



CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FÁBIO ANANIAS ALVES DE FREITAS

**ANÁLISE DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO
DE PARACURU - CE**

FORTALEZA

2023

FÁBIO ANANIAS ALVES DE FREITAS

**ANÁLISE DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOMUNICÍPIO
DE PARACURU - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil da Faculdade Ari de
Sá.

Orientador: Prof. Me. Lídio Campos
Giordani

**FORTALEZA
2023**

F862a Freitas, Fábio Ananias Alves de.
Análise da Rede de Abastecimento do Município de Paracuru -
Ce / Fábio Ananias Alves de Freitas. – 2024.
50 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Ari de Sá, Curso
de Engenharia Civil, Fortaleza, 2024.

Orientação: Prof. Me. Lídio Campos Giordani.

1. Sistema de abastecimento de água. 2. Paracuru. 3. PMSB. 4.

CAGECE. I. Título. CDD 620

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter possibilitado a realização de um sonho, Ele é meu pai e amigo presente, onisciente e onipotente, que me sustentou em todos os dias e se manifestou ainda mais nos momentos mais desafiadores. A Deus, devo tudo.

Agradeço a minha mãe Veroníce Maria, uma mulher guerreira e batalhadora, que me criou sozinha, sempre me incentivou a buscar meus ideais, sem jamais deixar de lado a honestidade e a humildade. Ela sempre acreditou em mim, esteve ao meu lado, encorajando-me nos momentos de desânimo.

À minha avó Maria do Carmo, que me ensinou a ser forte e a nunca desistir de nada. E ao meu avô Ananias, que, apesar de não ter tido o privilégio de tê-lo conhecido, iniciou essa jornada juntamente com minha avó desde a criação e educação dos meus familiares. Tenho a certeza de que estariam felizes e orgulhosos com essa conquista.

À toda minha família, minha tia Verônica, meu tio Roberto, meu primo Tácito, minha prima Tâmara, minha prima Letícia e ao meu padrasto Joaquim. Obrigada por estarem sempre comigo.

À Karine que sempre me ajudou e me apoiou, e aos seus familiares, Genival, Leonardo e Simone que me ajudaram nessa caminhada.

Ao meu Orientador Prof. Me. Lídio Campos Giordani pela disponibilidade, compreensão e por todos os conhecimentos passados.

Aos meus amigos Victor Venâncio, Felipe Ferreira, Anderson Gomes, Jady Gabrielly, Isaac Levy, José Edilberto, Maria Rosemeire, Leonardo Motta, que sempre torceram por mim.

À minha madrinha Diana Delny e ao meu padrinho José Lima Castro.

Aos amigos e colegas Rafael Gomes, Assis Paiva, Everto Alberto, Tony Marcelino, Jackson, Jandoca, Werison, Ismael Almeida, Davisson Lopes, Edson Rodrigues e Lucas Gabriel.

Aos meus professores Valber, Delmiro Júnior e Lindemberg.

Às demais pessoas que contribuíram de alguma forma para minha formação.

Muito Obrigado!

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo caracterizar e avaliar o sistema de abastecimento de água no município de Paracuru, buscando fornecer informações técnicas para aprimorar a gestão do abastecimento hídrico local. Foram examinados diversos índices, incluindo o nível de universalização dos serviços de água, a porcentagem da população atendida, as perdas na distribuição, a infraestrutura do sistema de abastecimento, o consumo per capita e a produção per capita. Utilizaram-se dados fornecidos pela CAGECE, SNIS, IBGE, IPECE, PMSB, além de informações obtidas pela prefeitura do município para a elaboração dos índices. Após a análise dos indicadores, foi possível identificar as principais deficiências, que estão relacionadas ao atendimento do sistema, um significativo índice de perdas, interrupção no fornecimento em áreas específicas, a falta de fornecimento de água quando há um aumento na demanda, especialmente devido à expressiva presença de população flutuante e baixa capacidade de reservação. Com base nas informações obtidas, torna-se evidente a necessidade de atenção e a implementação de estratégias para aprimorar a eficiência e a sustentabilidade do sistema de abastecimento de água, especialmente nas áreas destacadas como deficientes.

Palavras-chave: Sistema de abastecimento de água; Paracuru; PMSB; CAGECE.

ABSTRACT

This study aims to characterize and assess the water supply system in the municipality of Paracuru, seeking to provide technical information to enhance the management of local water supply. Various indices were examined, including the level of universalization of water services, the percentage of the population served, distribution losses, the infrastructure of the water supply system, per capita consumption, and per capita production. Data provided by CAGECE, SNIS, IBGE, IPECE, PMSB, as well as information obtained from the municipality's government, were used to develop the indices. After analyzing the indicators, it was possible to identify the main deficiencies, which are related to the system's service, a significant loss rate, interruptions in supply in specific areas, lack of water supply when there is an increase in demand, especially due to the significant presence of a floating population, and low storage capacity. Based on the information obtained, the need for attention and the implementation of strategies to improve the efficiency and sustainability of the water supply system, especially in the highlighted deficient areas, becomes evident.

Keywords: Water supply system; Paracuru; PMSB; CAGECE.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVO.....	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos.....	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Saneamento Básico.....	13
3.2	Sistema de Abastecimento de Água	14
3.2.1	Manancial	14
3.2.2	Captação	15
3.2.3	Aduadoras	15
3.2.4	Estação elevatória	16
3.2.5	Estação de Tratamento de Água (ETA)	16
3.2.6	Reservatório	17
3.2.7	Rede de distribuição	17
3.3	Normas para Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água	18
3.4	Importância do Sistema de Abastecimento de Água para a Saúde e o Meio Ambiente.....	19
4	METODOLOGIA	20
4.1	Caracterização da Área de Estudo	20
4.1.2	Aspectos físicos ambientais.....	21
5	RESULTADO E DISCUSSÕES	24
5.1	Infraestrutura Existente do Sistema de Abastecimento da Rede Municipal.....	24
5.2	Poços Existentes no Município	25
5.2.1	Poço Campo de Aviação	25
5.2.2	Poço da Vila São Bernardo.....	25
5.2.3	Poço do Riacho Doce	25
5.3	Reservação	26
5.3.1	Reservatório ETA – Reservatório apoiado (RAP – 01)	26
5.3.2	Reservatório do Centro – Reservatório Elevado (REL – 01).....	26
5.3.3	Reservatório da Vila São Bernardo - Reservatório Elevado (REL – 02).....	27
5.4	Tratamento de água da unidade de Paracuru – Ce	28
5.5	Adução de Água Bruta e Tratada.....	30
5.6	Estação elevatória	31
5.7	Capacidade de reservação	31
5.8	Redes de Distribuição.....	31
5.9	Panorama do sistema de abastecimento dos distritos do município	32

5.10	Eficiência do tratamento	33
5.11	Deficiências do sistema	34
5.12	Prioridades em relação aos déficits do sistema deabastecimento	35
5.13	Projeção da população	36
6	CONCLUSÃO	41
6.1	Balanço Entre Consumo e Demanda.....	41
6.2	Prioridades em relação aos déficits do sistema deabastecimento	43
6.3	Alternativas para Atender o Abastecimento de Água do Município	45
6.3.1	Instalação de novos reservatórios	45
6.3.2	Expansão da estação de tratamento de água.....	46
6.3.3	Controle da qualidade da água	46
6.3.4	Novas Redes de Abastecimento.....	46
6.3.5	Novas perfurações de poços	46
6.4	Alternativas para Atender o Abastecimento de Água em localidades isoladas.....	47
6.4.1	Instalação de reservatórios.....	47
6.4.2	Novos poços de captação de água.....	47
6.4.3	Novas redes de abastecimento nas localidades isoladas	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

À medida que as cidades apresentam uma crescente populacional nos últimos anos, aumenta a preocupação quanto à infraestrutura, qualidade e quantidade de água distribuída para a sociedade. Essa preocupação se faz presente em normas e leis que, dentre vários outros aspectos, definem os padrões de potabilidade dessa água e o processo de tratamento que a mesma deve ser submetida para que se torne apropriada para ser fornecida e consumida.

De acordo com o Panorama de Saneamento Básico no Brasil – SNIS, cerca de 175,5 milhões de pessoas no Brasil são atendidas por um sistema de abastecimento de água completo ou simplificado, o que corresponde ao índice de atendimento de 84,2%. Entretanto, dentre as cinco regiões do Brasil, o Nordeste apresenta o segundo menor índice de atendimento. Agravando esse cenário, o Nordeste apresenta o maior déficit de acesso aos serviços de abastecimento de água (Panorama do Saneamento Básico no Brasil/2021).

Um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), de acordo com o Decreto Federal N° 5440/2005, estabelece definições e procedimentos sobre o controle e qualidade de água de sistemas de abastecimento, sendo composto por um conjunto de obras civis, equipamento e materiais, que tem como objetivo captar e levar água potável ao consumo da sociedade, ou seja, para o uso doméstico, serviços públicos e industriais.

O provimento inadequado da água traz consigo incontáveis problemáticas para a população. Não ter informação quanto à procedência e quanto ao tipo correto de tratamento certamente gera impactos negativos à saúde e ao bem-estar do ser humano. Nesse contexto, ações ostensivas de educação ambiental, no que se refere aos padrões de qualidade de água, possuem grande relevância. De acordo com a Lei Federal de N° 11.445/2007, é garantido que os serviços públicos devem promover a prestação adequada de serviços, com atendimento pleno aos usuários.

Para o desenvolvimento dessa atividade, a Lei Federal de N° 14.026/2020 estabelece metas e indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados a serem obrigatoriamente observados na execução dos serviços prestados de forma direta ou por concessão. A definição de tais parâmetros favorece no controle da qualidade e da disponibilidade da água, podendo observar

os pontos que precisam de um aprimoramento, agindo diretamente no problema.

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), que tem por objetivo o serviço de água e esgotamento sanitário é responsável pelo serviço em grande parte o estado do Ceará, atinge mais de 5 milhões de clientes e está presente em 152 municípios, com uma cobertura de abastecimento de água na capital, Fortaleza, que alcança 99,58%. Já no interior esse índice chega a 98,81%, representando cerca de 2,9 milhões de beneficiados com água tratada em suas casas (Cagece, 2021).

O município de Paracuru é abastecido por um tipo de sistema produtor, o sistema isolado (que atendem apenas um município), essas fontes hídricas advêm de mananciais superficiais (rios, represas, açudes) e subterrâneas (minas, poços, baterias de poços), (Atlas Águas, 2021). Segundo informações do Atlas Brasil, o município de Paracuru apresenta o manancial com alta vulnerabilidade, com coberturado sistema de distribuição de 38,90%, eficiência mínima da produção e de distribuição de água. Concluindo que a segurança hídrica do abastecimento é mínima, observando a ineficiência do município em estudo.

Embora as entidades públicas venham buscando otimização na sua prestação de serviço, a ênfase na identificação destas problemáticas permite que passemos a entender melhor os gargalos no bom funcionamento do sistema, permitindo caracterizar o déficit e melhorar a qualidade dos serviços que estejam insatisfatórios.

Em razão desse contexto apresentado, esse estudo tem o objetivo de analisar a rede de abastecimento de água do município de Paracuru - CE, apontar as áreas que precisam de aprimoramento para elevar a eficiência e a disponibilidade desse recurso essencial para a sociedade, contando com a colaboração do poder público municipal.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar o sistema de abastecimento de água do município de Paracuru – CE, buscando identificar as problemáticas e/ou propor sugestões para esse sistema.

2.2 Objetivos específicos

Indicar os prováveis fatores que causam deficiência no sistema de abastecimento;

Identificar e organizar as prioridades em relação aos déficits do sistema de abastecimento;

Descrever as principais estratégias para a melhor realização desse tipo de serviço.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Saneamento Básico

O conceito de saneamento vem sendo socialmente construído ao longo da história, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população. A noção de saneamento assume conteúdos diferenciados em cada cultura, em virtude da relação existente entre homem - natureza e também em cada classe social, relacionando-se, nesse caso, às condições materiais de existência e ao nível de informação e conhecimento. (FUNASA, 2015).

De acordo com a definição da World Health Organization - WHO (2004), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Por consequência, o saneamento não se abrange ao abastecimento de água limpa e sim a um conjunto de fatores que proporcionam um ambiente saudável para a população.

Um marco importante foi a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que foi publicada com o objetivo de regular os serviços de saneamento básico, estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Posteriormente sendo alterada pela Lei 14.026, de 2020, ela garante que o Saneamento Básico é um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais, determinados como:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

A Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) assegura que o saneamento básico é um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Desse modo, conforme (HELLER, 2010), o saneamento básico é fundamental na prevenção de doenças. Além disso, a conservação da limpeza dos ambientes, evitando resíduos sólidos em locais inadequados, por exemplo, também evita a proliferação de vetores de doenças como ratos e insetos que são responsáveis pela disseminação de algumas moléstias.

3.2 Sistema de Abastecimento de Água

Conforme PÁDUA (2010) nos sistemas de abastecimento de água, tem-se como objetivo final disponibilizar água potável aos usuários, de forma contínua e em quantidade e pressão adequadas.

O sistema de abastecimento de água é um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinado à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, de modo contínuo e seguro (FUNASA, 2017).

Para TSUTIYA (2006) as concepções de sistemas de abastecimento de água dependem principalmente do tipo de manancial, da topografia da área e da população a ser atendida.

Desse modo, de acordo com TSUTIYA (2006) a concepção deverá estender-se aos diversos componentes do sistema de abastecimento de água definidos a seguir:

3.2.1 Manancial

É o corpo de água superficial ou subterrânea, onde é retirada a água para abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no

período do projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequado sob o ponto de vista sanitário (TSUTIYA, 2006).

Manancial superficial: É toda parte de um manancial que escoar na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, lagos e reservatórios artificiais (FUNASA, 2004)

Manancial superficial: É a parte que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre, compreendendo os lençóis freáticos e profundos, tendo sua captação feitas pelos poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes (FUNASA, 2004).

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 43% das sedes são abastecidas exclusivamente por mananciais superficiais, 40% são abastecidas exclusivamente por mananciais subterrâneos e 17% possuem abastecimento misto.

3.2.2 Captação

Conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento (TSUTIYA, 2006).

Portanto, a captação de água que será escolhido para abastecer a sociedade pode ser classificada de acordo com o tipo de manancial utilizado (FUNASA, 2017). A partir dessa escolha, deverão ser apresentados as seguintes informações:

a) Superficial: nome do manancial; bacia hidrográfica ao qual pertence; localização do manancial em relação à área de projeto; pluviometria; vazões medidas e/ou estimadas; dados da qualidade da água (análise físico-química e microbiológico); caracterização das principais fontes de poluição (pontuais e difusas) ou contaminação da bacia hidrográfica.

b) Subterrâneo: aspectos geológicos regionais com descrição das unidades litológicas e arcabouço estrutural; aspectos geológicos locais, com descrição das formações e litologias de superfície e subsuperfície; aspectos hidrogeológicos com referência aos poços existentes na área de projeto ou entorno, com indicação das profundidades, vazões, níveis estáticos e dinâmicos; previsão da quantidade de poços necessários para atender a demanda do projeto; descrição das principais fontes de poluição (pontuais e difusas) ou contaminação da área de captação.

3.2.3 Adutoras

Para (HELLER, 2010) as adutoras são tubulações ou canais que são encarregados do transporte de água entre unidades do sistema de abastecimento que precedem a rede de distribuição. Assim, as adutoras interligam a captação à estação de tratamento de água e desta aos reservatórios.

Além disso, adutoras estão dispostas entre captação e a ETS, captação e o reservatório de distribuição, ETA e o reservatório de distribuição e ETA e a rede de distribuição (FUNASA, 2014).

3.2.4 Estação elevatória

Conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água, geralmente há várias estações elevatórias, tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada (TSUTIYA, 2006).

Conforme (HELLER, 2010) as estações elevatórias de sistemas de abastecimento de água, quando são utilizadas para conduzir águas não tratadas, denominam-se elevatórias de água bruta. De outro modo, são denominadas de elevatórias de água tratada e normalmente são instaladas após as estações de tratamento de água para o bombeamento do líquido até os reservatórios.

3.2.5 Estação de Tratamento de Água (ETA)

O objetivo do tratamento é melhorar as características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas da água, com a finalidade de tornar adequada para o consumo humano. A Portaria N° 1.469/ 2001 define métodos para o controle e vigilância para o consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O tratamento convencional é composto das seguintes etapas: clarificação (mistura rápida/coagulação, mistura lenta/floculação, decantação e filtração), desinfecção, correção de pH, preservação e distribuição. A fluoretação é implantada como coadjuvante na prevenção da cárie dental, considerada no Brasil como problema de Saúde Pública, em face da alta prevalência (FUNASA, 2014).

3.2.6 Reservatório

Tsutiya (2006) define reservatório como elemento do sistema de distribuição de água destinada a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.

Segundo (HELLER, 2010) os reservatórios podem ser classificados quanto às localizações no sistema de abastecimento e no terreno, quanto à forma e o material de construção da unidade.

De acordo com a FUNASA (2014) seus principais propósitos são: atender as variações de consumo ao longo do dia, promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação na produção de água, manter pressões adequadas na rede de distribuição e garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.

Outro ponto a ser observado está relacionado a doenças hídricas que podem ocorrer caso os reservatórios não estejam protegidos. Portanto, para que não haja contaminação é necessário que os reservatórios apresentem as estruturas adequadas, tubos de ventilação, cobertura, impermeabilização, abertura para limpeza, sistema de drenagem, ladrão e indicador de nível.

3.2.7 Rede de distribuição

Conforme (HELLER, 2010) a rede de distribuição é a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo, água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados em uma cidade, vila ou outro tipo de aglomeração urbana.

Para (TSUTIYA, 2006) o objetivo principal do sistema de abastecimento de água é fornecer ao usuário uma água de boa qualidade para seu uso, qualidade adequada e pressão suficiente.

A FUNASA (2014) classifica quanto ao tipo de rede de distribuição:

- Rede Ramificada:

Consiste em uma tubulação principal, da qual partem tubulações secundárias. Sendo alimentada por só um ponto;

- Rede malhada sem anel:

Da tubulação principal partem tubulações secundárias que se comunicam, evitando extremidades mortas;

- Rede malhada com anel:

São tubulações mais grossas chamadas anéis, que circundam determinada área a ser abastecida e alimentam tubulações secundárias. Essas redes permitem a alimentação de um mesmo ponto por diversas vias, reduzindo as perdas de carga.

O tipo de rede que será implementada varia de acordo com as características físicas e topográficas, da forma de ocupação de cada cidade em estudo e traçado das ruas.

3.3 Normas para Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água

As principais normas da ABNT que são aplicadas em projetos de sistemas de abastecimento de água listadas a seguir:

NBR 12.215 – Projeto de Adutora de Água para Abastecimento Público, promulgada 1991
NBR 12.211 – Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, promulgada em 1992
NBR 12.212 – Projeto de Poço para Captação de Água Subterrânea, promulgada em 1992;
NRB 12.213 – Projeto de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público, promulgada em 1992;
NBR 12.214 – Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público; promulgada em 1992;
NBR 12.216 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público, promulgada em 1992;
NBR 12.217 – Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público, promulgada em 1994;
NBR 12.218 – Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público promulgada em 1994.

3.4 Importância do Sistema de Abastecimento de Água para a Saúde e o Meio Ambiente

O sistema de abastecimento de água é um dos fatores com maior relevância quanto ao saneamento básico, consiste desde a retirada de água da natureza, passando pelo processo de tratamento adequado, garantindo qualidade de vida para a população e preservação do meio ambiente.

Para (HELLER, 2010) o abastecimento de água mantém uma relação ambígua com o ambiente, especialmente o hídrico: de um lado é um usuário primordial, dele dependendo; de outro, ao realizar este uso, provoca impactos. Um adequado equacionamento dessa sua dupla relação com o ambiente é requisito indispensável para uma correta concepção do abastecimento de água.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de situa-se na região Nordeste e na unidade da federação do Ceará, está localizado na mesorregião geográfica Norte Cearense e na microrregião Baixo Curu, a aproximadamente 90 km da capital Fortaleza e faz limite com os municípios de Paraipaba e São Gonçalo do Amarante. Possui uma área de aproximadamente 303,3 km². Identifica-se o município em destaque na figura 4. Na figura 5, apresenta-se a vista aérea do núcleo urbano do município.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Paracuru – Ce.



Fonte: Wikipedia, 2023.

Figura 2 - Vista aérea do município de Paracuru – Ce.



Fonte: Google Earth, 2023.

Com altitude média de 10,0 m, coordenadas geográficas 3° 24' 36" de latitude sul e 39° 01' 50" de longitude oeste (IPECE, 2017).

4.1.1 Aspectos climáticos

De acordo com informações do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE (2017), o município apresenta clima do tipo tropical quente semiárido brando. Com períodos de chuvas nos meses de janeiro a abril, umidade relativa média anual de 70,47% a 80,06%, pluviosidade anual média de 1073 mm e 3155,87 0 horas de insolação anual. Possuindo temperaturas anuais médis variando de 26 a 28 °C, com média anual de 27 °C.

4.1.2 Aspectos físicos ambientais

Conforme dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017) as formações principais de relevo são: Planície Litorânea e Tabuleiros Pré-Litorâneos. O município apresenta proporções de terreno formados por Solos Aluviais, Areias Quartzosas Marinhas, Latossolo VermelhoAmarelo, Podzólico VermelhoAmarelo e Solonchak. Além disso, apresenta um complexo vegetacional da zona Litorânea e floresta mista dicotillo-palmácea. A principal bacia hidrográfica é a Curu, Metropolitana.

4.2 Pesquisa Documental

Foram examinados os relatórios que abordam indicadores primários, operacionais relacionados ao abastecimento de água, os quais foram obtidos do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Além disso, foram analisadas as séries de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangendo informações como o número de habitantes nas áreas urbana e rural, bem como a densidade demográfica. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) juntamente ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará foi utilizada como recurso complementar para preencher lacunas nos dados não disponibilizados nos documentos fornecidos pela PMSB.

4.3 Levantamento de Dados

Foram coletados dados de diversas fontes, incluindo IBGE, CAGECE, SNIS, IPECE, PMSB e dados fornecidos pela prefeitura municipal. Adicionalmente, empregou-se uma pesquisa de campo de natureza exploratória, envolvendo a coleta de dados diretamente no local de estudo.

4.4 Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água

Os indicadores essenciais, fundamentais para uma compreensão mais aprofundada deles, incluíram: dados anuais e mensais do volume de água produzido, volume de água consumido, panorama atual do sistema de abastecimento, população atendida pelo abastecimento, população urbana, população total, extensão da rede de distribuição, material utilizado na rede, projeção de demandas futuras nas áreas urbanas e rurais.

4.5 Avaliação estrutural operacional do sistema de abastecimento.

Na avaliação da estrutura operacional do sistema de abastecimento de água, foram empregados índices e parâmetros mencionados anteriormente, juntamente com dados de qualidade de água bruta e tratada fornecidos pela CAGECE e PMSB.

Análises da evolução histórica dos indicadores e parâmetros foram conduzidas com o objetivo de avaliar a situação e o progresso em termos de universalização, integralidade, equidade e qualidade dos serviços prestados.

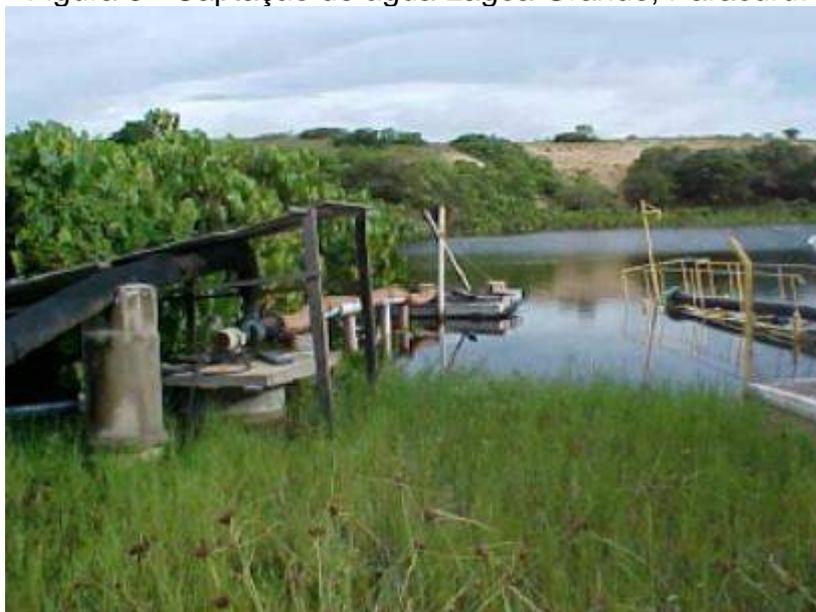
5 RESULTADO E DISCUSSÕES

5.1 Infraestrutura Existente do Sistema de Abastecimento da Rede Municipal

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de 2017, o município de Paracuru conta com uma captação de água para o abastecimento público que é caracterizada por ser parcialmente retirada do manancial superficial Lagoa Grande e parcialmente de mananciais subterrâneos.

A captação de água desse manancial superficial é feito por meio de um conjunto de bombas de eixo vertical e motor elétrico a prova de respingo, com capacidade de vazão de 80 m³/h, já a extração das águas localizadas no subsolo é realizada com o uso poços tubulares profundos. Conforme estudos realizados por Nascimento (2010), a lagoa que é feita a captação apresenta volume médio de 154.129,94 m³ e área de 80.021,029 m².

Figura 3 - Captação de água Lagoa Grande, Paracuru.



Fonte: Banco do Nordeste, PRODETUR/ NE II.

A Estação de Tratamento de Água de Paracuru está localizada às margens da Lagoa Grande. Pelo fato de ser um manancial superficial, necessita-se de demandas de chuvas esporádicas para que o volume de água seja atendido para a captação. Assim, a lagoa exhibe várias questões que impactam a eficácia da captação de água para o abastecimento da cidade de Paracuru.

5.2 Poços Existentes no Município

5.2.1 Poço Campo de Aviação

Está localizada na esquina entre a Av. João Lopes Meireles com a Rua Maria de Castro Rocha na localidade Campo da Aviação, o poço possui uma bomba com vazão entre 10 e 15 m³/h.

Conforme a CAGECE, o poço deu início as suas operações no começo ano de 2014, devido ao grande aumento da população no período de Carnaval e também devido ao nível crítico em que a Lagoa Grande, principal manancial de captação de água de Paracuru apresentava, devido à estiagem severa que a região estaria enfrentando naquele período.

A água presente neste poço passa por um processo de desinfecção por cloração, são utilizadas pastilhas de hipoclorito de sódio antes da distribuição. Um fator prejudicial é a inexistência de um reservatório para alívio de pressão, podendo danificar a rede de distribuição de água à população.

5.2.2 Poço da Vila São Bernardo

Está localizada na Rua Gumercindo A. Juvêncio, na localidade Vila São Bernardo, este poço possui uma bomba submersa com vazão entre 45 e 50 m³/h.

Diferente do poço do Campo de Aviação, este apresenta um reservatório de 10 m³ interligado, que ajuda no processo de alívio de pressão e na cloração com pastilhas de hipoclorito de sódio para a distribuição da população.

5.2.3 Poço do Riacho Doce

Este poço encontra-se na localidade Riacho Doce, sua edificação tem acesso pela Rua Maria Félix da Cunha, apresentando uma bomba submersa com vazão de 5m³/h.

Deu início as suas operações no início de 2014, com a mesma finalidade do poço do Campo de Aviação, para atender as elevadas demandas do período do Carnaval, aumentando a população consideravelmente e devido ao nível crítico que o principal manancial de água apresentava, pela estiagem severa que a região

naquele período apresentava. Passa pelo mesmo processo de desinfecção por cloração, sendo utilizadas pastilhas de hipoclorito de sódio antes da distribuição e não possui reservatório para alívio de pressão.

5.3 Reservação

O município de Paracuru contava com um Reservatório Elevado (REL-01) com capacidade de 200m³, porém o mesmo atualmente está desativado. Também havia outro Reservatório Elevado (REL-02) com capacidade de 500m³, que está desativado. Desse modo podemos identificar e fazer a descrição dos reservatórios existentes no município.

5.3.1 Reservatório ETA – Reservatório apoiado (RAP – 01)

O reservatório apoiado encontra-se juntamente a ETA de Paracuru, apresenta uma capacidade volumétrica é de até 200 m³ que é abastecido pela água tratada captada do manancial Lagoa Grande. O reservatório é circular, apoiado e de concreto, recebe a água tratada dos filtros e é injetada na rede através da elevatória.

Figura 4 - Reservatório apoiado (RAP - 01)



Fonte: Banco do Nordeste, PRODETUR/ NE II.

5.3.2 Reservatório do Centro – Reservatório Elevado (REL – 01)

O Reservatório do Centro (REL-01), localizado na área central do município de Paracuru, possui uma capacidade volumétrica de 200 m³, sendo classificado como de concreto, elevado e circular. O reservatório encontra-se danificado e desativado há mais de 20 anos por não apresentar condições operacionais adequadas, pelo seu estado de depreciação.

Figura 5 - Reservatório do Centro (REL - 01).



Fonte: Autor, 2023.

5.3.3 Reservatório da Vila São Bernardo - Reservatório Elevado (REL – 02)

O Reservatório Vila São Bernardo (REL-02), apresenta uma capacidade volumétrica de 500m³, é classificado como de concreto, elevado e em formato circular, sendo o maior do município, porém o reservatório encontra-se desativado desde 2011, por um rompimento de uma parcela de sua parede.

Figura 6 - Reservatório Vila São Bernardo (REL 02).



Fonte: Google Maps, 2013.

5.4 Tratamento de água da unidade de Paracuru – Ce

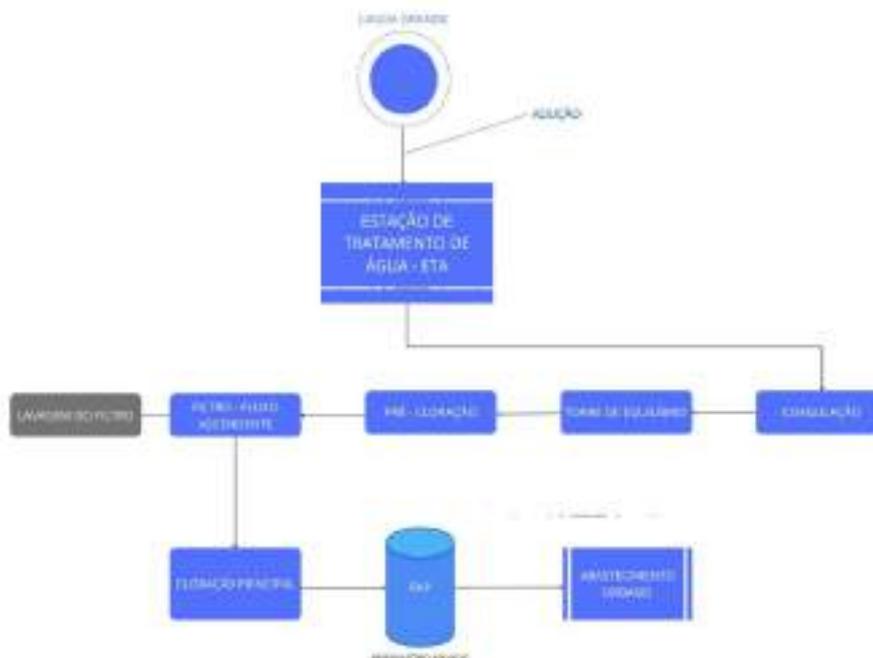
Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico, a Estação de Tratamento de Água (ETA) da unidade da CAGECE em Paracuru adota o processo de filtração direta com fluxo ascendente. A ETA possui quatro filtros, com uma capacidade máxima de tratamento de 93m³/h. As águas destinadas ao abastecimento público do município são predominantemente captadas do manancial superficial Lagoa Grande, além de haver captação por outros dois poços tubulares profundos.

A ETA está estrategicamente localizada nas proximidades da Lagoa Grande, conforme informações da prefeitura municipal de Paracuru, e foi instalada no ano de 1997. O tratamento das águas captadas do manancial superficial Lagoa Grande ocorre da seguinte maneira:

- A água bruta da Lagoa Grande é levada até a ETA através de uma adutora;
- Ao chegar à ETA a água bruta recebe a dosagem dos produtos PA (coagulante) e Polímero (Auxiliar de Coagulação);
- Em seguida a água é encaminhada para a Torre de Equilíbrio, que tem a finalidade de redução da pressão antes de serem encaminhadas para os filtros;

- Após, recebe uma pré-cloração (Cloro Gasoso);
- Na sequência a água passa por quatro filtros de fluxo ascendente para que seja feito o tratamento da água;
- Os filtros são lavados sempre uma vez ao dia durante 12 a 15 minutos, com o objetivo de limpar o leito filtrante, garantindo o tratamento efetivo para a água bruta, além disso, é realizada uma descarga de fundo para melhorar a eficiência do tratamento de 4 em 4 horas;
- Após passar pelos quatro filtros, a água recebe a cloração principal e é encaminhada para o Reservatório Apoiado (RAP);
- A água tratada é encaminhada do Reservatório Apoiado (RAP), através de adutora, para distribuição ao município de Paracuru;
- Como forma de controle operacional, é realizada as análises de cor, turbidez, cloro e pH de 2 em 2 horas.

Figura 7 - Fluxograma do processo de tratamento da água na ETA.



Fonte: Autor, 2023.

5.5 Adução de Água Bruta e Tratada

Devido à ausência de reservatórios, não há adutoras que conduzam água para esses dispositivos de armazenamento. Portanto, pode-se afirmar que o sistema de abastecimento de Paracuru é composto apenas por dois tipos distintos de adutoras: uma que transporta água bruta da Lagoa Grande até a Estação de Tratamento de Água (ETA) e outra que conduz a água tratada da ETA até a rede de distribuição.

As águas provenientes dos poços abastecem diretamente a população, sem passar por reservatórios, e, portanto, não são consideradas adutoras. A adução da água bruta do sistema de captação superficial com bombas direciona a água para a ETA, utilizando tubulação de Policloreto de Vinila (PVC) com 47,60 metros de extensão e diâmetro de 250 mm. Após o tratamento, a água é armazenada em um Reservatório Apoiado, com ligação para o sistema de adução em Policloreto de Vinila (PVC), que possui 4.218 metros de extensão e diâmetro de 200 mm. Este sistema encaminha a água tratada para a rede de distribuição do município de Paracuru.

5.6 Estação elevatória

O sistema de elevatória de água bruta em Paracuru é constituído por bombas de eixo vertical e motores elétricos à prova de respingos, os quais estão posicionados em uma base flutuante sobre a superfície da Lagoa Grande. Através da tubulação adutora, que está conectada ao sistema, a água bruta é conduzida diretamente para a Estação de Tratamento de Água (ETA).

Adicionalmente, a estação elevatória está organizada com base na quantidade de motobombas e suas funções específicas. Na primeira estação elevatória, há uma motobomba responsável por impulsionar a água bruta do manancial para a estação de tratamento de água. Na segunda estação, duas motobombas têm a função de impulsionar a água tratada do reservatório apoiado para a rede de distribuição. Já na terceira estação, duas motobombas são destinadas à lavagem dos filtros.

5.7 Capacidade de reservação

O município de Paracuru possui três reservatórios, sendo o reservatório apoiado, localizado na estação de tratamento, operacional, com capacidade de 200 m³. No entanto, os reservatórios elevados, situados na Vila São Bernardo e no Centro, com capacidades de 500 m³ e 200 m³, respectivamente, encontram-se desativados devido a danos estruturais. Ainda que apresente três reservatórios existentes, a reservação de água do município de Paracuru só é composta por um reservatório, visto que os outros encontram-se danificados.

5.8 Redes de Distribuição

O sistema de distribuição é predominantemente conduzido a partir do Reservatório Apoiado (RAP-1) localizado na Estação de Tratamento de Água, sendo este o principal responsável pela distribuição no município, sem a presença de outros reservatórios em operação na região. Além disso, há uma conexão direta na rede de distribuição para água proveniente de poços tubulares profundos, os quais foram instalados para atender às demandas de abastecimento do município. Importante ressaltar que não existem reservatórios instalados após a captação da

água desses poços.

5.9 Panorama do sistema de abastecimento dos distritos do município

O município abrange áreas que recebem atendimento de outros sistemas, tais como o Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR. Este sistema emergiu como uma opção de gestão visando assegurar a continuidade e qualidade dos sistemas de abastecimento de água em localidades rurais do Estado do Ceará. Além disso, são adotadas alternativas como cisternas, poços tubulares, carro-pipa ou cacimbas.

A Tabela 1 detalha as localidades que são abastecidas por carro-pipa e poço profundo.

Tabela 1 – Planta geral da rede de água.

LOCALIDADE	SERVIÇOS
Muriti I e II	Poço Profundo
Lagoa da Porca	Poço Profundo
Poço das Pedras	Poço Profundo
São Pedro de Baixo	Poço Profundo
Tamanduá	Poço Profundo
Alagadiço	Poço Profundo
Mocó	Poço Profundo
Carrasco	Poço Profundo
Quatro Bocas	Poço Profundo
Caneco Amassado	Poço Profundo
Murim	Poço Profundo
Grossos e Esperança	Poço Profundo
Volta Redonda	Poço Profundo
Vela Branca	Poço Profundo
Marco	Poço Profundo
Cumbe	Poço Profundo
Campo de Semente I e II	Poço Profundo
Tabuleiro Alegre	Poço Profundo
Murim	Poço Profundo
Umarizeiras	Poço Profundo
Barroso	Poço Profundo
Piriquara	Poço Profundo
Poço Doce	Poço Profundo
Casa de Telha	Poço Profundo
Carnaúba I e II	Poço Profundo
Torrões	Poço Profundo
Guagiru	Poço Profundo
Jardim do Meio I e II	Poço Profundo
Frexeiras	Poço Profundo
Grossos	Carro Pipa
Murim	Carro Pipa
Volta Redonda	Carro Pipa
Quatro Bocas	Carro Pipa
Carro Quebrado	Carro Pipa

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Paracuru (2014).

5.10 Eficiência do tratamento

Conforme o relatório de fiscalização da ARCE, RF/CSB/0071/2011, que avalia

a qualidade da água potável fornecida à população, foram examinados os registros dos RECOP's, os relatórios físico-químicos e os testes bacteriológicos das amostras coletadas na Saída da Estação de Tratamento de Água (ETA) e na Rede de Distribuição do Sistema de Abastecimento de Água de Paracuru, fornecidos pela UN-BCL. Além disso, foram considerados os dados do SISÁGUA no período de junho de 2010 a julho de 2011, juntamente com os resultados da campanha de amostragem realizada pela ARCE em colaboração com a CAGECE em agosto de 2011. O relatório identificou não conformidades com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 518/04 para os parâmetros analisados, especificamente para turbidez, cor e teor de ferro.

A respeito da qualidade bacteriológica da água na rede de distribuição, foi constatada a conformidade segundo os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 518/04. No entanto, conclui-se que, no ano de 2011, a CAGECE não estava em conformidade com o Artigo 3 da Resolução nº 122/2009 da ARCE.

Segundo o relatório, constatou-se que, entre os itens amostrados na saída do tratamento, a turbidez da água estava fora dos padrões em cerca de 30,40% das amostras realizadas, enquanto a cor estava fora dos padrões em aproximadamente 8,81% das amostras na saída do tratamento de água. Os demais padrões monitorados não registraram índices superiores aos estabelecidos.

5.11 Deficiências do sistema

Através de pesquisas de campo e com base em informações disponíveis sobre o Sistema de Abastecimento de Água do município de Paracuru, assim como nos relatórios elaborados pela ARCE no ano de 2011, identificaram-se as deficiências do sistema:

- O manancial superficial Lagoa Grande exibe uma densa vegetação, reduzindo significativamente o espelho d'água. Isso impacta tanto no volume disponível de água bruta para captação quanto na qualidade da água a ser tratada.;
- Os reservatórios REL-01 e REL-02 encontram-se danificados e desativados, restando apenas um reservatório apoiado localizado na Estação de Tratamento de Água (ETA). Em outras palavras, o município não dispõe de um reservatório de distribuição, resultando em uma capacidade insuficiente para atender a demandas elevadas. Além disso, é melhor possuir reservatórios para

abastecimento do que manter bombas ligadas através de injeção direta na rede. Em termos de custo, em geral, gasta-se mais com energia e manutenção de bombas do que na construção de um reservatório.

- Interrupções no fornecimento de água em áreas específicas e não conformidades com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação em vigor, identificadas nos resultados das análises físico-químicas.

5.12 Prioridades em relação aos déficits do sistema de abastecimento

Foram estabelecidas prioridades para o setor de Abastecimento de Água. Essas prioridades visam abordar as principais deficiências identificadas no sistema de abastecimento para garantir um fornecimento de água eficiente, seguro e sustentável à população.

Tabela 2 – Cenário atual do setor de abastecimento de água.

Cenário atual do Sistema de Abastecimento de Água		
Situação atual	Prioridade	Prazo
Falta de reservatórios na zona urbana e a inadequação nos distritos e áreas rurais.	I	Curto
A ausência de fontes alternativas significativas de captação de água resulta em uma dependência direta dos recursos do Manancial Lagoa Grande e de poços subterrâneos.	III	Longo
O aumento nas demandas de água é atribuído à significativa presença de uma população flutuante.	I	Curto
Ausência de um sistema para emergências e contingências.	II	Médio

Fonte: Autor (2023).

5.13 Projeção da população

O aumento significativo da população desempenha um papel fundamental no planejamento e na execução de projetos de saneamento básico. Esse crescimento implica em uma demanda crescente por serviços, especialmente no que diz respeito ao abastecimento de água. Os sistemas de abastecimento de água e as infraestruturas de esgotamento sanitário devem ser concebidos para atender a uma população específica, levando em consideração o crescimento demográfico ao longo de um determinado período de anos. Este intervalo é denominado período do projeto, plano do projeto ou ainda horizonte do projeto (TSUTIYA, 2006).

A Lei nº 11.445/2007 tem como propósito alcançar a universalização dos serviços de abastecimento de água, garantindo atendimento a toda a população, ou seja, 100%. Essa premissa orientou a coleta de informações sobre o sistema de abastecimento de água no município de Paracuru, com base nos dados apresentados pela CAGECE ao Sistema Nacional de Informações sobre

Saneamento (SNIS) no ano de referência de 2014 (SNIS, 2015).

Tabela 3 – Informações sobre o SAA no ano de 2014.

INFORMAÇÕES SOBRE O SAA DE PARACURU NO ANO DE REFERÊNCIA DE 2014		
DADOS DE ENTRADA	QUANT.	UNID.
População urbana residente do município com abastecimento de água	21.593	(Habitantes)
População total atendida com abastecimento de água	11.665	(Habitantes)
Quantidade de ligações ativas de água	4653	(Ligações)
Quantidade de economias ativas de água	4820	(Economias)
Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	4653	(Ligações)
Volume de água produzido	575,69	(1.000 m ³ /ano)
Volume de água tratada em ETAs	295,74	(1.000 m ³ /ano)
Volume de água micromedido	511,13	(1.000 m ³ /ano)
Volume de água macromedido	575,69	(1.000 m ³ /ano)
Volume de água tratada por simples desinfecção (Poço)	279,94	(1.000 m ³ /ano)
Índice de perdas na distribuição	11,15	%
Extensão da rede de água	56	Km
Quantidade de ligações totais de água	5.041	Ligações
Extensão da rede de água por ligação	11,11	(m/lig.)

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2017).

Com o intuito de alcançar a universalização na prestação dos serviços, foram estabelecidos critérios para a projeção da cobertura do sistema de abastecimento de água na área urbana, abrangendo tanto a população urbana fixa quanto a flutuante. Essa projeção considerou um crescimento de 8% nas ligações entre 2017 e 2018, com um crescimento anual de 5% nos anos subsequentes, visando atingir uma cobertura de 100% ao longo do oitavo ano do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) essa mesma projeção, foi considerada a extensão média da rede de água por ligação existente, que é de 11,1 m/ligação. Também foram levadas em conta as 388 ligações existentes, porém ociosas, para calcular a quantidade de domicílios e suas respectivas densidades populacionais. Estabeleceu-se uma média de 2,51 hab./domicílio para a população urbana fixa e 5 hab./domicílio para a população flutuante estimada.

Tabela 4 – Projeção das demandas de água para a população urbana fixa.

Per. (ano)	Ano	Urbana (hab.)	Cobertura (%)	População Atendida (hab.)	Índice de Perdas (%)	Consumo per capita (L/hab./dia)	Q1 (L/s)	Q2 (L/s)	Q3 (L/s)	Volume Reservação (m³)	Domicílios (unid.)	Quantidade de ligações totais de água (lig.)	Extensão da rede de água por ligação (mlig)	Extensão de rede de água (Km)
-	2014	22.402	52%	11.665	11,15%	135,1	22,77	21,80	32,84	655,7	8.925	5.041	11,1	59,0
-	2015	22.879	52%	11.897	11,15%	135,1	23,22	22,33	33,49	688,7	9.116	5.148	11,1	57,1
-	2016	23.367	52%	12.151	11,15%	135,1	23,71	22,80	34,20	683,9	9.319	5.258	11,1	58,4
-	2017	23.865	52%	12.410	11,15%	135,1	24,22	23,29	34,93	697,5	9.508	5.370	11,1	59,8
1	2018	24.374	60%	14.624	10%	133,4	25,16	27,09	40,64	811,5	9.711	5.626	11,1	64,7
2	2019	24.894	65%	16.191	10%	133,4	31,16	29,98	44,97	857,9	9.918	6.447	11,1	71,6
3	2020	25.425	70%	17.798	10%	133,4	34,29	32,97	49,46	887,8	10.129	7.091	11,1	79,7
4	2021	25.967	75%	19.475	10%	133,4	37,52	36,08	54,12	1.080,7	10.345	7.789	11,1	88,1
5	2022	26.520	80%	21.216	10%	133,4	40,88	39,30	58,96	1.177,2	10.566	8.453	11,1	93,8
6	2023	27.086	85%	23.023	10%	133,4	44,36	42,68	63,98	1.277,5	10.791	9.173	11,1	101,8
7	2024	27.663	90%	24.897	10%	133,4	47,97	46,12	69,18	1.381,5	11.021	9.919	11,1	110,1
8	2025	28.253	95%	26.840	10%	133,4	51,71	49,72	74,59	1.490,3	11.256	10.692	11,1	118,7
9	2026	28.856	100%	28.856	10%	133,4	55,60	53,46	80,19	1.604,2	11.495	11.495	11,1	127,5
10	2027	29.471	100%	29.471	10%	133,4	59,76	57,00	85,90	1.635,3	11.741	11.741	11,1	130,3
11	2028	30.099	100%	30.099	10%	133,4	57,99	55,78	83,64	1.670,2	11.982	11.982	11,1	133,1
12	2029	30.741	100%	30.741	10%	133,4	59,23	56,95	85,43	1.705,8	12.247	12.247	11,1	135,9
13	2030	31.396	100%	31.396	10%	133,4	60,49	58,16	87,25	1.742,1	12.508	12.508	11,1	138,8
14	2031	32.066	100%	32.066	10%	133,4	61,78	59,41	89,11	1.779,3	12.775	12.775	11,1	141,8
15	2032	32.749	100%	32.749	10%	133,4	63,10	60,67	91,01	1.817,3	13.047	13.047	11,1	144,8
16	2033	33.446	100%	33.446	10%	133,4	64,44	61,97	92,95	1.856,0	13.326	13.326	11,1	147,9
17	2034	34.151	100%	34.151	10%	133,4	65,82	63,29	94,93	1.895,5	13.610	13.610	11,1	151,1
18	2035	34.869	100%	34.869	10%	133,4	67,22	64,63	96,95	1.935,8	13.900	13.900	11,1	154,3
19	2036	35.603	100%	35.603	10%	133,4	68,65	66,01	99,02	1.977,2	14.199	14.199	11,1	157,5
20	2037	36.353	100%	36.353	10%	133,4	70,12	67,42	101,13	2.019,4	14.499	14.499	11,1	160,9

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2017).

Tabela 5 – Projeção das demandas de água para a população urbana flutuante.

Per. (ano)	Ano	Flutuante (hab.)	Cobertura (%)	População Atendida (hab.)	Índice de Perdas (%)	Consumo per capita (L/hab./dia)	Q1 (L/s)	Q2 (L/s)	Q3 (L/s)	Volume Reservação (m³)	Domicílios (unid.)	Extensão da rede de água por ligação (mlig)	Demanda de rede de água (Km)
-	2014	16.724	52%	8.696	11,15%	135,1	16,97	16,32	24,48	468,5	1.739	11,1	19,3
-	2015	17.094	52%	8.884	11,15%	135,1	17,34	16,67	25,01	499,3	1.777	11,1	19,7
-	2016	17.461	52%	9.075	11,15%	135,1	17,71	17,03	25,54	510,1	1.815	11,1	20,1
-	2017	17.826	52%	9.270	11,15%	135,1	18,09	17,39	26,09	521,0	1.854	11,1	20,6
1	2018	18.210	60%	10.926	10%	133,4	21,01	20,24	30,39	606,3	2.185	11,1	24,3
2	2019	18.601	65%	12.091	10%	133,4	23,29	22,40	33,60	670,9	2.418	11,1	26,8
3	2020	19.001	70%	13.301	10%	133,4	25,63	24,64	36,90	736,0	2.669	11,1	29,5
4	2021	19.409	75%	14.557	10%	133,4	28,01	26,97	40,45	807,7	2.911	11,1	32,3
5	2022	19.827	80%	15.862	10%	133,4	30,56	29,39	44,08	880,1	3.172	11,1	35,2
6	2023	20.253	85%	17.215	10%	133,4	33,17	31,89	47,84	955,2	3.443	11,1	38,2
7	2024	20.688	90%	18.619	10%	133,4	35,87	34,49	51,74	1.033,2	3.724	11,1	41,3
8	2025	21.133	95%	20.076	10%	133,4	38,68	37,19	55,79	1.114,0	4.015	11,1	44,6
9	2026	21.588	100%	21.588	10%	133,4	41,59	39,99	59,99	1.197,0	4.318	11,1	47,9
10	2027	22.052	100%	22.052	10%	133,4	42,49	40,85	61,28	1.223,6	4.419	11,1	49,0
11	2028	22.526	100%	22.526	10%	133,4	43,40	41,73	62,60	1.249,9	4.595	11,1	50,0
12	2029	23.010	100%	23.010	10%	133,4	44,33	42,63	63,94	1.276,8	4.662	11,1	51,1
13	2030	23.505	100%	23.505	10%	133,4	45,28	43,55	65,32	1.304,3	4.701	11,1	52,2
14	2031	24.010	100%	24.010	10%	133,4	46,26	44,48	66,72	1.332,3	4.803	11,1	53,3
15	2032	24.526	100%	24.526	10%	133,4	47,25	45,44	68,15	1.360,9	4.905	11,1	54,4
16	2033	25.054	100%	25.054	10%	133,4	48,27	46,41	69,62	1.390,2	5.011	11,1	55,6
17	2034	25.592	100%	25.592	10%	133,4	49,31	47,41	71,12	1.420,1	5.118	11,1	56,8
18	2035	26.143	100%	26.143	10%	133,4	50,37	48,43	72,65	1.450,6	5.229	11,1	58,0
19	2036	26.705	100%	26.705	10%	133,4	51,43	49,47	74,21	1.481,8	5.341	11,1	59,3
20	2037	27.279	100%	27.279	10%	133,4	52,58	50,54	75,81	1.513,7	5.458	11,1	60,5

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2017).

Tabela 6 – Projeção das demandas de água para a população urbana fixa + flutuante.

Per. (ano)	Ano	Urbana + Flutuante (hab.)	Cobertura (%)	População Atendida (hab.)	Índice de Perdas (%)	Consumo per capita (L/hab/dia)	Q1 (L/s)	Q2 (L/s)	Q3 (L/s)	Volume Reservação (m³)	Extensão da rede de água - Urbana (Km)	Extensão da rede de água - Flutuante (Km)	Total de Extensão (Urb. + Flut.) (Km)
-	2014	38.120	52%	20.340	11,10%	135,1	38,71	38,18	57,27	1.143,6	56,0	19,3	75,0
	2015	38.983	52%	20.791	11,10%	135,1	40,56	39,00	58,49	1.166,0	57,1	19,7	72,6
	2016	40.816	52%	21.225	11,10%	135,1	41,42	39,83	59,73	1.188,0	58,4	20,1	74,2
	2017	41.682	52%	21.680	11,10%	135,1	42,31	40,68	61,03	1.210,6	59,0	20,6	75,9
1	2018	42.584	60%	25.550	10%	133,4	48,23	47,33	71,00	1.417,8	64,7	24,3	84,6
2	2019	43.485	65%	28.272	10%	133,4	54,47	52,38	78,56	1.568,8	71,6	26,8	94,1
3	2020	44.426	70%	31.098	10%	133,4	58,02	57,61	86,42	1.725,6	78,7	29,5	103,9
4	2021	45.376	75%	34.032	10%	133,4	65,57	63,05	94,57	1.888,4	86,1	32,3	114,1
5	2022	46.347	80%	37.078	10%	133,4	71,44	68,69	103,03	2.057,4	93,8	35,2	124,7
6	2023	47.339	85%	40.238	10%	133,4	77,53	74,54	111,82	2.232,8	101,8	38,2	135,7
7	2024	48.352	90%	43.517	10%	133,4	83,84	80,62	120,93	2.414,7	110,1	41,3	147,1
8	2025	49.386	95%	46.917	10%	133,4	90,38	86,03	130,38	2.603,3	118,7	44,6	159,0
9	2026	50.443	100%	50.443	10%	133,4	97,19	93,45	140,18	2.799,0	127,9	47,9	171,2
10	2027	51.525	100%	51.525	10%	133,4	98,27	95,45	143,18	2.858,9	130,3	49,0	176,0
11	2028	52.625	100%	52.625	10%	133,4	101,39	97,49	146,24	2.920,1	133,1	50,0	178,9
12	2029	53.751	100%	53.751	10%	133,4	103,56	99,58	149,37	2.982,6	135,9	51,1	182,7
13	2030	54.901	100%	54.901	10%	133,4	105,78	101,71	152,56	3.046,4	138,8	52,2	186,7
14	2031	56.076	100%	56.076	10%	133,4	108,04	103,89	155,83	3.111,6	141,8	53,3	190,8
15	2032	57.276	100%	57.276	10%	133,4	110,35	106,11	159,16	3.178,2	144,8	54,4	195,0
16	2033	58.501	100%	58.501	10%	133,4	112,71	108,38	162,57	3.246,1	147,9	55,6	199,2
17	2034	59.753	100%	59.753	10%	133,4	115,13	110,70	166,05	3.315,6	151,1	56,8	203,6
18	2035	61.032	100%	61.032	10%	133,4	117,59	113,07	169,60	3.386,6	154,3	58,0	208,0
19	2036	62.338	100%	62.338	10%	133,4	120,11	115,49	173,23	3.459,1	157,6	59,3	212,6
20	2037	63.672	100%	63.672	10%	133,4	122,68	117,96	176,94	3.533,1	160,9	60,6	217,2

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico (2017).

6 CONCLUSÃO

6.1 Balanço Entre Consumo e Demanda

As informações sobre consumo per capita, consumo especial e número de consumidores por setores baseiam-se nos dados fornecidos pelo SNIS para o ano de 2011. Segundo o SNIS (2011), Paracuru apresenta um índice de atendimento de 62,80% da população por meio da rede de abastecimento. O consumo médio per capita divulgado para Paracuru nesse ano é de 84,50 L/hab.dia-1. Ao comparar esse valor com o consumo per capita do Ceará em 2011, que é de 128,9 L/hab.dia-1, de acordo com o SNIS (2011), observamos que o consumo em Paracuru foi aproximadamente 32,74% inferior ao valor estadual.

A Lei nº 11.445 de 2007 estabelece a meta de atender 100% da população municipal por meio do abastecimento de água. Para alcançar essa meta, foram realizadas projeções populacionais e analisados dados relacionados ao sistema de reservação, sistema de captação, consumo per capita, e outros parâmetros hidráulicos, permitindo avaliar a capacidade do sistema de abastecimento. Os resultados desta análise estão detalhados na Tabela

Tabela 7 – Abastecimento de água para 100% do abastecimento da população (urbana+flutuante).

Sistema de Abastecimento de Água 2015		
Consumo diário do sistema	209,77	m ³ /h
Déficit de reservação do sistema	1478,13	m ³
Déficit de vazão do sistema	64,77	m ³ /h
Economias em funcionamento do sistema	3786	
Ligações ativas	3786	
Ligações existentes	4208	
Pessoas por domicílios	3,62	
Vazão média da captação do sistema	145	m ³ /h
Volume indicado para os reservatórios do sistema	1678,13	m ³
Volume de reservação atual do sistema	200	m ³

Fonte: Adaptado Plano Municipal de Saneamento Básico (2014).

Com base no estudo realizado, foi possível analisar o sistema de abastecimento de água de maneira integrada, identificando um déficit na captação de água tanto pelo manancial superficial quanto pelos poços tubulares profundos, além de deficiências no sistema de reservação. Ao longo do tempo, considerando as variáveis apresentadas na tabela anterior e sem a implementação de ações

corretivas, a situação deficitária do sistema de abastecimento de água tende a se agravar.

A Tabela 8 apresenta a variação da demanda no sistema de abastecimento de água no município de Paracuru ao longo de um intervalo de dez anos, desde o início até o final do período abrangido pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Importante ressaltar que nas projeções é levado em conta o somatório da população urbana fixa do município e da população flutuante.

Tabela 8 – Projeção para o Sistema de Abastecimento.

Sistema de Abastecimento de Água	2015	2024	2034	
Consumo diário do sistema	209,77	253,8	313,64	m ³ /h
Déficit de reservação do sistema	1478,13	1830,4	2309,15	m ³
Déficit de vazão do sistema	64,77	108,8	168,64	m ³ /h
Economias em funcionamento do sistema	3786	13357	16506	
Pessoas por domicílios	3,62	3,62	3,62	
Vazão média da captação do sistema	145	145	145	m ³ /h
Volume indicado para os reservatórios do sistema	1678,13	2030,4	2509,15	m ³
Volume de reservação atual do sistema	200	200	200	m ³

Fonte: Adaptado Plano Municipal de Saneamento Básico (2014).

Com base na estimativa de consumo diário para o ano de 2015, foi identificado que o consumo diário no município é superior à vazão média de captação do sistema instalado, resultando em um déficit de 64,77 m³/h. Isso destaca a necessidade urgente de implementar novas alternativas de captação e identificar novos mananciais para garantir a sustentabilidade do abastecimento de água.

Para atender à meta de 100% de atendimento da população ao longo dos próximos vinte anos estabelecida pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), será necessário desenvolver projetos que satisfaçam as necessidades da população. Isso incluirá a exploração de novos mananciais de captação, sejam eles subterrâneos ou superficiais, a instalação de reservatórios, o aumento do número de ligações devido ao crescimento vegetativo, expansão e realocação da rede, ajustes na Estação de Tratamento de Água (ETA) e a substituição de hidrômetros depreciados.

A ausência de reservatórios representa um cenário preocupante, especialmente considerando que a região é propensa a estiagens, resultando na diminuição dos volumes disponíveis nos mananciais e, conseqüentemente, em interrupções temporárias no abastecimento. A falta de reservas específicas para

situações emergenciais é uma vulnerabilidade significativa. Atualmente, o sistema de abastecimento conta apenas com um único reservatório em operação, cuja capacidade é limitada. Existe um déficit de aproximadamente 1500 m³ quando comparado ao volume necessário para enfrentar emergências.

A conclusão é que o sistema de abastecimento atualmente em vigor revela-se inadequado para atender às demandas presentes e futuras do município de Paracuru. Há um déficit tanto na capacidade de captação quanto na de reservação, destacando a necessidade urgente de medidas corretivas e melhorias para garantir a sustentabilidade e eficiência do sistema.

6.2 Prioridades em relação aos déficits do sistema de abastecimento

Foram estabelecidas prioridades e metas para o setor de Abastecimento de Água nos cenários futuros. As prioridades associadas a cada meta, juntamente com o cenário correspondente, estão organizadas com base em sua importância relativa.

Tabela 9 – Perspectiva para cenários futuros do Setor de Abastecimento de Água.

Projeção para o cenário técnico para o Sistema de Abastecimento de Água			
Situação atual	Metas	Prioridade	Prazo
Falta de reservatórios na zona urbana e a inadequação nos distritos e áreas rurais.	Desenvolver e implementar a projeção e construção de reservatórios de água para atender às necessidades do sistema de abastecimento de água nas regiões urbanas e isoladas	I	Curto
A ausência de fontes alternativas significativas de captação de água resulta em uma dependência direta dos recursos do Manancial Lagoa Grande e de poços subterrâneos.	Elaborar iniciativas alternativas para a captação e reaproveitamento de água em zonas urbanas, distritos e áreas rurais.	III	Longo
O aumento nas demandas de água é atribuído à significativa presença de uma população flutuante.	Analisar as necessidades de consumo resultantes das variações na população durante períodos ou eventos que atraem uma população flutuante, com o objetivo de aumentar a produção e armazenamento de água para fins de abastecimento.	I	Curto
Ausência de um sistema para emergências e contingências.	Elaborar um estudo para a implementação de sistemas de abastecimento de água destinados a atender emergências e contingências.	II	Médio

Fonte: Autor (2023).

6.3 Alternativas para Atender o Abastecimento de Água do Município

Nas etapas anteriores, foi constatado que o abastecimento de água não alcança a totalidade da população, exigindo investimentos em infraestrutura para atingir essa meta. Isso implica na implementação de sistemas abrangentes, incluindo captação, redes de distribuição, reservatórios, além de operação e manutenção adequadas.

Na área urbana do município, é necessário planejar e implementar a expansão do Sistema de Abastecimento de Água, abordando as soluções necessárias em todas as fases, desde a captação até a distribuição de água tratada.

Para as localidades isoladas que operam com microssistemas de abastecimento, observou-se a falta de redes de distribuição de água em diversas áreas. Essa situação precisa ser corrigida simultaneamente à implementação de novos sistemas de abastecimento. Nos casos em que se torna tecnicamente inviável instalar redes de abastecimento de água na área rural, devido à baixa demanda em determinados locais ou à distância das residências em relação aos pontos de captação, sugere-se apoiar a instalação de poços particulares.

Após o diagnóstico, constatou-se que o sistema de abastecimento de água na Sede Municipal de Paracuru é insatisfatório no atendimento. Para alcançar a universalização do serviço, são necessárias ações de manutenção, reparo, acompanhamento da expansão territorial urbana, considerando o crescimento populacional e atendimento à população flutuante.

No que diz respeito à expansão territorial urbana, é essencial que as loteadoras providenciem infraestrutura básica para suas áreas, incluindo a implementação de redes de abastecimento de água.

Para as áreas já ocupadas, é imprescindível realizar a expansão dos sistemas de captação, estação de tratamento de água, redes de distribuição, reforma e construção de reservatórios, entre outras medidas, a fim de garantir o abastecimento de água para 100% da população.

6.3.1 Instalação de novos reservatórios

Com base no diagnóstico realizado, o macrossistema de abastecimento de água em Paracuru atualmente dispõe de apenas um reservatório apoiado, localizado na Estação de Tratamento de Água (ETA), com capacidade de 200 m³. No entanto,

esse reservatório é utilizado como ponto de reunião, uma vez que não existem reservatórios de distribuição no sistema. Diante dessa situação, a construção de novas estruturas torna-se essencial para aprimorar o sistema existente e atender às novas demandas.

Considerando as demandas calculadas, torna-se necessário a implementação de reservatórios no sistema de abastecimento de água da Sede Municipal, com o propósito de atender tanto à população urbana fixa quanto à população flutuante.

6.3.2 Expansão da estação de tratamento de água

A Estação de Tratamento de Água (ETA) atual precisa ser expandida para atender às demandas de produção, além da instalação de novas tecnologias de tratamento da água para otimizar os processos.

6.3.3 Controle da qualidade da água

É necessário realizar a manutenção e modernização do laboratório de análises químicas, visando facilitar o monitoramento da qualidade da água e garantir o atendimento aos padrões normativos estabelecidos. Para análises mais complexas, é recomendável encaminhar periodicamente as amostras para laboratórios mais estruturados da CAGECE ou serviços terceirizados.

6.3.4 Novas Redes de Abastecimento

Para atender integralmente a população da Sede Municipal, é necessário que a CAGECE elabore o projeto de expansão da rede, abrangendo as áreas já ocupadas e prevendo as possíveis expansões territoriais. Para estimativas, considerou-se um acréscimo em metros por ligação na rede de abastecimento, alinhado com a projeção populacional.

6.3.5 Novas perfurações de poços

Embora a opção mais favorável para a captação de água destinada ao abastecimento da área da Sede Municipal seja o Rio Curu, a instalação de poços tubulares profundos em regiões com demanda específica de abastecimento será

uma medida pontual e emergencial. Esta abordagem visa atender necessidades imediatas, sendo considerada uma solução temporária. No entanto, para uma provisão sustentável das demandas a longo prazo, a implementação de macrossistemas de captação é a solução mais tecnicamente viável e financeiramente eficiente.

Cada poço de captação deve ser acompanhado por reservatórios dimensionados de acordo com sua produção, a fim de prevenir possíveis fenômenos hidráulicos adversos no sistema.

6.4 Alternativas para Atender o Abastecimento de Água em localidades isoladas

Conforme detalhado na Tabela 1, a gestão dos sistemas de abastecimento de água em localidades isoladas de Paracuru, é principalmente conduzida pela Prefeitura Municipal e pelo SISAR - Sistema Integrado de Saneamento Rural. Nessas áreas, o abastecimento é predominantemente proveniente de poços tubulares profundos por carro-pipa.

Para atender à população do município de Paracuru que depende de microssistemas ou sistemas unifamiliares de abastecimento de água, propõem-se algumas alternativas para o abastecimento dessas localidades.

6.4.1 Instalação de reservatórios

Para atender às demandas previstas nas localidades isoladas de Paracuru, deverão ser construídos reservatórios com capacidade adequada. A Prefeitura Municipal e o SISAR devem monitorar possíveis explosões demográficas nos bairros isolados, realizando análises periódicas da quantidade de habitantes em cada região do município. Tais eventos podem ocorrer com o surgimento de empreendimentos geradores de emprego nas proximidades dos bairros ou o desenvolvimento de novos loteamentos.

6.4.2 Novos poços de captação de água

Em virtude de dificuldades operacionais em vários poços instalados nas áreas remotas do município, torna-se indispensável a perfuração de novos poços de captação para atender às projeções de demanda de vazão. Para viabilizar essa

iniciativa, é necessário realizar uma avaliação quantitativa e qualitativa da água produzida nos poços das localidades rurais, determinar a perfuração de novos poços subterrâneos e obter a autorização para a extração de água desses novos poços.

6.4.3 Novas redes de abastecimento nas localidades isoladas

Para ampliar a cobertura de fornecimento de água aos domicílios dependentes de microssistemas, é aconselhável implementar novas redes de distribuição. Inicialmente, é necessário desenvolver o projeto da rede de distribuição para os sistemas, visando abranger toda a população da localidade em questão. Estima-se um acréscimo em metros por conexão à rede, conforme a projeção populacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 14 p.

Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br>> . Acesso em: 17 mar. 2023.

Banco do Nordeste, PRODETUR/NE II. http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/prodetur/downloads/docs/ce_3_vol_1_5_analise_infraestrutura_agua.pdf. Acessado em: 23 de novembro de 2012.

BRASIL. Decreto nº 5.440/2005, de 4 de maio de 2005. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. FUNASA Fundação Nacional da Saúde. Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Brasília, 2014.

CAGECE. Água - Portal Cagece, 202. Página inicial. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/agua/>>. Acesso em: 17 mar. 2023.
SNIS - Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. Panorama do Saneamento Básico no Brasil:2021. Brasília: 2021.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Manual de Orientações Técnicas para elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Abastecimento de Água, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Manual de saneamento. Brasília, 3ª edição, 2004.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Manual de saneamento. Brasília, 4ª edição, 2015.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. Abastecimento de água para consumo humano. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

Lei Federal nº 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília, 2007.

Lei Federal nº 14.026/2020, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, 2020.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB). Ceará, volume 1, 2014.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB). Ceará, volume 2, 2014.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – Water, Sanitation and Hygiene Links to Health. November, 2004.