



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA
CIDADE DE COREMAS: SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES**

ELBER KEVENNY DA SILVA VIEIRA

POMBAL – PB

2024

ELBER KEVENNY DA SILVA VIEIRA

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA
CIDADE DE COREMAS: SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador(a): Prof.(a) Érica Cristine
Medeiros Machado

POMBAL – PB

2024

V658d

Vieira, Elber Kevenny da Silva.

Diagnóstico do sistema de abastecimento de água da cidade de Coremas: situação atual e projeções / Elber Kevenny da Silva Vieira. – Pombal, 2024.

52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.

“Orientação: Profa. Dra. Érica Cristine Medeiros Machado”.

Referências.

1. Abastecimento de água. 2. Saneamento básico. 3. Gestão hídrica. I. Machado, Érica Cristine Medeiros. II. Título.

CDU 628(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO.

ELBER KEVENNY DA SILVA VIEIRA

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE
DE COREMAS: SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente ELBER KEVENNY DA
SILVA VIEIRA **APROVADO** em 28 de Maio de 2024 pela comissão examinadora
composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do
título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.

Documento assinado digitalmente
 ERICA CRISTINE MEDEIROS MACHADO
Data: 07/06/2024 11:36:02-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof^ª. Dr^ª Érica Cristine Medeiros Machado
(Orientadora – UFCG)



Prof^ª. Dr^ª Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
(Membro Interno – UFCG)



Prof^ª. Dr^ª Elisângela Maria da Silva
(Membro Externo - UFSB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde e inspiração durante toda a jornada acadêmica.

Aos meus pais Eronildo e Ligia, por seu amor incondicional, apoio constante e incentivo nos momentos mais desafiadores.

As minhas avós, Fátima e Rosa por seu carinho, sabedoria e por ser uma fonte constante de motivação e exemplo.

Agradeço também aos meus professores, especialmente a minha orientadora Érica Cristine Medeiros Machado, pela orientação, paciência e conhecimento compartilhado.

À minha noiva e futura esposa, Laryssa, por seu amor, paciência e suporte inabalável durante todo esse período.

Aos meus amigos: Kilber, André, Rony, Widnes, Victor e Edilson pela amizade, cooperação e trocas de experiências enriquecedoras.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

No que concerne ao acesso à água para consumo humano, o sistema de abastecimento de água representa a infraestrutura primordial para suprir essa necessidade básica de saneamento, atendendo à demanda da população. No contexto brasileiro, o abastecimento de água enfrenta desafios significativos de gestão, e seu funcionamento inadequado acarreta problemas de saúde, econômicos, sociais e ambientais. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar o sistema de abastecimento de água da cidade de Coremas-PB. Utilizando uma metodologia de pesquisa e análise documental do sistema disponibilizado pela prefeitura municipal de Coremas, que incluiu visitas de campo objetivando avaliar o funcionamento do sistema desde a captação até a distribuição. Os resultados indicaram que, embora algumas medidas previstas em um projeto datado de 2013 não tenham sido completamente implementadas, como a recuperação de reservatórios, houve êxito na ampliação da rede de distribuição e investimento em infraestrutura. O reaproveitamento dos reservatórios demonstrou uma abordagem eficiente para otimizar os recursos disponíveis. Com base nisso, conclui-se que, apesar dos desafios enfrentados, a cidade de Coremas está comprometida em agir de acordo com o projeto elaborado, visando fornecer água de qualidade para a população e promover o bem-estar e a saúde da comunidade.

Palavras-chave: Abastecimento de água. Saneamento básico. Gestão hídrica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Unidades operacionais de uma SAA.....	17
Figura 2 - Percentual de economias atingidas	21
Figura 3 - Balanço de água	22
Figura 4 - Mapa da área de estudo	23
Figura 5 - Filtro Rústico para tratamento de água em Coremas - PB.....	30
Figura 6 - Concepção do Sistema de Abastecimento de Água da cidade.....	32
Figura 7 - Flutuador do SAA de Coremas - PB	33
Figura 8 - Localização do flutuador	34
Figura 9 - Estação de Tratamento de Água modelo C40	35
Figura 10 - Localização da Estação de Tratamento de Água.....	35
Figura 11 - Reservatório Apoiado de 500 m ³ (RAP 500 m ³).....	36
Figura 12 - Localização do Reservatório Apoiado de 500 m ³ (RAP 500 m ³).....	37
Figura 13 - Reservatório Apoiado 1 de 220 m ³ (RAP1 220 m ³).....	38
Figura 14 - Localização do Reservatório Apoiado 1 de 220 m ³ (RAP1 220 m ³).....	38
Figura 15 - Reservatório Apoiado 2 de 100 m ³ (RAP2 100 m ³).....	39
Figura 16 - Localização do Reservatório Apoiado 2 de 100 m ³ (RAP2 100 m ³).....	39
Figura 17 - Reservatório Apoiado 3 de 730 m ³ desativado (RAP3 730 m ³)	40
Figura 18 - Localização do Reservatório Apoiado 3 de 730 m ³ desativado	40
Figura 19 - Reservatório Elevado 1 de 125 m ³ (REL1 125 m ³)	41
Figura 20 - Localização do Reservatório Elevado 1 de 125 m ³ (REL1 125 m ³)	41
Figura 21 - Reservatório Elevado 2 de 115 m ³ (REL2 115 m ³)	42
Figura 22 - Localização do Reservatório Elevado 2 de 115 m ³ (REL2 115 m ³)	42
Figura 23 - Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1).....	43
Figura 24 - Localização da Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1).....	43
Figura 25 - Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2).....	44
Figura 26 - Localização da Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2).....	45
Figura 27 - Ampliação da rede	47
Figura 28 - Cagepa investe 7 milhões na melhoria e ampliação do abastecimento de Coremas.....	48

LISTA DE SIGLAS

ANF	Água Não Faturada
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DRSAI	Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
EEAB	Estação Elevatória de Água Bruta
EEAT	Estação Elevatória de Água Tratada
ETA	Estação de Tratamento da Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IWA	International Water Association
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RAP	Reservatório Apoiado
REL	Reservatório Elevado
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SERINTER	Secretaria de Relações Internacionais
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1.	Justificativa	11
1.1.1.	<i>Objetivo Geral</i>	12
1.1.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	12
1.2.	Escopo do Trabalho.....	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1.	Saneamento básico	14
2.2.	Sistemas de abastecimento de água	16
2.2.1.	<i>Diagnóstico e eficiência</i>	19
2.2.2.	<i>Caracterização das perdas</i>	21
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1.	Área de estudo	23
3.1.1.	<i>Topografia e hidrologia</i>	25
3.1.2.	<i>Águas superficiais e subterrâneas</i>	25
3.2.	Etapas de pesquisa	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1.	Histórico do abastecimento de água da cidade	27
4.2.	Captação.....	32
4.3.	Tratamento	34
4.4.	Reservação.....	36
4.4.1.	<i>Reservatório Apoiado de 500 m³ (RAP 500 m³, Projetado)</i>	36
4.4.2.	<i>Reservatório Apoiado 1 de 220 m³ (RAP1 220 m³, Existente)</i>	37
4.4.3.	<i>Reservatório Apoiado 2 de 100 m³ (RAP2 100 m³, Existente)</i>	39
4.4.4.	<i>Reservatório Apoiado 3 de 730 m³ (RAP3 730 m³ desativado, Existente)</i>	40
4.4.5.	<i>Reservatório Elevado 1 de 125 m³ (REL 125 m³, Existente)</i>	41
4.4.6.	<i>Reservatório Elevado 2 de 115 m³ (REL2 115 m³, Existente)</i>	42
4.5.	Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1, Projetada).....	43
4.6.	Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-2, Projetada).....	44
4.7.	Sistema de distribuição.....	46
5.	CONCLUSÕES.....	48

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
--	-----------

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Facciole (2021), a água é um recurso vital para a população e tem desempenhado um papel essencial na história da humanidade desde tempos antigos. Hipócrates, há mais de dois mil anos, destacou sua influência na saúde humana (FUNASA, 2016). Conhecida como o "elixir da vida," a água é indispensável e um símbolo de vitalidade (DUARTE, 2014). Historicamente, como na Roma Antiga, houve uma preocupação constante em prover água para as comunidades (BARROS e LIMA, 2020).

O Brasil, com sua vasta extensão territorial de 8.547.403,5 km², é o quinto maior país do mundo. Caracterizado por uma diversificação climática e alta pluviometria, o país, mesmo com abundância de água doce, enfrenta crises de abastecimento em várias regiões, incluindo a Região Norte (REBOUÇAS, 2003). A água é um bem social indispensável para a qualidade de vida (ESPADA, 2019). O saneamento básico é crucial para prevenir doenças, reduzir a mortalidade infantil e melhorar a educação e empregabilidade (Caiçara et al., 2022).

Este estudo propõe uma análise abrangente do sistema de abastecimento de água em Coremas – PB, com o objetivo de avaliar o sistema existente e identificar lacunas, desafios e oportunidades de melhoria para garantir um fornecimento de água potável seguro, sustentável e acessível a toda a população.

1.1. Justificativa

A importância deste estudo para a cidade de Coremas reside na necessidade premente de avaliar o sistema de abastecimento de água local. Coremas se destaca como uma das poucas cidades na região que não conta com a atuação direta da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), logo é a prefeitura Municipal de Coremas quem opera o sistema de abastecimento existente, apresentando deficiências no que se refere ao tratamento e distribuição da água. Apesar de existir um projeto datado de 2013 para melhorar o sistema de abastecimento, sua implementação total ainda não foi alcançada, deixando a população enfrentando desafios significativos. Problemas como deficiências no tratamento da água e baixa

cobertura de hidrômetros dificultam a análise das perdas de água. Falta ainda um controle eficaz sobre o consumo e distribuição de água.

A análise proposta neste estudo é importante para identificar as lacunas e deficiências existentes no sistema de abastecimento de água de Coremas. Além disso, essa análise poderá servir de base para a elaboração de políticas e planos estratégicos destinados a garantir um acesso mais equitativo, seguro e sustentável à água potável para todos os habitantes de Coremas, ou seja, esse estudo é útil na elaboração de políticas, planos e ações voltados para a melhoria da qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável da cidade.

1.1.1. Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico do sistema de abastecimento de água na cidade de Coremas - PB.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar dados históricos, desempenho operacional e indicadores do sistema atual.
- Investigar o projeto de expansão da rede.
- Diagnosticar todas as etapas do processo, que incluem: a captação da água e distribuição, para os consumidores finais.
- Identificar deficiências, lacunas ou problemas que possam comprometer a qualidade e disponibilidade do abastecimento.

1.2. Escopo do Trabalho

Capítulo 1: Introdução

Este capítulo apresenta uma contextualização do tema abordado, destacando a importância da água para a humanidade juntamente com a importância do estudo sobre o sistema de abastecimento de água na cidade de Coremas - PB. É discutida a

relevância do saneamento básico para a saúde pública e ambiental, bem como a necessidade de avaliar a conformidade do sistema atual de Coremas.

Capítulo 2: Fundamentação Teórica

Neste capítulo, são apresentados os fundamentos teóricos relevantes para a compreensão do tema. São discutidos conceitos relacionados ao abastecimento de água, saneamento básico, normas e legislações pertinentes, além de revisão da literatura sobre sistemas de abastecimento de água e suas características.

Capítulo 3: Materiais e Métodos

Este capítulo descreve a metodologia adotada para a realização da pesquisa. São apresentados os procedimentos utilizados para coleta de dados, seleção das fontes de informação, critérios de análise e avaliação do sistema de abastecimento de água em Coremas - PB.

Capítulo 4: Resultados e Discussão

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise do sistema de abastecimento de água na cidade de Coremas - PB. Os dados são discutidos em relação aos objetivos propostos.

Capítulo 5: Conclusão

Este capítulo apresenta as conclusões do estudo, destacando os principais achados, contribuições para a área de conhecimento e sugestões para futuros trabalhos. São apresentadas recomendações para a melhoria do sistema de abastecimento de água em Coremas - PB.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Saneamento básico

O saneamento básico é crucial para preservar ou alterar as condições ambientais para prevenir doenças, promover a saúde e melhorar a qualidade de vida da população, além de contribuir para a produtividade individual e facilitar a atividade econômica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). Sua importância abrange aspectos ambientais, de saúde pública e econômica, destacando a necessidade de uma regulamentação eficaz para garantir a entrega adequada desse serviço (BARBOSA e MARRARA, 2019). O saneamento básico é definido como a gestão ou controle dos fatores físicos que prejudicam o bem-estar físico, mental e social dos seres humanos. A falta de acesso adequado ao saneamento ou à infraestrutura também resulta em impactos negativos na população (CARCARÁ; SILVA; MOITA NETO, 2019). No cenário internacional, em 2015, as Nações Unidas aprovaram os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, sendo que três destes estão diretamente ou indiretamente relacionados ao tema do saneamento. O ODS número 6 aborda, entre outros aspectos, a garantia do acesso à água (SERINTER, 2022).

O avanço desigual do desenvolvimento tecnológico e a rápida urbanização caótica não pouparam as pessoas das doenças ligadas à pobreza e à carência de saneamento básico, especialmente em nações em desenvolvimento, como o Brasil (TEIXEIRA et al., 2020). Segundo a PNSB (2017) – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico a adequação dos serviços, e não apenas a sua existência, é essencial para garantir condições dignas de habitação, preservação ambiental e redução da incidência de diversas doenças. A água e o esgoto que não recebem tratamento adequado podem conter organismos patogênicos responsáveis por enfermidades como leptospirose, cólera, hepatites A e E, diarreias, verminoses e diversas dermatites.

Ainda de acordo com a PNSB (2017) a água estagnada, por vezes armazenada em recipientes dentro das residências durante períodos de seca ou intermediários no abastecimento, pode servir como criadouro para mosquitos vetores de doenças como dengue, chikungunya, zika, febre amarela e malária. Essas doenças, algumas das

quais voltaram a representar uma grande preocupação em algumas regiões brasileiras nos últimos anos, têm visto um aumento significativo nos casos.

A falta de serviços adequados de saneamento básico na área de residência está diretamente ligada ao aumento da vulnerabilidade das pessoas a doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). Principalmente, enfermidades como diarreia e dengue, que representam mais de 93% das internações pela DRSAI entre 2001 e 2009 no Brasil, estão associadas às condições precárias de saneamento ambiental (MASSA e CHIAVEGATTO, 2020). Além disso, a falta de regularidade no abastecimento de água através das redes públicas, ou até mesmo a inexistência desse serviço, dificulta a adoção de práticas básicas de higiene pessoal, como a lavagem das mãos, essencial para prevenir a contaminação e a propagação de doenças.

A lei Nº 14.026 de 15 de Julho de 2020, por meio do Art. 11-B conhecida como o novo Marco do Saneamento com o objetivo de universalização do saneamento básico estabelece metas para esse fim, visando alcançar o atendimento de 99% da população com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033 (LEITE; MOITA NETO; BEZERRA, 2022). Além disso, são definidas metas quantitativas para assegurar a não intermitência do abastecimento, a redução de perdas e a melhoria dos processos de tratamento. Conforme a mesma legislação, a agência reguladora é encarregada de realizar anualmente a avaliação do cumprimento dessas metas, abrangendo a universalização e continuidade do fornecimento de água, a diminuição de perdas e o aprimoramento dos processos de tratamento.

Conforme o Art. 48 da lei Nº 14.026/2020, que busca a redução progressiva e controle das perdas de água, inclusive na distribuição da água tratada, promoverá a estimulação à racionalização do consumo pelos usuários, incentivando a eficiência energética, a reutilização de efluentes sanitários e a captação de águas pluviais, em conformidade com as demais normas ambientais e de saúde pública. A agência reguladora terá a responsabilidade de fomentar o desenvolvimento e aprimoramento de equipamentos e métodos que promovam a economia de água, além de monitorar a governança e a regulação no setor de saneamento. Adicionalmente, ela definirá prioridades para planos, programas e projetos que tenham como objetivo a

implementação e expansão dos serviços e ações de saneamento básico integrado, conforme estabelecido na legislação (LEITE; MOITA NETO; BEZERRA, 2022).

2.2. Sistemas de abastecimento de água

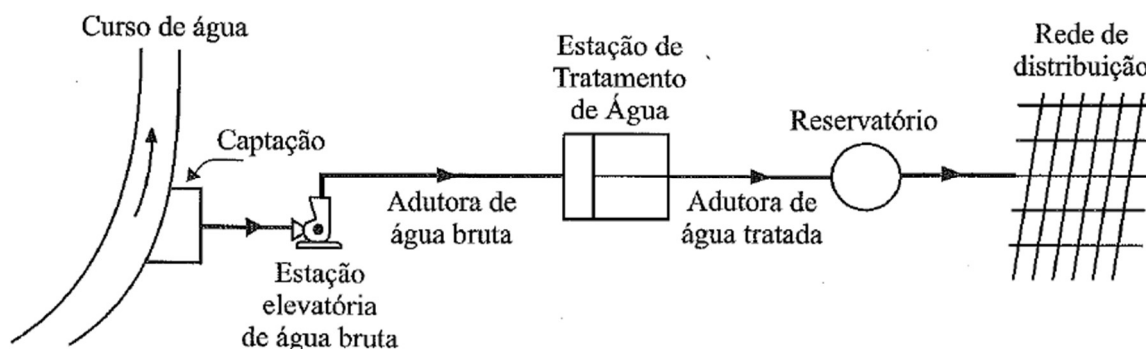
O sistema de abastecimento de água é um conjunto de sistemas de infraestrutura, para a coexistência humana em comunidade, torna-se crucial a presença desse conjunto em áreas urbanas, para atender diversas necessidades. É uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância para atendimento às suas necessidades relacionadas à saúde ao desenvolvimento industrial (TSUTIYA, 2006).

Dessa forma, o conjunto de estruturas, instalações, equipamentos e serviços que compõe um sistema hidráulico, destinado a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatível com as necessidades da população, é denominado sistema de abastecimento público de água (FUNASA, 2016).

De maneira geral, um sistema de abastecimento é composto pelas seguintes unidades: o manancial, a captação, as adutoras, as estações elevatórias, a estação de tratamento, os reservatórios e a rede de distribuição. A Figura 1 apresenta uma configuração geral para um SAA.

Os mananciais podem ser divididos em duas categorias quanto à sua origem: superficiais e subterrâneos. Os mananciais superficiais referem-se às partes dos corpos d'água que fluem na superfície da Terra e enfrentam desafios significativos relacionados à sua proteção, especialmente devido à ocupação indevida das margens, descarga de resíduos sanitários, contaminados por pesticidas e produtos agrícolas, e à ausência de vegetação ciliar.

Figura 1 - Unidades operacionais de uma SAA



Fonte: Tsutiya, 2006.

Por outro lado, os mananciais subterrâneos compreendem os lençóis freáticos e profundos e são acessados por meio de poços, galerias de infiltração ou nascentes. Além de uma vazão adequada, a qualidade da água superficial e subterrânea deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação, conforme a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Para enfrentar os desafios gerados pelas atividades industriais, cursos d'água e escoamento pluvial, resíduos sólidos e agrícolas, bem como esgotos domésticos, precisam-se de medidas de controle inovadoras. Essas medidas visam evitar a manipulação inadequada dos mananciais e garantir a preservação de sua qualidade e disponibilidade de água para abastecimento da comunidade (SOUZA; SKRIPNIK; GOETTEN, 2020).

Para que a comunidade tenha acesso a água, é necessário um sistema de abastecimento eficiente que vai desde a captação até a distribuição para os consumidores finais. Segundo TSUTIYA (2006), a captação é o conjunto de estruturas e dispositivos construídos ou simplesmente montados junto ao manancial para a coleta de água destinada a rede de distribuição.

As adutoras são tubulações projetadas para transportar água bruta ou tratada entre as unidades anteriores à rede de distribuição. Elas não possuem conexões para abastecer distribuidores de rua ou ramais prediais. No entanto, em algumas situações, podem ser originadas ramificações da adutora principal (subadutoras) para fornecer água a outros pontos específicos do sistema de abastecimento de água (FUNASA, 2016).

As estações elevatórias são instalações projetadas para transportar e elevar água bruta ou tratada. Elas são utilizadas principalmente para captar água de mananciais de superfície ou poços. As estações elevatórias podem ser necessárias quando a água precisa ser elevada a níveis mais altos para superar desníveis geométricos. Essas instalações podem ser classificadas com base no tipo de água que transportam (bruta ou tratada) e no tipo de bomba utilizada (SOUZA; SKRIPNIK; GOETTEN, 2020).

A rede de distribuição, são tubulações e acessórios para levar a água tratada aos consumidores, garantindo quantidade, qualidade e pressão adequadas (PEREIRA, 2021). Geralmente, a rede apresenta trechos ramificados e malhados. Devido à expansão natural do sistema, é necessária uma atualização cadastral constante, dado o dinamismo do processo de modificação (instalação e retirada de válvulas, interligações, extensões de rede, etc).

O crescimento nos níveis de urbanização e, conseqüentemente, na demanda por água potável, transformou a operação dos sistemas de distribuição em uma tarefa altamente complexa (ORMSBEE; REDDY, 1995), ou seja, diversos problemas são encontrados em sistemas de abastecimento, normalmente associados com má gestão, desafios geográficos e até desvios indevidos de água (NOGUEIRA, 2023). A gestão da operação dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) é uma atividade que deve ser considerada como prioritária. Por meio dela, é possível aprimorar a eficiência energética e hidráulica, reduzir as perdas de água e ampliar a necessidade de obras para a expansão do sistema.

Assim, uma análise econômica e financeira é necessária para qualquer projeto de engenharia, especialmente aqueles relacionados aos sistemas de abastecimento de água, que envolvem custos significativos, tanto em termos de investimentos para a implantação do projeto quanto na operação e manutenção desses sistemas. A abordagem mais focada para lidar com o problema da indeterminação hidráulica no dimensionamento dos condutos de recalque é aquela que incorpora os descontos econômicos para alcançar uma alternativa de projeto que minimize o custo total do sistema, composto pelos custos de implantação e operação (GOMES, 2009).

No entanto, após a implantação, todo o sistema de abastecimento é suscetível ao surgimento de falhas, definidas por Cullinane et al. (1992) como mecânicas ou hidráulicas. As falhas hidráulicas são causadas por fatores como o aumento na

demanda de “nós” (crescimento populacional), o aumento da rugosidade das tubulações (idade das redes), os vazamentos distribuídos (construção, tráfego, apenas, entre outros) e a falta de energia elétrica. Por outro lado, as falhas mecânicas resultam de quebras de componentes hidráulicos, como bombas e válvulas. Muitos desses problemas ocorrem devido à aplicação de práticas poluentes de gestão operacional de todo o processo, desde a produção até a distribuição da água.

A operação eficiente de um SAA é fundamental para prolongar sua vida útil, garantir o atendimento aos consumidores e manter os custos de energia elétrica e manutenção dentro dos padrões aceitáveis (CARRIJO, 2004).

2.2.1. Diagnóstico e eficiência

Para que um sistema público urbano de abastecimento de água possa atender uma determinada população, é necessário estabelecer e cumprir várias etapas prévias. Em geral, as fases principais incluem a elaboração do projeto, a implementação e a operação. As duas primeiras fases compreendem estudos técnicos de concepção, dimensionamento e execução, priorizando as diretrizes contidas nas normas técnicas e nas análises econômicas de custo-benefício.

A operação inclui o conjunto de atividades e ações que possibilitam o funcionamento adequado dos elementos componentes do sistema, garantindo que todos os pontos de consumo sejam cumpridos, de acordo também com parâmetros técnicos e econômicos. No entanto, essa tarefa pode ser bastante complexa devido à influência de múltiplas variáveis, tais como o clima, os hábitos e características da população, o nível de escolaridade do responsável pelo domicílio, a renda familiar, a ausência de medição sistemática, entre outros fatores. (MACHADO et al., 2023)

Assim, a rotina operacional de um sistema de abastecimento de água (SAA) pode enfrentar diversas dificuldades, como elevados índices de perdas físicas, custos elevados com energia elétrica, capacidades específicas dos reservatórios de distribuição, áreas atendidas não previstas no projeto, necessidade de manobras na rede de distribuição para serviços de manutenção, tubulações antigas em estágio, desgaste significativo nos equipamentos das estações elevatórias, cadastros técnicos desatualizados e alteração de parâmetros de qualidade ao longo da rede de distribuição.

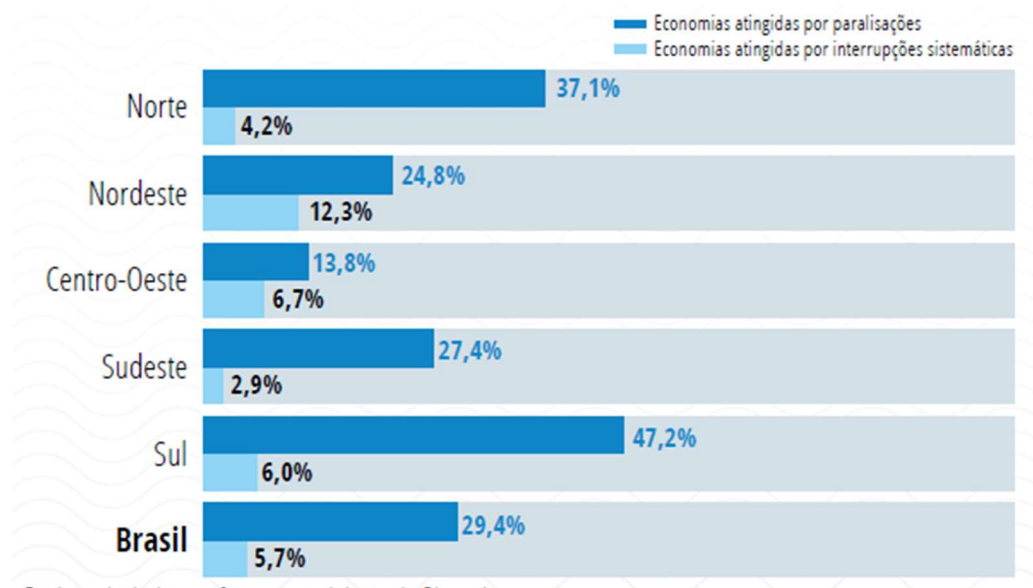
Um plano eficiente de gestão operacional, capaz de obter resultados práticos positivos, requer, em sua fase de estudo (e após a implementação), além de um cadastro técnico atualizado, a elaboração de um diagnóstico abrangente das unidades e de todo o processo operacional já implantado e em funcionamento. O diagnóstico possibilita uma compreensão detalhada da situação atual e, ao mesmo tempo, fornece subsídios para a implementação de mudanças futuras (AMÂNCIO, 2011).

Assegurar a prestação de um serviço público de qualidade é uma responsabilidade do provedor, as agências reguladoras de saneamento desempenham um papel crucial na fiscalização do cumprimento das normas e na avaliação da excelência dos serviços. Uma forma de avaliar a qualidade dos provedores de serviços de água é através da análise da frequência de paralisações e interrupções sistemáticas nos sistemas de abastecimento de água, informações essas que são compiladas pelo SNIS (PLANSAB, 2021).

Segundo o PLANSAB (2021) paralisações referem-se a interrupções no fornecimento de água aos consumidores devido a falhas no sistema de abastecimento, seja na produção ou na rede de distribuição, que comprometam a entrega contínua do serviço ao usuário. Até certo ponto, a realização de paralisações faz parte da programação de manutenção nos sistemas de abastecimento de água dos provedores. O SNIS registra apenas aquelas com duração igual ou superior a seis horas, uma vez que esse período prejudica o acesso à água para os usuários. Interrupções sistemáticas referem-se a paradas programadas no fornecimento de água que resultam em racionamento ou rodízio e podem ocorrer devido a questões de produção, pressão na rede, subdimensionamento das canalizações, manobras do sistema, entre outras causas.

A escassez hídrica é frequentemente uma das razões para a implementação de rodízios no abastecimento de água. Similarmente às paralisações, o SNIS coleta dados apenas das interrupções sistemáticas com duração igual ou superior a seis horas. De acordo com o ilustrado na Figura 2 em 2020, foram registradas 20,2 milhões de economias ativas afetadas por paralisações e 3,9 milhões por interrupções sistemáticas.

Figura 2 - Percentual de economias atingidas



Fonte: PLANSAB, 2017.

2.2.2. Caracterização das perdas

A perda de água pode ser descrita como a quantidade de água inicialmente destinada a um ou mais propósitos, porém que é desperdiçada durante o processo, devido a deficiências técnicas, operacionais e/ou econômicas (NOGUEIRA, 2023).

Segundo Silva et al (2019), a International Water Association (IWA) propõe uma abordagem para caracterizar as perdas no serviço de abastecimento de água, visando obter parâmetros. Essa abordagem envolve definições relacionadas às perdas no aspecto físico e econômico, sendo visualizadas por meio de um quadro denominado "Balço de Água", apresentado na Figura 3 e cujas etapas são descritas.

Figura 3 - Balanço de água

Volume de entrada no sistema	Consumo Autorizado	Consumo Autorizado Faturado	Consumo Medido faturado (incluindo água importada)	Água Faturada
			Consumo Estimado Faturado	
		Consumo Autorizado Não Faturado	Consumo Medido Não Faturado	Água Não Faturada (ANF)
			Consumo Estimado Não Faturado	
	Perda de Água	Perdas Aparentes (Não Físicas)	Consumo Não Autorizado	
			Erro de Medição	
		Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos e Extravasamentos em Reservatórios	
			Vazamentos em Adutoras e Redes	
	Vazamentos em Ramais até o ponto de medição do cliente			

Fonte: IWA, 2022.

Segundo a (IWA, 2022) o volume de Entrada no Sistema: Refere-se à quantidade de água que ingressa na parte específica do sistema de abastecimento relacionada aos cálculos do balanço hídrico.

Consumo Autorizado: Representa o volume de água medido e/ou não medido utilizado por clientes registrados, provedores de água e outros explicitamente ou implicitamente autorizados para fins residenciais, comerciais e industriais, incluindo exportação de água.

Perdas de Água: Corresponde à diferença entre o volume de entrada no sistema e o consumo autorizado. Essas perdas incluem perdas aparentes (não físicas) e perdas reais (físicas).

Perdas Aparentes (Não Físicas): Englobam o consumo não autorizado, caracterizado por fraudes e erros de cadastro, além de imprecisões na medição, tanto em macro como micro medições.

Perdas Reais (Físicas): Refletem vazamentos em adutoras de água bruta, estações de tratamento de água (se aplicável), tubulações principais, reservatórios e conexões de serviços, até o ponto de medição do cliente. O volume perdido devido a vazamentos, rupturas e transbordamentos depende de suas frequências individuais, coeficientes de fluxo e duração.

Água Não Faturada (ANF): Consiste na diferença entre o Volume de Entrada no Sistema e o Consumo Faturado Autorizado.

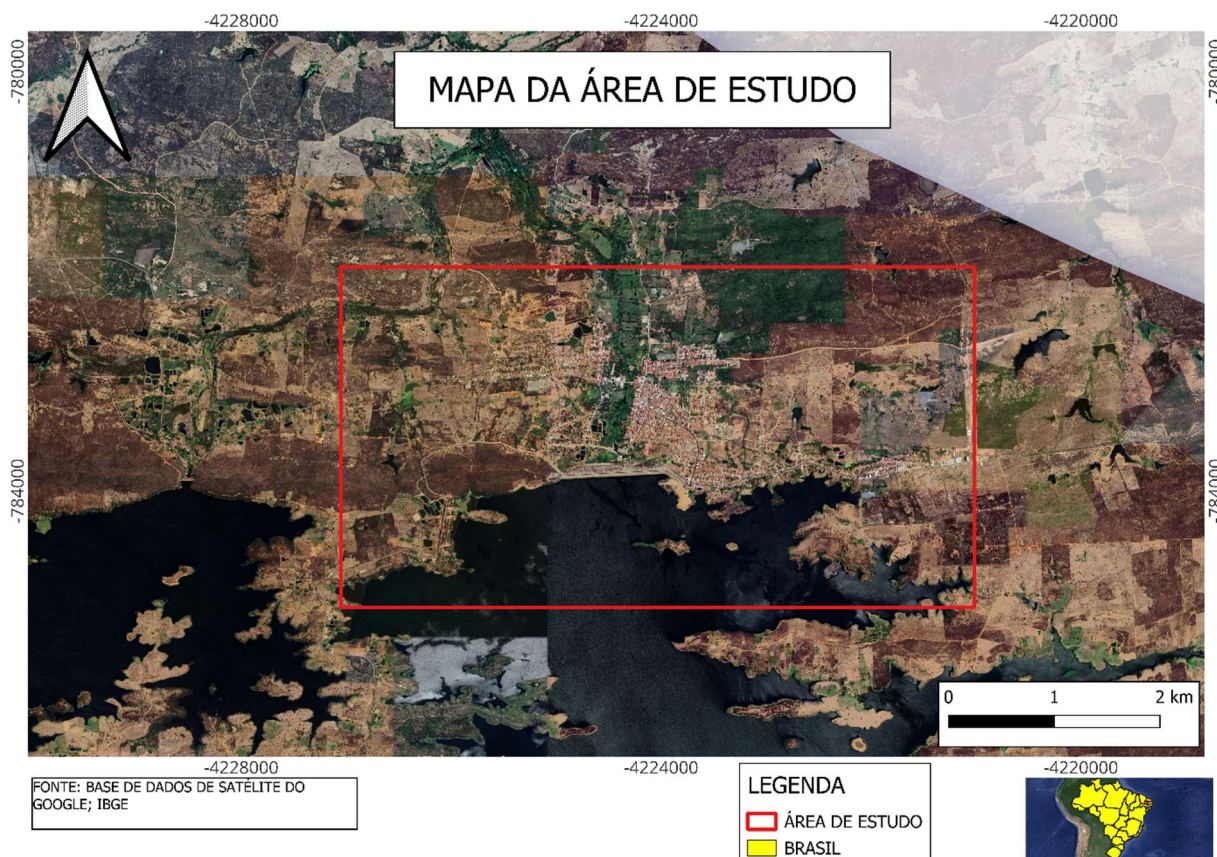
3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Coremas é cidade do estado da Paraíba, situada a uma distância de 397 km da capital, João Pessoa. Conforme os dados do Censo de 2022 do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, possui uma população de 14.683 habitantes, abrangendo uma área de 372.012 km², com uma densidade populacional de 39,47 habitantes por km². A porção urbanizada da cidade engloba 2,66 km². A cidade foi elevada à categoria atual pela Lei Estadual nº 1005, em 30 de dezembro de 1953, desvinculando-se de Piancó.

A cidade é sede de uma Usina Fotovoltaica, recebendo afetuosamente o título de "Terra das Águas e Energia Solar". A Figura 4 fornece a representação visual da localização geográfica de Coremas.

Figura 4 - Mapa da área de estudo



Fonte: Autoria própria, 2024.

Conforme dados do IBGE (2021), a renda mensal dos trabalhadores da cidade de Coremas - PB foi equivalente a 1,9 salários mínimos. O número de pessoas ocupadas na cidade no mesmo ano foi de 1.285, representando aproximadamente 8,32% da população total. Além disso, em 2010, constatou-se que cerca de 51,8% da população possuía um rendimento nominal mensal per capita de até metade do salário mínimo. Isso sugere uma disparidade significativa entre os ganhos dos trabalhadores formais e a distribuição de renda na cidade, com uma parte substancial da população ganhando menos do que o mínimo necessário para sustentar suas necessidades básicas (IBGE, 2021).

Com base nos dados educacionais de Coremas, é possível observar que a taxa de escolarização na faixa etária de 6 a 14 anos de idade em 2010 foi de 94,6%. No que diz respeito ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), os resultados para os anos iniciais e finais do ensino fundamental na rede pública em 2021 foram de 4,5 e 4,4, respectivamente. Esses índices fornecem uma avaliação da qualidade da educação oferecida, sendo que os valores mais altos indicam um melhor desempenho dos alunos. Em relação à estrutura escolar, em 2021, havia um total de 2.062 matrículas no ensino fundamental e 472 matrículas no ensino médio. Além disso, havia 113 docentes no ensino fundamental e 39 docentes no ensino médio. A cidade contava com 20 escolas de ensino fundamental e 2 escolas de ensino médio. Esses dados destacam a relevância do sistema educacional em Coremas e fornecem insights sobre o acesso, a qualidade e a estrutura das instituições de ensino na cidade.

Referente aos dados de saúde em Coremas, pode-se observar que a mortalidade infantil em 2022 foi de 6,29 óbitos por mil nascidos vivos, o que sugere um indicador relativamente baixo, o que nos mostra uma boa qualidade nos cuidados de saúde materno-infantil na cidade. Em relação às internações por diarreia em 2022, houve uma taxa de 177,1 internações por 100 mil habitantes. Isso pode indicar desafios na área de saneamento básico e no acesso à água potável, já que a diarreia muitas vezes está associada a condições desfavoráveis de higiene e saneamento.

No que diz respeito à infraestrutura de saúde, em 2009, havia um total de 6 estabelecimentos de saúde vinculados ao Sistema Único de Saúde (SUS) em Coremas. Esses estabelecimentos desempenham um papel fundamental na prestação de serviços de saúde à população, abrangendo desde atendimentos

básicos até procedimentos mais especializados. Esses dados fornecem uma visão geral da situação da saúde em Coremas, destacando áreas de sucesso, como a baixa mortalidade infantil, e áreas que podem exigir mais atenção, como o controle das internações por doenças infecciosas, como a diarreia, o que indica que o saneamento básico da cidade e o acesso a água tratada ainda são um desafio (IBGE, 2022).

3.1.1. Topografia e hidrologia

A cidade de Coremas está localizada na unidade geoambiental do Sertão, que representa a paisagem típica do semiárido brasileiro. O relevo é caracterizado pela "Planície Sertaneja", um extenso pediplano erodido, onde se destacam elevações residuais ao longo, com a estrutura geológica regional. Na Paraíba, a vegetação predominante é a Caatinga, encontrada no Cariris, no Curimatau, no Seridó e no Sertão, todas essas regiões sob o domínio geral do clima semiárido.

3.1.2. Águas superficiais e subterrâneas

Oficialmente, a cidade surgiu em 1911 como 'Curema', distrito de Piancó. Sua população cresceu consideravelmente durante a construção do açude Estevam Marinho em 1936, quando um acampamento foi erguido para os trabalhadores, dando impulso ao desenvolvimento da cidade. O povoado foi inicialmente chamado de Boqueirão do Curema devido à sua localização onde o rio Piancó forma um boqueirão. Hoje, esse local abriga uma barragem que representa as águas do maior açude da Paraíba e o terceiro maior do Brasil (IBGE, 2022).

Os principais corpos d'água para acumulação são o açude Coremas e Mãe d'água (formando o complexo Coremas-Mãe d'Água), com capacidade para 1.358hm³ e 567,9hm³ respectivamente. Todos os cursos d'água na área possuem um regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem predominantemente é o dendrítico.

As águas subterrâneas em Coremas apresentam baixa potencialidade para serem aproveitadas no sistema de abastecimento de água da cidade.

3.2. Etapas de pesquisa

- Análise de dados históricos:

Consistiu na coleta e exame de informações sobre o desenvolvimento do sistema de abastecimento de água da cidade de Coremas - PB. Este processo incluiu a revisão de documentos históricos, análise de projetos anteriores e registros das iniciativas governamentais para compreender a evolução do abastecimento de água e os desafios enfrentados ao longo do tempo. A análise desses dados históricos permitiu identificar as principais mudanças e intervenções que moldaram o sistema de abastecimento de água em Coremas - PB.

- Pesquisa Documental:

Análise detalhada de projetos, planos e relatórios relacionados à gestão de recursos hídricos em Coremas, buscando identificar objetivos, estratégias, resultados e possíveis lacunas ou áreas de melhoria.

- Revisão da Literatura e Sites:

Levantamento de estudos acadêmicos, trabalhos realizados na cidade e reportagens em sites de notícias locais e regionais sobre questões relacionadas à gestão de recursos hídricos, suas implicações e desafios em Coremas. Análise crítica da literatura existente para embasar teoricamente as análises realizadas no estudo.

- Visitas de Campo para Registros Fotográficos:

Realização de visitas a locais-chave relacionadas à gestão de recursos hídricos, como reservatórios, estações de tratamento, áreas de captação e distribuição de água. Registro fotográfico para documentar as condições físicas, infraestrutura e possíveis impactos ambientais associados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Histórico do abastecimento de água da cidade

O período entre 1930 e 1945 marcou profundamente a história do Brasil com a ascensão de Getúlio Vargas ao poder e a Revolução de 30. Nesse contexto, obras monumentais como o Açude de Coremas, então na vila de Piancó-PB, foram concebidas e executadas. Sob a liderança de figuras como o notável paraibano José Américo de Almeida, então Ministro da Viação e Obras Públicas, o projeto do açude ganhou impulso, inserindo-se no plano nacional de construção de reservatórios para enfrentar os desafios das secas no Nordeste. Os primeiros estudos para viabilizar a construção do Açude de Coremas datam do início do século XX, refletindo a preocupação com a utilização de gargantas naturais como reservatórios hídricos, ideia apoiada por pensadores como Euclides da Cunha e Irineu Jofilly. Após um intervalo, em 1932, o projeto foi resgatado, resultando em uma obra de engenharia notável que se tornou um símbolo de esperança e progresso para a região (CULTURA, 2015).

A construção do Açude de Coremas representou um marco histórico no abastecimento de água da região. Iniciada em 1937 e concluída em 1942, a barragem principal, erguida com uma imponente cortina impermeabilizadora de concreto armado, possibilitou o represamento dos rios Piancó e Piranhas, assegurando um volume de 1.358.000.000m³ de água para o consumo humano e atividades diversas. O engenheiro-chefe Estevam Marinho liderou uma equipe de jovens engenheiros idealistas, cujo trabalho foi fundamental para a concretização desse empreendimento monumental. Com a conclusão da barragem principal, os esforços se voltaram para a construção da Barragem do Açude Mãe d'água, uma estrutura submersível de concreto ciclópico que complementou o sistema de abastecimento. O conjunto formado pelos açudes Coremas e Mãe d'água, interligados por um canal vertedor, tornou-se uma fonte vital de água para a região, contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico e social (CULTURA, 2015).

Os estudos hidrológicos conduzidos pelo engenheiro Francisco Gonçalves de Aguiar foram essenciais para dimensionar a capacidade de armazenamento dos açudes, considerando as precipitações e descargas máximas registradas na região.

O nome oficial do Açude de Coremas foi alterado para homenagear seu construtor, o engenheiro Estevam Marinho, em 1955, reconhecendo sua contribuição para o desenvolvimento regional. O sistema Coremas-Mãe d'água, embora tenha perdido o posto de maior açude do Brasil para outras estruturas inauguradas posteriormente, permanece como um importante patrimônio cultural e histórico da cidade, simbolizando a luta do povo nordestino contra os desafios climáticos e a busca pela segurança hídrica (CULTURA, 2015).

Dentro desse contexto, o abastecimento de água na cidade de Coremas acompanhou de perto as fases de construção e desenvolvimento dos açudes Coremas e Mãe d'água. Com a conclusão das barragens, inaugurou-se uma nova era para o abastecimento de água na cidade. A captação de água e distribuição ficou a cargo da prefeitura municipal, 2 projetos foram elaborados para dar início ao sistema de abastecimento da cidade:

1. Projeto do sistema de abastecimento de água de Coremas

Data da elaboração: 1959

Data do horizonte de projeto: 1979

Responsável técnico: Eng. Luciano César Varela

2. Projeto do sistema de abastecimento de água de Coremas

Data da elaboração: 1960

Data do horizonte de projeto: 1980

Responsável técnico: Escritório Hildalius Catanhede

Em 2013, ainda com o abastecimento de água da cidade a cargo da Prefeitura Municipal, houve a necessidade de elaborar um novo projeto completo que atendesse a cidade, tendo como horizonte de projeto o ano de 2035. O projeto foi elaborado pela Arco Projetos e teve participação direta da CAGEPA, em uma tentativa de migração da responsabilidade do abastecimento da Prefeitura Municipal para este órgão.

O projeto de abastecimento de água de 2013 sugeriu 2 alternativas para implantação do sistema de abastecimento de água da cidade, que são:

- **Alternativa 1:** otimização do sistema existente com aproveitamento da adutora de água bruta, aproveitamento e recuperação dos reservatórios RAP1 e RAP2; REL1 e REL2, aproveitamento e recuperação das estações elevatórias de água EEAB 01 e EEAB 02 com suas respectivas adutoras, implantação de um reservatório apoiado de 500m³, ampliação da rede de distribuição e implantação da estação de tratamento de água junto a captação flutuante existente em um morro localizado na lateral da barragem de Coremas.
- **Alternativa 2:** otimização do sistema existente com aproveitamento e recuperação dos reservatórios RAP1, RAP2 e RAP3; REL1 e REL2, aproveitamento, recuperação e ampliação da estação elevatória de água EEAB 01, acrescentando novas bombas de recalque com suas respectivas adutoras para abastecimento de todos os reservatórios existentes a partir desta, ampliação da rede de distribuição e implantação da Estação de Tratamento de Água em local dentro das terras do DNOCS adjacente a área da Hidroelétrica. Nesta alternativa, verifica-se a necessidade de desativar a adutora de ferro no diâmetro de 250 mm existente e instalada na crista da barragem para garantir maior segurança ao talude da barragem em caso de detecção de vazamentos.

Ainda de acordo com o projeto de 2013, foram estabelecidas apenas alternativas em relação ao número de recalques e à localização da estação de tratamento de água. Foi constatado que um dos reservatórios existentes não proporciona pressão suficiente para a rede de distribuição, tornando-se necessário implantar um novo reservatório em uma posição mais elevada na cidade. Isso permitiria uma melhor utilização da pressão disponível e reduziria o número de estações elevatórias necessárias.

Segundo o projeto de 2013, em relação à estação de tratamento, a definição de sua localização implica em diferentes níveis de dificuldade na execução, custo de implantação e posicionamento das adutoras de água tratada. Quanto ao tratamento em si, os tanques existentes na cidade, conhecidos como filtros rústicos (Figura 5) e localizados na ombreira direita da barragem de Coremas, não possuem capacidade suficiente para atender à demanda da cidade, sendo inadequados para sistema de abastecimento de água. Visto que, esse sistema de tratamento não é adequado, faz-se necessário projetar uma Estação de Tratamento de Água.

Figura 5 - Filtro Rústico para tratamento de água em Coremas - PB



Fonte: Autoria própria, 2024.

Diante dos dados apresentados e analisados anteriormente, a Alternativa 1 foi selecionada como a mais viável para o Sistema de Abastecimento de Água. Essa opção foi escolhida por ser a de menor custo, demandar uma operação mais simples e apresentar os menores impactos ambientais.

Desta forma, os itens a seguir descrevem os elementos do sistema de abastecimento de água existentes e projetados:

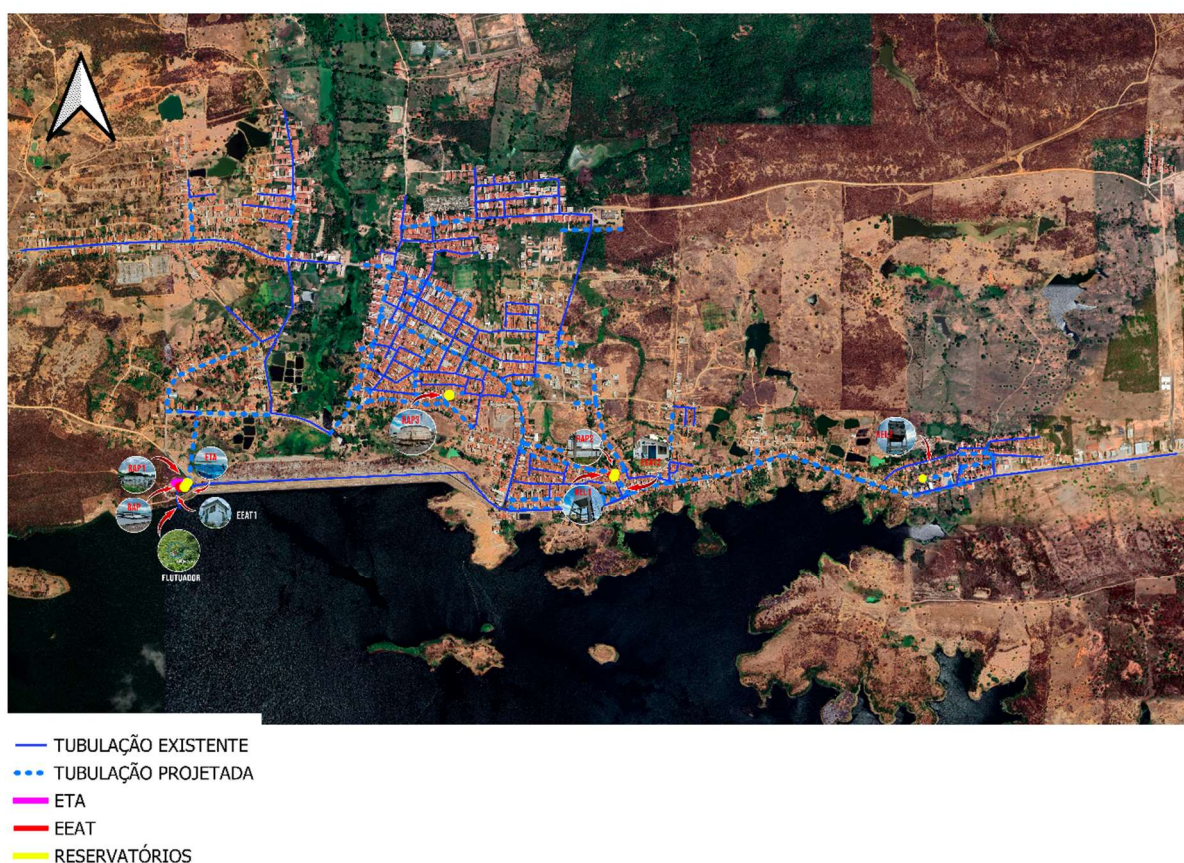
- **Captação (EXISTENTE):** no projeto está previsto para esta captação a substituição de suas bombas e dos mangotes de sucção de água, assim como do flutuante instalado na barragem.
- **Estações Elevatórias de Água Bruta:** é formada por três estações elevatórias descritas a seguir:
 1. **Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB-1 – Captação, EXISTENTE):** é a estação elevatória da captação, na qual foram projetados a substituição de suas bombas, do flutuante e dos mangotes. A bomba prevista deve ter capacidade para recalcar até a Estação de Tratamento de Água projetada para a cidade.

2. **Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-1; PROJETADA):** foi considerada como projetada a Estação Elevatória de água Tratada EEAT - 1 que recalcará e que abastecerá as zonas englobadas pelos reservatórios REL1 e REL2. Seu poço de sucção será o reservatório existente RAP1 localizado nas proximidades das unidades de captação e tratamento de água da cidade.
 3. **Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-2; PROJETADA):** foi considerada como projetada a Estação Elevatória de água Tratada EEAT - 2 que recalcará a água que abastecerá a zona englobada pelo reservatório REL2. Seu poço de sucção será o reservatório existente RAP2 localizado na mesma área que o reservatório elevado REL1.
- **Adução de Água Bruta (PROJETADO):** a adução de água bruta será feita por meio de 2 trechos, sendo o primeiro por recalque através de mangotes flexíveis totalizando 20 metros de mangote projetados até uma caixa de passagem onde haverá mudança de material para tubos de ferro fundido no diâmetro de 250mm totalizando 90 metros de tubos existentes e já instalados no local até a Estação de Tratamento de Água projetada para a cidade.
 - **Adução de Água Tratada 1 (EXISTENTE):** será aproveitada uma adutora existente, com extensão de 1.737,65m, e diâmetro de 250 mm para aduzir a água do reservatório apoiado existente RAP1 até o reservatório elevado existente REL1.
 - **Adução de Água Tratada 2 (PROJETADA):** será construída uma adutora para aduzir a água do reservatório apoiado existente RAP2 até o reservatório elevado existente REL2, visto que não foram encontrados dados relativos à alimentação deste reservatório elevado na cidade.
 - **Estação de Tratamento de Água (PROJETADA):** foi projetada uma Estação de Tratamento de Água do tipo convencional compacta, em fibra de vidro, modelo C40 constando de mistura rápida dos coagulantes, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção final do pH. Esta unidade deverá ser construída de acordo com a padronização de estações de tratamento de água convencional compacta adotada pela CAGEPA, cujas vazões e dimensões já estão devidamente calculadas, constituindo-se atualmente em um equipamento para ser implantado na ombreira direita da barragem.

- **Reservação (EXISTENTE):** existem três reservatórios apoiados – RAP1, RAP2 e RAP3 com capacidade de 220m³, 100m³ e 730m³ respectivamente e dois Reservatórios elevados – REL1 e REL2 com capacidade de 125m³ e 115m³, respectivamente. Foi projetado a implantação de um RAP de 500m³ (projetado) junto ao RAP1 existente na ombreira direita da barragem.

Ainda, para ilustrar a concepção do sistema proposto, em 2013 na Figura 6 mostra-se a projeção da concepção do sistema de abastecimento de água da cidade de Coremas.

Figura 6 - Concepção do Sistema de Abastecimento de Água da cidade



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.2. Captação

De acordo com projeto elaborado em 2013, o sistema de abastecimento de água de Coremas incluía seis pontos de captação distintos. O primeiro ponto é uma

derivação em forma de "Tê" instalada na entrada da tubulação que fornece água à turbina de geração de energia elétrica. Esta derivação possui um diâmetro de 200mm e está conectada a tubos de aço, que posteriormente se conectam a tubos de PVC DeFoFo com o mesmo diâmetro, estendendo-se por 785,00 metros até a estação elevatória de água bruta. A rede de distribuição da hidroelétrica é composta por dois tubos de aço com um diâmetro de 2100mm. Conforme o projeto de 2013, destaca-se que a captação flutuante está localizada nas proximidades da Barragem de Coremas. Esse ponto é responsável pela coleta de água bruta diretamente para a rede de distribuição, sem a aplicação de qualquer tipo de controle ou tratamento. Vale ressaltar que, segundo o referido projeto, a bomba de captação flutuante deveria ter sido substituída.

Para verificar a situação atual, foi necessária uma visita à campo, para observar se de fato a bomba foi substituída, como sugerida no referido projeto de 2013. Através da visita a campo, foi confirmado que o flutuador (Figura 7) foi substituído conforme previsto no projeto. Na Figura 8 observa-se a localização do flutuador.

Figura 7 - Flutuador do SAA de Coremas - PB



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 8 - Localização do flutuador



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.3. Tratamento

Diante da inadequação do sistema de tratamento anterior (Figura 5), foi proposta a implantação de uma Estação de Tratamento de Água convencional compacta, construída em fibra de vidro e seguindo o modelo C40. Esta estação engloba etapas essenciais, como mistura rápida dos coagulantes, floculação, decantação, filtração, desinfecção e ajuste final do pH. O projeto da unidade está alinhado com os padrões estabelecidos pela CAGEPA para estações de tratamento de água convencional compacta, considerando os cálculos de vazão e dimensões necessárias. De acordo com o projeto de 2013, a instalação da estação está planejada para ocorrer na ombreira direita da barragem. Durante a visita em campo para verificar se de fato foi feito o que consta no projeto, foi constatado que a Estação de Tratamento de Água do tipo convencional compacta (Figura 9), foi construída conforme o planejado. Esta unidade, que compreende etapas importantes do tratamento de água, como mistura rápida dos coagulantes, floculação, decantação, filtração, desinfecção

e correção final do pH, foi implantada na ombreira direita da barragem (Figura 10), como previsto no projeto.

Figura 9 - Estação de Tratamento de Água modelo C40



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 10 - Localização da Estação de Tratamento de Água



Fonte: autoria própria, 2024.

4.4. Reservação

No sistema de abastecimento gerido pela prefeitura existem três reservatórios apoiados - RAP1, RAP2 e RAP3 (Desativado) - com capacidades de 220m³, 100m³ e 730m³, respectivamente, e dois reservatórios elevados – REL1 e REL2 - com capacidades de 125m³ e 115m³, respectivamente. Mas, ainda de acordo com o projeto elaborado em 2013 os reservatórios não eram suficientes para armazenar a quantidade de água demandada pela população, sendo necessária a implantação de um novo RAP com capacidade de reservação de 500m³ junto ao RAP1 existente na ombreira direita da barragem.

4.4.1. Reservatório Apoiado de 500 m³ (RAP 500 m³, Projetado)

Conforme o andamento da visita ao local, verificou-se que o Reservatório Apoiado (RAP) de 500m³ (Figura 11) foi de fato implantado no morro próximo à barragem (Figura 12), conforme previsto no projeto, proporcionando uma capacidade adicional de armazenamento que contribui para a estabilidade e eficiência do sistema.

Figura 11 - Reservatório Apoiado de 500 m³ (RAP 500 m³)



Fonte: autoria própria, 2024.

Figura 12 - Localização do Reservatório Apoiado de 500 m³ (RAP 500 m³)



Fonte: autoria própria, 2024.

4.4.2. Reservatório Apoiado 1 de 220 m³ (RAP1 220 m³, Existente)

Durante a avaliação de campo, verificou-se a presença do Reservatório Apoiado (RAP1), conforme mostrado na Figura 13, o qual foi aproveitado conforme sugerido no projeto de 2013. No entanto, não foram identificadas ações de recuperação aparentes para este reservatório; apenas optaram pelo seu aproveitamento, sua capacidade é de 220m³ e ele está no mesmo local onde se encontra o RAP de 500m³. Essa coexistência de reservatórios apoiados localizados na ombreira direita da barragem (Figura 14) demonstra uma abordagem integrada e estratégica para o armazenamento de água na região, aproveitando as características topográficas do terreno para otimizar a distribuição e o abastecimento de água em Coremas.

Figura 13 - Reservatório Apoiado 1 de 220 m³ (RAP1 220 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 14 - Localização do Reservatório Apoiado 1 de 220 m³ (RAP1 220 m³)

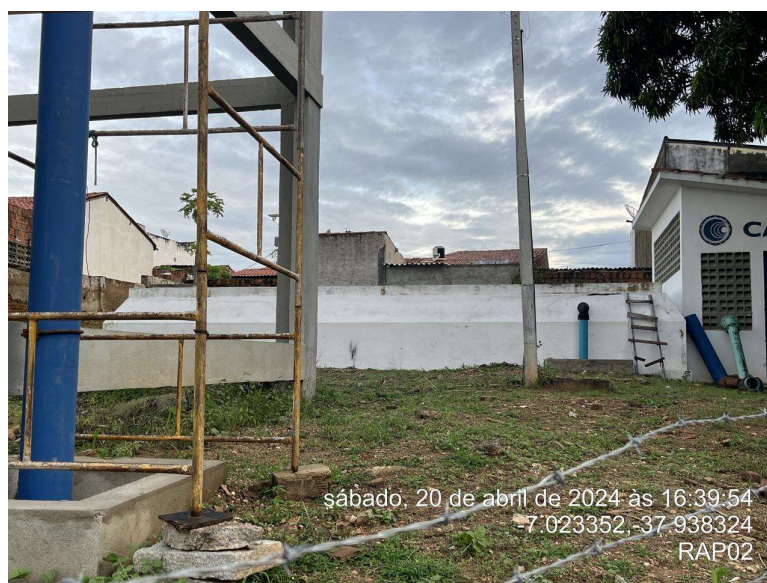


Fonte: Autoria própria, 2024.

4.4.3. Reservatório Apoiado 2 de 100 m³ (RAP2 100 m³, Existente)

Durante a visita, também foi constatada a presença do Reservatório Apoiado (RAP2) de 100m³ (Figura 15). Esse reservatório foi aproveitado como sugeriu o projeto de 2013 o reservatório aparenta ter sido recuperado. Na Figura 16 pode-se ver a localização do RAP2.

Figura 15 - Reservatório Apoiado 2 de 100 m³ (RAP2 100 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 16 - Localização do Reservatório Apoiado 2 de 100 m³ (RAP2 100 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.4.4. Reservatório Apoiado 3 de 730 m³ (RAP3 730 m³ desativado, Existente)

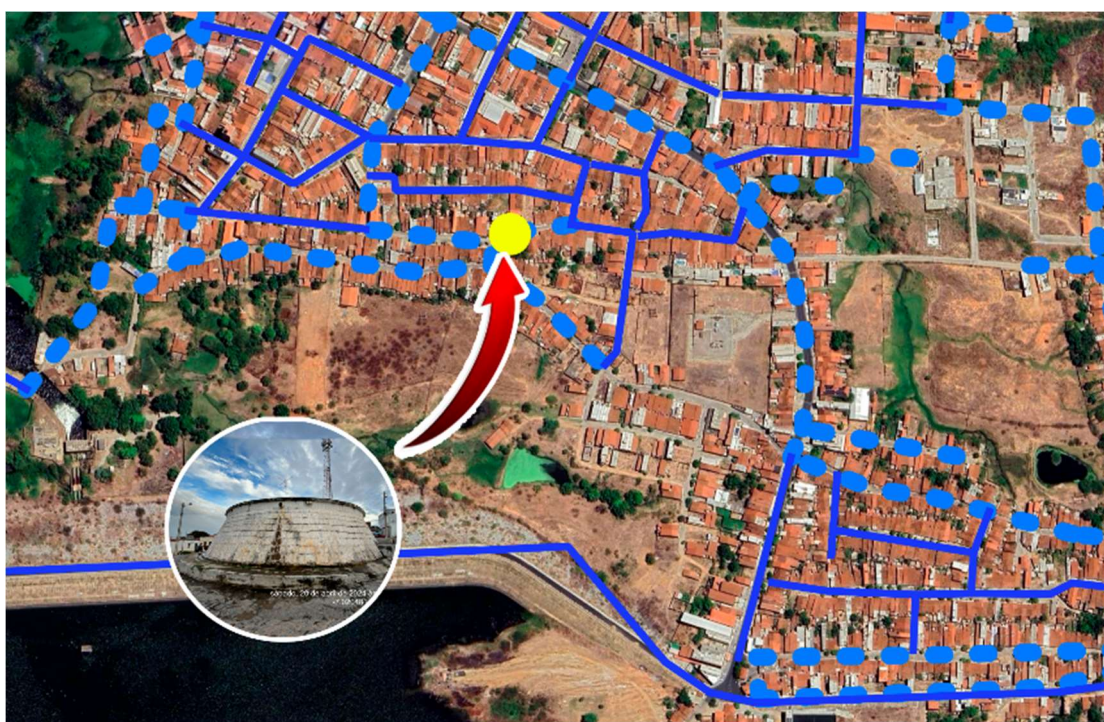
Durante a visita em campo, também foi confirmado que o Reservatório apoiado (RAP3) (Figura 17) está desativado. A Figura 18 mostra a localização do RAP3.

Figura 17 - Reservatório Apoiado 3 de 730 m³ desativado (RAP3 730 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 18 - Localização do Reservatório Apoiado 3 de 730 m³ desativado



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.4.5. Reservatório Elevado 1 de 125 m³ (REL 125 m³, Existente)

O reservatório elevado de 125m³ (Figura 19) está em operação, seguindo o que foi proposto no projeto de 2013 para o seu aproveitamento. Além disso, há indícios de que tenha sido recuperado para sua atual utilização. Na Figura 20 pode-se ver a localização do REL1.

Figura 19 - Reservatório Elevado 1 de 125 m³ (REL1 125 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 20 - Localização do Reservatório Elevado 1 de 125 m³ (REL1 125 m³)

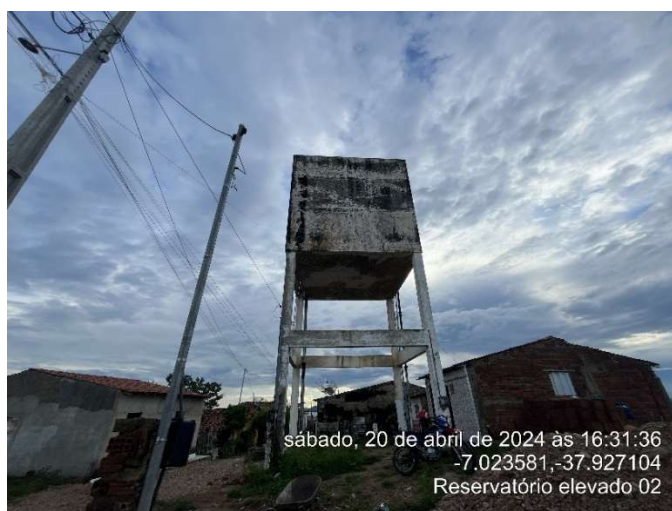


Fonte: Autoria própria, 2024.

4.4.6. Reservatório Elevado 2 de 115 m³ (REL2 115 m³, Existente)

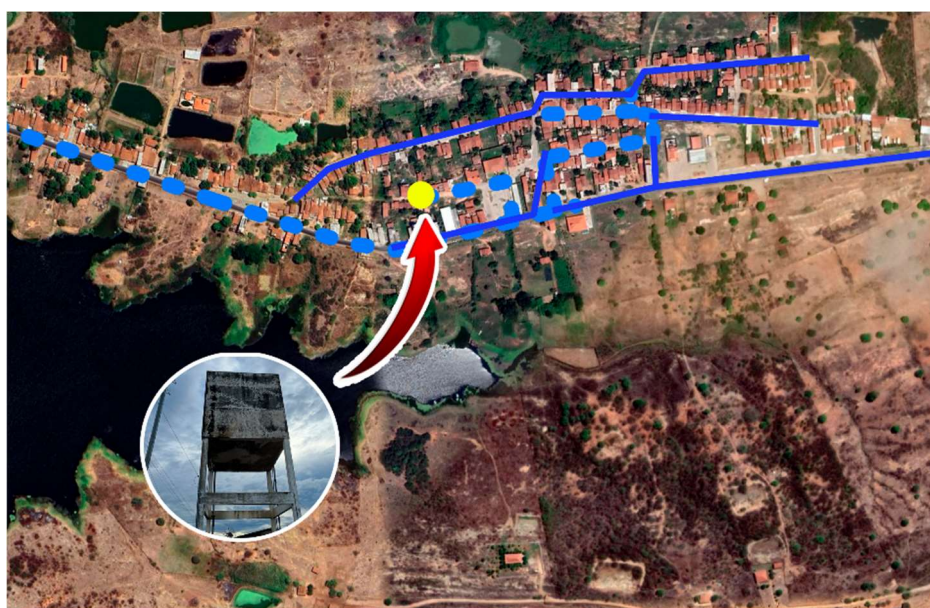
O reservatório elevado de 115m³ está em pleno funcionamento, foi aproveitado conforme previsto no projeto de 2013. Além disso, não há indícios de que tenha passado por um processo de recuperação para sua atual utilização. Observa-se sua localização na Figura 22.

Figura 21 - Reservatório Elevado 2 de 115 m³ (REL2 115 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024

Figura 22 - Localização do Reservatório Elevado 2 de 115 m³ (REL2 115 m³)



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.5. Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1, Projetada)

Foi determinado no projeto de 2013 a construção da EEAT-1 na ombreira direita da barragem e que a Estação Elevatória de Água Tratada EEAT-1 (Figura 23) seria responsável por recalcar água tratada para abastecer as zonas atendidas pelos reservatórios REL1 e REL2. Seu poço de sucção seria o reservatório existente RAP1 situado nas proximidades das unidades de captação e tratamento de água da cidade. Durante a visita ao local, verificou-se que a EEAT-1 foi construída conforme o previsto no projeto. Essa estação desempenha um papel essencial na distribuição de água tratada para as áreas abastecidas pelos reservatórios REL1 e REL2. Localização da EEAT-1 (Figura 24).

Figura 23 - Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1)



Fonte: Autoria própria

Figura 24 - Localização da Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT-1)



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.6. Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-2, Projetada)

Foi determinado no projeto de 2013 a construção de uma Estação Elevatória de Água Tratada EEAT-2 (Figura 25) que seria responsável por recalcar água tratada para abastecer a zona coberta pelo reservatório REL2. Seu poço de sucção será o reservatório existente RAP2, localizado na mesma área que o reservatório elevado REL1. Durante a visita, verificou-se que a Estação Elevatória de Água Tratada EEAT-2 foi construída de acordo com o planejado no projeto. Essa estação desempenha um papel fundamental no sistema de abastecimento, sendo responsável por recalcar a água para abastecer a zona coberta pelo reservatório REL2. Localização da EEAT-2 (Figura 26).

Figura 25 - Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2)



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 26 - Localização da Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2)



Fonte: Autoria própria, 2024.

4.7. Sistema de distribuição

As características atuais da rede são as apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características atuais da rede de distribuição

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material
50	16.195,59	PVC JE
75	488,35	PVC JE
100	1.630,96	PVC JE
150	2.149,12	PVC JE
150	857,09	Cimento Amianto
200	681,35	Cimento Amianto
250	1.424,88	PVC JE
Total	23.427,34	

Fonte: Autoria própria, 2024.

O projeto elaborado em 2013 destaca a importância da complementação da rede de distribuição, bem como o aproveitamento da infraestrutura já existente, visando o dimensionamento adequado para alcançar a universalização do acesso a água potável. O resumo da rede de distribuição projetada e a infraestrutura existente que será aproveitada para o novo dimensionamento, abrangendo todas as zonas da cidade, apresenta as seguintes características:

Tabela 2 - Característica da rede total

Diâmetro (mm)	Aproveitada	Projetada	Total	Material
50	9.655,17	2.395,32	12.050,49	PVC PBA
75	0	1.815,10	1.815,10	PVC PBA
100	1.048,65	2.458,26	3.506,91	PVC PBA
150	2.000,60	3.911,72	5.912,32	PVC DEFOFO
200	0	1.272,45	1.272,45	PVC DEFOFO
250	0	9,4	9,4	PVC DEFOFO
Total	12.704,42	11.862,25	24.566,67	

Fonte: Autoria própria, 2024.

Por isso, foi essencial realizar uma visita ao local para verificar a expansão da rede. Conforme ilustrado na Figura 27, confirma-se que a ampliação da rede está em andamento.

Figura 27 - Ampliação da rede



Fonte: Autoria própria, 2024.

Conforme evidenciado na Figura 28, a Cagepa destinou um investimento de 7 milhões para a expansão da rede de distribuição de água em Coremas, demonstrando claramente que estão seguindo as diretrizes estabelecidas pelo projeto elaborado em 2013.

Figura 28 - Cagepa investe 7 milhões na melhoria e ampliação do abastecimento de Coremas

Cagepa investe R\$ 7 milhões na melhoria e ampliação do abastecimento de Coremas

30 de março de 2022

Notícias



Com um investimento previsto de mais de R\$ 7 milhões, a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (Cagepa) assumiu o abastecimento do município de Coremas, no Sertão paraibano, com o compromisso de garantir água tratada para distribuir aos moradores da cidade.

Entre os projetos de estruturação está a execução de uma extensão de quase 22 mil metros de redes de distribuição de água, com diâmetros que variam entre 50 e 200 milímetros. Além disso, a Cagepa está instalado mais de 6 mil ligações prediais, todas com hidrômetros.

Fonte: Cagepa, 2022.

Essa notícia demonstra o compromisso da Cagepa em fornecer água de qualidade para a população.

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de abastecimento de água desempenham um papel fundamental na promoção do desenvolvimento socioeconômico e na melhoria da saúde da população. Além disso, foi discutido o funcionamento do sistema de abastecimento de água da cidade de Coremas - PB, desde a captação do manancial, reservação, até a distribuição, resultando no fornecimento final ao consumidor. Assim, ressalta-se a importância das medidas adotadas para garantir o acesso à água tratada.

Embora a recuperação do RAP e do REL, conforme previsto no projeto de 2013, não tenha sido realizada, foi implementado todo o restante do plano, incluindo a ampliação da rede de distribuição e o investimento em infraestrutura. O reaproveitamento desses reservatórios demonstra um esforço para otimizar os recursos disponíveis.

A análise demonstra a importância dos esforços governamentais e das iniciativas para melhorar as condições de vida por meio do saneamento básico. No entanto, mesmo com tais medidas, a falta de acesso adequado ao saneamento ainda é uma realidade para muitas comunidades. Em contrapartida, cidades como Coremas - PB estão empenhadas em enfrentar esse desafio, buscando implementar soluções que garantam o acesso à água tratada para sua população. Demonstra através de medidas como a ampliação da rede de distribuição e o investimento em infraestrutura, Coremas está comprometido em fornecer água de qualidade para seus habitantes, promovendo assim o bem-estar e a saúde da comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMÂNCIO, R. M. Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.
- BARBOSA, A. F.; MARRARA, T. As funções do regulador de saneamento básico no Brasil. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, v. 10, n. 3, p. 127–147, 2019.
- BARROS, P. H. S.; LIMA, D. P. Estudo das perdas de água no sistema de abastecimento da cidade de Porto Nacional/TO, 2020.
- BRASIL, Instituto Trata. Manual do saneamento básico: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica, 2012.
- CARRIJO, LB. Extração de regras operacionais ótimas de sistemas de distribuição de água através de algoritmos genéticos multiobjetivo e aprendizado de máquina. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2004.
- CAIÇARA, T. M. S. A.; TEIXEIRA, T. C. S.; SOUZA, J. P. M. DE C.; DE SOUZA, F. P. Panorama do abastecimento de água no semiárido brasileiro. *Exatas & Engenharias*, v. 12, n. 35, p. 22-40, 8 abr. 2022.
- CARCARÁ, M. DO S. M.; SILVA, E. A. DA; MOITA NETO, J. M. Saneamento básico como dignidade humana: entre o mínimo existencial e a reserva do possível. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 24, n. 3, p. 493–500, 2019.
- CULLINANE M. J.; LANSEY K.E.; MAYS L.W. Optimization- Availability- Based Design Of Water-Distribution Networks. *Journal of Hydraulic Engineering*, v. 118, n. 3, p. 420-441, 1992.
- CULTURA, M. DA. AÇUDE ESTEVAM MARINHO. Disponível em: <https://mapas.cultura.gov.br/espaco/204159/#/tab=sobre>. Acesso em 07 de Maio. 2024.
- DUARTE, H. A. Água - Uma visão integrada. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, Belo Horizonte, v. 8, n. 15, p. 1-8, 2014.
- ESPADA, Gildo Manuel. História da evolução do direito humano à água. *Revista da Faculdade de Direito da UFRGS*, Porto Alegre, n. 40, p. 80-100, ago. 2019.
- FACCIOLI, A. R. Otimização energética em sistemas de abastecimento de água utilizando o EPANET, 2021. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_815c7c217f8f6548ef08a45218c102df. Acesso em: 22 mar. 2024.
- FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Plano municipal de saneamento básico, Abastecimento de água potável, 2016.
- GOMES. H. P. Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos. 2a ed, João Pessoa, Brasil, Editora UFPB, 2009.
- HWATER. Como elaborar um balanço hídrico. Disponível em: <https://hwater.com.br/blog/como-elaborar-um-balanco-hidrico/>. Acesso em 06 de mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/coremas/historico>. Acesso em 06 de Mar. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/coremas/panorama>. Acesso em 14 de Mai. 2024.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Abastecimento de água e esgotamento sanitário. IBGE, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?id=2101734&view=detalhes>. Acesso em 23 nov. de 2023.

LEITE, C. H. P.; NETO, J. M. M.; BEZERRA, A. K. L. Novo marco legal do saneamento básico: alterações e perspectivas. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, p. 1041–1047, 2022.

MACHADO, M. V. B.; et al. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ESTUDO DE CASO: VILA ALBERT SAMPAIO. CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS: INOVAÇÕES E AVANÇOS EM PESQUISA - VOLUME 1, v. 1, n. 1, p. 255–288, 2023.

MASSA, K. H. C.; CHIAVEGATTO, A. D. P. F. Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 23, 2020.

NOGUEIRA, F. P. Desenvolvimento de protocolo tecnológico para melhoria no controle de perdas de água para aplicação em sistemas de abastecimento de água de médio porte, 2023.

ORMSBEE, L.E., REDDY, S.L., Nonlinear Heuristic for Pump Operations. In: Journal of Water Resources Planning and Management. ASCE, 1995.

PEREIRA, C. A.; OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA REDUÇÃO DO CUSTO COM ENERGIA ELÉTRICA: UM ESTUDO DE CASO, 2021.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO, PLANSAB. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/panorama-do-saneamento-basicodo-brasil>. Acesso em 01 dez. de 2023

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia Análise & Dados, v. 13, n. esp., p. 341-345, 2003 Tradução. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e9f86828-38da-4701-8905-a7b10ff7775f/1594350.pdf>

SECRETÁRIA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS, SERINTER. Objetivos do desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://www.internacional.df.gov.br/agenda-2030-objetivos-do-desenvolvimentosustentavel/>

SILVA, F. C. Estudo sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió, 2019. Disponível em: <https://ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>. Acesso em 06 de mar. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, SNIS. Série histórica. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 23 nov. de 2023.

SOUZA, K.; SKRIPNIK, N.; GOETTEN, W. Diagnóstico dos sistemas de captação de água para abastecimento público nos municípios regulados pela ARIS. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, VIII., 2020, SANTA CATARINA. p. 01

TEIXEIRA,PA; FANTINATTI, M.; GONÇALVES, MP; SILVA, JS da. Parasitoses intestinais e saneamento básico no Brasil: estudo de revisão integrativa. Revista Brasileira de Desenvolvimento, 2020.

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