

CENTRO UNIVERSITÁRIO TABOSA DE ALMEIDA- ASCES/UNITA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

CAIO CESÁRIO DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO POÇO ARTESIANO QUE
ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE**

CARUARU-PE

2017

CAIO CESÁRIO DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO POÇO ARTESIANO QUE
ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/UNITA, como requisito parcial para obtenção de grau do curso de Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Angela Maria Coelho de Andrade.

CARUARU - PE

2017

CAIO CESÁRIO DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO POÇO ARTESIANO QUE
ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE**

Aprovada em: 05/06/2017.

Nota: 9,4 (Nove vírgula quatro)

Profa. Dra. Luiza Feitosa Cordeiro de Souza – ASCES-UNITA
Primeiro Examinador

Prof. Dr. Cláudio Emanuel Silva Oliveira – ASCES-UNITA
Segundo Examinador

Prof. Dra. Angela Maria Coêlho de Andrade – ASCES-UNITA
Orientadora

CARUARU

2017

Dedico

A minha mãe Maria Luciana Andrade Vilela, que me incentivou. Minha família e minha namorada Karlla Raphaela, pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que me protegeu e iluminou, não só nessa caminhada acadêmica, mas em toda minha vida, com bençãos divinas, saúde e força pra enfrentar todas as dificuldades vividas neste período de tempo.

Á minha orientadora Dra. Angela Andrade, pelo seu incentivo, paciência e toda ajuda necessária para executar esse trabalho.

Á Minha mãe Maria Luciana Andrade Vilela, que estava presente em todas as minhas dificuldades, nos momentos de cansaço e desânimo, como uma verdadeira heroína, sempre me apoiando e ajudando na medida do possível.

Á Minha família e minha namorada Karlla Raphaela, por entender minha ausência e disponibilidade de tempo, que inúmeras vezes me incentivaram para que não houvesse uma desistência por fatores múltiplos.

Á todos os meus professores, que não só me ensinaram ao conteúdo da graduação, mas também, mas a manifestação do caráter, na formação profissional.

Aos Meus amigos. Igor Chaves, Rennan Rocha, Célio Henrique, Patrick Pierre, entre outros companheiros de trabalho e irmãos que fizeram parte dessa formação, e que, vão continuar presente em minha vida se Deus quiser.

RESUMO

Águas subterrâneas são um recurso natural essencial para a vida humana e para o ecossistema da terra. Com sua escassez, e o agravamento da poluição dos lençóis subterrâneos se fazem necessários a conscientização e mudanças de atitude em relação às águas. A escassez da água é notada na zona rural do município de Calçado, onde o seu fornecimento para a população rural é por caminhão-pipa e esta água é oriunda de um poço artesiano. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água do poço artesiano que é fornecida por carro pipa para a população da zona rural do município de Calçado-PE, por meio de análises físico-químicas e microbiológica. Uma água própria para o consumo deve atender aos padrões de potabilidade e no Brasil, os padrões de potabilidade foram definidos pelo Ministério da Saúde, através de portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Esta portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água. Foram analisadas duas amostras provenientes do poço artesiano do sítio prata, possibilitando assim, através de um estudo quantitativo, realizou análises físico-químicas para a determinação de pH, condutividade, cor aparente, cloretos, dureza total e alcalinidade e análises microbiológicas para a determinação de coliformes totais a 35°C e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos revelaram que todas as duas amostras estão de acordo com a legislação vigente para os valores das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas.

Palavras Chaves: Qualidade da água, Poço artesiano, Análises, Água subterrânea.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ANA – Agencia Nacional de Águas

APHA – American Public Health Association

CF – Constituição Federal

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Estimativa Populacional

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MS – Ministério da Saúde

NC – Nada Consta

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

TMP – Valor máximo permitido

UH – Unidade Hazen

UT – Unidade Turbidimétrico

VMP – Valor Médio Permitido

mS – miliSiemens

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Pernambuco e o município de Calçado.	20
Figura 2. Cidade de Calçado.	21
Figura 3. Vista área do município de Calçado.	22
Figura 4. Poço artesiano de Calçado.	24
Figura 5. Coleta das amostras da água do poço do sítio da prata, Amostra 1 (a), Amostra 2 (b).	25
Figura 6. Dados analisados e VMP de pH das amostras do poço prata.	28
Figura 7. Valores de alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO ₃ das duas amostras.	29
Figura 8. Dados da cor das amostras em (UH) e valor padrão da portaria.	30
Figura 9. Dados das amostras de cloreto em mg/L e o valor padrão da portaria.	31
Figura 10. Dados de condutividade mS/cm das amostras e VMP da Portaria.	32
Figura 11. Dados de dureza total mg/L de CaCO ₃ das amostras e VMP da Portaria.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valor da análise físico-química, do poço artesiano da propriedade rural do sítio prata.....	27
Tabela 2. Dados das análises microbiológicas das duas amostras do poço prata.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 GERAL.....	13
2.2 ESPECÍFICOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. ÁGUA.....	14
3.2. CICLO DAS ÁGUAS	15
3.3. ÁGUA SUBTERRÂNEA	15
3.3.1. Aquíferos	16
3.3.2. Contaminação	17
3.4. POÇOS ARTESIANOS	18
3.5. LEGISLAÇÃO	18
3.6. O MUNICÍPIO DE CALÇADO.....	20
3.6.1. Localização e Acesso.....	20
3.6.2. População	20
3.6.3. Clima.....	21
3.6.4. Hidrografia.....	21
4. MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA.....	23
4.1. TIPO DE ESTUDO	23
4.2. PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO PROJETO	23
4.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	23
4.4. COLETA DE DADOS	23
4.5. PROCEDIMENTO DE COLETA.....	24

4.6. ANÁLISE DE DADOS	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	27
5.1.1. Potencia Hidrogeniônica	27
5.1.2. Alcalinidade de Bicarbonatos	28
5.1.3. Cor Aparente	29
5.1.4. Cloretos.....	30
5.1.5. Condutividade.....	31
5.1.6. Dureza Total.....	32
5.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	34
5.2.1. Coliformes e <i>Escherichia coli</i>.....	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A água é o composto de primeira necessidade para qualquer ser vivo, tornando impossível a vida sem esse recurso. Atualmente, tem-se a comprovação de que este recurso foi e está sendo comprometido e que sua disponibilidade se encontra diminuída. Os recursos hídricos podem ser considerados sob três aspectos em relação a sua utilidade, primeiro como elemento ou componente físico da natureza, segundo como ambiente para a vida (o ambiente aquático) e terceiro como fator indispensável à manutenção da vida terrestre (BRANCO, 2003).

Quando o assunto é água, sendo na sua forma pura ou em outras aplicações, é perceptível a grande necessidade para o planeta em geral, sua escassez acarreta em um problema mundial, devido ao mau uso nos últimos tempos (DANTAS, 2013).

A disponibilidade hídrica no mundo é o que mais preocupa o homem, pois 97,5% das águas disponíveis no planeta são salgadas, em consequência restam aproximadamente 2,5% de água doce. Desse percentual de 2,5%, cerca de 68,7% desse líquido está armazenado em regiões polares em geleira, e 30,1% está confinado em reservatórios subterrâneos. Contudo as águas doces encontradas em rios e lagos corresponde somente a 0,27%, correspondendo em torno de 0,007% do volume no planeta (SANTOS, 2010).

Segundo Dantas (2013), devido ao aumento populacional, é preciso aumentar a demanda de água doce que já existe, com a implantação de política de gestão de bacias hidrográficas, que envolve tanto as águas superficiais quanto águas subterrâneas, para suprir o abastecimento público e a agricultura.

O Brasil se destaca por possuir aproximadamente 12% da descarga de água doce dos rios do mundo (ABE; GALLI, 2008). Entretanto, há grande desigualdade em relação à disponibilidade hídrica no território regional. Nas regiões mais secas do Nordeste, chega a chover cerca de 400 milímetros por ano, como a evapotranspiração é muito alta, sobra pouca água disponível para os rios e os lençóis subterrâneos (BRANCO, 2003).

Nos últimos anos, no agreste de Pernambuco, a água está escassa, desta forma, se faz necessário o uso de alternativas, e uma das alternativas utilizadas ultimamente é a perfurações de poços artesianos.

Nos poços artesianos, as águas fluem naturalmente do solo em um aquífero até a superfície. As águas de um poço artesiano, em geral, têm a pressão mais alta do que a pressão atmosférica, desta forma, o uso de bombas é desnecessário (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

A água para ser ingerida é essencial que não contenha elementos nocivos à saúde, ou seja, ser potável que significa ‘o que se pode beber’. O padrão de qualidade da água de abastecimento humano é o mais exigente. As legislações no Brasil (BRASIL, 2011), de potabilidade para o consumo humano e para as águas subterrâneas é de acordo com a portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS).

O poço artesiano, no município de Calçado-PE, está se caracterizando como uma solução para o consumo humano da população da zona rural, devido à escassez de água potável na região. A construção de poços artesianos traz muitos benefícios principalmente para populações que vivem em áreas com escassez.

Como a população rural do município de Calçado é abastecida por água de poço artesiano, este projeto teve a finalidade de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dessa água, utilizando o parâmetro de potabilidade definido pela portaria 2.914 de 2011 vigente do MS, que estabelece a norma de qualidade da água para consumo humano.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a qualidade da água de poço artesiano que abastece a zona rural no município de Calçado-PE.

2.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar a água através de análises físico-químicas de um poço artesiano que abastece a zona rural no município de Calçado-PE;
- Caracterizar por análise microbiológica a água de um poço artesiano que abastece a zona rural no município de Calçado-PE.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ÁGUA

A água é o único nutriente que pode ser encontrado na natureza sob a sua forma pura. A água é um termo que é derivado do latim, quimicamente é classificada como um óxido de hidrogênio, líquido incolor, essencial à vida, é a parte líquida do globo terrestre, encontrada superficialmente, na atmosfera na forma de vapor, ou até mesmo no interior do subsolo (BRANCO, 2003), onde constitui lençóis aquíferos.

Desde o início da história do homem na terra, ou seja, o homo sapiens, a água sempre foi indispensável, pois, todas as formas de vida dependem da mesma para subsistir e/ou para sua evolução, esse líquido é responsável pela nutrição de florestas e colheitas, mantendo a diversidade biológica e o ciclo do planeta, as civilizações primitivas e atuais continuamente dependeram da água doce para o desenvolvimento econômico e cultural, conseqüentemente é essencial para a sustentação da vida (TUNDISI; TUNDISI, 2011).

A maior parte da área do planeta terra é revestida por água, por presentes nos: água de oceanos, rios, lagos, em forma de gelo nas calotas polares, arroios e sangas, porém (1.370.000.000km³), desse líquido se divide em: 3% água doce em rio, lagos e subsolo, e salgada com aproximadamente 97% no mares, as águas que é consumida pelo homem é encontrada nos lagos, rios, águas da chuva e águas subterrâneas, onde o seu volume é de aproximadamente 1%, e para agravar a situação, o pouco desse fluido que nos resta está sendo desperdiçada e poluída cada dia mais (VICTORINO, 2007).

Segundo Tundisi e Tundisi (2011), apesar do desenvolvimento econômico e da sobrevivência, a humanidade depende direta e indiretamente da água. Além de poluir, o homem degrada esse patrimônio natural, tanto a nível superficial quanto as águas subterrâneas, com o despejo desenfreado de resíduos líquidos e sólidos em rios e lagos.

A população mundial triplicou apenas no século passado, onde houve um aumento de fábricas, desmatamento e o uso consultivo nas irrigações nas lavouras, com isso mais de 80 países no planeta se depara com o problema de abastecimento público segundo o banco mundial, a agricultura é responsável por consumir em média 70% das proporções de água de países desenvolvidos, e podendo aumentar para 80 a 90% nos países subdesenvolvidos, restando aproximadamente 20% para as indústrias e fins domésticos (VICTORINO, 2007).

A água é também veículo para os mais diversos tipos de doenças, quando poluída ou contaminada. A falta ou a escassez de água potável, como também a falta de saneamento básico provoca a morte de mais de 4,0 milhões de crianças anualmente, devido a doenças de veiculação hídrica como a cólera, a diarreia, entre outros (CAPUCCI et al., 2001).

3.2. CICLO DAS ÁGUAS

O ciclo da água ou ciclo hidrológico está intimamente ligado ao ciclo energético terrestre, ou seja, a distribuição da energia proveniente do sol. E esta energia é responsável pelo transporte da água: do mar, do solo e da vegetação para as altitudes atmosféricas, formando as nuvens e a partir daí a água é eliminada através de chuva e de neve sobre a superfície da Terra (BRANCO, 2003).

Parte da energia é novamente refletida e dissipada para o espaço e uma parte é retida na Terra originando os fenômenos meteorológicos. A energia do sol é aplicada a superfície das águas que estão nos oceanos, lagos e ao solo produz a sua evaporação, desta forma, o aumento do ar em vapor ficando saturado, e este excesso de vapor é condensado voltando ao estado líquido (CARVALHO; SILVA, 2006).

O ciclo hidrológico é responsável pela contínua circulação entre os oceanos, a atmosfera e os continentes, e pela renovação da água doce, há pelo menos 3,8 bilhões de anos (CAPUCCI et al., 2001). Esta circulação ocorre na hidrosfera, um sistema que só se fecha a nível global, e segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) o ciclo se resume ao movimento contínuo da água que está presente nos oceanos, nos continentes, ou seja, superfície, solo e rocha e na atmosfera (BRASIL, 2013).

Um componente do ciclo hidrológico, de acordo com Tundisi e Tundisi (2011), de grande importância é a drenagem dos rios, que é a responsável pela renovação dos recursos hídricos. O rio Amazonas considerado o mais importante do Planeta, produz cerca de 16% da drenagem mundial.

3.3. ÁGUA SUBTERRÂNEA

Professores e filósofos de séculos passados em seus estudos apontaram que as águas doces das nascentes subterrâneas eram subprodutos dos oceanos. Os mesmos acreditavam que

a água do mar se transformava em água doce, na medida em que o mar fluía por canais subterrâneos, em relação à quantidade da água da chuva ser inferior ao o fluxo de fluido subterrâneo (CLEARY, 2007).

Das chuvas que caem na superfície da Terra, cerca de 30% dessa água escoam diretamente para os rios, a maior parte, infiltra-se no solo. E preenche os espaços vazios que existem entre as argilas, areias ou ainda as rochas formando depósitos de água subterrânea (IRITANI; EZAKI, 2008). Estes depósitos, não formam lagos ou rios subterrâneos, eles infiltram-se nas rochas, estas rochas ou camadas arenosas saturadas cedem lentamente, e sua água, para os rios, as nascentes, os poços escavados ou ainda para as raízes das plantas.

Dependendo de fatores como a declividade e a permeabilidade da superfície, a quantidade de água absorvida pelo solo pode variar. A permeabilidade depende da natureza, como também da estrutura do material que é composto o solo e da vegetação. A vegetação aumenta a permeabilidade, por isto os solos cobertos por vegetação são menos sujeitos ao desgaste da erosão, que retêm a água, evitando as enchentes dos rios e as inundações.

Nos últimos anos, as águas subterrâneas vêm se constituindo em importante alternativa para abastecimento de comunidades rurais e urbanas, tanto para uso agrícola, quanto industrial (CAPUCCI et al., 2001).

As principais vantagens para a utilização de águas subterrâneas são (NATAL; NASCIMENTO, 2004):

- O baixo custo da construção de poços em relação ao custo das obras de captação de águas superficiais;
- Alternativa de abastecimento para pequenas e médias populações urbanas ou comunidades rurais;
- Geralmente são de boa qualidade ao consumo humano.

As águas subterrâneas em geral são mais limpas do que as superficiais, desta forma, não necessitam do mesmo grau de tratamento para o consumo humano.

3.3.1. Aquíferos

O aquífero é uma formação geológica, com impermeabilidade e porosidade com suficiência de armazenar e transferir altas concentrações de água, no mundo a maioria dos aquíferos desenvolvidos com altas vazões, é encontrado em planícies costeiras, vales aluviais e depósitos glaciais, sendo constituído de cascalho e areia os aquíferos de maior vazão (CLEARY, 2007).

Em Pernambuco, os aquíferos se enquadram em dois tipos: intersticiais e fissurais. Os intersticiais, ou porosos, são os contidos em bacias sedimentares de maior espessura, considerados de elevada à média potencialidade, e os que são depósitos recentes, de reduzida espessura, de média a baixa potencialidade (COSTA FILHO; COSTA, 2000).

O aquífero fissural, é o que apresenta maior área de ocorrência, representado por rochas cristalinas fraturadas, são em torno de 84% do território de Pernambuco, segundo Costa Filho e Costa (2000), são de potencialidade menor por unidade de área, além de apresentar constantes problemas de salinização das águas.

3.3.2. Contaminação

A contaminação das águas subterrâneas depende de uma série de fatores que estão relacionados com a geologia local, escoamento das águas, de processos físicos, químicos e biológicos com relação aos poros e as moléculas. A contaminação pode infiltrar com alta velocidade em solos arenosos e de alta condutividade, ou migrar lentamente em solos argilosos, de baixa condutividade, levando um tempo maior para atingir os aquíferos, que muitas vezes estão a quilômetros de distância (ASHBY, 2013).

Segundo Ashby (2013), as principais atividades poluidoras da água subterrânea são:

- Sistemas Sêpticos - É a disposição subsuperficiais de águas residuais e unidades de tratamento primário, utilizadas em zonas rurais e comunidades urbanas que não possui saneamento básico;
- Disposição de Resíduos - É o acondicionamento e disposição final de resíduos de forma inadequada, representam uma série de ameaças as águas subterrâneas, pois o chorume pode escoar, atingindo os aquíferos, onde forma uma pluma de contaminação podendo atingir quilômetros de profundidade.
- Tanques de Armazenamento - São responsáveis pelo armazenamento de combustíveis e produtos químicos. A contaminação das águas é consequência de derramamentos e vazamentos de produtos tóxicos;
- Mineração - A água fluindo através de rochas mineralizadas, muitas vezes essas rochas contem materiais pesados em alta concentração;
- Atividade Agrícola - O uso desenfreado de Pesticidas, fertilizantes, herbicidas e resíduos animais.

3.4. POÇOS ARTESIANOS

A perfuração de poços profundos e rasos para o aproveitamento de águas subterrâneas é um costume de nossos antepassados, há cerca de 5000 a.C, os chineses perfuravam profundos buracos com vara de bambu (GODOY, 2013). Nos tempos coloniais no Brasil já existia a captação de água subterrânea para o abastecimento da população, conhecido por cacimbões localizados em fortes militares e igrejas.

Poço artesiano é um poço perfurado com grande profundidade e diâmetro pequeno, onde a água é transportada para a superfície naturalmente, devido à alta pressão. Quando a pressão do poço é baixa, é preciso o auxílio de uma bomba para o transporte do líquido para a captação, esse poço é chamado de semi-artesiano. Ambos os poços tanto os artesianos quanto os semi-artesianos são tecnicamente conhecidos por poços tubulares profundos e são perfurados por brocas gigantes fabricada pela indústria petrolífera (PALUDO, 2010).

3.5. LEGISLAÇÃO

A água doce e potável é um recurso cada vez mais raro e caro, devido ao assoreamento e da contaminação dos rios. O uso da água para abastecimento, irrigação, navegação, geração de energia elétrica deve ser compatibilizado e ter qualidade garantida (MINC, 2005).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), no mundo quase 2,6 bilhões de pessoas não têm serviço a saneamento básico, e de cada dez pessoas uma não possui um sistema de abastecimento de água adequado (BRASIL, 2013), e sua distribuição para uso urbano é de 7%, uso industrial 23% e o agrícola 70%.

A resolução 020/86, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que classifica os mananciais Brasileiros, considera a classificação das águas doce, salobra e salina, sendo indispensável à proteção de seus padrões de qualidade, diagnosticado por parâmetros e indicadores específicos, para proteção de seu consumo (BRASIL, 1986).

De acordo com a legislação Brasil (1986), as águas doces para o consumo humano se classificam em:

- Classe Especial - Águas destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- Classe 1 - Destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui

aquático e mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao Solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;

- Classe 2 - Destinadas para o abastecimento doméstico, após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho), irrigação de hortaliças e plantas frutíferas, criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;
- Classe 3 - Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dessedentação de animais;
- Classe 4 - Águas destinadas para a navegação, harmonia paisagística, aos usos menos exigentes.

A Constituição Federal (CF) teve a necessidade de criar a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) que por intermédio da Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 criou alguns fundamentos, dentre eles o disposto nos artigos 1º, o III fundamento da PNRH, quando existem situações de escassez dos recursos hídricos, o consumo humano e a dessedentação de animais tem prioridade (BRASIL, 2013).

A água para o consumo humano deve estar livre de microrganismos patogênicos e bactérias indicadoras de contaminação fecal. E estas quantidades limites devem seguir os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como descrito na Portaria nº 2.914/11 do MS (BRASIL, 2011).

Segundo o Ministério da Saúde (MS), a portaria nº 2.914, dispõe nos artigos 3º e 4º que (BRASIL, 2011). O art. 3º dispõe que a água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. O art. 4º descreve que a água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

No capítulo IV, art. 11, da portaria citada, mostra os parâmetros microbiológicos estabelecidos para que uma água seja considerada potável: água para consumo humano - ausência de *Escherichia coli* ou coliforme termotolerantes em 100mL; água na saída do tratamento – ausência de coliformes totais em 100mL; água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede) – ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100mL (BRASIL, 2011).

A legislação vigente para parâmetros físico-químico, segundo a portaria, em sistemas de abastecimentos de água para o consumo humano, pH entre 6.0 e 9.5, turbidez com máxima de 1UT (unidade turbidimétrica), a cor aparente máxima de 15UH (unidade Hazen) e teor mínimo de cloro 0,2mg/L, e teor máximo de 2,0mg/L (BRASIL, 2011).

3.6. O MUNICÍPIO DE CALÇADO

3.6.1. Localização e Acesso

O município de Calçado está localizado no agreste de Pernambuco (Figura 1), no agreste meridional, fazendo parte do semi-árido pernambucano, está a 644 metros acima do nível do mar, onde a área na unidade territorial é de 121,945m² que se limita ao sul ao município de Canhotinho, norte e leste Lajedo e oeste Jupi, principal acesso é pela PE-158 (IBGE, 2010).

Figura 1. Mapa de Pernambuco e o município de Calçado.



Fonte: Wikipédia (2017).

3.6.2. População

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística estimativa Populacional (IBGE) o município (Figura 2) tem uma população estimada de 11.125 habitantes equivalente a 0.13% da população do estado, é constituído somente pelo distrito-sede com

aproximadamente 3.568 habitantes e com 7.282 na zona rural onde possui oito sítios mais povoados, Santa Rita de Cássia, Olho d'Água dos pombos, Pitombeiras, Riacho D'Antas, Melancias, Várzea dos ossos, Prata, Mocós (IBGE, 2010).

Figura 2. Cidade de Calçado.



Fonte: Wikipédia (2017).

3.6.3. Clima

O clima é quente e úmido do tipo pseudotropical, com temperaturas anuais média de aproximadamente 24°C com alternância de 8°C temperaturas médias anuais de 24 °C e variação térmica de 8°C, que pode variar de acordo com os períodos chuvosos e de estiagem, o município tem um alto índice de seca que passa dos 60%, o índice pluviométrico é de 800mm, e de aridez 0.5, essa deficiência hídrica esta relaciona a alta taxa de evapotranspiração desta região (BRASIL, 2005).

3.6.4. Hidrografia

Calçado (Figura 3) é banhado por duas bacias hidrográficas, ao norte o rio Una que abrange uma grande área no agreste e zona da mata, seu principal afluente e o rio da chata, que corta sede de calçado, ao sul está a bacia do rio Mundaú, que nasce no distrito de Garanhuns e percorre até o estado de Alagoas, seu principal afluente é o rio Canhoto. O município não possui açudes com alta capacidade de armazenamento, são todos abaixo de

100.00m³, um desperdício de água, já que se regime de escoamento intermitente e com padrão de drenagem é dentrítico em períodos de chuvas fortes (BRASIL, 2005).

Figura 3. Vista área do município de Calçado.



Fonte: Calçado (2017).

De acordo o Brasil (2005) dentre os 105 poços analisados no território de Calçado, a relação de uso água, 23% dos poços tubulares cadastrados são por uso consultivo doméstico primário, 39% doméstico secundário, 22% para a agricultura, 8% dessedentação animal e 8% para outros fins.

4. MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

4.1. TIPO DE ESTUDO

O projeto trata-se de uma pesquisa experimental/qualitativa/quantitativa, desenvolvida na zona rural no município de Calçado-PE.

4.2. PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO PROJETO

O estudo foi realizado de outubro de dois mil de dezesseis a maio de junho do corrente ano.

4.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

A região Nordeste é a que possui menor proporção dos recursos hídricos, nela está localizada a região semi-árida brasileira que carece de falta de água nos períodos de estiagem, que se estende por dez a onze meses do ano.

O uso de água de poço artesiano está intimamente associado ao problema da distribuição de água a população rural, que habitam regiões vulneráveis às secas. A água é escassa para a população da zona rural do município de Calçado-PE que faz uso de água de poço através de caminhão-pipa para seu abastecimento.

Como não existe um controle de qualidade desta água, propomos neste trabalho a avaliação da qualidade da água que é utilizada para consumo da população.

4.4. COLETA DE DADOS

Foi realizado coleta de amostras de água de um poço artesiano no município de Calçado-PE. Foram coletadas duas amostras dessa água e as análises feitas para avaliação da

água fornecida para o abastecimento público da zona rural. O poço está localizado no sítio prata, na estrada vicinal entre Lajedo e Calçado.

4.5. PROCEDIMENTO DE COLETA

As amostras da água do poço artesiano de Calçado (Figura 4) foram coletadas de acordo com as análises realizadas. Os recipientes onde foram coletadas as amostras foram devidamente identificados com número controle das amostras, nome do pesquisador, local e ponto da coleta, data e hora coletadas. As amostras foram transportadas imediatamente para o Laboratório onde foram processadas.

Figura 4. Poço artesiano de Calçado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise laboratorial das amostras foi realizada de acordo a com a metodologia descrita pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) de acordo com a portaria de potabilidade nº 2.914 de dezembro de 2011 do MS.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, alcalinidade de bicarbonatos, cor aparente, cloretos, dureza total e condutividade. Foram coletados 3 litros da água do poço artesiano em recipientes opacos com tampa, em dois dias diferentes.

Para análise da água do poço artesianos do sítio da prata da zona rural do município de Calçado-PE, foram coletas duas amostras: Amostra 1 e Amostra 2 (Figura 5). A primeira amostra foi coletada no dia vinte e seis de janeiro e a segunda amostra dia onze de março do corrente ano. Após coleta as amostras das águas foram encaminhadas para o Laboratório de análise de alimentos, águas e ambientais (LAMEN), onde foram feitos os ensaios físico-químicos e microbiológicos (LAMEN, 2017). O método adotado pelo laboratório é o P/A *colilert* em um saco transparente.

Figura 5. Coleta das amostras da água do poço do sítio da prata, Amostra 1 (a), Amostra 2 (b).



Fonte: Elaborado pelo autor.

O exame da água destinada ao consumo humano é de fundamental importância, uma vez que quantificar a ausência ou a presença de microrganismos que podem ser prejudiciais à saúde humana. A finalidade da análise microbiológica é fornecer subsídios a respeito da sua potabilidade, ou seja, ausência de risco de ingestão provenientes da contaminação pelas fezes humanas e animais de sangue quente. A análise biológica foi realizada nas amostras para avaliação de coliformese *Escherichia coli*, pelo método *colilert*.

4.6. ANÁLISE DE DADOS

As informações obtidas foram tabuladas em planilhas do *software* Excel, facilitando a organização das análises efetuadas e os resultados gerados submetidos a análises gráficas, fazendo um comparativo entre os resultados dos dados da literatura.

Os métodos escolhidos para cada parâmetro foram, potenciometria (pHmetro) para pH e alcalinidade, para cor espectofotometria (espectofotômetro), condutividade (condutivímetro), dureza foi feita a parti de uma titulação e o cloro pela cromatografia (cromatógrafo).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A Tabela 1 mostra os resultados da análise físico-química das duas amostras da água do poço artesiano, de acordo com a portaria de potabilidade nº 2.914/2011 do MS (BRASIL, 2011), onde é possível observar e comparar com valor máximo permitido (VMP).

Tabela 1. Valor da análise físico-química, do poço artesiano da propriedade rural do sítio prata.

Parâmetros	VMP	Resultado por Amostras	
		Amostra 1	Amostra 2
pH	6,0-9,0	6,9	6,6
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	NC	80	60
Cor Aparente (uH)	15	0,098	0,096
Cloretos (mg/L)	250	76	68
Condutividade (mS)	NC	0,358	0,338
Dureza Total (mg/L de CaCO ₃)	500	70	60

Abreviaturas: VMP, valor máximo permitido. NC, nada consta.

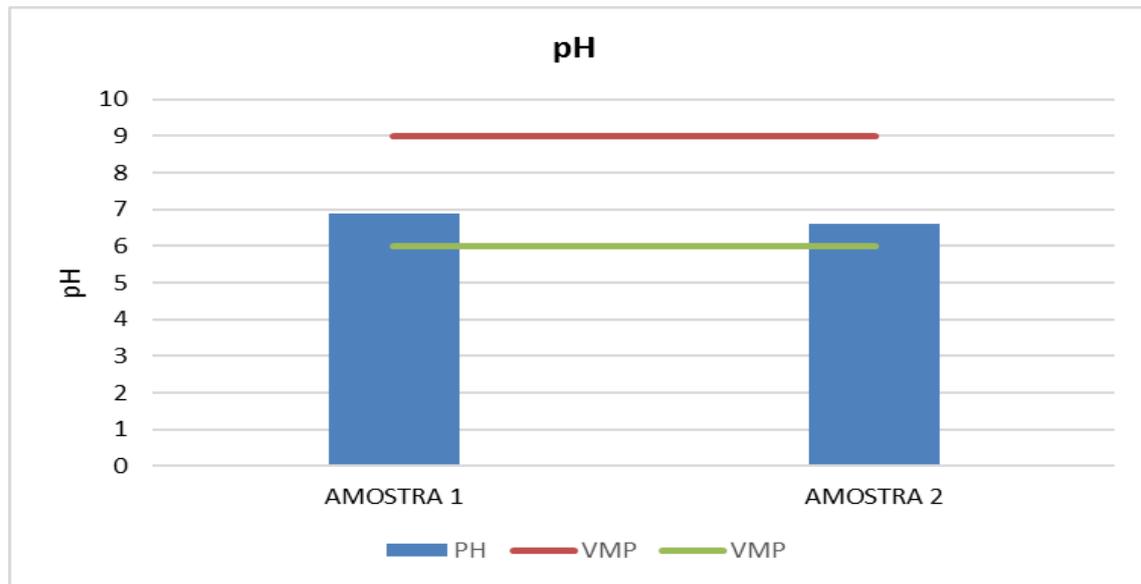
Fonte: Lamen (2017).

5.1.1. Potencia Hidrogeniônica

O pH da água é de grande importância quando em relação a distribuição pública, pois ele é um indicador de ácido base de um líquido, uma vez que, o organismo humano esteja mais adaptado em uma solução mais básica, podendo afetar a saúde pública diretamente quando consumida sem controle.

Foi analisado em base bibliográfica, que o pH das duas amostras atende o VMP da portaria do MS, onde mostra o gráfico da Figura 6.

Figura 6. Dados analisados e VMP de pH das amostras do poço prata.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Resultados semelhantes foram alcançados por Casali (2008), onde foram analisadas águas de poços fornecidas as escolas de comunidades rurais na região central do Rio Grande do Sul, onde o sítio de Tupanciretã no ponto T3 teve a primeira amostra de pH de 6,9 e a segunda de 6,5. Os dois poços possuem uma característica mais ácida, mas ainda estão entre os parâmetros da portaria.

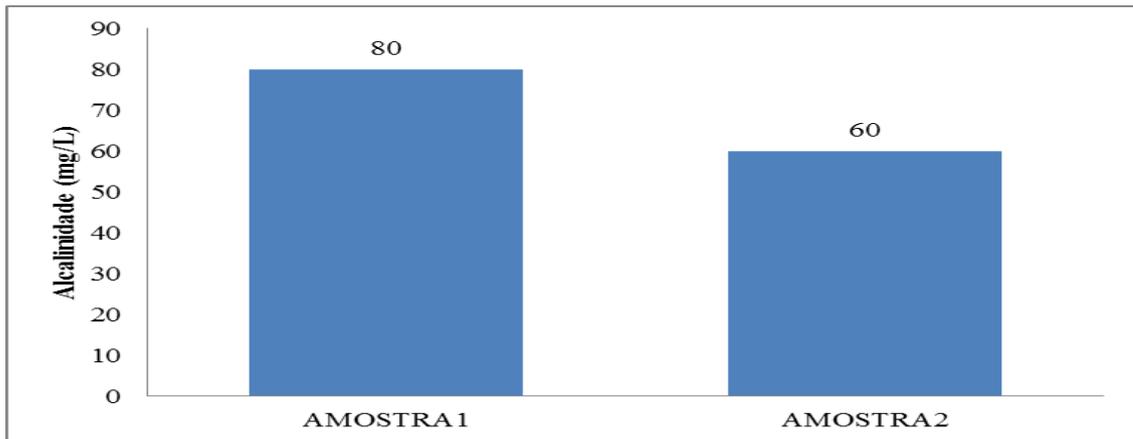
O pH da água de poço artesiano, segundo Moura et al. (2009) normalmente tem uma variação entre 5,5 e 8,5. Paludo (2010), analisou a água de sete poços artesianos, três dos poços analisados apresentaram valores em média de 7,5 e os quatro restantes pH entre as faixas de 7,0 e 7,3.

5.1.2. Alcalinidade de Bicarbonatos

Richter e Netto (1991) afirmam que a alcalinidade pode ser identificada de acordo com o pH da amostra por $\text{pH} > 9,4$, alcalinidade de hidróxido e carbonos, $\text{pH} > 8,4$ e $< 9,4$ carbonos e bicarbonatos, $\text{pH} > 4,4$ e $< 8,4$ somente bicarbonatos e $\text{pH} < 4,4$ ácidos minerais.

Como o pH da amostra estava entre 6,6 e 6,9, foi observado que a água do poço possui carbonetos e bicarbonatos, onde a portaria do MS não atribui VMP para parâmetros de alcalinidade total. As amostras apresentaram uma alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO_3 , de 80mg/L para a Amostra 1 e 60mg/L para amostra 2, como descrito no gráfico da Figura 7.

Figura 7. Valores de alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO_3 das duas amostras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Capp et al. (2012) analisaram a água de doze poços artesianos no Estado de Mato Grosso do Sul, desses, três poços apresentaram valores elevados de alcalinidade, 55,5mg/L, 79,6mg/L e 154,2mg/L. Segundo Conceição et al. (2009), o aumento do valor da alcalinidade em águas subterrâneas é devido os processos de intemperismo químico.

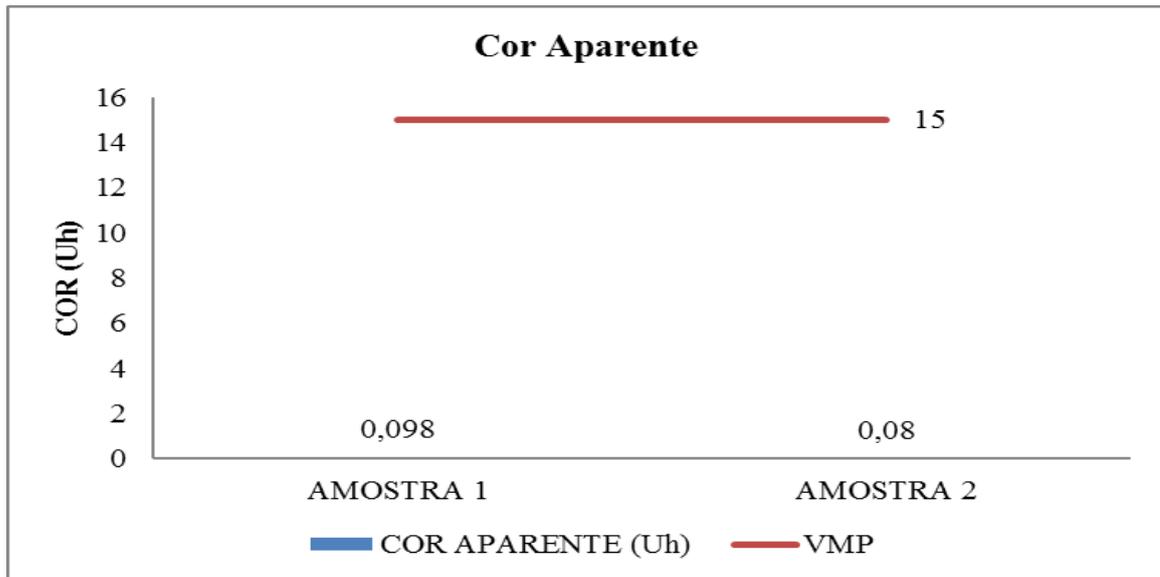
A alcalinidade é a capacidade de neutralizar ácidos dissolvidos em uma quantidade líquida de compostos básicos. A alcalinidade é considerada parâmetro essencial na avaliação da qualidade da água para consumo (LIBÂNIO, 2005).

5.1.3. Cor Aparente

A cor da amostra é analisada por comparação visual em solução platina-cobalto, em concentração conhecida com o resultado em unidade Hazen (UH). A cor aparente se refere à determinação de cor em amostras com turbidez. A portaria do MS estabelece para cor aparente de 15UH, como padrão de aceitação para consumo humano. Já as águas naturais apresentam um limite máximo de 75UH.

Os dois valores obtidos na análise estão entre o valor permitido do padrão para consumo humano e para as águas naturais. A primeira amostra teve um valor de 0,098 e a segunda 0,08. A Figura 8 repassa valores em forma de gráfico.

Figura 8. Dados da cor das amostras em (Uh) e valor padrão da portaria.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todas as amostras de água de poço analisadas no trabalho de Paludo (2010) apresentaram um valor de cor aparente igual a zero, e Casali (2008) analisando a água das escolas de cinco comunidades na região central do Rio Grande do Sul, onde Santo Amaro, Tupanciretã e São Sepé, provenientes de poços artesianos tiveram uma característica de cor menor que um.

A determinação da cor de uma água é, antes de tudo, uma caracterização estética, considerado sem grande significado sanitário, pois uma água isenta de cor pode ser menos potável do que uma água colorida. Quando a cor está acima dos padrões, além de esteticamente inaceitável, pode manchar roupas, peças sanitárias, entre outros (GUARIROBA, 2017).

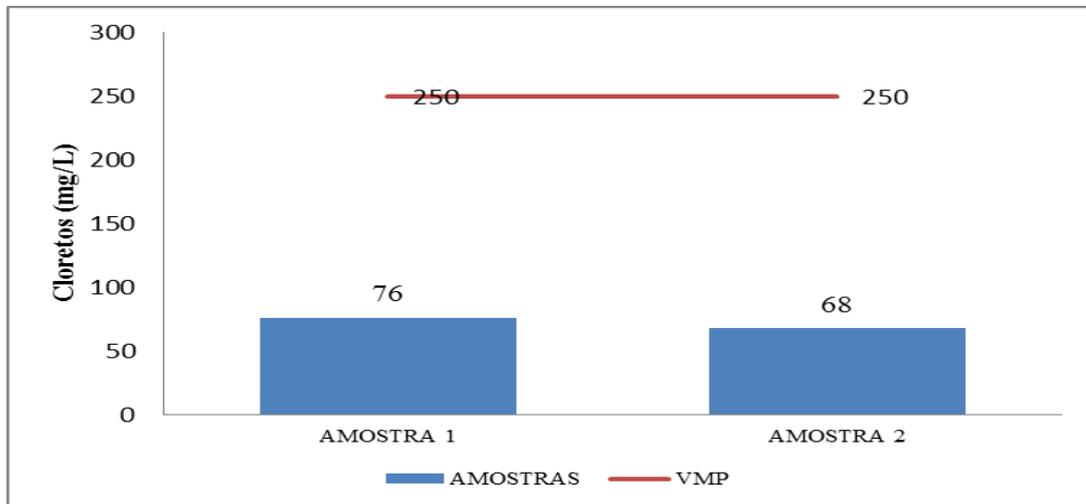
5.1.4. Cloretos

Segundo MS, em sua Portaria nº 2.914 de dezembro de 2011, o teor máximo de cloreto permissível, em águas de abastecimento, é de 250mg/L em cloro. O consumo inadequado com níveis acima do permitido pode causar efeito laxativo no organismo do ser humano.

As duas amostras (Figura 9) estão dentro do estabelecido pela portaria do MS, com uma concentração aceitável de acordo com a portaria. Como é possível observar os valores

das duas amostras de água do poço artesiano como mostra o gráfico da Figura 9, foi de 76 e 68mg/L, respectivamente para a Amostra 1 e Amostra 2.

Figura 9. Dados das amostras de cloreto em mg/L e o valor padrão da portaria.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Valores aproximados de cloreto foram encontrados por Arruda (2012) nas amostras das águas de poço de Araripina-PE onde o teor no ponto G4 foi de 95mg/L, abaixo do VMP.

Costa et al. (2012), avaliaram amostras de águas de poços artesianos de cinco microrregiões do Estado do Ceará, a região sul não apresentou níveis de cloreto acima da legislação vigente.

De acordo com Capp et al. (2012), que analisaram a água de doze poços artesianos no Estado de Mato Grosso do Sul, com relação a cloretos, seis desses poços apresentaram valores acima do permitido pela Legislação, variando entre 283,6mg/L a 1038,3mg/L.

O cloro quando encontrado em concentrações maiores que 250mg/L pode agravar a rinite, asma, sinusite e reações alérgicas no organismo, principalmente no sistema respiratório. Uma vez que o homem tem contato direto, por exemplo, no banho ou piscina. O cloro em excesso ataca a pele e cabelo, podendo provocar coceiras (NETO; PINTO, 2017).

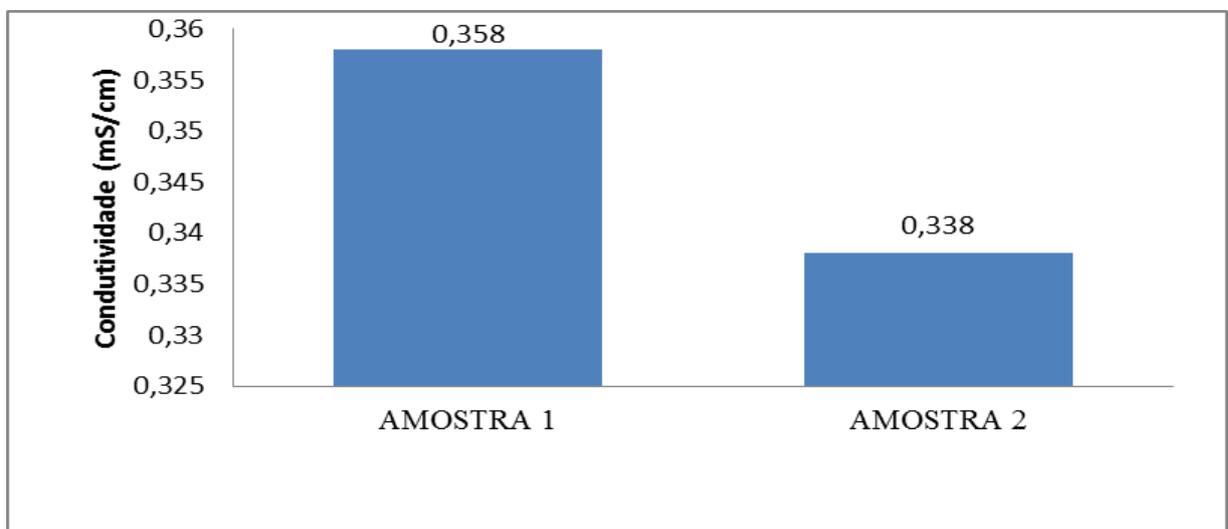
5.1.5. Condutividade

A condutividade elétrica de um fluido está diretamente ligada ao número de íons dissolvidos da amostra. Os íons são levados por águas superficiais ou até mesmo despejo inadequado de esgoto próximo ao local de coleta (PALUDO, 2010).

A portaria estabelece um VMP para que a água seja consumida, as duas amostras de água analisadas do poço do sítio prata, apresentaram uma condutividade de 0,3584mS/cm (Amostra 1) e uma pequena diminuição da condutividade com um valor de 0,3384mS/cm na Amostra 2 (Figura 10).

Valores aproximados foram evidenciados por Gasparotto (2011) que analisou amostras das nascentes da cidade de Piracicaba-SP, onde a condutividade da nascente 5 passo de 0,3mS/cm.

Figura 10. Dados de condutividade mS/cm das amostras e VMP da Portaria.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O aumento da condutividade elétrica pode ser um indício do aumento na concentração de sais (íons) desta amostra.

A condutividade não representa um problema para a saúde humana, seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e possibilitar a formação de cálculos renais.

5.1.6. Dureza Total

A Dureza estar relacionada diretamente com a presença de sais de cálcio e de magnésio, encontrada com mais frequência em águas subterrâneas devido às rochas que se encontra no canal do poço (GUARIROBA, 2017).

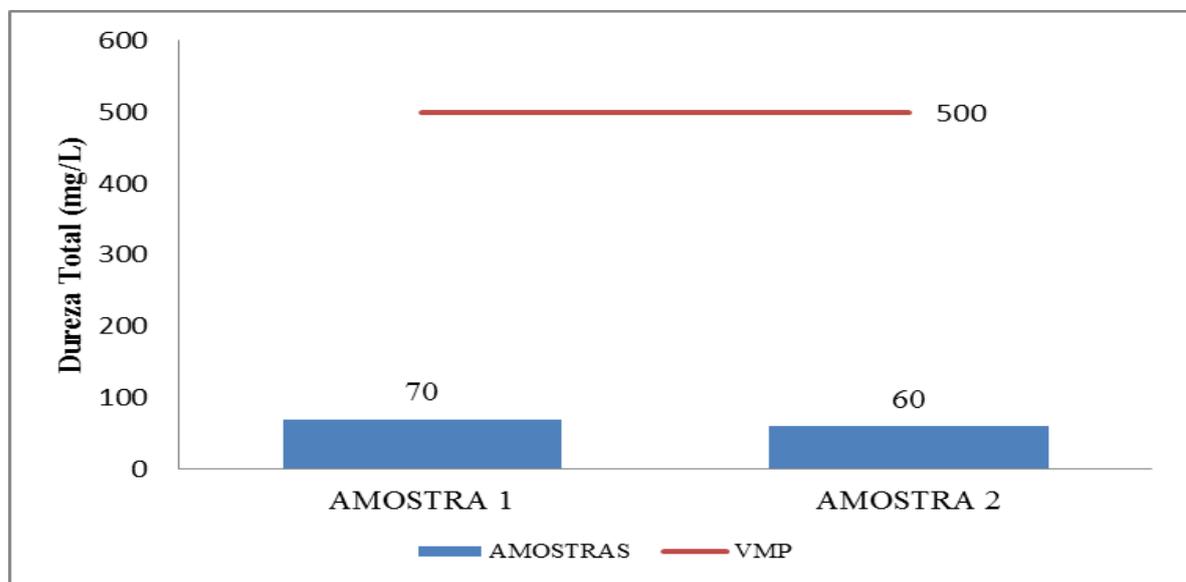
De acordo com os teores de sais de cálcio e magnésio, expressos em mg/L de CaCO₃, a água pode ser classificada em (RICHTER; NETTO, 1991):

- Água mole - até 50mg/L

- Água moderadamente dura - de 50 a 150mg/L
- Água dura - de 150 a 300mg/L
- Água muito dura - acima de 300mg/L

As duas amostras analisadas (Figura 11) no laboratório se encontram com uma dureza média de 65mg/L de CaCO_3 , sendo considerada como água “moderadamente dura”, segundo a bibliografia, e bem abaixo do VMP da portaria 2.914 de dezembro de 2011 do ministério do trabalho que é de 500mg/L CaCO_3 .

Figura 11. Dados de dureza total mg/L de CaCO_3 das amostras e VMP da Portaria.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas pesquisas desenvolvidas por Capp et al. (2012), todos os doze poços artesianos analisados apresentaram valores permitido variando entre 20mg/L a 297mg/L.

Valores semelhantes foram encontrados por Casali (2008), na pesquisa em escolas nas comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul, na qual os valores nas comunidades de São Sepé, que teve uma média de 80,9mg/L de CaCO_3 , e por Gasparotto (2011) com valores semelhantes na nascente 3, no qual a amostra realizada em janeiro foi de 61mg/L de CaCO_3 , e a amostra de fevereiro foi 70mg/L de CaCO_3 . Ficando claro que as amostras estão de acordo e com valores bem abaixo do valor máximo permitido pela portaria vigente.

5.2. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

5.2.1. Coliformes e *Escherichia coli*

A aceitabilidade da água para consumo depende do aspecto da água, e uma água aparentemente limpa pode estar repleta de contaminantes químicos e microbiológicos (ALVES et al., 2010). A água para consumo humano deve ser isenta de substâncias químicas prejudiciais e ter ausência de microrganismos a saúde. As amostras analisadas encontram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Legislação vigente.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos a parti da análise das amostras e a comparação com o VMP da portaria 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para o controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e se padrão de potabilidade.

Tabela 2. Dados das análises microbiológicas das duas amostras do poço prata.

Parâmetros	VMP em 100 ml	Resultado por amostras	
		Amostra 1	Amostra 2
Coliformes Total a 35°	Ausência	Ausência	Ausência
escherichia coli	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Lamem (2017).

Um estudo conduzido por Britto (2013) em comunidades rurais de várzeas do baixo rio Amazonas, especificamente na comunidade de Maracá no ponto 4, 100% das amostras comprova a ausência de coliformes em 100mL.

Em relação com a *Escherichia coli*, amostras idênticas foram obtidas por Britto (2013) na comunidade de Mazagão Velho do Rio Baixo do Amazonas onde não foi detectada a presença do mesmo, ou seja, ausência

Colvara; Lima e Silva (2009) avaliaram a qualidade bacteriana de poços artesianos da zona rural e da periferia de municípios da zona sul do Rio Grande do Sul e todas as amostras, 100%, estavam contaminadas por bactérias do grupo coliformes e com contagens elevadas, $>2,3 \times 10^1$ (coliformes totais).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água para consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um importante elemento de risco à saúde da população que a consome. Considerada um dos recursos naturais indispensável ao homem, a água, vem sendo poluída de tal maneira que não se pode consumi-la em seu estado natural.

A água para consumo humano tem que atender os padrões de potabilidade. A norma de qualidade da água para consumo segundo a portaria nº 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece os valores máximos permitidos (VMP) para as características físico-químicas e microbiológicas da água potável.

- Análise físico-química: a amostra do poço 1 e do poço apresentaram um valor de pH de 6,9 e 6,6. Os dois poços possuem uma característica mais ácida, mas ainda estão entre os parâmetros da portaria. Quanto a alcalinidade de bicarbonatos mg/L de CaCO_3 , as amostras apresentaram valor de 80mg/L para a Amostra 1 e 60mg/L para amostra 2. A cor da amostra é analisada por comparação visual em solução platina-cobalto, a primeira amostra teve um valor de 0,098UH e a segunda 0,08UH. Os valores de cloretos das duas amostras foram respectivamente 76 e 68mg/L. As amostras de água analisadas do poço do sítio prata, apresentaram uma condutividade de 0,3584mS/cm e uma pequena diminuição da condutividade com um valor de 0,3384mS/cm na Amostra 2. As duas amostras analisadas encontram-se com uma dureza média de 65mg/L de CaCO_3 , sendo considerada como água “moderadamente dura”.
- Análise microbiológica: as duas amostras comprovam a ausência de coliformes e de *Escherichia coli*, em 100mL.

O consumo de água do poço artesiano do sítio prata, não representa risco à saúde da população da zona rural do município de Calçado, uma vez que a água do poço se encontra dentro da legislação vigente, de acordo com as análises microbiológicas e físico-químicas realizadas. A perfuração de um poço artesiano de acordo com as normas técnicas e com uma tecnologia confiável fornece um maior aproveitamento da água subterrânea.

REFERÊNCIAS

ABE, D. S.; GALLI, C.S. **Disponibilidade, poluição e eutrofização das águas**. c. 10, p. 166, 2008. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-816.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2016.

ALVES, M.G.; et al. **Qualidade das águas de poços rasos provenientes de áreas urbanas e rurais de campos dos goytacazes (RJ)**. Anais. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16, e Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 17, 2010. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22944/15081>>. Acesso em: 29 abril de 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.

ARRUDA, G.B.; et al. Contaminações em sulfato e cloretos em águas de superfície e subsuperfície na região de Araripina-PE. *Estudos Geológicos*, v. 22, n. 2, p. 149-171, 2012. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/estudosgeologicos/paginas/edicoes/2012222/2012222t11.pdf>>. Acesso em: 11 maio de 2017.

ASHBY, M.F. **Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologia e gestão**. CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F. (Coord.) Rio de Janeiro: Elsevier, c. 12, p. 269-293, 2013.

BRANCO, S.M. **Água: origem, uso e preservação**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2003, 96p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Recursos Hídricos**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 07 set. 2016.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Calçado**. (Org.) MASCARENHAS, J.C. et al. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p.

_____. 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>. Acesso em: 08 set. 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 20, de Julho de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 20 set. 2016.

BRITO, P N. F. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas. Dissertação.** 50 f. Universidade Federal do Amapá Pró-reitoria de Ensino e Graduação Curso de Ciências Ambientais. 2013.

CAPP, N.; et al. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio(MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, p. 77-92, set./dez. 2012. Disponível em: <<http://Capp%202012%20qualidade%20da%20água%20de%20poço.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2017.

CAPUCCI, E.; et al. **Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 70p.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L.D.B. **Hidrologia UFRRJ**, c. 2, p. 11-14, ago. 2006.

Disponível em:

<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.

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

CLEARY, R.W. **Águas Subterrâneas.** Tampa, FL: Clean environment Brasil, 2.ed.117p. 2007.

CONCEIÇÃO, F.T.;et al.Hidrogeoquímica do Aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 28, n 1, p.65-77,2009.

COSTA, C.L.; et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v. 33, n. 2, p. 171-180, jul./dez. 2012.

COSTA FILHO, W.D.; COSTA, W.D. Caracterização hidrogeológica do estado de Pernambuco. **1st Joint World Congress on Groundwater.** 2000. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/condicionamento_adson.pdf>. Acesso em: 25 de janeiro 2017.

COLVARA, J.G.; LIMA, A.S.; SILVA, W.P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Braz. J. Food Technol.**, II SSA, p. 11-14, jan. 2009.

DANTAS, P.H.N. **Fundamentos da gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte.** Monografia.51f. Universidade Federal Rural do Semiárido.RN: UFERSA. Angicos. 2013.

GASPAROTTO, F.A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Dissertação. 90f. Universidade de São Paulo. 2011.

GODOY, A.P. **O vigiágua e a potabilidade das águas de poços em Salvador, Bahia**. Dissertação. 173f. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina. 2013.

GUARIROBA. **Águas Guariroba**. Disponível em: <<http://www.aguasguariroba.com.br/sagua/info2.php>>. Acesso em: 04 de março de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Estimativa Populacional. 2010. Acesso em: 01 set. 2016.

IRITANI, M.A.; EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. Cadernos de Educação Ambiental. 104p. Secretaria do Meio Ambiente. Instituto Geológico. São Paulo. 2008. 104p.

LAMEN. Laboratório de Análises de Alimentos, Águas e Ambientais. Garanhuns-PE, 2017.

LIBÂNIO, M. **Procedimentos da qualidade da água e tratamento de água**. 2.ed. Campinas: Átomo, p. 19-53, 2005.

MINC, C. **Ecologia e cidadania**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 2005. 152p.

MOURA, M.H.G.; et al. **Análise das águas dos poços artesianos do campus CAVG-UFPEL**. 2ª Amostra de trabalhos de tecnologia ambiental. Rio grande do Sul, 2009.

NATAL, L.; NASCIMENTO, R. **Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias**. Boletim mídia ambiente. São Paulo, ano II, n. 6, out/Nov. 2004. Disponível em: <<http://www.midiaambiente.org.br/UserFiles/File/Boletins/Boletim.2004.out.nov.pdf>>. Acesso em: 18 set.2016.

NETO, J.L.S.; PINTO, M.R.O. **Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de Pernambuco através do método volumétrico de Mohr**. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_386.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2017.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul**. Monografia. 77f. Centro Universitário Univates. Lajeado, dez. 2010.

RICHTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada**. 1.ed. São Paulo: Blucher, p. 30-32, 1991.

SANTOS, N.D. **A economia sustentável dos recursos hídricos**: a crise e o desperdício da água em Porto Alegre. Monografia. 85f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto alegre. 2010.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 23-51, 2011.328p.

VICTORINO, C.J.A. **Planeta Água Morre de Cede**: Uma visão analítica na metodologia de uso e abuso nos recursos hídricos. Porto Alegre: Edipucrs, p. 16-17, 2007.