



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CAMPUS CARAÚBAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CLÉLIO RODRIGO PAIVA RAFAEL

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO
MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN**

CARAÚBAS

2016

CLÉLIO RODRIGO PAIVA RAFAEL

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO
MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

Orientador: Prof. Dr. André Moreira de
Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Daniel Freitas Freire
Martins

CARAÚBAS

2016

© 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.

R Rafael, Clélio Rodrigo Paiva Rafael.
885 q QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE
 ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN / Clélio
 Rodrigo Paiva Rafael Rafael. - 2016.
 80 f. : il.

 Orientador: André Moreira de Oliveira Oliveira.
 Coorientador: Daniel Freitas Freire Martins
 Martins.

 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2016.

 1. Recurso hídrico. 2. potável. 3. contaminação.
 I. Oliveira, André Moreira de Oliveira, orient.
 II. Martins, Daniel Freitas Freire Martins, co-
 orient. III. 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.

CLÉLIO RODRIGO PAIVA RAFAEL

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO
MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

Defendida em: 11 / 11 / 2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. André Moreira de Oliveira - UFERSA
Presidente



Prof. Dr. Daniel Freitas Freire Martins - UFERSA
Membro Examinador



Prof. Ms. Francisco Aécio de Lima Pereira - UFERSA
Membro Examinador

*Dedico esta grande conquista à minha
mãe, Amanda Ferreira Paiva.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me guiar em cada degrau, me proporcionando o dobro de força a cada dificuldade, possibilitando mais essa conquista.

A toda a minha família, mãe, pai, irmãos e avó. Em especial, a minha mãe, que sempre me incentivou a estudar, sendo a principal responsável por tudo que sou, e a minha avó, que sempre esteve ao meu lado em toda esta caminhada.

Ao meu orientador André Moreira e co-orientador Daniel Freitas, pela paciência e conselhos dados na elaboração deste trabalho, possibilitando um maior aprendizado.

A todos os voluntários da cidade de Caraúbas que cederam suas residências para coleta das amostras.

Por fim, mas não menos importante, aos amigos que de forma direta ou indireta me incentivaram e/ou ajudaram ao desenrolar do curso, e/ou elaboração deste trabalho. Especialmente a Amanda, Renatha e Bruno, que estiveram ao meu lado em toda essa caminhada. Aos amigos do boteco da Ana, Costa, Laísy, Priscilla, Fernanda Fernandes, Paula e Mônica, pelas noites de estudo. A Anderson Millano, Anderson Nunes, Fernanda Beatriz, Myrelle, Maria, Kaliane, Jandira, Esthefani, Bia, Jáder, Ritop e Tontop, por me ajudarem na etapa de coleta e/ou análise laboratorial. E a todos os outros amigos que estiveram em momentos de estudo e descontração.

“O coração humano projeta o caminho, mas é o Senhor quem dirige os passos. ”

Provérbios 16:9

“Quem é sábio é forte; a pessoa instruída tem o vigor redobrado. É com estratégias que se repara a guerra; a vitória virá, se for amplo o aconselhamento. ”

Provérbios 24:5; 6.

“Feliz daquele que suporta a aprovação, porque, uma vez provado, receberá a coroa da vida, que o senhor prometeu aos que o amam.”

Tiago 1:12

RESUMO

Se tratando a água de um item básico de sobrevivência, é essencial que todos tenham acesso a água de qualidade – potável –, uma vez que, variações em sua composição, poderão ocasionar em danos à saúde de usuários e consequentemente de todo um município. O trabalho teve como finalidade determinar a qualidade físico-química da água de abastecimento do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, avaliando sua composição com análises laboratoriais e a partir de dados existentes sobre a água do município. Desta forma a metodologia consistiu na avaliação da qualidade da água com base na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e na Resolução do CONAMA nº 357 de 2005. Para tanto, análises físico-químicas foram realizadas para águas coletadas em oito pontos da cidade, e para uma água alternativa vendida na região. As análises foram realizadas conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os parâmetros físico-químicos monitorados foram comparados com os previstos na legislação e com padrões não adotados pela mesma. Dentre os parâmetros, foram avaliados: dureza, pH, sódio, potássio, cloreto, salinidade, condutividade, cálcio e magnésio. Também foi feito um diagnóstico a partir dos resultados de análises realizadas pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN, empresa responsável pelo abastecimento da cidade. Os resultados indicaram que a água de abastecimento público ofertada no ano de 2015 apresentava as melhores condições dos últimos quatro anos, estando assim em conformidade para todos os parâmetros. Os testes de dureza total revelaram a presença de águas duras no município, no entanto são incapazes de causar algum dano à saúde ou prejuízos econômicos. Observou-se que houve uma variação da água coletada na zona rural em relação as águas coletadas na zona urbana, em que essa variação pode ser decorrente da primeira apresentar-se em condições de armazenamento. A partir de todos os resultados notou-se que as águas de abastecimento estão em conformidade e não oferecem efeitos nocivos à saúde. Foi verificado também que a água alternativa vendida no município apresentou características físico-químicas adequadas ao consumo, com parâmetros ligeiramente superiores a água ofertada pela rede de abastecimento público.

Palavras-chave: Recurso hídrico. Potável. Contaminação.

ABSTRACT

If treating the water of a basic item of survival, it is essential that everyone has access to quality drinking water, since variations in its composition, may result in damage to the health of users and consequently of the whole municipality. The study was intended to determine the physico-chemical quality of the water supply of the city of Caraúbas, Rio Grande do Norte, evaluating its composition with laboratory tests and from existing data on water. The methodology consisted in the evaluation of water quality based on Ordinance No. 2914/2011 the Ministry of health and in the Resolution CONAMA nº 357 of 2005. For both, physical and chemical analyses were carried out for water collected at eight points in the city, and to an alternative water sold in the region. The analyses were carried out according to the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The physical and chemical parameters monitored were compared with those laid down in the legislation and standards adopted by the same. Among the parameters were evaluated: hardness, pH, sodium, potassium, chloride, salinity, conductivity, calcium and magnesium. He was also made a diagnosis from the results of analyses carried out by the water and sewerage company of Rio Grande do Norte-CAERN, the company responsible for supplying the city. The results indicated that the public water supply offered in the year 2015 presented the best conditions of the last four years, and in accordance to all parameters. Total hardness tests revealed the presence of hard water in the municipality, however are unable to cause any harm to health or economic losses. It was observed that there was a variation of the water collected in the countryside against the waters collected in the urban area, in that this variation may be due the first get introduced in storage conditions. From all the results showed that the water supply are in accordance and offer no harmful effects to health. It was verified that the alternative water sold in the municipality presented physicochemical characteristics suitable for consumption, with slightly higher water parameters offered by the public supply network

Keywords: Water resource. Drinking. Contamination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico.	21
Figura 2 - Polígono da seca	23
Figura 3 - Esquema de um sistema de abastecimento de água.	26
Figura 4 - Caraúbas no mapa do RN.	45
Figura 5 - Distribuição dos pontos no mapa de Caraúbas.	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fontes de água de Caraúbas/RN.	25
Gráfico 2 - Percentual do uso da água.	27
Gráfico 3 - Poços ativos/inativos.	28
Gráfico 4 - Percentual de águas: salobra, doce, salina.	33
Gráfico 5 - Dados referente a condutividade.	57
Gráfico 6 - Teores dos sais Ca/Mg.	59
Gráfico 7 - Salinidade das águas em permilagem (‰).....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média da população atendida pela rede de abastecimento urbano de água no município de Caraúbas/RN e no Brasil nos anos de 2009 -2013.	29
Tabela 2 - Intervalos para classificação da água.	33
Tabela 3 - Parâmetros monitorados e descrição, da qualidade da água estabelecidos pela CAERN.....	35
Tabela 4 - Classes para os tipos de água conforme o CONAMA.	36
Tabela 5 - Parâmetros e especificações mínimas para água potável segundo portaria 2.914/11 do MS.	37
Tabela 6 - Padrões organolépticos de potabilidade.	38
Tabela 7 - Bairros e conjuntos do município de Caraúbas/RN.	46
Tabela 8 - Materiais e Equipamentos.	46
Tabela 9 - Soluções e Reagentes.	47
Tabela 10 - Descrição dos pontos selecionados para coleta.....	49
Tabela 11 - Classificação da dureza das águas.....	58
Tabela 12 - Tabela de média e desvio padrão dos resultados referentes as análises laboratoriais.	71
Tabela 13 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2012.	73
Tabela 14 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2013.	75
Tabela 15 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2014.	77
Tabela 16 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2015.	79

LISTA DE ABREVIATURAS

ADASA	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal
APHA	<i>American Public Health Association</i>
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
ABRAN	Associação Brasileira de Nutrologia
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
Dr	Doutor
ETA	Estações de Tratamento
ISSO	<i>International Standartization Organization</i>
MCID	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial da Saúde
RN	Rio Grande do Norte
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TPM	Tensão pré-menstrual.
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WEF	<i>Water Environment Federation</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 Recursos hídricos	20
3.2 Recursos hídricos (Caraúbas).....	24
3.2.1 Águas superficiais	24
3.2.2 Águas subterrâneas.....	24
3.3 Rede de abastecimento	25
3.3.1 Rede de abastecimento de água (Caraúbas)	27
3.4 Qualidade da água	30
3.4.1 Ações antrópicas, mecanismos naturais e suas influências nos recursos hídricos ...	31
3.4.2 Qualidade da água (Caraúbas).....	32
3.4.3 Legislação e características para água potável	35
3.4.4 Parâmetros físico-químicos das águas.....	38
4 METODOLOGIA.....	45
4.1 Caracterização do município	45
4.2 Materiais, equipamentos, soluções e reagentes	46
4.3 Métodos.....	47
4.3.1 Análise de dados.....	47

4.3.2 Obtenção de dados indicados por análises laboratoriais	48
4.3.3 Análises laboratoriais	50
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1 Avaliação da água ofertada pela CAERN nos anos de 2012 a 2015.....	54
5.2 Avaliação dos testes laboratoriais (Físico-Químicos)	55
6 CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE	

1 INTRODUÇÃO

A humanidade passou por duas grandes revoluções: Agrícola e Industrial. A água esteve presente nas duas. Primeiramente, o homem aprendeu a fazer a água trabalhar para ele no momento em que descobriu como controlar os rios, cuja exploração deu ensejo à agricultura que, por sua vez, deu início à civilização (urbanização) humana (TAKEDA, 2009).

O uso crescente deste líquido precioso se deu de acordo com o crescimento populacional e com as necessidades e desejos do homem. “Destaca-se a importância da água nas duas grandes revoluções mundiais, quais sejam agricultura e indústria. Sem o elemento fundamental da natureza nada existiria e não haveria nenhum tipo de história para ser contada (TAKEDA, 2009).”

Atualmente, o uso exacerbado em conjunto ao descaso do homem com a preservação dos reservatórios de água (naturais), traz à tona a ideia da existência de uma crise no abastecimento de água. No entanto, isso não quer dizer que o líquido esteja acabando, mas que a parcela disponível ou utilizável esteja diminuindo. “A quantidade de água doce produzida pelo seu ciclo natural é hoje basicamente a mesma que em 1950 e que deverá permanecer inalterada até 2050. Essencial para a vida, a água doce tornou-se um problema em todos os continentes (DECICINO, 2007).”

Preocupar-se com a escassez de água em um planeta que tem 75% de sua superfície coberta por água, parece absurdo. No entanto, a maior parte desse volume encontra-se nos mares e oceanos - água salgada, imprópria para o consumo humano e para a produção de alimentos (DECICINO, 2007).

De acordo com Medeiros (2010), aproximadamente 3% da água disponível em nosso planeta é doce, e parte desse pequeno percentual se encontra inacessível sob forma de neve, gelo ou águas subterrâneas, que se encontram em condições inadequadas ao consumo ou em profundezas que inviabilizam sua exploração.

A utilização da água pela sociedade humana visa atender suas necessidades pessoais, atividades econômicas (agrícolas e industriais) e sociais. No entanto, essa diversificação no uso da água, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e, por consequência, seus usos para os diversos fins. A qualidade da água é aspecto indispensável quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as

quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA, 2013).

Á água por se tratar de um ótimo solvente, pode se tornar uma forte arma de doenças de vinculação hídrica, o que torna o estudo das propriedades da água um fator primordial. A importância se dá devido a capacidade da água em dissolver diversas substâncias, podendo acarretar na perda de qualidade. Exemplos naturais acontecem quando águas derivadas da chuva tem sua composição alterada ao entrar em contato com o ar, ou quando reservas subterrâneas sofrem alterações causadas pelas condições naturais do solo.

Além das causas naturais, a água tem sua qualidade comprometida devido a presença do homem. Estas alterações podem resultar em sérios danos à saúde dos usuários. Segundo a ONU (2012) (Organização das Nações Unidas), 80% da população mundial vive em áreas onde a segurança da água é ameaçada.

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.

Medeiros (2010), também enfatiza que quando a necessidade por água potável aumenta, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento. Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais indicada, por ser mais eficiente no controle dos mananciais, e da qualidade da água distribuída à população. O fornecimento de água para ser satisfatório deve ter como princípios a seguinte dualidade: quantidade e qualidade. Em quantidade de modo que atenda todas as necessidades de consumo e em qualidade adequada as finalidades as quais se destina.

Em todas as cidades a saúde da população é um fator primordial. Então é essencial que sejam ofertados serviços de qualidade aos moradores. Partindo do pressuposto que a água destinada ao abastecimento da população de Caraúbas-RN (Rio Grande do Norte) cumpre todos os requisitos exigidos pela legislação, se espera que as tubulações que levam a água até os moradores mantenham a qualidade da água, pois, possíveis alterações na sua qualidade podem acarretar no surgimento de doenças.

Não é toda a população que tem condições financeiras para consumir a água de alta qualidade oferecida por empresas distribuidoras de água mineral, e utilizam água distribuída pela CAERN (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte), empresa responsável

pelo abastecimento de água no estado, e/ou águas de poços privados oferecidas a um menor custo.

Existem padrões para água destinada ao abastecimento humano. 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). Em caso de valores diferentes destes padrões em águas de abastecimento humano, pode ocorrer o surgimento de doenças, às quais são denominadas de doenças de vinculação hídrica.

Os danos causados por águas contaminadas a saúde dos moradores afetam desde os mais dependentes desta água, seja para afazeres domésticos ou para saciar as necessidades físicas do corpo, até aqueles que possuem poder aquisitivo para utilizar outra água, pois o adoecimento de alguns acarreta em gastos para cidade.

Portanto, considerando que a água é um recurso indispensável a vida, que toda a população tem direito a água potável em quantidade e qualidade, e levando em conta que a água tratada gera uma significativa melhoria na qualidade de vida da população, minimizando índices de doenças de vinculação hídrica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade físico-química da água de abastecimento do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, e verificar sua adequação às normas e resoluções vigentes.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar na água de abastecimento o pH, condutividade, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio e potássio;
- Verificar a influência da variabilidade espacial nos resultados obtidos;
- Verificar se todos os resultados estão de acordo a resolução CONAMA nº 357 de 2005 e com a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde;
- Avaliar a água de abastecimento público de acordo com análises realizadas pela CAERN.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Recursos hídricos

Apesar do nosso planeta ser conhecido como planeta água, este recurso vem se tornando cada vez mais escasso. A maior parte das águas em nosso planeta é de origem oceânica, cuja utilidade, a princípio, não é adequada às necessidades supridas pela água doce.

Da totalidade de água existente no planeta, 97,5% é salgada e apenas 2,5% é doce. Grande parte da água doce encontra-se em geleiras ou em regiões subterrâneas. Somente 0,4% de água doce é encontrada em rios, lagos e na atmosfera, onde é de fácil acesso ao consumo humano (GURGEL, 2014).

Logo, dentre as águas doces, “o homem possui dois tipos de fontes para seu abastecimento que são as águas superficiais (rios, lagos, canais, etc.) e subterrâneas (lençóis subterrâneos)” (MEDEIROS, 2010).

As águas de superfície são as de mais fácil captação e por isso havendo, pois, uma tendência a que sejam mais utilizadas no consumo humano. No entanto temos que menos de 5% da água doce existente no globo terrestre encontram-se disponíveis superficialmente, ficando o restante armazenado em reservas subterrâneas. (MEDEIROS, 2010).

De acordo com Struckmeier (2007), é fundamental o aproveitamento da água subterrânea, sendo esta a maior e mais segura de todas as fontes de água potável existentes na terra, e, a única fonte capaz de suprir o abastecimento humano, a indústria e a agricultura.

Apesar da abundância dos reservatórios de água, e de se tratarem de ciclos sustentáveis, constituem um recurso natural finito. “Se, por um lado, seu ciclo natural se responsabiliza pela sua manutenção tornando-a um recurso renovável, por outro, suas reservas são limitadas”. (DECICINO, 2007).

A denominação de recurso renovável está diretamente ligada ao seu ciclo natural, que faz com que porções retornem a fase inicial do sistema e se originem novamente. Este ciclo nada mais é do que o movimento das águas em seus diferentes estados físicos (líquido, sólido, gasoso).

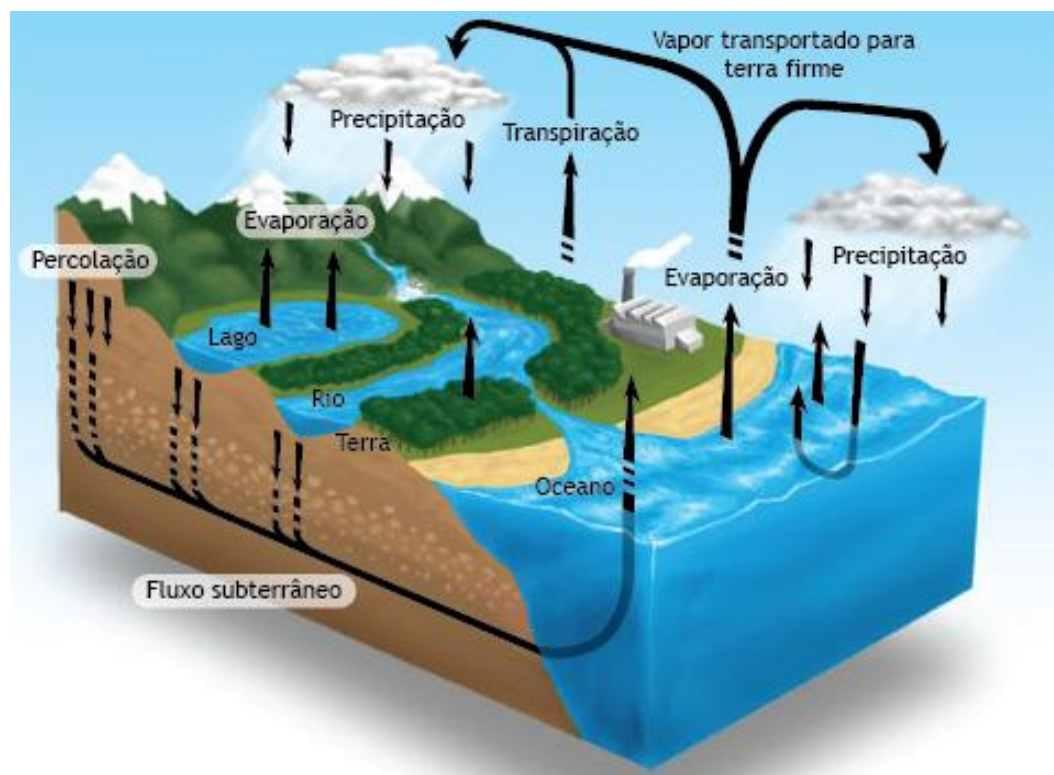
De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o ciclo hidrológico (Figura 1), ou ciclo da água, é o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse movimento é alimentado pela força da gravidade e pela energia do Sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos

continentes. Na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve.

Nos continentes, a água precipitada pode seguir os diferentes caminhos:

- Infiltra e percola (passagem lenta de um líquido através de um meio) no solo ou nas rochas, podendo formar aquíferos, ressurgir na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentar rios e lagos.
- Flui lentamente entre as partículas e espaços vazios dos solos e das rochas, podendo ficar armazenada por um período muito variável, formando os aquíferos.
- Escoa sobre a superfície, nos casos em que a precipitação é maior do que a capacidade de absorção do solo.
- Evapora retornando à atmosfera. Em adição a essa evaporação da água dos solos, rios e lagos, uma parte da água é absorvida pelas plantas. Essas, por sua vez, liberam a água para a atmosfera através da transpiração. A esse conjunto, evaporação mais transpiração, dá-se o nome de evapotranspiração.
- Congela formando as camadas de gelo nos cumes de montanha e geleiras.

Figura 1 - Ciclo hidrológico.



Fonte: FERREIRA (2012).

Conforme o MMA, apesar das denominações, água superficial, subterrânea e atmosférica, é importante salientar que, na realidade, a água é uma só e está sempre mudando de condição. A água que precipita na forma de chuva, neve ou granizo, já esteve no subsolo, em icebergs e passou pelos rios e oceanos. A água está sempre em movimento; é graças a isto que ocorrem: a chuva, a neve, os rios, lagos, oceanos as nuvens e as águas subterrâneas.

Barros (2007), e Decicino (2007) abordam sobre as limitações da água doce disponível ao uso, com as seguintes considerações:

Embora pareça ilimitada, na realidade apresenta um obstáculo, pois à medida que há crescimento econômico e populacional, menos se respeita o ciclo natural da água e, em consequência, essa vai se degradando e se tornando imprópria para consumo. Isso mostra que o crescimento populacional e a dinâmica da produção e da distribuição aceleram a degradação ambiental. E esses, no caso da água, se traduzem em mau uso (desuso), cujos custos terminam por serem internalizados pelo recurso hídrico e se refletem na escassez e na poluição, entre outros (BARROS, 2007).

Embora seja uma substância abundante em nosso planeta, especialistas alertam para um possível colapso das reservas de água doce, que vêm se tornando uma raridade em vários países. A quantidade de água no mundo permanece constante, ao passo que a procura aumenta a cada dia e, somada a essa, procura tem-se atitudes e comportamentos que vão do desperdício à poluição, resultando numa relação desigual entre natureza e seres humanos - enquanto as reservas de água estão diminuindo, a demanda cresce de forma dramática e em um ritmo insustentável (DECICINO, 2007).

Ainda assim, a resposta para o déficit da água não está somente nos fatores abordados, mas, estes com o agravante do mal gerenciamento de captação e distribuição da água.

O Brasil, apesar de ser o país com maior quantidade de água doce, existem locais onde a falta de água acessível à população gera fortes transtornos. Daí a importância que o país está tendo para evitar o desperdício e combater a escassez. Machado (2010), no site Portal Brasil, enfatiza isto com seguinte trecho:

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, há 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).

Medidas a fim de minimizar ou erradicar problemas causados pela falta d'água ainda acabam sendo ineficazes, ocasionando em regiões do país com maior índice de seca, nos quais necessitam de atitudes mais expressivas.

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 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. A região citada está ilustrada na Figura 2.

Figura 2 - Polígono da seca



Fonte: IBGE (2010).

A chuva representa a única fonte de realimentação da umidade do solo, do fluxo dos rios e dos aquíferos da região Nordeste. Em termos práticos, a umidade do solo constitui uma reserva localizada de água, à medida que é consumida onde ocorre a chuva que lhe dá origem. Seu maior ou menor aproveitamento socioeconômico depende das características edáficas do contexto em apreço, do regime de ocorrência das chuvas e fisiologia da vegetação natural ou cultivada (REBOUÇAS, 1997).

Contudo, havendo uma única fonte de alimentação significativa, o volume anual necessário poderia ser alcançado por meio de ações bem estruturadas como: poços projetados construídos e operados de forma eficaz, e com políticas de conscientização geradoras de iniciativas que potencializem hábitos coletivos de captação e uso eficiente da água disponível.

3.2 Recursos hídricos (Caraúbas)

3.2.1 Águas superficiais

O município de Caraúbas encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, sendo banhado pela sub-bacia do Rio Umari, que o atravessa na porção W, no sentido S-N. O município é banhado apenas por cursos d' água secundários, sendo os principais: a N, os riachos do Livramento, do Meio, Preto e Monte Alegre; a S, os riachos Santa Maria, Jatobá, dos Bois Piraquira, Fechado, Corrente, Apodizinho, Pedro Mendes, São José e Salgado; a E, riacho da Cachoeirinha, Baixa Grande e Grande; a W, da Pedra d'Água, do Porto, Sabe-Muito, de Caraúbas, do Meio, Cumbe e Bom Jardim. Os principais corpos d' água do município são: as lagoas dos Grossos, do Pereira, Piraquira, da Forquilha, do Junco, da Arara, da Borracha e Paco, além dos açudes Apanha Peixe ($10.000.000\text{m}^3$ /público), Santo Antônio de Caraúbas (público), Do Governo ou Vila de Caraúbas ($11.110.000\text{m}^3$ /público), Sabóia (676.000m^3 /Público), Comunitário ($1.450.000\text{m}^3$ /comunitário), Jordão (100.000m^3 /comunitário) e Baixa dos Defuntos ($1.000.000\text{m}^3$ /comunitário). O padrão de drenagem é o dendrítico e todos os cursos d'água têm regime intermitente (BELTRÃO et al, 2005).

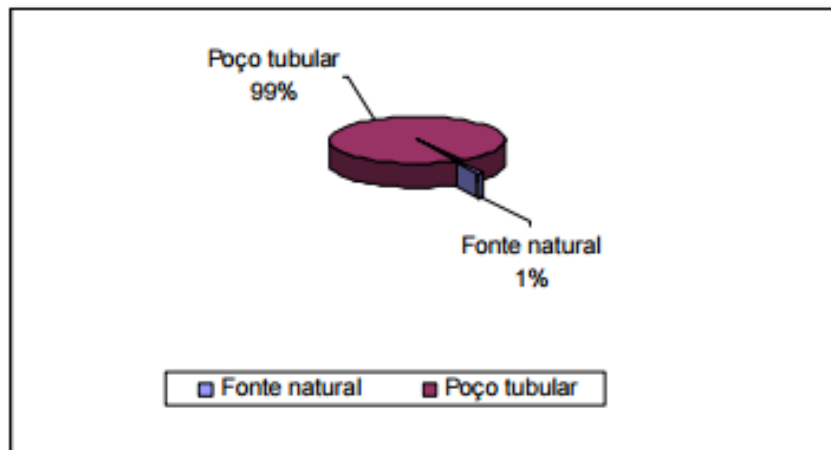
3.2.2 Águas subterrâneas

O município de Caraúbas está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial, Domínio Hidrogeológico Karstico-fissural e no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio

Intersticial é composto de rochas sedimentares dos Depósitos Aluvionares e dos Depósitos Colúvio-eluviais. O Domínio Karstico-fissural é constituído dos calcários da Formação Jandaira. O Domínio Fissural é composto de rochas do embasamento cristalino que englobam o sub-domínio rochas metamórficas constituído do Complexo Caicó e da Formação Jucurutu e o sub-domínio rochas ígneas da Suíte intrusiva Umarizal, Granitóides, Suíte calcialcalina Itaporanga e da Suíte Poço da Cruz (BELTRÃO et al., 2005).

Conforme levantamento realizado por Beltrão et al. (2005), em relação as águas subterrâneas presente no município, existe a presença de noventa pontos d'água, sendo uma fonte de origem natural e oitenta e nove poços tubulares. O gráfico 1 a seguir mostra as fontes de água de acordo com os tipos de pontos d' água cadastrados no município.

Gráfico 1 - Fontes de água de Caraúbas/RN.



Fonte: BELTRÃO et al. (2005).

3.3 Rede de abastecimento

Sistema de abastecimento d'água é um serviço público constituído de um conjunto de sistemas hidráulicos e instalações responsável pelo suprimento de água para atendimento das necessidades da população de uma comunidade. Ruínas arqueológicas mesopotâmicas demonstram que por volta de 2500 a. C. já se construíam aquedutos e canalizações para a condução da água dos rios e lagos até as cidades. Mais tarde, o sistema foi aperfeiçoado pelos romanos e gregos, tanto no que diz respeito às técnicas de abastecimento quanto à irrigação das áreas cultivadas (MEDEIROS, 2010).

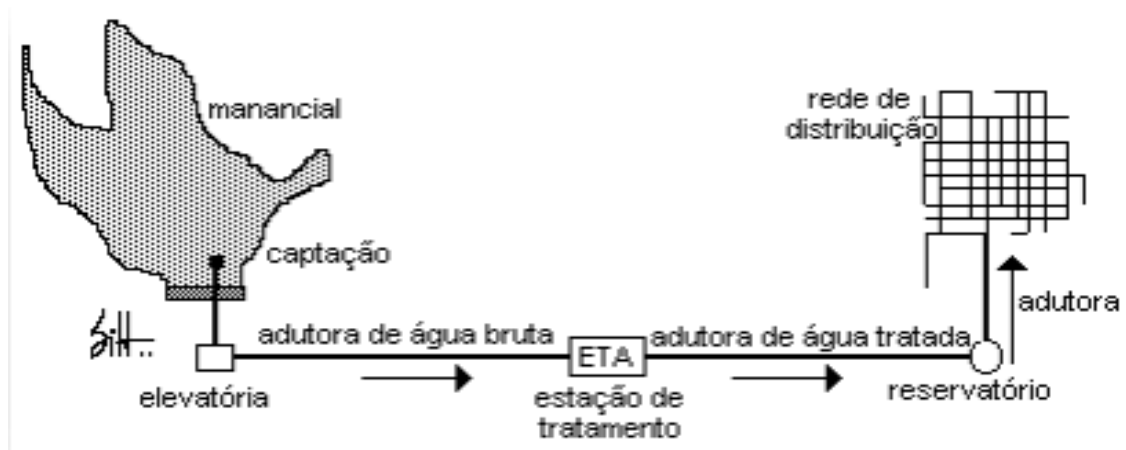
O crescimento populacional e as necessidades do homem fizeram com que os sistemas de abastecimento de água se tornassem cada vez mais modernos, capazes de uma maior distribuição e de garantir a qualidade da água.

De acordo com a ADASA (2016), Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal, atualmente, um sistema de abastecimento de água é dividido em cinco etapas, sendo essas:

- **Captação:** a água bruta é captada em mananciais superficiais (barragens, lagos, etc) ou subterrâneos (poços);
- **Adução:** a água captada nos mananciais é bombeada até as ETAs (Estações de Tratamento de Água) para que possa ter tratamento adequado;
- **Tratamento:** através de uma série de processos químicos e físicos, a água bruta é tornada potável para que possa ser distribuída à população;
- **Reservação:** depois de tratada, a água é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora;
- **Distribuição:** a parte final do sistema, onde a água é efetivamente entregue ao consumidor, pronta para ser consumida.

Estas etapas descritas anteriormente estão ilustradas na Figura 3.

Figura 3 - Esquema de um sistema de abastecimento de água.



Fonte: ADASA (2016).

Populações que residem em lugares onde não existem sistemas de abastecimento de água, estão constantemente em risco de contraírem doenças de vinculação hídrica. Geralmente, estas percorrem muitos quilômetros até rios ou riachos em busca de água, águas essas, que tem grandes chances de estarem contaminadas, sendo desta forma, capazes de transmitir enfermidades.

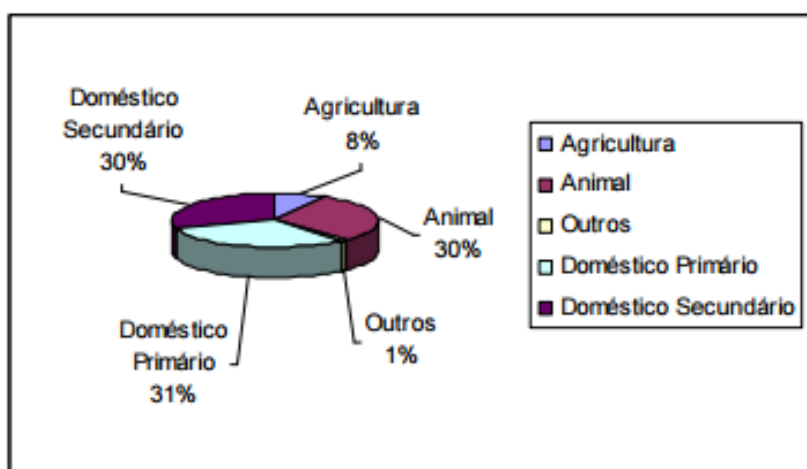
Então, podemos afirmar a importância de um sistema de abastecimento de água para a saúde de uma população. A segurança da água também está ligada a economia de uma sociedade, pois, garantir a segurança da água significa melhoria da saúde da população, diminuindo gastos referentes a tratamentos de doenças, além do mais, a redução de pessoas adoentadas significa mais pessoas aptas a trabalhar.

Segundo Medeiros (2010), o consumo de água saudável implica em menores possibilidades de pessoas doentes na comunidade, ou mesmo períodos mais curtos para recuperação de pessoas enfermas. Consequentemente, ter-se-á: uma maior vida média por pessoa; menor índice de mortalidade (principalmente mortalidade infantil); maior produtividade (as pessoas terão mais disposição para trabalhar); mais horas de trabalho (menos horas de internações ou de repousos domésticos devido a enfermidades infecciosas e/ou contagiosas).

3.3.1 Rede de abastecimento de água (Caraúbas)

Beltrão et al (2005), relata que o abastecimento de água de origem subterrânea, conta com poços privados e públicos, nos quais 31% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber), 30% são utilizados para o consumo doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral), 08% para uso na agricultura, 30% para dessedentação animal e 1% para outros usos, conforme indicado no Gráfico 2.

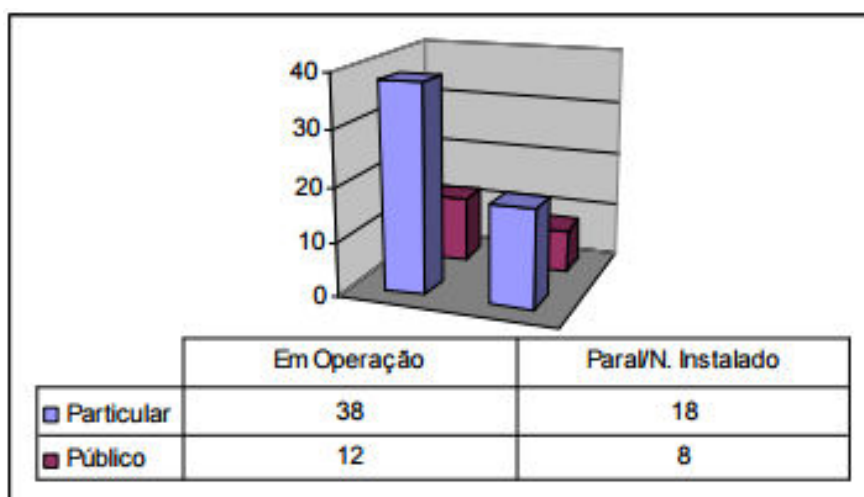
Gráfico 2 - Percentual do uso da água.



Fonte: BELTRÃO et al (2005).

Alguns dos poços encontravam-se paralisados ou não instalados. "Verificou-se a existência de 18 poços particulares e 08 públicos não instalados ou paralisados e, portanto, passíveis de entrar em funcionamento, podendo vir a somar suas descargas àquelas dos 50 poços que estão em operação" (BELTRÃO et al, 2005). O gráfico 3 mostra a relação entre poços em uso e desativados.

Gráfico 3 - Poços ativos/inativos.



Fonte: BELTRÃO et al (2005).

No ano de 2010 deu-se início a ascensão da construção civil no município, devido a chegada de uma Universidade Federal - UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido). Porém, o desenvolvimento da cidade não se deu no mesmo ritmo para todas as áreas. Faltou redes alimentícias para atender com satisfação os usuários trazidos pela UFERSA, além disto, o acréscimo na demanda para praticamente todos os setores causou déficit no abastecimento de água e no atendimento do serviço público de saúde.

Por consequência, a população dependente da água de abastecimento público passou a reivindicar e cobrar por um serviço suficiente para suprir as necessidades de todos. Dados mostram um aumento significativo no abastecimento de água já a partir do ano de 2010.

Um levantamento feito a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID) mostra o crescimento percentual da população atendida com serviços de abastecimento de água em Caraúbas, ultrapassando a média nacional no ano de 2012 e chegando bastante próximo no ano de 2013. Os valores estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Média da população atendida pela rede de abastecimento urbano de água no município de Caraúbas/RN e no Brasil nos anos de 2009 -2013.

ANO	Percentual de população atendida	
	Caraúbas	Média Nacional
2013	79,04%	79,54%
2012	80,00%	75,80%
2011	70,55%	78,63%
2010	70,00%	78,08%
2009	64,72%	77,85%

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2014).

O problema que pareceu estar quase solucionado ou remediado com o crescimento percentual da população atendida, segundo populares voltou à tona no ano de 2014.

Comumente comentam e dizem que água nós temos, o que nos falta é uma melhor distribuição e condição de obtenção do líquido precioso (ADRIANO, 2014). Ainda segundo Adriano (2014), as famílias passaram a sofrer com até quinze dias com a ausência de água, utilizando meios como a rádio local para protestar por um serviço de abastecimento de qualidade. Ele ainda afirma que o problema ainda se estendeu com gravidade até o final do ano de 2015.

Diante disto, a CAERN (2015), em seu site, informou sobre serviços de ampliação no sistema de destruição, com prazo para finalização até setembro de 2016. A empresa também informa a construção de novos reservatórios com a seguinte publicação:

Os serviços começaram este mês com a construção de um novo reservatório elevado capaz de armazenar 50 mil litros de água na zona sul da cidade, bairro São Severino. Na Zona Leste será construído também um reservatório com a mesma capacidade (...). Outro reservatório maior terá capacidade para 400 mil litros de água e será construído na área onde funciona o escritório da CAERN; o terceiro, com capacidade para armazenar 200 mil litros de água, será construído na Zona Sul da cidade (CAERN, 2015).

Além do sistema de distribuição sob responsabilidade da CAERN, a cidade ainda conta com o abastecimento privado, de carros pipa, carroças d'água e garrações de água semi-mineral ou filtrada, onde acabam servindo como uma fonte alternativa para a população.

Apesar do indicado na falta de água ser a utilização da água mineral para beber e cozinhar, não é todos os cidadãos que tem condições financeiras para utilizar desta, fazendo com que optem por uma similar. Isso acontece não só em Caraúbas, mas em todos os municípios, desde interiores a capitais.

Assim, o site Diário do Nordeste (2007), aborda que empresas enfrentam a concorrência com produtos semelhantes clandestinos, enquanto a população corre o risco de ingerir água de baixa qualidade.

3.4 Qualidade da água

A água é essencial para manutenção e existência da vida. Dessa forma, o acesso à água deve ser tomado como uma prioridade e adotado como item básico de sobrevivência. Entretanto, não é toda água que deve ser oferecida. A água que todos devem ter acesso é a chamada água potável – que não tem cheiro, não tem cor, e não tem gosto –, é incapaz de transmitir doenças ou causar danos a usuários.

Pode parecer irônico, no entanto, vivermos cercados por água, e sofreremos com a ausência dela. As agressões causadas pelo homem nos colocam em uma situação inimaginável para um planeta em que sua maior composição é água.

Os danos causados em prol de benefícios socioeconômicos se tornam cada vez mais presentes e conjunto a insuficiência de ações conscientizadoras, nos levam cada vez mais para o quadro de escassez de água potável.

Para o Diário Catarinense (2013), a contaminação de uma das reservas poderá ocasionar na contaminação da outra, por exemplo: os rios e os aquíferos se relacionam diretamente. Em períodos de estiagem, o rio continua correndo devido à água subterrânea cedida por meio das rochas. Se um dos dois apresentar altos níveis de poluição, pode comprometer a cadeia.

Muitas pessoas pensam que águas que não tem cor ou odor são próprias para o consumo, no entanto, para denominar uma água como potável é fundamental que seja feito os testes de potabilidade.

As propriedades da água são de extrema importância, e estão sujeitas a alterações. Estas alterações se dão de diversas formas, modificando características de acordo com parâmetros físicos, químicos ou biológicos. Tais alterações podem comprometer a qualidade

da água ao ponto de torná-la inutilizável às necessidades humanas. O uso indevido desta água pode gerar doenças consideradas graves, sendo o motivo de elevados índices de mortalidade.

Segundo a ONU (2012), cerca de 1,5 milhões de crianças morrem por ano no mundo devido a doenças diarreicas, sendo em sua maioria evitáveis por meio de saneamento, tratamentos e não contaminação das reservas naturais de água.

A água de qualidade ocasiona em melhoria de vida para sociedade. Para essa obtenção, empresas de abastecimento adotam critérios de qualidade, além de adotar os padrões mínimos de potabilidade dispostos na legislação, cujo objetivo é estabelecer limites para possíveis alterações na composição da água, evitando a geração de problemas de saúde.

Uma água de qualidade duvidosa pode ser responsável por causar, muitas vezes, problemas de infecções gastrointestinais. A necessidade de qualidade da água é o propósito primário para a proteção da saúde do homem e das populações (AMORIM et al, 2009).

Há vários tipos de doenças que podem ser causadas pela água. São assim denominadas quando causadas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente por meio da água. Em locais com saneamento básico deficiente (falta de água tratada e/ou de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a deposição dos dejetos humanos), as doenças podem ocorrer devido à contaminação da água por esses dejetos ou pelo contato com esgoto despejado nas ruas ou nos córregos e rios (DDTHA et al, 2009).

Em relação ao contato com água contamina, destacam-se como principais doenças, algumas verminoses transmitidas pela pele (água ou solo contaminados), a esquistossomose (água contaminada e presença de determinadas espécies de caramujo no seu ciclo de transmissão) e a leptospirose (águas, principalmente de enchentes, solo úmido ou vegetação, contaminados pela urina de rato) (DDTHA et al, 2009).

3.4.1 Ações antrópicas, mecanismos naturais e suas influências nos recursos hídricos

Hoje, uma das principais atividades econômicas nacionais é o agronegócio. Grandes produções de monoculturas de exploração, como a de grãos, são motivadas em vista do retorno de capital. O uso de defensivos agrícolas – agrotóxicos – são muitas vezes, usados deliberadamente sem qualquer preocupação ao meio ambiente. Esse cenário nos mostra o porquê da falta da água potável, está que poderia ser mais abundante caso não fosse contaminada por ações deste tipo.

Estes aditivos usados de maneira inconsequente têm grandes poderes de contaminação de águas subterrâneas e consequentemente atingem o homem, os ecossistemas e

os animais. “Alguns tipos de agrotóxicos, ao permanecerem no ambiente ou atingirem o meio aquático, oferecem riscos para espécies animais por sua toxicidade e possibilidade de bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (MILHOME et al, 2009). ”

Em áreas sem rede de esgoto, ocorrem contaminações por efluentes domésticos, nos quais existem elevadas concentrações de produtos químicos, inclusive alguns metais pesados e variadas concentrações de organismos patogênicos (SCHMIDT, 2006).

O potencial de contaminação das águas superficiais está ligado, principalmente, a despejos domésticos indevidos e metais pesados provocados por resíduos industriais, lançados em rios, córregos ou aterros.

Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde bactérias até o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações, porque, quando em altas concentrações, podem danificar os sistemas biológicos por apresentarem características bioacumulativas no organismo (SABIA et al, 2013).

A contaminação da água pode ocorrer também por mecanismos naturais, provenientes da interação entre água e rocha, onde certas substâncias se dissolvem na água, tornando a água não potável em certas concentrações. Também ocorre através de tanques enterrados contendo líquidos perigosos, incluindo os combustíveis (REITER, 2007).

Após a precipitação, especialmente na forma de chuva, a água escoar superficialmente ou se infiltra. Por isso todas as águas naturais contêm gases e sais minerais em solução adquiridos através do contato da água com o ar e, principalmente, com o solo. As águas subterrâneas têm sua qualidade afetada pelas condições naturais do solo, em função da incorporação de impurezas ocorridas durante a precipitação, ao longo do escoamento superficial e no processo de infiltração e percolação, mesmo que as condições naturais da bacia sejam as mais preservadas possíveis ou mesmo inexploradas. Neste caso os principais fatores de influência são a cobertura e a composição do solo (MEDEIROS, 2010).

3.4.2 Qualidade da água (Caraúbas)

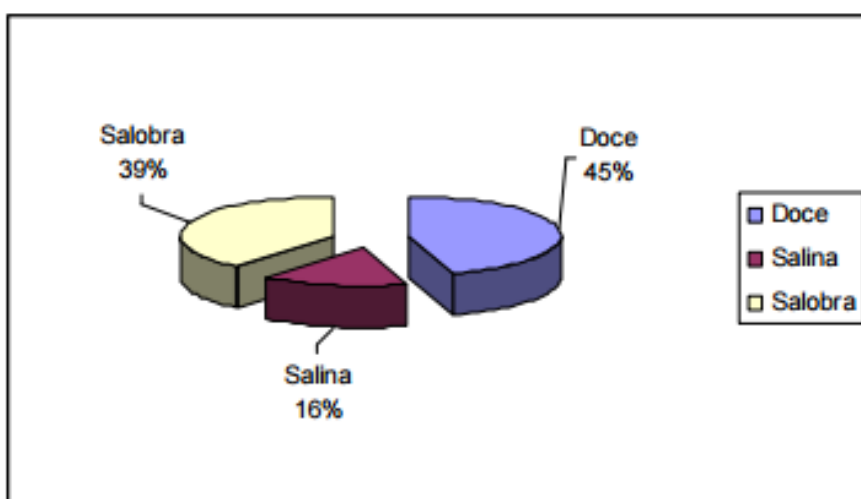
Beltrão et al (2005), relata que as águas do município apresentam condições salinas, salobras e doce, no quais os padrões adotados para estas classificações foram conforme a Portaria 1.469/FUNASA. Estas classificações foram dadas de acordo com análises de condutividade nos quais revelam o teor de sólidos totais dissolvidos (STD). A Tabela 2 demonstra as quantidades de STD para cada classificação.

Tabela 2 - Intervalos para classificação da água.

0 a 500 mg/L	Água doce
501 a 1.500 mg/L	Água salobra
> 1.500 mg/L	Água salgada

Fonte: FUNASA

Foram coletadas e analisadas 63 amostras de água. Os resultados das análises mostraram valores oscilando de 117,00 e 6259,50 mg/L, com valor médio de 937,79 mg/L (BELTRÃO et al., 2005). O Gráfico 4 mostra o percentual da água para cada uma destas classificações.

Gráfico 4 - Percentual de águas: salobra, doce, salina.

Fonte: Beltrão et al. (2005).

Nos últimos anos a concentração de esforços para uma maior qualidade de água foram ampliados.

A CAERN (2015), relata que possui sistemas de tratamentos e distribuição de água e informa que serão construídas adutoras para distribuição da água que será tratada com o sistema já instalado e com a adição de um novo.

O sistema de desinfecção instalado junto a EE-1 será mantido e um novo será implantado como tratamento auxiliar junto ao reservatório (CAERN, 2015). A empresa afirma que até o final de 2016 toda a população do município terá acesso a água potável.

Como exigido pela legislação a CAERN segue padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde e pelo CONAMA a fim de assegurar a qualidade da água distribuída a seus clientes. Esta informa que:

Em cumprimento a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde a qualidade da água fornecida é monitorada diariamente desde as unidades de tratamento até a entrada na residência do cliente obedecendo a um plano estabelecido pela Portaria. Sempre que as amostras coletadas apresentam resultados fora dos limites estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do M.S ações corretivas são providenciadas e novas amostras são coletadas e analisadas até que a qualidade da água seja restabelecida. (CAERN, 2013).

De acordo com a CAERN (2013), em seu relatório anual de qualidade da água, o sistema de abastecimento da empresa é constituído por várias etapas. A captação, onde a água é obtida de forma superficial em rio, riacho, barragem ou açude, e/ou de forma subterrânea em poços rasos ou profundos. A adução, que consiste no transporte da água através de tubos ou canais. O processo de tratamento, a fim de minimizar ou eliminar impurezas de origem física, química e biológica. A reservação em que reside no armazenamento da água para garantir o abastecimento. E por fim, a distribuição, transportando a água para os usuários através de tubulações.

Para garantir a sua qualidade, a água passa por um processo de tratamento que se realiza nas chamadas Estações de Tratamento (ETA) que de acordo com a qualidade da água bruta poderá ser completa ou simplificada (CAERN, 2013).

A empresa ainda descreve que a Estação de Tratamento de Água é dividida nas seguintes fases: Coagulação, objetivando em juntar as partículas suspensas na água bruta através de produtos químicos; Decantação, objetivando a precipitação das partículas em suspensão para o fundo do tanque; Filtração, afim da retenção de partículas menores nos quais não foram removidas nos processos anteriores, através da passagem da água por um filtro; Desinfecção, a fim de eliminar germes nocivos à saúde através de dosagens de cloro, garantindo assim a qualidade durante o armazenamento nos reservatórios e transporte na rede de distribuição.

Os parâmetros monitorados pela CAERN para garantir a qualidade da água de abastecimento estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros monitorados e descrição, da qualidade da água estabelecidos pela CAERN.

PARÂMETROS	DESCRIÇÃO
Turbidez	Indica a presença de partículas em suspensão na água.
Cor	Indica a presença de substâncias dissolvidas na água.
pH	Indica acidez ou alcalinidades da água.
Coliformes totais	Indica a contaminação por bactérias provenientes da natureza.
Escherichia coli / Coliforme termotolerante	Indica a contaminação por material fecal.
Cloro	Produto químico utilizado para eliminar bactérias.
Nitrato	Sal proveniente da nitrificação do Nitrogênio-amoniaco resultante da decomposição de resíduos orgânicos, ou de adubações nítrico-amoniacas.

Fonte: CAERN (2013).

3.4.3 Legislação e características para água potável

Inicialmente informa que não se tratam de leis, e sim normas que irão especificar padrões para uns dos bens mais preciosos do planeta que é a água. As legislações como um todo contém, em regra, normas gerais e abstratas e não trazem em seu corpo definições técnicas, sendo necessário normas específicas como as portarias e resoluções, que contém instruções acerca da aplicação de leis (BRENNY, 2010).

Brenny (2010), descreve que a Portaria 2.914/11 do MS estabelece os procedimentos e responsabilidades para a qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e a resolução do CONAMA, faz menção à água em sua variedade de uso, tanto para consumo humano, de animais, para evitar contaminação por doenças, inclusive, explana que para o abastecimento humano, deverão ser observados as normas específicas sobre qualidade da água, de neste caso deverá ser aplicada a portaria, logo, podemos dizer que a Portaria 2.914/11 do MS deve complementar a resolução do CONAMA nº 357 de 2005.

A resolução CONAMA nº 357 de 2005, “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes”. Além disso, estabeleceu a Classificação das águas

(doces, salinas e salobras) e, para cada uma delas, foram estabelecidos limites e/ou condições em função de sua destinação final ou segundo seus usos preponderantes (ALMEIDA, 2013).

Conforme a conceituação adotada pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CAPÍTULO I, Artigo 2º):

- Águas Doces: são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰;
- Águas Salobras: são águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰;
- Águas Salinas: são águas com salinidade igual ou superior a 30‰.

(BRASIL- CONAMA, 2005).

As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade (CAPÍTULO 2, Artigo 3º).

Tabela 4 - Classes para os tipos de água conforme o CONAMA.

TIPOS DE ÁGUA	CLASSES
Águas doces	Especial, 1, 2 ,3 e 5
Águas salinas	Especial, 1, 2 e 3
Águas salobras	Especial, 1, 2 e 3

Fonte: CONAMA (2005).

No Brasil, os padrões de potabilidade são definidos pelo Ministério da Saúde, na Portaria 2.914/11. Conforme esta legislação, águas doces destinadas ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, se enquadram nas seguintes disposições:

Art. 3º - Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º - Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Nesta Portaria são adotadas as seguintes definições para água:

- Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

- Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- Padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;
- Solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;
- Padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

Conforme a legislação, cabe ao município inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s).

De acordo com a Portaria 2.914/11 do MS, devem ser seguidos parâmetros e especificações mínimas, para água potável, nos quais estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros e especificações mínimas para água potável segundo portaria 2.914/11 do MS.

PARÂMETROS	ESPECIFICAÇÕES
pH	6,0 – 9,5 (recomendação)
Cor aparente	No máximo 15,0 UH
Turbidez	No máximo 5,0 UT
Cloro residual livre	No mínimo 0,2 ppm (obrigatório) No máximo 2,0 ppm (recomendação)
Sólidos totais dissolvidos	No máximo 1000 ppm
Contagem total de bactérias	No máximo 500 UFC
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
Presença de E. coli	Ausência em 100 mL
Coliformes termorresistentes	Ausência em 100 mL

Ainda existem outros parâmetros indicados pela Portaria, no entanto, não interferem de maneira significativa na classificação para água potável. É o caso dos padrões organolépticos, indicados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Padrões organolépticos de potabilidade.

PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO PERMITIDO
Cloreto	250 mg/L
Dureza total	500 mg/L
Sódio	200 mg/L

Fonte: Ministério da Saúde (2011).

3.4.4 Parâmetros físico-químicos das águas

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).

Para tanto, é necessário que atenda ao padrão de potabilidade, que são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas na água de abastecimento, quantidades definidas geralmente por decretos, regulamentos ou especificações (RIGOBELLO et al, 2009).

No Brasil, a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde regulamenta os parâmetros para água de abastecimento. Estes parâmetros nos permitem caracterizar aspectos relevantes da qualidade da água.

- **Parâmetros Físico-químicos:**

As características físicas da água, normalmente são de fácil determinação, sendo as principais: cor, turbidez, odor, sabor, temperatura e condutividade elétrica. Sendo estes parâmetros importantes na determinação da utilização da água, principalmente na verificação de potabilidade da mesma (LARSEN, 2010).

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução, o qual pode ser determinado através de aparelhos denominados de potenciômetros ou colorímetros. Na água, este fator é de extrema importância, principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento, ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção (PALUDO, 2010).

O pH representa a concentração de íons H^+ promovendo uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. A faixa de pH é de 0 a 14. O constituinte responsável pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e de gases dissolvidos (SPERLING, 2005).

A sua origem natural deve-se à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, à oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese. A sua origem antropogênica deve-se aos despejos domésticos (degradação de matéria orgânica) ou industriais (lavagem ácida de tanques, por exemplo). Este parâmetro não apresenta riscos em termos de saúde pública, a menos que seu valor seja muito baixo ou muito alto, podendo provocar irritações nos olhos e na pele. Os valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Os valores muito altos podem estar associados à proliferação de algas. A neutralidade ocorre com pH igual a 7,0. Valores abaixo disso causam condições ácidas e valores acima condições básicas (SPERLING, 2005).

A acidez refere-se ao comportamento que a água assume quando seu pH é menor que 7. Alguns sólidos e ácidos, como o ácido sulfídrico (H_2S), quando em quantidades excessivas na água, geram esta característica. O dióxido de carbono (CO_2) também é um grande agente causador. Uma água com acidez alta apresenta geralmente um sabor mais amargo e pode contribuir para o aumento do potencial corrosivo do meio (RENOVATO et al, 2013).

A Alcalinidade, por sua vez, apresenta-se quando o pH da água está acima de 7. Os principais constituintes que determinam este parâmetro são os íons: bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}); e hidróxidos (OH^-) (RENOVATO et al, 2013).

Se numa água quimicamente pura (pH = 7) for adicionada pequena quantidade de um ácido fraco seu pH mudará instantaneamente. Numa água com certa alcalinidade a adição de uma pequena quantidade de ácido fraco provocará a elevação de seu pH, porque os íons presentes irão neutralizar o ácido (BATTALHA; PARLATORE, 1977, apud CORNATIONI, 2010).

Além dos parâmetros mínimos exigidos pelas legislações e os adotados por empresas de abastecimento d'água, outros fatores podem modificar a qualidade da água, existindo a

possibilidade de causar danos aos que utilizam desta. Dentre estes parâmetros geralmente não citados, temos; sódio, potássio, cloreto, condutividade, cálcio e magnésio.

Diferentemente dos padrões adotados pelo MS e pelo CONAMA, os parâmetros citados anteriormente as vezes não são citados em relatórios da composição de águas de abastecimento, ocultando o mal que estes podem vir a causar.

Empresas fornecedoras de água mineral são exemplos de distribuidoras que adotam e divulgam o teor de um desses parâmetros esquecidos, o sódio. Feito uma consulta em algumas marcas, “foi constatado que a quantidade pode variar de 3,086mg/l até 103,86mg/l, o que representa uma diferença de mais de 3.000%” (HANSEN, 2014).

O seguinte trecho abordado por BRAZ (2015), mostra o uso de água mineral em nosso país e a variação do teor de sódio na composição:

O consumo de água mineral no Brasil cresce progressivamente desde 2008. Dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) mostram aumento de 20% de 2013 para 2014. E em tempos de crise hídrica, a procura cresce no Estado de São Paulo, maior produtor e dono de 24,4% do mercado brasileiro - de acordo com a Associação Brasileira de Indústria de Água Mineral (Abinam). Na saúde, o impacto dessa mudança se dá na quantidade de sódio presente nas diferentes marcas comercializadas, que varia de 3,08mg a 103,6mg do mineral por litro de água.

Os valores não ultrapassam o limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) de 600 mg por litro. Mesmo considerando ingestão de dois litros de água por dia da marca com maior teor de sódio, os 207,2 mg consumidos representam pouco mais de 10% da recomendação diária da Organização Mundial da Saúde (OMS), de 2.000 mg (BRAZ, 2015). Entretanto, o problema é que a água é apenas um dos itens de consumo de sódio.

Graças a esse mineral que é abundante na natureza- e também encontrado em naturalmente na água de coco e no camarão- é possível evitar câimbras e conservar o tônus muscular. "Nosso organismo possui a chamada bomba sódio-potássio, onde o potássio entra nas células e o sódio sai. Essa dinâmica garante o equilíbrio hidroelettrico do corpo fazendo do sódio um nutriente vital" defende Durval Ribas Filho, nutrólogo e presidente da Associação Brasileira de Nutrologia (ABRAN). Em contrapartida, seu consumo excessivo é extremamente nocivo à saúde. Isso porque o sódio retém água, estimula os vasos sanguíneos à

vasoconstrição e eleva a pressão arterial. Dessa forma predispõe o corpo a doenças cardíacas e renais (MACIEL, 2013).

A partir disto é possível ter uma melhor visão da importância de algum desses fatores esquecidos. Uma vez que nem toda a população tem acesso a água mineral e que não se tem de forma acessível o teor desses parâmetros.

O teor de potássio na água está relacionado a forma de tratamento da água, conforme o site Comichb (2014) relata na seguinte publicação:

O nível de potássio em água de beber depende do tipo de tratamento utilizado. A água que passa através de permanganato de potássio tem níveis mais baixos de potássio do que a água que utiliza amaciador de água à base de potássio. O nível de potássio encontrado na água potável é baixo o suficiente para não ser uma preocupação para os indivíduos saudáveis, diz a OMS.

Como o potássio é processado através dos rins, a OMS identificou indivíduos com doença renal ou comprometimento das funções renais, como populações suscetíveis que possam ter efeitos adversos para a saúde significativos devido ao aumento da ingestão de potássio (COMICB, 2014).

Águas com elevados índices de concentração dos íons de cálcio e magnésio são chamadas de águas duras e a sua utilização pode causar problemas tanto à saúde como para o uso industrial.

Os íons são provenientes de depósitos subterrâneos, como calcário ou dolomita que agregam à composição da água uma quantidade excessiva de cálcio e magnésio, na forma de bicarbonatos, nitratos, cloretos e sulfatos. Em menor importância, o zinco, estrôncio, ferro e alumínio também podem ser levados em conta na aferição da dureza. Considera-se água dura aquelas com teores acima de 150 mg/l de cálcio e magnésio e água mole, as que possuem concentrações abaixo de 75mg/L (STRACI, 2012). A água dura também traz prejuízos econômicos.

Conforme explica a engenheira química do Setor das Águas Subterrâneas e do Solo da Cetesb, Márcia Sayuri Ohba, a dureza elevada afeta principalmente a eficiência de limpeza dos detergentes e sabões, exigindo seu consumo excessivo nas lavagens domésticas. Além do produto final, esta característica também afeta o processo de produção das fábricas (STRACI, 2012).

Segundo a engenheira química da Cetesb, não existem estudos científicos conclusivos relacionando a dureza da água com problemas de saúde humana. “No entanto, existem indícios de que o consumo de água dura possa causar uma maior incidência de casos de cálculo renal”. De acordo com Josi Tomaz, engenheira química da empresa Geoaqua, as concentrações elevadas de cálcio e magnésio produzem na água um gosto salobro e efeitos biológicos adversos, não eliminam a sede e podem ter efeitos laxativos. “As pessoas expostas a quantidades de magnésio maiores do que estão acostumadas podem sofrer distúrbios intestinais temporários”, explica ela (STRACI, 2012).

Minerais como cálcio e magnésio possuem diferentes composições, nos quais atuam ou influenciam no metabolismo e fisiologia animal, desde a absorção dos alimentos a excreção dos resíduos intestinais.

O cálcio-Ca é o elemento mineral mais abundante encontrado no organismo animal (de 1,5 a 2%); nos vertebrados, mais de 90% do Ca se encontra no tecido ósseo, (funciona como reserva com destruição e reconstrução), sendo sua absorção condicionada à formação de uma proteína a qual serve de dependente para existência de níveis adequados de vitamina D (PÁDUA, 2010).

Embora não sejam abordados nas legislações, o cálcio e o magnésio possuem importantes funcionalidades em nosso organismo.

Os sais de magnésio conferem ação purgativa, (laxante), como também, os carbonatos e os sulfatos, assim conhecidos por terem ações laxativas. São esperadas ações bem menos nocivas ou mesmo de neutralização, como é o caso do Ca que tem ação neutralizante sobre os efeitos negativos de outros elementos como o potássio-K e metais pesados (letais) como o zinco-Zn e cobre-Cu. O cálcio-Ca age no aumento dos sinais desagradáveis e ações durante a TPM-tensão pré-menstrual. Se é o Ca o responsável pelo aumento das ações ou efeitos da TPM, por antagonismo a presença do magnésio Mg faz com que tais comportamentos ou efeitos sejam então bastante amenizados (PÁDUA, 2010).

Pádua (2010), informa que o Mg é benéfico e importante no funcionamento do coração e músculos, (depressor neuromuscular /antagônico ao Cálcio-Ca). Orienta o humor dos organismos, sendo maior a irritabilidade do ser humano quanto menor for sua concentração no organismo. Age na distribuição do sangue pelos canais sanguíneos, pois sua deficiência causa vasodilatação. Ele explica que o cálcio e o magnésio possuem ações antagônicas no corpo dos animais, ou seja, maior ingestão de um, ocasiona eliminação do outro, tendo o cálcio a função reguladora ou o principal moderador de ação antagônica. As

relações equilibradas de Ca/Mg agem favoravelmente na libido dos animais. O desequilíbrio na relação Ca/Mg, (ingestão mais constante de Ca), permite o aumento desse último mineral e também do P (fósforo) nos líquidos corporais, daí o aparecimento dos cálculos renais.

O íon de cloreto ocorre em todas as águas naturais em quantidades variáveis. É o principal ânion existente nos oceanos e nas descargas de certas fontes minerais. Altas concentrações de cloretos nas águas podem trazer restrições ao sabor da água e, desta maneira, levar o consumidor a procurar outras fontes de suprimento, frequentemente de qualidade sanitária pouco desejável. Quando a concentração de cloretos atinge 300 mg/L isto só pode ser notado por pessoas de paladar muito sensível. Outras pessoas só poderão percebê-lo quando a concentração atingir 700 mg/L. Os seres humanos geralmente não toleram mais de 1500 mg/L. O conteúdo de 250 mg/L é aceito como limite máximo preferido em águas potáveis. Concentração de cloretos acima da média regional pode indicar poluição. A maior parte dos compostos de cloretos são altamente solúveis e como seus compostos não precipitam suas concentrações vão aumentando no solo e em águas de drenagem sujeitas à evaporação (POLI-UPE, 2003).

Conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005), a salinidade é a medida dos teores de sais na água. Estes sais podem favorecer o crescimento das plantas, mas o uso excessivo torna-se prejudicial. Altos índices de salinidades inferem também no sabor da água. A salinidade pode ser medida indiretamente pela condutividade elétrica, bem como através da quantidade de cloreto existente na amostra.

A condutividade elétrica da água representa a facilidade ou dificuldade de passagem da eletricidade na água. Os compostos orgânicos e inorgânicos contribuem ou interferem na condutividade, de acordo com sua concentração na amostra, e a correta representação da temperatura possui um fator preponderante na medição correta da condutividade elétrica (VILLAS; BANDERALI, 2013).

A condutividade elétrica em uma água é representada em sua maioria por sólidos dissolvidos em água, dos quais se destacam dois tipos: compostos iônicos e compostos catiônicos. Os compostos iônicos (cargas negativas, que possuem elétrons livres na camada de valência) são sólidos que se dissolvem em água e caracterizados como sendo cloretos, sulfatos, nitratos e fosfatos. Os compostos catiônicos (cargas positivas, que perderam elétrons na camada de valência) também interferem na condutividade elétrica da água e possuem cátions de sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio e amônio. Desta forma, quando mensuramos a condutividade elétrica de uma amostra, estamos na realidade quantificando

uma grande quantidade de compostos nela contidos - uns positivos, outros negativos - e que, em solução, permitem a passagem da eletricidade. Materiais orgânicos, como óleos, graxas, álcool, fenóis não possuem a capacidade de conduzir eletricidade. Assim quando se apresentam na forma dissolvida na água, a condutividade elétrica é severamente reduzida; e chega a zero, quando o produto está em fase livre (presença do produto em camada) (VILLAS; BANDERALI, 2013).

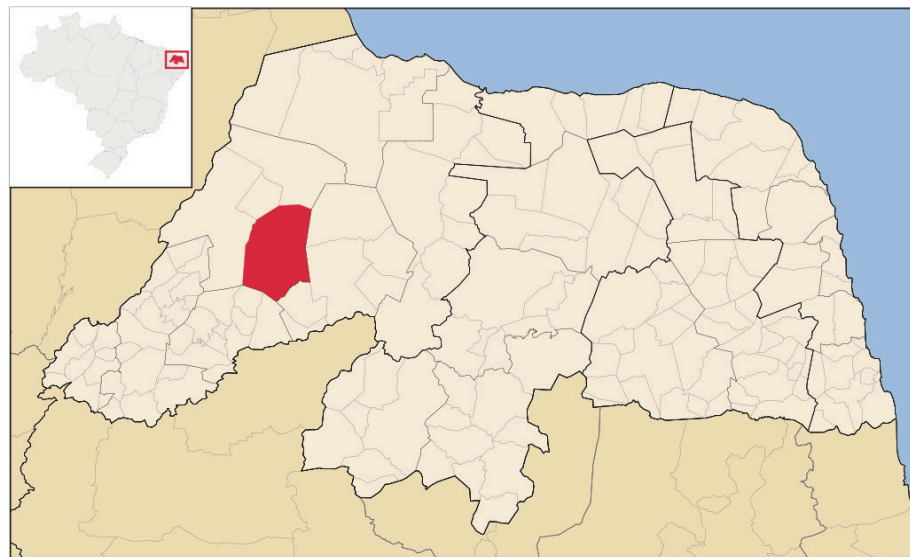
De acordo com a Agencia Nacional de Águas – ANA (2011), normalmente, a condutividade elétrica de águas doces naturais é inferior a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo que valores superiores a estes podem indicar problemas de poluição. A utilização da variável condutividade elétrica em um programa de monitoramento é bastante recomendada, pois é uma medida muito simples e traz informações relevantes sobre a qualidade da água.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do município

Com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), o município de Caraúbas está localizado no estado do Rio Grande do Norte, situando-se a uma distância de duzentos e noventa e seis quilômetros (296 km) da capital do estado, Natal. Sua população estimada, de acordo com o censo de 2015, é de vinte mil quinhentos e sessenta e quatro (20.564), sua área territorial é de 1.132,857 km² e sua densidade demográfica é de 17,88 (hab/km²). A Figura 4 mostra a localização de Caraúbas no estado do Rio Grande do Norte.

Figura 4 - Caraúbas no mapa do RN.



Fonte: IBGE (2016).

A região apresenta clima do tipo BSw^h, segundo Köppen, ou seja, clima muito quente e semiárido. A média anual de precipitação é de, aproximadamente, 679 mm. Devido à baixa latitude e à ausência de fatores geográficos influenciadores, a temperatura apresenta-se sem grande variação anual. A média anual de temperatura é de aproximadamente 27,5°C (Carmo Filho et al., 1991).

A cidade de Caraúbas atualmente é dividida em sete bairros e seis conjuntos, sendo esses listados na Tabela 7.

Tabela 7 - Bairros e conjuntos do município de Caraúbas/RN.

BAIRROS	CONJUNTOS
Alto Boa Vista	Nestor Fernandes
Alto da Liberdade	Maria Bandeira
Alto de São Severino	Aroldo Maia
Centro	Guido Gurgel
Leandro Bezerra	Nicó Fernandes
Aeroporto	Antônio Linhares
Sebastião Maltez	

Fonte: Autor (2016).

4.2 Materiais, equipamentos, soluções e reagentes

Os materiais e equipamentos utilizados para coleta de água e análise com a finalidade de obter dados referente às análises físico-químicas estão dispostos na tabela 8.

Tabela 8 - Materiais e Equipamentos.

MATERIAIS	EQUIPAMENTOS
Frascos plástico	pHmetro (PHMETER, JK-PHM-005)
Isopor	Condutivímetro (MS TECNOPON)
Gelo	Aagitador magnético (QUIMIS)
Erlenmeyer	Fotômetro de chama (TECNOW 7000)
Pipeta e pêra	
Bureta e suporte	
Béquer	
Barras magnéticas	
Erlenmeyer	
Luvas de proteção individual	

Fonte: Autor (2016).

Os reagentes utilizados nas análises laboratoriais com suas respectivas marcas estão disponíveis na tabela 9.

Tabela 9 - Soluções e Reagentes.

SOLUÇÕES E REAGENTES	MARCAS
NH ₄ OH + NH ₄ Cl	Preparado no laboratório (UFERSA-Caraúbas)
K ₂ CrO ₄	Preparado no laboratório (UFERSA-Caraúbas)
AgNO ₃	Preparado no laboratório (UFERSA-Caraúbas)
EDTA	Preparado no laboratório (UFERSA-Caraúbas)
KOH	Preparado no laboratório (UFERSA-Caraúbas)
Calcon	
Negro de Eriocromo	
Solução tampão (pH 7,00 ± 0,02)	ALPHATEC
Solução tampão (pH 4,00 ± 0,02)	ALPHATEC
Solução padrão condutivímetro (146,9 µS/cm)	MS TECNOPON

Fonte: Autor (2016).

4.3 Métodos

Este trabalho é classificado como estudo de caso. Outros tipos de pesquisa também foram utilizados como: pesquisa de campo; pesquisa ação; pesquisa qualitativa e quantitativa; pesquisa bibliográfica; pesquisa experimental e pesquisa explicativa.

O trabalho foi desenvolvido com base em levantamento de dados fornecidos pela empresa responsável pelo abastecimento público – CAERN –, por trabalhos desenvolvidos em Caraúbas e outras regiões, dispostos em livros, artigos, publicações de revista, etc, e por dados formulados a partir de análises físico-químicas realizadas para água ofertada aos moradores do município.

4.3.1 Análise de dados

Para um melhor entendimento sobre a qualidade da água que abastece a cidade de Caraúbas-RN, além de uma análise dos dados fornecidos no site da CAERN – empresa responsável pelo abastecimento público –, foram realizadas análises laboratoriais (físico-químicas) da água que os usuários recebem em suas residências, onde essas análises contemplam parâmetros adotados, assim como outros não adotados na Portaria 2.914/2011 do MS, na Resolução do CONAMA 357/2005 e pela CAERN, para classificação e/ou caracterização da água potável.

Para caracterização da água de abastecimento distribuída pela empresa CAERN foi utilizado os relatórios anuais de qualidade da água, cujos são disponibilizados no site da empresa. A partir dos dados referentes aos resultados obtidos nas análises de controle de qualidade, foi feita uma comparação com os padrões indicados pelo Ministério da Saúde, notificando a quantidade de amostras fora do padrão e quais os meses que não atenderam aos padrões e quais não atingiram o número mínimo de amostras realizadas.

As análise físico-químicas se estenderam também para a água ofertada por vendedores ambulantes, cujo o valor é inferior a água mineral vendida nas mercearias, depósitos e supermercados da cidade. Todas as técnicas e procedimentos utilizados para realização das análises estão dispostos mais adiante.

Ao término das análises laboratoriais foi realizado os devidos cálculos com os resultados de alguns testes (alguns testes já indicam os teores procurados, outros necessitam da realização de cálculos a partir dos dados obtidos no laboratório) e, posteriormente, foi realizado a média aritmética e o desvio padrão para todas as amostras e parâmetros para, assim, comparar com valores estabelecidos pelos órgãos regulamentadores.

4.3.2 Obtenção de dados indicados por análises laboratoriais

Para obtenção dos dados referente às análises físico-químicas foram coletadas amostras de água em alguns dos bairros e conjuntos da cidade, nas imediações da UFERSA-campus Caraúbas, e da água vendida na cidade (não mineral/industrializada).

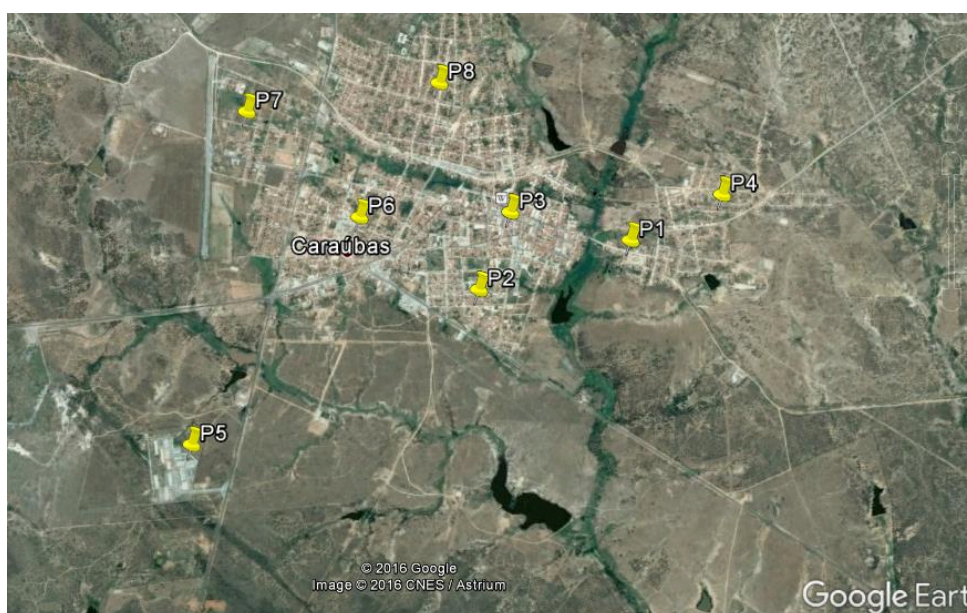
As áreas de amostragem foram escolhidas em pontos distintos da cidade com o intuito de se ter uma base de dados que abranja todas as regiões do município.

No total, foram selecionados oito locais para retirada das amostras necessárias para as análises da qualidade da água, sendo feitas 7 coletas na cidade, e uma no campus UFERSA-Caraúbas, o qual está localizado na zona rural do município. Os pontos selecionados estão ilustrados na Tabela 10 e Figura 5.

Tabela 10 - Descrição dos pontos selecionados para coleta

AMOSTRAS	DESCRIÇÃO
P1	Localizado no início do bairro do Alto de São Severino.
P2	Localizado na rua central do bairro Guido Gurgel, nas imediações do Açaí da Ediva.
P3	Localizado no Centro da cidade, duas ruas atrás do Banco do Brasil, por trás do supermercado Praxedes.
P4	Localizado no “final” da cidade, no bairro Boa Vista, próximo a rádio Centenário.
P5	Localizado na UFERSA, zona rural mais próxima da cidade, situada no Sítio Nova Esperança I.
P6	Localizado em um ponto central do bairro Sebastião Maltez, nas imediações do Hospital Regional de Caraúbas.
P7	Localizado próximo à entrada de Caraúbas do sentido da cidade de Governador Dix-Sept Rosado, entre os bairros Aroldo Maia e Aeroporto.
P8	Localizado em um ponto central de um dos maiores bairros da cidade, Leandro Bezerra.
P9	Água vendida de maneira informal na cidade, onde não se tem certeza de sua origem.

Fonte: Autor (2016).

Figura 5 - Distribuição dos pontos no mapa de Caraúbas.

Fonte: Google Earth (2016).

A quantidade de pontos escolhidos para coleta e análises feitas fora baseada no tempo necessário para se fazer os testes, uma vez que o fornecimento de água no município é irregular, no fato de alguns bairros passarem mais de trinta dias sem receber água, e nos recursos disponíveis (financeiros e materiais).

As coletas das amostras d'água foram feitas de forma direta nas tubulações que levam a água até as caixas d'água das residências, visando extinguir erros provenientes de possíveis contaminações geradas por caixas d'água sujas, por exemplo. Foi realizado uma coleta por ponto com o objetivo de se ter uma maior quantidade de amostras em locais diferentes. A água alternativa foi comprada a um vendedor ambulante que vende nas residências da cidade.

Os procedimentos de coleta foram conforme recomendados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e estão descritos sucintamente a seguir:

- Lavou-se bem as mãos;
- Deixou-se vazar água durante aproximadamente três minutos antes de se fazer a coleta;
- Abriu-se novamente a torneira e deixou-se vazar água durante aproximadamente um minuto;
- Lotou-se pelo menos vinte e cinco por cento do volume do frasco, tampou-se, agitou-se e descartou-se;
- Repetiu-se o procedimento antecedente pelo menos duas vezes; preencheu-se o frasco deixando a menor quantidade de ar possível;
- Tampou-se o frasco, identificou-se anotando local da coleta, a hora e a data, o nome do coletor, e outros dados importantes;
- Faz-se todas as análises em até 24 horas após a coleta das amostras.

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório da UFERSA-Campus Caraúbas nos meses de setembro e outubro de 2016, e todos os recursos necessários foram disponibilizados pelo laboratório. Para todos os parâmetros adotados foram realizados testes em triplicata.

4.3.3 Análises laboratoriais

I. pH:

A análise de pH, foi feita de forma simples e direta através de um pHmetro (JK-PHM-005) acoplado com um eletrodo e apropriadamente calibrado, imergindo o eletrodo nas

soluções tampão e configurando-o até se obter os índices de calibração. Este procedimento de medição de pH consiste em transferir uma pequena quantidade da água coletada para um béquer, onde a quantidade transferida seja suficiente para imergir o aparelho. Foi esperado o tempo necessário até que o aparelho estabilizasse no valor mostrado. O valor indicado no visor do aparelho indica se a água estudada é de caráter ácido, neutro ou básico.

II. Condutividade:

Para o ensaio de condutividade utilizou-se um condutivímetro da marca MS TECNOPON e béquer para armazenamento da amostra. O aparelho foi montado e previamente calibrado. A calibração foi feita conforme o procedimento contido no Manual do aparelho.

III. Titulações:

As análises de cloreto, dureza total, sódio e magnésio foram realizadas através do ensaio de titulação.

Para o ensaio de cloreto foi usado 10 mL de cada amostra e para dureza total, sódio e magnésio se utilizou 25 mL empregando pipetas com respectivas graduações. Para realização da titulação, usou-se pipetas acopladas com pêras para captação de quantidades das amostras, béquer para transferência da amostra, conta-gotas e espátula-colher para adição dos indicadores, erlenmeyer para o armazenamento das amostras, suporte e garra para bureta, e agitador magnético e barra magnética para homogeneização da amostra.

IV. Cloreto:

No ensaio de cloreto foi usado nitrato de prata (AgNO_3) como titulante e dicromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador. Ao adicionar o indicador na amostra, observou-se a obtenção da cor amarela cuja quando titulada foi transformada ocasionou em uma reação química que promoveu a formação de um precipitado de coloração vermelho-telha, o que indicou o fim da titulação. Após a titulação foi anotado o valor gasto de nitrato de prata, em mL, e aplicado na equação 1.

$$\text{Cl}^- (\text{ppm}) = \frac{V_g \times f_{\text{Cl}^-} \times 1000}{V_a} \quad (\text{Eq 1})$$

Onde:

f_{Cl^-} = Normalidade $\text{AgNO}_3 \times \text{Eq Cl}^-$.

V_g = volume gasto de AgNO_3 na titulação da amostra.

$$\text{Eq Cl}^- = \text{MM} / \text{K}.$$

Eq Cl⁻ = equivalente-grama do cloreto.

MM = massa molecular do cloreto.

K = módulo da valência.

V. Dureza Total:

Para obtenção dos valores da dureza total, foi feita um teste utilizando EDTA como titulante, e NH₄OHe negro de eriocromo para tornar o meio básico. Iniciando o processo com a substância de cor rosa e finalizando na cor azul. Os valores gastos de EDTA para se obter o ponto de viragem foram aplicados na equação 3.

$$\text{DT (mg/L)} = \frac{\text{Vg(EDTA)} \times \text{fCaCO}_3 \times 1000}{\text{Va}} \quad (\text{Eq 2})$$

Onde:

fCaCO₃ = molaridade do EDTA x MM CaCO₃.

Va= volume utilizado da amostra.

Vg= volume gasto de EDTA.

VI. Cálcio:

No teste de cálcio usou-se EDTA como titulante, e KOH e calcon para tornar o meio básico. A cor gerada pelos indicadores foi rosa, ficando azul após a titulação. Obtendo o ponto de viragem, anotou-se o valor gasto de EDTA e aplicou-se na equação 2.

$$\text{Ca (mg/L)} = \frac{\text{Vg(EDTA)} \times \text{fCa} \times 1000}{\text{Va}} \quad (\text{Eq 3})$$

Onde:

fCa = molaridade do EDTA x MM Ca .

Va= volume utilizado da amostra.

Vg= volume gasto EDTA.

VII. Magnésio:

Os teores de magnésio nas amostras foram determinados pela diferença entre o volume gasto de EDTA na determinação da dureza total e o volume gasto de EDTA na determinação do cálcio. Para isso fez uso da equação 4.

$$\text{Mg (mg/L)} = \frac{[\text{VgDT(EDTA)} - \text{VgCa(EDTA)}] \times \text{fMg} \times 1000}{\text{Va}} \quad (\text{Eq 4})$$

Onde:

f_{Mg} = molaridade do EDTA x MM Mg.

V_a = volume utilizado da amostra.

V_{gDT} = Volume gasto de EDTA no teste de dureza total.

V_{gCa} = Volume gasto de EDTA no teste de Cálcio.

VIII. Salinidade:

Para determinação da salinidade foi utilizado os dados obtidos no teste de cloreto, utilizado a equação 5.

$$\text{NaCl (ppm)} = 1,648 \times \text{Cl}^- \text{ (ppm)} \quad (\text{Eq 5})$$

IX. Sódio e Potássio:

As análises de sódio e potássio foram realizadas de forma rápida e direta, com auxílio de um fotômetro de chama devidamente calibrado. Esse teste foi feito imergindo a haste do aparelho em uma quantidade da amostra, onde o valor indicado no visor é referente ao parâmetro marcado pelo pino regulador. O valor indicado no visor é referente a quantidade (mmol/L de sódio ou potássio presente na amostra

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da água ofertada pela CAERN nos anos de 2012 a 2015

Através dos dados de relatórios anuais (Apêndice, Anexo A, B, C e D) disponibilizados pela CAERN, em seu site, referentes a qualidade da água de abastecimento nos anos de 2012 a 2015, podemos notar que a maioria das amostras analisadas atenderam aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, estando, assim, em conformidade para todos os parâmetros. Vale ressaltar que os relatórios não apresentam os resultados das análises e sim o número de amostras que estão em conformidade. Os relatórios também não mencionam os locais onde foram realizadas as coletas das amostragens.

Constatou-se que os números de análises em conformidade, em alguns meses, não atenderam a mínima obrigatória, sendo de 30 para todos os meses. Contudo, é válido acreditar que essas amostras fora dos padrões não interferem ao ponto de julgar esta água como fonte de danos à saúde, pois, de modo geral, as amostras que não estão em conformidades foram relativamente pequenas.

No ano de 2012, nos meses de maio e junho, houve um grande número de análises fora do padrão, em relação ao parâmetro cloro residual, quando comparado com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde. No mês de maio foram feitas 23 análises, sendo que o número mínimo exigido era de 30. Dentre as 23, apenas 09 apresentaram resultados em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação. Para o mês de junho, apenas 08 amostras apresentaram resultados dentro dos padrões da legislação dentre as 32 analisadas. Os meses de fevereiro, março, abril, maio, setembro e outubro não apresentaram números mínimos exigidos de análises de cloro residual feitas, que seria de 30 análises mensais. Para as análises de turbidez, os meses de fevereiro e agosto não apresentaram as mínimas obrigatórias em análises realizadas, sendo também de 30 mensais. Os demais resultados das análises referentes ao ano de 2012 encontram-se em conformidade. Levando em conta o parâmetro cloro residual, é possível que a água dos meses de maio e junho não estivessem em total condição de ser distribuída, pois os resultados apresentaram pouquíssimas amostras em conformidades. Com a não conformidade, há probabilidade de proliferação de microrganismos, pois, o cloro é responsável pela desinfecção destes organismos na água.

Para o ano de 2013 foi notado uma crescente melhora no número de análises em conformidade, se comparado ao ano anterior. Dentre as análises de cloro residual, os meses de

fevereiro, março, maio, julho, agosto, setembro e dezembro não apresentaram os números mínimos de análises, que seriam 30 análises mensais. Para as amostras de turbidez, percebeu-se que não foram feitos os números mínimos de análises para os meses de fevereiro e maio, que também seria de 30 análises mensais.

O relatório anual do ano de 2015 apresenta os resultados da qualidade da água distribuída para os moradores de Caraúbas no ano de 2014. Observou-se o acréscimo no número de análises em alguns meses, mas ainda assim, tiveram meses em que não foram realizados os números mínimos de análises. Sendo os meses de janeiro, fevereiro, abril, junho, agosto e setembro para o parâmetro de cloro residual, e abril e setembro para o parâmetro turbidez. De modo geral, a água distribuída no ano de 2014 apresentava melhores condições em relação ao ano anterior, seja em relação ao número de testes realizados, ou em relação a amostras em conformidades.

O relatório do ano de 2016 evidencia que a água distribuída no ano de 2015 atendia aos padrões de qualidade imposto pela Portaria 2.914/2011 do M.S. Notou-se que o número mínimo de amostra foi respeitado para todos os parâmetros e para todos os meses, obtendo assim, o melhor resultado dos últimos 4 anos.

5.2 Avaliação dos testes laboratoriais (Físico-Químicos)

Todas as amostras analisadas apresentaram resultados dentro dos padrões da legislação em todos os parâmetros, o que é importante para que não comprometa a saúde dos que utilizam destas águas.

Os resultados para os pontos selecionados em bairros da cidade mostraram-se bastante próximos, o que já era esperado, uma vez que a cidade é abastecida por águas da mesma fonte.

Algumas variações foram notadas entre os resultados das águas coletadas nos bairros – que obtiveram valores próximos –, em relação a água coletada na UFERSA-Caraúbas. Acredita-se que essa diferenciação se deve ao fato do ponto 5 ser localizado na zona rural da cidade, tendo este setor uma menor demanda pela água, acarretando na acumulação de algumas substâncias. Além disto, a diferença também se deve ao fato das coletas nas residências terem sido realizadas antes do armazenamento da água, ou seja, no momento de chegada da mesma na residência, e na UFERSA, a coleta aconteceu na saída da caixa d'água, após o armazenamento.

- Potencial hidrogeniônico

Os resultados obtidos no teste de pH (Apêndice, Tabela 12) mostraram que a água ofertada nos bairros em estudo, na UFERSA e a água alternativa, atende aos padrões estabelecidos na Portaria 2.914/11 do MS e na Resolução 357/2005 do CONAMA, ou seja, os valores estiveram entre 6,0 – 9,5.

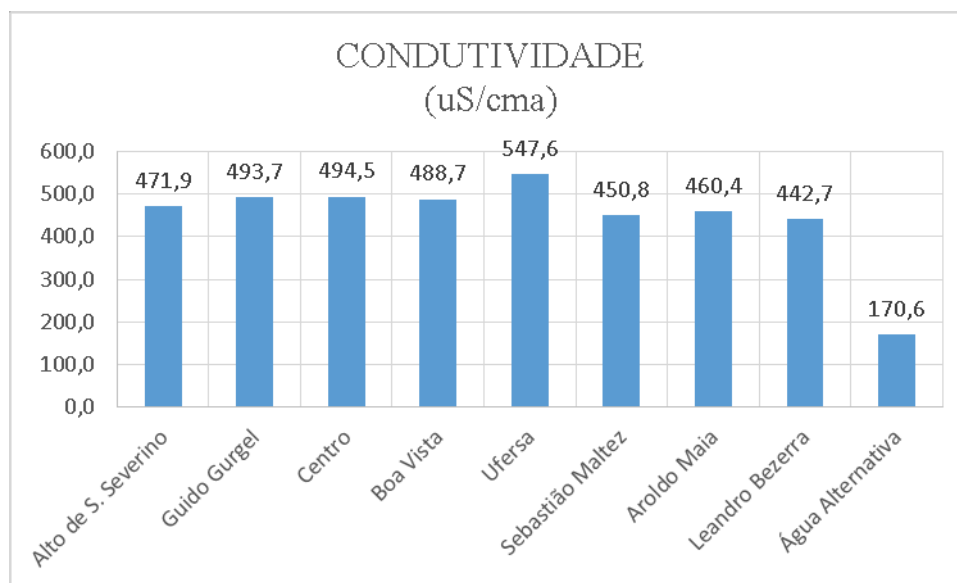
Os resultados para o pH tiveram variação de 7,3 a 8,7. Sendo o valor mínimo referente água do bairro Alto de São Severino e água alternativa. E valor máximo para água coletada na UFERSA. Todas as amostras mostraram-se em conformidade, sendo classificadas como águas alcalinas, de acordo com o CONAMA. Desta forma, segundo a portaria 2.914/11 do MS o potencial hidrogeniônico dessas águas não causam danos a população, nem às tubulações a transportam. Sendo estas águas classificadas como alcalinas, de acordo com o CONAMA.

Os valores obtidos mostram uma significativa diferença entre as águas de abastecimento de Caraúbas e águas para abastecimento da cidade de Parnamirim/RN. Os resultados obtidos por BERNARDO et al. (2010) para água distribuída em Parnamirim mostraram uma variação de 4,89, uma máxima de 7,67 e uma média de 5,6, classificando a maioria das águas como ácidas, tendo desta forma, apenas 19% das amostras em conformidade de acordo com os padrões da legislação. Essa diferenciação pode ser decorrente da ameaça sofrida pelo aquífero que abastece o município, causada pelo crescimento urbano desordenado e pela ausência de um sistema eficaz de saneamento básico para a cidade do porte de Parnamirim.

- Condutividade

A Portaria 2.914/11 do MS e a resolução 315/2005 do CONAMA não estabelecem padrões e critérios para condutividade da água destinada ao abastecimento humano. Villas e Banderalli (2013), abordam que os valores de condutividade representam a carga mineral presente na água, a geologia local ou regional. Assim, em formações predominantemente de granito, ou arenitos, a condutividade elétrica é extremamente baixa. Esse tipo de formação geológica não possui sais em sua formação. De forma totalmente contrária, solos de elevada concentração de argilas, os valores de condutividade são bastante altos.

O gráfico 5 mostra que as águas p1 a p8 apresentaram condutividade relativamente próximas e o p9 obteve um valor significativamente menor, sendo este de $170,6 \pm 2,1$. O valor mais baixo em relação as demais, apresentado na água p9 mostra que esta tem um menor teor de minerais.

Gráfico 5 - Dados referente a condutividade.

Fonte: Autor (2016).

Conforme a classificação abordada pela ANA (2011), o teste de condutividade indica que as águas analisadas são todas classificadas como águas doces naturais, salvo a água do ponto 5, que foi coletada na UFERSA-Caraúbas. A amostra p5 teve como resultado 547,6 uS/cm). Este resultado levemente mais elevado que os demais (com exceção do p9) tem grandes chances de ter sido ocasionado devido a água coletada estar em condições de armazenamento, possibilitando o acúmulo e concentração de espécies iônicas dissolvidas.

O levantamento realizado por Beltrão et al. (2005), para águas subterrâneas – mais precisamente águas de poços tubulares – do município de Caraúbas, indicou águas salinas, doces e salobras, classificadas de acordo com a condutividade das águas analisadas. Considera-se que essa diferença é causada devido as águas dos poços tubulares se tratarem de águas armazenadas e não terem passado por nenhuma espécie de tratamento, enquanto as águas dos pontos 1 a 8 passaram por uma ET antes de serem distribuídas.

- Dureza total

Apesar da dureza total não ser um parâmetro adotado na resolução 357/2005 do CONAMA e ser um parâmetro organoléptico na Portaria 2.914/11 do MS, estudos indicam que águas duras estão ligadas a problemas de cálculos renais, o que mostra que devemos tomar cuidado com a ingestão de águas com altos teores de cálcio e magnésio. Todas as amostras apresentaram teores dentro do padrão estabelecido na portaria retro mencionada.

A dureza total das amostras analisadas está relacionada a quantidade dos sais discutidos anteriormente presente na água, onde águas com elevados índices de concentração dos íons de cálcio e magnésio são chamadas de águas muito duras.

Conforme o Serviço Geológico Americano, apud Blumberg et al. (1987), a classificação da dureza se dá conforme descrito na tabela 11.

Tabela 11 - Classificação da dureza das águas.

CLASSE	DUREZA (ppm)	CLASSIFICAÇÃO
1	0 a 55	Mole
2	56 a 100	Levemente dura
3	101 a 200	Moderadamente dura
4	201 a 500	Muito dura

Fonte: Serviço Geológico Americano, apud Blumberg et al (1987).

Através destas classificações os valores resultantes nos testes de dureza total, classificam as águas como água mole para amostra p9, no qual obteve valor de 32 ppm e águas moderadamente dura, para as amostras dos demais pontos.

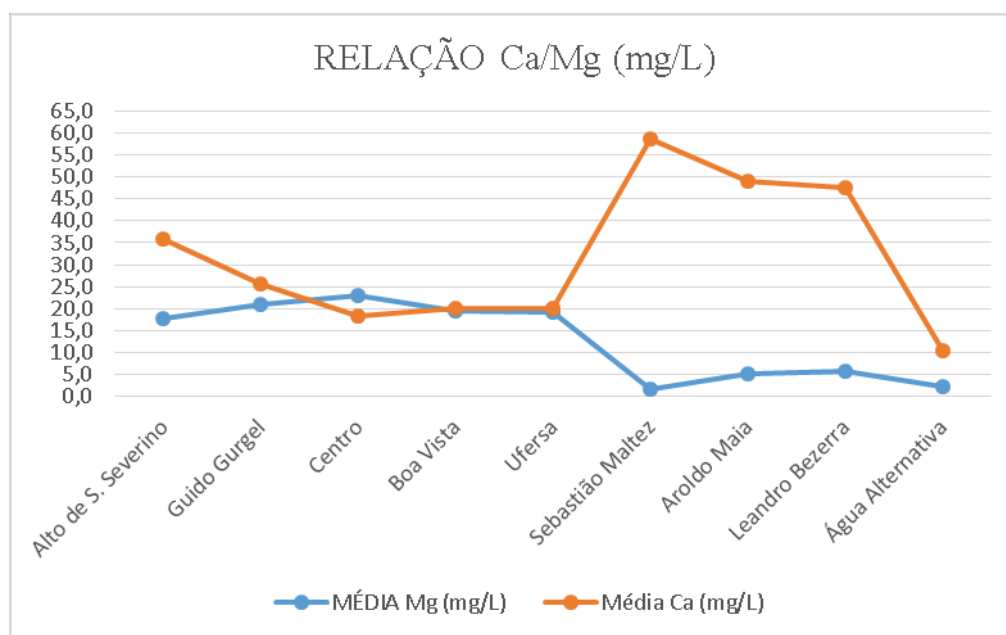
De acordo com Straci (2012), apenas as amostras dos bairros Alto de São Severino e Guido Gurgel são classificadas como águas duras, no entanto, não oferecem risco, uma vez que seus índices ainda são baixos. Sendo, 157,1 (ppm) $\pm$ 9,5 (ppm), para amostra do Alto de São Severino e 151,0 (ppm) para amostra do bairro Guido Gurgel. Os menores índices foram das amostras do bairro Boa Vista e da água alternativa, sendo a segunda classificada como água mole.

Para ter uma melhor visão de como os resultados apresentados são satisfatórios, faz-se uma comparação com a dureza da água do aquífero Jandaíra, fonte de água subterrânea compartilhada pelo estado do Ceará e do RN. Conforme Marcon et al. (2014), as águas do aquífero são classificadas como águas pouco duras e muito dura, com uma variação de 71,36 a 2.089,97 mg/L de carbonato de cálcio-CaCO₃, indicando que o consumo dessas águas sem um tratamento prévio adequado pode representar risco a saúde pública e prejuízos às indústrias. Esses resultados podem ser decorrentes devido se tratar de águas subterrâneas, tendo grandes chances de estar em contato com depósitos de calcário ou dolomita, as quais agregam à composição da água grandes quantidade de cálcio e magnésio.

- Cálcio e Magnésio

A legislação não menciona efeitos causados por sais de Ca e Mg, salvo a relação destes na dureza da água. No entanto, sabe-se da importância de manter o equilíbrio desses sais, evitando agravamento de problemas renais e de TPM, como explanado por Pádua (2010). O gráfico abaixo mostra a relação destes sais nas águas em estudo.

Gráfico 6 - Teores dos sais Ca/Mg.



Fonte: Autor (2016).

Os dados ilustrados no gráfico 5 mostram uma diferença de 17,9 (mg/L) nos teores de cálcio e magnésio para água do p1. Uma diferenciação mais acentuada desses teores ocorre nos pontos 6, 7 e 8, sendo a variação máxima para o ponto 6 no valor de 56,7 (mg/L), em que possivelmente estas variações são decorrentes de tubulações sujas ou danificadas.

Não é afirmativo que o consumo destas águas cause efeitos colaterais devido ao desequilíbrio dos sais presente na água, uma vez que não se tem padrões mensurados e que estas águas não são as únicas fontes dos sais de Ca e Mg, sendo provenientes de diversas formas, podendo assim se equilibrar no organismo.

- Cloreto

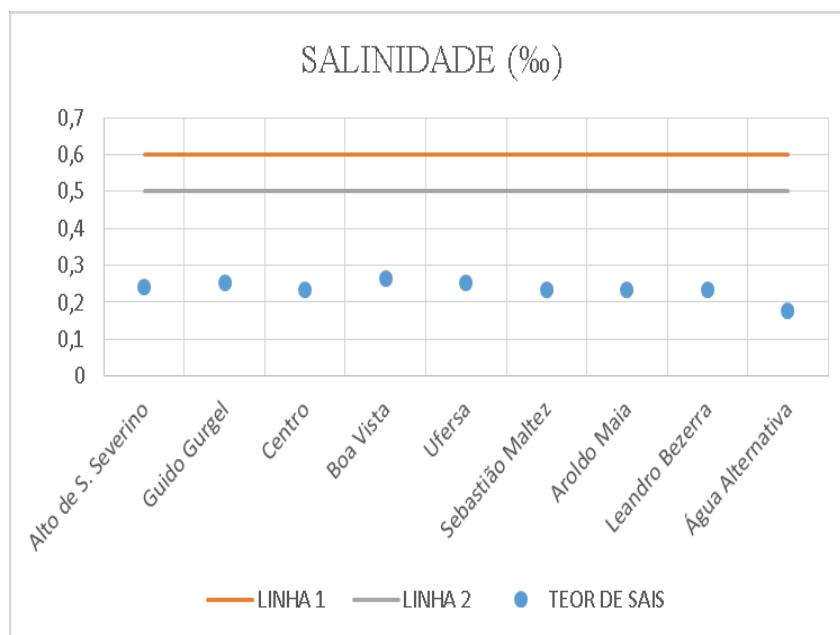
Os teores de cloreto encontrados em todas as amostras apresentam-se em conformidade para com o Ministério da Saúde.

A amostra do bairro Boa Vista conteve o maior índice, de 159,5 (mg/L). A água alternativa aparece com o menor teor do ânion Cl^- , contendo uma diferença de 35,4 (mg/L) em relação aos pontos seguintes de menores índices, sendo estes, p3, p6, p7 e p8. Estes índices relativamente baixos mostram que o íon Cl^- presente nestas águas não inferem mal gosto à água. Além disto, os resultados apontam que as águas não sofrem de efeitos causados por poluições.

Fazendo uma comparação com a água de abastecimento de uma cidade do mesmo porte de Caraúbas, localizada no interior do estado de São Paulo, região sudeste do país, percebe-se que os valores obtidos para as águas de Caraúbas apresentaram uma variação pequena de um ponto para outro, indicando uma condição estável do sistema de distribuição de água da cidade. Os resultados obtidos por CORNATIONI (2010), para a cidade de Colina, apontam uma grande variação para duas das 14 amostras em estudo, sendo a maior, quase o triplo do valor proposto pelo Ministério da Saúde. Desta maneira, “segundo Battalha e Parlatore (1977), a água dos pontos de coleta pode causar efeitos laxativos” (BATTALHA; PARLATORE, 1977, apud CORNATIONI, 2010).

- Salinidade

A resolução CONAMA N° 357/2005 refere-se à salinidade para caracterizar o tipo de água de acordo com a quantidade de sais nela dissolvidos. Baseado nesta legislação todas as águas analisadas são classificadas como água doce, uma vez que todos os resultados apontaram que o teor de sais das águas é inferior a 0,5 ‰, como podemos ver no gráfico 7 a seguir.

Gráfico 7 - Salinidade das águas em permilagem (‰)

Fonte: Autor (2016)

Pontos localizados abaixo ou na interseção da linha2 – linha da cor cinza –, são classificados como águas doces. Pontos localizados a partir da linha1 podem ser classificados como águas salobras e águas salinas. Os baixos índices de salinidade obtidos nos quais classificaram todas as amostras como água doce, são provenientes do baixo teor de Cl^- nas águas em estudo.

- Sódio e Potássio

O teor de sódio de todas as amostras apresentou baixos índices, constatando que estas águas não oferecem riscos neste parâmetro, estando abaixo do valor máximo de 200 (mg/L) indicado pelo MS.

Percebeu-se uma desigualdade no resultado da água do ponto5, em relação aos demais. Este ponto apresentou teor de 138 (mg/L) $\pm$ 23,0 (mg/L), enquanto o ponto4 obteve 99,7(mg/L) $\pm$ 13,3 (mg/L) e os demais variaram entre 53,7 (mg/L) $\pm$ 13,3 (mg/L) e 69 (mg/L). Supõe-se que a discrepância do ponto 5 em relação aos outros se deve ao fato da água deste ponto não ser totalmente contínua, sendo ainda armazenada antes da distribuição no câmpus. O armazenamento da água ocasiona da acumulação de sais, minerais, e outras substâncias, o que pode acarretar na concentração destes. Além disto, a demanda da água no setor do ponto 5 é significativamente pequena em relação aos outros setores da cidade, favorecendo uma maior concentração de sódio.

Não há padrões para o potássio indicado na legislação, entretanto, falta ou excesso de algum nutriente, ou mineral, pode ocasionar em consequências. Estudos relatam que pessoas com problemas renais podem ter agravamentos causados pelo excesso de potássio.

Foi reparado a mesma discrepância ocorrida no sódio, onde o p5 obteve um valor maior em relação aos demais, nos resultados obtidos nos testes de potássio, onde as mesmas influencias devem ter causado este comportamento. O p5 mostrou teor de $49,5 \text{ (mg/L)} \pm 2,3 \text{ (mg/L)}$ e os demais variaram entre $11,7 \text{ (mg/L)}$ e $18,2 \text{ (mg/L)} \pm 2,3 \text{ (mg/L)}$.

6 CONCLUSÃO

Os resultados de pH, condutividade, dureza total, cálcio, magnésio, cloreto, salinidade, sódio e potássio apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e com a resolução CONAMA nº 357 de 2005, indicando assim, de acordo com esses parâmetros, uma boa qualidade para água de abastecimento de Caraúbas.

Observou-se variação dos valores obtidos em um ponto em relação aos demais da cidade, e acredita-se que a diferenciação foi decorrente das condições em que as águas se encontravam, em que a amostra coletada em condição de armazenamento (UFERSA-Caraúbas) apresentou valores mais elevados que as amostras coletadas no momento em que a água estava chegando nas residências, pois águas em condições de armazenamento possibilitam a concentração de substâncias, como sais e minerais. Vale ressaltar que a água alternativa se mostrou em conformidade, possibilitando a adoção temporária em momentos de falta d'água, já que esta é economicamente mais viável que a água mineral.

A partir da análise dos relatórios anuais de qualidade de água dos últimos quatro anos (2012 a 2015), para água de abastecimento público de Caraúbas, notou-se que a CAERN não respeitou a quantidade mínima de testes para alguns parâmetros, e que em alguns meses algumas amostras apresentaram resultados fora dos padrões da legislação. Somente a água ofertada no ano 2015 estava em total conformidade, ou seja, cumpria todos os padrões de qualidade e o número mínimo de testes foram respeitados em todos os meses. Isso mostra, a partir dos parâmetros analisados, que a qualidade da água da cidade vem apresentando uma melhora ao passar dos anos.

Deve-se alertar que, um monitoramento com um número maior de parâmetros seja feito levando-se em consideração parâmetros físicos, químicos e microbiológicos não abordado nessa pesquisa, mas que são de importância para atestar a qualidade de potabilidade da água.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, Ricardo. Abastecimento de Água em Caraúbas/RN. Disponível em: <<http://www.sociedadeativa.net/2014/11/abastecimento-de-agua-em-caraubas-rn.html>>. Acesso em: 30 junho. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Parâmetros de qualidade de água. 2011. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Cursos_Anexos/Attachments/32/Par%C3%A2metros.pdf>. Acesso em: 04 novembro. 2016.
- ALMEIDA, J. C de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 52 p. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas - centro de engenharias. Pelotas, 2013.
- APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D (2005).; et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21^a ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p.
- AMORIM, Miriam C. C. de. et al. Conformidade de Padrões Microbiológicos de Água para Consumo Humano de uma Solução Alternativa de Abastecimento em Atalho, Petrolina, PE. 79 Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Pernambuco, 2009, p. 1-3.
- BARROS, Fernanda. G. N; AMIN, Mário. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v.4, n.1, p.75-108, jan-abr.2008.
- BELTRÃO, Breno Augusto. et al. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Rio Grande do Norte: Diagnóstico do município de Caraúbas. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 24p.
- BERNARDO et al. Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, XI, 2010, Alagoas. Análise dos parâmetros sentinelas das águas para abastecimento da cidade de Parnamirim/RN. Alagoas: IFRN, 2010, 6p.

BLUMBERG et al. Alcalinidade e dureza das águas naturais: processos de redução da dureza. **Revista do Departamento de Águas e Esgotos-DAE**, ed.28, p.63-70, 1987.

BRANDÃO, Carlos Jesus. et al. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326p.

BRASIL DAS AGUAS. A importância das águas. Disponível em:

<<http://brasildasaguas.com.br/educacional/a-importancia-da-agua/>>. Acesso em: 07 maio. 2016.

Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v.4, n.1, p.75-108, jan-abr.2008.

BRASIL, 1990. Portaria 36/90. Padrão de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano. Brasília: Ministério da Saúde.

BRASIL, 2011. Portaria 2.914/11. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 266.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. BRAZ, Marcella. P. Aumento do consumo de água mineral pode afetar a saúde do consumidor. Disponível em: <<http://vida-estilo.estadao.com.br/noticias/bem-estar,aumento-do-consumo-de-agua-mineral-pode-afetar-a-saude-do-consumidor,1649317>>. Acesso em: 07 outubro. 2016.

BRENNY, G. M. Portaria 518/04 ministério da saúde x resolução do CONAMA 357/05. Disponível em: <<http://glauciabrenny.blogspot.com.br/2010/11/portaria-51804-ministerio-da-saude-x.html>>. Acesso em: 22 outubro. 2016.

CAERN. Caern trabalha em Caraúbas para melhorar abastecimento e fazer novas ligações.

Disponível em

<<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=84060&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=Materia>>. Acesso em: 1 julho. 2016.

CARMO FILHO, F.; ESPINDOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró**. Mossoró: FGD, 1991, 121p. (Coleção Mossoroense, série C, v.30).

COMICB. Potássio como nutriente na água potável. Disponível em:

<<http://www.comicb.com/potassio-como-nutriente-na-agua-potavel/>>. Acesso em: 08 outubro. 2016.

CORNATIONI, M. B. **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de colina-sp**. 2010. 27 p. Monografia (Graduação). Curso de Ciências Biológicas. Faculdades Integradas Fafibe. Pelotas, 2010.

DECICINO, Ronaldo. Água potável: Apenas 3% das águas são doces. Disponível em:

<<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/agua-potavel-apenas-3-das-aguas-sao-doces.htm>>. Acesso em: 01 setembro. 2016.

DEEPASK. População com abastecimento de água: Veja número de habitantes atendidos por cidade do Brasil - CARAÚBAS, RN. Disponível em:

<<http://www.deepask.com/goes?page=caraubas/RN-Abastecimento-de-agua:-Veja-o-numero-de-habitantes-e-o-percentual-da-populacao-atendida-na-sua-cidade>>. Acesso em: 29 junho. 2016.

DIÁRIO DO NORDESTE. Cuidado com o garrafão de água clandestino. Disponível em:

<<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/cuidado-com-o-garrafao-de-agua-clandestino-1.257648>>. Acesso em: 08 outubro. 2016.

FREITAS, Eduardo De. Água potável; Brasil Escola. Disponível em

<<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>>. Acesso em 21 julho. 2016.

GURGEL, C de. A. **Viabilidade da captação e aproveitamento de água residual dos drenos de condicionadores de ar, bebedouros e destiladores da UFERSA campus Caraúbas**. 2014. 52 p. Monografia (Graduação). Curso de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Caraúbas, 2014.

HANSEN, Cândida. Saiba como escolher a água mineral mais saudável. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/vida-e-estilo/vida/noticia/2013/12/saiba-como-escolher-a-agua-mineral-mais-saudavel-4375561.html>>. Acesso em: 07 outubro. 2016.

INFORME Técnico. São Paulo: DDTH. et al, dezembro 2009. Disponível em <ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/hidrica/doc/dta09_pergresp.pdf>. Acesso em: 15 julho. 2016.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR**. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MACHADO, Ubirajara. Recursos hídricos. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/recursos-hidricos>>. Acesso em: 21 julho. 2016.

MACIEL, Leticia. Efeitos do excesso de sódio no corpo. Disponível em: <<http://revistavivasaude.uol.com.br/clinica-geral/efeitos-do-excesso-de-sodio-no-corpo/127/#>>. Acesso em: 07 outubro. 2016.

MARCON et al. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, XII, 2014, Natal. Análise das águas do aquífero Jandaíra em apoio ao programa água doce no rio grande do Norte (PAD/RN). Natal: ABRH, 2014, 10p.

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 agosto de 2016.

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.

METHACQ. Como coletar amostras de água de modo a evitar contaminação. Disponível em: <<http://www.methacq.com.br/noticia/como-coletar-amostras-de-agua-de-modo-a-evitar-contaminacao.html>>. Acesso em: 10 maio. 2016.

MILHOME, Maria. A. L. et al. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Eng Sanit Ambient**, Fortaleza, v.14 n.3, p.363-372 jul/set. 2009.

ONU Brasil. Rio+20. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/temas-agua/>>. Acesso em: 06 julho. 2016.

PÁDUA, Helcias. Água com Dureza e Alcalinidade Elevada. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/250/agua-com-dureza-e-alcalinidade-elevada>>. Acesso em: 28 outubro. 2016.

PASSOS, T. M. et al. Avaliação do efeito do ozônio na eliminação de microorganismos provenientes de amostras de esgoto. In: XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2014. 724-727p.

POLI-UPE. Apostila de química geral; as águas naturais. Curso: Engenharia Civil, 10p. 2003. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYXoAH/apostila-quimica-geral-parte-01#>>.

REBOUÇAS, Aldo da. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007>. Acesso em: 07 setembro. 2016.

REITER, Geise R. **Qualidade da água de poços artesianos e eficiência dos filtros residenciais em Cruzeiro do Sul**. 2007. 68 f. Monografia (Graduação) —Curso de Ciências Biológicas. Centro Universitário Univates. Lajeado. 2007.

RENOVATO, et al. Tecnologia e inovação para o semiárido. In: Congresso de Iniciação Científica do IFRN, IX, 2013, Currais Novos. Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de pau dos ferros (rn) – ph, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade. Currais Novos-RN: IFRN, 2013, 879-888p.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.

RIGOBELLO, E. C. et al. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.

SABIA, Rodolfo. J. at al. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Producao, XXXIII, 2013, salvador. Contaminação dos metais pesados em águas superficiais provocados por resíduos industriais dispostos no lixão de Juazeiro do Norte- CE. Salvador: ENEGEP, 2013. 1-6p.

SCHMIDT, Elisabete. **Estudo e qualidade das águas subterrâneas na região sudoeste do município de Estrela - RS**. 2006. 91 f. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2006.

SOCIEDADE ATIVA. Constantes problemas de vazamentos vem prejudicando o abastecimento urbano de Caraúbas (RN). Disponível em:
<<http://www.sociedadeativa.net/2013/01/constantas-problemas-de-vazamentos-vem.html>>.
Acesso em: 10 maio. 2016.

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 Prodema**, Fortaleza, v.8, n.1, p.26-45, abr.2014.

FERREIRA, W. J. Aula sobre Ciclo Hidrológico, Chuva e Nuvem. Disponível em: <<http://profwladimir.blogspot.com.br/2012/02/texto-sobre-agua-ciclo-hidrologico.html>>. Acesso em: 04/10/2016.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

STRACI, Larissa. Água dura e seus riscos. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/noticias/agua-dura-e-seus-riscos>>. Acesso em: 07 outubro. 2016.

STRUCKMEIER, W. Água subterrânea – reservatório para um planeta com sede?. Ted Nield. Tradução Braga Pangeo. In: CONFERÊNCIA PLANETATERRA, CIÊNCIAS DA TERRA PARA A SOCIEDADE, 2008, Lisboa. 16p.

TAKEDA, Tatiana. A evolução histórica do uso da água. Disponível em: <http://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=1447>. Acesso em: 01 setembro. 2016.

VILLAS.M; BANDERALI. M. Como e porque medir a Condutividade Elétrica com sondas multiparâmetros?. Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros>>. Acesso em: 27 setembro. 2016.

WHO (World Health Organization). Guidelines for drinking-water quality - 4th ed. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2011. 564p.

WIKIPÉDIA. Caraúbas (Rio Grande do Norte). Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cara%C3%BAbas_\(Rio_Grande_do_Norte\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cara%C3%BAbas_(Rio_Grande_do_Norte))>. Acesso em: 05 agosto. 2016.

APÊNDICE

Tabela 12 - Tabela de média e desvio padrão dos resultados referentes as análises laboratoriais.

AMOSTRAS	MÉDIA/DESVIO PADRÃO								
	PH	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	CÁLCIO (mg/L)	DUREZA TOTAL (mg/L)	POTÁSSIO (mg/L)	SÓDIO (mg/L)	MAGNÉSIO (mg/L)	CLORETO (mg/L)	SALINIDADE (‰)
Alto de S. Severino	7,3 $\pm 0,9$	471,9 $\pm 5,2$	35,7 $\pm 6,5$	157,1 $\pm 9,5$	14,3 $\pm 2,3$	69,0 $\pm 0,0$	17,8 $\pm 3,1$	147,7 $\pm 10,2$	0,2
Guido Gurgel	7,8 $\pm 0,3$	493,7 $\pm 3,8$	25,7 $\pm 6,3$	151,0 ± 0	11,7 $\pm 0,0$	69,0 $\pm 0,0$	21,1 $\pm 3,8$	153,6 $\pm 10,2$	0,3
Centro	8,2 $\pm 0,4$	494,5 $\pm 4,4$	18,3 ± 0	140,3 $\pm 2,6$	13,0 $\pm 2,3$	61,3 $\pm 13,3$	23,0 $\pm 0,6$	141,8 $\pm 0,0$	0,2
Boa Vista	8,3 $\pm 0,4$	488,7 $\pm 2,6$	20,2 ± 0	109,8 $\pm 35,7$	18,2 $\pm 2,3$	99,7 $\pm 13,3$	19,4 $\pm 0,8$	159,5 $\pm 0,0$	0,3
Ufersa	8,7 $\pm 0,3$	547,6 $\pm 7,8$	20,2 ± 0	129,7 $\pm 2,6$	49,5 $\pm 2,3$	138,0 $\pm 23,0$	19,3 $\pm 0,6$	153,6 $\pm 20,5$	0,3
Sebastião Maltez	8,0 $\pm 0,2$	450,8 $\pm 5,7$	58,6 $\pm 3,7$	144,9 $\pm 2,6$	14,3 $\pm 2,3$	69,0 $\pm 0,0$	1,9 $\pm 0,6$	141,8 $\pm 0,0$	0,2
Aroldo Maia	8,3 $\pm 0,3$	460,4 $\pm 5,7$	48,9 $\pm 2,8$	143,4 $\pm 2,6$	11,7 $\pm 0,0$	53,7 $\pm 13,3$	5,2 $\pm 1,3$	141,8 $\pm 0,0$	0,2

Leandro Bezerra	8,5 ±0,1	442,7 ±6,9	47,6 ±1,8	143,4 ±5,3	11,7 ±0,0	69,0 ±0,0	5,9 ±1,7	141,8±0,0	0,2
Água Alternativa	7,3 ±0,2	170,6 ±2,1	10,4 ±2,1	32,0 ±0	16,9 ±2,3	69,0 ±0,0	2,2 ±0	106,4±0,0	0,2

Fonte: Autor (2016).

ANEXO A

Tabela 13 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2012.

Mês	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)		
	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade
Jan	30	35	28	30	39	36
Fev	30	22	21	30	15	14
Mar	30	28	28	30	31	27
Abr	30	29	28	30	32	30
Mai	30	23	09	30	30	30
Jun	30	32	08	30	32	32
Jul	30	30	21	30	30	29
Ago	30	37	30	30	37	36
Set	30	14	14	30	16	16
Out	30	29	29	30	37	37
Nov	30	30	26	30	30	30

Dez	30	35	32	30	32	32
TOTAL 2012	360	344	274	360	361	349
PADRÃO	0,2 a 2,0			≤ 5,0		

Fonte: CAERN (2013).

ANEXO B

Tabela 14 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2013.

	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)		
Mês	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade
Jan	30	35	35	30	40	40
Fev	30	28	26	30	29	29
Mar	30	28	28	30	32	31
Abr	30	31	31	30	35	34
Mai	30	20	20	30	23	23
Jun	30	35	35	30	40	40
Jul	30	28	28	30	32	31
Ago	30	28	28	30	39	39
Set	30	24	22	30	32	29
Out	30	34	27	30	43	42
Nov	30	32	20	30	32	31

Dez	30	22	20	30	30	29
TOTAL 2013	360	345	320	360	407	398
PADRÃO	0,2 a 2,0			$\leq 5,0$		

Fonte: CAERN (2014).

ANEXO C

Tabela 15 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2014.

Mês	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)		
	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade
Jan	30	27	27	30	40	38
Fev	30	29	29	30	38	36
Mar	30	33	33	30	39	38
Abr	30	21	21	30	24	24
Mai	30	31	31	30	38	36
Jun	30	29	28	30	32	31
Jul	30	33	33	30	38	38
Ago	30	28	26	30	31	31
Set	30	24	21	30	25	25
Out	30	42	42	30	50	46
Nov	30	30	30	30	35	33

Dez	30	50	50	30	60	60
TOTAL 2014	360	377	372	360	450	436
PADRÃO	0,2 a 2,0			≤ 5,0		

Fonte: CAERN (2015).

ANEXO D

Tabela 16 - Dados dos relatórios anuais de qualidade de água ofertada pela CAERN no ano de 2015.

	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)		
Mês	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade	Mínimas obrigatórias	Analizadas	Em conformidade
Jan	30	30	30	30	36	35
Fev	30	30	29	30	35	35
Mar	30	45	45	30	55	53
Abr	30	36	36	30	44	42
Mai	30	51	48	30	58	58
Jun	30	41	40	30	48	48
Jul	30	50	50	30	59	59
Ago	30	40	40	30	46	46
Set	30	41	40	30	48	48
Out	30	40	40	30	47	46
Nov	30	40	40	30	46	46

Dez	30	48	40	30	48	48
TOTAL 2015	360	492	478	360	570	564
PADRÃO	0,2 a 2,0			≤ 5,0		

Fonte: CAERN (2016).