



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

**WELINAGILA GRANGEIRO DE SOUSA.**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO PEDRA  
COMPRIDA NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB**

**SUMÉ - PB  
2017**

**WELINAGILA GRANGEIRO DE SOUSA**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO PEDRA  
COMPRIDA NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB**

**Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.**

**Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.  
Co-orientador: Professor Dr. George do Nascimento Ribeiro.**

**SUMÉ - PB  
2017**

S725a Sousa, Welinagila Grangeiro de.  
Análise de parâmetros físico químicos do rio Pedra Comprida na zona urbana do município de Sumé - PB. / Welinagila Grangeiro de Sousa. Sumé - PB: [s.n], 2017.

51 f.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.  
Co-orientador: Professor Dr. George do Nascimento Ribeiro.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Rio urbano – parâmetros físico químico. 2. Qualidade da água. 3. Meio ambiente urbano. 4. Rio Pedra Comprida – Sumé – PB. I. Título.

CDU: 556.18(043.1)

**WELINAGILA GRANGEIRO DE SOUSA**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RIO PEDRA  
COMPRIDA NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

**BANCA EXAMINADORA:**



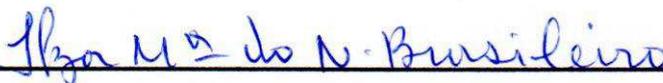
---

**Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros**  
**Orientador-- UATEC/CDSA/UFCG**



---

**Professor Dr. George Nascimento Ribeiro**  
**Co-orientador- UAEB/CDSA/UFCG**



---

**Professora Dra. Ilza Maria do Nascimento Brasileiro**  
**Examinadora Interna- UATEC/CDSA/UFCG**



---

**Professora Dra. Lenilde Mérgia Ribeiro Lima**  
**Examinadora Externa- UAEB/CDSA/UFCG**

**Trabalho aprovado em: 20 de setembro de 2017.**

**SUMÉ - PB.**

## AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos,

Primeiramente a **Deus**, pelo seu amor, e fortalecimento em todos os momentos de minha vida, não deixando que meus ânimos se abalassem pelas dificuldades.

Aos meu pais CICERO, APARECIDA (in memoria) e VERA (minha segunda mãe) por me concederem o dom da vida, e por todos os ensinamentos dignos, e principalmente por acreditarem e confiar em mim devo tudo o que sou a vocês.

Ao meu irmão Wellyvelthon, por todo amor e carinho, você é meu bem mais precioso, te amo eternamente.

A minha avó de coração dona Neusa por todo apoio e orações para conclusão dessa etapa tão importante em minha vida.

Aos meus primos (Hewerton, Katiane, Josy, Necinha, Thais, Cristiano) e familiares que torceram e sempre me incentivaram. Essa conquista é nossa.

Ao meu orientador e amigo Dr. Paulo Medeiros, pelas orientações, paciência, dedicação e confiança durante a realização desse trabalho, muito obrigada.

Ao meu co-orientador e amigo Dr. George Ribeiro, por todas as oportunidades e confiança concedidas desde o início do curso e por toda dedicação e orientações no decorrer desse trabalho, muito obrigada.

Aos professores, técnicos e servidores do CDSA, por todos os ensinamentos e companheirismo nessa jornada.

A professora Dra. Joelma Sales por todas as oportunidades e conselhos concedidos ao longo dessa jornada, por sempre me acolher nos momentos de desespero, muito obrigada.

A professora Dra. Ilza Brasileiro por todo o suporte, conselho e por disponibilizar o Laboratório de Qualidade de Água para realização das análises, serei sempre grata.

Ao professor Dr. Hugo Morais por todo incentivo para a continuação do curso e todo amor a Engenharia de Biossistemas.

A Mayke por toda paciência e boa vontade não só durante as análises, mas também nas dúvidas que surgiram.

A banca examinadora por todas as contribuições oferecidas ao meu trabalho as quais serão acatadas com grande satisfação.

Ao meu namorado Ismael, por todo o amor e carinho compartilhado, por me passar confiança e sempre acreditar em mim.

Aos eternos amigos feitos ao longo da vida. Especialmente às valiosas amizades iniciadas no decorrer desses anos de graduação, Estela, Livia, Pablo, Fabiana, Paolla, Rafaela, Suerda, Shênia, Milca, Julya, Gillianne, Carlinhos, Silvia, Thiago, Euclides, Aldo, Paulo César, Maria Rita, Mariana, Jefferson, Geiza e Johni, muito obrigada por todos os momentos de companheirismo, parceria, felicidade e por me trazerem lucidez e foco nas horas de angústias e fraquezas, amo vocês.

A cidade de Sumé por tamanho acolhimento serei eternamente grata por tudo que vivi aqui no decorrer desses anos, obrigada a todos que tive o prazer de conhecer.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a idealização deste trabalho, o meu muito obrigada.

“Só eu sei cada passo por mim dado nessa estrada esburacada que é a vida, passei por coisas que até mesmo Deus duvida, fiquei triste, capiongo, aperreado, porém nunca me senti desmotivado, me agarrava sempre numa mão amiga, e de forças minha alma era munida, pois do céu a voz de Deus dizia assim:

-Suba o queixo, meta os pés, confie em mim, vá pra luta que eu cuido das feridas.’”

**Bráulio Bessa**

## RESUMO

A análise da qualidade da água representa capítulo importante no diagnóstico para apoiar os tomadores de decisão diante do planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica. O presente trabalho refere-se à análise de alguns parâmetros físico-químicos em trecho urbano do rio Pedra Comprida (afluente do rio Sucuru, sub-bacia da região do Alto Paraíba), na cidade de Sumé/PB. Foram coletadas amostras em pontos diferenciados e avaliados: pH; Condutividade Elétrica; Sólidos Totais Dissolvidos; Alcalinidade; Dureza Total; Dureza do Cálcio; Dureza do Magnésio e Cloreto. Os resultados foram comparados com limites estabelecidos quanto ao enquadramento dos corpos d'água em classe de usos preponderantes (Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA) e padrões de água potável (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde). Foram destacados: a necessidade de adequar tal corpo hídrico aos limites estabelecidos o qual este está enquadrado, classe 2; e divergências quanto à potabilidade. Os resultados objetivam auxiliar como referencial entre os limites padronizados da legislação vigente e abordagens no tocante à gestão de recursos hídricos que envolva a área de estudo.

**Palavras-chave:** Meio ambiente urbano. Gestão das águas. Qualidade da água.

## **ABSTRACT**

Water quality analysis represents an important chapter in the diagnosis to support decision makers in the planning and management of a catchment. The present work refers to the analysis of some physico-chemical parameters in an urban stretch of the Pedra Comprida river (tributary of the Sucuru river, Alto Paraíba region), in the city of Sumé/PB, Brazil. Samples were collected at different points and evaluated: pH; Electric conductivity; Dissolved Total Solids; Alkalinity; Total Hardness; Calcium Hardness; Hardness of Magnesium and Chloride. The results were compared with established limits regarding the water body classification (Resolution 357 of the Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA) and drinking water potable (Ministry of Health/Brazil - Ordinance 2914/11). The need to adapt such water body to the established limits, which is class 2, and disagreements about potability water. The results aim to help as a reference between the standardized limits of the current legislation and approaches regarding the management of water resources that involves the area of study.

**KEYWORDS:** Urban environment. Water management. Water quality.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Bacia hidrográfica do Rio Paraíba: município de Sumé com ênfase na Região do Alto Paraíba .....	<b>30</b>
<b>Figura 2:</b> Localização do trecho urbano do rio Pedra Comprida .....	<b>31</b>
<b>Figura 3:</b> Coleta das amostras .....	<b>32</b>
<b>Figura 4:</b> Localização dos pontos de coleta .....	<b>33</b>
<b>Figura 5:</b> Realização das análises .....	<b>34</b>
<b>Figura 6:</b> Presença de animais .....	<b>38</b>
<b>Figura 7:</b> Assoreamento do rio .....	<b>39</b>
<b>Figura 8:</b> Ausência de mata ciliar .....	<b>39</b>
<b>Figura 9:</b> Lançamento de efluente .....	<b>40</b>
<b>Figura 10:</b> Tubulação de esgoto .....	<b>40</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<b>AESA</b>	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas
<b>APDA</b>	Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	Cálcio
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Carbonato de Cálcio
<b>CE</b>	Condutividade Elétrica
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>Cl<sup>-</sup></b>	Cloreto
<b>DNOCS</b>	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
<b>EDTA</b>	Ácido Etilenodiamino tetra-acético
<b>GPS</b>	Sistema de Posicionamento Global
<b>H<sup>+</sup></b>	Íons Hidrogênio
<b>IBGE</b>	Índice Brasileiro de Geografia Estatística
<b>Km</b>	Quilometro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Mg<sup>+2</sup></b>	Magnésio
<b>mg.L<sup>-1</sup></b>	Miligrama por Litro
<b>MS</b>	Ministério da Saúde
<b>mS/cm</b>	MiliSiemens por Centímetro
<b>N</b>	Normalidade
<b>Na<sup>+</sup></b>	Sódio
<b>OH<sup>-</sup></b>	Hidróxidos
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>ppm</b>	Partículas por Milhão
<b>ST</b>	Sólidos Totais
<b>TSGA</b>	Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água
<b>UFCG</b>	Universidade Federal de Campina Grande
<b>VMP</b>	Valor Máximo Permitido

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Valores médios permitidos de acordo com a Portaria N° 2914 de 12/12/2011 .....	<b>36</b>
<b>Tabela 2:</b> Valores de pH das referentes amostras e suas temperaturas .....	<b>37</b>
<b>Tabela 3:</b> Valores de CE das referentes amostras e suas temperaturas .....	<b>40</b>
<b>Tabela 4:</b> Valores dureza de cálcio e magnésio e dureza total das amostras .....	<b>41</b>
<b>Tabela 5:</b> Valores de sólidos totais dissolvidos e suas respectivas temperaturas .....	<b>42</b>
<b>Tabela 6:</b> Valores de cloretos das respectivas amostras .....	<b>43</b>
<b>Tabela 7:</b> Valores de alcalinidade das respectivas amostras .....	<b>44</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.1.1 Objetivos Específicos.....	17
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
3.1 ÁGUA.....	18
3.2 POLUIÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS.....	19
3.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	20
3.4 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA .....	21
3.5 QUALIDADE DE ÁGUA.....	24
3.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA.....	24
5.6.1 Temperatura .....	25
3.6.2 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	25
3.6.3 Condutividade Elétrica (CE) .....	26
3.6.4 Sólidos Totais Dissolvidos (STD).....	26
3.6.5 Dureza Total.....	27
3.6.6 Cloretos.....	27
3.6.7 Alcalinidade.....	28
3.7 A BACIA DO RIO PARAÍBA.....	27
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	30
4.2 COLETAS DE DADOS .....	30
4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE ÁGUA.....	33
4.3.1. Determinação do pH.....	34
4.3.2 Determinação da Condutividade Elétrica .....	34

<b>4.3.3 Determinação da Dureza Total .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.4 Determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.5 Determinação do Cloreto .....</b>	<b>35</b>
<b>4.3.6 Determinação da Alcalinidade .....</b>	<b>35</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
5.1 pH .....	36
5.2 CONDUTIVIDADE ELETRICA (CE).....	38
5.3 DUREZA TOTAL.....	41
5.4 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS .....	42
5.5 CLORETOS.....	43
5.6 ALCALINIDADE .....	43
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água apresenta uma enorme relevância para as diversas formas de vida no planeta, por estar presente nos mais variados processos físicos, químicos e biológicos. Contudo, a comunidade humana tem explorado este artifício natural de modo não sustentável, provocando sérios problemas associados à baixa qualidade dos recursos hídricos juntamente com sua escassez (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). A característica das águas é um considerável indicador da qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica e representa um fator de capacidade ou restrição para o progresso de determinadas práticas produtivas e de serviços (SILVA, P. et al., 2014).

Historicamente o desenvolvimento humano se deu com forte dependência da disponibilidade das águas. No âmbito global, o Brasil se destaca pelo seu grande potencial de água doce na forma líquida, comparando-se com outras nações, no entanto, tal potencial não se apresenta de forma homogênea, a exemplo do Semiárido nordestino, com décadas de desenvolvimento segundo a labuta da baixa disponibilidade. O uso desenfreado dos escassos recursos hídricos vem colaborando de forma acentuada para a degradação da qualidade da água e aumentando as adversidades ambientais da região (SILVA, M. et al., 2014).

Atualmente a contaminação hídrica, motivada particularmente pelo crescimento populacional e pela forte industrialização nas cidades, é um dos motivos que colabora para a poluição da água, com isso se faz necessário à verificação da qualidade da água para utilização humana, que é feita pela determinação de diferentes parâmetros físicos, químicos, bacteriológicos e indícios de contaminação orgânica e biológica, no entanto para que a água seja apontada como satisfatória ao consumo humano é essencial que a mesma obedeça aos padrões de potabilidade designados pelo Ministério da Saúde (REISNER; OLIVEIRA, 2015).

Com a finalidade de garantir a qualidade hídrica, o Ministério da Saúde elaborou as técnicas e cuidados relativos ao controle e supervisão da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade por meio da Portaria MS Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011).

No Brasil, a Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) determina a classificação e as condutas ambientais para o enquadramento dos corpos hídricos superficiais, assim como, os padrões de qualidade da água e de lançamento de efluentes nos corpos hídricos (BRASIL, 2005).

Para uma gestão apropriada dos recursos hídricos, o primeiro estágio é o monitoramento da qualidade da água, com intenção de evidenciar os aspectos físico-químicos que possibilitam diagnosticar as alterações acarretadas por ações antrópicas ou naturais, no uso e na ocupação da terra (QUEIROZ et al., 2010). Neste caso, o controle das águas tem se tornado cada vez mais significativo, conseguindo, com isso, analisar e detectar os principais elementos poluidores e quantificar os tipos de poluentes presentes nestes corpos (BERTOLDO et al., 2014).

A gestão das águas fundamenta-se em uma das grandes vertentes da gerência ambiental, notadamente quando destacamos áreas muito sujeitas à degradação hídrica, como no caso das zonas urbanas onde a intervenção humana modifica muitas vezes as características naturais das zonas ripárias a exemplo da alteração superficial de taludes, transporte de sedimentos, balanço hídrico de entrada e saída de água e mais intensamente no aspecto qualitativo, na alteração de padrões naturais biológicos e físico-químicos nos corpo de água.

O rio Pedra Comprida, encontra-se localizado em sua totalidade no município de Sumé, estado da Paraíba, sendo um dos afluentes da Bacia do Alto Rio Sucuru. O trecho em análise mostra visivelmente a poluição hídrica causada pela atuação impropria dos hábitos humanos em zona urbana.

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar alguns parâmetros físico-químicos do trecho urbano do rio Pedra Comprida, município de Sumé-PB, a fim de analisar a adequação dos parâmetros avaliados perante a padronização exigida pela legislação vigente

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterização e análise de parâmetros físico-químicos da água de trecho do rio Pedra Comprida Sumé-PB.

#### **2.1.1 Objetivos Específicos**

- Identificar áreas de degradação e/ou poluição ao longo do trecho urbano do rio;
- Analise físico-química dos parâmetros;
- Comparar os resultados obtidos das análises com as legislações vigentes (Portaria N° 2.914/2011 do MS e resolução 357/5005 do CONAMA).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 ÁGUA

Os povos antigos e a disparidade de culturas meditavam sobre a água, presumiam que ela era essencial, mas não tinham sabedoria científica para entender o ciclo hidrológico, porém tinham entendimento da necessidade de conservação, escoamento e renovação da água (ALVES, 2010).

“Os mais antigos filósofos gregos já afirmavam que tudo provém da água. A ciência tem demonstrado que a vida se originou na água e que ela constitui a matéria predominante em todos os corpos vivos. Não somos capazes de imaginar uma vida em sociedade que dispense o uso da água (BRANCO, 2010).”

A água é um artifício natural primordial, existente em toda biosfera, que assegura a conservação da vida nos ecossistemas, mas encontra-se qualitativamente e quantitativamente desigual em sua disposição pela terra, pois interatua com os outros mecanismos abióticos e bióticos em seus diferentes biosistemas, intervindo em suas particularidades gerais (SILVA, 2017).

A porção de água existente no planeta cobre 70% da extensão terrestre, segmentada em mares, lagos e rios, todavia, apenas 0,006% aparecem na forma de água doce acessível para consumo em rios e lagos (sendo chamada de água interior), podendo apresentar propriedades de qualidade muito variada, de acordo com o ambiente de origem, por onde circula, percola ou onde é acondicionada (JESUS; SOUZA, 2013).

A água é o item de maior quantidade nos organismos vivos, sendo um solvente universal, conseguindo atuar como meio de transporte de várias substâncias em escoamento superficial e subterrâneo, deixando que as características de um mesmo curso d'água modifiquem-se temporal e espacialmente (LIBÂNIO, 2008).

O fornecimento de água doce de boa qualidade é crucial para o progresso econômico, para uma boa condição de vida das populações e para a sustentabilidade dos ciclos no planeta, já que no cenário global atual de pouca disponibilidade de água, ainda encontra-se as discrepâncias regionais, a exemplo do Brasil: a Região Norte exibe ampla oferta desse recurso

e pouco acúmulo populacional; já o Nordeste retrata um maior aglomerado de pessoas e dispõe de restrições hídricas, no caso da região semiárida do Nordeste do Brasil os recursos hídricos superficiais estão escassos e mal partilhados espacial e temporalmente, no qual, juntamente com a irregularidade das precipitações, tem ocasionado períodos difíceis de seca para a população nordestina, no qual aliado a esse fator climático, o uso inadequado dos escassos recursos hídricos vem cooperando de forma acentuada para a degradação da qualidade da água (SILVA et al., 2014).

A água de qualidade ruim desencadeia riscos à saúde servindo de veículo para diversos agentes biológicos e químicos (SOUSA et al., 2016).

### 3.2 POLUIÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS

Os recursos hídricos integram águas superficiais e subterrâneas acessíveis para qualquer tipo de uso de região ou bacia (SOUSA; FURTADO, 2013).

O progresso social, cultural e político estão em constante dinâmica, onde juntamente ao crescente desenvolvimento ocorre o avanço na degradação do meio ambiente e poluição das águas, que acontece pela ausência de cuidado e atenção da sociedade brasileira, que só tomam iniciativa no que se refere à água após esbarrar-se com esse fenômeno (JAKUBOSKI et al., 2014).

Diante do exposto, Vieira e Barcellos (2011, p. 46) afirmam:

A poluição da água [...] contribui com a redução de sua oferta para o planeta, e nesse caso, várias são as consequências para essa poluição, resultando na diminuição da qualidade, bem como da quantidade de água disponível para uso.

Os ambientes aquáticos são empregados em todo o mundo com diferentes propósitos, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação e a harmonia paisagística, já que a água representa o principal constituinte dos seres vivos, no entanto tem crescido o número de recursos hídricos poluídos (MORAIS, 2011).

As águas estão sujeitas à poluição devido a alterações de suas características químicas, físicas e biológicas, entre elas as mais prováveis são em função da descontinuidade do fornecimento, falta de rede de esgoto, falta de manutenção da rede e reservatório, aterros sanitários, bem como agrotóxicos que contaminam o lençol freático (SANTOS; MOREAU,

2012). Outra fonte de contaminação são os esgotos domésticos que contribuem para a alteração na qualidade das águas (AYACH et al., 2012).

Não se determina a poluição de um curso de água apenas pela quantidade dos poluentes que nele são despejados, mas particularmente pela capacidade de assimilação deste ecossistema (ABRAHÃO, 2006).

Morais (2011), ressalta que a poluição hídrica deve ser vista como fator preocupante, porque retrata um dos problemas ambientais que mais importunam a população, devendo ser averiguado no sentido de prevenção ou de reprovação, além de deter e punir os incumbidos pelos mesmos.

Messias (2010), cita que a expansão urbana desenfreada e o avanço populacional acarretam entre si uma sucessão de problemas que atingem os recursos hídricos, sendo produto de uma sequência de ações da sociedade com o meio ambiente, não se restringindo apenas às descargas de efluentes, mas particularmente, do uso e ocupação indevida das bacias hidrográficas.

Em grande parte das cidades paraibanas, os esgotos são os principais causadores da poluição dos recursos hídricos, por conta da falta de estações de tratamento, sendo evidente que a degradação, conseqüentemente, se dá através de ações antrópicas (MORAIS, 2011).

Vale ressaltar que é possível extinguir, controlar, diminuir e prevenir a poluição das águas com sucesso, sendo indispensável beneficiar a administração de uma estrutura executiva apta a coordenar uma verdadeira política pública relativa ao assunto, adequadamente aparelhada com laboratórios para efetuação de análises e com grupo técnico eficiente, além de dispor de fundos orçamentários específicos (MORETTO, 2003). No entanto, torna-se indispensável à cooperação de cada cidadão para a compreensão, a educação e a pressão em prol da prevenção das condições de vida e conforto das presentes e futuras gerações (CASALI, 2008).

### 3.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A gestão dos recursos hídricos é um sistema que visa praticar as melhores soluções no uso da água nas suas diversas utilidades e para a proteção do meio ambiente, baseando-se em um delineamento proativo, que tem como função apresentar como seu principal objetivo a sustentabilidade, ressaltando que existem várias formas de avaliação, em conformidade com seu uso, por exemplo, irrigação, abastecimento, energia hidráulica, controle de enchentes, piscicultura, lazer e outros (SOUZA et al., 2013).

O gerenciamento de água no Brasil, principalmente nas regiões semiáridas, requer uma postura que avalie a atuação e a inserção da sociedade nesse processo, assim como a procura por uma melhor qualidade de vida da população e melhor qualidade dos corpos d'água, portanto a água é fundamental para uma série de atividades humanas e para a evolução das comunidades (CANTALICE, 2010). O mesmo autor ainda afirma que na Paraíba, o envolvimento da sociedade na gestão da água é ainda muito “tímida”, por causa dos aspectos culturais e políticos e à ausência de conhecimento por parte da população quanto aos seus direitos e deveres, sendo esta uma questão também debatida em outros estados, nos quais o gerenciamento dos recursos hídricos é realizado por agências associadas ao poder público, o que complica sua descentralização, aspecto este primordial para o êxito da gestão da água no país.

A “Constituição das Águas” Lei 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos) destaca que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades. Destaca os instrumentos de gestão: os Planos de Recursos Hídricos (a gestão documentada em diagnóstico e planejamento); a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos (o controle das demandas superficiais e subterrâneas); a cobrança pelo uso de recursos hídricos (a valoração, o aspecto econômico da água); o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (banco de dados fundamental para o gerenciamento) e o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água (forte relação com a política ambiental). Este último instrumento o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo.

### 3.4 ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

Em 20/07/1984 o CONAMA, por meio da Resolução 03 de 05/06/84, determinou à sua secretaria executiva que promovesse estudos e apresentasse proposta de resolução reformulando a Portaria G.M.013 (primeiro instrumento normativo sobre classificação de águas no Brasil), que derivou na Resolução CONAMA 020 de 18/06/1986 que estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, cujos artigos 26 e 34, relacionados à balneabilidade, foram revogados pela Resolução CONAMA 274 de 29/11/2000. A Resolução CONAMA 020/86 ficou em vigor durante quase vinte anos, tendo sido substituída pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 (SDS, 2017).

O enquadramento busca “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas” e a “diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes” (Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997).

“O enquadramento é referência para os outros instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga e cobrança) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo, portanto, um importante elo entre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Meio Ambiente” (ANA, 2017).

A Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba- AESA, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, ambos na esfera estadual, e o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS (2017) são os dirigentes pela supervisão da quantidade e da qualidade de água dos reservatórios de grande porte e de maior relevância do Estado da Paraíba. A Agência Nacional de Águas – ANA, confere a gestão em águas federais.

Os pareceres sobre a qualidade das águas são estabelecidos por meio da Resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, que “decidem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, do mesmo modo que estipula as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. Nesse decreto, é prescrita a distribuição das águas em três grupos: doces, salinas e salobras.

Sobre enquadramento, Lima e Chaves (2008, p. 20), declaram:

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, instrumento de gestão instituído pela Política Nacional de Recursos hídricos tem como objetivo assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais restritivos a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventiva permanentes, constituindo-se, portanto de um instrumento fundamental tanto para o gerenciamento dos recursos hídricos como para o planejamento ambiental.

O enquadramento de corpos d'água determina a qualidade a ser atingida ao longo do tempo através dos parâmetros estipulados pela legislação, mostrando que o enquadramento deve ser compreendido como um mecanismo de planejamento, perfazendo seu diagnóstico, prognóstico, sugestões de metas referentes às possibilidades de enquadramento e programa para sua execução (SOUZA; FURTADO, 2013).

Cantalice (2010), considera que o monitoramento e a avaliação da qualidade da água representam passos necessários para o gerenciamento da qualidade e quantidade de qualquer recurso hídrico. Hoje em dia, os meios de informações são atuais, com exatidão máxima dos resultados, proporcionando o monitoramento eficiente para as devidas providências sobre a gestão dos recursos hídricos, como relata Carvalho (2007, p. 31):

O monitoramento da qualidade do recurso hídrico busca obter informações quantitativas e qualitativas das características da água através de amostragem, sendo realizados para se atingir propósitos específicos, como conhecimento das condições biológicas, físicas, químicas, ecológicas, enquadramentos em classes ou para fiscalização (detecção de infrações aos padrões de qualidade da água estabelecidos em lei).

No artigo 3 da Resolução do CONAMA nº357 de 2005 a classificação dos corpos de água se dá em águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, de acordo com a qualidade determinada para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade, na qual as de maior qualidade podem ser utilizadas em uso menos exigente, visto que não afete a qualidade da água.

O conhecimento sobre a qualidade dos cursos d'água de uma bacia é de extrema importância, uma vez que a partir dessas informações é possível inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo (QUEIROZ et al., 2010).

No estado da Paraíba, em 09 de março de 1988, através do Sistema Estadual De Licenciamento de Atividade Poluidoras - SELAP (SUDEMA, 1988a), verifica-se sobre o enquadramento dos corpos d'água no estado, alguns corpos d'água em Classe 1, Classe 3, bem como na Classe 2, a exemplo do rio Sucuru, incluindo “afluentes, da nascente até o encontro do rio do Meio”, como Classe 2.

A Resolução 357 do CONAMA cita para a Classe 2, para águas doces: destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção de comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho). SUDEMA (1988b), ainda acrescenta a essa classe águas destinadas à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

No Art. 42 da Resolução 357 do CONAMA, cita que enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras

Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

### 3.5 QUALIDADE DE ÁGUA

A definição de qualidade de água está diretamente relacionada ao seu uso e suas particularidades, definidas pelas substâncias presentes, onde o padrão de potabilidade é composto por grupamento de parâmetros que lhe concede qualidade característica própria para o consumo humano (BRASIL, 2006).

A Portaria N°2.914/2011 (BRASIL, 2011), comanda os parâmetros de qualidade da água para uso humano, contribuindo para o manejo de pontos críticos. Conforme seu artigo 2° compreendido no anexo “Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano”, toda água designada ao consumo humano tem que respeitar os padrões de potabilidade e está exposta à supervisão da qualidade da água.

Água potável, segundo a Portaria N°2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), é aquela na qual os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

A conduta da qualidade da água retrata as circunstâncias ambiental da bacia hidrográfica, portanto, o conhecimento das características de qualidade da água aumenta o conhecimento ecológico do ecossistema e viabiliza constatar mudanças oriundas da ação humana (SOUZA; GASTALDINI, 2014).

A diferença entre qualidade e potabilidade da água é primordial, pois qualidade abrange todos os usos viáveis da água e potabilidade compete ao uso da água para devidos fins (SANTOS, 2010).

### 3.6 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Alves et al. (2012), cita que o monitoramento da qualidade da água se dá por meio de avaliações físico-químicas e microbiológicas, fornecendo contribuição com as políticas de proteção e decisões ambientais.

Os indicadores de qualidade de um corpo hídrico em um dado momento são os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, sendo os responsáveis pelas medidas que

precisam ser tomadas com propósito de manter ou melhorar os níveis da qualidade de água de acordo com aos valores alusivos à sua classe (GONÇALVES, 2009).

A água de abastecimento público ou privada deve ser potável, desprendida de microrganismos patogênicos, substâncias químicas com grau de toxicidade, expondo características que não ocasionam a degradação do sistema de abastecimento (ALVES, 2010).

A qualidade da água pode ser retratada por meio de diversos parâmetros, que compreendem as mais importantes características físicas, químicas e biológicas. Na resolução CONAMA 357/05 estão apresentados padrões para mais de 70 parâmetros de qualidade da água. Neste tópico serão apresentados apenas os parâmetros que foram analisados para o presente estudo.

### **3.6.1 Temperatura**

A temperatura é uma importante condição ambiental, relatada em inúmeros estudos referentes ao controle da qualidade de águas, também sendo uma grandeza da intensidade do calor, esse critério influi em algumas características da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com resposta sobre a vida aquática podendo diversificar-se em razão de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas) (SPERLING, 2005).

De acordo com Brasil (2014), a temperatura executa interferência significativa na velocidade das reações químicas, nas funções metabólicas dos organismos e na dissolução de substâncias. Os cenários aquáticos brasileiros detêm, comumente, temperaturas em média de 20°C a 30°C.

Alves (2010), afirma que existem duas origens para a temperatura, quando referente ao parâmetro de caracterização das águas: A origem natural é a primeira, e está alusiva à transmissão de calor por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, ao passo que a origem antropogênica está relacionada com águas de torres de resfriamento e despejos industriais.

### **3.6.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

Significa o equilíbrio entre íons  $H^+$  e íons  $OH^-$  variando de 0 a 14, estando ácida abaixo de 7, neutra igual a 7 e alcalina acima de 7, resultando de sua origem e aspectos naturais, podendo ser modificados pela inserção de resíduos, sem duvida é um dos mais consideráveis parâmetros a serem definidos no tratamento de água (PEREIRA, 2014).

Conforme Naime et al. (2009), diversos fatores podem influenciar o pH, desde a ausência de substâncias salinas dispostas nas rochas para solubilização e neutralização da água, até poluições com excreções animais, que colaboram para a diminuição dos níveis de pH.

Um pH baixo simboliza grande potencial de corrosão e hostilidade às tubulações ou peças de abastecimento de água, visto que, no momento em que o pH estiver elevado, há probabilidade de incrustações nas peças de abastecimento (SPERLING, 2005; LENZI et al., 2009).

O Ministério da Saúde aconselha que, no sistema de distribuição, o pH esteja na faixa de 6,0 a 9,5, como padrão de potabilidade.

### **3.6.3 Condutividade Elétrica (CE)**

A condutividade elétrica esta diretamente relacionada à resistência elétrica da água e a concentração de íons indicando a capacidade de transmitir a corrente elétrica em virtude dos elementos dissolvidos que se dissociam em ânions e cátions sendo expressa usualmente em mS/cm (LIBÂNIO, 2010). O parâmetro de CE geralmente é utilizado para se ter uma noção da quantidade de sais presentes na água, estando diretamente relacionada à quantidade de sólidos dissolvidos (MACHADO, 2006)

Esse parâmetro é primordial em regiões suscetíveis a altas taxas de evaporação e baixo volume pluviométrico (LIBÂNIO, 2010). Conforme mais sólidos dissolvidos são incorporados, a condutividade da água se eleva, nos quais, podem apontar características corrosivas da água (ALVES, 2010).

### **3.6.4 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)**

A existência de sólidos dissolvidos na água aponta a presença de sais, ácidos minerais e outros contaminantes correlatos lançados nos cursos de água, onde essas altas concentrações de sólidos dissolvidos podem elevar a demanda química e bioquímica de oxigênio nas águas, aumentando à depleção do oxigênio dissolvido no meio, fazendo com que os sólidos dissolvidos reflitam a carga de poluentes despejadas no curso de água (CORADI et al., 2009).

Nos cursos hídricos, os sólidos totais (STD) dissolvidos prejudicam e causam prejuízos à vida aquática, devido à capacidade de sedimentar o leito dos rios e consequentemente prejudicar os organismos encarregados pelo fornecimento de alimento, além do mais, os STD podem cessar bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, estimulando a decomposição anaeróbia (CETESB, 2016).

Casali (2008), reporta que a água com excesso de STD, além de modificar seu gosto, pode causar danos à saúde humana por meio do acúmulo de sais na corrente sanguínea, acarretando na formação de cálculos renais, por isso a Portaria do MS Nº 2.914/2011 estabelece o como valor máximo permitido  $1000\text{mg.L}^{-1}$ .

### 3.6.5 Dureza Total

Dureza de uma água é indicada de acordo com sua capacidade de precipitar sabão, ou seja, nas águas duras os sabões transformam-se em complexos insolúveis, a mesma é ocasionada pela existência de cálcio e magnésio, basicamente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio, etc, relacionados a ânions carbonato (bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, de preferência, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto, porém os principais determinantes que conferem dureza às águas são: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio (CETESB, 2016).

A dureza da água muda geograficamente, de acordo com a natureza geológica dos terrenos nos quais a água permeia e com os quais tem contato, sendo as águas subterrâneas, devido ao maior contato com as formações geológicas, mais duras que as águas de superfície (APDA, 2012).

Chama-se de água muito dura quando a mesma apresenta uma quantidade de carbonato de cálcio superior a  $180\text{mg.L}^{-1}$ ; dura com concentração entre  $120$  e  $180\text{mg.L}^{-1}$ , moderadamente dura entre  $60$ - $120\text{mg.L}^{-1}$  e macia quando os teores em carbonato de cálcio são menores que  $60\text{mg.L}^{-1}$  (APDA, 2012).

### 3.6.6 Cloretos

O cloreto é o íon  $\text{Cl}^-$  no qual tem origem em sais muito solúveis e normalmente está associado ao sódio ( $\text{Na}^+$ ) de preferência em águas salobras (RICHTER; NETTO, 2011).

O aparecimento desse elemento acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e alumínio, além de modificar o sabor da água (ALVES, 2010). Altas concentrações de cloretos em águas doces são indicadores de poluição por esgoto doméstico (LENZI et al., 2009). O cloreto influencia nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por ocasionar modificações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2016).

A quantidade de cloretos em águas doces, variam até cerca de  $250\text{mg.L}^{-1}$ , valor que diz respeito com o máximo recomendado pelos padrões de potabilidade (RICHTER; NETTO, 2011).

### 3.6.7 Alcalinidade

Ocasionada por sais alcalinos, basicamente de sódio e cálcio, tem por finalidade medir a capacidade da água de neutralizar com ácidos, em grandes quantidades, pode ocasionar sabor desagradável à água, sendo detectada na forma de carbonatos e bicarbonatos, raramente encontrada em águas naturais (PEREIRA, 2014).

Libânio (2010), afirma que águas naturais de superfície em nosso país apresentam alcalinidade abaixo de  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , no entanto, valores superiores estão relacionados ao processo de decomposição da matéria orgânica, à atividade respiratória de microrganismos com liberação de gás carbônico na água e despejos de efluentes industriais.

Na região semiárida, utiliza-se muito água de poços artesianos em virtude da escassez hídrica, no entanto, de acordo com Pereira (2014), água de poços denotam os maiores valores de alcalinidade em virtude do contato direto da água com a formação rochosa. Após seu uso a mesma é descartada em forma de esgoto nos rios já com elevados teores de alcalinidade.

## 3.7 A BACIA DO RIO PARAÍBA

A bacia hidrográfica do rio Paraíba está localizada no estado da Paraíba, abrange uma área total de  $19456,73 \text{ km}^2$  e perímetro de  $1077,98 \text{ km}$  (MARCUIZZO et al., 2012). A bacia compreende, total ou parcialmente, a área de 18 municípios paraibanos (Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê), compartilhado entre as microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental do Estado da Paraíba (SILVA et al., 2014). O município de Monteiro compreende o maior território da bacia do rio Paraíba (área de  $996,88 \text{ km}^2$  e perímetro de  $156,58 \text{ km}$ ) (MARCUIZZO et al., 2012).

A bacia do rio Paraíba, similarmente chamada de Paraíba do Norte, é uma das maiores e mais importantes do Estado da Paraíba (XAVIER et al., 2012). Encontra-se na parte sudoeste do planalto da Borborema e limitando-se a norte com a sub-bacia do rio Taperoá, o estado de Pernambuco ao sul e oeste, já ao leste dispomos da região do médio curso do rio Paraíba. A região do alto curso do rio Paraíba é de grande valor para o estado, essencialmente, para a Microrregião do Cariri, uma vez que, essa região está inserida no Projeto de Integração do São Francisco (SILVA et al., 2014).

A região do Alto Curso do rio Paraíba dispõe de clima do tipo BSw<sup>h</sup> (identificação climática de Köppen) ou seja, semiárido quente, com precipitação pluvial média anual oscilando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses (MARINHO, 2011). A umidade relativa alcança médias mensais de 60 a 75%, indagando que os valores máximos, correspondem ao período de junho, e os mínimos, no mês de dezembro. Com respeito à velocidade do vento na região, os valores variam entre 3 a 4 m/s (CANTALICE, 2010).

Essas características climáticas conferem ao rio o caráter intermitente em grande parte de seu percurso, o que, associado às demandas hídricas da região, resultou na construção de inúmeros açudes de pequeno, médio e grande porte (XAVIER et al., 2012).

A vegetação principal é do tipo caatinga hiperxerófila, floresta caducifólia e subcaducifólia. Os solos mais dominantes são do tipo Luvisolos Crômicos que revestem todo o cristalino efetivo na área de extensão da região do alto curso do Rio Paraíba. O relevo é ondulado a fortemente ondulado, com alterações hipsométricas, que atingem cotas acima de 1000 metros (MARINHO, 2011). Os afluentes do alto curso do rio Paraíba pela margem esquerda o rio do Meio e o Rio Sucuru, e pela margem direita, temos o aporte dos rios Monteiro e Umbuzeiro (SILVA et al., 2014).

No que lhe concerne, a bacia do Alto rio Sucuru, um dos criadores do rio Paraíba, equivale à boa parte da bacia do Alto rio Paraíba e está situado no semiárido do estado, na Microrregião Homogênea Cariris Velhos, com área territorial em torno 1.652,5 km<sup>2</sup>, integra todo ou parcialmente os municípios de Amparo, Monteiro, Ouro Velho, Prata, Sumé, Serra Branca, Coxixola e Caraúbas (ALENCAR, 2008). No encontro com o Rio do Meio, forma o rio Paraíba; que tem os riachos da Prata, Olho d'Água dos Caboclos, Barriguda e do Algodão como seus principais afluentes (MOURA et al., 2010).

De acordo com Alencar (2008), o rio Sucuru é o principal rio da bacia, o qual nasce na cordilheira dos Cariris Velhos, distante a 5 km da cidade de Ouro Velho e com uma proporção de 41 km de comprimento. Seu curso de oeste/leste é obstruído pelo açude de Sumé, onde, em companhia com o São Paulo, Prata e Ouro Velho, constituem os principais açudes inseridos nesta bacia Hidrográfica.

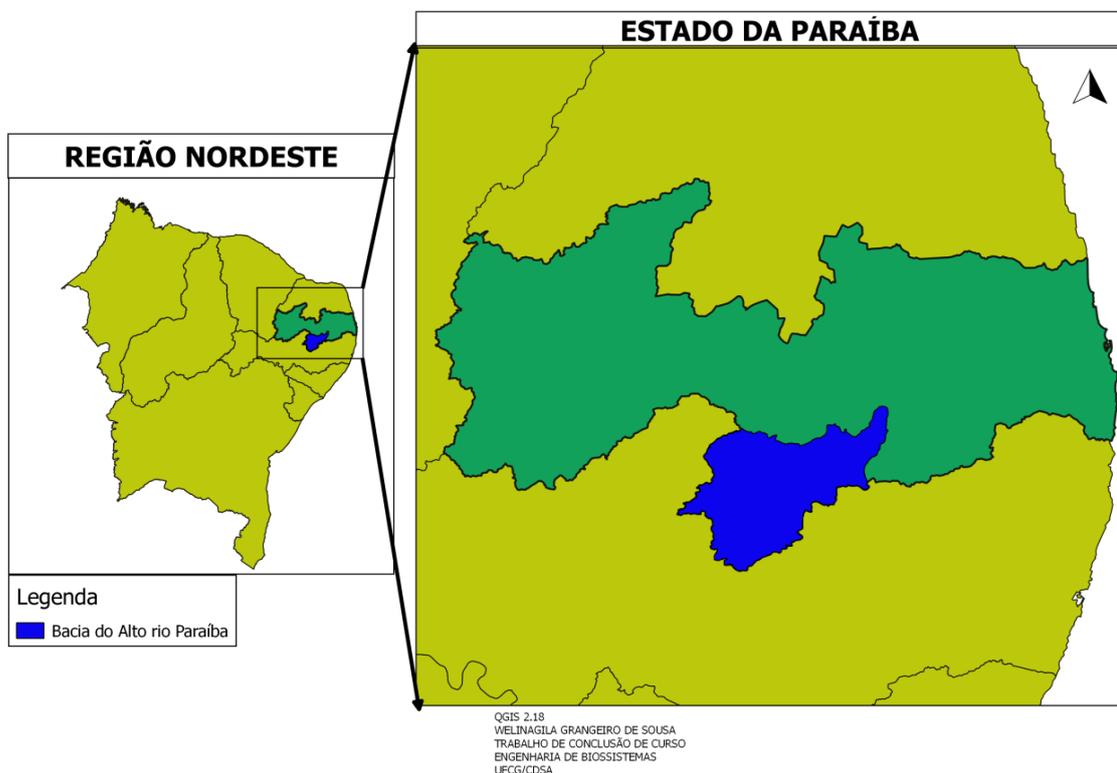
O município de Sumé está instalado na região semiárida, com clima seco, identificado pela baixa precipitação e com temperaturas altas (SOUSA, 2011). A rede hidrográfica do município é formada pela Bacia do Alto rio Sucuru que dispõe uma área por volta de 981,2 km<sup>2</sup>, disposta entre os paralelos 07°28'00" e 07°50'00" de latitude Sul e os meridianos 37°13'00" e 36°49'00" de longitude Oeste compreendendo total ou parcialmente os municípios de Amparo, Monteiro, Ouro Velho, Prata e Sumé (SILVINO; BARBOSA, 2002).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Pedra Comprida, encontra-se em sua totalidade no município de Sumé, Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. A área de estudo compreende a extensão urbana desse afluente da Bacia do Alto rio Sucuru, que por sua vez, é um dos secundários da Região do Alto Paraíba (Bacia do rio Paraíba) (Figura 1), o mesmo está compreendido entre as coordenadas  $7^{\circ}33'50.00''$  e  $07^{\circ}40'28.38''$  latitude sul e  $36^{\circ}56'24.98''$  e  $36^{\circ}52'56.63''$  longitude Oeste, com 22,26 km de comprimento.

**Figura 1** - Bacia hidrográfica do rio Paraíba: município de Sumé com ênfase na Região do Alto Paraíba.



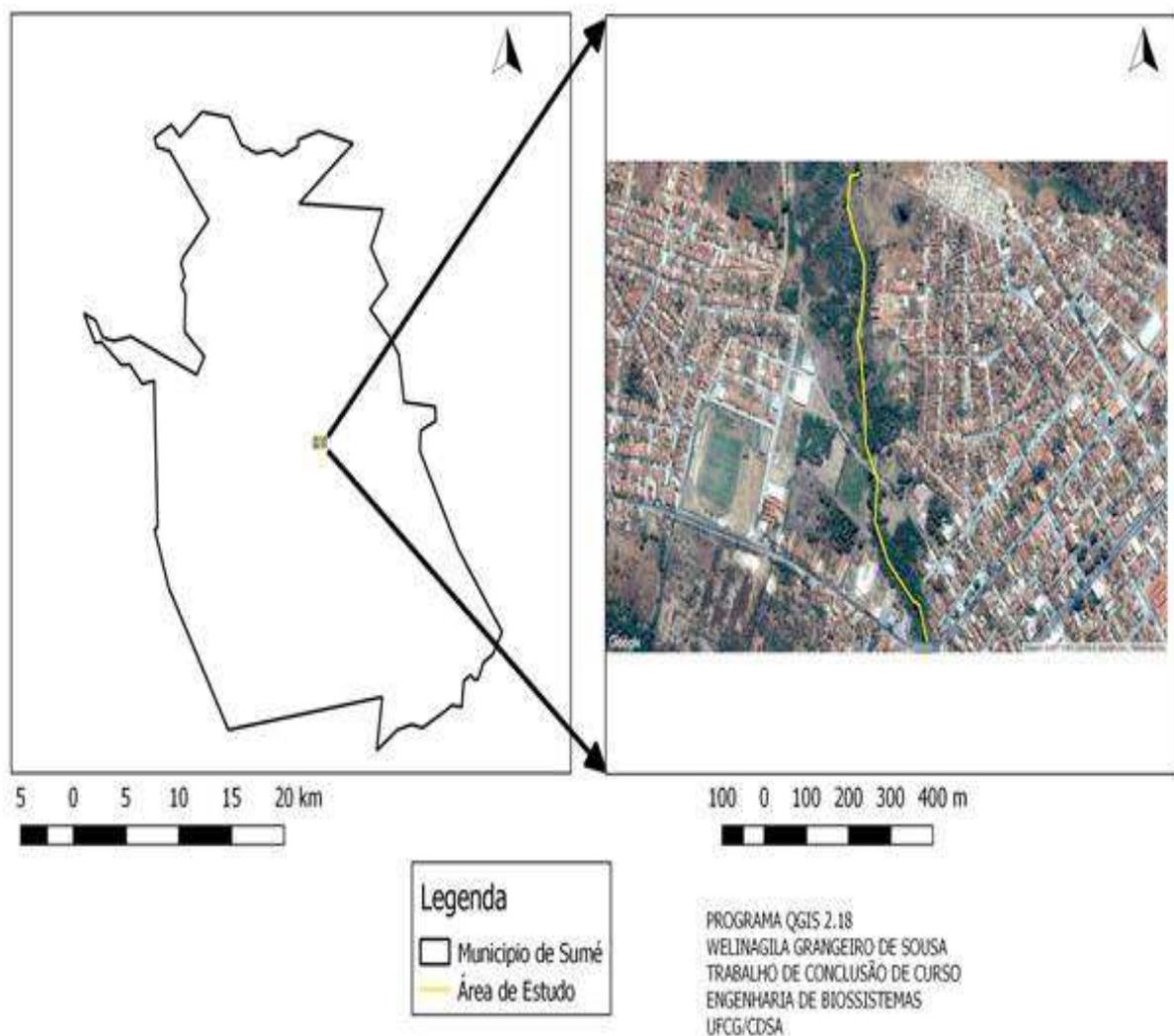
**Fonte:** Adaptado do IBGE, 2017.

### 4.2 COLETAS DE DADOS

O rio em estudo é formado a partir da junção de dois riachos, o Poço Escuro e o Riacho das Cinco Vacas, localizados na zona rural do município de Sumé. De acordo com SUDEMA (1988), o rio Pedra Comprida enquadra-se na classe 2 de acordo com seus usos preponderante.

O trecho analisado está situado entre as coordenadas 7°39'56.54" e 07°40'28.38" latitude Sul e 36°52'59.40" e 36°52'56.63" longitude Oeste, com 1,47 km de extensão (Figura 2). Apenas a área urbana foi estudada. Igualmente como maior parte dos rios da região, o rio Pedra Comprida é intermitente.

**Figura 2** - Localização do trecho urbano do rio Pedra Comprida.



**Fonte:** Adaptado AESA, 2017.

As amostras de água foram recolhidas na primeira quinzena do mês de março de 2017, no período entre 06h30min e 07h30min da manhã, ressaltando que no período das coletas a cidade vinha sofrendo uma forte escassez pluviométrica, sendo possível a coleta em apenas

cinco pontos do rio, no qual se encontrava água, sendo armazenadas em recipientes plásticos esterilizados e previamente ambientados com água do local, com o objetivo de minimizar possíveis interferências, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3** - Coleta das amostras.



**Fonte:** Autor, 2017.

Os pontos de coletas foram denominados de P1, P2, P3, P4 e P5 para melhor identificação, a localização de cada ponto de coleta foi obtida com GPS marca Garmin e está apresentado na figura 4, evidenciando que os pontos não foram escolhidos aleatoriamente, e sim de acordo com a presença de água, fato esse que dificultou a coleta, tendo em vista a complicação de acesso á alguns pontos, para realização da coleta.

**Figura 4 - Localização dos Pontos de Coleta**



**Fonte:** Adaptado de Google Earth, 2017.

### 4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE ÁGUA

Todos os procedimentos das análises físico-químicas foram realizados no Laboratório de Qualidade de Água do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido-UFCG (Figura 5). Para obter-se melhor precisão experimental, foram realizados ensaios com três repetições para cada amostra, trabalhando-se sempre com valores segundo média aritmética.

**Figura 5 - Realização das análises**



**Fonte:** Autor, 2017.

As avaliações da qualidade da água foram realizadas a partir de análises físico-químicas de oito parâmetros: pH; Condutividade Elétrica; Sólidos Totais Dissolvidos; Alcalinidade; Dureza Total; Dureza do Cálcio; Dureza do Magnésio e Cloreto.

#### **4.3.1. Determinação do pH**

Para especificação do pH foi utilizado um pHmetro digital microprocessado L' Del lab Modelo DLA pH, popularmente conhecido como pHmetro de bancada da marca Quimis corretamente calibrado com soluções tampão de pH conhecido. Para a determinação do pH se faz necessário às medições das temperaturas durante o procedimento, em virtude disso, as mesmas foram controladas durante todo o processo, ficando em torno de 25 °C.

#### **4.3.2 Determinação da Condutividade Elétrica**

A caracterização da Condutividade Elétrica foi realizada por meio de leitura direta em um condutivímetro de bancada da marca TECNOPON, modelo mCA-150 adequadamente calibrado.

#### **4.3.3 Determinação da Dureza Total**

De acordo com Araújo (2016), a determinação da dureza se deu pelo método da complexação. Essa técnica consiste na titulação da amostra com EDTA e indicador de negro de eriocromo T, em meio tamponado, para complexação de cálcio e magnésio. A finalização da titulação acontece no momento em que a solução exibe a coloração azul (FERNANDES et al., 2014).

#### **4.3.4 Determinação dos Sólidos Totais Dissolvidos**

A determinação da quantidade de sólidos totais dissolvidos se deu pelo método eletrométrico.

#### **4.3.5 Determinação do Cloreto**

Os valores de cloretos foram identificados pelo método de Mohr, no qual, ocorre a titulação dos cloretos com uma solução de nitrato de prata 0,05N, precipitando o cloreto de prata, sendo o ponto final identificado pela presença de cromato de potássio a 5%, reagindo com o excedente de prata (ARAÚJO, 2016).

#### **4.3.6 Determinação da Alcalinidade**

A alcalinidade foi mensurada pela titulação da amostra de água com uma solução 0,02N de ácido sulfúrico, no qual foi usado como indicadores a fenolftaleína e o alaranjado de metila, até o aparecimento da cor alaranjada, em virtude da viragem do indicador (REISNER; OLIVEIRA, 2015).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água é basicamente definida pela mensuração de seus múltiplos parâmetros, nos quais sinalizam problemas quando atingem valores superiores aos prescritos para determinados usos do corpo hídrico estudado (WEINBERG, 2013).

Todos os resultados relativos de temperatura, pH; Condutividade Elétrica; Sólidos Totais Dissolvidos; Alcalinidade; Dureza do Cálcio; Dureza do Magnésio; Dureza Total e Cloreto foram confrontados com a Portaria N° 2914 de 12/12/2011, do Ministério da Saúde, em relação aos padrões de potabilidade para o consumo humano. Seus valores médios permitidos de acordo com a portaria encontram-se descrito abaixo (Tabela 1) para ser tomados como referência para os resultados encontrados.

**Tabela 1** - Valores médios permitidos de acordo com a Portaria N° 2914 de 12/12/2011.

PARÂMETROS	VMP
Temperatura	-
pH	6,0 – 9,5
CE (mS/cm)	-
Dureza de Cálcio (mg/l)	-
Dureza de Magnésio (mg/l)	-
Dureza Total (mg/l)	500
STD (ppm)	1000
Cloretos (mg/l)	250
Alcalinidade (mg/l)	250

**Fonte:** Autor, 2017.

O resultado das análises de todos os parâmetros estão expostos e contestados a seguir, separadamente.

Uma análise comparativa com parâmetros de pH e Sólidos Totais Dissolvidos também foram confrontados com Resolução 357/05 do CONAMA concernente à classe prevista para o riacho Pedra Comprida (rio Sucuru), como supracitado (Classe 2). Limitando-se em 6 a 9 para o potencial hidrogeniônico e 500 mg/L para a Sólidos Totais Dissolvidos.

### 5.1 pH

O pH é um indicador que determina a condição acida ou alcalina de uma água, não ocasionando risco sanitário relacionado diretamente a sua medida, a menos que seus valores

sejam extremamente baixos ou elevados, a ponto de causar irritação na pele ou nos olhos. (MUNIZ, 2013).

Os valores de pH impostos pela Portaria N°2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estão entre 6 e 9,5, dessa forma, valores abaixo de 6 são tidos como pH ácidos, e valores acima de 9,5, são alcalinos não atendendo a legislação vigente. Observando os resultados das amostras (Tabela 2) em geral, constata-se que todas se enquadraram dentro dos valores de referência para o consumo humano como pode ser visto na tabela 2.

**Tabela 2** - Valores de pH das referentes amostras e suas temperaturas.

PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
pH	-	7,42	7,08	8,30	8,12	7,50
Temperatura	°C	24,8	25,0	25,3	24,8	24,8

**Fonte:** Autor, 2017.

Nos experimentos, está análise foi realizada logo em seguida á coleta, com intuito de diminuir os erros provenientes do tempo de armazenamento.

Em alguns pontos ao longo do trecho do rio Pedra Comprida foi possível verificar a presença de animais e bastante lixo lançado pela própria população em praticamente toda a sua extensão, como pode ser observado na Figura 6, fator esse que pode ter afetado diretamente os valores encontrados, tendo em vista que a presença de excretas animais pode influenciar no baixo valor de pH.

**Figura 6 - Presença de animais e lixo.**



**Fonte:** Autor, 2017.

As temperaturas correspondentes aos pontos de coleta localizados variaram de 24 a 25 °C, no entanto esses valores podem ser justificados devido aos horários de coleta, compreendidos entre 6:30 e 7:30h da manhã.

Variações de temperatura instituem o regime climático normal, e corpos de água naturais possuem modificações sazonais e diurnas, assim como estratificação vertical, onde a temperatura superficial é instigada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (TSGA, 2014).

Referente à Resolução 357/05 CONAMA (enquadramento dos corpos d'água) quanto ao pH para águas de Classe 2, os valores da Tabela 2 destacam que a água está em conformidade com os limites, estabelecidos entre 6 e 9.

## 5.2 CONDUTIVIDADE ELETRICA (CE)

A análise de condutividade aponta o teor de sólidos iônicos solúvel na água, no entanto na legislação do Brasil não existe um limite superior tido como admissível, porém, é um importante fator na caracterização de águas, tendo em vista, que alternância na condutividade da água, mesmo sem causar prejuízo imediato ao ser humano, designa uma possível degradação do meio aquático por efluentes, assim como o assoreamento rápido de rios por destruição da mata ciliar (LÔNDERO et al., 2011).

A figura 7 ressalta o assoreamento do rio, fato esse que além de ser de difícil reversão, pode gerar consequências graves, incluindo a extinção de cursos d'água, as causas do assoreamento estão quase sempre relacionadas com a ausência da mata ciliar como visto na figura 8, que é a cobertura vegetal que se posiciona nas áreas próximas às margens dos rios, esse processo vem ocorrendo principalmente em virtude do desmatamento no entorno do rio afim de construções civis, onde a principal delas está sendo a expansão do cemitério da cidade. A população não tem noção dos impactos que ausência de vegetação pode causar ao rio, podendo levar até ao desaparecimento do mesmo.

**Figura 7 - Assoreamento do rio**



**Fonte:** Autor, 2017.

**Figura 8 - Ausência de mata ciliar**



**Fonte:** Autor, 2017.

Observaram-se diversos pontos de despejo de efluentes domésticos no entorno e diretamente no rio principalmente pelo direcionamento inadequado das tubulações como visto nas figuras 9 e 10, com isso, além do mau cheiro nesses ambientes, ficam também os prejuízos relacionados ao desequilíbrio ecológico e até mesmo a transmissão de doenças á população em virtude da contaminação hídrica.

**Figura 9 - Lançamento de efluente**

**Fonte:** Autor, 2017.

**Figura 10 - Tubulação de esgoto**

**Fonte:** Autor, 2017.

Por meio da (Tabela 3) pode-se observar que os valores encontrados de CE variaram de 3,63 a 6,08 mS/cm numa faixa de 25 °C. Segundo Araújo (2016) mesmo não existindo valores referentes na legislação para água potável, presumisse que valores menores a 2 mS/cm denotam potabilidade, devido ao baixo teor de sais dissolvidos, pois quanto maior a quantidade de íons maior é a CE.

Levando em conta o valor mencionado pelo autor, os resultados obtidos denotam uma água não adequada para o consumo humano, em virtude dos elevados valores de condutividade elétrica provavelmente devido à concentração de sais solúveis na água, tendo em vista que não havia índice pluviométrico nessa época fazendo com que ocorresse uma concentração maior dos íons em solução.

**Tabela 3 - Valores de CE das referentes amostras e suas temperaturas**

PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
CE	mS/cm	4,08	3,89	5,06	6,08	3,63
Temperatura	°C	25,3	24,8	24,7	24,8	24,7

**Fonte:** Autor, 2017.

No momento em que as concentrações de íons ultrapassarem 1mS/cm, o meio pode estar impactado, pois valores elevados de CE podem indicar sinais corrosivos da água, nos quais danificam as tubulações de abastecimento ocasionando furos e vazamentos (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

### 5.3 DUREZA TOTAL

A dureza é um parâmetro utilizado para diagnosticar a qualidade da água destinada ao consumo humano (BORTOLI, 2016). A mesma aponta a concentração de cátions versáteis em solução na água, nos quais os de cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ) se fazem mais frequentemente, tendo sua origem natural ou antropogênica (SOUSA et al., 2016).

A Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece como padrão de potabilidade para a dureza o valor máximo permitido (VMP) de 500 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , como pode ser observado na tabela 4, todos os resultados dos cinco pontos analisados foram superiores ao VMP, tornando a água imprópria para o consumo humano.

**Tabela 4** - Valores de dureza de cálcio e magnésio e dureza total das amostras

AMOSTRAS	Dureza do Cálcio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Dureza do Magnésio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Dureza Total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) ( $\text{CaCO}_3$ )
P1	325	457,5	782,5
P2	295	437,5	732,5
P3	227,5	417,5	645
P4	705	60	765
P5	207,5	392,5	600

Fonte: Autor, 2017.

Com os valores encontrados constatou-se uma quantidade de carbonato de cálcio bem elevado a 180 mg/L, denotando a qualidade de água muito dura estando fora do padrão de potabilidade em vigor.

Para a determinação da dureza magnésiana utilizou-se do método indireto que se fundamenta na diferença entre a dureza total e a dureza cálcica, obtendo assim valores de dureza magnésiana, onde a mínima foi de 60 e a máxima foi de 457,5 mg/L de Mg<sup>2+</sup> (SILVA, 2017).

#### 5.4 SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

Os sólidos totais dissolvidos (STD) são especificados como o peso total dos minerais encontrados na água (CETESB, 2016).

O valor médio de STD das amostras analisadas ficaram entre 1795 e 3013 ppm conforme exposto abaixo na tabela 5. De acordo com os valores instituído em lei pela Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido é de até 1000 mg.L<sup>-1</sup>.

**Tabela 5** - Valores de sólidos totais dissolvidos e suas temperaturas

PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
Sólidos Totais Dissolvidos	ppm	2034	1970	2653	3013	1795
Temperatura	°C	24,7	24,9	25,0	25,2	25,3

**Fonte:** Autor, 2017.

Por meio dos valores mostrados na tabela acima os resultados estão todos superiores ao estipulado pela legislação em vigor, tornando assim a água imprópria para o consumo humano. Tal fato pode ser explicado devido à ausência de chuvas nesse período, ocasionando o acúmulo de sólidos em virtude dos dejetos animais, lixos e despejo de efluentes domésticos contribuem para o aumento de sólidos, visto que, a quantidade de água presente não se fazia suficiente para a dissolução dos mesmos.

Comparando os valores de Sólidos Totais Dissolvidos com Resolução 357/05 do CONAMA, referente à Classe 2 (enquadramento dos corpos d'água), em todas as coletas os resultados foram bem superiores ao limite de 500 mg.L<sup>-1</sup> (variando de 3,59 a 6,03 vezes a mais de CE).

## 5.5 CLORETOS

Os cloretos presentes na água mudam sua quantidade de acordo com a região, a Portaria do Ministério da Saúde N° 2.914/2011 e o Conama em sua Resolução 357/05 estipulam concentrações de até 250,00 mg.L<sup>-1</sup> de cloretos, valores excedentes, proporcionam as águas com sabor salgado, além de evidenciar as águas com introdução de esgotos e urina (BORTOLI, 2016).

A quantidade de cloretos das amostras analisadas variou de 878,5 a 1480 mg.L<sup>-1</sup> conforme (Tabela 6), mostrando-se bastante elevadas quando comparadas ao valor máximo permitido, tendo em vista fatores que possam ser responsáveis por esse grande excedente, como a escassez de precipitação juntamente com o despejo de efluentes domésticos no decorrer do rio, tornando assim uma água inapropriada para o consumo humano.

**Tabela 6 - Valores de cloretos das respectivas amostras**

PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
Cloretos	mg/l	938	913,5	1176	1480	878,5

**Fonte:** Autor, 2017.

É valido ressaltar que águas contendo altos teores de cloretos podem provocar incrustações nas tubulações e rompimento das mesmas, além de ocasionar problemas de saúde à população, como ressecamento da pele e efeitos laxativos (CETESB, 2016).

## 5.6 ALCALINIDADE

De acordo com Naime et al. (2009), a alcalinidade é definida como a capacidade da água de neutralizar ácidos, sendo expressa em quantidade equivalente de carbonato de cálcio.

A Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde estipula como valor máximo permitido de 250 mg/L, no entanto os valores obtidos de alcalinidade das análises alternaram de 257,5 a 1092,5 mg/L, apresentando-se muito superior ao VMP, tornando a água imprópria para o consumo humano.

**Tabela 7** - Valores de alcalinidade das respectivas amostras.

PARÂMETRO	UNIDADE	P1	P2	P3	P4	P5
Alcalinidade	mg/l	368,5	624	1092,5	257,5	882

**Fonte:** Autor, 2017.

Em quantidades moderadas na água de consumo humano, a alcalinidade total não possui nenhum valor sanitário, todavia, em grande quantidade, pode gerar um sabor desagradável, resultando assim, em desaprovação, sendo um considerável coagulante químico das águas, esgotos e águas residuais e no domínio e prevenção da corrosão em canalizações, sendo, portanto, uma das exigências mais significativas na potabilização das águas para consumo humano (PEREIRA et al., 2010).

## **6 CONCLUSÃO**

A abordagem visual da visita técnica projetou condições deficientes quanto ao aspecto qualitativo das águas no riacho Pedra Comprida (zona urbana do município de Sumé/PB), sendo a atividade antrópica, especialmente lançamento de esgoto doméstico, o principal motivo da poluição hídrica, sobretudo, devido à ausência de saneamento básico.

Os valores elevados quanto ao parâmetro sólidos totais dissolvidos nas amostras coletadas, destacou a necessidade de adequar tal corpo hídrico aos limites estabelecidos o qual este está enquadrado, Classe 2.

Com base nos dados amostrais observou-se que os valores dos parâmetros obtidos em laboratório não estão condizentes com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde sendo assim imprópria para o consumo humano.

Ressalta-se que as análises comparativas com a classe de uso preponderante e com os padrões de potabilidade descritos neste trabalho, objetivam auxiliar como referencial entre os limites padronizados da legislação vigente e abordagens projetivas no tocante à gestão de recursos hídricos que envolva a área de estudo.

## **7 RECOMENDAÇÕES**

Considerando os resultados expostos, é de suma relevância e necessidade o implante de saneamento básico para a população que habita as margens do rio, assim como uma maior conscientização das pessoas quanto ao não desmatamento ciliar no entorno do rio.

Todavia, vale salientar que um monitoramento com análises mais cautelosas se faz necessário, sendo possível relacionar os resultados obtidos com diferentes parâmetros nos quais não foram abordados nesse trabalho, bem como a avaliação da qualidade da água em diferentes períodos do ano, tendo em vista que no período das coletas o rio encontrava-se com baixo volume, em virtude da escassez pluviométrica na região, fato esse que pode ter interferido nos valores encontrados.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, R. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do riacho mussuré**. 2006. 140 f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente)- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2006.

AESA - **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br](http://www.aesa.pb.gov.br). Acesso em: 26 Jun 2017.

ALENCAR, M. L. S. **Os sistemas hídricos, o bioma caatinga e o social na bacia do rio sucuru: riscos e vulnerabilidades**. 2008. 175 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande. 2008.

ALVES, C. **Tratamento de águas de abastecimento**. 3. ed. Porto: Publindústria, 2010.

ALVES, W. S.; ANDRADE, R. D. A.; COSTA, L. M.; BELISÁRIO, C. M.; CEREIJO, T. L.; PORFIRO, C. A. Avaliação da qualidade da água por meio de análises físico-químicas. Goiás: **In: Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do IF Goiano**, 1, 2012, Goiânia. 2012.

ANA- **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: [http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH\\_enquadramento.aspx](http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx). Acesso em: 25 Jul 2017.

APDA. **Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas**. Comissão Especializada da Qualidade da Água. 2012. Disponível em: [http://www.apda.pt/site/ficheiros\\_eventos/201311151216-ft\\_qi\\_10\\_dureza\\_total.pdf](http://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201311151216-ft_qi_10_dureza_total.pdf). Acesso em: 29 Jun 2017.

ARAÚJO, E. F. **Qualidade da água utilizada para o consumo em escolas públicas municipais de Monteiro-PB**. Tcc (Conclusão de Curso) - Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Universidade Federal de Campina Grande. Sumé. 2016.

AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. L.; CAPPI, N.; PINTO, A. L. Qualidade da água e percepção ambiental: reflexões sobre a realidade urbana de Anastácio (MS). **Geonorte, Amazonas**, v. 3, n. 4, p. 1255-1267, 2012.

BERTOLDO, D. C.; SCHONS, D. C.; SANTOS, C. R.; VEIGA, T. G.; SZYMANSKI, N. Análises físico-químicas das águas do Rio do Ouro, em Ouro Verde do Oeste – Paraná. **Iniciação Científica Cesumar**, Maringá, v. 16, n. 2, p. 147-154, 2014.

BORTOLI, J. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do vale do taquari/rs**. Dissertação (Mestre em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário Univates. Lajeado, 2016.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambiente Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. 2. ed. ref. São Paulo: Moderna, 2010.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Inspeção sanitária em abastecimento de água. Normas e Manuais Técnicos, Brasília, 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil; Poder Executivo, 2011.

BRASIL. **Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)**. Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS. Brasília, 2014.

CANTALICE, L. R. **Gestão hídrica do Reservatório Sumé-PB: Potencialidades e Fragilidades**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestre em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande. 2010.

CARVALHO, A. P. **Diagnóstico da degradação ambiental do Açude de Bodocongó em Campina Grande – PB**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande. 2007.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul**. 2008.173f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Apêndice D Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. 2016. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndic-e-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 29 Jun 2017.

CORADI, P. C; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS. **Brasil Ambiente e Água**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.

DNOCS – **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br>. Acesso em: 13 Jun 2017.

FERNANDES, N. L; BARRETO, N. M. B; MACHADO, A. C; ROCHA, G. P. Estudo comparativo entre metodologias utilizadas para determinação de dureza total em matrizes aquosas. In: **Congresso Qualidade em Metrologia e Saneamento e Abastecimento de Água**, 14, 2014, São Paulo: ENQUALAB\_RESAG, 2014.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da Qualidade da água do Rio Uberabinha Uberlândia–MG.** 2009. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

IBGE-**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2008. Disponível em: [www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/). Acesso em: 10 jun. 2017.

JAKUBOSK, A. P.; SANTOS, I. J. P.; RAUBER, E. A. **Poluição das águas: consequências para os seres humanos.** Juína – MT, 2014.

JESUS, B. M.; SOUZA, R. C. A. Avaliação da qualidade da água do rio São Francisco na região de Bom Jesus Da Lapa, BA, e as atividades antrópicas relacionadas. **In: Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, 12, 2013, Salvador: SEPA, 2013.

JÚNIOR, A. F. C.; PALHANO, N. S. Conflitos ambientais: o caso da usina hidrelétrica de São Luiz do Tapajós na região oeste do estado do Pará e os grandes projetos. **Geonordeste**, São Cristóvão, v.27, n. 2, p. 49-64, 2016.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência.** Rio de Janeiro, 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2. Ed. São Paulo: Átomo, 2008. 444 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3. ed. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

LIMA, V. L. A.; CHAVES, L. H. G. **Qualidade da Água. Campina Grande:** Agenda, 2008. 14- 29 p.

LÔNDERO, E.; ZELA, S. P.; GARCIA, C.; IGNÁCIO, C. M. S.; NEVES, E. Análise da condutividade elétrica das águas dos rios bugres e Paraguai. **Higiene Alimentar**, Salvador, v. 25, n. 194/195, p. 1046-1407, 2011.

MACHADO, B. C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da estação de tratamento de esgoto de Samambaia, DF para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2006.

MORAIS, L. S. de. **Degradação Ambiental do Rio Preto na cidade de Santa Rita Paraíba-PB.** 2011. 48 f. Tese (Conclusão de Curso)- Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira. 2011.

MORETTO, M. B. **Qualidade de águas em escolas rurais no município de restinga seca.** 2003. 50f. Dissertação (Especialização em Educação Ambiental) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MARCUZZO, F. F. N.; OLIVEIRA, N. L.; CARDOSO, M. R. D.; TSCHIEDEL, A. F. **Detalhamento hidromorfológico da bacia do rio Paraíba.** In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 11, 2012, João Pessoa: SRHN, 2012.

MARINHO, C.F.C.E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Dissertação (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 2011.

MOURA, G. E. S.; BARBOSA, M. P.; MOURA, C. S.; SOUZA, M. M. P.; MOURA, A. E. S. S. Uso do sensoriamento remoto na análise espaço-temporal dos açudes prata II e são paulo, frente aos efeitos climáticos, município de Prata-PB. **In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, 3, 2010, Recife: SIMGEO, 2010.

MESSIAS, C. G. **Análise da Degradação Ambiental da Micro Bacia do Rio do Antônio em Brumado-BA: Contribuições para o Desenvolvimento de Programas de Educação Ambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Brasília, Departamento de Geografia, Brasília, 2010.

MUNIZ, J. M. **Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba-MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2013.

NAIME, R. H.; CARVALHO, S.; NASCIMENTO, C. A. Avaliação da Qualidade da Água Utilizada nas Agroindústrias Familiares do Vale dos Sinos. **Agronegócios e Meio Ambiente**, v.2, n.1, p. 105-119, 2009.

PEREIRA, A. P. **Avaliação da qualidade da água da chuva**. Dissertação (Técnico em Química) - Centro Universitário Univates, Centro de Educação Profissional, Lajeado, 2014.

PEREIRA, S. F. P.; COSTA, A. C.; CARDOSO, E. S. C.; CORRÊA, M. S. S.; ALVES, T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. **Estudos Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 50-62, 2010.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.4, p. 200 – 210, 2010.

REISNER, A.; OLIVEIRA, D. V. Análise das propriedades físico-químicas de amostras de água no Município de Gaspar-SC. **Gestão, Sustentabilidade e Negócios**, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 4-14, 2015.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. Editora Blucher. São Paulo, 2011.

SANTOS, I. S.; MOREAU, M. S. Poluição dos recursos hídricos e saneamento básico no bairro nossa senhora da Vitória, Ilhéus-BA. **In: Seminário Nacional de Geografia e Planejamento Territorial e IV Seminário do Geoplan**, 2012, Sergipe.

SANTOS, V. O. **Análise físico-química da água do Rio Itapetininga-SP: Comparação entre dois pontos**. Eletrônica de Biologia, São Paulo, v., p. 1-19, 2010.

SDS - **Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável**. Estado de Santa Catarina. 2017. Disponível em:

[www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=11&idMenu=246](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=11&idMenu=246). Acesso em: 26 ago 2017.

SILVA, E. M. **Avaliação da qualidade de água através de parâmetros físico-química da água bruta e pós-tratamento do açude Sumé**. Tese (Conclusão de Curso) - Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido. Universidade Federal de Campina Grande. Sumé. 2017.

SILVA, M. B. R.; AZEVEDO, P. V.; ALVES, T. L. B. Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 35-53, 2014.

SILVA, P. M.; PIROLI, E. L.; HERNÁNDEZ, J. E. G. Qualidade da água e turismo em bacias hidrográficas: o caso da microbacia do Rio Sucuri, Bonito-MS, Brasil. **Ciência Geográfica**, Bauru, v.18, n.1, p.91-103, 2014.

SILVINO, G. S.; BARBOSA M. P. Aplicação de SIG no uso do MUSAG visando à diminuição dos riscos na produção agrícola. Bacia do Alto Rio Sucuru, Paraíba – um estudo de caso. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.557-559, 2002.

SOUSA, S. S.; SILVA, W. S.; MIRANDA, J. A. L. Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú – MA. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.38, n.3, p. 1615 – 1625, 2016.

SOUZA, K. L. R.; FURTADO, A. L. F. F. Gestão ambiental e recursos hídricos: Análise do plano de bacias 2010-2020 do comitê de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ). **Ensaio e Diálogos**, Rio Claro, n.6, p. 49-61, 2013.

SOUSA, L. G. **Potencialidades locais, turismo e desenvolvimento local para o cariri paraibano**. 2011. 148f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2011.

SOUZA, M. M, GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.19, n.3, p. 263-274, 2014.

SUDEMA – **Superintendência de Administração do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br>. Acesso em: 18 Jun 2017.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente **DZS 205 - Enquadramento dos corpos d'águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba**. Sistema Estadual de Licenciamento de Atividade Poluidoras – SELAP, 1988. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS\\_03.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_03.pdf). Acesso em: 26 ago 2017.

SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente **DZS 201 - Classificação das águas interiores do estado**. Sistema Estadual de Licenciamento de Atividade Poluidoras – SELAP, 1988b. Disponível em: [www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS\\_01.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_01.pdf). Acesso em: 26 ago 2017.

SPERLING, M.V. **Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. Ed. 3. 2005.

TSGA- **Projeto Tecnologias Sociais para Gestão da Água**. Programa de capacitação em gestão da água. Disponível em: [file:///C:/Users/NAH/Downloads/Monitoramento%20e%20Diagn%C3%B3stico%20de%20Qualidade%20de%20%C3%81gua%20Superficial%20\(web\).pdf](file:///C:/Users/NAH/Downloads/Monitoramento%20e%20Diagn%C3%B3stico%20de%20Qualidade%20de%20%C3%81gua%20Superficial%20(web).pdf). Acesso em: 10 Jul 2017.

VIEIRA, A. C.; BARCELLOS, I. C. **Água: bem ambiental de uso comum da humanidade. Direito Ambiental: conservação e degradação do meio ambiente**. Título 2. Jan. – mar./2009. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011. Pag. 70.

WEINBERG, A. **Uso de índices de qualidade de água para a caracterização da bacia hidrográfica do rio guandu**. 2013. 178 f. Tese (Conclusão de Curso) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C.; MACIEL, J. S.; BÚ, J. C. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do rio Paraíba – PB. **Tamoios**, São Gonçalo, v.8, n. 2, p. 15-28, 2012.