



**DAVI ARAUJO DA SILVA**

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE ÁGUAS DE POÇOS  
LOCALIZADOS NA ZONA RURAL DACIDADE DE CARUARU-PE**

**CARUARU  
2017**

DAVI ARAUJO DA SILVA

**ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE ÁGUAS DE POÇOS  
LOCALIZADOS NA ZONA RURAL DA CIDADE DE CARUARU-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/UNITA, como requisito parcial, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental, sob orientação da Professora DSc. Angela Maria Coêlho de Andrade.

CARUARU

2017

## **BANCA EXAMINADORA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Centro Universitário Tabosa de Almeida, ASCES-UNITA, da autoria de **DAVI ARAUJO DA SILVA**, intitulado **“ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DE ÁGUAS DE POÇOS DA ZONA RURAL DA CIDADE DE CARUARU-PE”**, requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Ambiental, defendida em 08 de maio de 2017, pela banca examinadora constituída por:

Data de aprovação: 05/06/2017

Nota: \_\_\_\_\_

Aprovada por:

---

Orientadora: Profa. Dra. Angela Maria Coêlho de Andrade

---

Primeiro Avaliador: Profa. Dra. Luiza Feitosa Cordeiro de Souza

---

Segundo Avaliador: Prof. Dr. Deivid Sousa de Figueirôa

CARUARU

2017

*Ao meu grandioso Deus, sem ele nada seria possível, a toda minha família por acreditar na minha capacidade, a minha irmã (meu anjo da guarda), a minha mãe por todo o seu amor, ao meu pai por toda segurança e ao meu irmão por todo apoio e força.*

*Dedico.*

“Ninguém é eterno e o que a gente ganha a gente não vai levar, a gente tendo Deus para a gente, o Divino Mestre se encarrega de colocar as coisas no lugar certo. A gente luta, sofre, suor, lágrimas, depois passa a viver de emoções”.

Luiz Gonzaga.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado forças para nunca ter desistido e por estar sempre a meu lado me protegendo. Agradeço a ele por ter me agraciado com boas oportunidades e por colocar pessoas iluminadas ao longo do meu caminho. Sem a fé no meu cristo, não teria conseguido.

A minha orientadora Angela Coelho (Diva) a quem eu tenho um grande carinho, agradeço por tudo de coração, pelos ensinamentos ao longo da minha jornada acadêmica e por toda paciência e contribuição no meu trabalho.

A minha Irmã Dayane Araujo, te amarei por todo sempre meu anjo.

Aos meus pais Marineide Maria e Hildo Araujo por todo apoio e ajuda na minha vida, eles foram essenciais nessa longa caminhada, amo vocês.

Agradeço ao meu irmão Felipe Araujo por me ajudar no meu trabalho enquanto eu estava focado nas minhas atividades da faculdade, e aos meus sobrinhos que amo de coração, Vinicius e Laura.

A minha namorada Rayane Lopes, por toda força e paciência, e por toda ajuda no meu trabalho e por esta sempre ao meu lado.

A todos meus familiares em especial, minha avó Maria dos Anjos, Maria Iva, Iracleide Araújo, Thamyris Araújo, Gicelia Oliveira, Marleide Omena e Paloma Omena, por sempre se preocupar com meus estudos e me dá forças.

Aos meus Avôs que estão no céu José Liberato e Luiz Guilherme.

A minha grande amiga Nayanne Araújo, que considero não uma amiga e sim uma irmã, por toda ajuda e paciência para comigo, por toda cumplicidade e reciprocidade, não tenho como lhe agradecer minha coco orientadora, e a toda sua família, meu eterno obrigado.

Agradeço a minha amiga de sala e de estágio Emanuelle Diógenes, por toda ajuda durante esta pesquisa e por toda disponibilidade.

Aos amigos que conquistei ao longo do caminho em especial Amanda Caroline, Mayara Guimarães, Itamirys Oliveira e Nathali Ribeiro todos meus amigos de sala pelo companheirismo e convivência durante esses cinco anos, por toda amizade sincera e por toda ajuda ao longo da caminhada.

A professora Luiza Souza a quem eu tenho um enorme carinho e admiração por contribui com seus conhecimentos nesta pesquisa.

Aos professores Cláudio Emanuel e Deivid Figueirôa por somar com seus conhecimentos nesta pesquisa.

A coordenadora Mariana Cardoso por toda disponibilidade.

A todos os professores que contribuíram com seus conhecimentos durante minha formação.

A Aldieres por toda disponibilidade em me ajudar com as escolhas dos poços.

Ao Centro Universitário Tabosa de Almeida, ASCES-UNITA por toda estrutura.

## RESUMO

A água é hoje um dos recursos ambientais mais preciosos e escassos da humanidade sendo indispensável à vida. A região agreste do estado de Pernambuco vem enfrentando um grave problema ambiental, a crise de água, devido às poucas precipitações de chuvas as comunidades rurais afastadas dos centros urbanos sofrem por não ter abastecimento d'água canalizada, uma das alternativas para esse déficit hídrico são os poços artesianos. A qualidade da água é decorrente de fenômenos naturais e da atuação do homem. Para verificar a qualidade dessa água foi analisado a água de dois poços distintos localizados na zona rural do município de Caruaru-PE, analisando sua qualidade através das análises físico-químicas e microbiológica, sendo analisado o pH, a condutividade, a salinidade, a cor, a turbidez e o sulfato, além dos coliformes totais sendo dentro dos padrões de potabilidade para uso doméstico. Quanto aos resultados analisados comparado com a legislação do Ministério da Saúde nº 2.914 de 2011 juntamente com a portaria nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde. As águas dos dois poços foram consideradas impróprias para o consumo da população das comunidades rurais, pela presença de coliformes totais, o poço P2 também apresentou uma concentração de sulfato fora da legislação vigente. Logo, os poços 1 e 2 não devem ser consumidos sem um prévio tratamento.

**Palavras Chaves:** Água, Poços, Análise Físico-Química, Análise Microbiológica.



## LISTA DE SIGLAS ABREVIações

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima  
APHA – American Public Health Association  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPA – Instituto Agrônômico de Pernambuco  
LRH – Lei dos Recursos Hídricos  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
mm – Milímetro  
MS – Ministério da Saúde  
NTU – Unidade de Turbidez Nefelométrica  
P1 – Poço 1  
P2 – Poço 2  
pH – Potência Hidrogeniônica  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
Ppb – Parte por Bilhão  
Ppm – Parte por Milhão  
Ppt – Partes por Trilhão  
ProRural – Programa Estadual de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável  
Pt-Co – Platina-Cobalto  
UFC – Unidade Formadora de Colônia  
VMP – Valor Máximo Permitido

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema representativo dos processos fundamentais em um balanço hídrico.....	19
<b>Figura 2:</b> Esquema representativo dos tipos de poços exigentes.....	21
<b>Figura 3:</b> Mapa de Pernambuco, com o município de Caruaru.....	22
<b>Figura 4:</b> Localização dos Poços (P1 e P2).....	25
<b>Figura 5:</b> Coleta das amostras, Poço 1 (P1) (a) e Poço (P2) (b).....	26
<b>Figura 6:</b> Coleta da amostra para análise microbiológica do Poço 1 (P1).....	31
<b>Figura 7:</b> Análise microbiológica.....	32

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1:</b> Índices pluviométricos do Município de Caruaru.....	23
<b>Tabela 2:</b> Comparação entre os valores médios da caracterização físico-química dos Poços P1 e P2 com a legislação.....	33
<b>Tabela 3:</b> Resultados da análise microbiológica dos Poços P1 e P2.....	39
<b>Quadro 1:</b> Métodos dos parâmetros físico-químicos.....	27
<b>Quadro 2:</b> Métodos do parâmetro microbiológico.....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Comparação entre o resultado médio do pH do P1 e P2.....	34
<b>Gráfico 2:</b> Comparação entre o resultado médio de condutividade do P1 e P2.....	34
<b>Gráfico 3:</b> Comparação entre o resultado médio de cor do P1 e P2.....	36
<b>Gráfico 4:</b> Comparação entre o resultado médio da turbidez do P1 e P2.....	37
<b>Gráfico 5:</b> Comparação entre o resultado médio do sulfato do P1 e P2.....	38
<b>Gráfico 6:</b> Comparação entre o resultado médio da salinidade do P1 e P2.....	39
<b>Gráfico 7:</b> Comparação entre os resultados de coliformes totais P1 e P2.....	40

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. OBJETIVO</b> .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	15
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	16
3.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA E O SEU USO.....	16
3.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS .....	17
3.3 GESTÃO DOS RECURSOS HIDRICOS .....	17
3.4 ÁGUA SUBTERRÂNEA .....	18
3.5 POÇOS ARTESIANOS .....	20
3.6 MUNICÍPIO DE CARUARU.....	21
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	24
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	24
4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	24
4.3 PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO.....	24
4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	24
4.5 COLETA DE DADOS.....	25
4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	26
4.6.1 Caracterização Físico-Química.....	26
4.6.2 Caracterização Microbiológica.....	30
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	33
5.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	39
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	40
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial à vida do planeta Terra. Possuindo um enorme valor econômico, ambiental e social, sendo de fundamental importância para sobrevivência do homem e dos ecossistemas. Dos múltiplos usos da água, destacam-se os direcionados ao consumo humano ou doméstico, agrícola, industrial e lazer. Grande parte do uso da água no Brasil é classificada como consuntiva, quando o volume de água retirado não regressa de imediato, no mesmo local de onde foi retirado e na mesma proporção (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005).

Os recursos hídricos têm profunda importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. A escassez impede o desenvolvimento de diversas regiões e dificulta o bem-estar das pessoas para suas atividades e sobrevivência. A escassez da água é hoje, um dos maiores problemas ambientais no Brasil, principalmente no Nordeste, que é devido as condições climáticas e a hidrogeologia, como também, a má gestão dos recursos e a poluição dos rios, que é motivada pelo crescimento desordenado da população (JUNQUEIRA et al., 2011).

Os poços artesianos tornaram-se uma solução para o problema da escassez no Brasil. O poço artesiano é o meio de captação de águas subterrâneas, mais primitivo, e é feito através da escavação do solo até um determinado nível de profundidade, sendo este, abaixo do nível do lençol freático (TUNDISI; TUNDISI, 2011). As águas subterrâneas estão presentes em todas as regiões da Terra, essas águas são empregadas intensamente no abastecimento humano, na irrigação em áreas rurais, entre outras.

Água para consumo humano deve ser potável, a sua potabilidade é uma questão fundamental para a saúde pública. No Brasil, as legislações atuais que estuda a potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente a portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL, 2011).

O abastecimento de água no município de Caruaru-PE é realizado pela Compesa, através da captação de água da barragem de Jucazinho localizada em Surubim- PE juntamente com a barragem do Prata localizada em Bonito-PE. Nos últimos anos o índice pluviométrico tem diminuído na região. Com um período longo de estiagem, além da pouca retenção de água a situação tem se agravado e prejudicado as principais atividades do município, que são agricultura, pecuária, comércio e turismo.

Na zona rural do município de Caruaru a situação é um pouco mais crítica, a região é abastecida pela água de dois poços artesianos, de onde é captada e distribuída.

Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de dois poços localizados na zona rural do município de Caruaru-PE, através de análise físico-química e microbiológica. Os resultados gerados nesta pesquisa tiveram como base de aceitação os padrões estabelecidos pela legislação de potabilidade regida pela portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde juntamente com a portaria nº 518 de 2004 do Ministério da Saúde, tendo em vista o consumo direto da água dos poços pela população sem nenhum tipo de tratamento, podendo vir a afetar a saúde da população destas comunidades que faz o uso desta água.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

✓ Analisar a qualidade da água de dois poços distintos localizados na zona rural do município de Caruaru-PE.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- ✓ Caracterizar a qualidade da água através de análises físico-químicas, dos dois poços distintos localizados na zona rural do município de Caruaru-PE;
- ✓ Caracterizar a qualidade da água através de análise microbiológica, de dois poços localizados na zona rural do município de Caruaru-PE;
- ✓ Gerar um comparativo entre os dois poços, verificando qual dos poços mostrou melhor resultados de qualidade da água.



### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA E O SEU USO

Antes mesmo dos primórdios a vida no planeta terra e da história humana, a água sempre foi essencial. Para toda forma de sobrevivência ou para seu desenvolvimento. O Brasil é o país que possui o maior volume de água doce acumulado do mundo, possuindo um percentual de 13,7% (BRASIL, 2005).

No entanto, a distribuição desses recursos hídricos não é regular, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a maior fração de água doce disponível no Brasil encontra-se na bacia Amazônica, possuindo um percentual de 73%. Além da má distribuição, segundo Brasil (2005), outro fator que devesse ser ressaltado é qualidade da água ofertada, enquanto a região Sudeste recebe 87,5% de água tratada, através da rede de distribuição de água, o Nordeste recebe apenas 58,7%.

A água é fundamental para vida e para o desenvolvimento social, porém, não é limitada apenas à sobrevivência humana, mas também as atividades econômicas, principalmente para o andamento das diversas atividades produtivas, como na agropecuária, que utiliza o recurso principalmente para irrigação (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005).

Dos diversos usos da água, destacam-se três principais atividades: agricultura, indústria e domiciliar. Segundo Rebouças et al. (2002) e Brasil (2005) a atividade que possui um maior percentual do uso da água é à agricultura com 72%, que utiliza o recurso na irrigação, para que haja o suprimento da umidade básica; em segundo lugar vem o uso industrial, com um percentual de 22%, utilizando o recurso desde da integração aos produtos até a higienização dos equipamentos e instalações; em terceiro lugar vem o uso doméstico, portando um percentual de apenas 8%.

Das diversas utilizações da água, pode-se classificar em duas categorias, de acordo com Giampá e Gonçalves (2005):

- Uso consuntivo: ocorre quando há o consumo de água, quando o volume de água retirado não regressa de imediato, no mesmo local de onde foi retirado e na mesma proporção;
- Uso não consuntivo: ocorre quando não há consumo de água na atividade.

Nesse contexto, grande parte do uso da água do Brasil é classificada como consuntiva, como mostrado anteriormente, somando-se também o fato da má

distribuição do recurso juntamente com a qualidade da água ofertada, o que resulta em grandes impactos quanto à disponibilidade da água para o consumo humano.

### 3.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Ao decorrer do tempo o homem vem passando por extremas mudanças na sua maneira de ver o mundo. As cidades estão crescendo cada vez mais, de maneira rápida e desordenada, onde conseqüentemente a população acompanha o ritmo de crescimento. De acordo com os princípios da necessidade de um desenvolvimento sustentável, tem-se o estabelecimento de manter e desenvolver a qualidade de vida, desta forma, o grande desafio a ser vencido é a continuação do desenvolvimento, minimizando os danos causados ao meio ambiente (ARAÚJO, 2016).

No Brasil a escassez da água é acentuada em algumas regiões do país especialmente no Nordeste, em decorrência das condições climáticas e da hidrogeologia; outro problema é a poluição dos corpos d'água (RODRIGUES; NISHIJIMA, 2011). Além das problemáticas supracitadas, outro fator que contribui para a escassez dos recursos hídricos é a seca. Esse fator está intimamente relacionado a alterações das condições climatológicas, hidrológicas e edáficas (solo) (CAMPOS; STUDART, 2001).

A crise de água em particular na região Nordeste é um fator extremamente preocupante, desencadeando grandes conseqüências como a escassez de alimentos, de saúde e de administração (REBOUÇAS et al., 2002). Neste contexto, esses problemas gerados, são fatores resultantes da falta de gerenciamento adequado dos recursos hídricos, tendo em vista que o seu gerenciamento tem como objetivo a melhoria da qualidade de vida, e de aumentar a disponibilidade e qualidade da água, nas funções essenciais de sobrevivência.

### 3.3 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A água é conceituada como um recurso ou bem econômico, porque é finita, vulnerável e essencial para a conservação da vida e do meio ambiente, além disso, sua escassez impede o desenvolvimento de diversas regiões. A utilização da água nas diversas atividades humanas tem efeitos muito variados sobre o corpo d'água (JUNQUEIRA et al., 2011). O autor ainda relata que o recurso hídrico pode ser usado

com derivação de águas, por exemplo, no abastecimento urbano e industrial, na irrigação, na aquicultura, ou sem derivação de águas, como é o caso, em geral, da geração hidrelétrica, navegação fluvial, pesca, recreação e demais atividades.

Com a crise hídrica que o estado de Pernambuco vem sofrendo, a cidade de Caruaru e outras cidades foram bastante afetadas, pois a barragem de Jucazinho alcançou seu volume morto, interrompendo o abastecimento de várias cidades no estado. Devido à escassez de água uma das soluções para solucionar esse problema foi à implantação de poços artesianos.

A gestão dos recursos hídricos, nos moldes da Lei dos Recursos Hídricos (LRH), configura as forças políticas regionais capazes de arrecadar recursos com a cobrança pelo uso da água, promover seu uso adequado e cuidar de sua proteção, na qual todos os usuários, as comunidades envolvidas e os governos regionais e locais decidem pelo melhor uso da água e pelos investimentos necessários, organizados em torno de suas bacias (CASTRO et al., 2005).

A lei 9.443, sancionada em 08 de janeiro de 1997, estabelece a política nacional de recursos hídricos. Os princípios básicos da lei brasileira para gestão desses recursos são (BRASIL, 1997):

- Abacia hidrográfica é a unidade para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e para a atividade de gestão desses recursos;
- O gerenciamento dos recursos hídricos deve possibilitar sempre o múltiplo uso da água;
- A água é recurso natural limitado e que tem valor econômico;
- O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser descentralizado e envolver a participação do governo, dos usuários e das comunidades locais;
- A água é propriedade pública;
- Quando há escassez, a prioridade no uso da água é para o consumo humano e dos animais.

### 3.4 ÁGUA SUBTERRÂNEA

As águas subterrâneas estão presentes em todas as regiões da Terra. Essas águas são empregadas intensamente no abastecimento humano, na irrigação em áreas rurais e no uso das indústrias (TUNDISI; TUNDISI, 2011). As utilizações das águas subterrâneas são resultadas da sua disponibilidade próxima ao local de aproveitamento e

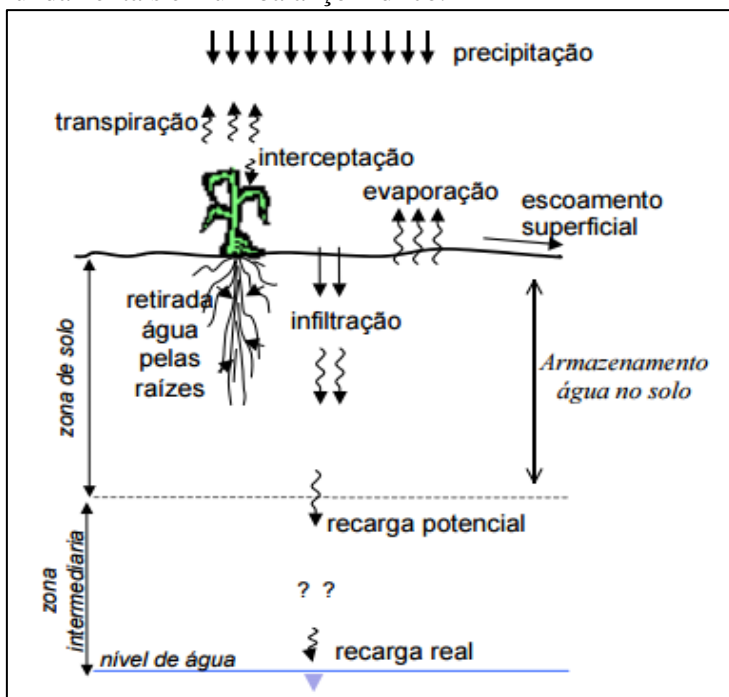
da sua qualidade, visto que essas águas podem estar livres de agentes contaminantes. No entanto, a forma de extração é um ponto primordial para assegurar a qualidade da água obtida, tendo em vista também a garantia da efetividade da operação do sistema e a exploração (ZOBY, 2008).

A disponibilidade das águas subterrâneas e a produtividade de sistemas de captação mais acessíveis, como poços, são fatores importantes desencadeadores para exploração dos aquíferos de forma intensiva (TUNDISI; TUNDISI, 2011; ZOBY, 2008). De acordo com Tucci et al., (2001) os recursos hídricos subterrâneos em uma região estão relacionados a:

- a) Recarga do aquífero, através do balanço hídrico;
- b) Capacidade do aquífero em acumular água e em normalizar os períodos de estiagens dos rios.

O processo do balanço hídrico leva em consideração os fundamentais regimes hidrológicos como entradas e saídas ou um balanço volumétrico. Essas variantes são fundamentadas nos principais regimes físicos refreando o conteúdo volumétrico de um ofertado volume de solo durante um dado período de tempo (EILERS, 2004). Assim sendo, de acordo com o autor, o que resulta de um balanço hídrico, reproduz um indicativo da verdadeira umidade do solo (Figura 1).

**Figura 1:** Esquema representativo dos processos fundamentais em um balanço hídrico.



Fonte: Eilers (2004).

Na América do Sul, o fluxo subterrâneo auxilia, com cerca de 36% da vazão total dos cursos d'água; em grande parte do território brasileiro, existem aquíferos que possuem balanço hídrico positivos com ampla recarga (TUCCI et al., 2001).

No Brasil, as legislações atuais que estuda a potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente a portaria nº 2.914 de 2011 e nº 518 de 2004 do ministério da saúde (BRASIL, 2011).

### 3.5 POÇOS ARTESIANOS

O meio de captação de águas subterrâneas, mais primitivo é a escavação do solo até um determinado nível de profundidade, sendo este, abaixo do nível do lençol freático. No Nordeste segundo Bicudo et al. (2010) apesar das deficiências sofridas, como baixas vazões, proporções de sais elevadas e altos índices de poços secos, estima-se que cerca de aproximadamente 100.000 poços já tenham sido perfurados na região. Tendo em vista o fato de que a grande parte da região semi-árida do nordeste é constituída por formação cristalina, o que proporciona a utilização deste método como ferramenta de solução para o suprimento das necessidades básicas de sobrevivência (BICUDO et al., 2010).

O método de construção do poço é primordial para assegurar a qualidade da água obtida e potencializar a eficiência do funcionamento do poço e a exploração do aquífero. De acordo com Zoby (2008) essa questão é regimentada por meio de duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A perfuração dos poços que não segue os padrões estabelecidos pelas normas, põe em risco a qualidade das águas subterrâneas, tendo em vista a vulnerabilidade das águas de menores profundidades à contaminação (ZOBY, 2008).

Quanto aos tipos de poços (Figura 2) existentes para a captação das águas subterrâneas, podemos descrever os seguintes tipos (GIAMPÁ; GONÇALES, 2005):

- Poço - perfurado em pedras consolidadas ou cristalinas, identificado também como poço;
- Poço Misto - poço perfurado em pedras inconsolidadas e consolidadas podendo ser identificado também como semi-artesiano;
- Poço Artesiano, Jorrante ou não - poço perfurado em pedras consolidadas e inconsolidadas, com amplos diâmetros e profundidades;

- Poço sedimentar - perfurado em pedras comumente inconsolidadas, podendo ser identificado como semi-artesiano também.

**Figura 2:** Esquema representativo dos tipos de poços exigentes.



Fonte: Giampá e Gonçalves (2005).

### 3.6 MUNICÍPIO DE CARUARU

O município de Caruaru, situado no estado de Pernambuco, Brasil. Localizado no Agreste pernambucano, a 130km da capital (Figura 3), Caruaru possui população estimada de 342.328 habitantes e possui uma extensão territorial de 920.611km<sup>2</sup> (BRASIL, 2016). É o município que mais cresceu em Pernambuco nos últimos anos, tendo registrado um crescimento aproximado de 9%, tendo a prestação de serviços, a indústria e o comércio como setores que lideram o aumento do produto interno bruto (PIB) municipal. Atualmente Caruaru conta com 16 mil empresas, sendo 1.215 indústrias. Nesse contexto, o município foi escolhido por exercer um importante papel centralizador no Agreste e interior pernambucano, concentrando o principal pólo médico-hospitalar, acadêmico, cultural e turístico da região.

**Figura 3:** Mapa de Pernambuco, com o município de Caruaru.



Fonte: G1 (2011).

O estudo foi realizado, na zona rural do município de Caruaru-PE, onde está subdividido em quatro distritos: Carapotós, Gonçalves Ferreira e Lajedo do Cedro, além do distrito-sede. As áreas onde estão situados os pontos do estudo são chamados de Lajedo do Cedro e Cacimbinha Cercado. Lajedo do Cedro possui uma população segundo Brasil (2010), de 1.364 habitantes, com um total de 606 domicílios, por ser uma região afastada do distrito base, a comunidade de Lajedo do Cedro não possui água fornecida pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), com isso a única fonte de abastecimento de água da população são os poços implantados, sendo distribuída em 3 chafarizes. Quanto à comunidade rural de Cacimbinha Cercado, possuiu uma população estimada em cerca de 70 habitantes, possuindo um total de 15 domicílios onde serão abastecidas pela água do poço instalado.

Em relação aos índices pluviométricos do município, de acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) (PERNAMBUCO, 2017), os dados foram obtidos através do posto 24 localizado na zona rural no sitio malhada de pedra, mesorregião do agreste pernambucano. Através da Tabela 1 é possível observar a média anual dos índices pluviométricos referente ao ano de 2011 até 2017.

**Tabela1:** Índices pluviométricos do Município de Caruaru.

<b>Índice Pluviométrico (mm)</b>							
<b>Ano</b>	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Média Anual</b>	1.016,7	350,4	643,5	530,9	404,4	476,6	72,4

Fonte: Pernambuco (2017).

Os anos de 2012 e 2015 foram os anos que ocorreram menores precipitações, sendo os anos de 2011 e 2013 os de maiores precipitações, no entanto nota-se que desde 2011 houve uma redução significativa dos índices de pluviométricos. Logo, pode-se afirmar que o município de Caruaru-PE vem sofrendo alterações na distribuição pluviométrica, afetado a quantidade de chuvas no município, reforçando a necessidade do uso de alternativas para auxiliar na distribuição de águas como a perfuração de poços, onde muitas vezes é utilizado como única fonte de abastecimento pela população.



## 4. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada da seguinte forma; foram feitas três visitas e coletado 1 amostra de cada poço de 2 litros de água de cada poço denominados como P1 e P2, a partir dessas amostras foram analisados 7 parâmetros ao total, sendo estes de caráter físico-químicos e microbiológico descritas na Tabela 2 e Tabela 3 com os seus respectivos métodos. As amostras de cada poço foram processadas em triplicata, os dados gerados foram submetidos a análises estatísticas, determinando-se os valores máximos e mínimos, média e desvio padrão, gerando um comparativo entre os resultados.

### 4.1 TIPO DE ESTUDO

O estudo é do tipo exploratório experimental.

### 4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

O estudo foi realizado na zona rural do município de Caruaru-PE, onde foram analisadas águas de dois poços de lugares distintos (P1 e P2).

### 4.3 PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

O estudo foi realizado entre agosto de 2016 a maio de 2017.

### 4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

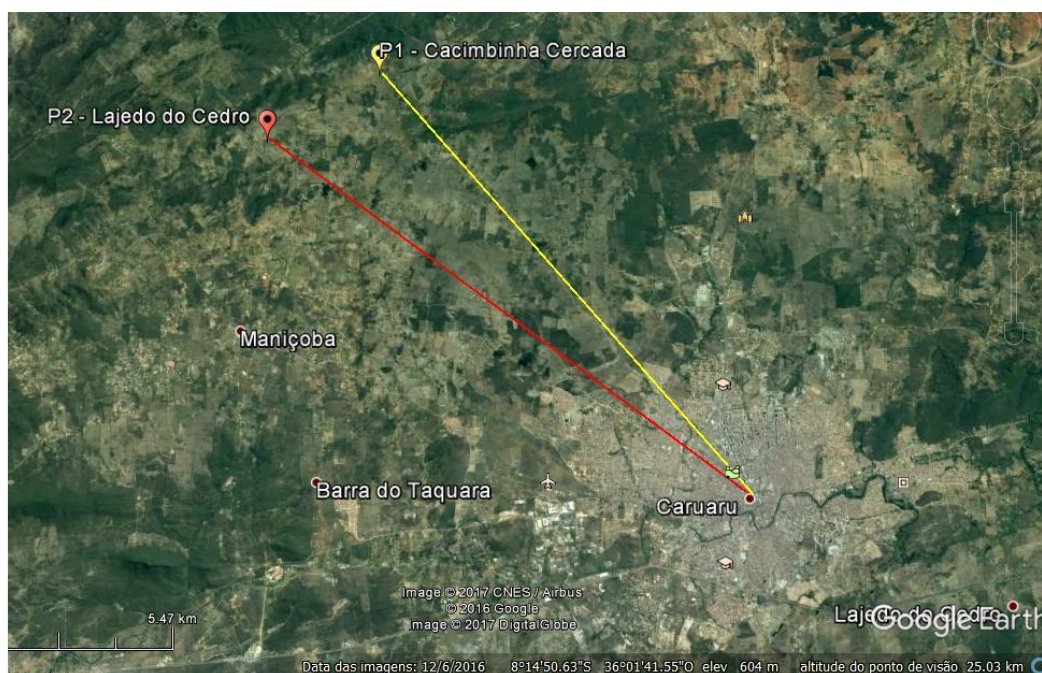
Esta pesquisa utilizou como critério de inclusão poços de águas localizados na zona rural da cidade de Caruaru-PE, tendo em vista à crise hídrica que o estado de Pernambuco está enfrentando. Devido à escassez de água no estado, uma das soluções designada para esse problema foi à implantação de poços artesianos para suprir a necessidade do abastecimento de água da população rural, em decorrência da barragem que alimenta essas áreas ter atingido o seu volume morto, acarretando na suspensão do abastecimento não só do município como também de várias cidades do estado. Desta forma, o trabalho foi direcionado a analisar a qualidade da água consumida pela

população rural do município de Caruaru-PE através de análises de caráter físico-químicos e microbiológicos da água proveniente dos dois poços.

#### 4.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre fevereiro e abril de 2017 através de visitas feitas no local do estudo. Os poços eram situados na zona rural do município de Caruaru-PE, sendo o Poço 1 (P1) localizado no sítio Cacimbinha Cercada (S-08°11.376' W-036°03.355'), a 15 Km da cidade (Figura 6) e o Poço 2 (P2) localizado no distrito Lajedo do Cedro (S-08°12.364' W-036°04.880'), a 11 Km da cidade (Figura 6).

**Figura 4:** Localização dos Poços (P1) e (P2).



Fonte: Google Earth (2017).

De acordo com informações fornecidas pelo proprietário do local onde está situado o P1, o poço possui uma profundidade de 63m e foi perfurado no ano 2016, quanto à vazão o mesmo não souberam informar. Em relação ao P2, mediante informação cedida pelo Programa Estadual de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável (PRORURAL) o poço possui uma profundidade de 50m e foi perfurado no ano de 2013 com vazão igual a 2,5m<sup>3</sup>/h sendo banhado pela bacia hidrográfica do rio Capibaribe.

## 4.6 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As análises de caráter físico-químicos realizadas levantaram as características citadas no Quadro 2, todos os procedimentos de análise foram realizados no próprio laboratório da instituição. Em relação a análise microbiológica de coliformes totais, foi realizada pelo Laboratório Biotech Soluções Inteligentes para a sua saúde LTDA.

### 4.6.1 Caracterização Físico-Química

As amostras foram coletadas em recipientes opacos com tampa, possuindo volume igual a 2 litros conforme a Figura 6, quanto ao armazenamento foi feito em caixa térmica com gelo, em relação à coleta da mostra do poço (P2), foi coletada diretamente na rede de distribuição do mesmo, através do chafariz.

**Figura 5:** Coleta das amostras, Poço 1 (P1) (a) e Poço (P2) (b).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com estas amostras foram analisados 6 parâmetros físico-químicos (Quadro 2) conforme a metodologia do Standard Methods (APHA, 2012) e o manual de laboratório (KATO et al., 2014). As amostras foram processadas em triplicata, os resultados gerados foram submetidos a análises estatísticas, determinando-se os valores máximos e mínimos, média e desvio padrão, fazendo um comparativo entre os resultados de cada poço.

**Quadro 1:** Métodos dos parâmetros físico-químicos.

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
<b>Cor</b>	Colorimétrico
<b>Turbidez</b>	Turbidimétrico
<b>pH</b>	Potenciométrico
<b>Condutividade</b>	Elétrico
<b>Salinidade</b>	Elétrico
<b>Sulfato</b>	Turbidimétrico

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### a) Cor

A cor, com relação ao abastecimento público de água, embora seja um atributo estético da água, não está relacionada necessariamente com problemas de contaminação, é padrão de potabilidade, a cor é um parâmetro fundamental. A presença de cor provoca repulsa psicológica pelo consumidor.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico (BRASIL, 2006). A cor foi analisada pelo método calorímetro. As amostras foram colocadas em uma cubeta de quartzo e a leitura foi realizada em triplicata, em espectrofotômetro da marca biospectro, no modelo SP-22, no comprimento de onda 400nm (APHA, 2012).

#### b) Potência Hidrogeniônica

A análise da potência Hidrogeniônica (pH) é importante em diversas etapas do tratamento: nos processos de coagulação química, utilizando o sulfato de alumínio para águas naturais turvas, o resultado é satisfatório quando o pH está na faixa de (7 a 8). Nas águas que apresentam cor elevada, o pH ideal deve estar na faixa de (4 a 6). Pode-se dizer que águas com turbidez coagulam em pH alcalino e água com cor elevada coagula em pH ácido. Na desinfecção das águas o processo é melhor em pH ácido do que em pH alcalino (PINTO, 2007).

A Portaria do MS nº 518/04 recomenda que a cloração seja realizada em pH inferior a 8, pois em águas alcalinas o consumo de cloro é maior. Frequentemente o pH necessita ser corrigido antes e/ou depois da adição de produtos químicos no tratamento, pois pH baixo pode haver corrosividade e agressividade das águas de abastecimento. A

corrosão pode adicionar constituintes tais como ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio na água. Com o pH elevado existe a possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento. A portaria recomenda que no sistema de distribuição o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2004).

O pH das amostras foram determinados de forma simples e direta, por meio de leituras feitas através de um pHmetro da marca QUIMIS modelo Q400AS devidamente calibrado. O procedimento constituiu em transferir uma quantidade suficiente da amostra para imersão dos eletrodos do aparelho em um béquer de 250mL.

#### c) Turbidez

É a expressão usada para descrever o grau de clareza da água. Quanto maior for à quantidade de material em suspensão na água, mais turva ela estará. As maiores fontes causadoras da turbidez são argila, areia, resíduos orgânicos e material mineral.

Sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos diminuindo a eficiência da desinfecção. É esteticamente desagradável na água potável, a determinação de turbidez pode indicar a necessidade de alteração de dosagem do coagulante e momento de lavar decantadores e filtros. Partículas de turbidez transportam matéria orgânica adsorvida que podem provocar sabor e odor (LIBÂNEO, 2005). A turbidez das amostras foi analisada através do turbidímetro da marca DEL LAB modelo DLM-200, o aparelho foi previamente calibrado com uma amostra de água destilada para obter melhor leitura.

#### d) Condutividade

A condutância fornece uma medida da capacidade da água de conduzir corrente elétrica. Um sistema aquoso contendo íons irá conduzir uma corrente elétrica. Sob uma corrente direta os íons positivos migram para o eletrodo negativo, enquanto os íons negativos migram para o eletrodo positivo (PINTO, 2007). As amostras foram lidas em um condutivímetro da marca LUTRON modelo CD-4301, a unidade de medida é em milisemens por centímetro (mS/cm), a faixa utiliza foi de 2mS/cm (APHA, 2012).

### e) Salinidade

A salinidade mede a quantidade de sais dissolvidos nas águas dos lagos, rios e reservatórios. Enquanto nas águas salobras a unidade de medida da Salinidade é o ppm ou "partes por milhão", nas águas doces, uma unidade usual é o ppb "partes por bilhão" ou mesmo o ppt ou "partes por trilhão".

A salinidade é menor no inverno do que no verão, a evaporação pode, também, aumentar a salinidade, já às chuvas costumam diminuir a Salinidade. Segundo o CONAMA nº 357 de 2011, parâmetros de águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%, águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%; águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30% (BRASIL, 2011).

A salinidade foi encontrada através da condutividade, Williams (1986), para calcular a salinidade a partir da condutividade a unidade de medida deve estar em milisiemens por centímetro (mS/cm). A condutividade (em mS/cm) deve ser elevada à potência 1,0878. Multiplica o resultado por 0,4665. Isso vai resultar na salinidade em gramas (de sal) por litro (de solução).

$$S = X^{1,0878} \times 0,4665 \text{ (Equação 1)}$$

### f) Sulfato

O enxofre pode se evidenciar de diversas formas, tais como sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), sulfito ( $\text{SO}_3^{-2}$ ), sulfeto ( $\text{S}^{-2}$ ), sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), enxofre molecular ( $\text{S}^0$ ) e associado a metais (como  $\text{FeS}$ ). Dentre essas várias formas, o sulfato e o sulfeto de hidrogênio são as mais constantes. As fontes de enxofre para os ambientes aquáticos são basicamente da decomposição de rochas, chuvas (lavagem da atmosfera) e agricultura (através da aplicação de adubos contendo enxofre). Os sulfatos podem ser dissolvidos dos minerais gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), anidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), barita ( $\text{BaSO}_4$ ) entre outros. Altas concentrações de sulfato em águas naturais são mais comuns associadas à presença desses minerais (PARRON, 2011).

O sulfato foi analisado por turbidimetria. Foi realizada uma solução de 1:10 da amostra de cada poço em um Erlemayer, adicionou-se a essa solução 20mL de solução

de tampão de sulfato, agitou-se por 4 minutos. Após, foi adicionado a ponta de uma espátula de cloreto de bário, agitou-se por 1 minuto. A leitura foi realizada cinco vezes, em um turbidímetro DLM-200 B da marca DEL LAB. A média desses valores foi colocada na equação da curva de calibração, encontrando o valor de sulfato presente em cada amostra (APHA, 2012; KATO et al., 2014).

#### 4.6.2 Caracterização Microbiológica

A água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes. O principal representante desse grupo de bactérias chama-se *Escherichia coli*.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que sejam determinados, na água, para aferição de sua potabilidade, a presença de coliformes totais e termo tolerantes de preferência *Escherichia coli* e a contagem de bactérias heterotróficas (Quadro 3). As amostras foram coletadas em bolsas plásticas estéreis com volume igual a 100mL conforme figura 7, quanto ao armazenamento foi feito em caixa térmica com gelo, em relação à coleta da mostra do poço (P2), foi coletada diretamente na rede de distribuição do mesmo, através do chafariz. As amostras foram processadas em triplicata, os resultados gerados foram submetidos a análises estatísticas, determinando-se os valores máximos e mínimos, média e desvio padrão, fazendo um comparativo entre os resultados de cada poço.

**Quadro 2:** Método do parâmetro microbiológico.

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
<b>Coliformes Totais</b>	Tubos Múltiplos

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 6:** Coleta da amostra para análise microbiológica do Poço 1 (P1).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A mesma portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deva exceder 500 Unidades Formadoras de Colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/mL) (BRASIL, 2004).

a) Coliformes fecais

As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como indicador biológico da qualidade das águas. A contaminação das águas por fezes humana e/ou animal pode ser detectada pela presença de bactérias do grupo coliforme.

O grupo coliforme de bactérias se divide como indicador de contaminação fecal, da seguinte forma:

- I – Coliformes Totais: fecal e não fecal;
- II – Coliformes Termotolerantes: fecal;
- III – Estreptococos fecais - fecal.

No intestino dos seres humanos e animais predomina em grande número os coliformes fecais. Para se ter uma ideia, um indivíduo elimina, em média, 10 bilhões de coliformes fecais por dia. Além dos coliformes, existem, no meio intestinal outras bactérias, vírus, protozoários e vermes, em números significativamente menores. Nesse

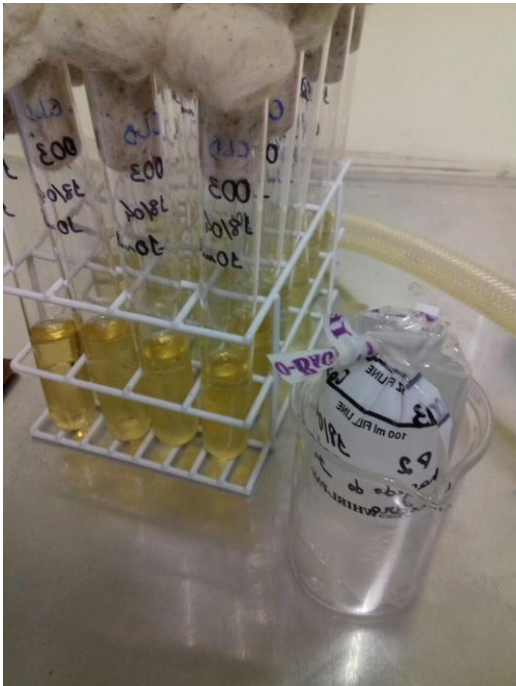


meio intestinal, podem conviver agentes patogênicos, isto é, nocivos ao homem como alguns tipos de bactérias que podem provocar diarreias fortes, febre, náusea e o cólera, alguns tipos de protozoários, responsáveis, inclusive, pela malária e vírus perigosos como aqueles que podem levar a hepatite infecciosa, gastroenterite, febre amarela, dengue e a paralisia infantil.

Assim sendo, na prática, a medição do número de coliformes fecais em um corpo d'água é um indicador não só da contaminação por fezes de origem humana e animal, como também da possibilidade de coexistência de organismos patogênicos.

A contaminação fecal é geralmente medida em número mais provável de coliformes por cem mililitros de água amostrada (NMP/100mL). Para realização das análises foram retirados assepticamente 25 mL das amostras e preparada três diluições (0,1; 1,0; 10), para cada diluição foram utilizados três tubos contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) como mostra a Figura 7 sendo posteriormente incubados a temperatura de 35 a 37°C durante 24 horas. A positividade do teste foi observada através da produção de gás no interior dos tubos de Durham. Os tubos que apresentaram formação de gás no Caldo LST, tiveram alíquotas semeadas em tubos contendo 5 mL de caldo verde brilhante 2% (VB) para o crescimento de coliformes totais. Os resultados apresentados foram analisados em tabela do Número Mais Provável (NMP).

**Figura 7:** Análise Microbiológica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A Tabela 2 mostra os resultados médios dos parâmetros analisados da caracterização físico-química das amostras de cada poço, comparando com os valores máximos permitidos pela legislação do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano juntamente com o seu padrão de potabilidade.

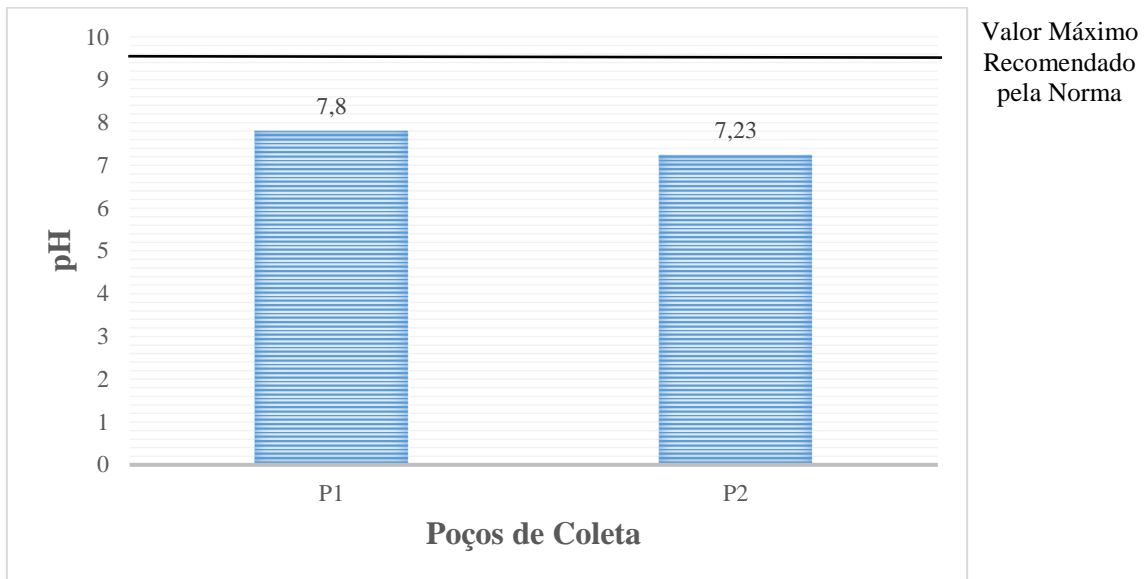
**Tabela 2:** Comparação entre os valores médios da caracterização físico-química dos Poços P1 e P2 com a legislação.

Parâmetros	Unidade	P1	P2	VMP
<b>pH</b>	-	$7,8 \pm 0,7$	$7,23 \pm 0,05$	6,0 ~ 9,5
<b>Condutividade</b>	$\mu\text{s/cm}$	$1,33 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,02$	---
<b>Cor</b>	mg Pt-Co/L	$0,08 \pm 0$	$0,03 \pm 0$	<15 U.C.
<b>Turbidez</b>	NTU	$0,04 \pm 0,01$	$2,77 \pm 0,4$	<5 NTU
<b>Sulfato</b>	mg/L	$177 \pm 2,3$	$390 \pm 5$	<250
<b>Salinidade</b>	$^{\circ}/_{00}$	$0,64 \pm 0,01$	$0,41 \pm 0,01$	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a portaria do MS nº 2.914 que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade para o consumo humano, o pH de uma amostra com os valores apresentados enquadrou-se nos padrões que é estabelecido pela norma, onde recomenda-se um pH entre 6,0 e 9,5 como mostra a Tabela 2.

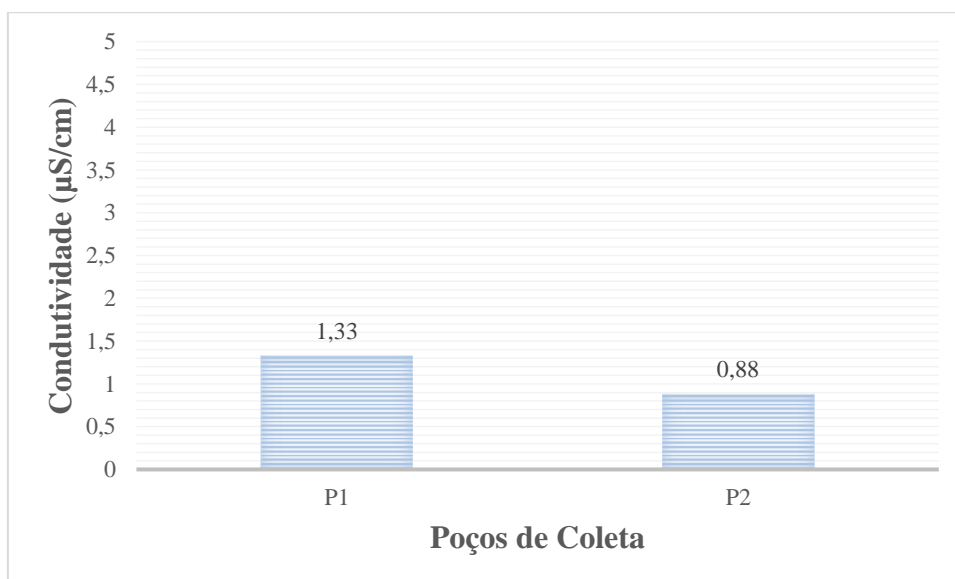
O pH médio dos dois poços analisados P1 e P2 foram de  $7,8 \pm 0,7$ ;  $7,23 \pm 0,05$  demonstrando um caráter alcalino. Quanto à comparação entre os dois resultados, não houve diferencia significativa entre os mesmos, como mostra o Gráfico 1. Os dois pontos do estudo apresentaram valores médios bem próximos à neutralidade, demonstrando um caráter levemente alcalino.

**Gráfico 1:** Comparação entre o resultado médio do pH do P1 e P2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados médios apresentados para pH da pesquisa estão de acordo com o trabalho desenvolvido por Paludo (2010), com pH entre 7,0 e 7,7 quando comparados aos resultados de P1 e P2, demonstram-se satisfatórios, estando em concordância com a portaria vigente.

Para as análises de condutividade, os dois pontos apresentaram resultados médios próximos como mostra o Gráfico 2. Para o P1 o resultado médio foi de  $1,33 \pm 0,03 \mu\text{S}/\text{cm}$  quanto o P2 apresentou uma média de  $0,88 \pm 0,02 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Gráfico 2:** Comparação entre o resultado médio de Condutividade do P1 e P2.

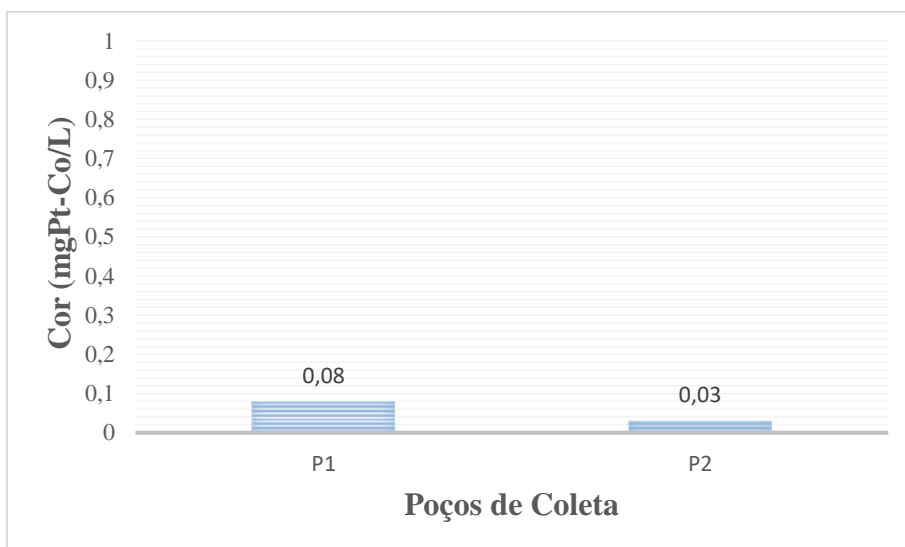
Fonte: Elaborado pelo autor.

A condutividade mais elevada do P1 pode ser explicada pela maior quantidade de dissolução de sólidos inorgânicos de íon polar presentes na água. A portaria utilizada (nº 2.914/2011) que dispõe dos padrões de potabilidade da água para consumo humano, não estipula valor máximo permitido, no entanto, de acordo com Coelho (2017 apud CHAPMAN; KIMSTACH, 1996) a condutividade média de grande parte das águas doces variam entre 10 a  $1.000\mu\text{Scm}^{-1}$ . Quando comparado os resultados apresentado por Coelho (2017 apud CHAPMAN; KIMSTACH, 1996) de  $130,9\mu\text{Scm}^{-1}$  e  $168,3\mu\text{Scm}^{-1}$ , tanto o P1 como o P2, enquadram-se na classificação feita pela resolução nº 430/2011 como água doce.

A portaria de nº 518/04 do Ministério da Saúde estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, tem que exercer o controle de qualidade. Às autoridades sanitárias cabem a missão de “vigilância da qualidade da água” para consumo humano juntamente com a portaria nº 2.914 de 2011, para que a água seja considerada como potável deve estar dentro dos padrões de aceitação e consumo estabelecidos pela mesma.

De acordo com as análises de cor aparente realizadas no estudo, o poço 1 (P1) apresentou resultado igual a  $0,08 \pm 0$  mgPt-Co/L, já o P2, o resultado foi de  $0,03 \pm 0$  mgPt-Co/L, quando relacionados com o valor estabelecido pela norma os valores estão bem abaixo do valor máximo aceitável.

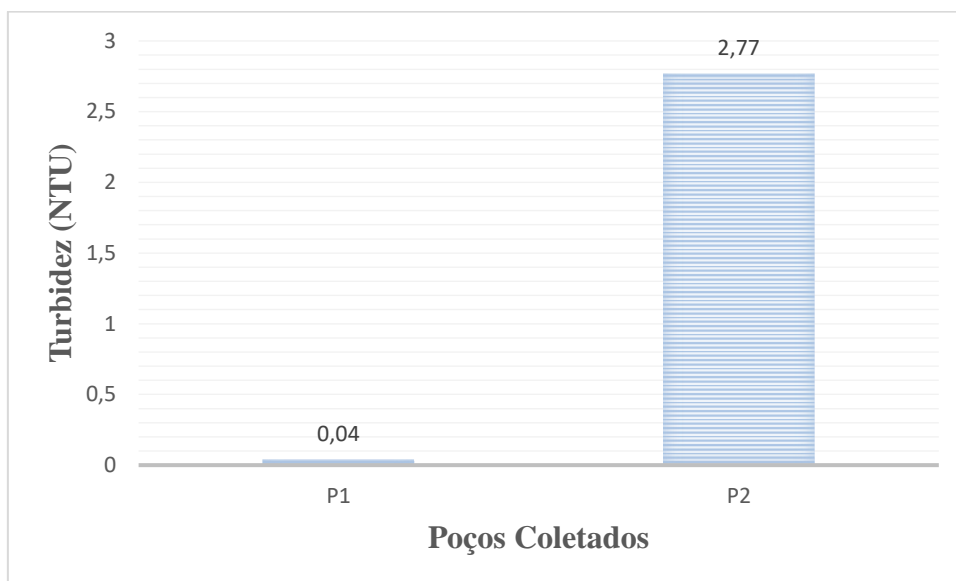
Quando comparado o resultado do P1 com o do P2, nota-se que há uma pequena variância, demonstrando possuir os mesmos aspectos de coloração, de difícil percepção como mostra o Gráfico 3. Comparado com os valores de Paludo (2010) que são iguais a 0 mgPt-Col/L, os resultados do P1 e P2 foram bem próximos quando comparados, podendo ser considerado um resultado satisfatório.

**Gráfico 3:** Comparação entre o resultado médio de cor do P1 e P2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à turbidez, o P1 apresentou valor de  $0,04 \pm 0,01$  NTU e o P2, valor de  $2,77 \pm 0,39$  NTU. De acordo com os valores obtidos, quando comparados houve discrepância, podendo ser explicado por uma maior quantidade de sólidos em suspensão no poço 2 (P2), acarretando em uma maior turbidez do meio. O Ministério da Saúde através das portarias de nº 518 de 2004 e nº 2.914 de 2011 recomenda uma turbidez máxima de 5 NTU, deste modo tanto o P1 como o P2 encontrassem dentro da faixa recomendada pela portaria (BRASIL, 2004; BRASIL, 2011).

Quando comparado os resultados do P1 e P2 aos resultados de Mendes et al. (2013) que avaliaram a qualidade da água subterrânea proveniente de três poços localizados na comunidade Canafístula no município de Limoeiro do Norte, variaram entre 1,87-3,04 NTU, mostraram-se relativamente próximos, atendendo os critérios de potabilidade estabelecido pela legislação vigente. O Gráfico 4 mostra a comparação entre o resultado do P1 e P2.

**Gráfico 4:** Comparação entre o resultado médio da turbidez do P1 e P2.

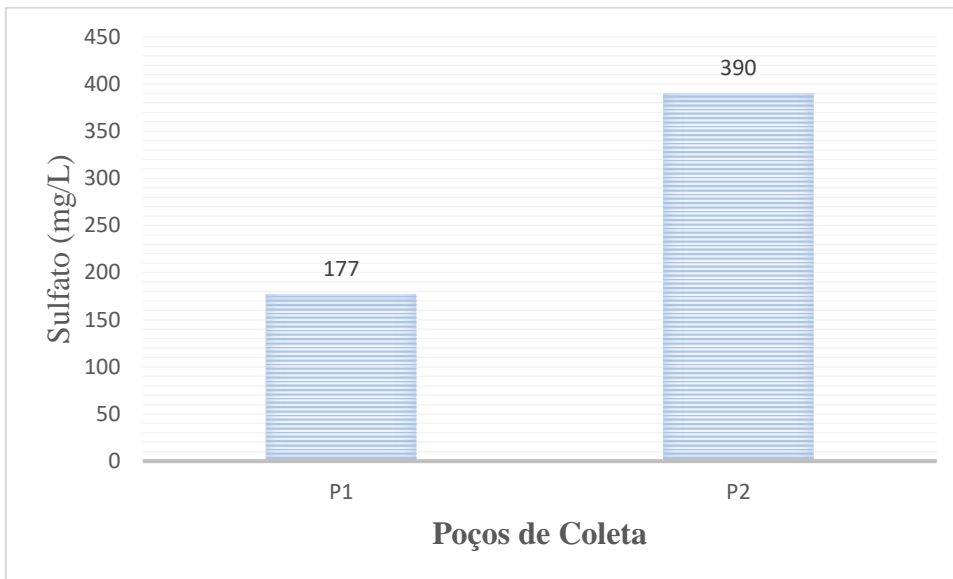
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de sulfato, o poço P1 teve resultado médio de  $177 \pm 2,3$ mg/L quanto o P2  $389,7 \pm 5$ mg/L. De acordo com o padrão de aceitação para consumo humano estabelecido pela portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, o poço P2 ultrapassou o valor máximo de sulfato recomendado que é de 250mg/L.

Os sulfatos estão presentes em águas naturais por meio da dissolução de solos e rochas através da oxidação de sulfeto (SÃO PAULO, 2009). Desta forma, a maior concentração de sulfato no poço 2 (P2) pode ser explicada através do tipo de solo da área em que o P2 se localiza, podendo ser mais rochoso quando comparado ao solo do poço 1 (P1), atribuindo também a possível degradação de proteínas por consequência da descarga de esgoto doméstico, como também a presença de adubos.

As consequências fisiológicas resultantes da ingestão de águas com alto teor de sulfato ( $>250$ mg/L) resultam em efeitos laxativos atribuindo-se também a desidratação e irritação gastrointestinal (ARRUDA, et al., 2012; SÃO PAULO, 2009).

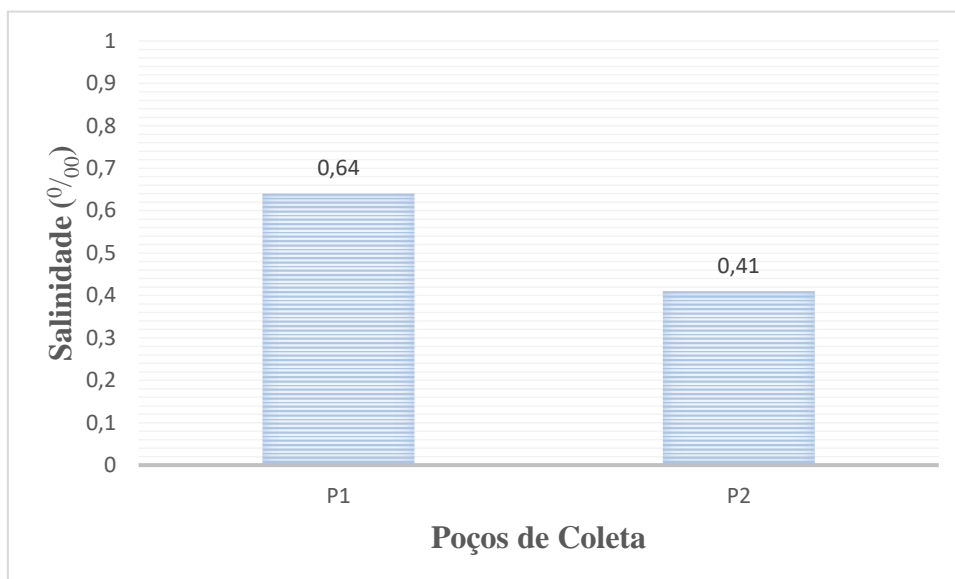
De acordo com os resultados apresentados por Mendes et al. (2013) o valor do P1 ( $177 \pm 2,3$ mg/L) é bem discrepante quando comparado aos seus resultados de  $3,57$  mg/L –  $45,46$ mg/L, o mesmo ocorre quando comparado ao valor do P2 ( $390 \pm 5$ mg/L). No entanto, o poço 1 (P1) encontra-se dentro da faixa aceitável pela legislação para águas de consumo humano, como também os resultados apresentados por Mendes et al. (2013), estando o P2 fora dos padrões estabelecido pela legislação.

**Gráfico 5:** Comparação entre o resultado médio do sulfato do P1 e P2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de salinidade, tanto o P1 ( $0,64 \pm 0,01$  ‰) como o P2 ( $0,41 \pm 0,01$  ‰) apresentaram resultados bem próximos, comparando com os resultados apresentados por Viega (2005), valores esses iguais a 0,06mg/L e 0,42mg/L tanto o P1 como o P2 apresentam valores próximos.

O P1 e o P2 apresentaram uma baixa concentração de sais dissolvidos, podendo ser classificado de acordo com a N° 357/2005 como água doce o P1 e água salobra o P2. A portaria do MS de n° 2.914 de 2011 que dispõe sobre o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e os seus padrões de potabilidade não estabelecem nenhum valor padrão de salinidade a ser seguido.

**Gráfico 6:** Comparação entre o resultado médio da Salinidade do P1 e P2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A portaria nº 2.914 de 2011 do MS, estabelece como padrão de potabilidade para água destinada ao consumo humano, ausência de coliformes totais em 100mL de amostra. Assim, mediante os resultados apresentados na Tabela 5 foi possível observar que os dois pontos de estudo (P1 e P2) não atenderam os padrões de potabilidade estabelecido pela norma.

**Tabela 3:** Resultados da análise microbiológica dos Poços P1 e P2.

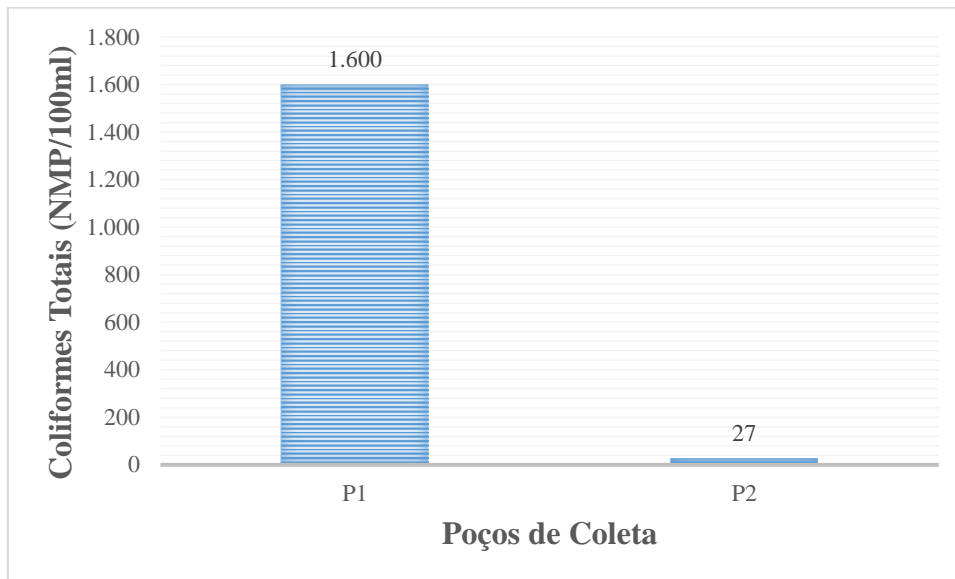
Parâmetros	Unidade	P1	P2
<b>Coliformes Totais</b>	NMP/100mL	$\geq 1600$ NMP/100 mL	27 NMP/100 mL

\*NMP: Número Mais Provável

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da análise estão em concordância com trabalho desenvolvido por Barbosa et al. (2015) que analisaram água de poços localizados nas comunidades rurais Jatobá e Vila Bela do município de Serra Talhada, onde os resultados foram entre 2,2 NMP/100mL e  $> 16$  NMP/100mL, demonstrando-se acima do proposto pela portaria. O Gráfico 7 demonstra uma comparação entre os dois resultados.



**Gráfico 7:** Comparação entre os resultados de Coliformes Totais do P1 e P2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Von Sperling (2005) este grupo de bactéria é comumente encontrada em águas e solos poluídos e não poluídos, com fezes de humanos e de animais de sangue quente. Desta forma sugere-se que a possível contaminação das águas analisadas é devido à presença de fezes dos animais presentes na área do entorno dos poços, levando em conta também a falta de saneamento básico das comunidades que os poços estão inseridos.

No entanto de acordo com a literatura, a presença de coliformes totais nas amostras das águas dos poços não é necessariamente um indicativo de presença de bactérias Termotolerantes, podendo ser utilizada como um indicador ambiental, representando apenas bactérias de vida livre e não intestinal.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água doce, indispensável para a vida, é importante, nos mais variados aspectos da vida, seja ela usada para consumo da população, na agricultura, na indústria ou para o lazer, tendo em vista que tanto a cidade quanto a zona rural são prejudicadas pela falta de água, devido a estiagem.

Uma parte da zona rural não tem acesso a água potável fornecida pela Compesa, e a água consumida pela população é a água de poços artesianos. Sabe-se que a qualidade da água envolve vários fatores que vão desde a qualidade do manancial, o tratamento aplicado e os métodos empregados na distribuição para a população.

A pesquisa teve como objetivo de analisar a qualidade das águas de poços artesianos, P1 e P2, localizados na zona rural do município de Caruaru tendo em vista a sua finalidade, abordando assim os aspectos de controle e vigilância da qualidade das águas destinadas ao consumo humano, através de análise físico-química e microbiológica.

Em termos de potabilidade, considerando a Lei de nº 2.914 de 2011 grande parte dos parâmetros analisados atenderam os valores máximos permitidos estabelecidos pela norma tanto o Poço 1 (P1) como o Poço 2 (P2). Entretanto, quanto aos parâmetros de sulfato e coliformes totais o P1 e o P2 não atendem aos critérios de potabilidade estabelecidos pela norma. Desta forma tanto a água do Poço 1 como a água do Poço 2 não atendem aos critérios de potabilidade estabelecidos pelos padrões vigente, considerando-se imprópria para o consumo humano, sugerindo-se assim um tratamento convencional.

Vale ressaltar que, as bactérias do grupo coliforme são consideradas as principais indicadoras de contaminação fecal, a presença de coliformes totais na água do Poço 1 e Poço 2 não comprova uma contaminação fecal, sendo necessário a realização da análise de coliformes termotolerantes, não sendo realizada neste estudo por questões de prazos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PERNAMBUCO. Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. **Índice pluviométrico**. 2017. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acessado em: 30 abr. 2017.

APHA. American Public Health Association Water Works Association & Water Environment Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Estados Unidos da América: A.E. 2012.

ARAÚJO, N.M.C. **Influência do fármaco paracetamol no processo de digestão anaeróbia de efluentes**. 2016. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Faculdade ASCES-UNITA, Caruaru, 2016.

ARRUDA, G.B.; et al. Contaminações em sulfato e cloretos em água de superfície e subsuperfície na região de Araripina-PE. **Estudos Geológicos**, v. 22, n.2, 2012.

BARBOSA, R.N.; et al. **Qualidade bacteriológica da água consumida por comunidades rurais de serra talhada- Pernambuco**. Sabios Revista de saúde e biologia, v. 10, n. 1, p. 138-144, 2015.

BASTOS, M.L. **Caracterização da qualidade da água subterrânea – estudo de caso no município de Cruz das Almas - Bahia**. Universidade federal do Recôncavo, p. 78, 2013.

BICUDO, C.E.M.; et al. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 224, 2010.

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. 2011. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acessado em: 08 set. 2016.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água um recurso cada vez mais ameaçado. Consumo sustentável: Manual de Educação**. 2005. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf)>. Acessado em: 08 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e de outras providências.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004, seção 1, p. 266-270.

BRASIL. A lei 9.443, sancionada em 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acessado em: 08 set. 2016.

CAMPOS, J.N.B.; STUART, T.M.C. **Secas no Nordeste do Brasil: Origens, causas e soluções.** 2001. Disponível em: <[http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/Secas\\_no\\_Nordeste\\_do\\_Brasil\\_08\\_de\\_junho\\_def.pdf](http://www.deha.ufc.br/ticiania/Arquivos/Publicacoes/Congressos/2001/Secas_no_Nordeste_do_Brasil_08_de_junho_def.pdf)>. Acessado em: 15 set. 2016.

CASTRO, F.V.F.; et al. A Política Nacional de Recursos Hídricos e a gestão de conflitos em uma nova territorialidade. **Geografias**, n. 1, v. 1, p. 37-50, jul-dez. 2005.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo.** São Paulo, 2009.

COELHO, S.C.; et al. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em comunidade Rural na cidade de São Luís, MA, Brasil. **Revista Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 156-167, 2017. In: CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring - second edition.** Cambridge: University Press, p. 01-609, 1996.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 430 de 2011:** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, completa e altera a Resolução n° 357, de março de 2005. Brasil, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357, de 17 de março de 2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 16 set. 2016.

EILERS, V.H.M. **Estimativa de recarga de águas subterrâneas utilizando o método do balanço hídrico.** 2004. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/viewFile/23458/15544>>. Acessado em: 17 set. 2016.

GIAMPÁ, C.E.Q.; GONÇALES, V.G. **Orientações para utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo**. Associação Brasileira de Águas Subterrânea. São Paulo: ABAS. 2005, p. 1-40. Disponível em: <<http://www.abas.org/arquivos/aguasf.pdf>>. Acessado em: 12 set. 2016.

G1. Mapa Caruaru, Pernambuco. 2011. 1 fotografia, color. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/03/tremor-de-terra-atinge-cidade-em-pernambuco.html>> Acesso em: 24 jun. 2015.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística Caruaru - IBGE. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=260410&search=pernambuco|caruaru>>. Acessado em: 19 abril. 2017.

KATO, M.T.; et al. **Manual de procedimentos do laboratório de saneamento ambiental**. Olinda: Livro Rápido, p.156, 2014.

JUNQUEIRA, M.A.D.R.; et al. Apontamentos sobre a lei brasileira das águas: a experiência do estado de São Paulo. **REGE**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 159-175, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/apontamentos-sobre-a-lei-brasileira-das-aguas-a-experiencia-do-estado-de-sao-paulo-.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2016.

LIBÂNIO, M. **Procedimentos da qualidade da água e tratamento de água**. Campinas: Átomo, p. 19-53, 2005.

MENDES, D. L.; et al. **Avaliação da qualidade da água subterrânea na localidade do sitio canafístula em Limoeiro do Norte, CE**. UNICAP, p. 8, 2013.

NASCIMENTO, A.L. **Avaliação da qualidade da água utilizada para consumo doméstico em alguns poços artesanais localizados na zona leste de Teresina-PI**. Teresina, p. 8, 2012.

OSTA, C.L.; et al. Avaliação da qualidade das águas subterrânea em poços do estado do Ceará, Brasil. **Ciências biológicas e da saúde**, v. 33, n. 2, p. 171-180, 2012.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul**. 75f. Centro universitário UNIVATES. Santa Clara do Sul. 2010.

PARRON, L.M.; et al. **Manual de Procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PINTO, M.G.F. **Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido**. Belo Horizonte: CPRM, p. 1-11, maio, 2007.

- PEIXINHO, F.C. **Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos**. 2010. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento\\_PAP003029.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP003029.pdf)>. Acessado em: 14 set. 2016.
- RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. 1.ed. São Paulo: Blucher, p. 30-32, 1991.
- REBOUÇAS, A.C.; et al. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez**. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v11n29/v11n29a07.pdf>> 1997 p 127-154>. Acessado em: 14 set. 2016.
- RODRIGUES, M.E.G.; NISHIJIMA, T. Educação ambiental: Trabalhando o uso racional da água nas séries iniciais. **Monografias Ambientais**, v. 4, n. 4, p. 696-706, 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/note/Downloads/3932-17420-2-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/note/Downloads/3932-17420-2-PB%20(1).pdf)>. Acessado em: 25 ago. 2016.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Recursos hídricos no século XXI**. 1.ed. São Paulo: Oficina de texto, p. 23-27, 2011.
- TUCCI, C.E.M.; et al. **Gestão de água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. Disponível em: <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/gestao\\_agua.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/gestao_agua.pdf)>. Acessado em: 07 set. 2016.
- VEIGA, G. **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da grande Florianópolis**. Universidade federal de Santa Catarina, p. 55, 2005.
- VESILIND, P.A.; MORGAN, S.M. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, p. 160-162, 2011.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade federal de Minas Gerais, 2005.
- ZOBY, J.L.G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. In: XV congresso Brasileiro de águas subterrâneas, Natal, 2008. Anais do XV congresso Brasileiro de águas subterrâneas. São Paulo: ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2008. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>>. Acessado em: 22 set. 2016.
- WILLIAMS, W. D. Conductivity and salinity of Australia saltlakes. **Australian Journal of Marine and Fresh water Research**, v. 37, n. 2, p.177-182, 1986.