



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA- UACEN
LICENCIATURA EM QUÍMICA

KILDERY PEDROSA DE BRITO

QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS DAS
COMUNIDADES RURAIS AROEIRAS E PAU FERRO EM SÃO JOSÉ
DE PIRANHAS - PB

CAJAZEIRAS-PB

2019

KILDERY PEDROSA DE BRITO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS DAS
COMUNIDADES RURAIS AROEIRAS E PAU FERRO EM SÃO JOSÉ
DE PIRANHAS - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Química da Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito a obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Ms. José Gorete Pedroza de Lacerda.

Co-orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva.

CAJAZEIRAS-PB

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba

B862q Brito, Kildery Pedrosa de.
Qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro em São José de Piranhas-PB / Kildery Pedrosa de Brito. - Cajazeiras, 2019.
41f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Me. José Gorete Pedroza de Lacerda.
Co-orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva.
Monografia (Licenciatura em Química) UFCG/CFP, 2019.

1. Qualidade da água. 2. Abastecimento de água. 3. Águas subterrâneas. 4. Potabilidade. 5. Análise físico-química. 6. Análise higiênico-sanitária. 7. Poços artesianos. I. Lacerda, José Gorete Pedroza de. II. Silva, Everton Vieira da. III. Universidade Federal de Campina Grande. IV. Centro de Formação de Professores. V. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 628.16

KILDERY PEDROSA DE BRITO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS DAS
COMUNIDADES RURAIS AROEIRAS E PAU FERRO EM SÃO
JOSÉ DE PIRANHAS - PB**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cajazeiras- PB, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

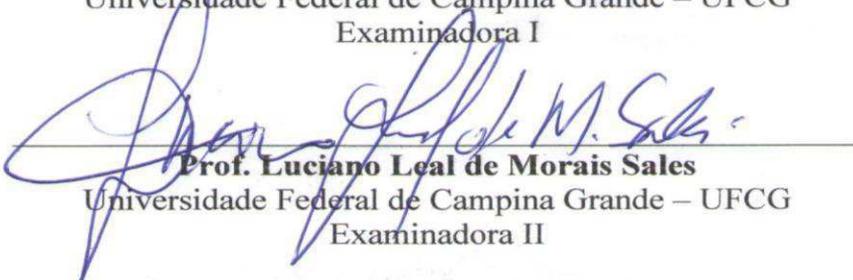
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ms. José Gorete Pedroza de Lacerda
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Orientador



Prof. Fernando Antonio Portela da Cunha
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Examinadora I



Prof. Luciano Leal de Moraes Sales
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Examinadora II

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre me protegeu e guiou os meus caminhos durante toda minha vida com bênçãos divinas, saúde, paz e felicidade. Sempre esteve comigo nessa jornada acadêmica me dando forças para enfrentar todas as dificuldades vividas neste período de tempo.

Ao meu orientador Prof.Ms. José Gorete Pedroza de Lacerda e Co-orientador Prof. Dr. Everton Vieira da Silva, pelo incentivo, paciência e todo suporte necessário para a realização deste trabalho.

Agradeço em especial aos meus pais que estiveram presentes em todas as minhas dificuldades, nos momentos de cansaço e desânimo, com muito amor sempre me apoiaram e ajudaram a seguir em frente, incentivando a nunca desistir.

Ao meu irmão Kennedy Pedrosa de Brito, que sempre me apoiou e incentivou a enfrentar todas as dificuldades.

A minha namorada Alice Nair, pelo amor, carinho e compreensão, por compartilhar comigo todas minhas emoções acadêmicas, apoiando a superar todas as etapas difíceis vivenciadas, e comemorar comigo o sucesso que há muito tempo almejo.

A todos os meus amigos que estiverem comigo em toda a trajetória do curso, em especial a Darlei Gutierrez, Itamar Miranda, Winício Abreu e Marcelo Bento que me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa, entre outros companheiros de trabalho e irmãos que fizeram parte dessa formação, e que vão continuar presente em minha vida.

A todos os meus professores que ao longo destes anos se dispuseram do seu trabalho para ensinar e proporcionar conhecimento para me tornar um profissional melhor.

RESUMO

A região Nordeste do Brasil enfrenta frequentemente crises hídricas provocadas pela escassez das chuvas, situação que gera dificuldades sociais para as pessoas que habitam a região. Com a falta de água, surgem problemas no abastecimento para o consumo humano e afeta diretamente o desenvolvimento da agricultura e a criação de animais, conseqüentemente dificulta a permanência do homem no campo. Como solução imediata, as comunidades rurais, como as de Aroeiras e Pau Ferro, vêm aumentando a quantidade de perfurações de poços artesanais para suprir as suas necessidades básicas e também para manter a prática da agricultura. Dada a importância das águas subterrâneas para a população nordestina, esse estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água de poços artesanais das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro localizadas no município de São José de Piranhas, Paraíba. Para isso, foram coletadas duas amostras da água de cada um dos oito poços artesanais em estudo e foram analisados os parâmetros físico-químicos e as condições higiênico-sanitárias promovendo um comparativo com os padrões adequados para o consumo humano de acordo com a legislação especificavigente. Com base nos resultados obtidos, os parâmetros da análise físico-química atenderam ao padrão de potabilidade, considerando que todas as amostras obedeceram os valores limites permitido pela legislação. Na análise microbiológica constatou-se a presença de coliformes em todas as amostras analisadas, classificando as águas segundo a legislação como impróprias para o consumo humano, uma vez que a presença de coliformes podem indicar a existência de microrganismos patogênicos, com isso, faz-se necessário a adoção de tratamentos para utilização das águas.

Palavras-Chave: Águas subterrâneas. Potabilidade. Análise físico-química; condições higiênico-sanitárias.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil often faces water crises caused by the scarcity of rainfall, a situation that generates social difficulties for the people who inhabit the region. With the lack of water, problems arise in the supply for human consumption and directly affect the development of agriculture and animal husbandry, consequently making it difficult for men to stay in the countryside. As an immediate solution, rural communities, such as Aroeiras and Pau Ferro, are increasing the number of wells drilled to meet their basic needs and also to maintain the practice of agriculture. Given the importance of groundwater for the northeastern population, this study aimed to evaluate the water quality of artesian wells in rural communities Aroeiras and Pau Ferro located in the municipality of São José de Piranhas, Paraíba. For this, two samples of water were collected from each of the eight artesian wells under study and the physical-chemical parameters and hygienic-sanitary conditions were analyzed promoting a comparison with the appropriate standards for human consumption according to the specific legislation in force. Based on the results obtained, the parameters of the physicochemical analysis met the potability standard, considering that all samples obeyed the limit values allowed by the legislation. In the microbiological analysis it was found the presence of coliforms in all samples analyzed, classifying the waters according to the legislation as unfit for human consumption, since the presence of coliforms may indicate the existence of pathogenic microorganisms. It is necessary to adopt water treatment treatments.

Keywords: Groundwater. Potability. Chemical physical analysis; hygienic-sanitary conditions.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVEATURAS

APHA – American Public Health Association

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CVE – Centro de Vigilância Epidemiológica

CVT – Centro Vocacional Tecnológico

ETA – Estação de Tratamento de Água

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

pH – Potencial Hidrogeniônico

UH – Unidade Hazen

UT – Unidade Turbidimétrico

VMP – Valor Máximo Permitido

NMP – Número Mais Provável

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Perfil de usuários de água subterrânea no país.	17
Figura 2 – Dependência dos estados brasileiros por água subterrânea para uso urbano segundo a distribuição de poços tubulares	18
Figura 3 – Dependência dos estados brasileiros por água subterrânea para uso rural segundo a distribuição de poços tubulares.....	18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – As nações com as maiores extrações anuais estimadas de águas subterrâneas para todos os usos.....	16
Quadro 2 – Vantagens da utilização de poços artesianos.....	20
Quadro 3 – As principais atividades poluidoras da água subterrânea.....	21
Quadro 4 – Classificação das águas doces localizadas no território nacional que estão destinadas ao consumo humano.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da análise físico-química dos poços artesianos.	28
Tabela 2 – Resultados da análise físico-química dos poços artesianos.	30
Tabela 3 – Resultados da análise microbiológica dos poços artesianos.	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA POTÁVEL	14
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SOCIEDADE.....	15
3.3 POÇOS ARTESIANOS COMO FONTE DE ÁGUA POTÁVEL	19
3.4 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	20
3.5 LEGISLAÇÃO NORMATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO	22
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	24
4.2 LOCAL, POPULAÇÃO E AMOSTRA	24
4.3 ETAPAS DA PESQUISA	25
4.3.1 Primeiro Momento: Inspeccionamento da Quantidade de Poços Artesianos Ativos na Comunidade	25
4.3.2 Segundo Momento: Método de Coleta de Dados	26
4.3.3 Terceiro Momento: Análise Física, Química e Microbiológica	26
4.3.4 Quarto Momento: Análise dos Dados Coletados	26
4.3.5 Quinto Momento: Educação e Socialização dos Participantes.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	28
5.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	32
5.3 EDUCAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para todas as espécies que habitam a terra e sem ela, não seria possível a existência de vida em nosso planeta. A ingestão de água tratada é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde, é considerado um solvente universal, auxilia na prevenção das doenças, melhora a digestão, controla a temperatura do nosso corpo e atua na proteção do organismo contra o envelhecimento (VIEIRA, 2006). A água potável é o tipo ideal para o consumo humano, pois se encontra livre de qualquer tipo de contaminação, ela pode ser de uma fonte natural, desde que não haja nenhum tipo de contaminação em sua nascente ou percurso, pode ser também obtida através de um processo de purificação físico e químico realizado nas Estações de Tratamento de Água (ETA) (VIEIRA, 2006).

No ano de 2017, a cidade de São José de Piranhas enfrentou uma forte crise hídrica provocada pela escassez das chuvas. A seca na região, além de ser um problema climático, é uma situação que gera dificuldades sociais para as pessoas que habitam a localidade. Nesse período, a zona urbana passou a ser completamente abastecida por carros pipas que realizavam o transporte de água das regiões mais próximas para suprir as necessidades da população piranhense. Caixas de água com capacidade máxima de 10.000 litros foram espalhadas por todos os bairros da cidade, em pontos estratégicos para facilitar e controlar o abastecimento. Os carros pipas transportavam a água para estas caixas, onde as pessoas se organizavam em filas obedecendo à ordem de chegada para que pudessem pegar uma quantidade limitada de água em seus recipientes: baldes, garrafões de 20 litros e outros.

As áreas rurais foram as mais afetadas pela escassez hídrica, devido ao grande número de municípios e a localização distante da cidade e das regiões que forneciam a água, tornava-se mais difícil a realização do abastecimento. Para as comunidades rurais da região, a água, além de ser um recurso necessário para o abastecimento e consumo doméstico, apresenta-se também como um fator indispensável para manutenção das atividades do trabalho alimentício.

As pessoas que vivem no campo necessitam da água em todas as suas práticas desenvolvidas, sejam elas, na agricultura através do cultivo do solo para plantações de legumes e vegetais ou também para prática da pecuária, sendo a criação de gado, uma das mais importantes atividades praticadas na zona rural de São José de Piranhas-PB. Na região o trabalho desenvolvido no campo é necessário para a produção de alimentos para o próprio

consumo da população e ainda servem como uma fonte de renda financeira através das negociações.

Nos últimos anos as comunidades rurais do município de São José de Piranhas vêm encontrando a solução deste problema hídrico nas águas subterrâneas, as quais suportam os longos períodos de estiagem, apresentam baixo índice de evaporação, apontam grandes reservatórios de água; o processo de perfuração e instalação dos poços para o abastecimento são mais rápidos e com investimentos de captação mais baixos em relação ao uso das águas superficiais (TUNDISI, 2003). Por esses motivos, cada vez mais vem aumentando a quantidade de perfurações de poços artesianos para suprir as necessidades humanas e também para manter a criação de animais e a prática da agricultura na zona rural.

Assim, as comunidades que não possuem acesso à rede pública de abastecimento de água potável, ou até mesmo os que possuem, mas com padrões irregulares no fornecimento, têm como um bem econômico e uma fonte necessária a água subterrânea, sendo uma das fontes mais utilizadas na região em estudo para o consumo humano. No entanto, um problema observado nas comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro é que as pessoas estão utilizando as águas provenientes dos poços como fonte imediata para o consumo, sem a realização de nenhuma análise prévia que possa determinar o nível de qualidade da água usada na ingestão, e se as mesmas encontram-se dentro dos padrões permitido pela legislação vigente para o consumo humano. É necessário realizar a verificação e acompanhamento de sua potabilidade devido a possível presença de substâncias químicas com concentrações fora dos padrões permitidos pela Portaria de Consolidação n.5/2017 (BRASIL, 2017), podendo ocorrer também a transmissão de doenças provocadas por possíveis microrganismos patogênicos presente na água (BAGATINI *et al.*, 2017).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade da água de oito poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro localizadas no município de São José de Piranhas, Paraíba.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro localizadas no município de São José de Piranhas, Paraíba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras da água de poços artesianos para análise;
- Realizar caracterização físico-química das amostras coletadas;
- Verificar as condições higiênico-sanitárias das águas coletadas;
- Apresentar a comunidade os dados conclusivos da pesquisa desenvolvida.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA POTÁVEL

A água é um recurso natural de extrema importância para a vida de todos os seres vivos que habitam a terra, sem água não haveria vida em nosso planeta. Mesmo apresentando-se como um recurso muito abundante, é necessário preservá-lo e tomar alguns cuidados em relação à quantidade de uso para que este recurso tão eficaz não chegue a se esgotar. Segundo Vieira (2006), 75% da terra é coberta pelas águas, desse total 95,3% é de água salgada e apenas 2,7 % é água doce, encontrada nas geleiras polares, embaixo da superfície do solo, nos lagos, nos rios e na atmosfera.

Sabe-se que a água doce tratada é um componente indispensável para o ser humano e que sem água não existe vida. É importante ingerir uma boa quantidade de água todos os dias, ela representa cerca de 70% da massa do nosso corpo e é responsável pela formação da maior parte do volume de uma célula, auxilia no controle e na prevenção de doenças. Diante desses fatos, pode-se notar a sua importância no funcionamento dos organismos vivos. Populações sem acesso a água potável estão expostas a doenças e má qualidade de vida (VIEIRA, 2006). Segundo o Centro de Vigilância Epidemiológica (2009) a ingestão de água contaminada no organismo pode provocar diversos tipos de doenças, sendo estas, responsáveis pela morte de 1,5 milhão de pessoas a cada ano. As doenças são causadas pela presença de microrganismos como bactérias, vírus, parasitas, toxinas naturais, metais pesados entre outros contaminantes presente na água de consumo. Esse fato é bastante comum em locais que apresenta deficiência de saneamento básico adequado, sem a existência de água tratada para consumo humano.

A água, além de ser uma necessidade vital para o consumo humano e no abastecimento domiciliar, é também um elemento que possui grande importância para todos os setores da sociedade, especialmente para a população rural no desenvolvimento de suas diversas atividades econômicas. As pessoas que vivem no campo necessitam da água em todas as suas práticas desenvolvidas, sejam elas, na agricultura através do cultivo do solo para plantações de legumes e vegetais ou também para prática da pecuária. O uso da água é fundamental para a realização do trabalho desenvolvido no campo, sendo necessário na produção de alimentos para o próprio consumo, o que torna a água um fator muito importante para manter a população no campo (TUNDISI, 2003).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SOCIEDADE

Segundo Natal e Nascimento (2004), existem dois recursos de água disponíveis para o homem fazer uso para o seu abastecimento e consumo, podendo ser da superfície terrestre ou do subsolo (subterrânea). Os historiadores afirmam que a água subterrânea já vem sendo utilizada por nossos ancestrais há muitos anos através da perfuração de poços profundos.

Da quantidade total de água das chuvas que caem sobre a superfície terrestre, aproximadamente 30% escorre diretamente para os rios, a maior parte infiltra-se predominantemente no solo, ocorrendo assim, um preenchimento dos espaços vazios que existem entre as argilas, areias ou ainda as rochas formando os chamados depósitos de água subterrânea (IRITANI; EZAKI, 2008).

Nesse sentido, a fonte de água subterrânea torna-se uma das mais importantes reservas para o abastecimento e consumo humano. Na maioria das vezes, as águas provenientes de mananciais subterrâneos não necessitam de tratamento para o consumo, devido ao processo natural de filtração realizado no percurso em camadas do subsolo. Consideramos fonte subterrânea: poços rasos e profundos, nascentes e galeria de infiltração. As camadas subterrâneas que podem conter a presença de água recebem o nome de Aquíferos, sendo formações geológicas com fissuras ou fraturas abertas em seu interior (PHILLIPI, 2005).

De acordo com Natal e Nascimento (2004) as principais vantagens para a utilização de águas subterrâneas são: 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 e geralmente são de boa qualidade ao consumo humano.

Outras vantagens na utilização de águas subterrâneas são que, além de serem recursos auto-renováveis, geralmente são mais puras do que as águas da superfície, pelo fato de estarem protegidas por centenas de metros de rochas, sendo assim, não precisam do mesmo grau de tratamento dos mananciais superficiais para o consumo humano (PALUDO, 2010).

Em todo o mundo, diversos países realizam a extração das águas subterrâneas do subsolo para suprir as necessidades humanas e desenvolver a prática de inúmeras atividades econômicas. Segundo estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (2018) os dados obtidos a partir do ano 2010 mostram que a captação de águas subterrâneas no mundo supera os 1.000.000 m³ anualmente; esses valores colocam as águas subterrâneas em primeiro lugar no

ranking mundial de extração de recursos do subsolo. No quadro 1, é possível observar as nações com as maiores extrações anuais e o uso deste recurso em suas principais aplicações em nível mundial, no abastecimento das populações, irrigação e indústria.

Quadro 1 – As nações com as maiores extrações anuais estimadas de águas subterrâneas para todos os usos.

País	Extração de água subterrânea			
	Vazão anual estimada em 2010(mm ³ /ano)	Uso na irrigação (%)	Uso doméstico e urbano (%)	Uso industrial (%)
Índia	251.000	89	9	2
China	111.950	54	20	26
Estados Unidos	111.700	71	23	6
Paquistão	64.820	94	6	0
Irã	63.400	87	11	2
Bangladesh	30.210	86	13	1
México	29.450	72	22	6
Arábia Saudita	24.240	92	5	3
Brasil	17.580	24(*)	66 (**)	10
Indonésia	14.930	2	93	5
Turquia	12.220	60	32	8
Rússia	11.620	3	79	18
Síria	11.290	90	5	5
Japão	10.940	23	29	48
Tailândia	10.740	14	60	26
Itália	10.400	67	23	10

Fonte: HIRATA, (2018)

(*) somente agricultura e pecuária

(**) inclui uma parcela do abastecimento rural e doméstico, saneamento em indústrias, e serviços urbanos.

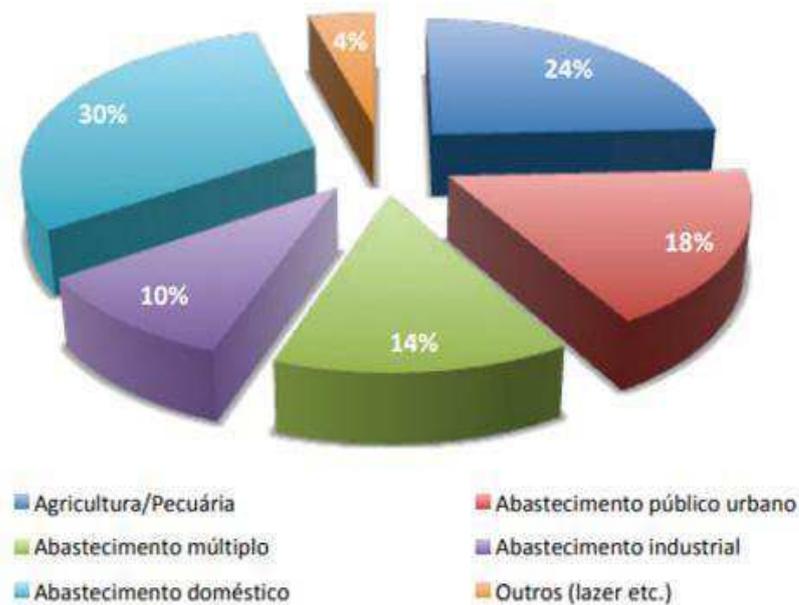
No Brasil, a distribuição das águas subterrâneas, assim como a ocorrência das chuvas, não ocorre de maneira uniforme em todo o território nacional; algumas regiões apresentam abundância deste recurso e outras apresentam extrema escassez. O quantitativo de água disponível no país é suficiente para atender toda a demanda de água necessária para o uso da população brasileira, porém, grande parte dela não tem acesso a este benefício (SOUSA, 2016).

Estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (2018) revela que mesmo com sua distribuição desigual no subsolo, a água subterrânea é o principal destaque na extração de recursos naturais, sendo o recurso mais extraído do subsolo brasileiro. O Brasil apresenta um pouco mais de 2,5 milhões de poços tubulares instalados, bombeando um quantitativo de água superior a 17.580 milhões de m³/ano (557 m³/s), representando um “volume suficiente para

abastecer a cada ano a atual população brasileira ou 10 regiões metropolitanas do porte de São Paulo, o equivalente a 217 milhões de pessoas” (HIRATA, 2018, p.6).

O uso da água subterrânea é fundamental para desenvolver diversas atividades econômicas como mostra na Figura 1. Dentre suas aplicações usuais destacam-se o uso distribuído entre atendimento doméstico (30%), agropecuário (24%), abastecimento público urbano (18%) e abastecimento múltiplo (14%), no qual o destino da água é em grande parte diversificado para a prestação de serviços urbanos (HIRATA, 2018).

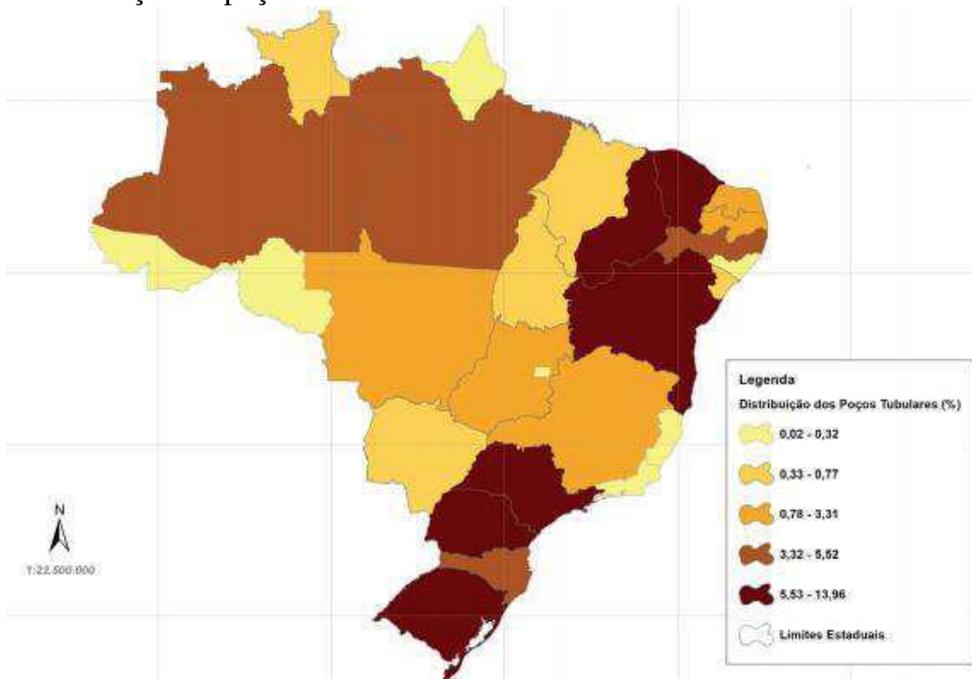
Figura 1-Perfil de usuários de água subterrânea no país.



Fonte: CPRM (2018)

Algumas regiões brasileiras são mais dependentes do uso de águas subterrâneas, destacando-se São Paulo, Piauí, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia e Paraná como mostra na Figura 2.

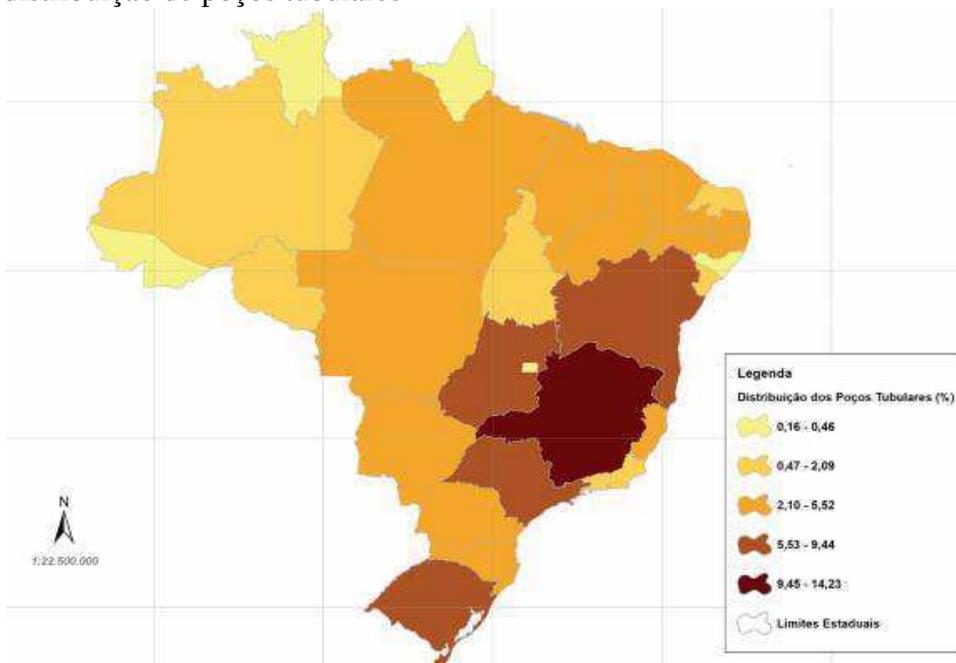
Figura2– Dependência dos estados brasileiros por água subterrânea para uso urbano segundo a distribuição de poços tubulares



Fonte: CPRM (2018).

Já para o uso rural, o principal estado usuário de águas subterrâneas é Minas Gerais, seguido de São Paulo, Bahia, Tocantins e Rio Grande do Sul (Figura 3).

Figura 3 – Dependência dos estados brasileiros por água subterrânea para uso rural segundo a distribuição de poços tubulares



Fonte: CPRM (2018)

Em muitas regiões brasileiras, o uso das águas subterrâneas funciona como um recurso complementar aos mananciais superficiais. Em contrapartida, em outras localidades as fontes de águas subterrâneas representam o principal ou até mesmo o único manancial hídrico. Este fato é recorrente principalmente em regiões do semiárido brasileiro, onde mesmo os poços existentes apresentando vazões muito baixas (comumente inferiores a 3m³/h), em pequenas comunidades esses poços constituem a única fonte de abastecimento disponível (SOUSA, 2016). Assim, é possível observar que esta fonte alternativa de água é o que tem garantido as pessoas, principalmente as de regiões de clima mais seco, onde há maior ausência de água, ter acesso a mesma com mais facilidade e qualidade.

Esses dados são essenciais para a fundamentação e valorização do conceito importância das águas subterrâneas e sua divulgação contribui imensamente para a sociedade, tornando aquilo que é muitas vezes invisível, visível, e incentivando a proteção desse patrimônio hídrico e ambiental, que garante água para a subsistência, bem-estar humano, desenvolvimento socioeconômico, manutenção de ecossistemas e seus serviços ambientais (HIRATA, 2018).

3.3 POÇOS ARTESIANOS COMO FONTE DE ÁGUA POTÁVEL

Os mananciais subterrâneos constituem-se como uma fonte de reserva hídrica estratégica e alternativa para o suprimento das demandas atuais e futuras, uma vez que representam uma quantidade cerca de 100 vezes maior que as águas superficiais no mundo (BORGHETTI *et. al*, 2004).

Atualmente, esta fonte vem ganhando maior importância quando há ocorrência de escassez hídrica, como em algumas regiões do Nordeste brasileiro, onde há uma predominância do clima semiárido, com temperaturas elevadas e baixo índice pluviométrico, provocando longas estiagens e ressecamento de grande parte das fontes das águas superficiais.

O poço subterrâneo é resultado de uma perfuração com diâmetro pequeno e grande profundidade, “quando as águas fluem naturalmente do solo em um aquífero denominado confinado (totalmente preenchido de águas, cujo teto e piso são fragmentos impermeáveis) até chegar ao nível superior, caracteriza-se a existência de um poço artesiano” (ROCHA; LOPES, 2015).

Quando a pressão do poço não é suficiente para jorrar a água até a sua superfície e para isso se faz necessário o uso de bombas, denomina-se o poço como sendo semi-artesiano.

Outra nomeação classifica tanto o poço artesiano quanto o semi-artesiano como sendo tecnicamente chamados de poços tubulares profundos. Os dois são escavados por um tipo de furadeira gigante, com uso de uma broca específica desenvolvida pela indústria petrolífera (HIRATA, 2002).

De acordo com os estudos de Paludo (2010) um poço artesiano quando perfurado seguindo as normas técnicas de segurança oferecerá um aproveitamento total de sua água subterrânea, possibilitando ainda, as seguintes vantagens observadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Vantagens da utilização de poços artesanais.

<ul style="list-style-type: none"> ❖ Utilização de seu abastecimento para inúmeros fins: residências, Indústrias, fazendas, hotéis, hospitais e escolas; ❖ Menor valor de custo por m³ comparado as demais fontes de abastecimento; ❖ Abastecimento constante independente das redes gerais, sem cortes temporários e livres de defeitos provocados por rompimentos de canalizações; ❖ Solução alternativa eficaz para os problemas consequentes da escassez hídrica. ❖ Outra característica vantajosa do poço artesiano como fonte de água para o consumo é que o poço tubular está localizado no interior do subsolo, nos chamados aquíferos, sendo as regiões de alta concentração de água infiltrada em rochas e sedimentos, preenchendo todos os poros e fraturas. Esse processo equivale a uma filtragem natural.

Fonte: Paludo (2010); Hyrata (2002).

3.4 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Uma série de fatores relacionados com a geologia local, escoamento das águas, processos físicos, químicos e biológicos influenciam diretamente na contaminação das águas subterrâneas. Segundo Ashby (2013) de acordo a geologia local, os solos podem acelerar ou retardar o processo de contaminação dos mananciais subterrâneos. Os solos arenosos e de alta condutividade favorecem a infiltração dos contaminantes em alta velocidade, já nos solos argilosos de baixa condutividade ocorre uma migração lentamente dos contaminantes, necessitando de um tempo bem maior para percorrer os metros de distância até atingir as localizações dos aquíferos. No quadro 3 abaixo pode-se observar as principais atividades poluidoras da águas subterrânea.

Quadro 3 – As principais atividades poluidoras da água subterrânea.

- ❖ Sistemas Sêpticos – trata-se da distribuição subsuperficial de águas e esgotos residuais como unidade de tratamento primário, geralmente utilizadas em zonas rurais e comunidades urbanas que não possui saneamento básico;
- ❖ Disposição de Resíduos - trata-se da disposição (distribuição) final de resíduos de forma inadequada, representando uma série de ameaças às águas subterrâneas. Neste processo, contaminantes como o choroume pode escoar, atingindo os aquíferos, onde ocorre a formação de uma pluma de contaminação capaz de atingir quilômetros de profundidade.
- ❖ Tanques de Armazenamento - atividade responsável pelo armazenamento de combustíveis e produtos químicos em reservatórios. A ocorrência de vazamentos e derramamentos de produtos tóxicos nos denominados tanques de armazenamento tem como consequência a contaminação das águas;
- ❖ Mineração - a água fluindo através de rochas mineralizadas, muitas vezes essas rochas contêm materiais pesados em alta concentração;
- ❖ Atividade Agrícola - o uso desenfreado de Pesticidas, fertilizantes, herbicidas e resíduos animais.

Fonte: Ashby (2013).

Outra preocupação relacionada à contaminação das águas subterrâneas são os poços tubulares desativados, que são totalmente esquecidos e abandonados sem realizar os devidos processos de desativação (tamponamento – fechamento adequado de poços tubulares), apresentando vias diretas para entrada de substâncias contaminantes no aquífero. Acontecimentos decorrentes de processos naturais como enxurradas e alagamentos podem transportar diversos tipos de substâncias e materiais presentes nas proximidades para o interior dos poços destampados promovendo a contaminação direta dos aquíferos. A lei estabelece que a desativação de poços tubulares seja informada ao órgão responsável pela outorga de uso da água (IRITANI; EZAKI, 2008).

3.5 LEGISLAÇÃO NORMATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO

A disponibilidade de água doce e potável está se tornando cada vez mais caro e extremamente raro, devido à grande contaminação das principais fontes de abastecimento, os rios. A água potável é o tipo de água ideal para o consumo humano, pois se encontra livre de qualquer tipo de contaminação, ela pode ser de uma fonte natural, desde que não haja nenhum tipo de contaminação em sua nascente ou percurso, podendo ser também obtida através de um processo de tratamento físico e químico obedecendo aos parâmetros determinado pela legislação específica brasileira referente à qualidade da água (VIEIRA, 2006).

Para realizar a classificação da água como potável após o seu tratamento, deve-se avaliar inicialmente as características do manancial da qual foi retirada. De acordo com a resolução 020/86, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), os mananciais brasileiros recebem uma classificação para as águas doces, salobras e salinas, sendo está, indispensável à defesa de seus padrões de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos para proteção de seu consumo. Conforme esta legislação Brasil (1986), as águas doces localizadas no território nacional que estão destinadas ao consumo humano são classificadas de acordo com o quadro 4.

Quadro 4 – Classificação das águas doces localizadas no território nacional que estão destinadas ao consumo humano.

- ❖ Classe especial – águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem análise prévia ou com simples desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- ❖ Classe 1 – águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação do contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), à irrigação de hortaliças e frutas que são consumidas na forma crua, desenvolvidas na superfície plana do solo, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;
- ❖ Classe 2- águas destinadas para o abastecimento e consumo doméstico, logo após tratamento convencional, à 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, logo após tratamento convencional, à irrigação de espécies arbóreas, cerealíferas e forrageiras e a dessedentação de animais;
- ❖ Classe 4 - águas destinadas para a navegação, harmonia paisagística, aos usos menos exigentes.

Fonte: legislação Brasil (1986).

Conforme a Portaria de Consolidação n.5/2017 (Brasil, 2017), estabelece que a água para consumo humano tenha que ser potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua fonte de captação. No mesmo, a água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não oferece riscos à saúde humana, devendo seguir os limites máximos dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, apresentando-se livre de quaisquer microrganismos patogênicos e bactérias que indiquem algum grau de contaminação. Esta Portaria deixa claro que para análise dos parâmetros físico-químicos faz-se necessário levar em consideração o histórico de resultados para avaliar se a amostra de água está dentro ou não dos padrões estabelecidos pela mesma.

A portaria em estudo destaca os parâmetros microbiológicos estabelecidos, os quais devem ser seguidos para que seja considerada água potável para o consumo humano: a água em análise deve apresentar ausência de *Escherichia coli* ou coliforme termotolerantes em um volume de 100mL; após o tratamento a água deve estar ausente de coliformes totais em volume de 100mL; os reservatório e redes de armazenamento e distribuição de água tratada devem conter ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes em 100 ml (BRASIL, 2017).

A legislação específica referente à qualidade de água para o consumo Brasil (2017) estabelece ainda alguns parâmetros físico-químicos que devem ser obedecidos na análise e classificação de potabilidade da água em estudo: O pH(Potencial hidrogeniônico) da água deve apresentar-se entre 6.0 e 9.5; a turbidez deve apresentar como valor máximo de 5 UT (unidade turbidimétrica); a cor aparente deve apresentar máxima de 15UH (unidade Hazen); a cloração residual livre deve manter os padrões em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo teor mínimo de 0,2mg/L, e teor máximo de 2,0mg/L (BRASIL, 2017).

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo “gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais.” (PRODANOV; FREITAS 2013, p.51). Um fator característico desse trabalho é promover a solução para um problema local, produzindo conhecimentos relevantes para uma população regional.

Quanto à abordagem de seus objetivos trata-se de uma pesquisa exploratória, onde o pesquisador “tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses” (PRODANOV; FREITAS 2013, p.52).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos a pesquisa ocorrerá em duas etapas, sendo uma bibliográfica elaborada a partir de material já publicado, constituído a partir de livros, materiais disponíveis na internet, publicações em periódicos, artigos e monografias. Estas ferramentas permitem melhor entendimento da pesquisa, possibilitando argumentar melhor sobre a problemática. A segunda etapa trata-se de uma parte experimental, onde “o pesquisador procura refazer as condições de um fato a ser estudado, para observá-lo sob controle. Para tal, ele se utiliza de local apropriado, aparelhos e instrumentos de precisão, a fim de demonstrar o modo ou as causas pelas quais um fato é produzido” (PRODANOV; FREITAS 2013, p.57).

Quanto à escolha do seu problema, é quantitativa, pois esse “tipo de abordagem considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las” (PRODANOV; FREITAS 2013, p.69). Utilizando um procedimento indutivo, onde o pesquisador desenvolve conceitos, ideias e entendimentos a partir de outros dados.

4.2 LOCAL, POPULAÇÃO E AMOSTRA

A pesquisa foi desenvolvida nas comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro localizadas no município de São José de Piranhas, Paraíba, que apresenta 667, 305 km² de extensão

territorial e 515.3 km de distância da capital João Pessoa. De acordo com os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), a população estimada da cidade São José de Piranhas no ano de 2019 é de aproximadamente 20.251 pessoas, com densidade demográfica de 28,19 hab./km². A região faz divisa com as cidades de Cajazeiras e Cachoeira dos Índios, ao norte, Carrapateira e Aguiar a leste, Monte Horebe e Serra Grande, ao sul e Barro (CE), a oeste.

O município em estudo tem sua economia baseada na agricultura e pecuária, mesmo estando incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca, fator este, responsável por provocar grande dificuldade no desenvolvimento das atividades agrícolas realizadas pela população local (IBGE, 2016).

4.3 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em cinco momentos que ocorreram desde o estudo da região, promovendo um mapeamento dos poços artesanais locais, a observação das principais práticas de utilização das águas joradas pelos mananciais subterrâneos, até o procedimento de coleta da amostra e desenvolvimento do processo de análise da qualidade, finalizando com a realização de uma reunião com os agricultores proprietários dos poços para fornecer os dados conclusivos da pesquisa desenvolvida. Todas as etapas estão descritas a seguir:

4.3.1 Primeiro Momento: Inspecionamento da Quantidade de Poços Artesianos Ativos na Comunidade

O inspecionamento foi realizado por meio de uma visita técnica a região objeto de estudo, com o propósito de quantificar o total de poços artesanais ativos existentes nos municípios de Aroeiras e Pau Ferro e assim, observar a importância desse recurso alternativo para a superação da longa estiagem nessa região da zona rural. Durante a visita, foi realizado levantamentos sobre as principais práticas de uso pelas comunidades locais das águas subterrâneas joradas pelos poços tubulares.

4.3.2 Segundo Momento: Método de Coleta de Dados

O procedimento de coleta das amostras de água dos poços artesianos foi realizado em recipientes ordinalmente enumerados com o nome do pesquisador, data/hora da coleta, localização e nome do proprietário da área de coleta. Foram utilizados dois recipientes para cada um dos poços, realizando duas coletas da amostra em cada, sendo uma para análise físico-química e outra para análise microbiológica, sendo a mesma realizada no ponto de saída da água mais próximo ao poço artesiano.

No momento de cada uma das coletas foi realizada uma esterilização prévia da mangueira tubular do poço artesiano, deixando a água escorrer por 5 minutos para eliminar possíveis contaminantes presentes no percurso da água. Após essa etapa de coleta das amostras, foi verificada a temperatura da água e, em seguida colocada em uma caixa isotérmica que auxiliou mantendo a temperatura estável durante o transporte até o Laboratório de Química da UFCG Campus Cajazeiras, onde foi realizada a análise quanto aos parâmetros de potabilidade.

4.3.3 Terceiro Momento: Análise Física, Química e Microbiológica

Neste momento foram realizados os procedimentos de análise da qualidade de água de 08 poços artesianos da região de Aroeiras e Pau Ferro. As amostras foram analisadas em triplicata quanto aos parâmetros físico-químicos de pH, condutividade elétrica, dureza, alcalinidade, sólidos dissolvidos, cloretos, turbidez e cor conforme métodos descritos pelo Manual de Bolso da Funasa (2009).

Foram avaliadas também as condições higiênico-sanitárias das amostras coletadas, sendo analisados os parâmetros microbiológicos de coliformes à 35°C e a 45°C e presença/ausência de *Escherichia Coli* conforme métodos descrito por SILVA *et al* (2012) e APHA (2001).

4.3.4 Quarto Momento: Análise dos Dados Coletados

Os dados da pesquisa foram analisados seguindo métodos quantitativos e estatísticos, adotando-se a comparação das médias, conforme o teste de Tukey, com relevância ao nível de

5% de probabilidade (VIEIRA, 2006 *apud* SEGTOEWICK *et al.*, 2013) e processados através do programa de computador Assistat® (SILVA; AZEVEDO, 2009 *apud* CRUZ *et al.*, 2016).

4.3.5 Quinto Momento: Educação e Socialização dos Participantes

O principal objetivo da pesquisa foi construir um conhecimento de relevância para a população local em estudo, assim, como forma de contribuição para a comunidade, ocorreu a realização de uma reunião com os agricultores proprietários dos poços artesianos para fornecer os dados conclusivos da pesquisa desenvolvida, orientando os mesmos sobre os padrões adequados para o consumo humano de acordo com a legislação específica sobre a qualidade de água.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos da análise físico-química para os parâmetros de pH, dureza total, turbidez e alcalinidade das oito amostras de água dos poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro do município de São José de piranhas – PB.

Tabela 1–Resultados das análises físico-química dos poços artesianos.

Poço	pH	Dureza Total (mg/L)	Turbidez (UT)	Alcalinidade (mg/L)
A	7,25±0,110	385± 0,424	0,09± 0,000	379± 0,070
B	7,38±0,035	265± 0,777	0,08± 0,000	335± 0,070
C	7,12±0,040	354±0,070	2,34± 0,005	367± 0,070
D	7,14±0,170	307± 0,141	0,09± 0,000	389± 0,070
E	7,07± 0,011	488± 0,212	0,09± 0,000	571± 0,070
F	7,05± 0,176	396± 0,141	0,09± 0,000	425± 0,070
G	6,98± 0,011	429± 0,141	0,08± 0,005	348± 0,070
H	7,51± 0,271	150± 0,000	0,09± 0,000	325± 0,000

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O pH significa potencial hidrogeniônico (quantidade de prótons H^+), que indica a *acidez*, *neutralidade* ou *alcalinidade* de uma solução aquosa e conforme os padrões de potabilidade, recomenda-se que as águas para abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria de Consolidação N° 5/2017. Logo, percebe-se que as amostras analisadas atendem a legislação vigente com faixa de pH entre 6,9 a 7,5.

Resultados semelhantes foram alcançados por Paludo (2010) ao avaliar a qualidade da água de oito poços do município de Santa Clara do Sul, onde três amostras apresentaram valores pH médios de 7,0 a 7,5, apresentando características de neutras a levemente básicas, mas dentro dos padrões da portaria. Percebe-se também certa similaridade no pH de águas de poços em diferentes regiões, onde de acordo Moura *et al* (2009) o pH da água de poço artesiano normalmente tem uma variação entre 5,5 e 8,5.

A dureza da água está relacionada diretamente com a presença de sais de cálcio e de magnésio, podendo ser encontrada com mais frequência em águas subterrâneas devido às rochas que se encontram no canal do poço (GUARIROBA, 2019). O manual de controle da

qualidade de água (BRASÍLIA, 2014) classifica a água de acordo com os teores de sais de cálcio e magnésio, expressos em mg/L de CaCO_3 .

Do total de amostras analisadas, 75% apresentaram valores superiores a 300mg/L, sendo classificadas de acordo como manual de controle da qualidade de água (BRASÍLIA, 2014) como águas muito duras; uma apresentou 265mg/L, denominada água dura, e a última com 150mg/L, classificada como água moderadamente dura. A legislação vigente de potabilidade para águas de abastecimento estabelece o limite máximo de 500mg/L CaCO_3 . Assim, observa-se que as amostras analisadas obedecem o valor máximo permitido pela legislação com resultados que variam de 150 a 488 mg/L de CaCO_3 .

Cesário (2017) avaliou a qualidade da água de dois poços artesianos que abastecem a zona rural no município de Calçado – PE, obtendo como resultados para o parâmetro de dureza valores com uma média de 65mg/L de CaCO_3 , sendo considerada como água moderadamente dura e bem abaixo do VMP (Valor Máximo Permitido) pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017. Zerwes *et al.* (2015), analisaram a qualidade da água de dez poços artesianos no município de Imigrante, Vale do Taquari/RS obtendo valores com uma variação de 30,3 a 152,8 mg/L de CaCO_3 , resultando em três classificações distintas, sendo elas, água mole, água moderadamente dura e água dura. Nota-se uma semelhança entre os resultados da pesquisa com os resultados da bibliografia, considerando que todos os resultados atendem ao limite permitido pela legislação e apresentam classificação da água em moderadamente dura e água dura de acordo com a presença de CaCO_3 .

A turbidez indica o grau de atenuação em que o feixe de luz sofre ao atravessara água, que ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão, reduzindo sua transparência (BAGATINI *et al.*, 2017). Para as águas subterrâneas a legislação admite o limite máximo para qualquer amostra pontual de 5,0 UT. Observa-se que todos os poços atendem a este parâmetro, apresentando valores com uma variação entre 0,08 e 2,34 UT.

Resultados semelhantes foram encontrados nas amostras de poços artesianos analisadas por Paludo (2010), onde os valores do parâmetro turbidez variam entre 0,1 e 0,4 UT. Para um total de dez amostras analisadas por (BAGATINI *et al.*, 2017) obteve-se resultados similares com uma variação de 0,02 a 0,4 UT. Observa-se uma compatibilidade entre os resultados obtidos neste estudo com os resultados obtidos pela bibliografia, onde ambos obedecem aos parâmetros de turbidez determinados pela legislação.

De acordo com o manual de controle da qualidade de água (BRASÍLIA, 2014), a alcalinidade refere-se à quantidade de íons presentes na água que irão reagir para neutralizar os íons de hidrogênio. Portanto, indica a capacidade de neutralizar os ácidos, isto é, sua capacidade de resistir as mudanças de pH (tamponamento da água). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2+}) e hidróxidos (OH^-).

A Portaria de Consolidação N° 5/2017 não atribui VMP para parâmetros de alcalinidade total. As amostras dos poços artesianos da região em estudo apresentaram valores de alcalinidade entre 325 e 571 mg/L.

Cesário (2017) avaliou a qualidade de água de dois poços artesianos que abastecem a zona rural no município de Calçado – PE e obteve resultados de 80 mg/L para a amostra 1 e 60 mg/L para a amostra 2 referente ao parâmetro de alcalinidade. Observa-se que os resultados das amostras deste estudo são bastante elevados quando comparados com os resultados obtidos na análise realizada por Cesário (2017). Segundo Conceição et al. (2009), este aumento do valor da alcalinidade em águas subterrâneas é devido os processos de intemperismo químico. Apesar das diferenças relacionadas aos valores dos resultados das análises, ambos estão dentro dos padrões de potabilidade, considerando que a legislação vigente não atribui valores limites para o parâmetro de alcalinidade.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise físico-química para os parâmetros de sólidos totais, condutividade e cloretos das amostras de água dos poços artesianos analisadas.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-química dos poços artesianos.

Poço	Sólidos Totais (mg/L)	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cloretos (mg/L)
A	400 ± 1,732	298 ± 9,504	48,44 ± 0,141
B	304 ± 3,511	265 ± 3,000	17,99 ± 0,070
C	375 ± 2,516	340 ± 0,000	40,98 ± 0,000
D	532 ± 2,081	500 ± 3,055	90,97 ± 0,070
E	510 ± 2,081	489 ± 5,291	36,98 ± 0,000
F	446 ± 2,000	444 ± 2,000	50,98 ± 0,000
G	498 ± 3,055	518 ± 1,414	124,96 ± 0,070
H	336 ± 3,055	347 ± 5,033	49,98 ± 0,000

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Com relação aos sólidos totais dissolvidos, as amostras provenientes dos poços artesianos apresentaram valores entre 304 e 532 mg/L, estando assim, todos os poços dentro dos padrões definidos pela legislação, que estabelece um VMP de 1000 mg/L. De acordo com Barbosa *et al* (2017) os sólidos totais dissolvidos referem-se às partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm que permanecem presentes na solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural através de processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou por processo antropogênico, através de lançamentos de lixo e esgotos.

Vieira *et al.* (2016), analisaram a presença de sólidos totais na água de cinco poços artesianos da região Noroeste Fluminense obtendo como resultado valores com uma variação de 46 a 308 mg/L. Barbosa *et al* (2017) obtiveram uma variação na faixa de 108 a 268 mg/L em análise de sólidos totais referente a quatro poços artesianos em seu estudo. Ambos os resultados apresentam compatibilidade com os resultados deste estudo, revelando valores bem inferiores ao teor máximo permitido pela norma padrão de potabilidade para o parâmetro em questão.

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 por despejo inadequado de esgoto próximo ao local de coleta (PALUDO, 2010). Quanto maior a concentração iônica da solução, maior será a capacidade em conduzir corrente elétrica.

As amostras de água analisadas dos poços dos sítios Aroeiras e Pau ferro apresentaram resultados tabelados em uma variação de 265 a 518 $\mu\text{S/cm}$. Valores aproximados foram evidenciados por Bagatini *et al.* (2017), onde as variações da condutividade se apresentaram nas faixas de 250, 400, 500 e um índice mais elevado de 707 $\mu\text{S/cm}$. Ambos resultados estão dentro dos padrões de potabilidade, considerando que a legislação vigente não atribui valores limites para o parâmetro de condutividade.

Segundo a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, o teor máximo de cloreto admissível em águas de abastecimento é de 250 mg/L, uma vez que, concentrações superiores ao teor máximo admissível podem agravar problemas na saúde humana, como a rinite, asma, sinusite e reações alérgicas no organismo, principalmente no sistema respiratório (NETO; PINTO, 2017).

As oito amostras deste estudo estão dentro dos padrões estabelecidos pela portaria, cujas amostras dos poços apresentam resultados que estão variando de 17,99 a 124,96 mg/L para o parâmetro de cloretos presentes na água. Valores aproximados de cloretos foram encontrados por Cesário (2017) em suas amostras de água de poços artesianos, onde os

valores obtidos foram de 68 e 76mg/L, abaixo do VMP pela legislação vigente e Arruda (2012) em uma análise da qualidade das águas de poço de Araripina-PE, encontrando também valores semelhantes de cloretos, com teor no ponto G4 de 95mg/L, abaixo do VMP.

5.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A Tabela 3 dispõe os resultados obtidos na quantificação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 35°C e Coliformes a 45°Ce, presença ou ausência de *Escherichia Coli* nas oito amostras coletadas dos poços artesianos.

Tabela 3 – Resultados das análises microbiológica dos poços artesianos

Poço	Coliformes à 35°C (NMP/mL)	Coliformes à 45°C(NMP/mL)	<i>E. Coli</i> (Presente/Ausente)
A	23	3,6	Ausente
B	>1100	1100	Ausente
C	>1100	150	Ausente
D	290	290	Ausente
E	7,4	<3,0	Ausente
F	460	460	Ausente
G	1100	460	Ausente
H	1100	460	Ausente

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando os dados dispostos na Tabela 3, referente às amostras da água bruta dos poços artesianos após a análise microbiológica, observa-se que em 100% dos resultados verificou-se a presença de coliformes. Para coliformes totais (35°C) nota-se uma variação de níveis baixos até níveis mais elevados, de 23 a >1100 NMP/mL e para coliformes fecais (45°C) nota-se também uma grande variação, com valores entre <3,0 a 1100 NMP/mL. Com base nos dados é possível verificar, ainda, que 100% das amostras analisadas resultaram na ausência de *Escherichia Coli*.

A Portaria de Consolidação N° 5/2017 estabelece que o VMP (Valor Máximo Permitido) para Coliformes a 35°C e 45°C é “ausência em 100 mL”, o mesmo critério é aplicado para *Escherichia coli*, devendo também apresentar “ausência em 100 mL”. Comparando-se os resultados obtidos na análise realizada com os padrões apresentados, as águas dos poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro encontram-se impróprias para consumo, devendo passar por um procedimento de tratamento para que possa ser destinada a ingestão humana.

A Portaria do ministério da saúde N.º518/2004 determina como padrão de potabilidade para o consumo humano a ausência de coliformes totais em um volume de 100 ml da amostra. No §1º revela-se que quando forem detectadas amostras com resultados positivos para coliformes totais, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que se revelem resultados satisfatórios. Nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, e tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo.

Machado *et al.* (2018), realizaram uma análise físico-química e microbiológica de poços artesianos de uso independente e de um total de dez amostras analisadas, 70% apresentaram contaminação pela presença de coliformes, estando assim, em desacordo com as normas da legislação.

Maria (2011) ao avaliar a qualidade microbiológica de um poço artesianos de uma propriedade rural no município de Planalto, RS encontrou resultados semelhantes constatando a presença de coliformes a 35°C e 45°C em 100 mL. Já em uma análise microbiológica de 20 amostras de poços artesianos da zona rural dos municípios da zona Sul do Rio Grande do Sul realizada por Colvara *et al.* (2009), 100 % estavam contaminadas por coliformes totais e 70% por coliformes fecais. Segundo os autores, existem grandes quantidades de coliformes nas fezes e a sua presença na água pode indicar a contaminação por dejetos de origem humana ou animal.

Verificando os resultados citados na bibliografia, é possível afirmar que apresentam valores semelhantes aos valores alcançados neste trabalho, observando que é confirmado a contaminação pela presença de coliformes em 90% das amostras, estando assim, todas em desacordo com as normas da legislação, e fora do padrão de potabilidade para o consumo humano.

Segundo Carmo *et al.* (2008), a presença desses microrganismos nas amostras de água pode ser explicada por ocorrência de infiltrações ou rupturas na tubulação do poço e formação de biofilmes, ocasionando a contaminação da água. Esses fatores podem indicar uma possível falha da proteção desse poço e/ou contaminação do lençol freático

Para Paludo (2010), o fato deve-se provavelmente às temperaturas mais elevadas que ocorrem em determinados meses do ano, uma vez que essas condições climáticas favorecem a proliferação de microrganismos. A presença de contaminação nas amostras pode estar relacionada também com a falta de cuidados prévios com os poços, como a falta de uma limpeza eficiente e a exposição dos mesmos ao ambiente externo, o que pode alterar a qualidade da água.

5.3 EDUCAÇÃO E SOCIALIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Após a conclusão do estudo foi realizada uma reunião com os participantes proprietários dos poços artesianos para mostrar os resultados obtidos na pesquisa, na qual foi relatado sobre a presença de contaminação microbiana em todas as amostras analisadas, o que classificava as águas como impróprias para o consumo humano de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo necessário tomar alguns cuidados prévios e a realização de um pré-tratamento da água para que se possa eliminar todos os microrganismos presentes, e assim, ser destinada a ingestão humana.

Em um momento de conscientização dos participantes, foi solicitado que os mesmos evitassem a criação de animais nas proximidades dos poços artesianos, inspecionassem com frequência a ocorrência de possível falha na rede de tubulação, e realizassem periodicamente uma limpeza efetiva de todo o sistema do poço, sendo estes fatores os possíveis causadores da contaminação das águas subterrâneas das amostras analisadas. Orientou-se também, que as águas destinadas ao consumo humano deveriam passar por um processo de tratamento simples, como uma filtração, fervura ou ainda um procedimento de cloração para eliminar efetivamente os microrganismos presentes.

No momento final da reunião foi apresentado um pronunciamento de comprometimento do pesquisador com os participantes, em realizar um novo ciclo de análises da água dos poços artesianos objetivando verificar se há a permanência da contaminação microbiana das águas estudadas ou se os resultados representaram um indicativo momentâneo, relacionado a fatores temporários, como as altas temperaturas na região em determinados períodos do ano, favorecendo a proliferação de microrganismos. Assim, com base nos novos resultados poder ser investigada a origem da ocorrência, e tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é considerada um dos recursos naturais indispensáveis para o homem, porém a água para o consumo humano, sem tratamento adequado, apresenta-se como um dos principais veículos de parasitas e microrganismos causadores de doenças, tornando-se um elemento de risco à saúde da população que faz o seu consumo em más condições de potabilidade. A água para consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade determinados pela legislação. A norma de qualidade da água para consumo segundo a Portaria de Consolidação Nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde estabelece os valores máximos permitidos (VMP) para as características físico-químicas e microbiológicas da água potável.

Levando em consideração o objetivo principal para a realização deste trabalho, a avaliação da qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro localizadas no município de São José de Piranhas, Paraíba, especialmente no que se refere à potabilidade para o consumo humano, cabe destacar com base na legislação vigente, que as amostras atendem ao padrão de potabilidade para os parâmetros da análise físico-química, uma vez que todas atenderam os valores máximos e mínimos permitidos. Já na análise microbiológica foi verificado que os resultados obtidos não atendem ao padrão de potabilidade para o consumo humano, sendo constatando a presença de coliformes em 100% das amostras de água, considerado um fator de risco a saúde humana, uma vez que a determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Acredita-se que os resultados negativos da análise microbiológica possam estar relacionados com uma série de fatores, como as práticas de lançamento de dejetos de animais próximo, ocorrência de infiltrações ou rupturas na rede, formação de biofilmes e à ausência de manutenção periódica, ocasionando a contaminação da água ou ainda relacionado às altas temperaturas ocorrentes em determinados meses do ano, uma vez que essas condições climáticas favorecem a proliferação de microrganismos.

Contudo, os órgãos competentes estabelecem para as amostras individuais procedentes de poços com resultados positivos para presença de coliformes totais e ausência de *Escherichia coli*, que novas análises sejam realizadas em diferentes períodos do ano para que

possa ser investigada a permanência ou não dos coliformes e sua possível origem, e assim, serem tomadas as providências imediatas de caráter corretivo e preventivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. **Geografia Global 2**. São Paulo: Escala Educacional, 2010.

ASHBY, M.F. **Engenharia Ambiental**: Conceitos, tecnologia e gestão. CALIJURI, M.C.;

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Committee on Microbiological for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**.4.ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676p.

ARRUDA, CUNHA, D.G.F. (Coord.) Rio de Janeiro: Elsevier, c. 12, p. 269-293, 2013.

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: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1369-estudos-geologicos/v22n02/14437-contaminacoes-em-sulfato-e-cloretos-em-aguas-de-superficie-e-subsuperficie-na-regiao-de-araripina-pe.html>>. Acesso: 25 de outubro de 2019.

BAGATINI, M.; BONZANINI, V.; CONCEIÇÃO, E. Análise da qualidade da água em poços artesianos na região de Roca Sales, Vale do Taquari. **Revista Caderno Pedagógico, Lajeado**, v. 14, n. 1, p. 84-91, 2017. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1417>>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

BARBOSA, A.; MOREIRA, J.; ARAÚJO, R.; SILVA, A.; DANTAS, E. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remigio-PB. **Revista ABAS Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, V. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.

BORGHETTI, M.R.B.; BORGHETTI, J.R.; FILHO, E.F.R. **Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba: Fundação Roberto Marinho/Itaipu Binacional, 2004.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 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. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação n.5, de 28 de Setembro de 2017.** Disponível em:<<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida---o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>>. Acesso em: 01 de julho de 2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama n° 20, de Julho de 1986.** Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 01 de agosto de 2019.

BRASIL. **Portaria n° 518 de 25 de março de 2004/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental**– Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p. – (Série E. Legislação em Saúde). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf Acesso em: 10 Nov. 2019.

CARMO, R.F.; BEVILACQUA, P.D.; BASTOS, R.K.X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: Abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Engenharia sanitária ambiental**, v. 13, n.4, p. 426-434, 2008.

CESÁRIO, C. **Avaliação da qualidade da água do poço artesiano que abastece a zona rural no Município de Calçado-PE.** Monografia. 40f. Centro Universitário Tabosa de Almeida – ASCES/UNITA. Caruaru-PE. 2017.

CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA (CVE). **Doenças Relacionadas à Água ou de Transmissão Hídrica- Perguntas e Respostas e Dados Estatísticos.** Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/2009/2009dta_pergunta_resposta.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 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.

CONCEIÇÃO, F.T.; et al. Hidro geoquímica do Aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 28, n 1, p.65-77,2009.
CPRM. 2018. SIAGAS: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2019.

CRUZ, M. A. et al. Grau de amadurecimento do fruto na qualidade fisiológica de sementes de atemóia (*Annonacherimola* Mill. X *Annonasquamosa* L.) **Revista Cultivando o Saber**, v.9, n.3, p.283-293, jul/set.2016.

GUARIROBA. **Águas Guariroba.** Disponível em: <<http://www.aguasguariroba.com.br/qualidade-agua/>>. Acesso em: 04 Novembro de 2019.

HIRATA, R. VIEIRA, A.; SUSKO, S.; VILLAR, P.C.; MARCELLINI,L. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil:** uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. Instituto Trata Brasil. [2018]

HYRATA, Ricardo. O que é um poço artesiano. **Revista Super Interessante**, São Paulo, Set. 2002. Disponível em: <<http://bvespirita.com/Revista%20Super%20Interessante%20-%20Espiritismo%20-%202002%20-%20Setembro.pdf>>. Acesso em: 16 de julho de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sao-jose-de-piranhas/panorama>>. Acesso em 18 de Agosto de 2019.

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.

MACHADO, M.; SOUSA, A.; NASCIMENTO, A.; OLIVEIRA, P.R.; VIRGÍNIA, C. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis**, v.7, n.3, p.624-639, 2018. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6971/4078>. Acesso em: 12 de novembro de 2019.

MARIA, A. **Diagnóstico da qualidade da água subterrânea em propriedade rural no município de Planalto, RS**. Monografia. 65 f. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Ijuí/RS 2011.

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: 10 de agosto de 2019.

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: 09 de novembro de 2019.

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

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PHILLIPPI, Jr. A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Barueri, 2005.

ROCHA, J.P.; LOPES, A. POÇOS ARTESIANOS: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade. **Revista multidisciplinar**, 2015. Disponível em: <http://www.unipacto.com.br/revistamultidisciplinar/arquivos_pdf_revista/revista2015_1/18.pdf>. Acesso: 10 de julho de 2019.

SEGTOWICK, Edilene Cléa dos Santos; BRUNELLI, Luciana Trevisan; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Techonology**, 16,2: 147-154, 2013.

SOUSA, L. **Avaliação das Possíveis Fontes Poluidoras do Poço Tubular que Abastece o Campus Paricarana da UFRR**. Monografia. 78f. Universidade Federal de Roraima. Boa Vista-RR, 2016.

TUNDISI, José G. Recursos hídricos, **Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp**. São Paulo, out. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

VIEIRA, André Ridder. **Água para Vida, Água para Todos**: Livro das Águas. Brasília: WWF-Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.redeambientalescoteira.org.br/arquivos/wwf_livro_das_aguas.pdf >. Acesso em: 02 de maio de 2019.

VIEIRA, C.; BERNARDO, L.J.; MOURA, C.; TEIXEIRA, A.; RAMOS, C. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região Noroeste Fluminense. **Revista Acta Biomédica Brasileira**, V.7, n. 2, p. 1-17, dezembro de 2016.

ZERWES, C.M. SECCHI, M.I.; BELLENZIER, T.; BORTOLI, J.; FERNANDES, J.; TOLDI, M.; CONCEIÇÃO, E.; RAMOS, E.R. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, 2015.