



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO
DE CARAÚBAS/RN**

CARAÚBAS, RN
2019

DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO
DE CARAÚBAS/RN**

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

Orientador: Francisca Ires Vieira de Melo

CARAÚBAS, RN

2019

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

S237d Santos, Daniely Palony.
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA
URBANO DE CARAÚBAS/RN / Daniely Palony
Santos. - 2019.
54 f. : il.

Orientadora: Francisca Ires Vieira de
Melo. Monografia (graduação) - Universidade
Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Engenharia Civil, 2019.

1. Água. 2. Sistema de Abastecimento. 3.
Caraúbas. I. Vieira de Melo, Francisca Ires ,
orient. II. Título.

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

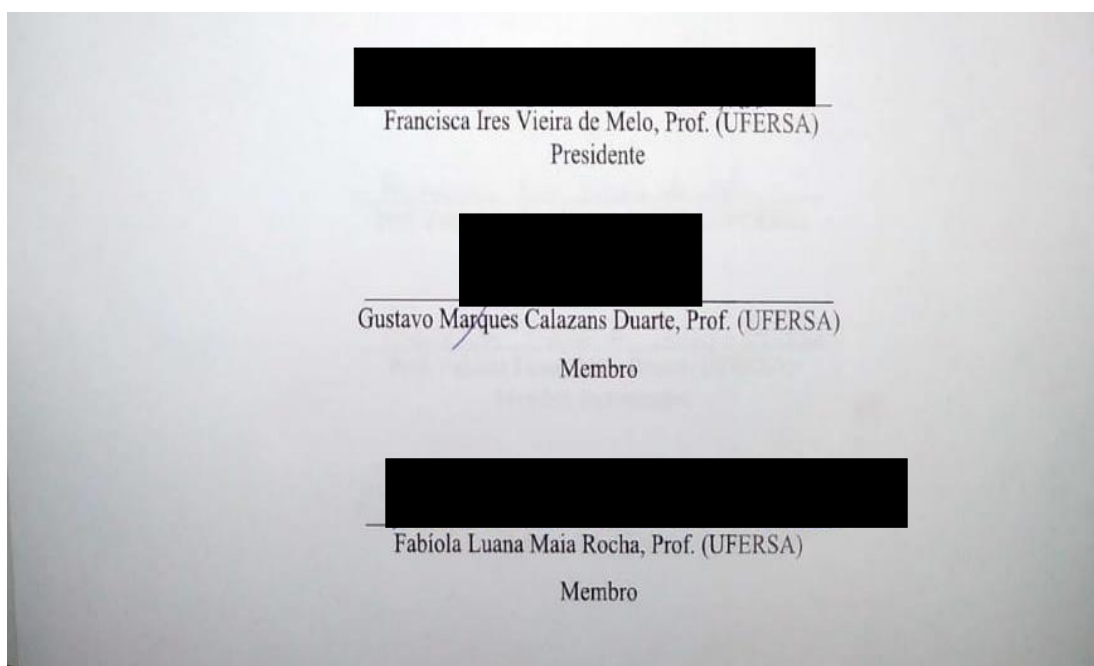
DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA URBANO
DE CARAÚBAS/RN**

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

Defendida em: 12 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA



DEDICATÓRIA

A Deus, pela misericórdia e fonte de Fé que me deu forças para concluir esse curso.

A Francisco Edmar Targino, meu pai e Ana Maria dos Santos, minha mãe, que sempre sonharam e torceram por esse momento.

A Suyanne de Moraes Tavares, melhor amiga e companheira.

A Débora Paola Targino e Delano Targino dos Santos, meus irmãos, pelo incentivo, carinho e amor.

A tios e primos pelo incentivo.

A Francisca Ires Vieira de Melo, minha orientadora, pela dedicação e atenção.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, coragem e proteção durante todas as viagens e estadia na cidade de Caraúbas, para concluir esse curso.

Aos meus pais Francisco Edmar Targino e Ana Maria dos Santos que me apoiaram na decisão de voltar a estudar e me incentivaram durante todos os momentos da minha formação.

A Débora Paola Targino e Delano Targino dos Santos meus irmãos, pelo incentivo, carinho e amor.

A Suyanne de Moraes Tavares melhor amiga e companheira, presença de fundamental importância nesta conquista.

A Francisca Ires Vieira de Melo, minha orientadora, que se dispôs a ajudar, orientando-me de maneira eficiente e pela simplicidade de ser uma excelente profissional, minha sincera gratidão.

Aos meus tios, tias, cunhado e primos que me incentivaram e sempre torceram para que eu conseguisse alcançar meu objetivo.

Aos meus amigos Mônica Monalisa, Matheus Dantas, Fernanda Yamaguchi, Valéria Parente e Bruna Costa pela amizade e companheirismo durante todos esses anos na universidade.

Agradeço a Banca Examinadora por aceitar o convite.

RESUMO

A água é um bem natural indispensável à vida e fundamental para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem, no entanto, é um recurso limitado e sua disposição no meio ambiente é desproporcional. Diante disso, esse trabalho tem como finalidade realizar o diagnóstico das condições técnicas e operacionais do abastecimento de água no município de Caraúbas/RN. O mesmo foi desenvolvido em duas etapas, onde inicialmente realizou-se um embasamento por meio da literatura, adquirindo-se assim conhecimento sobre conceito e composição de um sistema de abastecimento de água. Em seguida, a pesquisa foi desenvolvida através de visitas in loco e por meio de análise de dados sobre os índices operacionais do sistema de abastecimento, disponibilizados pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), e dados obtidos em órgãos como Agência Nacional de Águas, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O resultado obtido através da análise dos dados mostrou que a CAERN deverá implementar o sistema de abastecimento, implantar ações efetivas com objetivo de diminuir as perdas e consequentemente melhorar a eficiência operacional no sistema de abastecimento.

Palavras-Chave: Água. Sistema de Abastecimento. Caraúbas/RN.

ABSTRACT

Water is an indispensable natural good for life and fundamental for the development of practically all activities performed by man. However, it is a limited resource and its disposal in the environment is disproportionate. Therefore, this work aimed to diagnose the technical and operational conditions of water supply in the municipality of Caraúbas / RN. It was developed in two stages, initially based on literature, thus acquiring knowledge about the concept and structure of a water supply system. Then, the research was developed through on-site visits and through data analysis on the operational indices of the supply system, made available by the Rio Grande do Norte Water and Sewage Company (CAERN), and data obtained from agencies such as National Water Agency (ANA), National Sanitation Information System (SNIS) and Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The result obtained through data analysis showed that CAERN should implement the supply system, implement effective actions aiming at reducing losses and consequently improving the operational efficiency in the supply system.

Keywords: Water. supply system. Caraúbas/RN

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo Hidrológico.....	20
Figura 2 - Modelo de um sistema de abastecimento de água	31
Figura 3 - Tipos de vazamentos e ações de combate a perdas reais	33
Figura 4 - Localização do município de Caraúbas-RN.....	35
Figura 5 - Componentes do sistema de captação e distribuição em operação	39
Figura 6 - Componentes do sistema de abastecimento de água existente de acordo com a ANA.....	40
Figura 7 - Componentes do sistema de abastecimento de água existente	40
Figura 8 - Esquema preferencial de locação do ramal e detalhe da caixa de proteção, cavalete e hidrômetro.....	42
Figura 9 - Componentes do sistema de abastecimento de água proposto pela ANA ...	50
Figura 10 - Componentes do sistema de abastecimento de água construídos e inoperantes.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físicos e químicos da água de acordo com a portaria 2.914/2011	26
Tabela 2 - Parâmetros microbiológico da água de acordo com a portaria 2.914/2011	26
Tabela 3 - Doenças relacionadas com a água	27
Tabela 4 - Características principais de perdas reais e perdas aparentes	34
Tabela 5 - Índices do Sistema de Abastecimento de Água de Caraúbas	41
Tabela 6 - Estrutura tarifária/2018.....	43
Tabela 7 - Projeção geométrica da população urbana de Caraúbas-RN.....	44
Tabela 8 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2016	46
Tabela 9 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2017	47
Tabela 10 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2018	47
Tabela 11 - Percentual de análises físico-química de água bruta do SAA nos anos de 2016, 2017 e 2018	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAB – Adutora de Água Bruta
AAT – Adutora de Água Tratada
ABQ - Associação Brasileira de Química
ANA - Agência Nacional de Águas
ARSEP – Agência Reguladora de Serviços Públicos
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNH - Banco Nacional da Habitação
BR – Brasil
CAERN- Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CESB's - Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada
ETA - Estação de Tratamento de Água
FAT - Fundo de Amparo ao Trabalhador
FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FUNASA - Fundação Nacional da Saúde
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Médio
IQAD - Índice de Qualidade da Água Distribuída
MMA- Ministério do Meio Ambiente
MS – Ministério da Saúde
OGU - Orçamento Geral da União
ONU - Organização das Nações Unidas
PAC - Programa de Aceleração de Crescimento
PLANASA - Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico
RAP – Reservatório Apoiado
RDA – Rede de distribuição de Água
REL – Reservatório elevado
RN – Rio Grande do Norte

SAA - Sistema de Abastecimento de Água

SNGRH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH)

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido

USP - Universidade de São Paulo

VMP – Valor Máximo Permitido

LISTA DE SÍMBOLOS

Fofo - Ferro fundido

H₂O - Fórmula química da água

L - Comprimento

l/s - Litros por segundos

M - Metro

m³/h - Metros cúbicos por hora

Mg/L – Miligrama por litro

ml – mililitro

n° - Número

PH - Potencial Hidrogeniônico

Q_n – Vazão Nominal

uH - Unidade Hazen

uT – Unidade de Turbidez

XX – 20 em Algarismo Romano

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS:.....	18
2.1. Geral.....	18
2.2. Específicos.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1. Ciclo Hidrológico	19
3.2. Disponibilidade e distribuição de água.	20
3.3. Proteção das águas no Brasil	22
3.4. Escassez.....	22
3.5. Fatores que contribuem para a escassez:	22
3.6. Quantidade de água	23
3.7. Qualidade de água	24
3.8. Água e Saúde	26
3.9. Saneamento Básico no Brasil.....	27
3.9.1. Histórico.....	27
3.9.2. Política de saneamento básico.....	29
3.9.3. Competência.....	29
3.10. Sistema de abastecimento de água (SAA)	31
3.11. Perdas de água do sistema de abastecimento água	32
4. METODOLOGIA	34
4.1. Levantamentos de dados:	34
4.2. Características locais.....	35
4.2.1. Localização	35
4.2.2. Aspectos socioeconômicos	35
4.2.3. Formação Vegetal, Solos predominantes e Relevo.....	36

4.3.	A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (Caern)	36
4.4.	Sistema de Abastecimento de Água – Caraúbas, RN	36
5.	RESULTADOS	37
5.1.	Características do Sistema de Abastecimento de Água.....	37
5.2.	Índices do sistema de abastecimento	41
5.3.	Ligação de água e hidrometração.....	42
5.4.	Estrutura tarifária	42
5.5.	Projeção geométrica da população urbana de Caraúbas-RN	43
5.6.	Quantidade de água distribuída	45
5.7.	Qualidade da água distribuída	45
5.8.	Rede de distribuição	48
5.9.	Implementação do SAA	49
6.	CONCLUSÕES	51
7.	RECOMENDAÇÕES	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

Em conformidade com conceitos disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do Manual de Educação para o Consumo Sustentável, a água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. É renovável e abundante, ocupando aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97,5% desta água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo humano. A falta de água potável no mundo gera preocupação, decorrente principalmente da carência de planejamento na distribuição e utilização. Ainda de acordo com o manual, mesmo países que tem disponibilidade de recursos hídricos, como o Brasil, não estão livres da ameaça de uma crise, pois a disponibilidade varia muito de uma região para outra. Além disso, as reservas de água potável estão diminuindo devido o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura.

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. A água é indispensável e quando tratada leva à melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A elaboração de um projeto de sistema de abastecimento de água requer estudos aprofundados e mão-de-obra especializada. Inicialmente, se faz o estudo da população a ser atendida e de sua taxa de crescimento, assim como de suas necessidades comerciais, industriais, agrícolas e populacionais. Com base nas informações obtidas no estudo, o sistema de abastecimento é projetado visando atender um horizonte de projeto, que depende de fatores como: custo da obra, vida útil, evolução da demanda de água, flexibilidade na expansão futura do sistema e fatores ligados ao estudo do crescimento populacional (TSUTIYA, 2006).

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a população da região Nordeste do Brasil enfrenta, secularmente, graves problemas ligados à falta de água e, conseqüentemente, à fome, ocasionados pelos frequentes períodos de estiagem que caracterizam o clima semi-árido desta região, conhecido popularmente pela temida palavra – SECA. A situação hídrica da cidade de Caraúbas, um município brasileiro no estado do Rio Grande do Norte, não é diferente, enfrenta problemas recorrentes devido à falta de água e tem seu

abastecimento realizado em regime de manobra de rede, gerando intermitência no fornecimento de água da cidade, causando transtorno a população e trazendo preocupações.

A instalação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Caraúbas no ano de 2010, trouxe um aumento significativo da população e desenvolvimento econômico ao município, no entanto não houve melhoria no Sistema de Abastecimento de Água, causando preocupação e alerta nos possíveis problemas que possam surgir em um futuro próximo e afetar o desenvolvimento das diversas atividades econômicas, domiciliares, bem como as atividades acadêmicas e administrativas na UFERSA, estando a mesma instalada neste município.

A quantidade insuficiente e o tratamento inadequado da água distribuída, gera graves consequências a população. Cuidar da saúde, pode também significar oferecer água de boa qualidade, para consumo e realização de atividades básicas diárias, pois segundo Razzoline e Gunther (2008) condições adequadas de abastecimento podem gerar benefícios múltiplos como: controle e prevenção de doenças, prática de hábitos higiênicos, conforto e bem-estar, aumento da expectativa de vida e da produtividade econômica.

Conforme Tundisi (2005), a disponibilidade da água pode ser um instrumento de inclusão da sociedade. No Brasil, grandes massas urbanas que vivem em áreas periféricas não têm acesso à água de boa qualidade, outros não possuem distribuição pelo setor público, impossibilitando a realização de atividades básicas no dia a dia, tornando essas pessoas excluídas.

Diante disso é de extrema importância elaborar um estudo sobre o Sistema de Abastecimento de Água na sede da cidade de Caraúbas-RN, detectando as prováveis consequências à população em decorrência da intermitência no abastecimento e no tratamento da água distribuída.

2. OBJETIVOS:

2.1. Geral

O objetivo deste estudo foi realizar um diagnóstico das condições técnicas e operacionais do abastecimento de água no município de Caraúbas /RN.

2.2. Específicos

Apresentar características Técnico-Operacionais das unidades que compõem o SAA, bem como qualidade e controle físico-químico e bacteriológico da água distribuída.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Ciclo Hidrológico

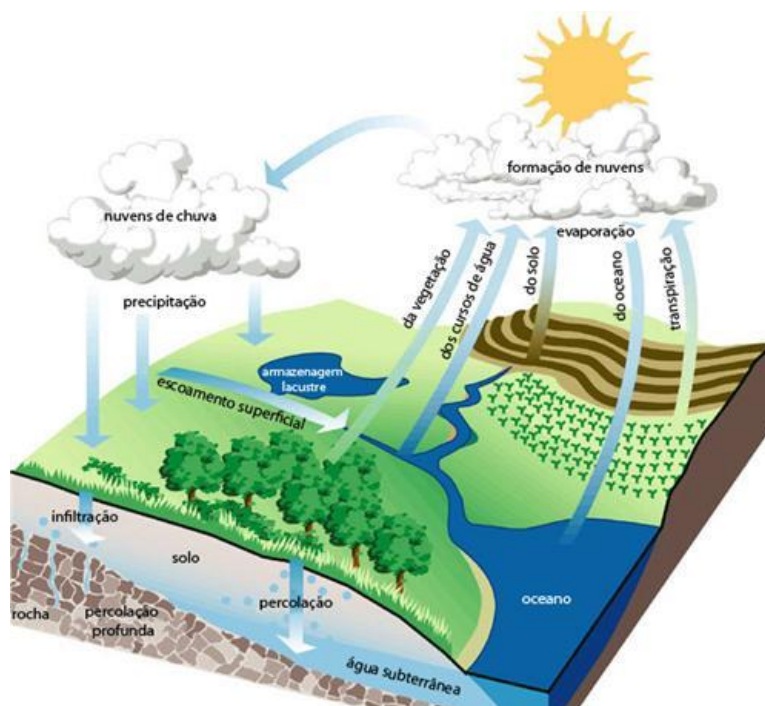
A fórmula química da água é uma substância abundante na Terra, cobrindo a maior parte da superfície do planeta, sendo a substância de maior percentual encontrada nos seres vivos, assim foi de fundamental importância para o surgimento e manutenção da vida na terra. A renovação da água é um ciclo natural, no entanto a utilização e as perdas acontecem de maneira mais acelerada do que a reposição natural. O acesso à água potável é um direito básico do ser humano, com garantia de qualidade e quantidade suficiente (ALMEIDA, 2012).

Conforme Garcez (2012), hidrologia é a ciência que trata das propriedades, distribuição e comportamento da água na natureza, sendo o estudo dividido em três ramos, tratando da água nas suas diferentes formas de ocorrência: acima, abaixo e sobre a superfície terrestre.

- a) Água Atmosférica;
- b) Água Superficial;
- c) Água Sub-Superficial

Ainda segundo Garcez (2012) os estágios do ciclo hidrológico são: precipitação, escoamento subterrâneo, defluxo e evaporação. Parte da água precipitada cai diretamente sobre as superfícies líquidas, parte escoa para superfície dos solos até os rios, lagos, reservatórios ou até os oceanos, uma parte retorna imediatamente à atmosfera por evaporação das superfícies líquidas do terreno e plantas, e parte escoa no interior dos solos. A evaporação e precipitação são as forças condutoras do ciclo hidrológico, tendo a irradiação solar como principal fonte de energia, conforme Figura 1.

Figura 1 - Ciclo Hidrológico

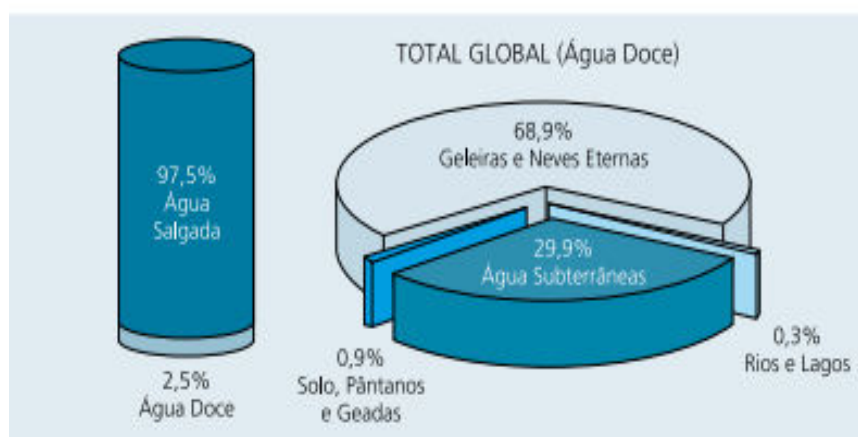


Fonte: kunene, 2019

3.2. Disponibilidade e distribuição de água.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a água é um recurso natural renovável e abundante, que ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97,5% desta água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo. Da parcela de água doce, 68,9% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos, dificultando o acesso humano. Além de ser um recurso limitado, sua distribuição é desigual, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição da água no planeta Terra



Fonte: Adaptado de Shiklomanov, 1998, citado por Tundisi, 2003

Nesse contexto o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) em termos globais, o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta, no entanto, a distribuição natural desse recurso não é equilibrada. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, representando apenas 5% da população brasileira. Já as regiões próximas aos Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país.

O Brasil, apesar de ocupar quase metade da área da América do Sul e de ter em torno de 60% da Bacia Amazônica, que escoa um quinto do volume de água doce do mundo, possuem áreas críticas, onde a escassez deixou de ser apenas uma ameaça. Com três bacias hidrográficas que contêm o maior volume de água doce do mundo – Amazonas, São Francisco e Paraná –, o Brasil busca servir de exemplo na eficácia da gestão de seus recursos hídricos (MACHADO, 2010). A região Nordeste tem sido repetidamente chamada de zona de incidência das secas, denominado Polígono das secas. É uma das áreas que requerem uma atenção especial. Sendo assim, foi delimitada com a lei nº 1348 de 10 de fevereiro de 1951 como área de atuação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS.

3.3. Proteção das águas no Brasil

O Brasil possui legislação para normatizar a utilização desse recurso, conhecida popularmente como Código das Águas, fundamentada pelo Decreto Federal nº 24.643 e pela Política Nacional de Recursos Hídricos, apoiado pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. As organizações responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil são denominadas Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), integrada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e Comitês de Bacia Hidrográfica, responsáveis por:

- Programar, controlar e legalizar a utilização, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- Executar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Julgar os conflitos associados aos recursos hídricos;
- Requerer cobrança pelos recursos hídricos.

3.4. Escassez

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a escassez da água expressa carência ou insuficiência, adjetivo que se refere a algo em quantidade insatisfatória, referindo-se quase sempre aos recursos naturais não renováveis, como a água, por exemplo. Destina-se à condição em que há pouca disponibilidade desse recurso. Atualmente um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável e a maior adversidade em relação à escassez da água é carência de planejamento na distribuição e utilização.

Conforme Arlindo Philippi Jr., Engenheiro Civil e Sanitarista da Faculdade de Saúde Pública da USP, e Getúlio Martins, Físico e Engenheiro Civil da companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2005, por muito tempo a água foi apontada como infinita e autossustentável por se tratar de recurso natural, com o passar do tempo, devido ao crescimento da população e principalmente em decorrência do avanço tecnológico, resultou na poluição dos efluentes, causados pelo lançamento de esgotos. Pelo menos um terço da população mundial vive em área de escassez.

3.5. Fatores que contribuem para a escassez:

Vários são os fatores que contribuem para o agravamento da escassez como;

- Consumo inconsciente de água;
 - ✓ Desperdício

✓ Poluição

- Falta de reaproveitamento;
- Falta de programas de conscientização.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde n° 518, artigo 4º, parágrafo I, água potável é a água destinada ao consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam riscos à saúde, garantindo que os indivíduos consumam água de maneira segura. Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano também é disposto na Portaria MS n.º 518/2004. Toda água destinada ao consumo humano, para que tenha a potabilidade garantida, deve seguir um conjunto de operações com a finalidade de eliminar contaminação, realizadas em uma estação de tratamento de água (ETA).

O acesso à água tratada e de qualidade é um direito todo de cidadão. Compete, assim, ao Estado, mediante seus órgãos e instituições competentes, garantir água tratada à população. O acesso à água para todos promove novas formas de integração social e de cidadania, levando-se em conta a saúde humana e a qualidade e expectativa de vida. (SIRVINSKAS, 2011, p. 325).

3.6. Quantidade de água

De acordo com o Manual de Saneamento do Ministério da Saúde, o homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças.

Ainda de acordo com o Manual de Saneamento do Ministério da Saúde o volume de água necessário para abastecer uma população é obtido levando em consideração as parcelas componentes dos diferentes usos da água e o consumo médio de água por pessoa por dia. No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido.

De acordo com Tsutyia (2006), as obras de sistemas de abastecimento de água devem ser projetadas para suprir a demanda das populações futuramente. O projeto é elaborado de acordo com o crescimento populacional em um determinado tempo, esse

tempo é chamado de período de projeto e geralmente costuma ser de 20 a 30 anos, sendo mais comum utilizar 20 anos.

Logo, é possível observar a importância do estudo populacional de um determinado município para que o sistema de abastecimento de água consiga fornecer água em quantidade e qualidade suficiente para suprir a demanda da população atual e futura.

3.7. Qualidade de água

Até meados do século XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto, esse tipo de avaliação foi se revelando falível em termos de proteção contra microrganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água. Tornou-se, assim, imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer (MENDES, 2006).

Medeiros (2010) aborda que conhecer as propriedades da água é fundamental para a solução correta dos vários problemas ocasionados pelo mal-uso. Estes problemas envolvem princípios e métodos de armazenamento, conservação, controle, condução, utilização, etc, e estão presentes desde a elaboração dos projetos até o último dia de sua operação. Fisicamente, quando pura, a água deve ser um líquido transparente e levemente azulado, praticamente incolor, sem gosto e sem sabor, apresentando reflexão e refração da luz.

De acordo com a ANA, a água é usada para diversos fins, como consumo humano, lazer, irrigação, entre outros. Sendo a qualidade da água resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Os padrões são ditados por legislação e abrangem parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os valores são indicados na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde (MS) e na Resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), estabelecendo definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento, bem como mecanismos e instrumentos de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

A tecnologia empregada para o tratamento da água para consumo humano vai depender sobretudo das características da água bruta, custos de implantação, manutenção

e operação, flexibilidade operacional e a localização geográfica e características da comunidade. Por essa razão, de acordo com a ANA foi implantado o Índice de Qualidade das Águas Distribuídas - IQAD, afim de avaliar a qualidade da água pretendendo seu uso para o abastecimento público, após tratamento. O IQAD é composto por parâmetros que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, tais como:

- Turbidez – A turbidez é um parâmetro influenciado pela presença de sólidos em suspensão na água, que reduzem a transparência da mesma (SOUSA, 2013);
- Cor - Indica a presença de substâncias dissolvidas na água, parâmetro influenciado pela presença de substâncias dissolvidas na água, que resultam na coloração da mesma (SOUSA, 2013; VON SPERLING, 1996).
- PH - A turbidez é um parâmetro influenciado pela presença de sólidos em suspensão na água, que reduzem a transparência da mesma (SOUSA, 2013);
- Cloro - Produto químico utilizado para eliminar bactérias, O cloro existente na água, sob as formas de ácido hipocloroso (HClO) e de íon hipoclorito (ClO^-), é definido como cloro residual livre (SCURACCHIO, 2010);
- Coliformes - Indica a contaminação por bactérias provenientes da natureza, O grupo de bactérias denominado coliformes é dividido em coliformes totais e coliformes termotolerantes, anteriormente denominados coliformes fecais; são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade microbiológica da água (MUNIZ, 2013; SCURACCHIO, 2010).

As Tabelas 1 e 2 apresentam os índices da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece os parâmetros de acompanhamento através do índice de qualidade da água distribuída (IQAD).

Tabela 1 - Parâmetros físicos e químicos da água de acordo com a portaria 2.914/2011

Parâmetros	Padrão	Unidade
pH+	6 a 9,5	-
Cloro	2	mg/L
Turbidez	5	uT
Cor	15	uH
Ferro	0,3	mg/L
Fluor	1,5	mg/L

Fonte: Própria autora, 2019

Tabela 2 - Parâmetros microbiológico da água de acordo com a portaria 2.914/2011

PARÂMETROS	VMP (VALOR MÁXIMO PERMITIDO)
Água para consumo humano (2) Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição(reservatórios e rede) Escherichia coli ou coliformes termotolerantes(3)	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml 40 ou mais amostras por mês

Fonte: Própria autora, 2019

3.8. Água e Saúde

Conforme a Secretaria de Vigilância em Saúde vinculada ao Ministério da Saúde, são inúmeros os tipos de doenças que podem ser causadas pela água em locais com saneamento básico deficiente, tanto pelo consumo de água sem tratamento, quanto pela escassez, o que impede uma higiene adequada. Tais doenças podem ser promovidas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente através da água denominadas enfermidades de veiculação hídrica. A ocorrência desse tipo de doença pode ser minimizada ou até mesmo evitada mediante a adoção de práticas adequadas de saneamento, como, por exemplo, coleta e tratamento de esgotos domésticos e tratamento de águas de abastecimento. A tabela a seguir mostra alguns tipos de doenças relacionadas com a água.

Tabela 3 - Doenças relacionadas com a água

GRUPO DE DOENÇAS	FORMAS DE TRANSMISSÃO	PRINCIPAIS DOENÇAS	FORMAS DE PREVENÇÃO
Transmitidas pela via feco-oral (alimentos contaminados por fezes)	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	1. Diarréias e disenterias, como a cólera e a giardíase 2. Febre tifóide e paratífóide 3. Leptospirose 4. Amebíase 5. Hepatite infecciosa 6. Ascariíase (lombriga)	1. Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas 2. Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e dos alimentos
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infeções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com pio-lhos, e a escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	1. Evitar o contato de pessoa com águas infectadas 2. Proteger mananciais 3. Adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos 4. Combater o hospedeiro intermediário
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	1. Malária 2. Febre amarela 3. Dengue 4. Filariose (elefantíase)	1. Combater os insetos transmissores 2. Eliminar condições que possam favorecer criadouros 3. Evitar o contato com criadouros 4. Utilizar meios de proteção individual

Fonte: Secretaria de Vigilância em Saúde - MS

3.9. Saneamento Básico no Brasil

3.9.1. Histórico

De acordo com o Manual de Saneamento Básico do Ministério da Saúde, com base na Lei nº. 11.445/2007, historicamente a União e os estados têm participado juntamente com os municípios, na gestão e provimento de serviços públicos de saneamento, em especial o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. A evolução da prestação dos serviços de saneamento básico no Brasil passou por fases distintas, como descritas a seguir:

- Entre 1950 a 1970 - Corresponde ao início da industrialização do país, período marcado pelo surgimento de órgãos ou empresas municipais de saneamento básico. Os investimentos em saneamento eram apenas recursos dos orçamentos

gerais complementados com empréstimos externos.

- Anos 70 - O Governo Federal implementou o Sistema Nacional de Saneamento, integrado pelo Plano Nacional de Saneamento (Planasa), pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) e pelo Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), cuja principal característica era o incentivo à transferência da prestação dos serviços para Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB's), financiadas em muitos casos pela União.
- Década de 80 - A escassez de recursos públicos para a realização de investimentos, o aumento no endividamento estatal e à extinção do BNH levaram o Sistema Nacional de Saneamento a apresentar sinais de desgaste.
- Da década de 90 e início do século 21 - Surgiram as primeiras concessões privadas de serviços públicos de água e esgoto. Como, por exemplo, em Limeira, Jaú, Ribeirão Preto (1995), Birigui, (1994), Marília (1997) e Jundiaí (1996).

As Organizações das Nações Unidas (ONU) instituíram, em 2000, as Metas do Milênio. Já em 2007, com a implantação do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), o setor de infraestrutura passou a receber novos investimentos provenientes de recursos do FAT e do FGTS

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. Um dos princípios da Lei nº. 11.445/2007 é a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao manejo correto das águas das chuvas.

Um dos princípios da Lei nº. 11.445/2007 é a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao manejo correto das águas das chuvas. A lei nº. 11.445/2007 estabelece a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico como instrumento de planejamento para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, e ainda determina os princípios dessa prestação de serviços; as obrigações do titular, as condições para delegação dos serviços, as regras para as relações entre o titular e os prestadores de

serviços, e as condições para a retomada dos serviços. Ainda trata da prestação regionalizada; institui a obrigatoriedade de planejar e regular os serviços; abrange os aspectos econômicos, sociais e técnicos da prestação dos serviços, assim como institui a participação e o controle social.

3.9.2. Política de saneamento básico

Através da Lei 11.445/07 a Política de saneamento básico estabelece diretrizes para a Política Federal de Saneamento, determinando que a União elabore o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e a partir disso, oriente as ações e investimentos do Governo Federal. Entretanto, para ter acesso à esses recursos todos os municípios devem elaborar seus planos municipais definindo seus horizontes de universalização da prestação de serviços. Além disso, os municípios, como titulares, têm a obrigação de:

1. Decidir sobre a forma de prestação dos serviços (direta ou delegada) e os procedimentos de sua atuação.
2. Adotar parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública, quanto à quantidade, regularidade e qualidade da água potável.
3. Definir o órgão responsável pela sua regulação e fiscalização.
4. Fixar os direitos e deveres dos usuários.
5. Estabelecer os mecanismos de participação e controle social.
6. Construir um sistema de informações sobre os serviços.
7. Definir casos e condições, previstos em lei e nos contratos, para intervenção e retomada da prestação dos serviços.
8. Definir as condições para a prestação dos serviços, envolvendo a sua sustentabilidade e viabilidade técnica, econômica e financeira.
9. Definir o sistema de cobrança, composição de taxas e tarifas e política de subsídios.

3.9.3. Competência

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada.

A Constituição através da lei Lei nº. 11.445/2007 determina como competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios a promoção de programas de melhoria das condições de saneamento básico. Assim essas responsabilidades são compartilhadas entre as três esferas de governo, sendo necessária e desejável a ação conjunta para que os serviços atendam a toda a população. Governo federal institui as políticas nacionais e é responsável por garantir a maior parte dos investimentos em saneamento básico, por meio de recursos do Orçamento Geral da União (OGU), do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT). De acordo com a FUNASA vários ministérios atuam no saneamento de forma coordenada com uma divisão de responsabilidades:

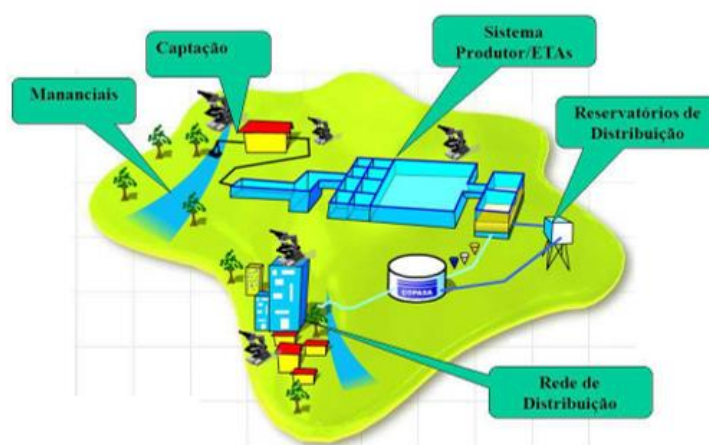
1. Ministério das Cidades apoia os municípios com mais de 50 mil habitantes, os integrantes de regiões metropolitanas e as regiões integradas de desenvolvimento.
2. Ministério da Saúde define os padrões de qualidade da água para consumo humano e, por meio da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) é responsável pela assistência aos municípios com população de até 50 mil habitantes, aos assentamentos rurais, às áreas indígenas, quilombolas e de outras populações tradicionais.
3. Ministério do Meio Ambiente coordena o Programa Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos e, com apoio da Agência Nacional de Águas (ANA), atua na gestão do uso das águas.
4. Ministério da Integração Nacional atua principalmente na região do semiárido e nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba, em programas que visam aumentar a oferta de água para os seus diversos usos, em especial, para o consumo humano.
5. Ministério do Desenvolvimento Social coordena o programa para instalação de um milhão de cisternas no semiárido.
6. Ministério do Trabalho coordena o programa de cooperativas de catadores de materiais recicláveis.
7. Caixa Econômica Federal e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) são os principais agentes financeiros e responsáveis pela execução dos programas, repassando recursos e acompanhando as ações contratadas.

8. Governos estaduais
9. Os estados atuam predominantemente na prestação dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento dos esgotos gerados, por meio de suas companhias.
10. Governos municipais
11. As prefeituras são as responsáveis pela elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico e pelo envolver a comunidade em sua discussão. O plano municipal é essencial na regulamentação da concessão dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos sanitários, e na elaboração de diagnósticos que ajudam os municípios na obtenção de empréstimos para obras de saneamento junto ao governo federal e instituições financeiras.

3.10. Sistema de abastecimento de água (SAA)

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde (MS) 2914/2011, artigo 5º, parágrafo VI, (BRASIL, 2011), um sistema de abastecimento de água para consumo humano é constituído por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (Figura 2).

Figura 2 - Modelo de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Funasa, 2019

O sistema de abastecimento de água geralmente compreende as etapas de: captação, adução, recalque, tratamento, reservação e distribuição; não sendo obrigatória a

sequência, podendo até não existir algumas partes (Garcez 2012).

- **Manancial** - Mananciais são todas as fontes de água, superficiais ou subterrâneas, que podem ser usadas para o abastecimento público. Isso inclui, por exemplo, rios, lagos, represas e lençóis freáticos. Para cumprir sua função, um manancial precisa de cuidados especiais, garantidos nas chamadas leis estaduais de proteção a mananciais. (Tsutiya, 2006).
- **Captação** - a água bruta é captada em mananciais superficiais (barragens, lagos, etc) ou subterrâneos (poços). A captação de água bruta em mananciais é uma atividade regulamentada e legal. É regida por Lei e depende da outorga de direito de uso concedida por órgão público responsável de esfera estadual ou federal. No uso de recursos hídricos de domínio da União, as outorgas de direito de uso são de competência da Agência Nacional de Águas (ANA), como previsto em Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
- **Estações elevatórias** - Considerando a economia de energia, facilidade de operação, manutenção e segurança, seria desejável que os escoamentos fossem inteiramente por gravidade. No entanto, algumas vezes, os locais a serem atendidos estão em pontos altos ou muito afastados das fontes de abastecimento de água. Deste modo, as elevatórias tornam-se essenciais na captação, adução, tratamento e rede de distribuição de água, para conduzir o líquido a cotas mais elevadas, ou para aumentar a capacidade de adução do sistema.
- **Adução:** a água captada nos mananciais é bombeada até as ETAs (Estações de Tratamento de Água)
- **Estação de tratamento de água (ETA):** por meio de uma série de processos químicos e físicos, a água bruta é tornada potável para que possa ser distribuída à população
- **Reservatórios:** depois de tratada, a água é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora;
- **Rede de distribuição de água:** a parte final do sistema, entrega ao consumidor.

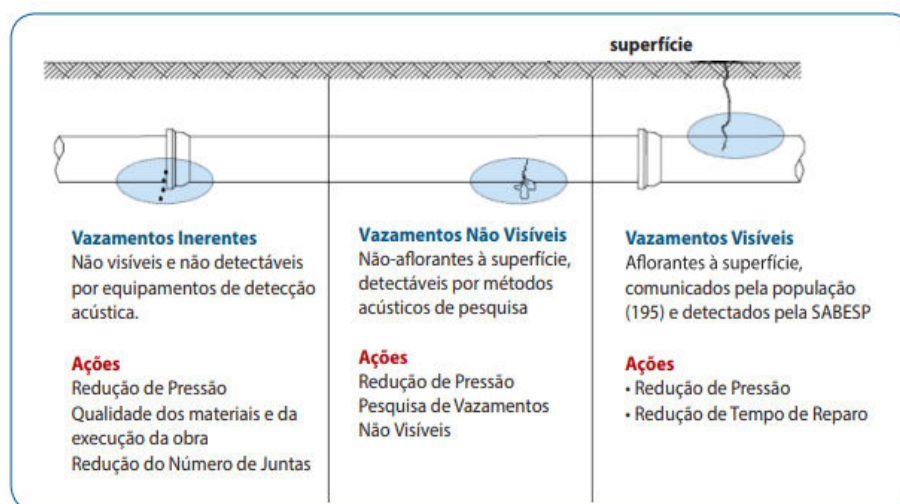
3.11. Perdas de água do sistema de abastecimento água

Conforme Tardelli Filho, perdas podem originar-se de vazamentos no sistema,

envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reserva, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação, nesse contexto classificam as perdas em um sistema de abastecimento em perda real ou física e perda aparente ou não física.

Perda real ou física equivale ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamento nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais, conforme Figura 3.

Figura 3 - Tipos de vazamentos e ações de combate a perdas reais



Fonte: FUNASA, 2014

- ✓ **Visíveis:** São os vazamentos de curta duração e altas vazões que afloram para a superfície e são facilmente detectáveis. Representam 45% dos vazamentos. (Tardelli, 2004)
- ✓ **Não-visíveis:** São os vazamentos que não afloram para a superfície e, por isso, não podem ser detectados no visual. Possuem vazões moderadas e a sua duração depende da frequência da pesquisa de vazamento. Representam 30% dos vazamentos. (Tardelli, 2004)
- ✓ **Inerentes:** São os vazamentos não visíveis e não detectáveis por equipamentos de detecção acústica. Geralmente são vazões abaixo de 250 litros/hora. Representam 25% dos vazamentos. (Tardelli, 2004)

Perda aparente ou não física: Conforme (Tardelli, 2004), perda aparente equivale ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada, as principais características citadas acima ficam evidenciados na Tabela 4.

Tabela 4 - Características principais de perdas reais e perdas aparentes

Itens	Características Principais	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de Medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção	- Tarifa - Receita Operacional
Efeitos no Meio Ambiente	- Desperdício do Recurso Hídrico - Necessidades de ampliações de mananciais	
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	
Empresarial	Perda do Produto	Perda de receita
Consumidor	- Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	
Efeitos no Consumidor	- Repasse para tarifa - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para tarifa - Incitamento a roubos e fraudes

Fonte: Trata Brasil, 2018

4. METODOLOGIA

4.1. Levantamentos de dados:

O diagnóstico foi elaborado de forma exploratória, mediante levantamento bibliográfico com abordagem quali-quantitativa. Sendo aplicados princípios do método de estudo de caso. Para a execução do estudo realizou-se coleta de dados junto a Companhia de Águas e Esgotos-CAERN, Agência Nacional de Águas-ANA, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento- SNIS, Instituto Brasileiro de Geografia, Estatística – IBGE. O trabalho traz uma série de dados estatísticos nacionais e locais, que tornam possível traçar um panorama geral estimado do sistema de abastecimento.

4.2. Características locais

4.2.1. Localização

O estudo foi conduzido na cidade de Caraúbas, estado do Rio Grande do Norte, distrito criado com a denominação de Caraúbas, pela Lei Provincial n.º 408, de 01-09-1858, subordinado ao município de Apodí e elevado à categoria de vila com a denominação de Caraúbas, pela Lei Provincial n.º 601, de 05-03-1868, desmembrado de Apodí. Está localizado na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Chapada do Apodi, limitando-se com os municípios de Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Janduís, Patu, Olho D' Água dos Borges, Campo Grande, Upanema e Apodi, distante cerca de 296 Km da capital, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-233, mostrado na figura a seguir.

Figura 4 - Localização do município de Caraúbas-RN



Fonte: sindspumc, 2019

4.2.2. Aspectos socioeconômicos

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui 19.576 mil habitantes, apontando uma população estimada em 20 636 habitantes para 2018, densidade demográfica de 17,88, distribuídos em 1.133 km².

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) as principais atividades econômicas são: agropecuária, indústria de transformação, extração de petróleo, gás natural, extrativismo e comércio. Produto Interno Bruto (PIB) per capita de 11.839,51 e Índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM=0,638), estando no ranking de 33º em relação aos demais municípios do Rio Grande do Norte. O IBGE

aponta que 12.7% possuem domicílios com esgotamento sanitário adequado, 72.6% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 3.3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). A região apresenta clima muito quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono, com Precipitação Pluviométrica Anual em torno de 658,6 mm.

4.2.3. Formação Vegetal, Solos predominantes e Relevô

O Município de Caraúbas está inserido em uma região que apresenta formação vegetal classificada como Caatinga Hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhadas. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro. O Solos predominantes são o Regossolo Eutrófico - fertilidade média a alta, fase rochosa, textura arenosa, bem drenado, relevô plano e suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico. O relevô apresenta serrotes: do Cumbe, da Mulatinha e das Araras. Chapada do Apodi - terras planas ligeiramente elevadas, formadas por terrenos sedimentares, cortados pelos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu. Depressão Sertaneja - terrenos baixos situados entre as partes altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi.

4.3. A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (Caern)

Criada em 2 de setembro de 1969, a CAERN é uma empresa brasileira que detém a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água e esgoto no estado do Rio Grande do Norte. É uma sociedade de economia mista, cujo maior acionista é o Governo do Estado do Rio Grande do Norte. A empresa possui 165 sistemas de abastecimento de água distribuídos em 153 sedes de municípios e 13 localidades. No RN são 40 sistemas de esgoto em 39 municípios e 1 localidade (Praia de Pipa). Apenas 15 cidades do Estado possuem sistemas de abastecimento de água que não pertencem a CAERN. A mesma, é responsável pela distribuição de água potável na cidade de Caraúbas, com filial localizada na rua Francisco Martins Miranda, N 931.

4.4. Sistema de Abastecimento de Água – Caraúbas, RN

A CAERN começou a operar no município de Caraúbas em 01 de novembro de 1976. O sistema de abastecimento de água da cidade conta com um conjunto de unidades

que vão desde a captação, através da exploração de poços tubulares, tratamento químico, reserva de água e a etapa final de distribuição.

Para a implantação de um sistema de abastecimento de água em uma cidade, é preciso levar em consideração alguns fatores, são eles: porte do município, pois existem diversos tipos de sistemas adequados para cada porte localidade; mananciais, pois estes devem possuir água em quantidade e qualidade suficiente para atender as necessidades; alcance de projeto, ou seja, para até que ano as instalações serão dimensionadas e concebidas; dentre outros fatores (HELLER; PÁDUA, 2016).

De acordo com Tsutyia (2006), as obras de sistemas de abastecimento de água devem ser projetadas para suprir a demanda das populações futuramente. É de fundamental importância realizar o estudo populacional de um determinado município para que o sistema de abastecimento de água consiga fornecer água em quantidade e qualidade suficiente para suprir a demanda da população atual e futura.

5. RESULTADOS

5.1. Características do Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de captação é composto de mananciais subterrâneos, captação, EEA reservatórios apoiados (RAP), reservatórios elevados (REL), e rede de distribuição (RDA). Dos recursos humanos dispõe de um encarregado de núcleo (Gerência de núcleo e atendimento ao público), atendente, quatro operadores.

Atualmente o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Caraúbas tem por mananciais o Arenito Açu e o Aluvião do Rio Apodi, realizado através da exploração de poços tubulares. No que se refere ao manancial, evidencia-se a localização a uma distância de 18 quilômetros da sede do município, na rodovia estadual RN 117, localidade de Igarapé.

O sistema atual funciona com regime de operação em torno de 24 horas/dia, conta com um total de quatro poços tubulares. Poços 01, 02 e 05 com vazão de 60 m³/h e o Poço 4 com vazão de 40 m³/h; Todos captam água no Arenito Açu e estão situados no Sítio o Igarapé. A profundidade média dos poços é de 110 metros e vazão total de 220 m³/h. A água é captada por meio de bombas submersas, aduzida através de adutoras de água bruta (AAB), tubulação PVC DEFOFO DN 150 mm de diâmetro até o tanque de união (RAP), reservatório apoiado, onde recebe tratamento com cloro gasoso na entrada, processo que tem por objetivo a remoção ou destruição (inativação) de microrganismos patogênicos

presentes na água capazes de causar várias doenças. Posteriormente a cloração, a água é recalçada do reservatório apoiado (RAP) por meio da EEAB 01, através da adutora de água tratada (AAT). A adutora tem extensão total de 18 km e é executada em tubos PVC DEFOFO DN 250.mm de diâmetro, passando por três estações elevatória de água tratada (EEAT) até o reservatório elevado (REL), localizado na sede do município com capacidade de 200m³, de onde é distribuída por gravidade através das redes de distribuição, chegando até o consumidor final. A Figura 5 mostra alguns dos componentes do sistema de captação e distribuição em operação.

Figura 5 - Componentes do sistema de captação e distribuição em operação

EEAT 01



EEAT 02



EEAT 03

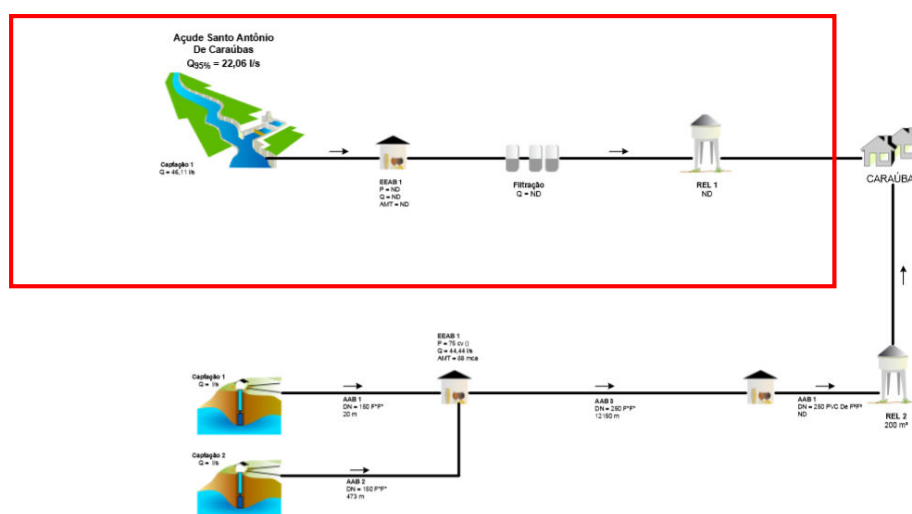


fonte: Própria autora, (2019)

De acordo com a ANA o sistema de abastecimento existente no município de Caraúbas/RN conta com duas captações, sendo uma com manancial abastecedor superficial (Açude Santo Antônio) e outra com manancial abastecedor subterrâneo, composto pela união de dois poços tubulares, duas Estações Elevatórias de Água Bruta

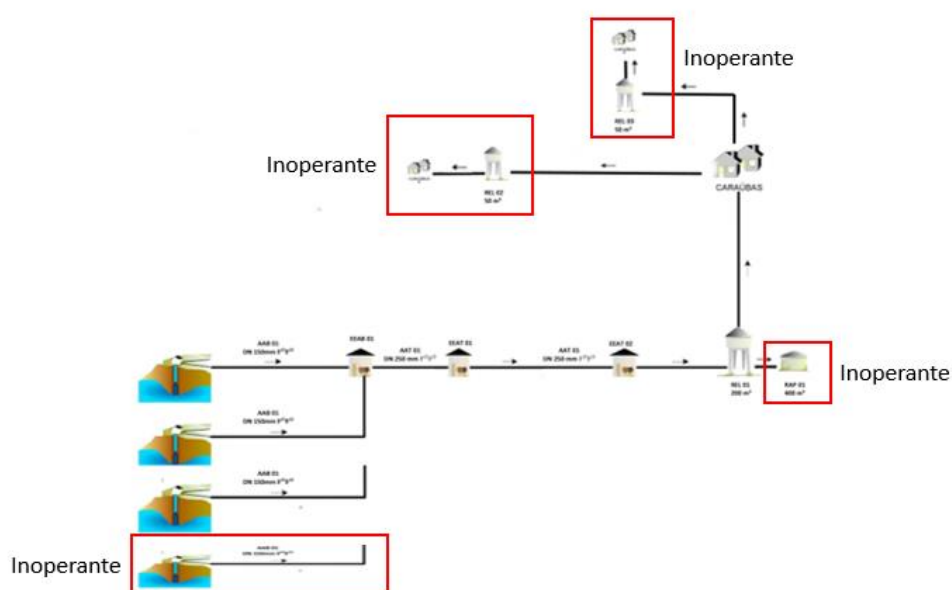
(EEAB), uma Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), uma bateria de três filtros e dois Reservatórios Elevados, como demonstrado na figura 6, porém, de acordo com informações fornecidas pela unidade local da CAERN o croqui disponibilizado pela ANA está desatualizado. A partir das informações obtidas foi elaborado um croqui atualizado do SAA de acordo com as unidades operacionais existentes, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 6 - Componentes do sistema de abastecimento de água existente de acordo com a ANA.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2019

Figura 7 - Componentes do sistema de abastecimento de água existente



Fonte: Própria autora, 2019

5.2. Índices do sistema de abastecimento

Por meio de consulta ao Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), foram coletados dados referentes a Tabela 6.

Tabela 5 - Índices do Sistema de Abastecimento de Água de Caraúbas

Município	Caraúbas
UF	RN
Nome do prestador de serviço	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
Sigla	CAERN
Tipo de serviço	Água
Tarifa média praticada	4,34 R\$/m ³
Índice de atendimento total de água	76,86%
Índice de atendimento urbano de água	100%
Hidrometração	99,37%
Índice de faturamento de água	52,83%
Consumo médio per Capita de água	109,95 L/hab.dia
Índice de perdas de faturamento	47,17%
Índice de perdas na distribuição	56,35%

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS),2019.

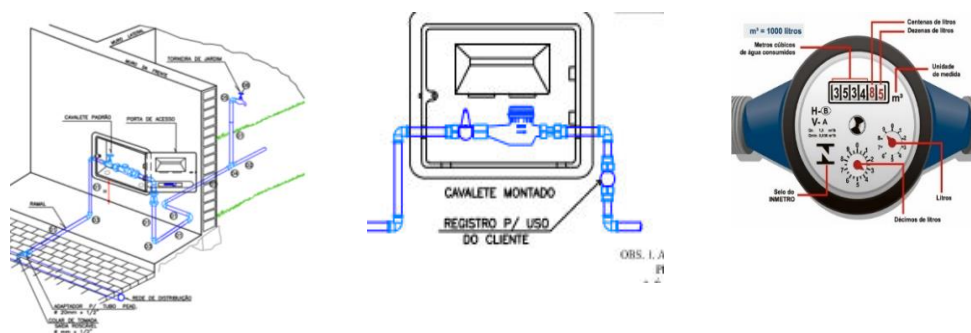
Os dados mostrados na tabela apontam um Índice de atendimento urbano de água de 100% e hidrometração de 99,37% o que indica que toda a população urbana tem acesso ao abastecimento de água e que praticamente todas as ligações são medidas, porém, o Índice de faturamento de água revela de 52,83%, bem como, o Índice de perdas de faturamento revelam que 47,17% correspondem aos volumes de água consumidos, mas não autorizados nem faturados, também denominados perdas comerciais. São perdas que podem ocorrer de fraudes, ligações clandestinas ou mesmo por falhas no cadastro comercial e erros na medição dos hidrômetros. O Índice de perdas na distribuição de 56,35% indica uma elevada perda real, ou seja, perdas que podem ser associadas a ligações clandestinas e vazamentos. Esses índices apontam fragilidade no sistema,

gerando impactos negativos, seja à sociedade, ao meio ambiente e aos investimentos necessários para o melhoramento dos serviços prestados.

5.3. Ligação de água e hidrometração

De acordo com a CAERN o SAA da sede de Caraúbas conta com um total 5.566 ligações de água cadastradas, 976 ligações inativa, totalizando 4590 ligações ativas de água, perfazendo 99,79% das ligações hidrometradas. A medição de ligação de água para unidades usuárias ou economias de condomínio horizontais ou verticais é individualizada, instaladas antes da entrada da água, para quantificar em metros cúbicos (m^3) o volume mensal da água utilizada, visando possibilitar a emissão de faturas individuais para cada unidade, como demonstrado na Figura 8. Os hidrômetros das unidades usuárias são, obrigatoriamente, do tipo Mono-jato ou Multi-jato, com vazão nominal de capacidades sugeridas: $Q_n = 0,75m^3/h$ até $Q_n = 2,5 m^3/h$, aprovado no processo de verificação metrológica.

Figura 8 - Esquema preferencial de locação do ramal e detalhe da caixa de proteção, cavalete e hidrômetro



Fonte: CAERN, 2019

5.4. Estrutura tarifária

A estrutura tarifária de água da CAERN teve valores fixados para água a partir de março de 2018, com base na resolução nº 01/2018-ca do conselho de administração da CAERN, aprovada pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Rio Grande do Norte (ARSEP). A estrutura adota vários tipos de tarifa de consumo, de acordo com o tipo de economia/categoria (Residencial, Comercial, Industrial, Pública e Entidade Filantrópica), o valor da fatura de água é calculado através de uma tabela progressiva e os valores são definidos por faixa de demanda, mostrado na tabela a seguir.

Tabela 6 - Estrutura tarifária/2018

CLASSE DE CONSUMO	COTA BÁSICA (m³)	VALOR DA TARIFA MÍNIMA	FAIXAS DE CONSUMOS EXCEDENTES PARA OS MEDIDOS (m³)					
			11–15m³	16–20m³	21–30m³	31–50m³	51–100m³	> 100m³
	Medido/Ñ Medido	Medido/Ñ Medido	R\$/m³	R\$/m³	R\$/m³	R\$/m³	R\$/m³	R\$/m³
• RESIDENCIAL SOCIAL	10,00	8,07	4,46	5,27	5,94	6,84	8,85	10,06
• RESIDENCIAL POPULAR	10,00	25,40	4,46	5,27	5,94	6,84	8,85	10,06
• RESIDENCIAL	10,00	39,99	4,46	5,27	5,94	6,84	8,85	10,06
• COMERCIAL	10,00	61,53	7,76	8,33	10,06	10,06	10,06	10,06
• INDUSTRIAL	20,00	134,19	-	-	11,06	11,06	11,06	11,06
• PÚBLICA	20,00	128,59	-	-	11,06	11,06	11,06	11,06

Fonte: Adaptado CAERN, 2019

5.5. Projeção geométrica da população urbana de Caraúbas-RN

O método escolhido para realizar este estudo populacional foi o método geométrico. Este foi definido por critério de eliminação, pois é um dos mais viáveis para cidade de pequeno porte, como é o caso da cidade de Caraúbas/RN. Todos os cálculos de projeção populacional para um horizonte de projeto de 20 anos a seguir foram baseados nos censos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Este método baseia-se na suposição de que a população cresce segundo uma progressão geométrica, ou seja, considera o mesmo crescimento para períodos de tempo iguais. A projeção foi realizada de acordo com os dados de população do último censo já conhecido. Tem-se a equação 01 como geral do método geométrico. (TSUTYIA, 2006).

(Equação 01)
$$P = P_2 e^{K_g(t-t_2)}$$

O coeficiente utilizado na equação anterior é encontrado a partir da equação:

(Equação 02)
$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

P = a população final de projeto;

P_2 = a população inicial de referência;

K_g = coeficiente geométrico

t_0 = ano inicial;

t = tempo final

$\ln$ = logaritmo natural

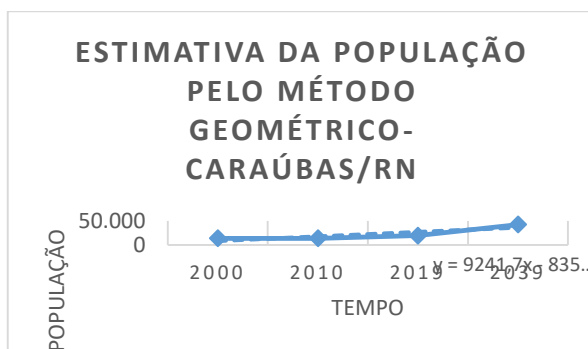
Tabela 7 - Projeção geométrica da população urbana de Caraúbas-RN

POPULAÇÃO URBANA				
ANO	POPULAÇÃO (IBGE)	PROJEÇÃO GEOMÉTRICA		
2000	13514	ANO	Kg	Pu
2010	13704	2019	0,03895	19457,40
VARIÁVEIS t 2039 t0 1991 t1 2000 t2 2010 p0 13338 p1 13514 p2 13704		2020	0,03895	20230,19
		2021	0,03895	21033,68
		2022	0,03895	21869,08
		2023	0,03895	22737,66
		2024	0,03895	23640,74
		2025	0,03895	24579,69
		2026	0,03895	25555,93
		2027	0,03895	26570,94
		2028	0,03895	27626,27
		2029	0,03895	28723,51
		2030	0,03895	29864,33
		2031	0,03895	31050,46
		2032	0,03895	32283,70
		2033	0,03895	33565,92
		2034	0,03895	34899,07
		2035	0,03895	36285,16
		2036	0,03895	37726,31
		2037	0,03895	39224,70
		2038	0,03895	40782,60
		2039	0,03895	42402,37

Fonte: Própria autora, (2019)

A população estimada para 2039 indicada na tabela quase dobrou em relação a estimativa para população em 2019, isso mostra que a projeção geométrica conduz a valores estimados futuros bastante elevados, observado no Gráfico 2, podendo vir a ser ou não alcançados.

Gráfico 2 - Projeção geométrica da população urbana de Caraúbas-RN



Fonte: Própria autora, (2019)

5.6. Quantidade de água distribuída

Ao longo dos anos, o SAA na sede do município de Caraúbas seguiu em operação sem sofrer alterações ou modificações substanciais, apenas algumas pequenas melhorias e ampliações. De acordo com a CAERN, 100% da população urbana do município é beneficiada com o sistema que funciona 24 horas por dia, produzindo cerca de 5.280.000 L/dia. De acordo com o SNIS, o município de Caraúbas apresenta um Consumo médio per Capita de água 109,95 L/hab.dia. A projeção populacional realizada mostra que a população urbana de Caraúbas/RN em 2019 seria de aproximadamente dezenove quatrocentos e cinquenta seta mil habitantes (19.457), logo, de acordo com volume diário produzido daria um consumo de 271,36 L/hab.dia suprimindo os 120m³L/hab.dia necessários para satisfazer a quantidade demandada. Porém o abastecimento é setorizado, realizado através do regime de manobras de rede de até 5 dias, nos bairros Leandro Bezerra, Sebastião Maltês, Aparício Carlos Fernandes, Aeroporto, Haroldo Maia, Alto da Liberdade, Nestor Fernandes e Centro. De acordo com a CAERN, a média de dias de atendimento de determinada área pode variar, caso o abastecimento das áreas altas ocorra antes do previsto, a água segue para a área seguinte, gerando grave problema de intermitência no abastecimento prejudicando a população.

No ano de 2010 deu-se a instalação da UFERSA na cidade de Caraúbas, trazendo aumento significativo da população e crescimento econômico para o município, porém o desenvolvimento do sistema não se deu no mesmo ritmo, causando déficit no abastecimento de água.

5.7. Qualidade da água distribuída

O manancial subterrâneo é uma das reservas mais importantes para o suprimento de água, na maioria das vezes, não necessitando de tratamento completo para seu consumo, devido ao processo de filtragem natural do subsolo, nesse sentido, o sistema não dispõe de estação para tratamento de água (ETA), segundo a CAERN para garantir a qualidade, a água bruta passa por um processo de tratamento simplificado, com adição de cloro gasoso na chegada do tanque de união, na EEAT 01. A unidade da empresa responsável pela produção e distribuição de água para consumo humano nesta cidade é a Regional Oeste, localizada na Rua Alberto Maranhão S/N, Bom Jardim Mossoró RN. O órgão responsável pela Vigilância da Qualidade da Água neste município é a Secretaria Municipal de Saúde, localizada à Rua Praça Cel. Reinaldo Pimenta, 104 Caraúbas/RN.

De acordo com a companhia, em cumprimento ao anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 do Ministério da Saúde, a qualidade da água fornecida é monitorada diariamente desde a sua captação até a entrada na residência do consumidor obedecendo a um plano estabelecido pela Portaria 2.914/2011, através de monitoramento diário nos parâmetros de qualidade da água fornecida, desde as unidades de captação, tratamento até as ligações prediais. Sempre que as amostras coletadas apresentam resultados fora dos limites estabelecidos, ações corretivas são providenciadas e novas amostras são coletadas, analisadas até que a qualidade da água seja restabelecida.

Através dos dados de relatórios anuais disponibilizados pela CAERN, em seu site, referentes à qualidade da água de abastecimento nos anos de 2016 a 2018, mostraram que as quantidades de amostras realizadas atenderam as quantidades mínimas obrigatórias e que a maioria das amostras analisadas estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, estando, assim, em conformidade para os parâmetros analisados, Cloro Residual Livre (mg/L), Turbidez (uT), Cor Aparente (uH) e Coliformes Totais. Vale salientar que os relatórios disponibilizados pela companhia não especificam os locais de coleta, se a amostragem foi coletada na saída do tratamento do SAA ou rede de distribuição. Os relatórios de análises físico-químicas e bacteriológicas de água tratada do SAA disponibilizados pela CAERN apresentaram uma melhoria na qualidade da água, mostrados nas tabelas 9,10,11 e 12.

Tabela 8 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2016

Parâmetro	Cloro Residual Livre (mg/L)			Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Coliformes Totais		
Mês	Mínimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade
Jan	30	58	50	30	58	58	5	58	58	30	58	50
Fev	30	48	40	30	48	48	5	48	48	30	48	41
Mar	30	45	37	30	45	43	5	45	43	30	45	39
Abr	30	60	50	30	60	54	5	60	56	30	60	52
Mai	30	48	40	30	47	46	5	47	47	30	48	40
Jun	30	48	40	30	48	48	5	48	48	30	48	41
Jul	30	47	39	30	47	42	5	47	45	30	47	41
Ago	30	47	40	30	47	47	5	47	47	30	47	40
Set	30	41	39	30	41	39	5	41	40	30	38	36
Out	30	40	36	30	43	39	5	43	40	30	44	42
Nov	30	34	30	30	36	34	5	36	34	30	36	32
Dez	30	40	34	30	42	37	5	42	42	30	42	37
Total 2016	360	556	475	360	562	535	60	562	548	360	561	491
Padrão	[0,2 - 5,0]			[≤ 5]			[≤ 15]			Ausência em 95% das amostras		

Fonte: Adaptado CAERN, 2019

Tabela 9 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2017

Parâmetro	Cloro Residual Livre (mg/L)			Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Coliformes Totais		
Mês	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade
Jan	30	43	37	30	45	43	5	45	43	30	45	39
Fev	30	45	37	30	45	44	5	45	45	30	45	40
Mar	30	20	20	30	23	23	5	23	23	30	23	23
Abr	30	32	30	30	34	32	5	34	34	30	34	32
Mai	30	31	29	30	35	33	5	35	33	30	35	30
Jun	30	55	49	30	56	50	5	56	55	30	56	48
Jul	30	32	30	30	33	29	5	33	29	30	34	30
Ago	30	30	30	30	25	25	5	25	25	30	30	30
Set	30	40	40	30	40	40	5	40	40	30	30	30
Out	30	11	11	30	14	14	5	14	14	30	10	10
Nov	30	34	28	30	30	30	5	30	30	30	40	37
Dez	30	40	34	30	40	40	5	40	40	30	40	40
Total 2017	360	413	375	360	420	403	60	420	411	360	422	389
Padrão	[0,2 - 5,0]			[≤ 5]			[≤ 15]			Ausência em 95% das amostras		

Fonte: Adaptado CAERN, 2019

Tabela 10 - Análise físico-química e bacteriológica de água tratada do SAA em 2018

Parâmetro	Cloro Residual Livre (mg/L)			Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Coliformes Totais		
Mês	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas obrigatórias	Analisadas	Em conformidade
Jan	30	34	30	30	34	33	5	34	32	30	34	34
Fev	30	30	27	30	30	30	5	30	30	30	30	27
Mar	30	40	40	30	40	40	5	40	40	30	40	40
Abr	30	21	21	30	21	21	5	21	21	30	21	21
Mai	30	28	28	30	27	27	5	27	27	30	28	28
Jun	30	40	40	30	40	40	5	40	40	30	40	40
Jul	30	40	40	30	40	40	5	40	37	30	40	40
Ago	30	52	50	30	50	50	5	50	49	30	53	51
Set	30	42	40	30	44	43	5	44	43	30	42	42
Out	30	46	40	30	46	43	5	46	43	30	46	40
Nov	30	58	50	30	58	57	5	58	57	30	58	50
Dez	30	46	40	30	48	47	5	48	48	30	48	40
Total 2018	360	477	446	360	478	471	60	478	467	360	480	453
Padrão	[0,2 - 5,0]			[≤ 5]			[≤ 15]			Ausência em 95% das amostras		

Fonte: Adaptado CAERN, 2019

Tabela 11 - Percentual de análises físico-química de água bruta do SAA nos anos de 2016, 2017 e 2018

Parâmetro	Cloro Residual Livre (mg/L)				Turbidez (uT)				Cor Aparente (uH)				Coliformes Totais			
	Minimas obrigatórias	Analísadas	Em conformidade	percentual em conformidade (%)	Minimas obrigatórias	Analísadas	Em conformidade	percentual em conformidade (%)	Minimas obrigatórias	Analísadas	Em conformidade	percentual em conformidade (%)	Minimas obrigatórias	Analísadas	Em conformidade	percentual em conformidade (%)
2016	360	556	475	85,43	360	562	535	95,20	60	562	548	97,51	360	561	491	87,52
2017	360	413	375	90,80	360	420	403	95,95	60	420	411	97,86	360	422	389	92,18
2018	360	477	446	93,50	360	478	471	98,54	60	478	467	97,70	360	480	453	94,38

Fonte: Adaptado CAERN, 2019

Do tratamento ao consumo, uma série de interferências pode comprometer a qualidade da água tratada, por exemplo: as condições de segurança dos reservatórios de distribuição, a falta de manutenção na rede de distribuição (vazamento, limpeza e descarga periódica), a intermitência do abastecimento gerando subpressões, riscos de contaminação na rede e as condições de armazenamento domiciliar.

5.8. Rede de distribuição

A rede de distribuição de água do município e comunidades da zona rural tem extensão total aproximada de 66.171m em tubos de Ferro Fundido, PVC e Cimento Amianto. Os diâmetros variam de 50 a 200 mm. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o SAA de Caraúbas/RN conta com uma extensão de rede média de 11,91m de rede/ligação e aponta Índice de perdas na distribuição de 56,34%, esse dado mostra ineficiência no sistema de adução e distribuição de água, causada principalmente pela falta de manutenção preventiva na adutora de água tratada e rede de distribuição.

A unidade local da CAERN informou que as tubulações são antigas e sem conservação adequada. A deterioração das redes e ramais ao longo dos anos provoca rompimentos nas tubulações, o que gera vazamentos muitas vezes durante um período bastante prolongado. Além dos danos financeiros e ambientais, a perda de água na distribuição vem gerando sérios problemas para operação do sistema de abastecimento. Quando o problema se torna crítico em um determinado setor, a pressão da água nas redes cai para níveis abaixo do estabelecido pelas normas e legislações, levando à necessidade da realização de manobras de rede, causando insatisfação por parte dos clientes por não receberem água diariamente e nem na pressão adequada para a sua utilização.

Em relação ao tipo de rede, material e dimensões não existem dados disponíveis para consulta. De acordo com informações repassadas pelo encarregado da unidade local da CAERN, a companhia não realiza ações de gestão operacional sistemática nas redes de distribuição de maneira preventiva, trabalhando apenas de forma corretiva, como retiradas de vazamentos nas tubulações.

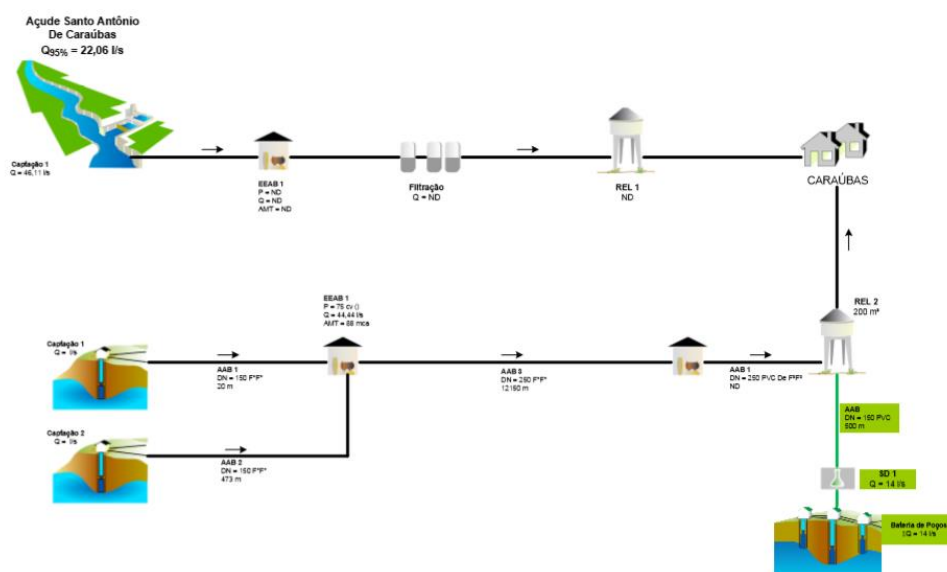
De acordo com o mesmo, as ampliações de rede são feitas através de ramais derivados da rede atual, sem nenhum projeto ou planejamento. Os novos ramais são geralmente nos diâmetros de 25mm e atendem as áreas de expansão imobiliária da cidade. Vale salientar que a cidade de Caraúbas/RN passa por um momento de crescimento imobiliário, motivado pela instalação da UFERSA, que de acordo com a Prefeitura Municipal trouxe um aumento significativo da população urbana do município, no entanto, a mesma não soube informar o percentual acrescido.

5.9. Implementação do SAA

O Atlas do Abastecimento Urbano disponibilizado pela ANA, aponta que o SAA de Caraúbas, no cenário de 2015, apresenta necessidade de ampliação com investimento de 475.000,00 (quatrocentos e setenta e cinco mil reais) conforme mostrado na Figura 9.

As obras de ampliação do sistema de abastecimento de água da cidade de Caraúbas deram início em março de 2015, afim de atender cerca de 20 mil habitantes, com investimento, oriundo da União, através da Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Até os dias atuais foram realizadas a construção de um reservatório apoiado com capacidade de 400m³, ao lado da caixa d'água central, localizada no escritório local da CAERN e dois novos reservatórios elevados com capacidade de 50m³ cada, localizados no Bairro Alto da Liberdade e outro no bairro Leandro Bezerra, de acordo com a Figura 10. Foram implantadas novas adutoras de água tratada, uma delas com 2,8 km de extensão e outra com 1,5 km afim de abastecer os reservatórios, também foi iniciado ampliações na rede de distribuição. As obras permanecem paralisadas e as unidades construídas permanecem inoperantes. (CAERN,2019).

Figura 9 - Componentes do sistema de abastecimento de água proposto pela ANA



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2019

Figura 10 - Componentes do sistema de abastecimento de água construídos e inoperantes



Casa de máquinas



Rap (400m³)



REL (50m³)

Bairro Alto da Liberdade



REL (50m³)

Bairro: Leandro Bezerra

Fonte: Própria autora, (2019)

6. CONCLUSÕES

A Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN) é a responsável pela distribuição da água em quantidade suficiente e qualidade adequada, visando atender as necessidades dos usuários. No entanto, foi verificado que o fornecimento de água na sede do município não ocorre periodicamente, sendo utilizado o abastecimento por setorização. Isso ocorre devido ao envelhecimento e depreciação dos componentes, principalmente na adutora de água tratada situada ao longo de 18km da sede e na rede de distribuição de água, ocasionando vazamentos e rupturas nas tubulações, o que pode causar risco de contaminação da água, além de causar descontinuidade no fornecimento pela interrupção do abastecimento durante a reparação da infraestrutura, levando à redução da água disponível no sistema, o que causa insatisfação dos seus usuários. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), indica um percentual de 56,35% de índice de perdas na distribuição, ou seja, mais da metade da água captada e tratada não chega aos usuários.

De acordo com os relatórios de monitoramento de qualidade de água disponibilizado pela CAERN, nos últimos três anos (2016 a 2018), a empresa não respeitou a quantidade mínima de testes para Cloro Residual Livre (mg/L), Turbidez (uT) e Coliformes durante o mês de outubro de 2017, entretanto todas as análises apresentaram conformidade, ou seja as análises físico-químicas realizadas mostraram que a água de abastecimento de Caraúbas atende as diretrizes da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, assim como a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005.

7. RECOMENDAÇÕES

Ações corretivas podem ser implantadas por parte da concessionária com o propósito de melhorar o sistema, em relação a qualidade e a quantidade, afim de regularizar o serviço de abastecimento de água e atender a população que dispõem do serviço. A CAERN deve investir na implementação do sistema através da perfuração de poços tubulares, limpeza dos poços existentes, manutenção preventiva na adutora de água tratada, ativação dos reservatórios inoperantes, padronização e manutenção preventiva da rede de distribuição, bem como fiscalização de combate à fraude (ligações clandestinas) e aferição de hidrômetros (erros de medição), para que possa ter sempre a garantia de que os moradores irão consumir água em quantidade suficiente e de qualidade, preservando a saúde da população.

Recomenda-se ainda que as obras iniciadas em 2015 para implantação do sistema sejam retomadas e que sejam instaladas as unidades que foram executadas e que seguem inoperantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Água de chuva - **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis** – Requisitos - NBR 15527. Rio de Janeiro; 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Dica de Leitura. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Gestão ambiental**. 4. ed. Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2012. 566 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília, DF, Disponível em; <<https://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso em: 20 junho 2019.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 223 p. (18-104).

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**, 2 ed. rev e atual. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dica de Leitura. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de jun. 2019.

MACHADO, Ubirajara. Recursos hídricos. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/recursos-hidricos>>. Acesso em: 21 julho. 2019.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Abastecimento de Água**. Apostila, Campina Grande, 147p. 2010. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua.html>>. Acesso em 11 de julho de 2019.

MENDES, C. G. N. **Tratamento de águas para consumo humano - Panorama mundial e ações do PROSAB. Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para**

consumo humano. Rio de Janeiro: ABES. 504 p. 2006.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (Ed.). **SANEAMENTO, SAÚDE E AMBIENTE: FUNDAMENTOS PARA UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** 3. ed. Barueri-sp: Manole Ltda, 2005. 842 p. (S 212). **CAPÍTULO 5 - ÁGUAS DE ABASTECIMENTO** (117 - 219).

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. **Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. Saúde e Sociedade,** São Paulo, v.17, n.1, p. 21-32, 2008.

SCURACCHIO, P.A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP.** Araraquara, 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia>>. Acesso em: 24 de jul. 2019.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. **Gestão ambiental.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 310 p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO.** São Paulo: Cortez, 2013. 303 p.

SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Documento técnico de apoio A2** - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, Brasília, 1999.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental** - 13. ed. rev., atual. e ampl. - São Paulo : Saraiva, 2015. 1000 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/coleta-de-dados-snis-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 20 de jun. 2019.

SOUSA, I.A. **Análise da qualidade da água para o abastecimento de municípios do estado de Goiás.** Aparecida de Goiânia, 2013. 46 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Goiás.

SOUZA, J. R de. et al. **Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil.** Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza, v.8, n.1, p.26-45, abr.2014.

TARDELLI Fº, J. **Controle e Redução de Perdas.** In: TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. EPUSP, 1ª Edição, 2004

TRATA BRASIL. Disponível em: <
<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>
 Acesso em: 24 de jul. 2019.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água.** 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos, SP: RiMa, 2003. 248 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.