



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO

LILY CRISTIANE MARINHO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DO
MUNICÍPIO DE BARRA DE SANTA ROSA-PB**

CUITÉ – PB

2015

LILY CRISTIANE MARINHO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DO
MUNICÍPIO BARRA DE SANTA ROSA-PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande, como forma de obtenção do Grau de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Denise Domingos da Silva

CUITÉ – PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S237a Santos, Lily Cristiane Marinho dos.

Avaliação de propriedades físico-químicas de águas do município de Barra de Santa Rosa - PB. / Lily Cristiane Marinho dos Santos. – Cuité: CES, 2015.

63 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Dr^a. Denise Domingos da Silva.

1. Água. 2. Água - propriedades físico-químicas. 3. Caracterização. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 556

LILY CRISTIANE MARINHO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁGUAS DO
MUNICÍPIO BARRA DE SANTA ROSA-PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como forma de obtenção do Grau de Licenciada em Química.

Aprovada em ___/ ___/ ____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Denise Domingos da Silva (Orientadora) – UFCG/CES

Prof. Dr. José Carlos Oliveira Santos – UFCG/CES

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – UFCG/CES

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. A minha mãe Eugênia que sempre me apoiou e acima de tudo acreditou e embarcou neste meu sonho. A vocês dois meus filhos Juliana e Kaylan, o meu profundo e eterno agradecimento. Meu esposo Ariclênes e a toda minha família que, com muito carinho e apoio não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

In Memória: A meu pai Edivaldo, que ainda vivo me incentivou a realizar este sonho, e me inspirou, através do nosso eterno laço de afeto. Ao meu avô José Marinho e a minha querida amiga Celia, um muito obrigado, por ter me ensinado a viver, apesar das barreiras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação comigo foi em alguns momentos, a esperança para seguir, te agradeço pelos momentos que entendeu a minha ausência e ficou do lado dos meus filhos. Pai, sua perca durante a caminhada me fez pensar em desistir, mais pelo amor que sentias por mim consegui forças para prosseguir e a certeza de que não estava sozinha nessa caminhada.

Aos meus filhos, peço desculpas pela ausência, pelas noites que ficaram acordados me esperando chegar da universidade, pelos finais de semanas que tivemos que abrir mão de ficarmos juntos por causa dos estudos.

Agradeço também ao meu esposo, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, sempre apoiando nos momentos de dificuldades.

À professora Denise Domingos, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo do trabalho.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

Aos meus amigos e colegas, que sempre estiveram comigo me ajudando e incentivando nesta caminhada árdua e prazerosa.

À Universidade Federal de Campina Grande por viabilizar a realização deste trabalho.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente para a minha formação profissional.

*“No que diz respeito ao empenho,
ao compromisso, ao esforço, à
dedicação, não existe meio termo.
Ou você faz uma coisa bem feita
ou não faz.”*

(AYRTON SENNA)

RESUMO

A água é de fundamental importância para a vida de todas as espécies. O Brasil é um país privilegiado com relação à disponibilidade de água, detém 53% do manancial de água doce disponível na América do Sul. Os climas equatorial, tropical e subtropical que atuam sobre o território, proporcionam elevados índices pluviométricos. No entanto, mesmo com grande disponibilidade de recursos hídricos, o país sofre com a escassez de água potável em alguns lugares. A água doce disponível em território brasileiro está irregularmente distribuída: aproximadamente, 72% dos mananciais estão presentes na região amazônica, restando 27% na região Centro-Sul e apenas 1% na região Nordeste do país. No município de Barra de Santa Rosa-PB (inserido no Polígono das Secas) poucos estudos foram realizados sobre as características das águas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas de amostras de águas localizadas no Município de Barra de Santa Rosa – PB. A metodologia envolveu coletas de amostras de águas de quatro residências na zona urbana da cidade e três amostras do açude dos Poleiros (o mesmo fornece água para o abastecimento da cidade). Os parâmetros estudados foram pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade total, dureza total e cloretos. As análises da dureza para as águas da rede de abastecimento foram elevadas; acima de 350 mg.L⁻¹ de CaCO₃, essas águas estão classificadas como muito duras. As águas do açude são classificadas como duras pois estão com os valores entre 100 e 200 mg.L⁻¹ de CaCO₃. A alcalinidade variou entre 41 a 50 mg.L⁻¹, e as medidas de condutividade elétrica apresentaram valores bem próximos variando entre 3,38 a 3,46 mS.cm⁻¹, já para os sólidos dissolvidos totais apresentaram valores muito altos, acima do permitido pelo Ministério da Saúde. Portanto para as águas de abastecimento e do açude dos Poleiros os parâmetros físico-químicos avaliados se encontram dentro do padrão de aceitabilidade para consumo humano.

Palavras-chave: Águas, propriedades físico-químicas, recursos hídricos.

ABSTRACT

Water is of fundamental importance for the life of all species. Brazil is a privileged country regarding the availability of water, holds 53% of the fresh water source available in South America. The equatorial climates, tropical and subtropical acting on the territory, offering high rainfall. However, even with great availability of water resources, the country suffers from a shortage of drinking water in some places. Fresh water available in Brazil is unevenly distributed: approximately 72% of the water sources are present in the Amazon region, leaving 27% in the South Central region and only 1% in the Northeast region of the country. In the city of Barra de Santa Rosa-PB (inserted in the Drought Polygon) few studies have been conducted on the characteristics of the water. This study aims to evaluate the physical and chemical properties of water samples located in the municipality of Barra de Santa Rosa - PB. The methodology involved collection of four residential water samples in the urban area and three reservoir samples from perches (it provides water to supply the city). The parameters studied were pH, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids, total alkalinity, total hardness and chloride. Analyses of hardness to the supply network of waters were high; above $350 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$, these waters are classified as very hard. The dam waters are classified as hard as they are with values between 100 and $200 \text{ mg.L}^{-1} \text{ CaCO}_3$. The alkalinity ranged from 41 to 50 mg.L^{-1} , and electrical conductivity measurements showed a very close values between 3.38 to 3.46 mS.cm^{-1} , while for the total dissolved solids had very high values, above permitted by the Ministry of Health - Ordinance. So for drinking water and dam of perches most analyzed physical and chemical parameters are within the acceptable standard for human consumption.

Keywords: Waters, physicochemical properties, water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Distribuição da água na terra.....	17
Figura 02: Ciclo hidrológico.....	18
Figura 03: Distribuição da água doce no mundo.	21
Figura 04: Sistema de abastecimento de água.....	27
Figura 05: Município de Barra de Santa Rosa.....	29
Figura 06: Pontos de coleta na zona urbana do município de Barra de Santa. Rosa- PB	32
Figura 07: Açude dos Poleiros.....	33
Figura 08: pHmetro.....	35
Figura 09: Condutivímetro.	36
Figura 10: Procedimento de determinação da dureza	36
Figura 11: Turbidímetro.	37
Figura 12: Fluxograma de análise da alcalinidade.....	39
Figura 13: Ponto final da titulação.....	44
Figura 14: Formação de Complexo cálcio-EDTA.....	44
Figura 15: Titulação com AgNO_3 $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$	48
Figura 16: Titulação de neutralização.	50

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Distribuição de recursos hídricos e população por região do Brasil.....	22
Tabela 2: Pontos de coleta das amostras.....	32
Tabela 3: Medidas de pH/desvio padrão das amostras de águas.....	40
Tabela 4: Medidas de turbidez e desvio padrão das amostras.....	42
Tabela 5: Volumes gastos de EDTA, dureza das amostras e desvio padrão.....	45
Tabela 6: Classificação da Água quanto à Dureza.....	46
Tabela 7: Volumes gastos de AgNO_3 , cloreto das amostras e desvio padrão.....	49
Tabela 8: Volumes gastos de ácido H_2SO_4 , alcalinidade e desvio padrão.....	51
Tabela 9: Medidas de condutividade elétrica e desvio padrão das amostras.....	53
Tabela 10: Sólidos dissolvidos totais das amostras de águas.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores de pH/desvio padrão das águas amostras.....	41
Gráfico 2: Valores de turbidez/Desvio padrão das amostras.....	43
Gráfico 3: Valores de dureza/desvio padrão das águas.....	47
Gráfico 4: Valores de cloreto/desvio padrão das águas.....	49
Gráfico 5: Valores da alcalinidade/ Desvio padrão das amostras.....	52
Gráfico 6: Valores de condutividade elétrica/desvio padrão das águas.....	54
Gráfico 7: Valores dos sólidos dissolvidos totais.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1. Água	17
3.2. Classificação das águas	20
3.2.1. Águas doces.....	20
3.2.2. Águas salinas.....	21
3.2.3. Águas salobras.....	21
3.3 Recursos Hídricos	22
3.4. Necessidade dos serviços da água e sistemas de abastecimento	23
3.5. Estação de Tratamento de águas	24
3.5.1. Desinfecção.....	24
3.5.2. Coagulação.....	24
3.5.3. Floculação.....	25
3.5.4. Decantação.....	25
3.5.5. Filtração.....	25
3.5.6. Correção do pH.....	26
3.5.7 Distribuição.....	26
3.6. Elementos que compõem um sistema de abastecimento	26
3.7. Consumo de água	27
3.7.1. Consumo doméstico.....	27
3.7.2. Consumo comercial e industrial.....	27
3.7.3. Consumo público.....	28
3.7.4. Perdas.....	28
3.8. Caracterização do Município de Barra de Santa Rosa	28
3.9. Aspectos físicos	29
3.9.1 Cor.....	30
3.9.2. Gosto e odor.....	30
3.9.3. Turbidez.....	30
3.9.4. Medidas de pH.....	30

3.10. Análises químicas.....	31
4. METODOLOGIA.....	32
4.1. Área de estudo.....	32
4.2. Local de execução da pesquisa.....	33
4.3. Processo de Amostragem.....	33
4.4. Procedimento para coleta das amostras.....	34
4.5. Recipientes utilizados para a coleta das amostras.....	34
4.6. Análises físico-químicas.....	34
4.7. Medidas de pH.....	34
4.8. Condutividade.....	35
4.9. Determinação da dureza.....	36
4.10. Determinação dos cloretos.....	37
4.11. Turbidez.....	37
4.12. Sólidos Dissolvidos Totais.....	38
4.13. Alcalinidade.....	38
4.13.1. Preparo da solução de carbonato de sódio 0,02 mol.L ⁻¹	38
4.13.2. Padronização da solução de H ₂ SO ₄	38
4.13.3. Determinação da Alcalinidade.....	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1. Medidas de pH das amostras.....	40
5.2. Análise da Turbidez.....	41
5.3. Dureza das amostras coletadas.....	43
5.4. Determinação dos cloretos.....	47
5.5. Alcalinidade.....	50
5.6. Condutividade elétrica.....	52
5.7. Sólidos dissolvidos totais (SDT).....	54
6. CONCLUSÕES.....	57
7. REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

A água faz parte do patrimônio do nosso planeta. Cada continente, cada povo, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano e sem ela não poderia conceber a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura como são. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no Art. 30 da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DDH, 2005).

A água é um elemento essencial para a vida de todas as espécies, sendo responsável pelo transporte de nutrientes em nosso organismo, regula a temperatura corporal, participa de todas as reações químicas no nosso organismo, entre outras funções essenciais para manutenção da vida. No entanto, mesmo sabendo de todos esses aspectos benéficos proporcionados por esse recurso natural, o homem, através de suas atividades econômicas e industriais, vem alterando drasticamente a quantidade e, principalmente, a qualidade da água disponível na Terra.

A água é o constituinte mais característico da terra é talvez o recurso mais precioso que a terra fornece à humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os seres humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais e salvar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos terrestres.

Na terra a água é precursora da vida. É através da água que os nutrientes chegam até as plantas, percorrem os organismos, pelo sangue nos animais e pela seiva nos vegetais, chegando até as células. A água é a principal substância do citoplasma celular. Através da água os animais eliminam as toxinas de seus corpos e regulam a temperatura dos mesmos. Portanto, é impossível conceber a vida, sem água no estado líquido.

É a substância mais abundante da biosfera, onde a encontramos em seus três estados: sólidos, líquido e gasoso, o comportamento majoritário dos seres vivos, podendo representar 65% a 95% de massa da maior parte das formas vivas. Possui extraordinárias propriedades físico-químicas que são responsáveis por sua importância biológica (MACEDO, 2007).

Quase toda a água do planeta está concentrada nos oceanos. Apenas uma pequena fração (menos de 3%) está em terra e a maior parte desta está sob a forma de gelo e neve ou abaixo da superfície (água subterrânea). Só uma fração muito pequena (cerca de 1%) de toda

a água terrestre está diretamente disponível ao homem e aos outros organismos, sob a forma de lagos e rios, ou como umidade presente no solo, na atmosfera e como componente dos mais diversos organismos. Por esta razão, a água está presente como componente essencial da biosfera, participando da maioria dos fenômenos naturais. Isto torna seu estudo de grande importância (LENZI, 2012).

As populações que habitam regiões semiáridas tem a falta de água como principal fator limitante para a sobrevivência e melhoria na qualidade de vida. Nesta região a carência hídrica ocorre pela irregularidade de chuvas que é concentrado em quatro meses com uma variabilidade interanual e pela má qualidade das águas disponíveis (AMORIM e PORTO, 2001).

Durante a maior parte do ano verifica-se um longo período, geralmente chamado de estiagem, sem a ocorrência de eventos significativos de precipitação pluviométrica (SOUZA, 2011).

A falta de água no semiárido nordestino, caracterizada principalmente pela irregularidade das chuvas e pela má qualidade das águas disponíveis, reflete altos índices de doenças de veiculação hídrica.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo físico-químico da qualidade de amostras de águas do município de Barra de Santa Rosa – PB, em residências localizadas na zona urbana da cidade e amostras do açude dos Poleiros (o mesmo fornece água para o abastecimento da cidade) e verificar se essas atendem aos padrões físico-químicos estabelecidos ideais para a saúde humana. No município poucos estudos foram realizados sobre o tratamento das águas, ele está inserido no Polígono das Secas. Por localizar se na região do Curimataú Paraibano, a mesma sofre muito com a escassez de chuvas durante vários meses até mesmo anos. O desenvolvimento do estudo contribuiu para observação do tratamento e qualidade das águas do referido município.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Avaliar as propriedades físico-químicas de amostras de águas localizadas no Município de Barra de Santa Rosa - PB.

2.2. Objetivos Específicos

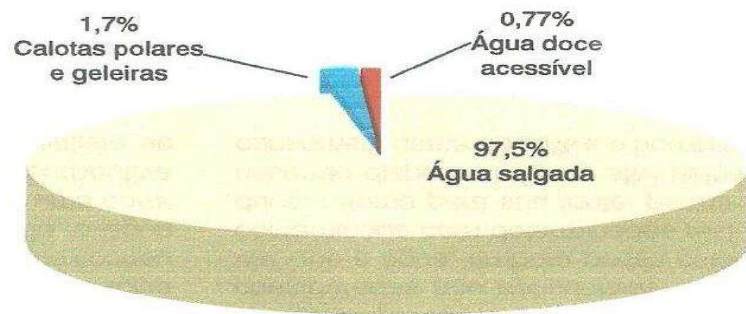
- Analisar as propriedades físico-químicas de águas.
- Medir pH, turbidez e a condutividade das amostras.
- Determinar a dureza total dessas águas.
- Determinar o teor de cloretos de águas.
- Determinar os sólidos dissolvidos totais.
- Avaliar a alcalinidade das amostras de águas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Água

De toda água na natureza 97,5% é salgada (mares e oceanos), e o restante 2,5% é representada pelos rios, lagos e fontes subterrâneas, no entanto a maior parte desse percentual não tem aproveitamento direto, pois formam geleiras e lençóis profundos, onde a captação se torna economicamente inviável. Desse percentual aproveitável, cerca de 0,3%, a maior parte está poluída ou não oferece condições economicamente viáveis para tratamento. O Brasil possui 8% da reserva de água doce do mundo. Desse total 80%, encontram-se na Região Amazônica, os 20% restantes distribuem-se nas demais regiões, onde está a grande maioria da população brasileira (FREITAS, 2001).

Figura 01: Distribuição da água na terra.



Fonte: Grassi, 2001.

Embora a água esteja presente nos mais variados recantos, os belos cenários formados pelos oceanos e rios só se conhecem na terra, pois apenas nesse planeta foi, até o presente momento, comprovada a existência de água no estado líquido (LENZI, 2012).

Estima-se entre $1,36 \times 10^9$ a $1,46 \times 10^9$ km³ o volume de água no planeta e aproximadamente 97% correspondem aos mares, oceanos e lagos de água salgada. Ainda que a dessalinização como tecnologia de potabilização tenda a crescer, a água doce disponível, via de regra, constitui-se na alternativa de abastecimento mais facilmente acessível às populações. No Brasil, por exemplo, a parcela habitada do arquipélago de Fernando de Noronha/PE é abastecida durante o período de escassez de chuvas por meio de uma unidade de dessalinização de osmose inversa, bem como diversas cidades – Riad (Arábia Saudita), Barcelona (Espanha), Cingapura, entre outras são parcial ou totalmente abastecidas por meio de captação de água do mar (LIBÂNIO, 2010).

A água é o elemento mais abundante na Terra e também aquele de que o nosso organismo mais necessita. Mais de 60 % do corpo humano é constituído por água, distribuída em vários órgãos do corpo.

A água é uma substância encontrada na natureza nos três estados físicos: sólido, líquido e vapor. Todo organismo existente depende dela para sobreviver, sendo necessário para isto apresentar condições físicas e químicas adequadas, além de disponibilidade. Exigindo-se para tal, quantidade adequada em uma dada região e qualidade satisfatória para suprir as necessidades de determinado conjunto de seres vivos.

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, acontece através da evaporação das águas oceânicas e da precipitação, principalmente, é responsável pela reposição da água doce encontrada no planeta (GRASSI, 2001). A Figura 02 mostra o ciclo hidrológico.

Figura 02: Ciclo hidrológico.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/288587/>

A água é encontrada na natureza sob aspectos diferentes, isso é, a água que bebemos que utilizamos no preparo de nossa alimentação, que encontramos nos rios e mares, apresenta-se sob a forma líquida ou estado líquido. Já a que encontramos em nossas geladeiras em forma de gelo, ou a neve existente nos lugares muito frios e altos, apresenta-se na forma sólida ou estado sólido. E aquela que sai de uma chaleira quente, por exemplo, apresenta-se em forma de vapor ou estado gasoso. Apesar da água existir nos três estados físicos, esses não são fixos, podendo a água passar de um estado para o outro de acordo com as condições a que for submetida.

Ela pode ser composta em dois gases, o oxigênio e o hidrogênio na proporção de duas moléculas de hidrogênio reagindo com uma molécula de oxigênio. Analisando quimicamente, verificamos que ela é insípida (sem gosto), inodora (sem cheiro) e incolor (sem cor). Essas características são próprias de águas puras; no caso de águas impuras, consideramos outras características, como por exemplo, as águas dos açudes. Ao analisarmos esse tipo de água, ou seja, as águas dos açudes logo percebermos o acentuado cheiro característico, consequente da decomposição da matéria orgânica. Ainda em relação às águas impuras, notamos muitas vezes a presença de sabores diferentes; isso ocorre de acordo com a substância presente na água.

Quando retiramos água de uma fonte e a colhemos em um copo transparente, por sua aparência, julgamos ter em nossas mãos um copo de água pura. A análise visual, nesse caso, não basta para fazermos tal afirmação. Teríamos que realizar análises químicas e, assim, averiguar a existência, de outras substâncias químicas nela dissolvidas, caracterizando, portanto, uma solução.

Devido à grande facilidade da água dissolver substâncias presentes na natureza, não temos água pura e sim uma solução, na qual poderemos não só encontrar as mais variadas substâncias químicas, como também uma enorme variedade de microrganismos que nela habitam.

Devemos atentar para o fato de que a água entra em contato com, praticamente, toda a matéria existente na superfície do planeta, desde os gases que compõem a atmosfera até os materiais das profundidades dos solos. Este fato é de fundamental importância para que ela, ao realizar seu ciclo, contenha dissolvida demais variadas substâncias.

Para um bom controle da qualidade da água, as instituições responsáveis por sua potabilização devem realizar, periodicamente, análises bacteriológicas e físico-químicas. Com relação à análise bacteriológica verificarão a existência e a quantidade de microrganismos, identificando-os como prejudiciais ou não à saúde; ao passo que as análises físico química determinarão a existência e quantidade dos compostos químicos dissolvidos em água.

O tratamento dispensado à água varia conforme a finalidade: pode ter cunho econômico, isto é, a remoção ou redução de substâncias que impedem a utilização da água para fins industriais (dureza, agentes corrosivos, ferro, etc.), ou fins higiênicos e estéticos, ou seja, transformar uma água captada em potável. A complexidade desse tratamento depende das condições da água captada, e consiste basicamente na eliminação ou redução de organismos patogênicos, substâncias tóxicas e nocivas, substâncias orgânicas e minerais. Consistem também na adequação das suas propriedades físicas e organolépticas, sobretudo cor, turbidez, odor e sabor, para que ela não seja desagradável ao consumidor (LENZI, 2012).

No Brasil, o Ministério da Saúde é o responsável pelos parâmetros de potabilidade, bem como pela sua fiscalização, segundo consta na portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Nessa portaria, encontram-se as normas e os padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano (BRASIL, 1990).

3.2. Classificação das águas

As águas no Brasil são classificadas em três categorias: doces, salinas e salobras. Essa classificação procura preservar a qualidade das águas a fim de assegurar os seus usos. Para enquadramento do corpo d'água em uma das classes listadas, o mesmo deve apresentar um nível de qualidade compatível com as condições exigidas para aquela classe, isto é, deverá obedecer aos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução (FURTADO, KONIG, 2008).

De acordo com Furtado e Konig (2008), essas águas ainda podem ser classificadas em: águas doces, salinas e salobras.

3.2.1. Águas doces

Classe especial – águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

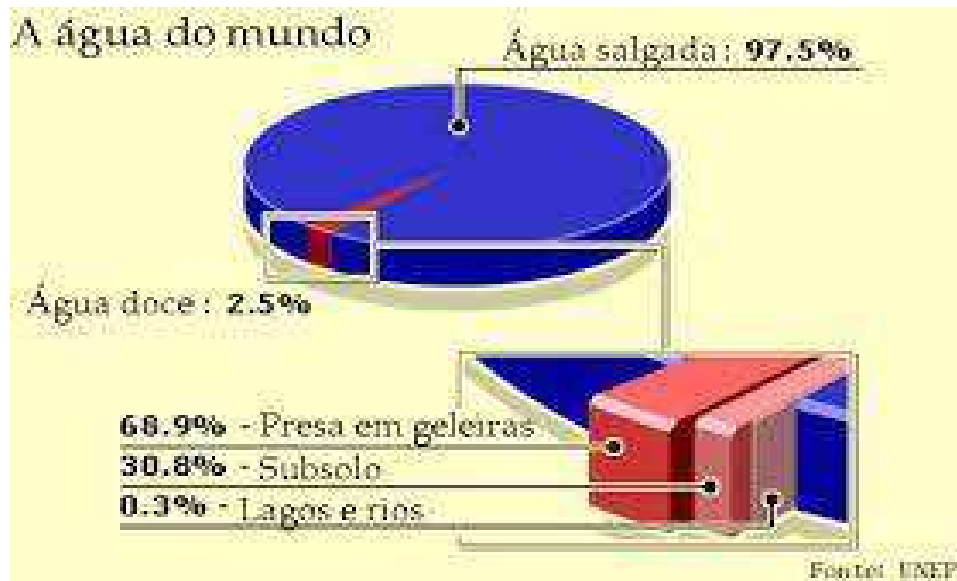
Classe 1 – águas que pode ser destinados ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

Classe 2 – águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); a irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3 – águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.

Classe 4 – águas destinadas à navegação à harmonia paisagística.

Figura 03: Distribuição da água doce no mundo.



Fonte: <https://www.google.com.br/imagens/UNEP>

3.2.2. Águas salina

Classe especial – águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades.

Classe 1 – águas que podem ser destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas e, à aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 2 – águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário.

Classe 3 – águas que podem ser destinadas à navegação e a harmonia paisagística.

3.2.3. Águas Salobras

Classe especial – águas destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral e à preservação do equilíbrio natural das comunidades.

Classe 1 – águas destinadas à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2 – águas destinadas à pesca amadora.

Classe 3 – águas destinadas à navegação e a harmonia paisagística.

3.3. Recursos Hídricos

A maior demanda por água no Brasil, como acontece em grande parte dos países, é a agricultura, sobretudo a irrigação, com cerca de 69% do total. O uso urbano responde por 11% da água, em seguida está à indústria com 7%, a pecuária com 11% e por último a dessedentação de animais (FURTADO e KONIG, 2008).

Embora dotado de significativa disponibilidade hídrica comparada à maioria dos países, o Brasil apresenta expressiva desuniformidade na distribuição no que tange às regiões mais populosas. A quase totalidade da população brasileira (95%) habita as quatro regiões que respondem por aproximadamente 27% da disponibilidade hídrica superficial do País (LIBÂNIO, 2010).

Os recursos hídricos disponíveis para os diversos usos ocorrem na superfície da terra em rios, riachos e lagos ou na sub-superfície, armazenados nos poros sedimentos arenosos ou fraturas de rochas cristalinas. A captação mais convencional desses mananciais é por intermédio de barramentos superficiais ou poços para captação da água subterrânea (COSTA, PUERARI e CASTRO, 2002).

O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada em relação a outros países quanto à quantidade de recursos hídricos. Estima-se que tenha aproximadamente 12% das reservas mundiais de água doce. O país possui uma grande quantidade de rios de grande porte e boa quantidade de águas no subsolo. Entretanto, mais de 73% das bacias de água doce presente no país encontra-se na região amazônica que tem apenas 5% da população. Assim os outros 95% dispõem apenas de 27% desse percentual.

Os recursos hídricos necessitam, portanto de uma gestão adequada, onde alternativas devem ser implementadas para garantir água em quantidade e qualidade necessária para vida humana (CARVALHO, 2008).

Tabela 1: Distribuição de recursos hídricos e população por região do Brasil.

REGIÃO	RECURSOS HÍDRICOS	POPULAÇÃO
NORTE	68%	7%
NORDESTE	3%	29%
SUDESTE	6%	43%
CENTRO-OESTE	16%	6%
SUL	7%	15%

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA, 2003).

Diversas causas podem contribuir, direta ou indiretamente, para a redução de recursos hídricos tais como:

- Urbanização crescente e sem planejamento;
- Infraestrutura urbana inadequada;
- Falha ou ausência de tratamento d'água;
- Falha ou falta de saneamento básico;
- Poluição das águas.

As dimensões continentais e os contrastes climáticos, populacionais e socioeconômicos fazem com que o Brasil apresente a semelhança do restante do mundo, uma distribuição irregular da quantidade de água para os diversos usos requeridos. A região semiárida, por exemplo, caracteriza-se principalmente pela escassez de água, decorrente da incidência de chuvas apenas em curtos períodos de três a cinco meses por ano, irregularmente distribuídos no tempo e no espaço. Essa característica causa uma forte dependência da intervenção do homem sobre a natureza no sentido de garantir por meio de obras de infraestrutura hídrica, o armazenamento de água para abastecimento humano e demais usos produtivos (GARJULLI, 2003).

3.4. Necessidade dos serviços da água e sistemas de abastecimento

À medida que crescem as populações, a sustentabilidade do uso humano da água depende fundamentalmente da adaptação das pessoas ao ciclo da água. Um dos problemas da crescente urbanização é o impacto que ela traz na poluição dos recursos hídricos limitando o seu uso (FURTADO e KONIG, 2008).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde a água destinada para o consumo humano considerada segura é aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde (FUNASA, 2009).

A água é essencial para nossa sobrevivência, sem ela não conseguimos sobreviver. Precisamos dela para realização de atividades domésticas (beber, tomar banho e cozinhar os alimentos), atividades agrícolas e industriais.

Para uso potável não basta apenas o processo de desinfecção, por exemplos com derivados clorados, mas para uso potável é necessário controles e tratamentos complementares para garantia da saúde dos usuários (MACEDO, 2007).

O homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e, outras, sendo um princípio considerar

a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças (BRASIL, 2006).

A água destinada ao consumo humano deve ser isenta de contaminantes químicos e biológicos, dentre os quais as bactérias, vírus, protozoários e helmintos são organismos patogênicos e que veiculados pela água podem, através de sua ingestão, parasitar os indivíduos (SOUZA, 1983).

Nos países em desenvolvimento o uso de água de má qualidade e condições precárias de saneamento, têm sido responsáveis pelos altos índices de mortalidade infantil e casos de doenças de veiculação hídricas, como surtos de doenças parasitárias que causam diarreia (FREITAS, 2001).

Um Sistema de Abastecimento de Água caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. Ele pode ser concebido para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações.

Quando a densidade demográfica em uma comunidade aumenta, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água. 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 que se destina (MEDEIROS, 2000).

3.5. Estação de Tratamento de águas.

3.5.1. Desinfecção

A desinfecção é uma etapa na qual se têm como objetivo a destruição de microrganismos patogênicos, neste caso o produto químico utilizado é o cloro que pode ser utilizado no início do tratamento (pré-cloração), na água decantada (inter-cloração) e na água filtrada (pós-cloração) (SABESP, 2006).

3.5.2. Coagulação

Nas estações de tratamento de águas, a coagulação é realizada na unidade de mistura rápida, podendo ser hidráulica ou mecanizada, nesta etapa destacam-se mecanismos nos quais

se têm a formação do ressalto hidráulico (vertedor *Parshall* ou retangular), injetores (tubos providos de orifícios) em tubulações forçadas ou em canais de água bruta, câmaras providas de agitadores mecanizados com diferentes tipos de rotores etc (BENARDO e GUSMÃO, 2003).

3.5.3. Floculação

Nesta etapa são fornecidas condições para facilitar o contato e a agregação de partículas previamente desestabilizadas por coagulação química, visando à formação de flocos com tamanho e massa específica que favoreçam sua remoção por sedimentação, flotação ou filtração direta. A eficiência da unidade de floculação depende do desempenho da unidade de mistura rápida, a qual é influenciada por fatores como o tipo de coagulante, pH de coagulação, temperatura da água, concentração e idade da solução de coagulante, tempo e gradiente de velocidade da mistura rápida, tipo e geometria do equipamento de floculação e qualidade da água bruta (BENARDO e GUSMÃO, 2003).

3.5.4. Decantação

A decantação é o processo no qual se retiram os flocos formados pela agregação de impurezas durante a floculação. A separação entre o decantador e floculador é feita por uma cortina de madeira ou difusos, evitando assim que se propague para o decantador a turbulência criada no floculador, os flocos são depositados formando uma camada de lodo que é arrastada para um poço no centro do decantador (SABESP, 2006).

3.5.5. Filtração

A filtração é o processo de remoção de impurezas, na filtração rápida as impurezas são retidas ao longo do meio filtrante, em contraposição à ação superficial, em que a retenção é significativa apenas no topo do meio filtrante. Independente da condição de filtração, após certo tempo de funcionamento há necessidade da lavagem do filtro. A filtração pode ser realizada com taxa constante ou declinante, dependendo das características de entrada e saída das unidades de uma bateria. No caso da filtração com taxa constante no interior do filtro, de forma que equipamentos de controle podem ou não ser necessários. Como consequência negativa pode ocorrer à elevação da turbidez e o aumento do número de microrganismos (BERNARDO e GUSMÃO, 2003).

3.5.6. Correção do potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a correção do pH, é comum o uso de Cal que pode ser aplicada em três etapas: na pré-alcalização (água bruta), inter-alcalinização (água decantada) e na pós alcalinização (água filtrada) (SABESP, 2006).

Na pré-alcalinização ajusta-se o pH de alcalinização, na inter-alcalinização a cal auxilia o ajuste do pH final e facilita a remoção de compostos indesejáveis e na pós-alcalinização ajusta-se o pH final da água evitando a corrosão das tubulações (SABESP, 2006).

3.5.7. Distribuição

Após a filtração, a água passa por uma unidade de mistura onde são adicionados cal, cloro e flúor, sendo então distribuída para a população, devendo atender a parâmetros da Portaria 518 do Ministério da Saúde.

3.6. Elementos que compõem um sistema de abastecimento

Um sistema de abastecimento (Figura 04) pode ser constituído principalmente pelos seguintes itens:

- Uma fonte de abastecimento. Esta fonte pode ser um lago natural ou artificial, um rio, nascente ou poço.
- Um reservatório, de maneira que possa ser armazenada uma quantidade de água suficiente para abastecer a cidade em determinados períodos nos quais o consumo seja maior que a média diária.
- Um sistema de tubulação para conduzir a água de abastecimento até a cidade.
- Uma estação de tratamento, para a remoção das impurezas e ajustamento da referida qualidade para o consumo humano.
- Uma rede de distribuição, dotada de tubos através da qual a água pode chegar a todos os pontos da cidade.

Alguns sistemas podem ser reduzidos possuindo apenas uma fonte de abastecimento, um sistema de tubulação para condução da água ao município e uma pequena rede distribuidora.

Figura 04: Sistema de abastecimento de água.



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/366587/>

3.7. Consumo de água

As principais formas de consumo de água podem ser classificadas em quatro classes gerais: consumo doméstico; consumo industrial e comercial; consumo público e perdas e vazamentos.

3.7.1. Consumo doméstico

É constatado que o consumo doméstico, ou seja, o consumo de água em cada residência é maior em casas de pessoas de classe média do que nas casas de pessoas de classes inferiores (HARDENBERGH, 1964). Tal fato é provocado principalmente pelo padrão de vida tomado pela pessoa, que possui em sua residência um maior número de instalações e aparelhos, além do hábito do consumo de água em maior profusão (AZEVEDO e RICHTER, 1991).

3.7.2. Consumo comercial e industrial

A quantidade de água consumida aumenta na mesma proporção em que a cidade se desenvolve. Em cidades residenciais, o consumo costuma ser menor do que em cidades manufatureiras. Nestas últimas, o consumo é maior devido ao desenvolvimento do comércio e instalações de indústrias. É importante ressaltar que o consumo não é medido principalmente

através do número de habitantes da região, e sim através do tipo de indústria (AZEVEDO e RICHTER, 1991).

Outro importante uso da água está junto ao segmento industrial, que, em razão de suas diferentes e anômalas propriedades, utiliza a água como matéria prima e reagente, como veículo de suspensão de materiais em fase sólida e, entre outras aplicações, até mesmo como fonte de energia, por meio da geração de vapor d'água (SILVA e KULAY, 2006).

3.7.3. Consumo público

O consumo público depende bastante das peculiaridades da região beneficiada. A infraestrutura da localidade é uma característica marcante na determinação desta forma de consumo. Tal fato é explicado pela presença de parques, praças, jardins, entre outras estruturas, que necessitam de água para a irrigação e outras finalidades (HARDENBERGH, 1964).

3.7.4. Perdas

A quantidade de água perdida por vazamentos e desperdícios é demasiadamente grande e consiste em um fato que deve ser levado em consideração para o projeto de um sistema (OLIVEIRA, 2009). As causas são numerosas, podendo ser principalmente devido a juntas defeituosas na tubulação, tubos quebrados ou com qualquer outro tipo de dano, ligações com vazamentos, registros de tanques e bacias defeituosos, que permitem um vazamento contínuo (HARDENBERGH, 1964).

Segundo Hespanhol (2008), um dos pilares do uso eficiente da água é o combate incessante às perdas e aos desperdícios - no caso do Brasil a média de perdas nos sistemas de abastecimento é de 40%.

3.8. Caracterização do município de Barra de Santa Rosa-PB

A área de estudo esta localizada no Município de Barra de Santa Rosa-PB, localizada região do Curimataú Paraibano.

A população de Barra de Santa Rosa segundo o IBGE (2010) é de 14.157 (quatorze mil cento e cinquenta e sete) pessoas. A área territorial do município, segundo o IBGE/2010, é de 775,658 km², apresentando uma densidade demográfica de 17,16 hab/km². Barra de Santa Rosa está inserida nos domínios da bacia hidrográfica do rio Curimataú. Tem como principais tributários são os rios da Caraiqueira, Curimataú e Guandu e os riachos do Soares, da

Ramada, do Bom Bocadinho, Fechado, do Guandu, Fundo, da Cruz, das Caraibeiras, Peleiro, da Piaba, das Meninas, da Acauã, Samambaia, Riachão, do Cantinho, Catolé, do Lajedo, da Gangorra, do Espinheiro, do Inácio, da Barriguda, do Catucaí, do Urubu, da Bola, da Cachoeira, da Catingueira, do Sabão, Souto, do Salgado, dos Barreiros, do Padre e Jandaíra, todos de regime intermitente. Conta ainda com os açudes Poleiros (capacidade máxima: 7.933.700 m³, volume atual: 1.044.048 m³) o mesmo abastece a cidade e o Açude Público Curimataú.

Figura 05: Município de Barra de Santa Rosa.



Fonte: [http:// www.barradesantarosa.pb.gov.br](http://www.barradesantarosa.pb.gov.br)

3.9. Aspectos físicos

As características físicas das águas de abastecimento encerram comumente o impacto de imediato ao consumidor, podendo, com alguma frequência, concorrer para recusa da água distribuída pela concessionária. Quando tal se sucede, a opção de abastecimento recai para fonte alternativa, não necessariamente segura. Esta percepção imediata abarca os sentidos da visão (turbidez e cor), paladar e olfato (sabor e odor) (LIBÂNIO, 2010).

São determinadas por meios de análise as características da água como: turbidez, cor e pH. O sabor e odor da água também são parâmetros determinados na análise.

3.9.1. Cor

A cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por esse motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas (MACEDO, 2007).

A cor pode ser removida facilmente da água pelo processo de coagulação e floculação. Em alguns casos, quando a cor encontra-se extremamente elevada, a remoção pode ser

realizada integralmente através do processo de oxidação química, utilizando-se permanganato de potássio, cloro, ozônio ou qualquer outro oxidante poderoso (AZEVEDO e RICHTER, 1991).

A cor pode ser real (verdadeira), a qual se dá com a medida realizada com o filtrado da amostra de água após ter-se corrigido o pH para valores entre 7,0 e 7,5, ou aparente, obtida com a amostra natural e, que sofre interferência de coloidais e suspensas, além de microrganismos.

3.9.2. Gosto e odor

São características de difícil avaliação e decorrem de matéria excretada por algumas espécies de algas e de substâncias dissolvidas, com gases, fenóis e, em alguns casos, do lançamento de desejos industriais nos cursos de água.

A água pura não produz sensação de odor ou sabor nos sentidos humanos. Os produtos que conferem odor ou sabor à água são usualmente originados da decomposição da matéria orgânica ou atividade biológica de microrganismos, ou ainda de fontes industriais de poluição (MACEDO, 2007).

3.9.3. Turbidez

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção. Partículas constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, fontes de poluição que lançam materiais finos e outros (MACEDO, 2007).

A turbidez é encontrada em quase todas as águas de superfície em valores elevados, enquanto que está ausente em águas subterrâneas. Águas de lagos, lagoas, açudes possuem turbidez baixa e variável em função dos ventos, que agitam seus fundos. Águas de rios e riachos apresentam alta turbidez, devido ao constante movimento das águas pela correnteza.

Após uma precipitação de chuva, as águas de superfície tendem a aumentar a turbidez.

3.9.4. Medidas de pH

O potencial de hidrogênio (pH) é um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio. As medidas de pH serão realizadas em um peagâmetro PHS-3B da marca Phtek, previamente calibrado com soluções tampão $5,00 \pm 0,02$ e $8,00 \pm 0,02$ (CARVALHO e SILVA, 2014).

3.10. Análises físico-químicas

Realizar análises físico-químicas são muito importantes para identificarmos espécies químicas em outros meios. É através das análises que podemos classificar a qualidade da água, o grau de contaminação, verificar o equilíbrio químico e verificar se a existência de resíduos tóxicos.

Os parâmetros físico-químicos são os índices mais importantes para que se possa caracterizar a qualidade de uma água. Segundo ele esses parâmetros permitem:

- Classificar a água por seu conteúdo mineral;
- Determinar o grau de contaminação;
- Caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos;
- Avaliar o equilíbrio bioquímico necessário para a manutenção da vida aquática.

4. METODOLOGIA

4.1. Área de Estudo

A área de estudo está situada no município de Barra de Santa Rosa- PB, Região do Curimataú, no Cariri Paraibano. As amostras (A, B, C, D) foram coletadas em pontos residenciais na cidade (Figura 7), e as amostras (E, F e G) foram coletadas no açude dos Poleiros, (Figura 6), situado na zona rural do município, como mostra a Tabela 2.

Tabela 02: pontos de coleta das amostras.

Amostras	Local da coleta
P. A	Rua. Alba Lucia
P. B	Rua. Silvino de O. Casado
P. C	Rua. 8 de Maio
P. D	Rua. Alba Lucia
P. E	Açude dos Poleiros
P. F	Açude dos Poleiros
P. G	Açude dos Poleiros

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 06: Pontos de coleta na zona urbana do município de Barra de Santa Rosa-PB.



Fonte: Google Earth, 2015.

Figura 07: Açude dos Poleiros.



Fonte: Google Earth, 2015.

4.2. Local de Execução da Pesquisa

Foram realizados testes de pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade, dureza total e cloreto. Para determinar as propriedades físico-químicas das amostras de água foram utilizados métodos titulométricos e equipamentos modernos. Todas as análises foram feitas em triplicata e foi utilizado o valor médio e desvio padrão. As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Biocombustível e Química Ambiental, do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande - Campus de Cuité-PB e foram utilizadas as metodologias recomendadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999).

4.3. Processo de Amostragem

As amostras envolveram a coleta de águas do açude dos Poleiros e de residências localizadas na zona urbana do município de Barra de Santa Rosa - PB. Foram selecionados quatro residências e após cada coleta, as amostras foram identificadas como P. A, P. B, P. C e P. D; e também três amostras no açude dos Poleiros, as quais foram identificadas, P. E, P. F e P. G. As amostras foram coletadas em triplicatas, armazenadas e mantidas em refrigeração de acordo com as normas da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011). As análises para avaliar as propriedades físico-químicas das águas de cisternas e poços subterrâneos foram realizadas à temperatura padrão de 25 °C.

4.4. Procedimento para a Coleta das Amostras

- Lavou-se as mãos com água e sabão;
- Limpou-se a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool;
- Abriu-se a torneira e deixar escorrer a água durante 2 minutos;
- Abriu-se novamente a torneira e deixar escorrer por mais 2 ou 3 minutos;
- Coletou-se a amostra de água;
- Encheu-se com pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;
- Tampou-se o frasco, identificando-o com endereço e a data da coleta;
- Marcou-se o frasco com número da amostra;
- Lacrou-se, identificar e enviar a amostra para o laboratório.

4.5. Recipientes utilizados para a coleta das amostras

A limpeza dos frascos é de grande importância para impedir a introdução de contaminação nas amostras e dessa forma evitar erros provenientes do processo de amostragem. Cada coleta foi realizada em triplicata e armazenada em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 500 mL previamente higienizadas que foram abertas apenas no local, preenchidas por completo e mantidas em refrigeração.

4.6. Análises físico-químicas

Para determinar as propriedades físico-químicas das amostras de água serão utilizados métodos titulométricos. As determinações das variáveis estudadas ocorreram também pelo manual prático de análise de água da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2009).

4.7. Medidas de pH

O pH influi no grau de solubilidade de diversas substâncias, e como consequência na intensidade da cor, na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos químicos, definindo também o potencial de toxicidade de vários elementos (LIBÂNIO, 2010).

O pH das amostras de água foram medidos em um potenciômetro (pHmetro) digital, pH METER MODEL, da marca PHTEK, modelo: PHS-3B digital (Figura 8). Foi realizado todo o procedimento de calibração utilizando padrões tampão 7,0 e 4,0.

Figura 8: pHmetro.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.8. Condutividade

As medidas de condutividade foram realizadas por meio de um condutivímetro digital, modelo mCA 150 (Figura 9). Seguindo as seguintes etapas:

- O aparelho foi ligado por um tempo de 15 minutos;
- Lavou-se a célula com água destilada;
- Enxugou-se com papel absorvente macio com cuidado para que não atinjam as platinas;
- Em seguida mergulhou-se a célula e o sensor de temperatura na solução padrão e esperou-se até que a leitura se estabilizasse.
- Por fim anotou-se os valores de condutividade.

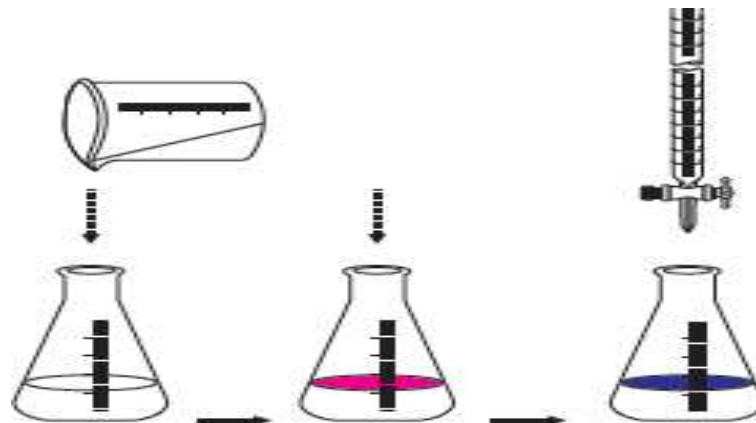
Figura 9: Condutivímetro.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.9. Determinação da dureza

O método empregado foi à volumetria de complexação, onde foram realizadas titulações com EDTA 0,1 mol/L, em triplicatas e calculado a média dos volumes gastos, seguindo os procedimentos abaixo:

A Figura 10 mostra as etapas envolvidas no processo da volumetria de complexação.

Figura 10: Procedimento de determinação da dureza.

Mediu-se 100 ml de água,
adicionou-se 6,0 ml de
NaOH

Adicionou-se cristais de
murexida

Titulou-se com EDTA 0,1 Mol/L

Fonte: BRASIL, 2009.

4.10. Determinação de Cloretos

O método para a determinação de cloretos foi realizado por volumetria de precipitação, com uma solução de nitrato de prata $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ e o uso do indicador de cromato de potássio (K_2CrO_4). As titulações foram feitas em triplicatas. Seguindo os procedimentos abaixo:

- Mediu-se em uma proveta 100 mL de água e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL;
- Adicionou-se 3 gotas de cromato de potássio;
- Em seguida titulou-se a solução com nitrato de prata (AgNO_3) $0,1 \text{ mol/L}$, até que atingiu-se o ponto de viragem;
- Anotou-se o volume gasto.

4.11. Turbidez

A turbidez das amostras foram medidas por em um turbidímetro modelo TB 1000 (Figura 11). De acordo com a sequência operacional a seguir:

- Ligou-se o turbidímetro;
- Retirou-se as ampolas da embalagem de proteção;
- Limpou-se o vidro para remover as impurezas;
- Calibrou-se o aparelho com as amostras padrões;
- Inseriu-se a amostra a ser analisada;
- Fez-se a leitura.

Figura 11: Turbidímetro.



Fonte: Dados da Pesquisa.

4.12. Sólidos Dissolvidos Totais

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) foram obtidos a partir dos valores de condutividade elétrica, (OLIVEIRA, 2009; APHA, 1999; CASALI, 2008), tais valores são expressos em mg.L^{-1} .

$$\text{SDT (mg.L}^{-1}\text{)} = 0,64 \cdot \text{Condutividade Elétrica (}\mu\text{S.cm}^{-1}\text{)} \quad \text{Eq.01}$$

4.13. Alcalinidade

4.13.1. Preparo da solução de carbonato de sódio $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$

O carbonato de sódio muito utilizado para padronização de soluções ácidas. Para a preparação da solução de carbonato de sódio $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, primeiramente secou-se 1,52 g de Na_2CO_3 (padrão primário), a $250 \text{ }^\circ\text{C}$ por quatro horas. Após a amostra foi resfriada no dessecador, por uma hora. Em seguida, pesou-se 2,12 g, transferiu-se para um béquer e dissolveu-se em 250 mL de água destilada, em seguida transferiu-se para um balão volumétrico de 1 L, evitando qualquer perda, com inúmeras águas de lavagens, por fim completou-se com água destilada o balão até a marca de aferição.

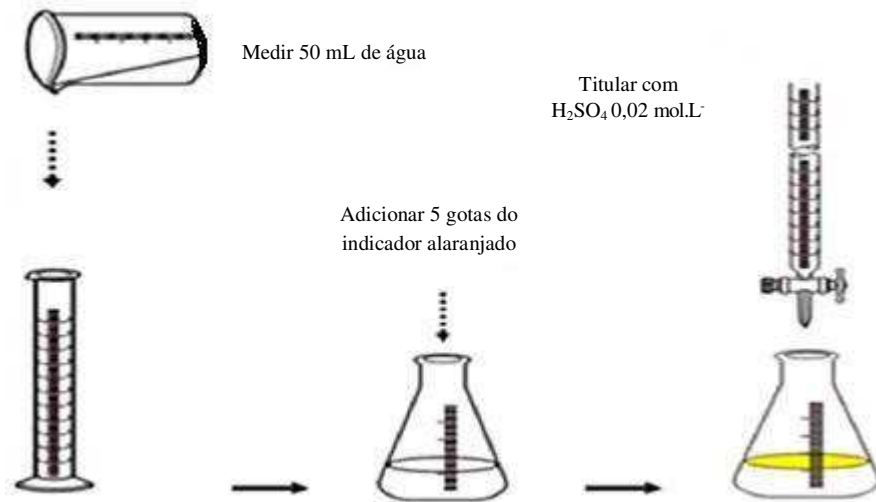
4.13.2. Padronização da solução de H_2SO_4

Tomou-se 50 ml da solução de carbonato de sódio $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ e colocou-se no erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 5 gotas do indicador alaranjado de metila. Em seguida titulou-se com H_2SO_4 $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, até a mudança de cor. Anotou-se o volume do ácido gasto e calculou-se a concentração.

4.13.3. Determinação da Alcalinidade

O método empregado para a determinação da alcalinidade das amostras foi à volumetria de neutralização com ácido sulfúrico $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ como agente titulante e solução indicadora, alaranjado de metila, e expressas em termos de mg.L^{-1} de CaCO_3 . Como mostra a figura 12.

Figura 12: Fluxograma de análise da alcalinidade.



Fonte: BRASIL, 2006.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Medidas de pH das amostras

A determinação do pH é uma das mais comuns e importantes no contexto da química da água. No campo do abastecimento de água o pH intervém na coagulação química, controle da corrosão, abrandamento e desinfecção. O padrão de potabilidade em vigor no Brasil, preconiza uma faixa de pH entre 6,0 e 9,5. No âmbito do tratamento de água residuárias por processos químicos ou biológicos o pH deve ser mantido em faixas adequadas ao desenvolvimento das reações químicas ou bioquímicas do processo. No tratamento de lodos de estações de tratamento de esgotos, especificamente através da digestão anaeróbia, o pH se constitui num dos principais fatores de controle do processo.

As medidas de pH para as amostras tanto de águas de abastecimento quanto para as águas do açude variaram entre 7,28 e 8,34 (Tabela 3), estando portanto dentro do padrão aceito para consumo humano pelo Ministério da Saúde, Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2012).

Tabela 3: Medidas de pH/desvio padrão das amostras de águas.

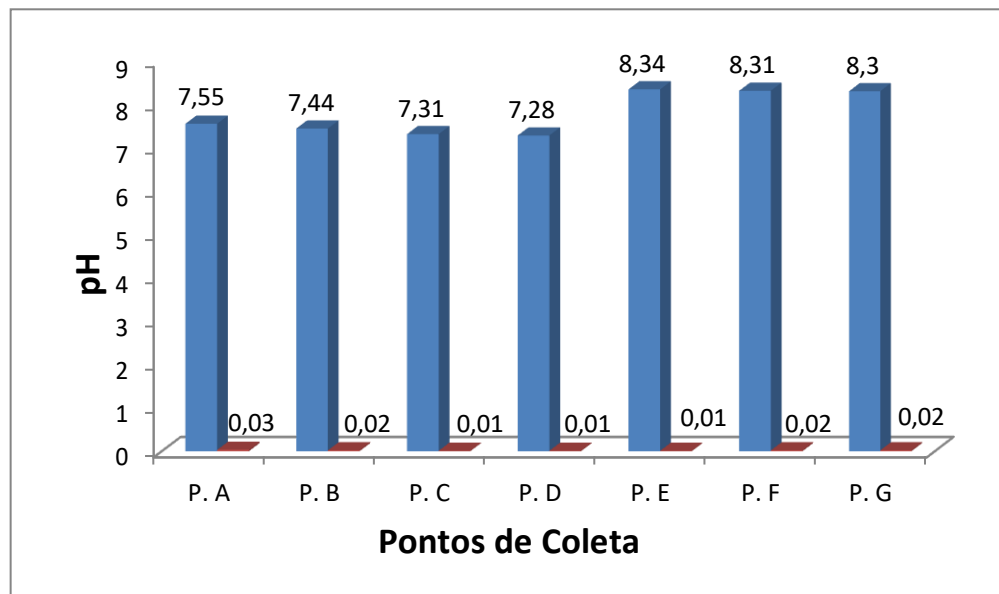
Pontos de coleta	Valores de pH			Valores Médios de pH	Desvio Padrão	VMP* 2.914/2011**
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03			
P. A	7,52	7,54	7,59	7,55	0,03	6,0 a 9,5
P. B	7,46	7,41	7,46	7,44	0,02	
P. C	7,33	7,30	7,31	7,31	0,01	
P. D	7,27	7,28	7,30	7,28	0,01	
P. E	8,33	8,36	8,34	8,34	0,01	
P. F	8,29	8,32	8,33	8,31	0,02	
P. G	8,32	8,28	8,30	8,30	0,02	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

De acordo com Silva e Araújo (2003), a acidez da água pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas, adicionado constituintes à água.

Os resultados referentes às medidas de pH para as amostras de águas do município de Barra de Santa Rosa-PB, encontram se no Gráfico abaixo:

Gráfico 1: Valores de pH/desvio padrão das águas.



O Gráfico 1 indica que as águas do açude (amostras brutas) possuem um pH mais básico variando entre 8,31 a 8,34, porém as águas de abastecimento (P.A, P.B., P.C. e P.D) possuem um valor mais baixo entre 7,28 e 7,55, devido ao tratamento que a mesma sofre até chegar as residências no município. Praticamente todas as fases do tratamento de água e de efluentes, processos de neutralização, precipitação, coagulação, desinfecção e controle de corrosão dependem do valor do pH, que é utilizado na determinação de alcalinidade e do CO₂ e também no equilíbrio ácido-base. Segundo Parron, (2011), as águas naturais, frequentemente, possuem pH na faixa de 4,0 e 9,0, e a maioria é ligeiramente básica, devido à presença de bicarbonatos e carbonatos dos metais alcalinos e alcalinos terrosos.

5.2. Análise da turbidez

A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez. Também tem suas desvantagens como no caso da desinfecção que pode ser dificultada pela proteção que pode dar aos microrganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário e padrão de aceitação da água de consumo humano (FUNASA, 2009).

A turbidez baseia-se na medida da intensidade da luz transmitida através de uma suspensão de partículas. A portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido seja de 1,0 NTU - Unidade de Turbidez, para água subterrânea

desinfetada e água filtrada após tratamento completo ou filtração direta, e 5,0 NTU como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2004).

O elevado teor de turbidez surge por matéria orgânica e inorgânica em suspensão o que pode servir de abrigo para microrganismos e diminuir a eficiência do tratamento químico ou físico da água. Embora estes valores sejam aceitáveis, muitos autores têm criticado, propondo que o limite seja abaixo de 1,0 NTU para que o tratamento da água tenha maior efeito (CASALI, 2008).

A Tabela 4 apresenta os valores encontrados de turbidez e os desvios padrões das amostras das águas.

Tabela 4: Medidas de turbidez e desvio padrão das amostras.

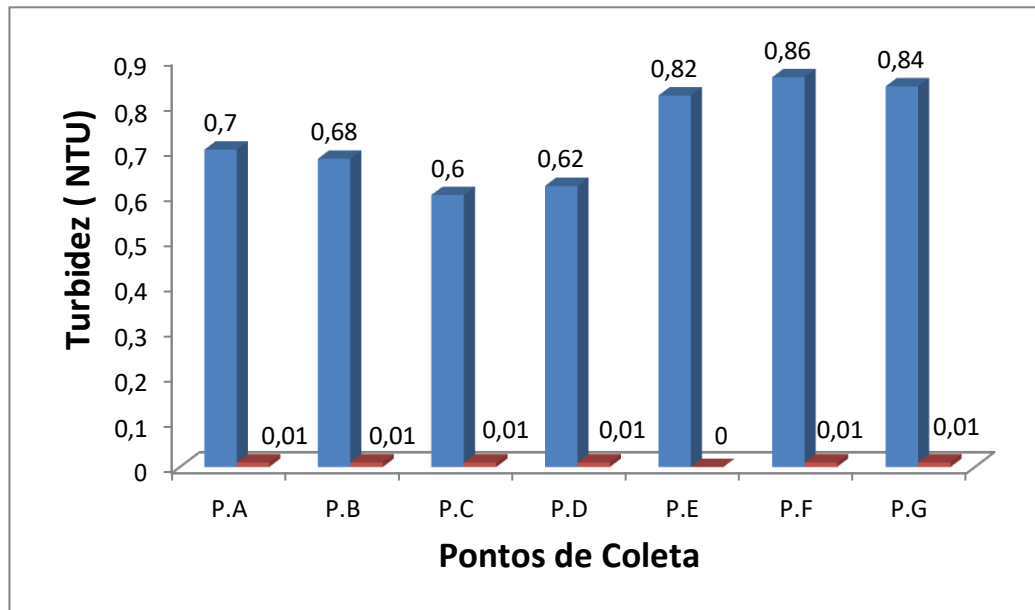
Pontos de coleta	Valores de turbidez (NTU)			Valores Médios turbidez (NTU)	Desvio Padrão (S)	VMP* 2.914/2011
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03			
P.A	0,69	0,70	0,72	0,70	0,01	5,0 NTU
P.B	0,70	0,68	0,68	0,68	0,01	
P.C	0,58	0,61	0,61	0,60	0,01	
P.D	0,62	0,61	0,63	0,62	0,01	
P.E	0,82	0,82	0,82	0,82	0,0	
P.F	0,87	0,85	0,88	0,86	0,01	
P.G	0,84	0,85	0,85	0,84	0,01	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

No processo de tratamento de águas a turbidez é muito importante. Nas amostras analisadas os valores variaram entre 0,60 a 0,70 para as amostras de águas das residências e 0,82 a 0,86 para as amostras de águas do açude. Todas as amostras de água se encontram com valores dentro do permitido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que é igual a 5,0 NTU (unidades nefelométrica de turbidez).

O Gráfico 2 apresenta claramente os valores de turbidez das amostras de águas:

Gráfico 02: Valores de turbidez/desvio padrão.



Para fins de potabilidade, a turbidez da água vem progressivamente consolidando-se em todo planeta como um dos principais parâmetros na avaliação do desempenho das estações de tratamento (LIBÂNIO, 2010).

Mudanças no pH podem provocar a coagulação de partículas em suspensão alterando as leituras de turbidez.

5.3. Dureza das amostras coletadas

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água, sobretudo de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), e em menor magnitude alumínio (Al^{3+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}) e estrôncio (Sr^{2+}), e se manifesta pela resistência à reação de saponificação (LIBÂNIO, 2010).

A dureza é devida à presença de cátions metálicos divalentes, os quais são capazes de reagir com sabão formando precipitados e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro férrico são considerados como contribuintes da dureza.

A titulometria, com formação de complexos ou complexiometria, baseia-se em reações que envolvem um íon metálico e um agente ligante com formação de um complexo suficiente estável (ROSA, 2013).

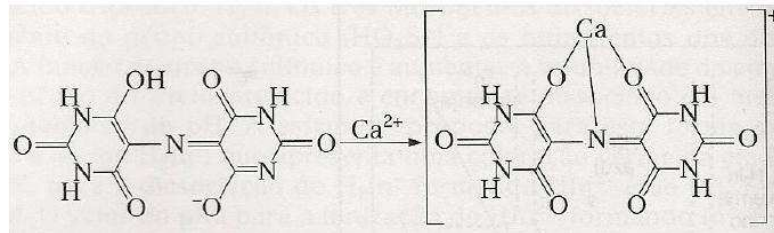
Figura 13: Ponto final da titulação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os complexos formados com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) são os mais comuns. A reação com o íon metálico (M^{+q}) pode ser genericamente representada pela Equação 02 (ROSA, 2013).

Figura 14: Formação de Complexo cálcio-EDTA

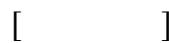


Fonte: BACCAN, et al., 2001.



Eq.02

É adicionado os cristais de murexida (ou purpurato de amônio, sal de amônio do ácido purpúrico) à água contendo a solução de NaOH, 0,5 M, obtém-se uma coloração rosa, essa cor é proveniente da presença de íons cálcio na solução, como mostra a equação 03:



Eq.03

À medida que se procede a titulação os íons cátions livres são complexados primeiro, ao atingir o ponto final, o cálcio é removido do complexo Ca-murexida.



Eq.04



Eq.05

Quando todos os íons de cálcio são complexados, os íons magnésio são liberados novamente e se combinam com o EDTA e forma as seguintes reações:



Eq.06



Eq.07

As concentrações das amostras de águas foram calculadas a partir da Equação 08:

$$\text{-----}$$

Eq.08

Os desvios padrões das amostras das foram realizados a partir da Equação 09 (HARRIS, 2005).

$$\sqrt{\frac{\text{-----}}{\text{-----}}}$$

Eq.09

Com base na tabela 5, as amostras de águas do sistema de abastecimento (P. A, P. B, P. C e P. D) são classificadas como águas muito duras, pois apresentaram valores de dureza acima de 350 mg.L⁻¹ de CaCO₃, enquanto que as amostras das águas do açude dos Poleiros (P. E, P. F e P. G) são classificadas como água dura, pois se encontram com valores entre 100 e 200 mg.L⁻¹ de CaCO₃.

Tabela 5: Volumes gastos de EDTA, dureza das amostras e desvio padrão.

Pontos de coleta	Volumes gastos de EDTA (mL)			Valores Médios	Desvio Padrão (S)	Dureza CaCO ₃ (mg.L ⁻¹)	VMP* 2.914/2011**
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
P.A	3,6	3,5	3,5	3,53	0,06	353,31	500 mg.L ⁻¹
P.B	3,5	3,7	3,4	3,53	0,06	353,31	
P.C	3,6	3,8	3,6	3,66	0,08	366,32	
P.D	3,5	3,4	3,6	3,5	0,01	350,31	
P.E	1,5	1,4	1,5	1,46	0,06	146,13	
P.F	1,4	1,4	1,4	1,4	0	140,12	
P.G	1,7	1,6	1,7	1,66	0,04	166,14	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

De acordo com os valores de dureza apresentados na Tabela 5, todas as amostras de águas apresentaram valores dentro do permitido pelo Ministério da Saúde, que é de 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃.

Segundo Baird (2002), usamos com frequência o índice de dureza como medida de certos cátions importantes presentes em amostras de águas naturais, dado que este índice mede a concentração total de íons Ca²⁺ e Mg²⁺, as duas espécies que são as principais responsáveis pela dureza da água de abastecimento. A dureza de uma água é proporcional à presença de sais de cálcio e magnésio. A dureza pode ser temporária quando devida à presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio ou permanente, quando originada por cloretos, sulfatos e nitratos de cálcio e magnésio. Estes sais, em ordem decrescente de abundância na água, são bicarbonatos, sulfatos, cloretos e nitratos. A Tabela 6 nos mostra a classificação da água quanto à dureza.

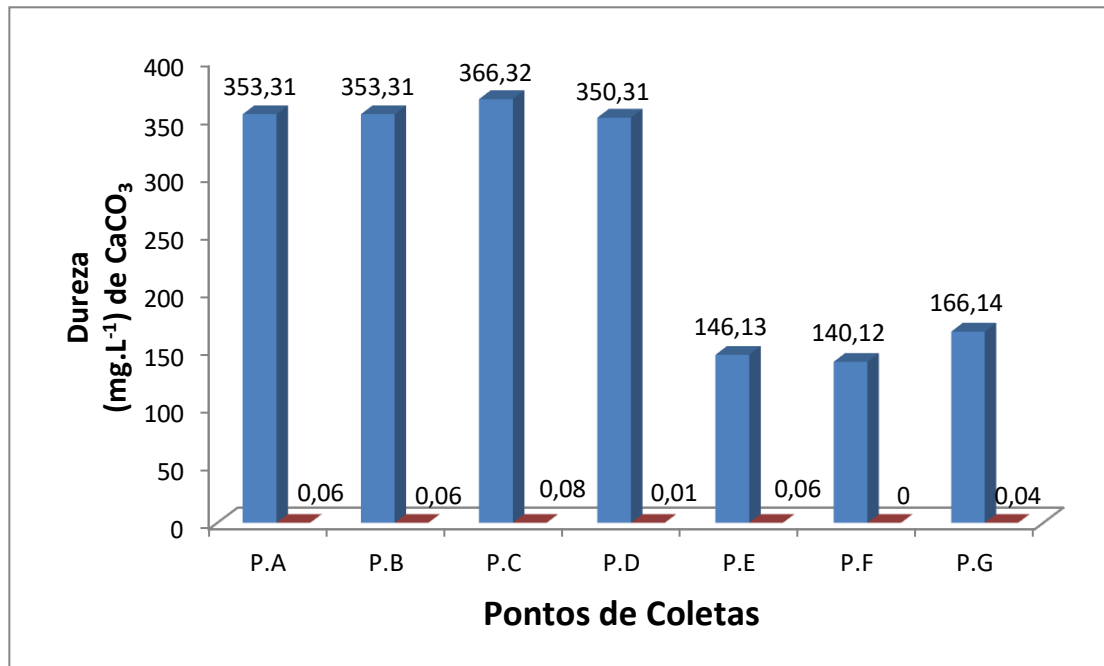
A dureza é expressa em mg.L⁻¹ de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO₃) e, ainda que com alguma imprecisão em virtude da perceptibilidade variável da população abastecida. De acordo com Libânio (2010), em função deste parâmetro, a água pode ser classificada em:

Tabela 06: Classificação da água quanto à dureza

Dureza (ppm CaCO₃)	Classificação
<15	Água muito mole
15 – 50	Água mole
50 – 100	Água de dureza média
100 – 200	Água dura
>200	Água muito dura

Fonte: MACÊDO, 2009.

Gráfico 3: Valores de dureza/desvio padrão das águas.



Conforme o Gráfico 3 observa-se que as águas de abastecimento possuem um valor bem mais elevado do que as águas do açude dos Poleiros. Segundo Libânio (2010), ainda não há comprovações científicas que relacione o consumo de água com o maior teor de dureza ao aparecimento de pedras nos rins na população abastecida. Em contrapartida, há indícios de que as doenças cardiovasculares manifestam-se com maior intensidade em regiões nas quais a população abastece-se com águas de dureza mais acentuada.

5.4. Determinação dos cloretos

Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, em concentrações variáveis. As águas da montanha e de terras altas têm normalmente baixo teor, enquanto as águas dos rios e subterrâneas podem possuir quantidades apreciáveis. Os mares e oceanos possuem teores em cloretos elevados. A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004, diz no Art.16: “A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação segundo o método de Mohr para determinação de cloretos, o haleto é titulado com uma solução padrão de nitrato de prata usando-se cromato de potássio como indicador”.

O conhecimento do teor de cloretos das águas tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição, como esgotos domésticos e resíduos industriais das águas e por essa razão o sua concentração deve ser conhecida e controlada.

Geralmente os cloretos estão presentes em água brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L. Estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (MELO, 2010).

A determinação de cloreto, pelo método de Mohr é um processo de precipitação fracionada: primeiro, precipita o analito (AgCl - precipitado branco); no ponto final, precipita o Ag_2CrO_4 indicador (ROSA, 2013).

As reações que ocorrem durante a titulação são as seguintes:



Eq.10



Eq.11

A identificação do ponto final da titulação pode ser detectada a partir da formação do precipitado de cromato de potássio que apresenta a cor pouco avermelhado, como mostra a figura 14.

Figura 15: Titulação com AgNO_3 0,1 mol.L⁻¹.



Fonte: Dados da pesquisa.

Foram realizadas titulações em triplicata, foram calculadas as médias dos volumes de nitrato de prata (AgNO_3 , 0,1mol.L⁻¹) utilizados nas titulações. Os cálculos para determinação da concentração de cloreto presentes nas amostras de águas foram realizados a partir das médias dos volumes utilizados de AgNO_3 .

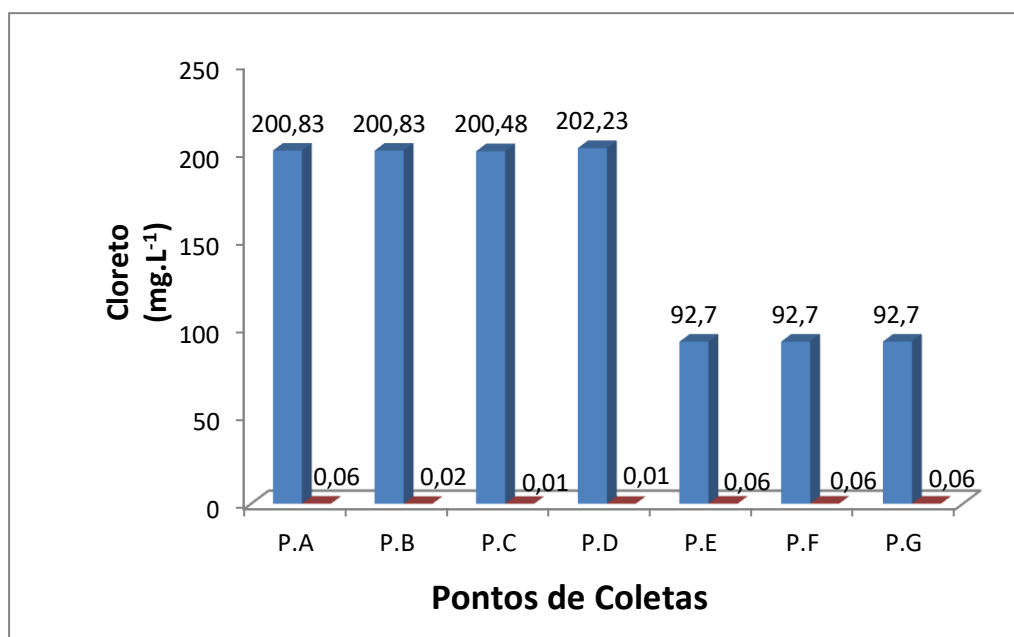
Os valores de cloretos encontrados para as amostras de águas do município de Barra de Santa Rosa - PB encontram-se dentro dos valores permitidos pelo Ministério da Saúde que é de 250 mg.L⁻¹, todas estão dentro do padrão de potabilidade aceito. A determinação de cloretos em água é importante para detectar a qualidade do processo de purificação da água.

Tabela 7: Volumes gastos de AgNO₃, cloreto das amostras e desvio padrão.

Pontos de coleta	Volumes gastos de AgNO ₃ (mL)			Valores Médios (mL)	Desvio Padrão (S)	Cloreto (mg.L ⁻¹)	VMP* 2.914/2011*
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
P.A	34,0	34,6	34,5	34,36	0,06	200,83	250 mg.L
P.B	34,6	34,4	34,4	34,46	0,02	200,83	
P.C	34,2	34,4	34,3	34,3	0,01	200,48	
P.D	34,7	34,5	34,6	34,6	0,01	202,23	
P.E	15,9	15,9	15,8	15,86	0,06	92,70	
P.F	15,8	15,9	15,8	15,83	0,06	92,70	
P.G	15,9	15,7	15,8	15,8	0,06	92,70	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

De acordo com os valores explicitados na Tabela 07, observa-se que os valores de cloretos das amostras de águas de abastecimento estão variando entre 200,23 a 200,83 mg.L⁻¹ já as amostras de águas do açude dos Poleiros obtiveram todas as mesmas média 92,70 mg.L⁻¹. Segundo Macêdo (2009), elevadas concentrações de cloreto confere a água um sabor desagradável com características de água salobra. A água natural já se caracteriza como salobra e é constatado pelos elevados teores de cloreto o que pode ser justificado pela localização do aquífero em meio rochoso. Pode ainda provocar reações fisiológicas em seres humanos.

Gráfico 4: Valores de cloreto/desvio padrão das águas.

Altas concentrações de cloretos podem restringir o uso da água, em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (BRASIL, 2009).

5.5. Alcalinidade

A alcalinidade (mais propriamente chamada de alcalinidade total) é o número de mols de H^+ requerido para titular um litro de uma amostra de água até atingir o ponto final. Para uma solução contendo íons carbonato e bicarbonato, assim como OH^- e H^+ por definição (BAIRD, 2002). Para uma solução contendo íons carbonato e bicarbonato, assim como OH^- e H^+ , por definição tem-se:

$$[\quad] [\quad] [\quad] [\quad] \quad \text{Eq.12}$$

Pode ser entendida como a capacidade da água em neutralizar ácidos. Ela é interpretada como sendo devido à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos; no entanto, outros íons como fosfatos e silicatos contribuem para a alcalinidade.

Na titulação de neutralização das amostras de águas do município de Barra de Santa Rosa-PB foi utilizado o alaranjado de metila, pois este indicador é usado para determinar a alcalinidade total. O alaranjado de metila muda de cor quando a solução fica levemente ácida (pH=4). A Figura 15 mostra o ponto final da titulação de neutralização com o ácido sulfúrico.

Figura 16: Titulação de neutralização.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a determinação da alcalinidade das amostras de águas foi utilizada a Equação 13 (BRASIL, 2009).

$$\text{Eq.13}$$

Os valores de alcalinidade total encontrados para as amostras de águas do abastecimento município estão variando entre 41,2 e 50,0 mg.L⁻¹ de CaCO₃. As amostras de águas do açude se encontram com valores bem mais elevados 79,2 a 80 mg.L⁻¹ de CaCO₃. A Tabela 8 apresenta os resultados da alcalinidade para as amostras.

Tabela 8: Volumes gastos de H₂SO₄, alcalinidade e desvio padrão.

Pontos de coleta	Volumes gastos de H ₂ SO ₄ (mL)			Valores Médios (mL)	Desvio Padrão (S)	Alcalinidade mg.L ⁻¹ de CaCO ₃	VMP* 2.914/2011**
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03				
P.A	2,1	2,2	2,2	2,16	0,06	43,2	Não especificado
P.B	2,5	2,5	2,5	2,5	0	50,0	
P.C	2,0	2,1	2,1	2,06	0,06	41,2	
P.D	2,1	2,1	2,2	2,13	0,05	42,6	
P.E	4,2	3,9	3,9	4,00	0,02	80,0	
P.F	4,1	4,1	4,0	4,03	0,11	80,6	
P.G	3,8	4,0	4,1	3,96	0,12	79,2	

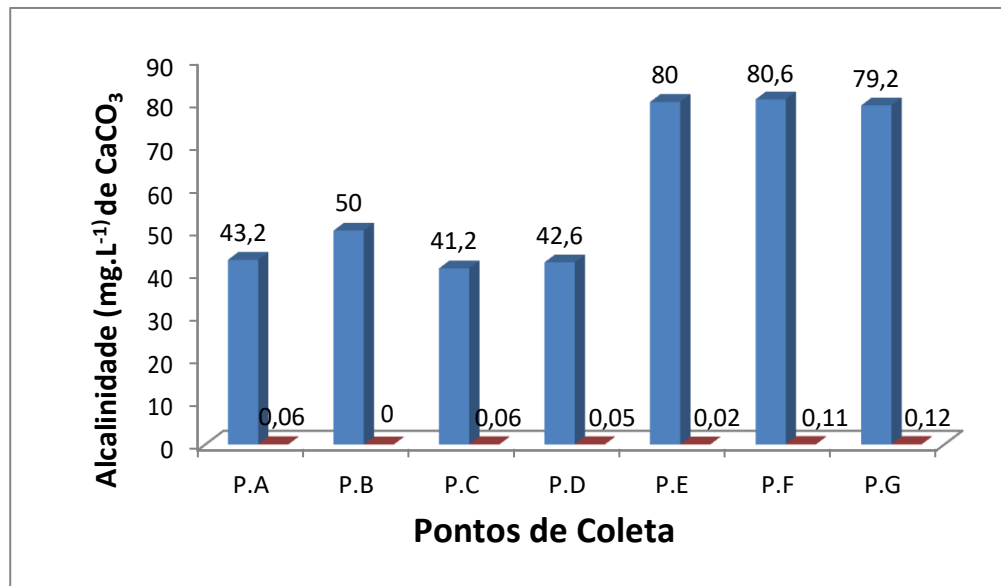
*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

A maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg.L⁻¹ de CaCO₃, valores elevados estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e a alta taxa de respiração de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico na água (FERREIRA, 2012).

De um modo geral as alterações de alcalinidade têm origem na decomposição de rochas em contato com a água, reações envolvendo o CO₂ de origem atmosférica e da oxidação de matéria orgânica, além da introdução de despejos industriais. Águas que percolam rochas calcárias geralmente possuem alcalinidade elevada.

A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados (BRASIL, 2009). O Gráfico 5 mostra mais claramente a alcalinidade total e os desvios padrões das amostras de águas.

Gráfico 5: Valores de alcalinidade/desvio padrão das águas.



De acordo com Moraes (2008), verifica-se que na maior parte dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica e a alta taxa respiratória de microrganismo, com a liberação e dissolução do gás carbônico na água.

5.6. Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica ou condutância específica indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que dissociam em ânions e cátions - usualmente íons de ferro e manganês, além de K⁺, Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ -, sendo, por consequência, diretamente proporcional à concentração iônica (LIBÂNIO, 2010).

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta (MORAES, 2008).

Na Tabela 9 estão representados os valores de condutividade elétrica e desvio padrão para as amostras de água. Todas as medidas foram realizadas em triplicata e calculadas as médias de CE. Os resultados de condutividade elétrica para as amostras de águas apresentaram valores bem próximos. O maior valor foi do ponto P.D que obteve 3,46 mS.cm⁻¹ e o menor valor foi referente ao ponto P.B que foi 3,34 mS.cm⁻¹.

Tabela 9: Medidas de condutividade elétrica e desvio padrão das amostras.

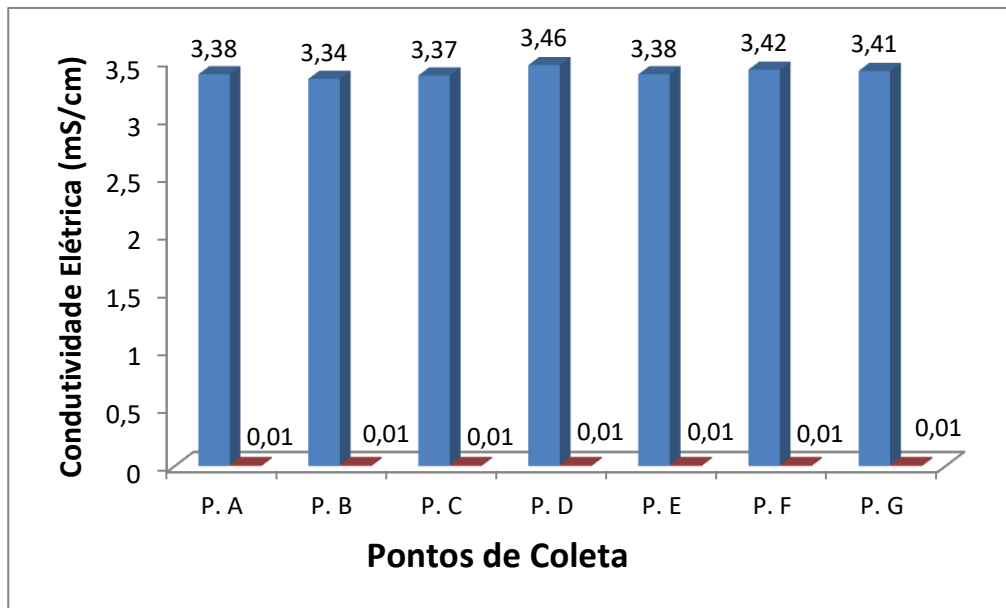
Pontos de coleta	Valores de Condutividade elétrica (mS.cm ⁻¹)			Valores Médios CE (mS.cm ⁻¹)	Desvio Padrão (S)	VMP* 2.914/2011**
	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03			
P.A	3,39	3,38	3,39	3,38	0,01	Não Especificado
P.B	3,35	3,33	3,36	3,34	0,01	
P.C	3,38	3,36	3,38	3,37	0,01	
P.D	3,48	3,46	3,45	3,46	0,01	
P.E	3,39	3,38	3,38	3,38	0,01	
P.F	3,42	3,44	3,41	3,42	0,01	
P.G	3,41	3,41	3,43	3,41	0,01	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

A condutividade elétrica (CE) vincula-se ao teor de salinidade, característica relevante para muitos mananciais subterrâneos e águas superficiais próximos ao litoral passíveis de intrusão de água salgada. Segundo Libânio (2010), as águas naturais apresentam usualmente condutividade elétrica inferior a 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, podendo atingir 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ em corpos de água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais.

Pode-se observar que não houve quase diferença de condutividade elétrica para as amostras das águas, isso pode ser justificado devido às concentrações de sais dissolvidos totais presentes. Todas as amostras de águas variaram entre 3,3 a 3,4 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. O Gráfico 6 apresenta os resultados médios de condutividade elétrica e os desvios padrões das amostras de águas.

Gráfico 6: Valores de condutividade elétrica/desvio padrão das águas.



A água pura é um meio isolante, porém sua capacidade de solvência das substâncias, principalmente de sais, faz com que as águas naturais tenham, em geral, alto poder de condutividade elétrica. Esta condutividade depende do tipo de mineral dissolvido bem como da sua concentração. O aumento da temperatura também eleva a condutividade.

Segundo Libânio (2010), a condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade brasileiro, mas constitui-se em um importante indicador de eventual lançamento de efluentes por relacionar-se à concentração de sólidos dissolvidos totais.

5.7. Sólidos Dissolvidos Totais

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos recursos hídricos (MACEDO, 2007). A quantidade total de sólidos contidos na água é um fator importante a ser analisado. O teor de sólidos deve ser baixo, uma vez que teores elevados de minerais na água são prejudiciais à saúde humana e, indesejáveis para o uso industrial da água (AZEVEDO, 1991).

As concentrações de sólidos dissolvidos totais foram obtidas a partir do valor da condutividade elétrica encontradas para as amostras de águas. As concentrações de sólidos totais dissolvidos presentes nas amostras de águas do açude dos Poleiros e da rede de saneamento foram obtidas utilizando a Equação 1. A Tabela 10 apresenta os valores obtidos para os sólidos dissolvidos totais para as águas.

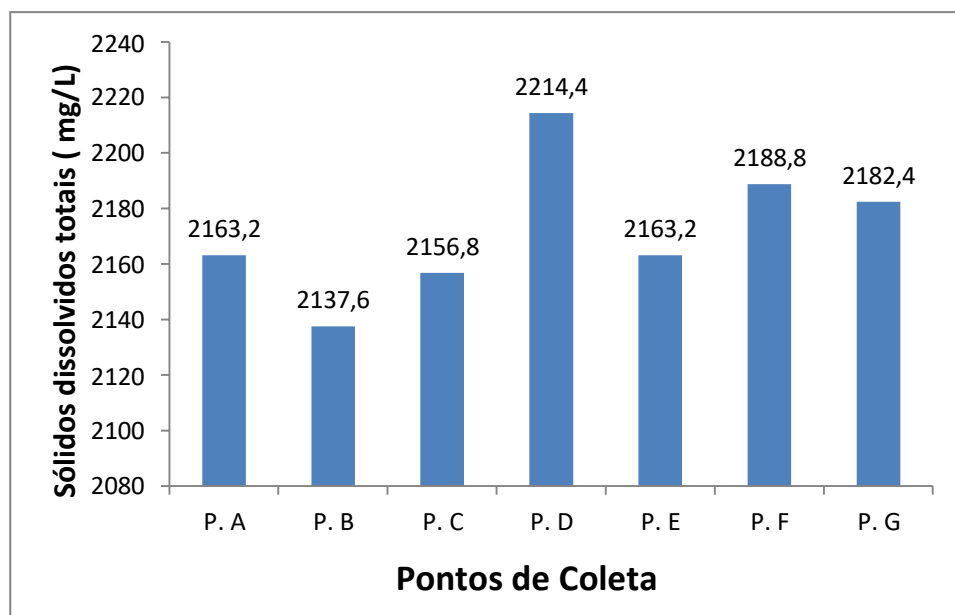
Tabela 10: CE, sólidos dissolvidos totais das amostras de águas.

Pontos de coleta	σ , CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	SDT (mg.L^{-1})	VMP* 2.914/2011**
P.A	3380,0	2163,2	1000 (mg.L^{-1})
P.B	3340,0	2137,6	
P.C	3370,0	2156,8	
P.D	3460,0	2214,4	
P.E	3380,0	2163,2	
P.F	3420,0	2188,8	
P.G	3410,0	2182,4	

*VMP = valor máximo permitido; **Portaria Ministério da Saúde.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 1000 mg.L^{-1} para sólidos dissolvidos totais para águas destinadas ao consumo humano. Portanto, as águas estão todas com os valores de sólidos dissolvidos totais acima do padrão estabelecidos pelo Ministério da Saúde Portaria 2.914/2011. A amostra P. D (águas de abastecimento) foi a que obteve o valor mais elevado $2214,4 \text{ mg.L}^{-1}$. Já para as amostras de águas do açude os valores ficaram aproximados com maior valor igual a $2188,8 \text{ mg.L}^{-1}$ (P.F) como mostra o Gráfico 7.

Gráfico 7: Valores de SDT das amostras de águas.

A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Uma água com presença de 500 ppm de sólidos dissolvidos, geralmente, ainda é viável para uso doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais. Água com teor de sólidos superior a 1000 ppm torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva. Segundo Casali (2008). A água com excesso de SDT se torna impalatável, devido à alteração no gosto, ocasiona problemas de corrosão nas tubulações, causa acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilita a formação de cálculos renais.

6. CONCLUSÕES

No panorama atual, a eminência da escassez de água é clara em todo o Brasil, desperdiçar esse recurso com usos indevidos ou simplesmente ignorar sua importância significa um grande prejuízo ao planeta. Por isso aplicar metodologias de análises químicas para desvendar características de águas até então pouco investigadas é de extrema importância.

Após a realização deste estudo nas águas de abastecimento e do açude do Município de Barra de Santa Rosa – PB observou-se que:

- As propriedades físico-químicas analisadas das amostras de águas nas residências em geral atendem aos padrões de potabilidade, pois apresentaram concentrações dos valores estabelecido pelo Ministério da Saúde portaria nº 2914/2011 para as medidas de pH, dureza, alcalinidade, turbidez, condutividade e cloreto com exceção dos sólidos dissolvidos totais, apresentando maior valor para a amostra P. D igual a 2214,4 mg.L⁻¹, acima da faixa permitida que é de 1000 mg.L⁻¹.

- Quanto às propriedades físico-químicas analisadas das amostras de águas do açude dos Poleiros atenderam aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, tendo em vista que os resultados obtidos para os parâmetros pH, turbidez, cloreto, dureza, alcalinidade, condutividade elétrica, se encontram dentro do valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/2011, com exceção também dos sólidos dissolvidos totais, que apresentou maior valor igual a 2188, 8 mg.L⁻¹ (P.F), acima do permitido pela portaria do Ministério da Saúde.

Considerando que as amostras das águas das residências e do açude dos Poleiros do município de Barra de Santa Rosa – PB tenham apresentado características físico-químicas dentro do estabelecido, estas devem ser consumidas com cuidado, pois é necessário o monitoramento e tratamento periódicos de forma a averiguar a qualidade das águas de abastecimento. Dessa forma estudos complementares sobre análises microbiológicas dessas águas são importantes, tendo em vista que esse parâmetro é um dos critérios utilizados para a definição da potabilidade da água.

A pesquisa apresentou resultados interessantes por ser voltada a uma matriz pouco estudada, contribuindo para um melhor encaminhamento nos processos de tratamento bem como nos processos de utilização destas águas, principalmente quando se refere ao consumo humano.

7. REFERÊNCIAS

- AESA. **AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAIBA**. Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado da Paraíba, 2009.
- AMORIM, M. C. C de; PORTO, E. R. **Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: estudo de Caso no Município de Petrolina**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3., 2001, Petrolina. **Anais...** Pernambuco: ABCMA, 2001.
- AMORIM, M. C. C de; PORTO, E. R. **Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 4., 2003, Petrolina. **Anais...** Juazeiro: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003.
- ANA. Associação Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brasília, 2011.
- APHA. **Standard Methods of Examination of Water and Wastewater**, 20th Edition. American Public Health Association. 1999.
- AZEVEDO NETO, J. M. RICHTER, C. A. **Tratamento de Água. Tecnologia Atualizada**. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1991.
- BACCAN, N. **Química Analítica Quantitativa Elementar**, 3ª edição, Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo – SP, 2001.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª edição, Bookman, Porto Alegre, 2002.
- BERNARDO, L.; GUSMAO, P. T. R. **Desempenho da filtração direta ascendente em pedregulho em sistema de dupla filtração para tratamento de águas de abastecimento**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 108-113, 2003.
- BRASIL, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2006.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria n.º518, de 25 de março de 2004**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília: SVS, 2004.
- BRASIL, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União, Brasília, DF**, janeiro de 2012.
- CARVALHO, J. de A. **Dimensionamento de pequenas barragens para irrigação**. Ed. UFLA, Lavras, P. 14-30, set. 2008.
- CARVALHO, L A; SILVA, D. D. **Avaliação da Qualidade de Águas de Cisternas da Zona Rural e Urbana do Município de Cuité-PB**, Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental/ Lab. de Química Analítica Universidade Federal de Campina Grande - Unidade de Educação – Cuité-PB, Brasil, 2014.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 173f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB).

Operações e Manutenção de ETA. Secretária dos Serviços e Obras Públicas, São Paulo, 1973.

COSTA, C. T; PUERARI, E. M e CASTRO, M. A. H. **Barragem subterrânea: a experiência do estado do Ceará**. Artigo In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 2002. Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://aguassubterrneas.emnuvens.cm.br/asubterraneas/article/viewfile/22686/14887>.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS, adaptada e proclamada pela Resolução 217A (III) da Assembléia Geral das Nações Unidas, em 10 de dezembro de 1948. Acesso em 06/01/2015.

EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A.E. **Standard Methods for the examination of Water and Wasterwater**, American Public Health Association, Washington, 1995.

FERREIRA, F. A. G. **Qualidade da água: Como determinar a Alcalinidade da água**. Disponível em: <http://omelhordabiologia.blogspot.com.br/2012/08/qualidade-da-agua-como-determinar.html>. Acesso em 06/01/2015.

FREITAS, M. B. **Tratamento de Água para Consumo Humano**. Fiocruz/ENSP-Departamento de Saneamento Ambiental. Rio de Janeiro, 2001.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília, 2009.

FURTADO, D. A; KONIG, A. **Gestão Integral de Recursos Hídricos**. 1ª edição, Campina Grande, 2008.

GARJULLI, R. **Os recursos hídricos no semiárido, ciência e cultura**. Vol. 55, n.4, p.38-39, São Paulo, 2003.

GIRARD, J. E. **Princípios de química ambiental**. Tradução Marcos José de Oliveira; revisão técnica Marco Tadeu Grassi. LTC, Rio de Janeiro, 2013.

GOOGLE EARTH, **Programa Google Earth**, versão 7.0, Google Inc. Janeiro/2015.

GOOGLE IMAGENS, [slideplayer.com.b/288587//](http://slideplayer.com/b/288587//), Google Inc. Janeiro/2015.

GOOGLE IMAGENS, [slideplayer.com.b/366587//](http://slideplayer.com/b/366587//), Google Inc. Janeiro/2015.

GOOGLE IMAGENS, barradesantarosa.gov.br, Google Inc. Janeiro/2015.

GRASSI, M. T. **As águas do planeta terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola Edição especial. Maio, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>. Acesso em: 30/12/15.

HARDENBERGH, W.A. **Abastecimento e purificação da água**. 3 ed. Rio de Janeiro: centro de publicações técnicas Aliança, 1964.

HARRIS, C. D. **Análise Química Quantitativa**. Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2001.

HESPANHOL, A. N. **OS PROGRAMAS DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS NO BRASIL** In: Agricultura, Desenvolvimento e Transformações Socioespaciais: Reflexões interinstitucionais e constituição de grupos de pesquisa no rural e no urbano. MARAFON, G. J, SALAZAR, V. L (ORGs.). Uberlândia: Ed. UFU, 2008, p. 1-12.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov/cidadesat/topwindow.html>. Acesso em 30/1/2015.

LENZI, E. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência/** Ervim Lenzi, Luzia Otilia Bortotti Favero, Eduardo Bernardi Luchese, (Reimpr.) – Rio de Janeiro, LTC, 2012.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água/** Marcelo Libânio, Campinas, SP: Editor Átomo, 2010.

MACÊDO, F. S. C. - **Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para abastecimento público da universidade estadual de feira de Santana – UEFS**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil)- Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, 2009.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas: Métodos Laboratoriais**. 3ª Edição. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2007.

MEDEIROS, F, C. F. - **Efeito da variação temporal da vazão sobre o desempenho de um reator UASB**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campina Grande - Brasil, 2000.

MELO, M. J. S. – **Investigação de propriedades físico-químicas de águas de abastecimento utilizando metodologias analíticas**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2010.

MELO, Maria Jucilene de Macedo – **Estudo analítico da dureza e alcalinidade de águas visando abrandamento por meio de resina de troca iônica**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Diagnóstico do Município de Barra de Santa Rosa-PB**. Recife, 2005. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/CUIT066.pdf>. Acesso em 06/01/2015.

MORAES, P. B. **Curso Superior e tecnologia em saneamento ambiental. CESET/UNICAMP, 2008**. Disponível em: http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502293205/apoio/2/Resumo_caracteriza_o_de_e_fuentes_continua_o.pdf. Acesso em 15/01/2015.

OLIVEIRA, R. **Relação entre condutividade e sólidos totais dissolvidos**. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2009, Rio de Janeiro: [s.n], 2009.

PARRON, L. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Dados eletrônicos. - Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultimaversao.pdf>. Acesso em 06/01/2015.

ROLOFF, Tatiana Aparecida. **Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias**. Sabios: Revista de Saúde e Biologia, campo Mourão, v. 1,n.1. 2006.

ROSA, G. **Química Analítica: práticas de laboratório**. Bookman, 2013.

SABESP. **Estação de Tratamento de Água Guaraú**. 2006. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004.

SANTOS, F. A. – **Avaliação físico-química da água de um poço subterrâneo e comparação de alguns parâmetros com a água de abastecimento do Município de Nova Floresta-PB**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, 2013.

SILVA, G.A.; KULAY, L.A. **Água na indústria**. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B; TUNDISI; J.G. (Orgs). **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. cap.1, p.367-398.

SILVA, J. F. da R. **Avaliação físico-química e microbiológica da água de abastecimento do Município de Cuité – PB. 2010**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2010.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Ciência & Saúde coletiva, V. 8, n°.4, 2003.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M., HOLLER, J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. 8ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SOUZA, S. H. B.. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de água de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 3, p. 81-93, 2011.