 e 2019, para cada município, como também foram relacionados com as médias estaduais e nacionais. Os indicadores utilizados pela autora estão dispostos nas Figuras 3 e 4 respectivamente.

Figura 3 - Indicadores utilizados

Categoria	Indicador	Sigla
Econômico-financeiro e administrativos	Índice de produtividade: economias ativas por pessoal próprio	IN002
	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	IN003
	Tarifa Média Praticada	IN005
	Índice de evasão de receitas	IN029
	Índice de suficiência de caixa	IN101
Operacional	Densidade de economias de água por ligação	IN001
	Índice de hidrometração	IN009
	Índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado	IN010
	Índice de macromedicação	IN011
	Índice de perdas faturamento	IN013
	Extensão da rede de água por ligação	IN020

Fonte: Oliveira, (2021).

Figura 4 - Continuação dos indicadores utilizados

Categoria	Indicador	Sigla
Operacional	Consumo médio per capita de água	IN022
	Índice de atendimento urbano de água	IN023
	Volume de água disponibilizado por economia	IN025
	Índice de faturamento de água	IN028
	Participação das economias residenciais de água no total das economias de água	IN043
	Índice de micromedicação relativo ao consumo	IN044
	Índice de perdas na distribuição	IN049
	Índice bruto de perdas lineares	IN050
	Índice de perdas por ligação	IN051
	Índice de consumo de água	IN052
	Consumo médio de água por economia	IN053
	Índice de atendimento total de água	IN055
	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	IN058
Qualidade	Incidência das análises de cloro residual fora do padrão	IN075
	Incidência das análises de turbidez fora do padrão	IN076
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual	IN079
	Índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez	IN080
	Incidência das análises de coliformes totais fora do padrão	IN084
	Índice de conformidade da quantidade de amostras - coliformes totais	IN085

Fonte: Oliveira, (2021).

Wegelin (2022) realizou a análise da evolução do acesso ao abastecimento de água e

esgotamento sanitário de 2011 a 2020 com base nas informações do SINISA, para identificar como se deu a variação desse acesso para cada região e estado do país. Dessa forma, buscou-se também identificar os dez municípios que apresentaram maiores avanços em acesso a abastecimento de água, assim se analisou sobre o percentual da população com acesso ao abastecimento de água por região e estado. Sobre os municípios por estado que mais avançaram em abastecimento de água entre 2011 e 2020 são apresentados na Figura 5, segundo a autora.

Figura 5 - Municípios que avançaram em abastecimento de água

Município	Estado	Aumento do acesso a abastecimento de água de 2011 a 2020 (%)
Riachão do Poço	PB	100,0
Extremoz	RN	96,9
Novo Santo Antônio	MT	94,8
Teresina	PI	92,3
Sobral	CE	91,8
Macaúbas	BA	88,3
Pão de Açúcar	AL	87,6
Porto União	SC	85,5
Squarema	RJ	84,6
Arantina	MG	81,6

Fonte: Wegelin, (2022).

Silva, Diniz e Pereira (2022), realizaram a análise do sistema de abastecimento de água potável do município de São Fernando/RN, e de acordo com dados fornecidos pela CAERN ao SNIS, bem como a partir das fórmulas de cálculo dos índices de atendimento do serviço de abastecimento de água os autores observaram que na zona urbana o serviço tem 100% de abrangência e para o município todo, incluída a zona rural, esse índice cai para 98,29%. Na Figuras 6 e 7 respectivamente, estão representados os valores encontrados pelos autores.

Figura 6 - Índice de atendimento urbano de água

IN023 - Índice de atendimento urbano de água	
Forma de cálculo	Informações envolvidas
$\frac{AG026}{GE06a} \times 100$	AG026: População urbana atendida com abastecimento de água
	G06A: População urbana residente no município com abastecimento de água
Dados de São Fernando	Unidade (Percentual)
$\frac{2421}{2421} \times 100$	100%

Fonte: Silva; Diniz; Pereira (2022).

Figura 7 - Índice de atendimento total de água

IN055 - Índice de atendimento total de água	
Forma de cálculo	Informações envolvidas
$\frac{AG001}{GE12a} \times 100$	AG001: População total atendida com abastecimento de água
	G12A: População total residente no(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE
Dados de São Fernando	Unidade (Percentual)
$\frac{4.523}{5.584} \times 100$	98,29%

Fonte: Silva; Diniz; Pereira (2022).

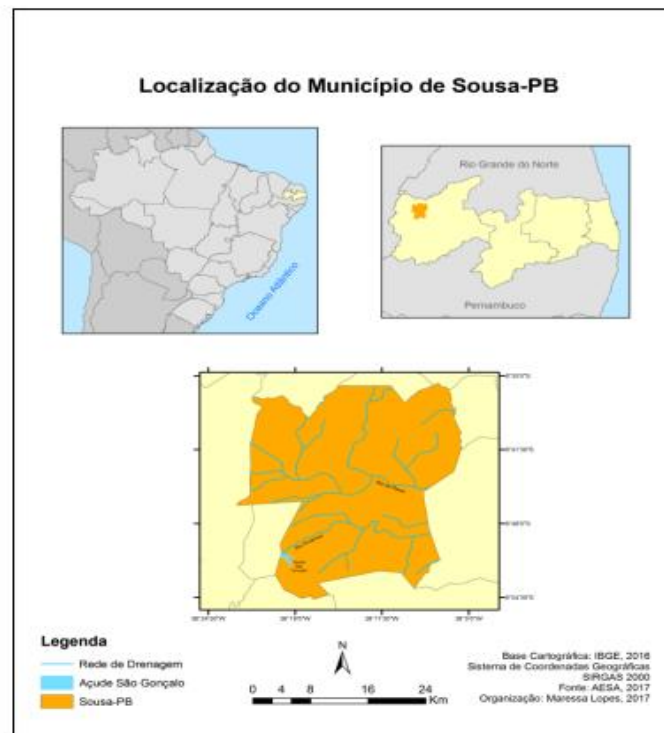
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A cidade de Sousa está localizada no interior do estado da Paraíba (Figura 8). Pertence à mesorregião do Sertão Paraibano, com distância de 438 quilômetros a oeste de João Pessoa, capital estadual e ocupa uma área de 728,492 km². Sua população, informada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), é de 67.259 habitantes, sendo o sexto mais populoso do estado, com um percentual da população urbana de 79%.

Quanto ao trabalho e rendimento, em Sousa-PB, o salário médio mensal dos trabalhadores formais refere-se a 1,7 salários mínimos (IBGE, 2023), com 13.578 pessoas ocupando postos de trabalho formais. Conforme o IBGE (2022), em relação a educação, apresenta uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade referente a 98,86%. O IBGE (2021), ainda afirma que o PIB per capita é de R\$ 18.836,93. Além disso, em 2019, o município apresentava área urbanizada de 15,97 km².

Figura 8 - Localização do município de Sousa-PB



Fonte: Lacerda, (2017).

4.2 Procedimento metodológico

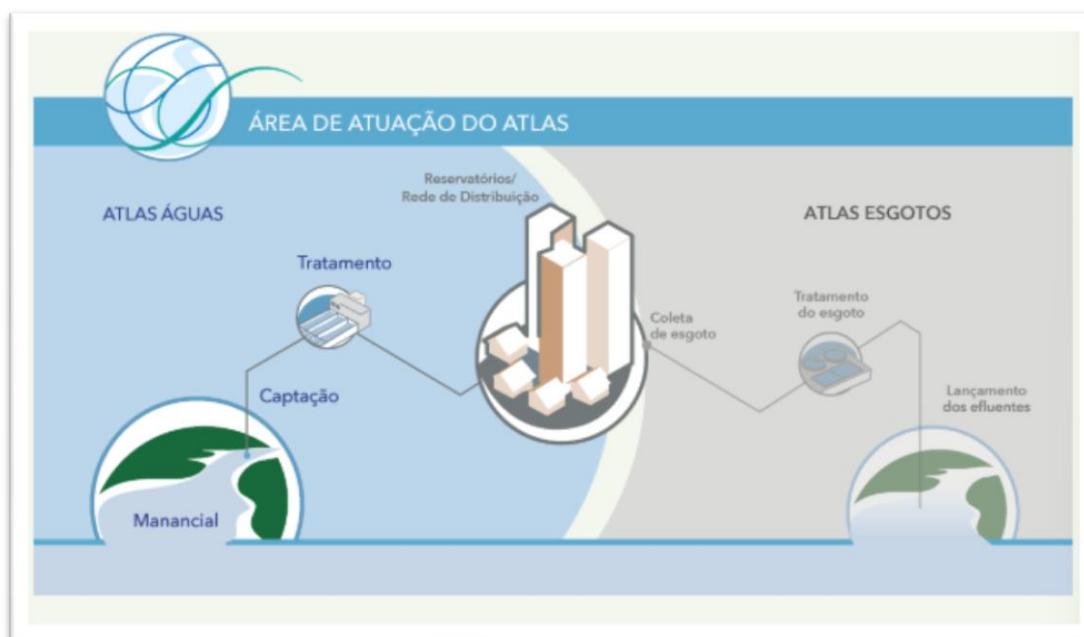
Este trabalho apresentou inicialmente uma pesquisa bibliográfica, para a caracterização do sistema de abastecimento por meio da utilização de fontes bibliográficas já publicadas em outros materiais. Além disso, realizou-se uma análise quantitativa, através dos dados coletados na plataforma de informação do SINISA.

O levantamento bibliográfico foi realizado a partir da literatura, legislações, normas técnicas e documentos oficiais, com o intuito de introduzir o assunto, agregar contribuições acerca do tema e apresentar uma descrição do abastecimento de água na cidade de Sousa-PB. Neste sentido, o Atlas Águas se mostrou uma ferramenta importante.

O Atlas Águas trata da Segurança hídrica no Abastecimento Urbano - Avaliação dos mananciais e sistemas de abastecimento urbano no Brasil e investimentos necessários em produção e distribuição de água. Foi elaborado pela ANA, em parceria com os prestadores de serviço de abastecimento de água e instituições, atualizando o Atlas Brasil de 2010 e ainda incorporando conceitos do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). A evolução do Atlas, incorporou as diretrizes do Novo marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), que confere à ANA a criação de normas de referência para o setor. A Figura 9 descreve a área de atuação do Atlas (Atlas Águas, 2021).

Na avaliação dos mananciais, o Atlas apresenta informações como a eficiência da produção, além de atualizar o mapeamento dos mananciais e dos sistemas de abastecimento, por meio de croquis que ilustram o trajeto da água até as cidades. O Atlas possui sua área de atuação subdividida em Atlas Águas e Atlas Esgotos, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Área de atuação do Atlas Águas



Fonte: Atlas Águas, (2021).

Posteriormente, foi realizado o levantamento de dados e informações em documentos oficiais e por meio do Sistema de Informações sobre Saneamento (SINISA), que traz o histórico de dados do sistema de informações que o antecede, antes denominado SNIS. Este sistema estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e faz a coleta de dados da prestação dos serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, da drenagem e manejo das águas pluviais.

A partir deste sistema, foi possível obter informações, que consistem em dados relacionados à prestação dos serviços de abastecimento de água do município de Sousa-PB, bem como indicadores para avaliar a gestão e infraestrutura do sistema, complementando a análise realizada por Assis Neto (2021), e ilustrando os resultados por meio de gráficos, de modo a facilitar a compreensão. Desta forma, foi possível realizar análises acerca do sistema de abastecimento de água do município de Sousa-PB nos anos de referência.

Para o presente trabalho, foram discutidos os seguintes indicadores operacionais: índice de hidrometração, índice de atendimento urbano de água, índice de atendimento total de água, índice de faturamento de água, índice de perdas na distribuição, extensão da rede de água por ligação, extensão da rede de água, consumo médio percapita de água, e quantidade de ligações ativas micromedidas. Como também os indicadores equivalentes ao módulo de abastecimento de água no SINISA 2025, referente ao ano de 2024, sendo eles: atendimento da

população total com rede de abastecimento de água, atendimento da população urbana com rede de abastecimento, atendimento da população rural com rede de abastecimento, incidência de hidrometração de água, macromedição do volume de água de entrada no sistema de distribuição, consumo total médio per capita de água, perdas totais de água na distribuição.

Também foram analisados os seguintes indicadores de qualidade: índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez, índice de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual.

Os indicadores analisados estão apresentados no Quadro 1, em que é possível observar as equações utilizadas em seu cálculo e sua respectiva unidade, de acordo com o glossário de indicadores do SNIS. Ressalta-se que a coleta do SINISA foi iniciada a partir de 2023, quando houve mudanças a exemplo de nomenclaturas e definições.

Quadro 1 - Descrição dos Indicadores

Indicador	Forma de cálculo	Informações envolvidas	Unidade
IN009 – Índice de hidrometração	$(AG004 / AG002) \times 100$	AG002: Quantidade de ligações ativas de água AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	Percentual
IN020 – Extensão da rede de água por ligação	$(AG005 / AG021) \times 1000$	AG005: Extensão da rede de água AG021: Quantidade de ligações totais de água	m/lig.
IN022 – Consumo médio per capita de água	$((AG010 - AG019) / AG001) \times (1.000.000 / 365)$	AG001: População total atendida com abastecimento de água AG010: Volume de água consumido AG019: Volume de água tratada exportado	l/hab./dia
IN023 – Índice de atendimento urbano de água	$(AG026 / GE06a) \times 100$	AG026: População urbana atendida com abastecimento de água G06A: População urbana residente do(s) municípios com abastecimento de água POP_URB: População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE)	Percentual

(Continuação)

Quadro 1 - Descrição dos Indicadores

IN028 – Índice de faturamento de água	$(AG011) / (AG006 + AG018 - AG024) \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG011: Volume de água faturado AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de Serviço	Percentual
IN049 – Índice de perdas na distribuição	$(AG006 + AG018 - AG010 - AG024) / (AG006 + AG018 - AG024) \times 100$	AG006: Volume de água produzido AG010: Volume de água consumido AG018: Volume de água tratada importado AG024: Volume de serviço	Percentual
IN055 – Índice de atendimento total de água	$(AG001 / GE12a) \times 100$	AG001: População total atendida com abastecimento de água G12A: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE POP_TOT: População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE)	Percentual
IN079 - Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual:	$(QD006 / QD020) \times 100$	QD006: Quantidade de amostras para cloro residual (analisadas) QD020: Quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias)	Percentual
IN080 – Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez	$(QD008 / QD019) \times 100$	QD008: Quantidade de amostras para turbidez (analisadas) QD019: Quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias)	Percentual

(continuação)

(Conclusão)

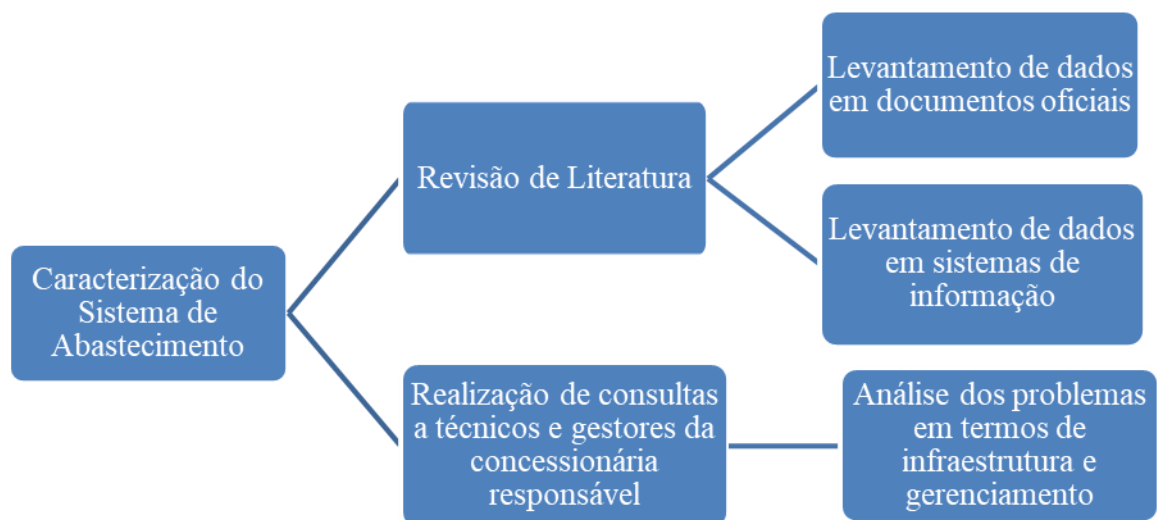
IAG0001 - Atendimento da população total com rede de abastecimento de água	$(GTA0001 + GTA0002) / DFE0001 \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual
IAG0002 – Atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água	$(GTA0001 / DFE0002) \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual
IAG0003 – Atendimento da população rural com rede de abastecimento de água	$(GTA0002 / DFE0003) \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual
IAG1003 – Incidência de hidrometração de água	$[(GTA0004 + GTA0004_A) / 2] / [(GTA0003 + GTA0003_A) / 2] \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual
IAG2003 – Macromedidação do volume de entrada no sistema de distribuição	$((GTA1005 + GTA1016) / (GTA1001 + GTA1009)) \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual
IAG2006 – Consumo total médio per capita de água	$\{[(GTA1211 + GTA1207) / 365] / [(GTA0001 + GTA0002 + GTA0001_A + GTA0002_A) / 2]\} \times 1.000.000$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	l/hab/dia
IAG2013 – Perdas totais de água na distribuição	$[(GTA1001 + GTA1009 - GTA1207 - GTA1211 - GTA1203) / (GTA1001 + GTA1009)] \times 100$	Não consta no módulo a descrição das informações envolvidas	Percentual

Fonte: Autoria Própria, (2025).

Por fim, com o intuito de preencher lacunas de informações e propiciar melhor caracterização do sistema e análise dos desafios existentes em termos de infraestrutura e gestão, foi consultada a concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água em Sousa, e a Agência Reguladora da Paraíba (ARPB) acerca de existência de contrato para regulação do serviço.

Posto isso, com o objetivo de compreender as etapas desenvolvidas no decorrer da pesquisa, apresenta-se o fluxograma das atividades desenvolvidas (Figura 10).

Figura 10 - Fluxograma das atividades desenvolvidas



Fonte: Autoria Própria, (2025).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Descrição do sistema de abastecimento de água

Na cidade de Sousa-PB, o abastecimento de água é realizado a partir da captação das águas do açude de São Gonçalo, localizado na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, na região do Alto Piranhas. O açude tem capacidade de armazenamento de 44,6 milhões de m³, recebe transferências de água do açude Engenheiro Ávidos, situado a jusante, e foi beneficiado pelas obras do Projeto de Integração do rio São Francisco (Vital.*et. al*, 2021).

A prioridade de alocação dos recursos hídricos de São Gonçalo encontra-se no termo de alocação de água 2025/2026, no reservatório da bacia Piancó-Piranhas-Açu. A partir desse termo foram alocadas vazões para abastecimento público, usos no entorno do reservatório, Perímetro Irrigado de São Gonçalo, usos do rio Piranhas a jusante, e usos e perenização do rio Piranhas, tendo sido alocado 0,23 m³/s para o abastecimento público a serem captados pela CAGEPA (ANA, 2025).

Como mencionado por Costa (2015), devido à escassez de chuvas na região durante o ano de 2015, o reservatório não conseguiu suprir a demanda e a população da cidade de Sousa-PB enfrentou um episódio de crise hídrica, no ano seguinte. O sistema foi administrado com constantes racionamentos e mesmo assim o nível de acumulação do reservatório decrescia, de modo a ser necessário a utilização de carros-pipa para atender os bairros mais prejudicados. Segundo Costa (2015), durante esses anos alguns fatores como falta de preparo técnico, ausência na infraestrutura e uma gestão ineficiente pode ter agravado a problemática da disponibilidade hídrica.

Conforme afirma o Atlas Águas (2021), o manancial para abastecimento de água em Sousa-PB, apresenta baixa vulnerabilidade, a eficiência da produção de água é classificada como média, mas a eficiência na distribuição de água é considerada baixa. O tipo de sistema consiste em um integrado, atendendo também a Marizópolis, Nazarezinho.

Segundo Vital.*et. al* (2021), o Açude São Gonçalo representa a principal fonte de abastecimento para a cidade de Sousa, e para algumas cidades vizinhas, sendo utilizado para o abastecimento urbano, incluindo o consumo humano e industrial, como também para o desenvolvimento de atividades agrícolas.

De acordo com Vital.*et.al* (2021), anteriormente o serviço de abastecimento de água estava sob responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), e no

dia 4 de maio de 2004, a gestão municipal notificou a CAGEPA que, em face da criação do Departamento de Águas, Esgotos e Saneamento Ambiental (DAESA) pela Lei Municipal 31/2004, regulamentada por decreto, ela passaria, de forma imediata, a assumir a prestação dos serviços de água do município (SOUSA, 2014). É importante acrescentar que mesmo após a portaria de 2004, a CAGEPA permaneceu com a prestação desses serviços até o ano de 2006.

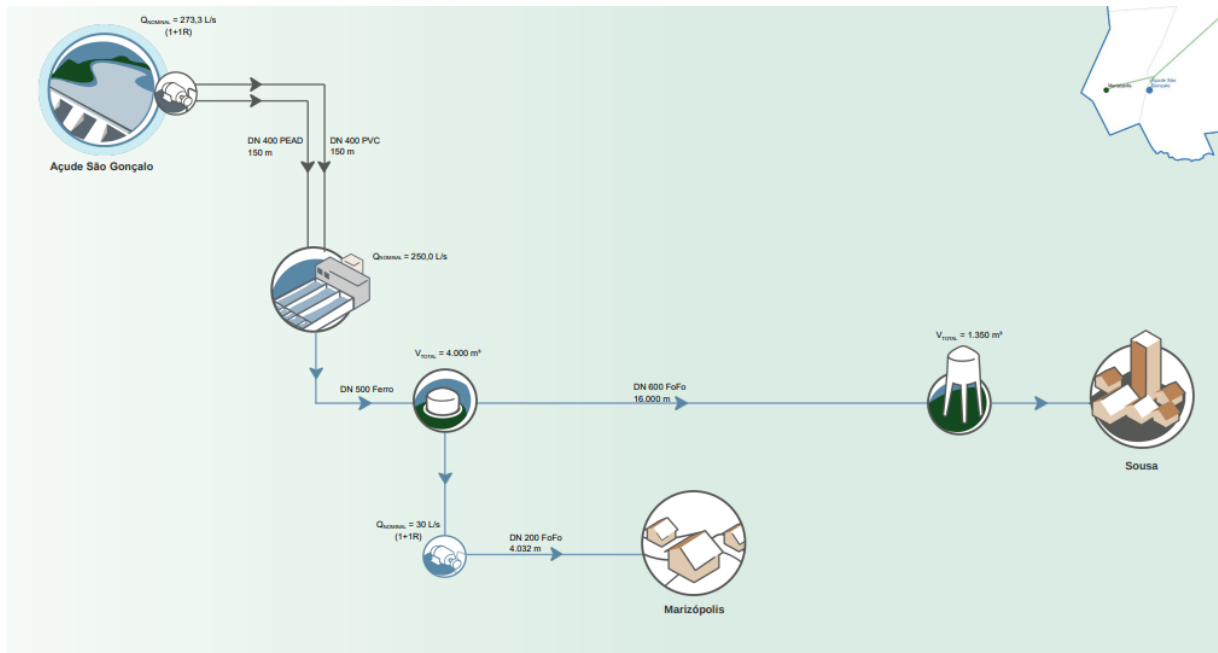
Vital.et.al (2021) afirma que, antes da criação do Departamento de Águas, Esgotos e Saneamento Ambiental (DAESA), todos os procedimentos relacionados com o abastecimento de água do município de Sousa, sobretudo de sua sede, dentre eles, a captação, a elevação, a adução, o tratamento, o armazenamento da água em reservatórios de acumulação, a distribuição aos consumidores, a manutenção das redes de água e de esgotos da cidade, eram realizados pela CAGEPA, até o ano de 2006, porém nos anos seguintes, com a criação do DAESA, a administração do sistema de abastecimento ficou sobre responsabilidade de ambas as concessionárias citadas.

Logo, os procedimentos realizados da captação ao tratamento ficaram de responsabilidade da CAGEPA, e a distribuição e manutenção das redes de água e esgoto seria de responsabilidade do DAESA. Quanto ao responsável pela regulação do serviço de abastecimento de água da cidade de Sousa, em consulta à Agência de Regulação do Estado da Paraíba (ARPB), foi informado que não há contrato com a agência para tal.

Portanto, sobre a prestação de serviço do sistema de abastecimento para a cidade de Sousa-PB, ficou dividido da seguinte forma, a CAGEPA é responsável pela captação até o tratamento, e o DAESA fica responsável pela distribuição e manutenção da rede.

Um croqui retratando o sistema de abastecimento extraído do Atlas Águas está apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Croqui do sistema de abastecimento de água

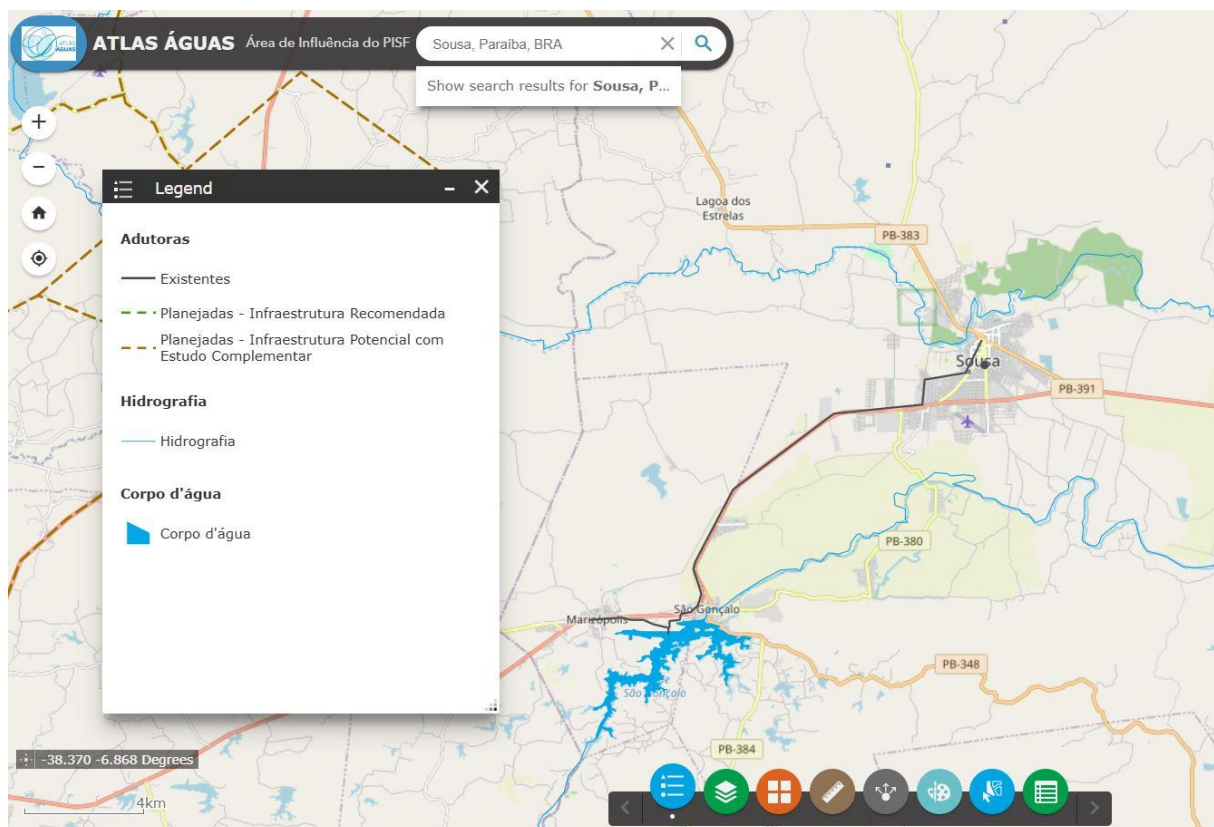


Fonte: Atlas Águas, (2021).

Observa-se na Figura 11, que de acordo com as informações do Atlas Águas, a captação é realizada por meio de elevatórias, com adução até a Estação de tratamento de água (ETA) por meio de duas adutoras, sendo uma de PEAD e outra de PVC, mas ambas com Diâmetro Nominal (DN) 400 mm e 150 metros. A estação de tratamento é do tipo convencional completa, com vazão nominal de 250 l/s, e a adutora da Estação de tratamento de água (ETA) ao reservatório de distribuição, de ferro fundido, é de 16 km com diâmetro nominal de 600 mm.

A Figura 12, também retirada do Atlas Águas apresenta a representação espacial das adutoras do município de Sousa-PB. Observa-se que a captação é realizada próxima ao barramento principal e acompanha a rodovia até adentrar o município.

Figura 12 - Adutoras de Sousa-PB



Fonte: Atlas Águas, (2025).

Leite.*et.al* (2021) agrega informações importantes sobre a descrição do sistema de abastecimento de água para o município de Sousa. Os autores afirmam que a captação da água é feita por meio de dois conjuntos de motobombas instaladas em estruturas flutuantes, sendo que cada conjunto apresenta as seguintes especificações técnicas: vazão nominal de 450 m³/h, altura manométrica total de 56 metros e potência de 150 CV. Já Leite.*et.al* (2021) descreve que a ETA é composta por chicanas de floculação, onde é aplicado sulfato de alumínio como agente floculante, decantadores, filtros de dupla camada (formados por carvão antracito e areia) e dosadores de cloro gasoso para desinfecção da água. Segundo o autor, a ETA conta com um reservatório elevado de 300 m³, utilizado para a lavagem dos filtros, e um reservatório de contato semienterrado com capacidade de 4.000 m³, onde ocorre a aplicação do agente desinfetante (cloro gasoso).

Conforme exposto na Figura 13, Leite.*et.al* (2021) afirma que após o tratamento da água bruta pela ETA, a adução é feita por gravidade para assim abastecer o reservatório de distribuição, com capacidade de armazenamento de 600 m³, localizado na cidade de Sousa-PB. Segundo o autor, a adutora de ferro fundido com DN400 e 16 km de extensão, é

responsável por interligar o reservatório semienterrado localizado na área da ETA e o reservatório de distribuição. Sobre a rede de distribuição, ele descreve que possui trechos com tubulações de cimento amianto e trechos com tubulações de PVC. A Figura 13 contém o esquema ilustrativo de Leite.*et.al* (2021).

Figura 13 - Croqui do sistema de abastecimento de água



Fonte: Leite.*et.al*, (2021).

Porém, observou-se que algumas informações presentes no Atlas Águas diferem do apresentado pelos autores, o que pode ser decorrente de obras posteriores. Realizou-se o contato com o gestor e diretor responsável pelo DAESA, para averiguar e obter mais informações sobre o sistema de abastecimento da cidade de Sousa-PB, conforme questões apresentadas no Apêndice I, mas não foi possível obter respostas.

O Quadro 2 sintetiza as informações obtidas por meio das duas fontes de consulta mencionadas, o Atlas Águas e Leite.*et.al* (2021).

Quadro 2 - Informações coletadas do sistema de abastecimento de água de Sousa-PB.

Informação	Atlas Águas	Leite . <i>et.al</i> (2021)
Elevatórias (captação)	Vazão nominal de 273,3 l/s (1+1R)	2 conjuntos, cada um com vazão nominal de 125 l/s
Adutora (Captação até ETA)	2 adutoras de 150 metros com diâmetro de 400 mm (1de	Sem informação

	PEAD e 1 de PVC)	
ETA convencional	Vazão nominal de 250 l/s	Vazão nominal de 277,787 l/s
Adutora (ETA ao reservatório de distribuição)	Adutora de 16 km de ferro fundido de 600 mm de diâmetro	Adutora de 16 km de ferro fundido de 400 mm de diâmetro
Reservatório de distribuição	Volume de 1.350 m ³	600 m ³
Rede de distribuição	Sem informação	Trechos com tubulações de cimento amianto e trechos com tubulações de PVC

Fonte: Autoria Própria, (2025).

5.2 Informações e indicadores sobre o serviço de abastecimento

Foram utilizados dados sobre a prestação dos serviços de abastecimento de água, disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA).

Os dados obtidos são referentes aos seguintes anos: períodos de 2001-2005, período 2009-2015 e o ano de 2024. Observa-se, portanto lacunas entre os anos de 2006 e 2008, quando ocorreu a transição da concessão dos serviços de abastecimento de água da CAGEPA para o DAESA, e 2016 a 2023. O município voltou a alimentar o sistema para o módulo de abastecimento no SINISA 2025 (referente ao ano de 2024), e em dezembro (ao final do desenvolvimento deste trabalho) o SINISA publicou Relatório dos Serviços de Abastecimento de Água (Brasil, 2025A) e os resultados de alguns indicadores por meio do painel de indicadores (Brasil, 2025B). Deste modo, a partir desses dados, foram elaborados gráficos com base nos valores de cada indicador para os anos de 2005 a 2015, e foram adicionados à parte algumas informações acerca de indicadores para o ano de 2024, considerando as equivalências entre os sistemas SNIS e SINISA.

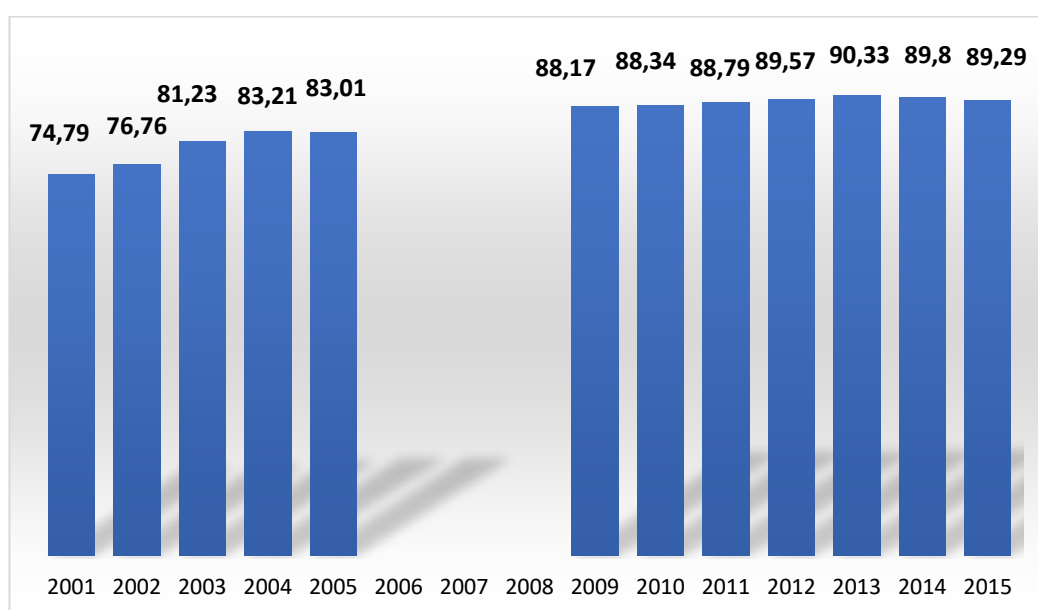
Os primeiros indicadores avaliados foram os índices de atendimento total de água e o índice de atendimento urbano de água.

Dessa forma, o índice de atendimento total de água permite avaliar a proporção em que a população do município de Sousa tem acesso ao fornecimento de água tratada por meio do sistema de abastecimento de água da cidade, apresentado para o período avaliado no

Gráfico 1. Sobre o índice de atendimento total de água, segundo o SINISA, reflete o índice de cobertura do sistema para a população total do município (Sinisa, 2024).

Por meio do Gráfico 1, pode-se observar um atendimento total de água entre os anos de 2001 e 2013, com valores variando entre de cerca de 74,79% e 90,33% da população no período avaliado. É visível que no decorrer dos anos houve aumento no alcance do fornecimento da água tratada, especialmente no período de 2001 a 2009, com pequenas oscilações de redução entre os anos 2004 e 2005, e entre os anos 2013 e 2015.

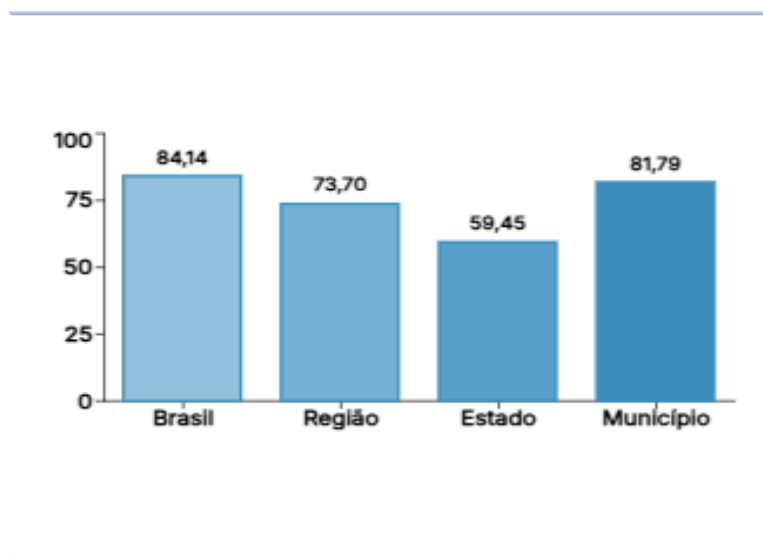
Gráfico 1 - IN055: Índice de atendimento total de água



Fonte: Autoria Própria, (2025).

Através dos dados coletados em Brasil (2025B), obteve-se o percentual de atendimento da população total com rede de abastecimento de água no Brasil, como também valores do percentual da população total atendida com rede de abastecimento de água, a nível de País, Região, Estado e Município. Em relação ao Brasil, 84,1% (174,0 milhões de hab.) da população total é atendida com rede de abastecimento de água (atendimento da população total com rede de abastecimento de água - IAG0001), para o Município de Sousa têm-se um percentual de 81,79%, para a Região 73,70%, e a nível de Estado 59,45%. Como descreve no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Comparativo do percentual de atendimento total de água no município de Sousa - PB no ano de 2024

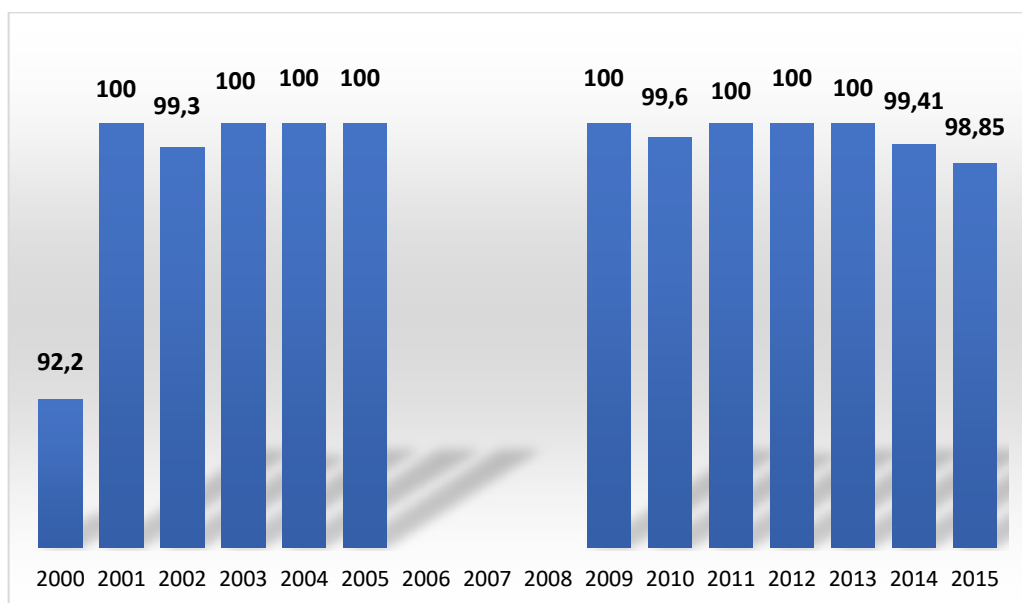


Fonte: Brasil, (2025B).

Ao se comparar o Gráfico 1 com o Gráfico 2, em relação ao Município, pode-se considerar que o atendimento total de água no ano de 2015 com percentual de 89,29% representado no Gráfico 1, apresenta uma redução quanto ao percentual do Gráfico 2 de 81,79%. Observa-se assim que o Município apresenta uma cobertura da população total atendida com rede de abastecimento de água percentualmente maior do que o Estado e Região, e levemente inferior ao índice nacional.

Em seguida, observou-se o índice de atendimento urbano de água que retrata a parcela da população urbana atendida com abastecimento de água. Segundo o SINISA, esse índice consiste na razão entre a população urbana atendida com abastecimento de água e a população urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água, que considera os dados do IBGE, apresentado no Gráfico 3, os valores dados em percentual. Observa-se que há um alto índice de atendimento na área urbana. Contudo, é importante destacar que o atendimento se refere à existência da ligação à rede, e não um fornecimento adequado.

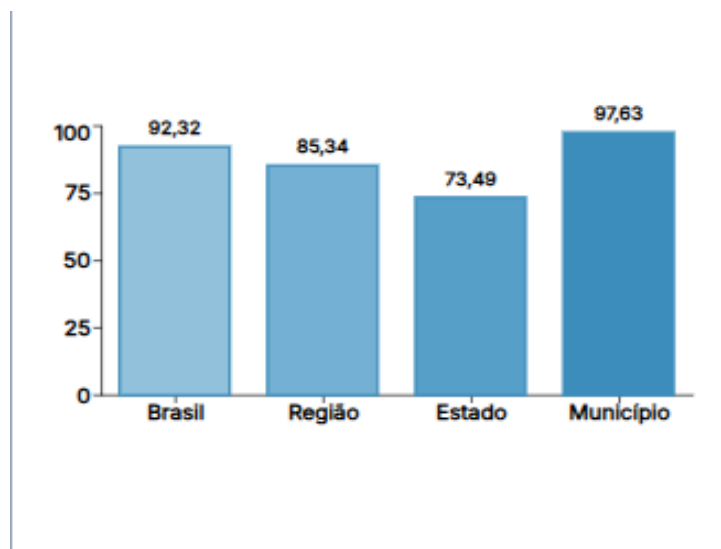
Gráfico 3 - IN023: Índice de atendimento urbano de água



Fonte: Autoria Própria, (2025).

De acordo com Brasil (2025A), os valores para o atendimento da população urbana, apresentaram em relação ao País percentual de 92,32% (168,4 milhões de hab.) da população urbana é atendida com rede de abastecimento de água (atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água - IAG0002), o que retrata um percentual inferior quando comparado ao índice de atendimento urbano de água para o Município de Sousa, com percentual de 97,63% para o ano de 2024. Comparando com o percentual de 98,85% no ano de 2015, ainda observa-se uma leve redução, após esse período de nove anos. O comparativo de localidade para o atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água pode ser observado na Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparativo do percentual de atendimento urbano de água no município de Sousa - PB no ano de 2024



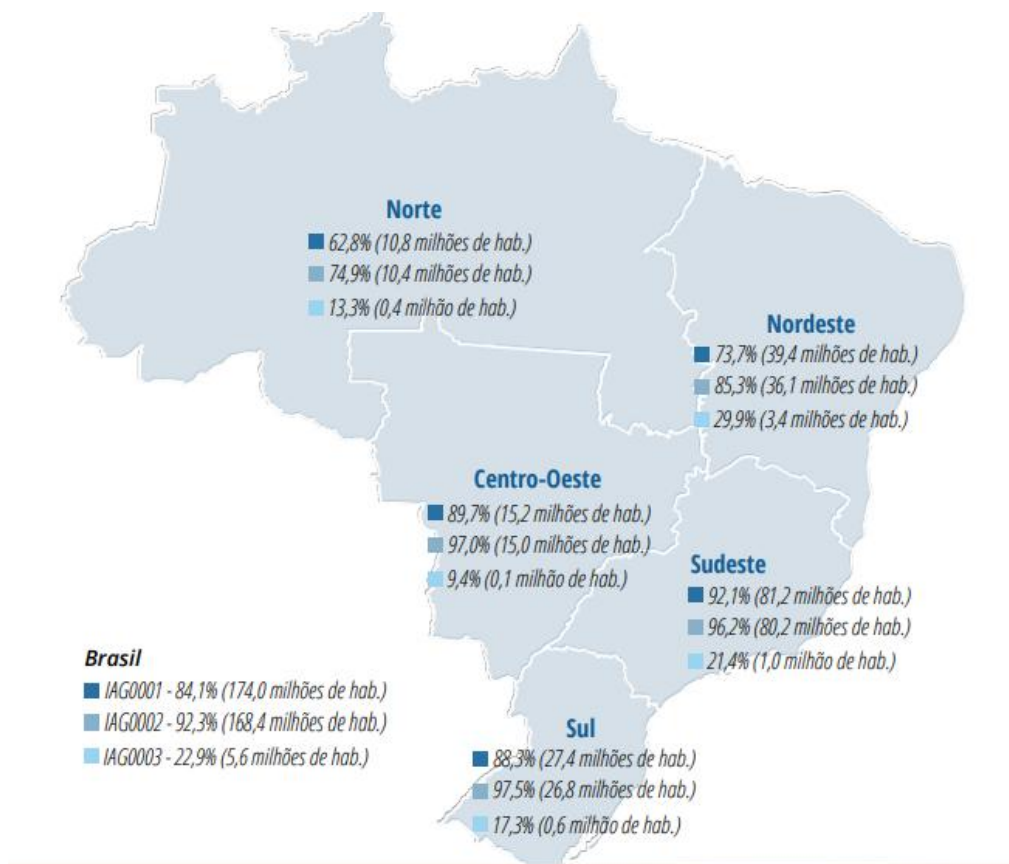
Fonte: Brasil, (2025B).

Ainda é possível destacar, que como retrata em Brasil (2025A), a maioria do atendimento com redes de abastecimento de água, refere-se à população urbana. Em nível de País, 92,32% (168,4 milhões de hab.) da população urbana é atendida com rede de abastecimento de água, referente ao atendimento da população urbana com rede de abastecimento de água (IAG0002), e 22,9% (5,6 milhões de hab.) da população rural é atendida com rede de abastecimento de água referente ao atendimento da população rural com rede de abastecimento de água (IAG0003).

Em relação ao Município de Sousa-PB, a maioria do atendimento com redes de abastecimento de água também é referente a população urbana, sendo o atendimento da população urbana 97,63%, e da população rural 20,54%. (Brasil, 2025B).

Por fim, Brasil (2025A) traz valores relacionados a cada Região e para o Brasil, acerca do atendimento com redes de abastecimento de água, para o atendimento total de água (IAG0001), atendimento da população urbana (IAG0002), e o atendimento da população rural (IAG0003), conforme pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Atendimento com rede de abastecimento de água para o País e cada Região



Fonte: Brasil, (2025A).

Posteriormente, apresenta-se uma discussão sobre o índice de hidrometração, classificado como um indicador de desempenho que consiste na razão entre a quantidade de ligações ativas de água micromedidas e a quantidade de ligações totais de água, dado em percentual. Segundo Oliveira (2021), hidrômetro é um dispositivo que tem capacidade para medir o volume de água consumido em um determinado ponto de abastecimento.

O índice de hidrometração, tem como objetivo avaliar o percentual de ligações micromedidas com relação ao total de ligações ativas de água. De acordo com o SINISA, as ligações ativas são aquelas que se encontram em funcionamento adequado e as ligações micromedidas são aquelas providas de hidrômetro.

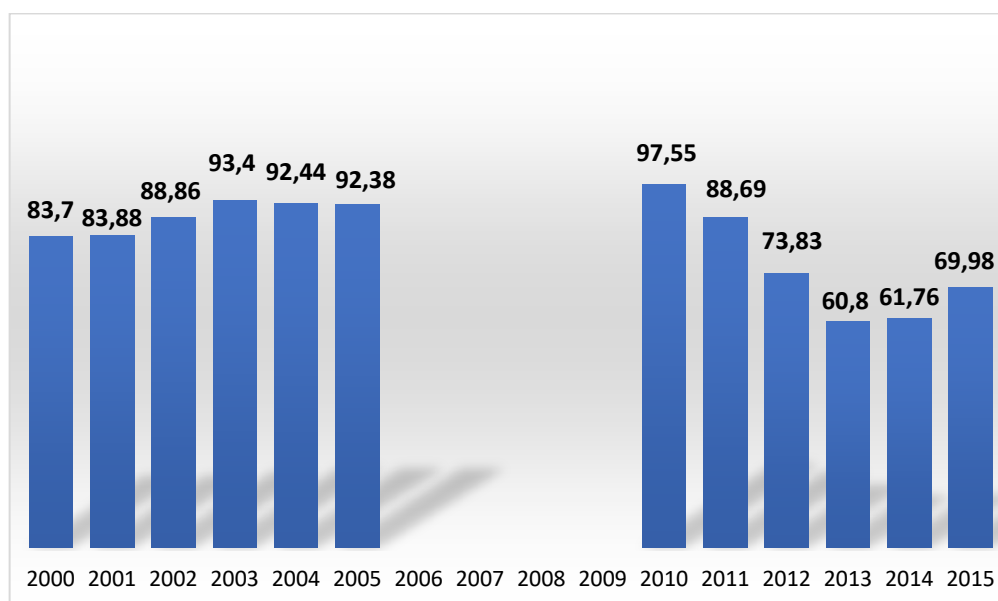
Além disso, o índice de hidrometração também é utilizado como indicador na eficiência do sistema e auxiliar na gestão de perdas, assim é importante consultar esse índice com a finalidade de ser eficaz na leitura do consumo quanto as unidades consumidoras que possuem hidrômetros, e manter uma gestão no sentido de reduzir as perdas no sistema. Os respectivos valores do desempenho de cada ano estão representados no Gráfico 5. O Gráfico 5, retrata uma eficiência da medição, dessa forma, apesar de valor superiores a 80% entre os

anos de 2000 e 2003, observando um aumento no decorrer desse período. Há uma pequena redução nos anos de 2004 e 2005, e atinge o maior valor de percentual em 2010, mas constata-se uma redução desses valores nos anos de 2010 e 2015, como também apresentando valores abaixo de 70% a partir do ano de 2013 até 2015, o que é prejudicial ao sistema.

Através de Brasil (2025B), coletou-se a incidência da hidrometração de água (IAG1003), e para o Município de Sousa tem-se um percentual de 21,63%, logo se comparar com o valor de 69,98% coletado em 2015 retratado no Gráfico 5, pode observar uma redução significativa quanto à medição da água, por meio da presença de hidrômetros, o que é preocupante.

Entre as possíveis causas que ocasionaram essas mudanças nos valores de percentual, pode-se mencionar hidrômetros defeituosos, disposição incorreta dos hidrômetros que consequentemente não realizaram a leitura correta, a falta de substituição e manutenção dos hidrômetros, e ainda a ocorrência de fraudes ou ligações clandestinas na rede.

Gráfico 5 - IN009: Índice de hidrometração

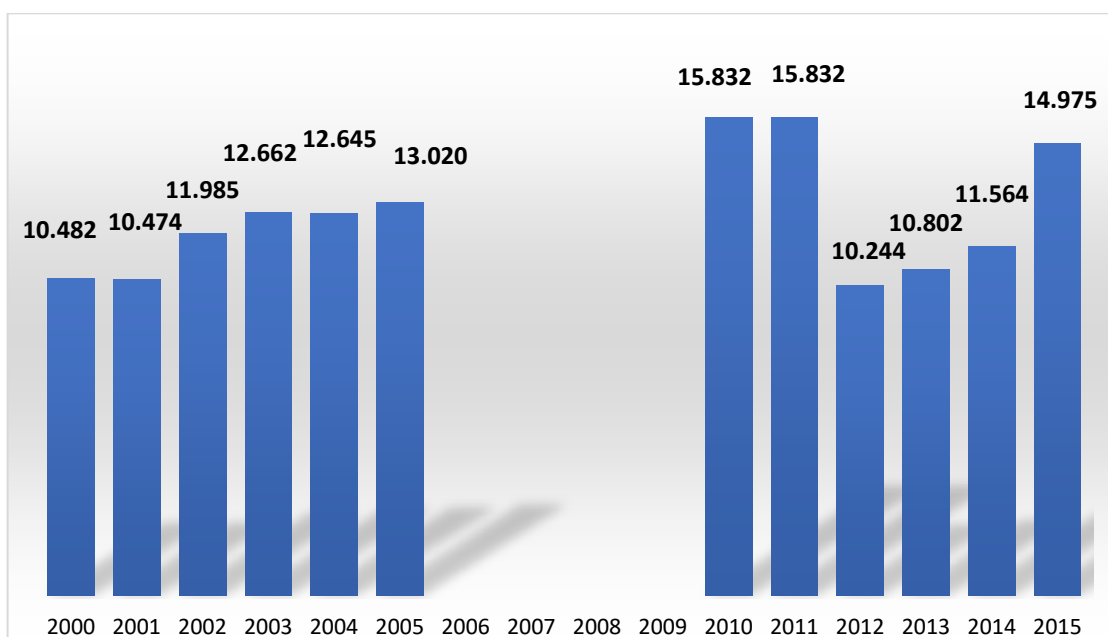


Fonte: Autoria Própria, (2025).

Ainda é possível destacar, sobre a quantidade de ligações ativas micromedidas, que significa o número de ligações de água com hidrômetro conectados e recebendo água proveniente da rede pública de abastecimento, ou seja, possuem hidrômetro ativo e permitindo a leitura do consumo. Esse dado quantitativo permite avaliar em números o parque de hidrômetros, em que se observa números variando entre 10.244 (2012) e 15.832 (2010 e

2011). Outro dado importante nessa caracterização, mas não disponível é a idade dos hidrômetros. A medição ajuda na confiabilidade do consumo, e consequentemente possibilita um faturamento correto e justo, como também colabora com a gestão de perdas no sistema de abastecimento de água. Assim, o referente índice é primordial para o faturamento e para avaliar com precisão as perdas no sistema. O Gráfico 6, apresenta o valor referente a cada ano.

Gráfico 6 - AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas



Fonte: Autoria Própria, (2025).

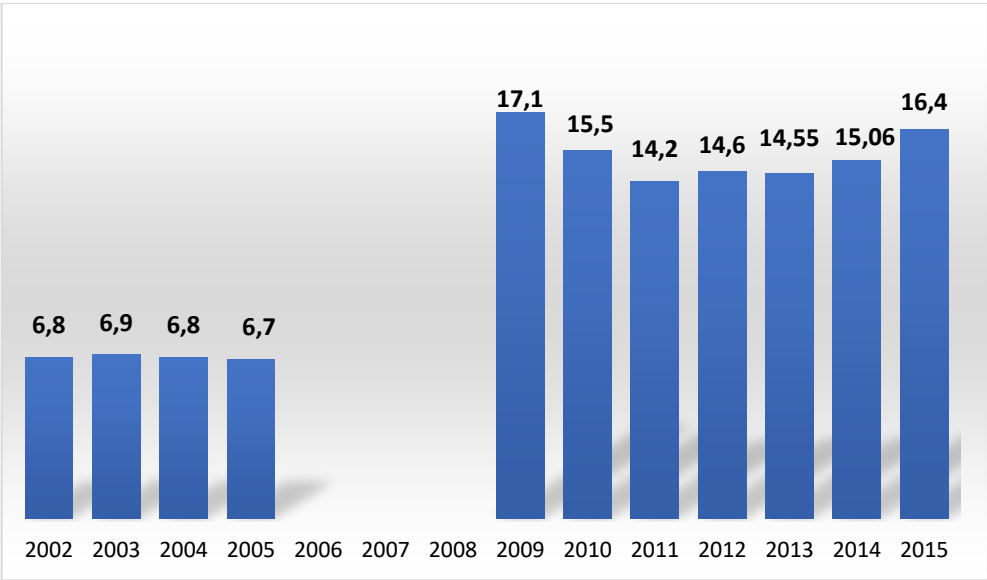
Para o sistema de abastecimento de água, também se faz importante discorrer sobre a extensão da rede de água por ligação, que consiste em realizar a ligação do imóvel à rede pública, no intuito de levar água tratada onde não se tinha o acesso e assim alcançar as residências onde não eram atendidas, com a instalação de hidrômetro.

Esse serviço trata de um direito básico de todo cidadão, ser atendido com abastecimento de água potável e tratada para ter suas necessidades básicas supridas. Além disso, a oferta desse serviço pode ser atrelado a um sistema seguro, pois a população se beneficia com o consumo de água de qualidade e proporciona segurança sobre a origem da água, que é proveniente de estações de tratamento fiscalizadas pelo poder público.

Para esse indicador, o SINISA afirma que consiste na razão entre a extensão da rede de água, em quilômetros, e a quantidade de ligações totais de água, multiplicando por mil, apresentado em metros por ligação.

O Gráfico 7, representa a extensão da rede de água por ligação referente a cada ano, em metros por ligação, no período de 2002 a 2015.

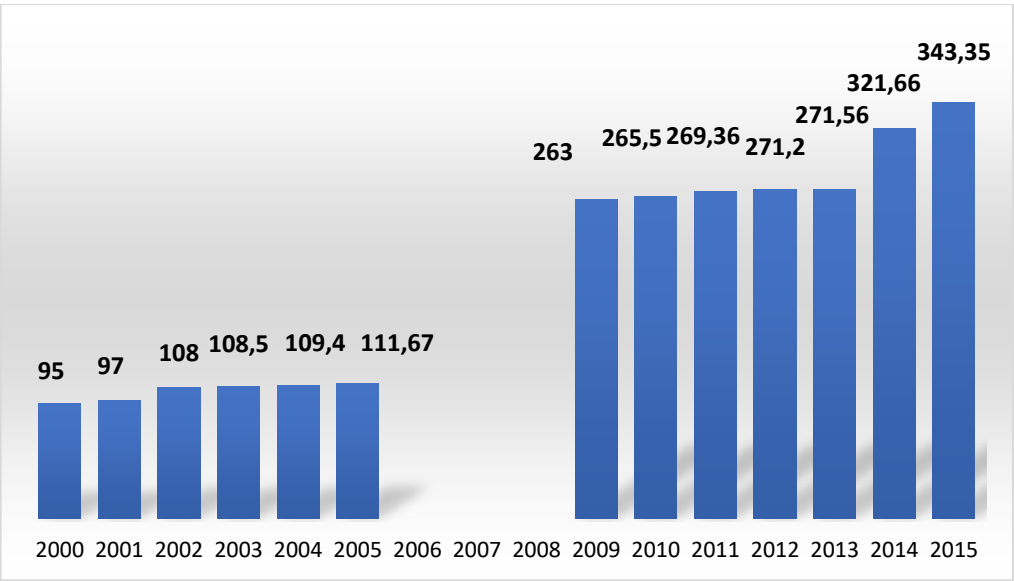
Gráfico 7 - IN020: Extensão da rede de água por ligação



Fonte: Autoria Própria, (2025).

O Gráfico 8 apresenta os valores para a extensão da rede de água, em quilômetros, pode-se verificar que houve ampliação significativa da rede, especialmente entre os anos de 2005 e 2009 e entre 2013 e 2015

Gráfico 8 - AG005: Extensão da rede de água



Fonte: Autoria Própria, (2025).

Sabe-se que para o funcionamento adequado do sistema de abastecimento de água, é necessário um planejamento bem traçado antes, como também de forma periódica para as devidas manutenções e correções do mesmo. Na análise realizada por Oliveira (2021), a autora afirma a deficiência existente nos serviços de abastecimento de água como problemática de ordem mundial, destacando principalmente quanto ao abastecimento de água potável.

Diante disso, torna-se indispensável a consideração de parâmetros para que a infraestrutura seja dimensionada a atender as demandas da população referente a cada município. Dentre esses parâmetros a se considerar é o consumo médio per capita de água e a extensão da rede de água por ligação, para assim garantir vazões que atendam a demanda populacional e pressões necessárias a fim de que as residências sejam contempladas com o abastecimento de água.

Dessa forma, o SINISA define o consumo per capita como a média diária, por habitante, dos volumes de água utilizados para atender os diferentes usos. Afirma ser uma importante informação para fins de projeções de demanda, e dimensionamento dos sistemas de água e de esgotos, e para controle operacional.

Na abordagem de Oliveira (2021), utiliza-se o consumo médio per capita como ferramenta para avaliar o sistema de abastecimento e destaca-se sua importância no fornecimento de dados para levantamento de diagnóstico, com o intuito de minimizar a deficiência no sistema e assim assegurar a acessibilidade da água para a população.

Logo, o consumo médio per capita de água, expresso em litros por habitante por dia, é um parâmetro essencial para o planejamento e o dimensionamento, além de ser importante para a gestão do sistema e a sua infraestrutura. Esse consumo torna-se a base para obter a demanda total de água, assim, ele determina a capacidade do sistema no intuito de atender à demanda da população de forma competente.

Além disso, é utilizado para fins de dimensionamento das tubulações e as respectivas partições de um sistema de abastecimento, definindo assim a capacidade de estações de tratamento de água, diâmetro e extensão de tubulações e o volume de reservatórios de armazenamento, com a finalidade de garantir capacidade suficiente no fornecimento de água (Tsutiya, 2006).

Vale ressaltar, que pode indicar a necessidade de investimentos e manutenções na infraestrutura, como também auxiliar na identificação de comportamentos de uso da água. Dessa forma, é crucial o monitoramento desse consumo com a finalidade de proporcionar

aumento na vida útil do sistema, conceder uma infraestrutura adequada, atender a demanda atual e auxiliar na previsão de demanda futura, e assim realizar as possíveis medidas relacionadas a infraestrutura do sistema. Para o consumo médio percapita de água, utilizam-se as seguintes informações: a População total atendida com abastecimento de água, Volume de água consumido e Volume de água tratada exportado.

A Fundação Nacional de Saúde (Funasa), em seu manual de saneamento básico, referente ao ano de 2019, recomenda faixas de consumo como referência técnica para fins de dimensionamento do sistema, indicando de 200 a 300 L/hab.dia para municípios com número de habitantes ≥ 50.000 , e 150 a 200 L/hab.dia nos municípios com número de habitantes ≤ 50.000 . O dimensionamento, contudo, considera perdas na rede de distribuição, enquanto o consumo per capita informado pelo SNIS/SINISA não as contempla.

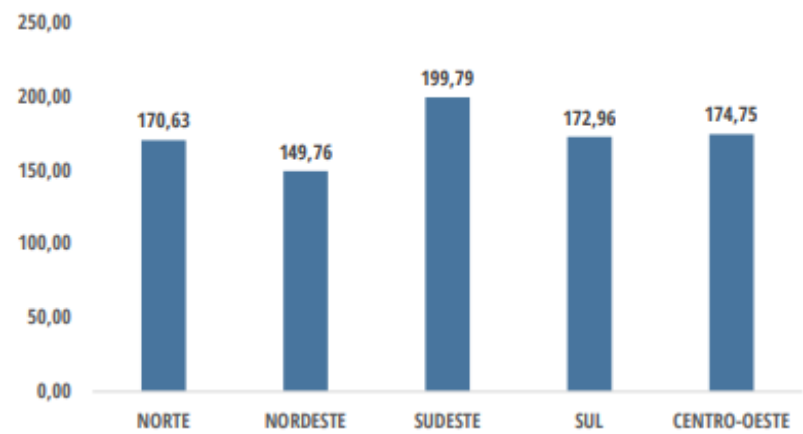
O consumo, pode variar a depender das condições de cada região e características do sistema de abastecimento de água, entre essas condições, pode-se elencar os fatores climáticos, pois em climas com temperaturas elevadas apresenta aumento no consumo, enquanto a escassez de chuvas compromete a disponibilidade hídrica, de modo que pode impor restrições no consumo.

Os fatores socioeconômicos e culturais também influenciam, uma vez que, a maior a renda tende a implicar em um consumo per capita mais alto e os hábitos da população afetam no padrão desse consumo. Ainda pode ser influenciado pelos fatores relacionados a infraestrutura do sistema, pois problemas no fornecimento de água podem levar a um consumo menor. As atividades econômicas também podem influenciar este consumo, visto que se indústrias fazem uso do sistema de abastecimento da cidade, pode levar a um aumento (Tsutiya, 2006).

Portanto, para os valores apresentados no Gráfico 9 e na Figura 15 alguns desses fatores podem ter refletido no consumo médio per capita de água, e é importante analisar as razões destes aumentos de modo a compreender o comportamento da população, as demandas do sistema, e o incentivo a práticas sustentáveis.

Brasil (2025A) apresenta em relação ao País uma média de consumo per capita de água igual a 180,04 l/hab/dia. No Gráfico 9 apresenta o valor para cada Região, e na Figura 15 pode-se observar para cada Estado o consumo per capita de água.

Gráfico 9 - Consumo médio per capita de água para cada Região



Fonte: Brasil, (2025A).

Figura 15 - Consumo médio per capita de água para cada Estado



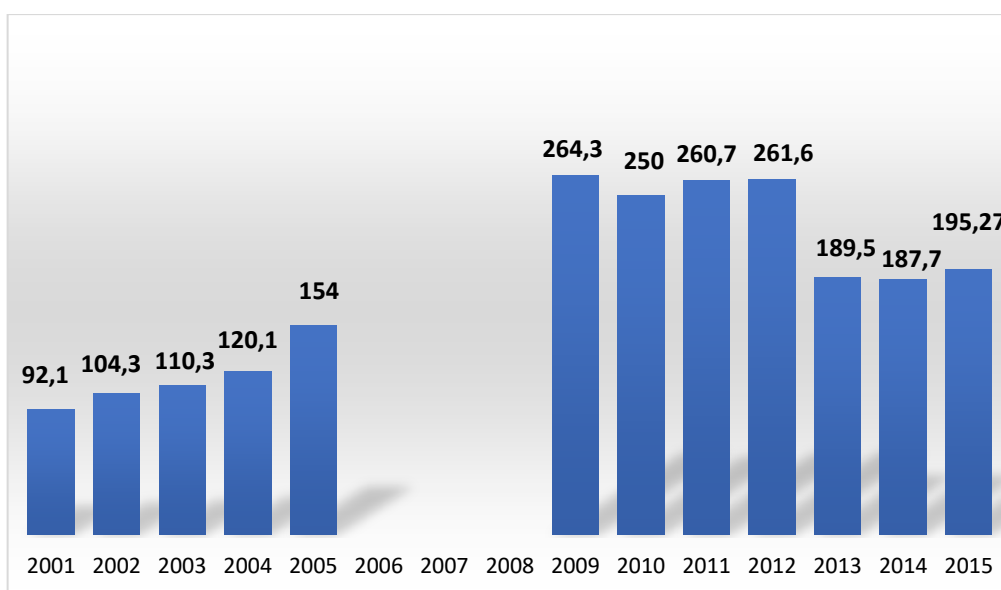
Fonte: Brasil, (2025A).

Conforme o Gráfico 10, se observa que o maior consumo médio per capita no município foi referente ao ano de 2009 com 264,3 l/hab/dia. Observa-se uma mudança significativa dos consumos entre os períodos de 2000 a 2005 e 2010 a 2015, conforme destacado por Assis Neto (2021). A redução desses consumos médios no período de 2010 a 2015 pode ser explicado devido racionamento de água mencionado por Costa (2015), em razão da crise hídrica enfrentada pela população, onde foi necessário a administração quanto à disponibilidade hídrica do manancial, em razão da escassez de chuva. Porém, apesar disso, o gráfico ainda retrata valores de consumos médios altos.

Porém, apesar dessas oscilações, ao comparar o consumo per capita do País de 180,04 l/hab/dia, e da Região do Nordeste com 149,76 l/hab/dia e do Estado da Paraíba com 161,92 l/hab/dia, pode-se concluir que nos anos de 2009 a 2015 apresentam valores em relação a País, Região e Estado.

No Gráfico 10, relata-se os valores desse consumo médio per capita de água para a população da cidade de Sousa-PB. Para o município de Sousa, Brasil (2025B), informou que o Consumo total médio per capita de água (IAG2006), representado em l/hab/dia de 382,55, sendo assim, pode-se dizer que o consumo de água teve um outro aumento significativo, pois pelo Gráfico 10, esse consumo em 2015 era de 195,27 l/hab/dia. Ressalta-se que a baixa incidência de hidrometração (observada especialmente no ano de 2024), leva a incertezas neste índice, considerando a estimativa para as ligações não micromedidas.

Gráfico 10 - IN022: Consumo médio per capita de água



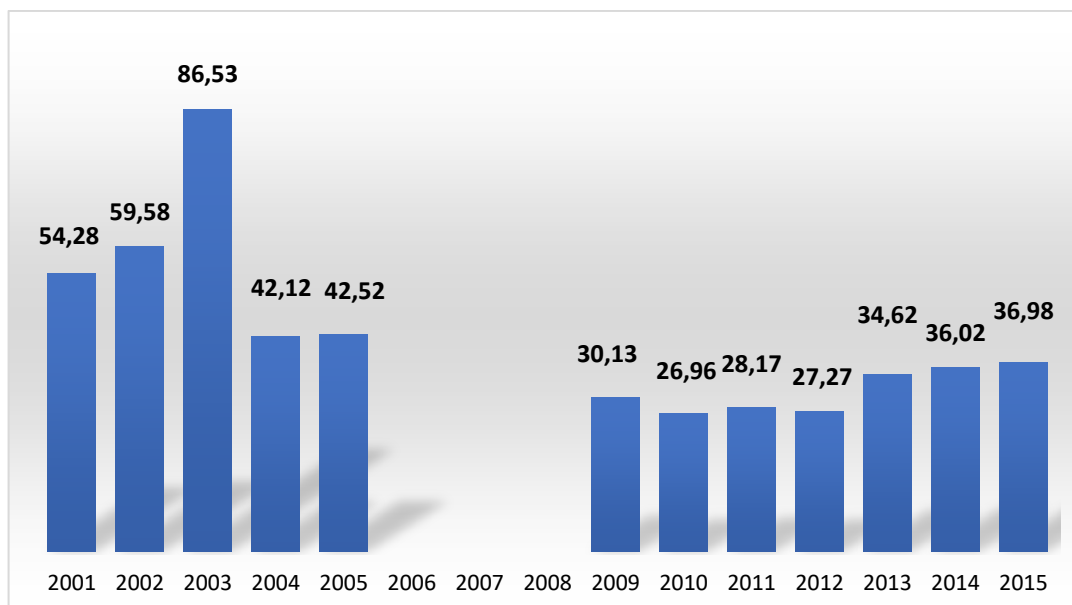
Fonte: Autoria Própria, (2025).

Outro índice avaliado, é o índice de faturamento de água que, por sua vez, reflete na eficiência do sistema de abastecimento. Esse índice é utilizado para verificar o percentual de água produzida, que também é faturada, ou seja, a mensuração do que é faturado pela concessionária, mediante o que foi produzido. As principais causas que podem resultar na perda de faturamento, são: vazamentos na rede, falta de cobrança na prestação dos serviços, a ausência de hidrômetro que resulta em erros na medição, como também possíveis erros e furtos.

Pelo Gráfico 8, de forma majoritária, retrata-se um baixo índice de faturamento de água, ou seja, parte significativa do volume de água produzido não é faturado. Portanto, por meio desse índice conclui-se a ineficiência financeira na cobrança do serviço prestado. Esse índice é influenciado pelas perdas físicas (problemas nas tubulações) e aparentes (desvios irregulares, erros na medição, fraudes), uma vez que considera o volume faturado e o volume produzido e importado. Conforme retrata Oliveira (2021), que a ausência no faturamento de água implica em perdas para o sistema.

Desse modo, os baixos valores deste índice indicam a ausência de cobranças na prestação dos serviços, o que afeta a sustentabilidade econômica da concessionária, pois um sistema que apresenta baixo faturamento, está falhando na arrecadação suficiente de recursos para os custos operacionais, manutenção e expansão do mesmo. Em consequência disso, reflete na eficiência do sistema, onde o desprovisionamento de recursos, resulta em não melhoria da infraestrutura e aumento de perdas físicas e financeiras. No Gráfico 11, mostra os respectivos valores.

Gráfico 11 - IN028: Índice de faturamento de água



Fonte: Autoria Própria, (2025).

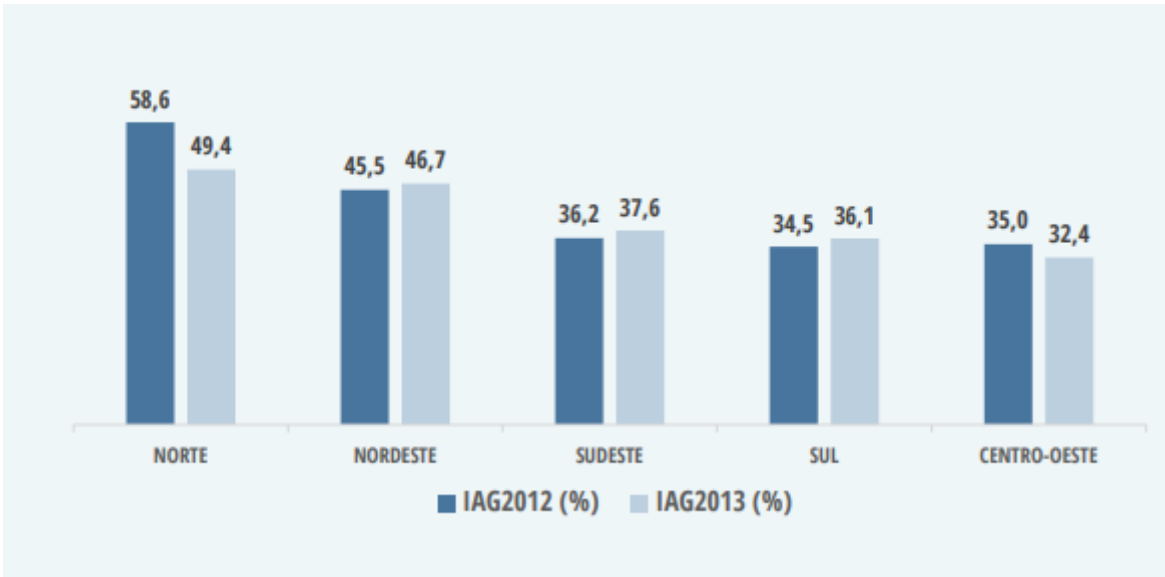
Como discutido no decorrer do trabalho, um sistema de abastecimento eficiente implica em redução e gestão de perdas na distribuição. De acordo com Oliveira (2021), essas perdas podem ser levadas quanto a sua natureza: reais (físicas) ou aparentes (comerciais). As perdas reais na distribuição traduz-se em vazamentos na rede, em ramais, ou descargas, que se tornam prejudicial, pois aumentam os custos de produção e na captação da quantidade de água.

Por sua vez, as perdas aparentes referem-se ao volume de água consumidos, porém não são registrados ou cobrados. Elas podem ocorrer, devido a erros de leitura ou defeitos nos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas ou problemas no cadastro dos consumidores (Brasil, 2025A).

Consequentemente, essas perdas afetam financeiramente a concessionária responsável pela prestação dos serviços de abastecimento de água, pois a água consumida e não cobrada acarreta diminuição dos recursos disponíveis para ampliação do sistema, melhoria na qualidade dos serviços, e manutenção ou reposição da infraestrutura.

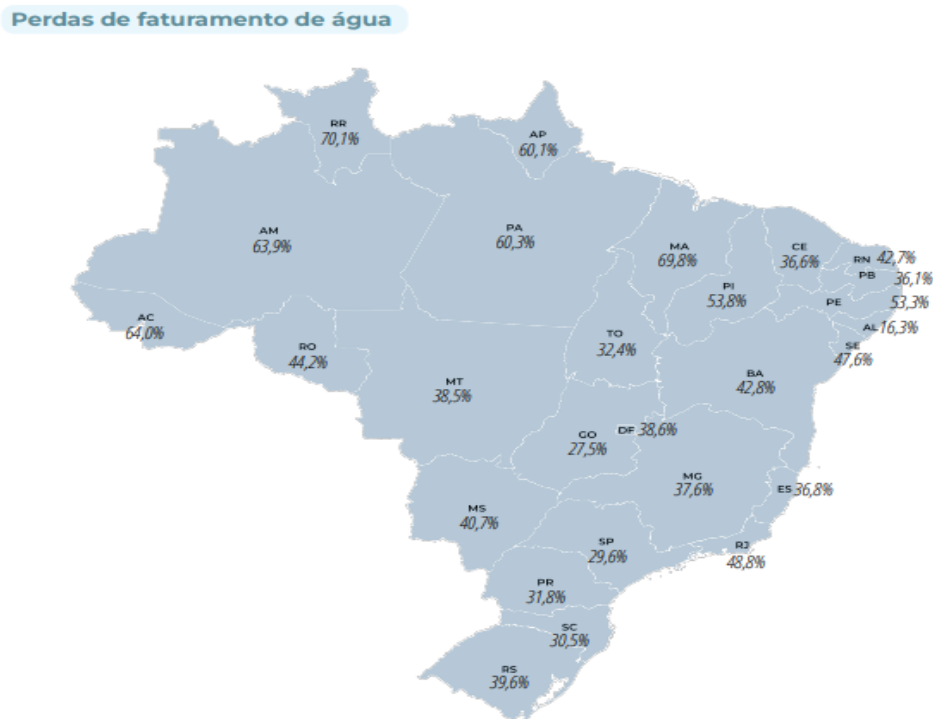
De acordo com Brasil (2025A), acerca do sistema de abastecimento de água, o País apresenta percentual de 39,5% de perdas totais de água na distribuição, ou seja, 39,5% do volume produzido é perdido na distribuição (IAG2013). Além disso, ainda apresenta a nível nacional 39,1% de perdas de faturamento de água, assim 39,1% do volume produzido não é faturado pelo prestador de serviço (IAG2012). Por sua vez, ainda retrata esses valores para cada Região e também para os Estados. O Gráfico 12, e as Figuras 16 e 17, retraram esses respectivos valores.

Gráfico 12 - Percentual de perdas na distribuição para cada Região



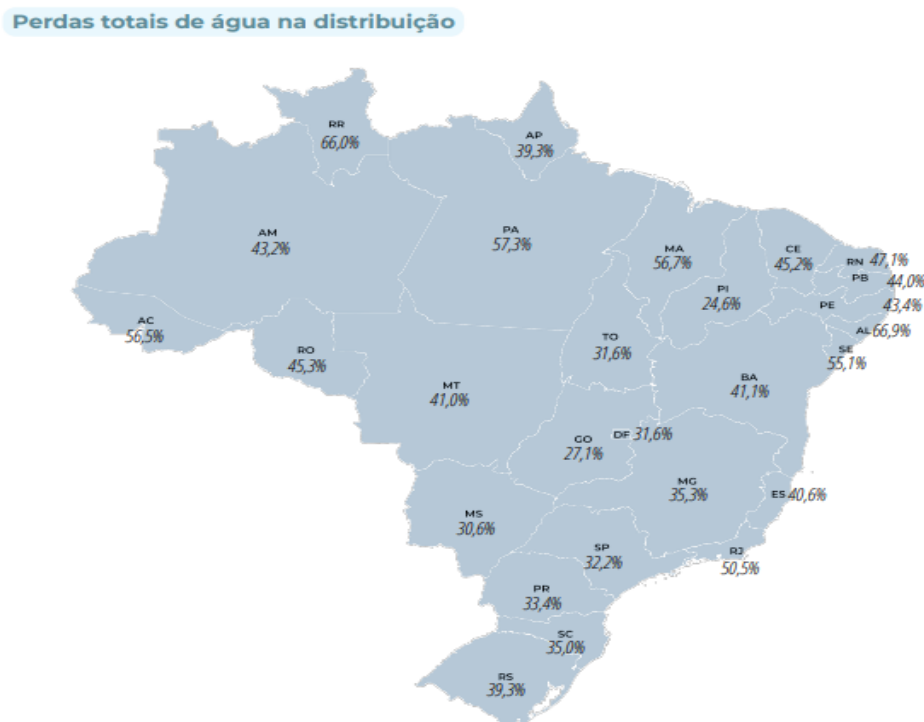
Fonte: Brasil, (2025A).

Figura 16 - Perdas de faturamento de água para cada Estado



Fonte: Brasil, (2025A).

Figura 17 - Perdas totais de água na distribuição para cada Estado



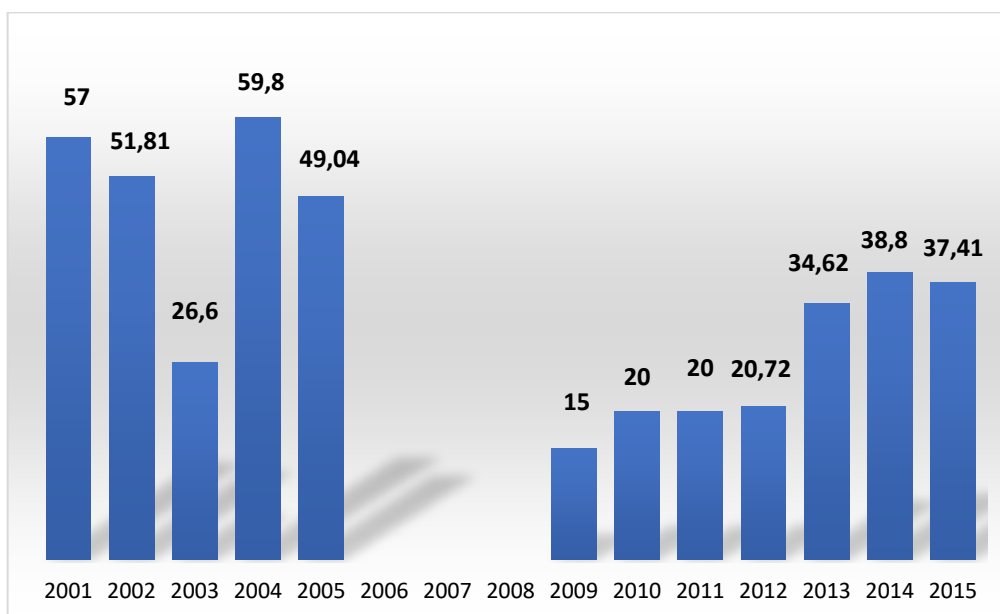
Fonte: Brasil, (2025A).

Ao observar os dados apresentados por Brasil (2025A), pode-se apontar que o valor referente tanto as perdas de faturamento de água como de perdas totais de água na distribuição, a nível de Região e Estado apresentam valores maiores em relação ao nível de País no ano de 2024. E quanto aos dados representado no Gráfico 13, é possível observar uma grande oscilação nos valores, o que pode indicar incertezas nos valores e torna mais difícil a administração e redução de perdas.

Nos anos de 2001, 2002, 2004 e 2005 têm-se valores acima com perdas significativas na rede de distribuição. E nos anos de 2003, e entre 2009 e 2012 apresenta valores significativamente mais baixos, o que pode indicar em perdas não correspondente a realidade do funcionamento da rede de distribuição.

Os dados apresentados no Gráfico 13, indicam o índice de perdas na distribuição para o sistema da cidade de Sousa-PB. Brasil (2025B) traz em referência ao ano de 2024, o percentual de Perdas totais de água na distribuição (IAG2013), com percentual de 3,82%, o que pode representar uma incoerência quanto aos valores apresentados (erro ou inconsistência por ser um valor muito baixo, típico de sistemas de alta eficiência), e está relacionado a incertezas considerando também a baixa incidência de hidrometração.

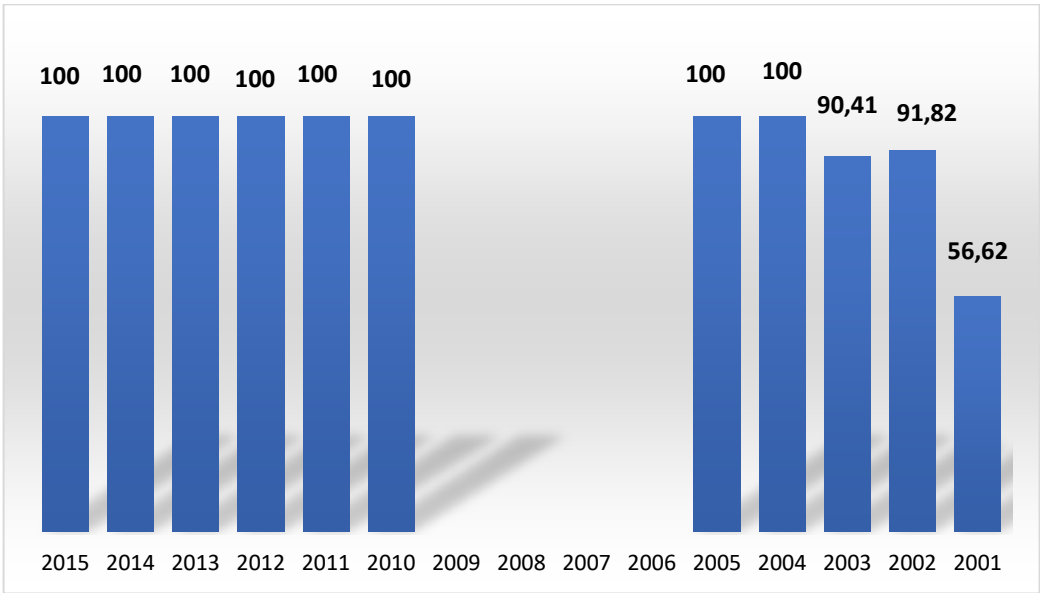
Gráfico 13 - IN049: Índice de perdas na distribuição



Fonte: Autoria Própria, (2025).

O Gráfico 14, retrata o índice de macromedição, também representado em percentual. O SINISA (2025), afirma que medição de grandes volumes de água aportados é conhecida como macromedição. Essa é feita por meio de equipamentos na saída das ETAs e em diferentes pontos da rede de distribuição. Brasil (2025B) traz na sua coleta de 2024, a Macromedição do volume de água de entrada no sistema de distribuição (IAG2003), porém em seu campo apresenta não calculado (campos obrigatórios vazios: [gta1005]), logo não foi preenchido pela concessionária o campo obrigatório para realizar o cálculo.

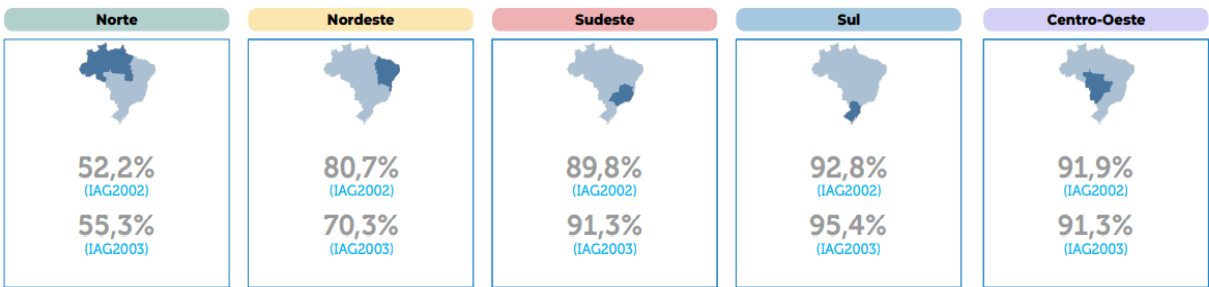
Gráfico 14 - Índice de macromedição



Fonte: Autoria Própria, (2025).

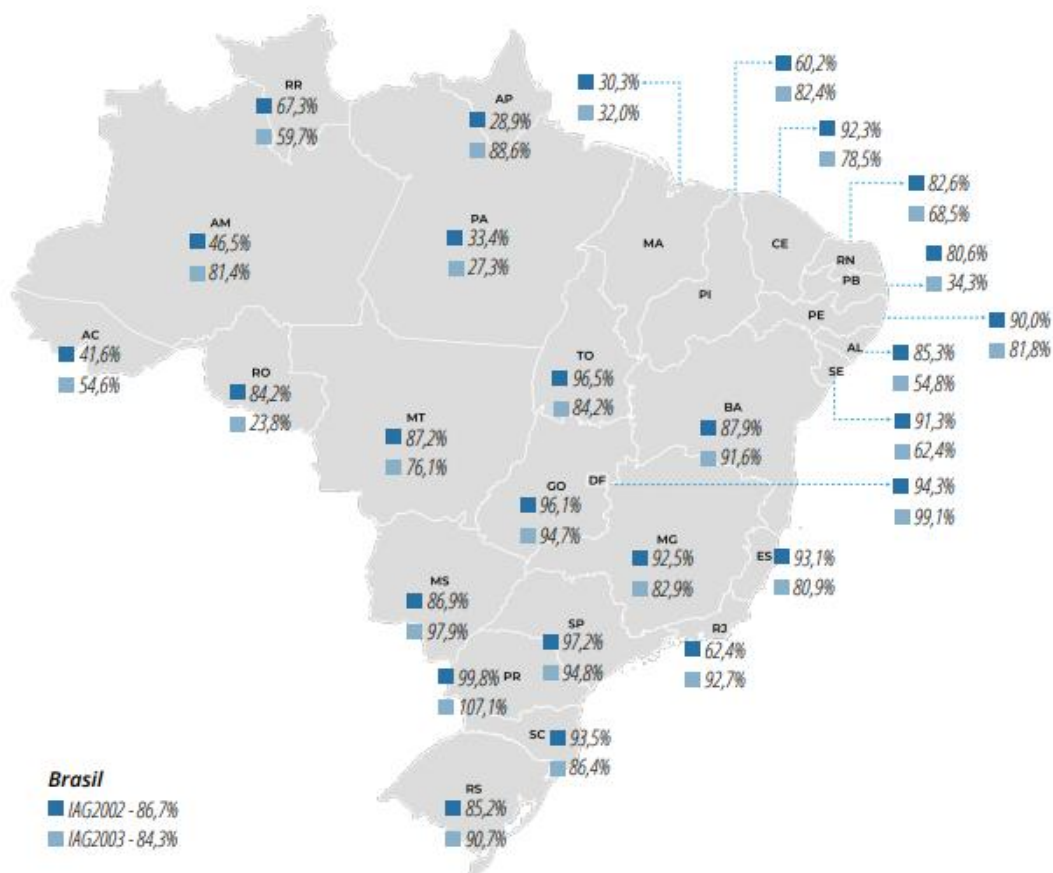
Por meio de Brasil (2025A), informa em nível de País o percentual em 84,3% do volume de entrada no subsistema de distribuição é macromedido, sendo a macromedição do volume de água de entrada no sistema de distribuição (IAG2003). E traz essas informações a nível de Região e Estado como retrata nas Figuras 18 e 19.

Figura 18 - Macromedição para cada Região



Fonte: Brasil, (2025A).

Figura 19 - Macromedição para cada Estado



Fonte: Brasil, (2025A).

Posteriormente, avaliou-se os indicadores de qualidade, pois para um sistema de abastecimento se faz necessário garantir a qualidade da água para consumo humano tendo em visto o acompanhamento e realização de análises conforme descrito em legislação, como por exemplo a Portaria GM/MS nº 888/2021.

Por meio da Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, a concessionária responsável pelo abastecimento de água da cidade de Sousa-PB, o Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), apresenta na conta de consumo de água – esgotos e serviços, os valores de referências em relação aos parâmetros da água para consumo humano, que foram adotados segundo a portaria mencionada. Na Figura 20, retrata-se os parâmetros, seus respectivos valores médios detectados, e a exigência conforme a Portaria 518/04. Dessa forma, o Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), traz em sua conta de consumo de água – esgotos e serviços, a Portaria 518/04

como referência para fins de atribuir os devidos valores para os receptivos parâmetros da água.

Figura 20 - Parâmetros de água

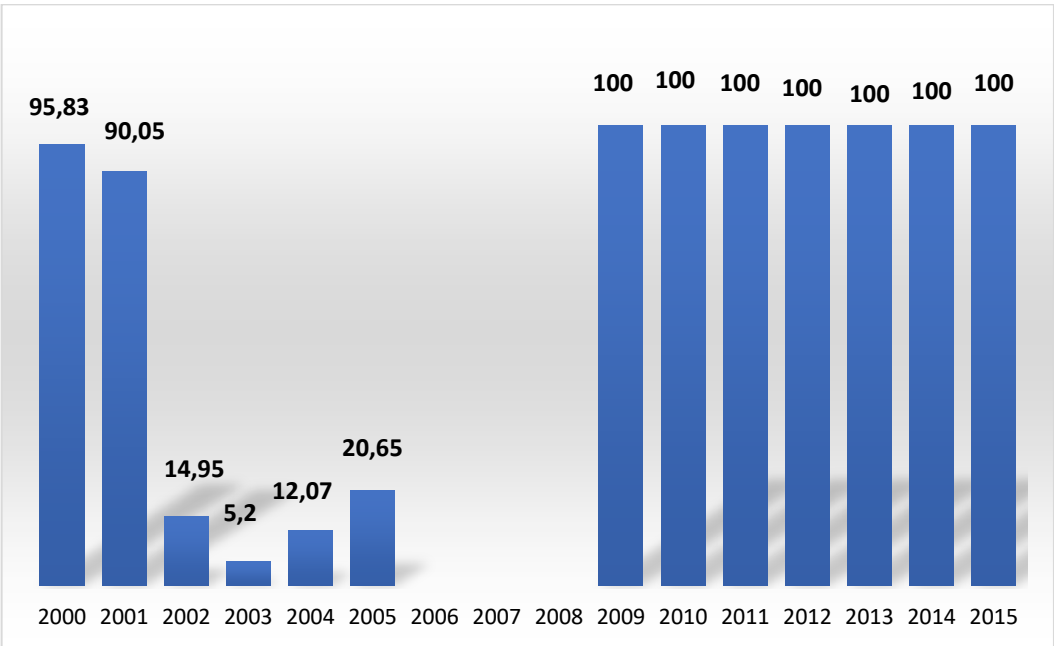
Parâmetro	Valor Médio Detectado	Port. 518/04 Ministério da Saúde
Turbidez	1	≤5, OUT
PH	7,2	6,0 a 9,5
Cor	5-15	≤10UH
Cloro	0,5	max
Coliformes	Ausente	(*)
(*) Sistema que analisa 40 ou mais amostras por mês, ausente 95% das amostras examinadas.		

Fonte: Conta de Consumo de Água – Esgotos e Serviços, (2025).

Para o sistema de abastecimento da cidade de Sousa-PB, por meio de processos de amostragem, mediu-se o, índice de conformidade da quantidade de amostras – cloro residual, esse índice expressa a razão entre a quantidade de amostras para cloro residual analisadas e a quantidade mínima de amostras para cloro residual (obrigatórias). Também mediu-se índice de conformidade da quantidade de amostras – turbidez, esse índice expressa a razão entre a quantidade de amostras para turbidez analisadas e a quantidade mínima de amostras para turbidez (obrigatórias).

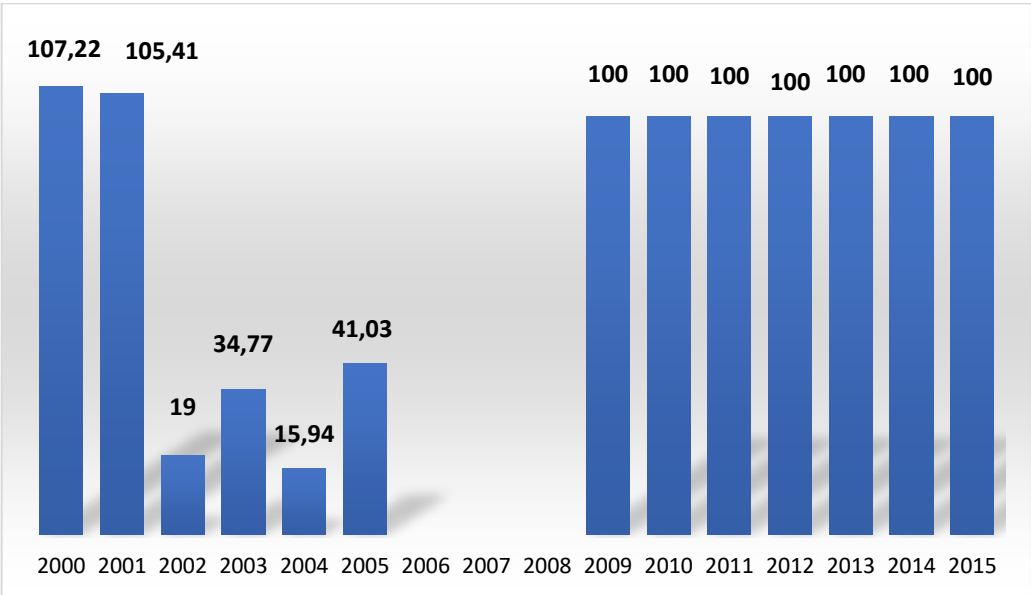
Mediante esses índices, têm-se a finalidade de assegurar a realização do processo de amostragem e o cumprimento da análise, para assim, proporcionar qualidade da água e manter a conformidade legal. Nos Gráficos 15 e 16, conclui-se que no período de 2009 a 2015, o número de análises exigidas foi atendido, pois apresentam valores referentes igual ou superiores a 100%. Contudo, nos anos 2002, 2004 e 2005, os valores apresentados, são preocupantes, pois pode representar a análise da quantidade de amostras abaixo do recomendado, implicando em não proporcionar uma qualidade na água, ou não conformidade legal. Porém, vale ressaltar que ocorreu um aumento no cumprimento das análises no decorrer dos anos, aprimorando de forma positiva o processo de amostragem.

Gráfico 15 - IN079: Índice de conformidade da quantidade de amostras - cloro residual



Fonte: Autoria Própria, (2025).

Gráfico 16 - IN080: Índice de conformidade da quantidade de amostras - turbidez



Fonte: Autoria Própria, (2025).

Sendo assim, por meio de cada indicador apresentado, foi possível avaliar o funcionamento e identificar as falhas e decorrências para o sistema de abastecimento da cidade de Sousa-PB. Visto que, o principal pressuposto discutido está relacionado a infraestrutura do sistema, que por sua vez, enfrenta problemas devido ao baixo faturamento, a

ausência de hidrômetros em unidades consumidoras, a leitura inadequada, possíveis vazamentos que ocasiona perdas na distribuição, a falta de ampliação e investimentos no sistema, e a possível ineficiência da concessionária quanto a coleta de dados fornecidas ao SINISA até o ano de 2023, havendo alimentação do sistema no ano de 2024. Logo, apesar de não enfrentar problemas quanto à disponibilidade hídrica, o sistema se torna ineficiente quanto a infraestrutura. Ressalta-se que a falta de dados a partir de 2016 restringiu a análise, o que demonstra a importância da alimentação do sistema pelas concessionárias responsáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as análises realizadas ao longo deste trabalho, permitiu-se compreender o funcionamento e condições do sistema de abastecimento de Sousa-PB. Os objetivos definidos foram alcançados, pois, através de cada informação e indicadores foi possível realizar o diagnóstico e caracterização do sistema, como também identificar os problemas e propor soluções com o intuito de diminuir as perdas.

Diante do suposto trabalho, pode-se concluir que a cidade de Sousa-PB é abastecida pelo manancial superficial do Açude São Gonçalo, que é classificado como integrado, pois atende também a municípios vizinhos. A responsabilidade da captação e tratamento da água corresponde a CAGEPA, e cabe ao DAESA a prestação dos serviços de abastecimento à população e a cobrança desses serviços, a manutenção e funcionamento adequado do sistema de abastecimento. Sobre as características do sistema, têm-se a ETA de forma convencional por meio de processos físicos-químicos com posterior adução por gravidade para o reservatório de distribuição localizado na cidade.

Dessa forma, o manancial que abastece a cidade atende a demanda imposta, e assim o município não enfrenta problemas quanto a disponibilidade hídrica, conforme informado pelo Atlas Águas, e possui um alto índice de atendimento de água potável e tratada. Porém, ao analisar os seguintes índices: faturamento de água, quantidade de ligações ativas de água micromedidas, perdas na distribuição, incidência de hidrometração, foi possível identificar fragilidades na infraestrutura, destacando aspectos limitantes sobre a ineficiência na manutenção e investimentos, os desafios da falta de cobrança dos serviços prestados e unidades consumidoras com ausência de hidrômetros ativos que consequentemente afeta diretamente das perdas aparentes quanto ao volume consumido e não faturado, também sobre a eficiência operacional que não foi possível afirmar a manutenção periódica e os devidos ajustes no sistema em razão do crescimento populacional. Sendo assim, o fato de ausência de recursos compromete todo o funcionamento do sistema, e afeta na distribuição da água para a população.

Sobre os índice de qualidade da água avaliados, o sistema nos últimos anos com dados atendeu as exigências normativas e apresentou o cumprimento satisfatório no processo de amostragem nas análises de conformidade das amostras para verificação do padrão de qualidade da água. Verificou-se que existe a necessidade de aprimoramentos para reforçar o abastecimento regular diante das demandas crescentes da população, e evitar a ocorrência de colapso na rede.

Portanto, para o sistema avançar, necessita-se de melhoria na gestão e planejamento, na ampliação e modernização da infraestrutura na finalidade de fortalecer o controle e redução de perdas. Portanto, a resolução dos problemas detectados proporciona à população benefícios, resultando em confiabilidade operacional e maior sustentabilidade da operação.

O trabalho evidencia a importância de alimentação do SINISA pelas concessionárias a fim de prover informações para melhor gestão do saneamento e transparência. Por fim, conclui-se que o diagnóstico realizado favoreceu uma compreensão mais clara da situação do sistema de abastecimento de água da cidade de Sousa-PB e contribuiu para o entendimento das condições operacionais do sistema, reforçando a necessidade de planejamento constante e investimentos na infraestrutura para garantir a eficiência, segurança hídrica, e sustentabilidade do serviço.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. **Atlas de informações sobre recursos hídricos**. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (BRASIL). **Saneamento**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento/>. Acesso em: 19 set. 2025.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Termo de Alocação de Água 2025/2026 – Sistema Hídrico Poções-Epitácio Pessoa (PB)**. Brasília: ANA, 9 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/alocacao-de-agua/TermodeAlocaodeguaEpitacioPessoa20252026assinado.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (BRASIL). **Usos da água**. Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>. Acesso em: 24 set. 2025.
- ASSIS NETO, Djalma Queiroga de. **Os efeitos da mudança de gestão dos serviços de água e esgoto em Sousa-PB**. 2021. In: VI CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2021, Campina Grade - PB. VI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Campina Grade - PB: Editora REALIZE, 2021. v. 1. p. 1-11.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12216: Projeto de estação de abastecimento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.
- BAEN, Luan Knupp; RESENDE, Wênia Moreira; ARAUJO, Bruno Martins; SILVA, Luan Souza; RODRIGUES, Vitor Franco. **Sistema público de abastecimento de água potável: partes constituintes e suas deficiências**. Revista Administração, Mineiros-GO, maio. 2018.
- BORGES, C. G. Análise de oportunidades de redução do consumo de água em processos industriais (caso CST). **Dissertação de Mestrado**. Mestrado em Engenharia de Produção: Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 2018.
- BRASIL. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Relatório dos Serviços de Abastecimento de Água: SINISA 2025 – ano de referência 2024**. Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/sinisa>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Painel de Indicadores SINISA: módulo Abastecimento de Água**. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=agua>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Glossário de indicadores: água e esgotos – indicadores econômico-financeiros, administrativos, operacionais, de balanço e de qualidade**. Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/sinisa>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Glossário de informações do SINISA – módulo abastecimento de água (informações locais)**. Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/sinisa>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 9 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5. ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p.

COSTA, Juçara do Nascimento da. **Problemática do Abastecimento de Água na Cidade de Sousa-PB**. 2015. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Cajazeiras, 2015.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio De. **Abastecimento de água para consumo humano, vol.1**. 2. ed. rev. e atual. Belo Horizonte: ufmg, 2010. 418 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama do município de Sousa (PB)**. **Cidades@**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sousa/panorama>. Acesso em: 10 nov. 2025.

LEITE, Michael Douglas Sousa; MENDES DE OLIVEIRA, Andréa Maria Brandão; OLIVERA, Marcos Macri; BELCHIOR, Verônica Cristian Soares de; SILVA, Cleuton de Sousa; LINHARES, Rafael Silva; LACERDA, Wendell de Almeida; FRANÇA, Vinícius Campos de. **Análise do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Sousa – PB**. International Journal of Development Research, v. 11, n. 01, p. 44022–44027, jan. 2021.

LIMA, Gizele Gonçalves de. **Análise do sistema de abastecimento de água da cidade de São Miguel/RN**. 2022. 76 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade

Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros, Pau dos Ferros, 2022.

LIMA, José Rodrigo Alves de; PEREIRA, Maria da Conceição Araújo; SILVA, Cícero Joelson Vieira; IBIAPINA, Kevin Bezerra; SOUZA, Caylanne Mendes de. **Saneamento básico no Brasil e no município de Sousa-PB**. Revista Foco, Curitiba, v. 15, n. 4, e473, p. 1-16, 2022.

OLIVEIRA, Geovanna Santos. **Análise Do Sistema De Abastecimento De Água No Município De Casserengue/PB**. 2021. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - Pb, 2021.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolução 64/292, de 28 de julho de 2010**. O direito humano à água e ao saneamento. Nova Iorque: ONU, 2010. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/64/292>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SILVA, Jucielho Pedro da; DINIZ, Marco Túlio Mendonça; PEREIRA, Vitor Hugo Campelo. **Análise do Sistema De Abastecimento De Água Potável Do Município De São Fernando: Uma Abordagem QuantiQualitativa. Equador**: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí, v. 11, n. 2, p. 76-100, dez. 2022.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, 2006.

VITAL, Vanderlan Marques; OLIVEIRA, Maria Aparecida Bezerra; ANDRADE, Elysson Marcks Gonçalves; PORTO, Thalyta Maria Ramos. **Perfil do sistema de abastecimento de água da cidade de Sousa-PB**. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), v. 11, n. 8, p. 55-60, ago. 2021.

WEGELIN, Maria Júlia Castro. **Análise Da Evolução Do Acesso A Abastecimento De Água e Esgotamento Sanitário De 2011 a 2020 Com Base Nas Informações Do SNIS**. 2022. 34 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciência de Dados Aplicada A Políticas Públicas, Escola Nacional de Administração Pública – Enap, Salvador - Ba, 2022.

APÊNDICE I

1. Qual é a tarifa de prestação de serviço de abastecimento de água? De que forma é feita? Quem administra o recurso?
2. O abastecimento de água é contínuo ou são realizadas manobras para abastecimento de todas as áreas da cidade?
3. Há diferentes setores de manobra ou distritos de medição e controle no município?
4. Há monitoramento de vazões e pressões na rede de distribuição?
5. Qual o processo realizado para as residenciais que não possuem a instalação de hidrômetros?
6. Quais os materiais e diâmetros são encontrados na rede de distribuição?
7. Há planos de expansão da rede de distribuição?
8. Em relação a infraestrutura, qual o cronograma de manutenção preventiva e substituição?
9. Como ocorreu a transição da CAGEPA para DAESA na concessão do serviço de abastecimento de água para a população? Qual foi motivo dessa mudança?
10. Quais/quantos profissionais atuam na manutenção e operação do sistema?
11. Quais os principais desafios enfrentados na gestão do sistema de abastecimento de água?
12. Como é realizada a gestão do sistema, de modo a minimizar as possíveis falhas?
13. Quais medidas são realizadas para reduzir as perdas do sistema?