



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ARISTIDES PEREIRA DA SILVA NETO

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS
NA CIDADE DE JOSÉ DA PENHA-RN**

PAU DOS FERROS

2019

ARISTIDES PEREIRA DA SILVA NETO

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS
NA CIDADE DE JOSÉ DA PENHA-RN**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso superior de Bacharelado em Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros, em Cumprimento as exigências legais como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof. Esp. Bruna Monallize Duarte Moura

PAU DOS FERROS

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

N469c Neto, Aristides Pereira da Silva.
 Caracterização da Qualidade Físico-Química de
 Água de Poços da Cidade de José da Penha-RN /
 Aristides Pereira da Silva Neto. - 2019.
 45 f. : il.

 Orientadora: Bruna Monallize Duarte Moura.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2019.

 1. Reservatórios. 2. Águas Subterrâneas. 3.
 Soluções Alternativas. 4. Sonda multi-parâmetros.
 5. Água contaminada. I. Moura, Bruna Monallize
 Duarte , orient. II. Título.

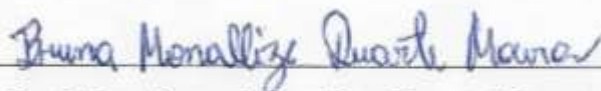
ARISTIDES PEREIRA DA SILVA NETO

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS NA
CIDADE DE JOSÉ DA PENHA-RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências e Tecnologia.

Defendida em:19/03/2019

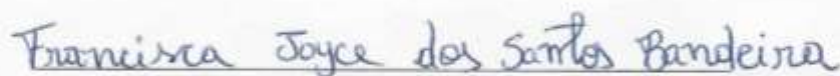
BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Bruna Monallize Duarte Moura,
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - (UFERSA)
Orientadora



Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Esp. Francisca Joyce dos Santos Bandeira
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - (UFERSA)
Membro Examinadora

Dedico esse trabalho a minha mãe Maria Ribeiro, que apesar de tudo sei que quando preciso posso contar com ela sempre, mesmo com todo o meu comportamento que tenho herdado do meu pai.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus por que eu sei que ele seja qual for o momento sempre estará olhando por mim, mesmo sem que perceba pois ele é onipresente e sempre está do meu lado na hora das minhas escolhas.

Agradecer aos meus pais, que mesmo apesar de todos os pesares nunca me deixaram faltar o necessário, mesmo tendo que cumprir a enorme demanda que eles tiveram com mim e minhas 5 irmãs.

A minha orientadora Bruna Monallize, por tudo o que faz é com perfeição, pelo seu conhecimento e lições que foram ensinadas, que foi preciso muita cautela e paciência na realização desse trabalho.

A Ritinha, a melhor funcionaria da UFERSA, que se não fosse pelas suas sábias palavras nos momentos mais delicados talvez eu nem estivesse aqui escrevendo esse trabalho.

A meu melhor amigo e irmão de coração Mateus Gonçalves que nunca deixou de acreditar no meu potencial e de sempre me colocar para cima quando era necessário, mesmo me enchendo com seus probleminhas.

A minha irmã Francimagne que com toda a sua calma em tudo o que faz, sempre me ajudou e quando necessito ou vamos atrás juntos para resolver, principalmente quando temos que dividir o nosso computador.

Aos meus companheiros de grupo Beatriz, Saskia Jamily, Cleto e Leonardo, que desde quando os conheci, no âmbito acadêmico me fizeram acreditar que “vai dar certo” palavras do sábio Leonardo me encorajaram a continuar, Cleto foi de muita ajuda na coleta das amostras do meu trabalho.

Meu único parceiro de turma que ainda resta Mateus Jardel que sempre esteve lá nos meus piores e melhores momentos, mais sempre me fazendo sorrir.

RESUMO

Com o processo de uso desenfreado da água e a redução de disponibilidade de águas superficiais, o homem passou a aderir os reservatórios subterrâneos para solução da escassez hídrica. O presente trabalho teve como objetivo analisar as características físico-químicas de 8 poços na cidade de José da Penha, coletando três amostras em dias diferentes para as medições desses parâmetros, utilizando a sonda Horiba u50®, e registrando através de fotografias possíveis fontes de contaminações próximas aos reservatórios. Levando em consideração da tipologia dos poços em estudo, pode-se notar um grande acúmulo de diversos tipos de fontes de contaminações nas suas proximidades, foi percebido valores elevados de turbidez que pode ter sido causado pela presença de vegetação próxima aos reservatórios, a presença de esgotos a céu aberto e depósitos de lixo pode ter afetado no baixo valor de oxigênio dissolvido, ainda nos reservatórios da prefeitura notou-se valores elevados da temperatura devido aos materiais de fabricação dos mesmos.

Palavras-chave: Reservatórios. Água subterrânea. Soluções Alternativas. Sonda multi-parâmetros. Água Contaminada.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Limites Aceitáveis da Água para Consumo Humano	24
Quadro 2: Tipologia e usos dos poços	28
Quadro 3: Dados dos Cacimbões e Poços Artesianos.....	29
Quadro 4: Parâmetros Medidos pela Sonda e suas Respectivas Unidade.....	30
Quadro 5: Datas e horário das coletas das amostras	30

LISTA DE GRAFÍCO

Gráfico 1: Médias referente ao nível de concentração do pH das amostras.....	35
Gráfico 2: Médias referente a turbidez de todos os poços.....	36
Gráfico 3: Médias referente às temperaturas dos poços em estudo.....	38
Gráfico 4: Médias referente as condutividades dos poços em estudo	39
Gráfico 5: Médias referente aos sólidos dissolvidos totais dos poços em estudo	37
Gráfico 6: Médias referente a salinidade dos poços em estudo.....	40
Gráfico 7: Médias referente aos oxigênios dissolvidos dos poços em estudo.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da Água no Mundo	12
Figura 2: Distribuição dos recursos hídricos em relação a população por regiões	13
Figura 3: Evolução nos volumes dos reservatórios da região nordeste.....	14
Figura 4: Esquema do sistema de abastecimento de água em estabelecimentos prediais	16
Figura 5: Poço amazonas.....	19
Figura 6: Poço do tipo cacimbão.....	20
Figura 7: Esquema de poço do tipo tubular profundo	21
Figura 8: pontos de identificação das localidades dos poços	28
Figura 9: Recipiente utilizado para coleta das amostras	31
Figura 10: Cacimbão de difícil acesso	31
Figura 11: Lixo entulhado nas proximidades dos poços	32
Figura 12: Poços cercados por vegetação e com aparência eutrofizada	33
Figura 13: localização da ETE	33
Figura 14: Esgoto a céu aberto nas proximidades dos reservatórios.....	34
Figura 15: Reservatórios pertencente ao município	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO TEÓRICA	12
2.1 DISTRIBUIÇÃO E DEMANDA DE ÁGUA DOCE NO MUNDO	12
2.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA	15
2.2.1 Sistemas de abastecimento de água SAA.....	15
2.3 POÇOS	17
2.3.1 Aquíferos	17
2.3.1.1 Composição da Rocha	18
2.3.1.2 Confinamento do Reservatório.....	18
2.4 CARACTERÍSTICAS E TIPOS DE POÇOS	18
2.4.1 Poços Escavados ou Rasos	19
2.4.1.1 Poço Manual Simples ou Cacimba.....	19
2.4.1.2 Poço Amazonas	19
2.4.2 Poços Perfurados ou Artesianos.....	20
2.4.2.1 Poço Tubular Profundo.....	20
2.5 USO E QUALIDADES DAS ÁGUAS	21
2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	22
2.6.1 Natureza Física	22
2.6.1.1 Cor	22
2.6.1.2 Turbidez.....	22
2.6.1.3. PH	22
2.6.1.4 Temperatura.....	23
2.6.2 Natureza Química.....	23
2.6.2.1 Dureza.....	23
2.6.2.2 Salinidade	23
2.6.2.3 Oxigênio Dissolvido	23
2.6.3 Legislação e Características para Potabilidade das Águas.....	24
2.7 IMPACTOS AMBIENTAIS NO USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	25
2.7.1 Contaminação dos Reservatórios	25
2.7.2 Superexploração	25
2.7.3 Escoamento Superficial.....	25

3. METODOLOGIA.....	27
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	27
3.1.1 Município de José da Penha	27
3.1.2 Local da pesquisa.....	27
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	29
3.3 COLETA DAS AMOSTRAS.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 FONTES DE CONTAMINAÇÃO.....	32
4.2 QUALIDADE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	34
4.2.1 Potencial Hidrogeniônico- pH	34
4.2.2 Turbidez	35
4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais- SDT	37
4.2.4 Temperatura	37
4.2.5 Condutividade.....	39
4.2.6 Salinidade	40
4.2.7 Oxigênio Dissolvido - OD	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Á água é um bem necessário para a humanidade e todos os seres, ela pode ser encontrada de diversas formas e em diversas partes do planeta onde em determinadas situações podem ser analisadas e utilizadas de modo a beneficiarem as nossas atividades, sejam para abastecimento humano, como fonte de renda através da agricultura, da pesca e ainda no fornecimento de energia elétrica (BRASIL, 1992).

Hoje no mundo a água vem sendo bastante dialogada em todos os seus aspectos onde seu uso pode influenciar de forma econômica e social. As agências de saneamento ambiental criam normas afim de diminuir essa aquisição desenfreada desse recurso, através de normas que deverão ser implantadas pelos órgãos governamentais, com o intuito de fazer o controle desses. Os níveis dos reservatórios subterrâneos e superficiais vem diminuindo com a poluição dos mananciais através da falta de esgotamento sanitários das cidades, presença de lixo nas proximidades dos mesmos, e pela aquisição desses recursos. Além disso, estes também vem diminuindo com a demanda com o passar dos anos, onde devem ser adotadas medidas afim de controlar essa utilização. (MARENGO & DIAS, 2007).

Esse trabalho tem por objetivo geral classificar os parâmetros físico-químico das águas de poços da cidade de José da Penha. Tendo como objetivos específicos diagnosticar e identificar os possíveis causadores das modificações desses parâmetros através de coleta de dados, visita nos locais das análises e registros fotográfico.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 DISTRIBUIÇÃO E DEMANDA DE ÁGUA DOCE NO MUNDO

A água é um bem necessário para toda a vida no planeta e com suas infinitas utilidades, seja para o consumo humano, pesca, atividades agrícolas ou geração de energia elétrica, se torna um bem imprescindível e insubstituível (HÊNIO, 2015). Esta é a substância em mais abundância no planeta, sendo cerca de 70% da constituição da sua superfície. Desse valor de água disponível, cerca de 95% a 97,5% é constituído de água salgada (com a presença de teores de cloreto de sódio). Os outros 2,5% se encontra disponível em forma de água doce onde ainda maior parte se encontra em forma de geleiras e águas subterrâneas e apenas 1% em rios e lagos como se pode ver na Figura 1, que seria de onde toda a população mundial a utiliza para o consumo seja ele de forma individual ou coletivo. (VIEIRA, 2006).

Figura 1: Distribuição da Água no Mundo



No Brasil, o potencial hídrico se destaca por conter a maior concentração de água doce do mundo. Segundo a Agência Nacional de Águas- ANA (2018), o Brasil possui cerca de 12% da totalidade de toda a água doce do mundo, no entanto a sua distribuição nas regiões não é equilibrada. A maior parte da água está concentrada nas regiões Norte e Centro-Oeste do país, sendo que essas regiões contêm pelo menos 14,5% da população do país. Por outro

lado, as demais regiões possuem cerca de 85% da população e menos de 11% dos recursos hídricos disponíveis para o consumo, causando desequilíbrio quando levamos em conta a distribuição nessas regiões.

Partindo para o cenário regional, a região nordestina vem sofrendo com a falta de chuva e mesmo que seja conhecida pelo seu aspecto de seca, a diminuição das chuvas nos últimos anos e o aumento das temperaturas ainda vem gerando problemas graves de escassez hídrica na região. Mesmo em períodos chuvosos, nas regiões de secas é perceptível mudanças nos níveis das águas dos reservatórios, lagos, açudes e dos rios sejam eles de água doce ou não (MARENGO & DIAS, 2007).

O clima seco e os longos períodos de estiagem no Nordeste causam diversos problemas, pois afetam diretamente a população que depende dos recursos hídricos dessa região. As fontes hídricas presentes nessa região não são capazes de suprir a demanda gerada pela população local, pois os períodos de secas são bem mais extensos que nas outras, assim os níveis dos reservatórios vão diminuindo a cada ano, causado pela captação desenfreada e desorganizada (Figura 2).

Figura 2: Distribuição dos recursos hídricos em relação a população por regiões



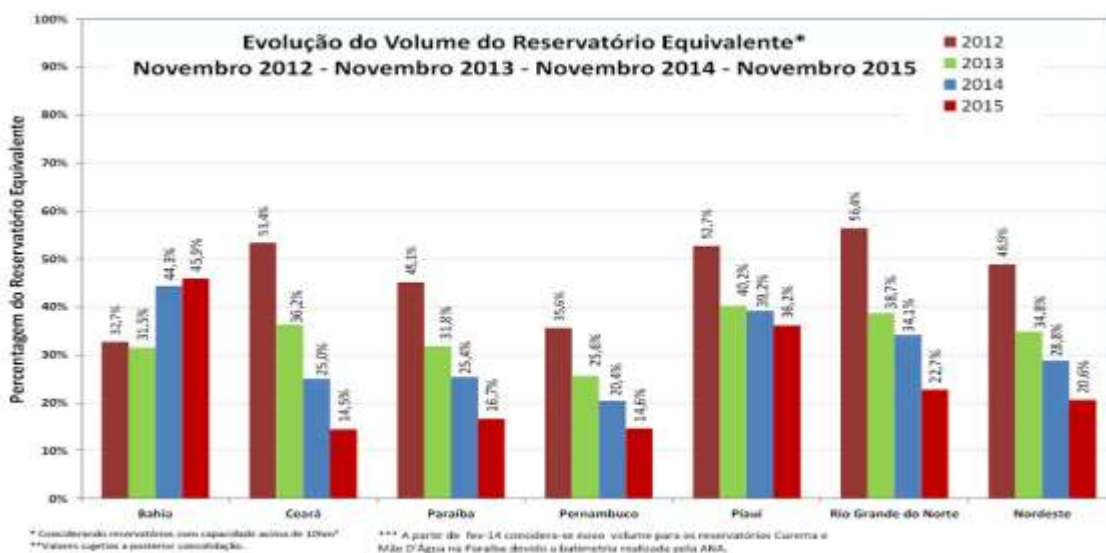
Fonte: Opensan, (2018)

Os maiores reservatórios se localizam na cidade do Ceará onde podemos citar o Castanhão com capacidade para 6,75 bilhões de metros cúbicos e ainda o Orós com 1,95 bilhão de metros cúbicos. No Rio Grande do Norte pode ser citado o Armando Ribeiro Gonçalves com cerca de 2,4 bilhões de metros cúbicos de água, e mesmo com esse volume os

mesmos não são suficientes para suprir a necessidade da população, já que vêm sendo afetado pelas secas, causando assim a diminuição desses, (CAMPOS, 2012).

O Nordeste vem sofrendo bastante com a falta de água, alguns dos estados mais afetados são o Rio Grande do Norte, o Ceará e a Paraíba de acordo com o Figura 3, levando em consideração que outros como a Bahia e o Piauí que não foram muito afetados por essa seca, mas se formos avaliar num todo como região, ainda assim notamos uma baixa muito grande nos volumes de água dos reservatórios causados pela falta de chuva e o consumo desenfreado.

Figura 3: Evolução nos volumes dos reservatórios da região nordeste



Fonte: Fierb, (2015)

As cisternas são um tipo de reservatório criado como solução para o problema de escassez, geralmente utilizadas pela comunidade rural onde a rede de abastecimento nem sempre é capaz de cumprir essa demanda por membros dessas comunidades (CIRILO; G.; R., 2003), em épocas de secas as mesmas são implantadas nas calhas das casas e ligadas a um reservatório semienterrado no solo para fazer a captação decorrente das precipitações das águas das chuvas, e com uma cobertura de concreto para impedir que animais e detritos de outros meios possam entrar em contato com a água e são uma ótima solução para moradores da zona rural que são os que mais sofrem com esses problemas (VIEIRA, 2006).

2.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As ações ligadas ao abastecimento fazem parte da vida humana desde os seus primórdios, desde que as civilizações começaram a viver de modo sedentário, onde tiveram que criar métodos de obtenção das águas para suprir todas as suas necessidades de forma que abrangesse toda a sociedade que ali se encontravam e que pudesse satisfazer todas as suas necessidades, como manter uma ótima higiene e até mesmo manter a agricultura como atividade geradora de renda. (HELLER & PÀDUA, 2016).

Mesmo que a Declaração Universal dos Direitos da Água (BRASIL, 1992) afirme que a água é essencial a todo ser humano, a descontinuidade no fornecimento de água é um problema de vários municípios brasileiros. Essa falta de abastecimento adequado é atribuída à capacidade insuficiente dos sistemas em atender à demanda. O maior desafio está, principalmente, em atender aos serviços de saneamento básico em regiões periféricas e nas zonas rurais. Nesses locais onde não existem sistemas de abastecimento de água, a população recorre a outras fontes denominadas “soluções alternativas coletivas e individuais” (CABRAL, 2011).

2.2.1 Sistemas de abastecimento de água SAA

Os sistemas de abastecimento de água são geralmente instalados em regiões onde se encontra uma maior concentração populacional, estes são classificados como: “instalações compostas por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinadas à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição”(CABRAL, p.488), devendo, o responsável, ser encarregado o de manter a qualidades das águas, conforme a portaria MS nº 2.914/2011, que estabelece parâmetros a serem seguidos para manter uma rede que possa suprir todas as necessidades da população de forma coletiva, com água de qualidade.

Os SAA possuem diversas etapas como: captação, adução, tratamento, preservação e distribuição de água até que cheguem as ligações domiciliares, como é mostrado na Figura 4:

Figura 4: Esquema do sistema de abastecimento de água em estabelecimentos prediais



Fonte: <http://www.daebauru.sp.gov.br>, (2019)

2.2.2 Soluções de Abastecimento Alternativas Coletivos e Individuais

Define-se como solução alternativa coletiva de abastecimento de água o abastecimento coletivo destinado a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição. Já as soluções alternativas individuais são aquelas que atendem domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (CABRAL, 2011). As principais formas de utilização desses meios são através de poços, cisternas, caminhões-pipas, chafarizes, etc.

Esses sistemas geralmente são utilizados pela população rural, onde, geralmente cada família se responsabiliza pelos gastos desse abastecimento. Seguindo o pensamento de Pádua e Heller (2016), com a má administração do poder público de uma determinada região, haverá sempre uma parcela daquela população composta de pessoas pobres e de baixa renda que vivem em regiões precárias que não fazem qualquer utilização das atividades de abastecimento daquele local. Isso fará com que aquela mesma população crie seus próprios meios de obtenção desses recursos hídricos para a sua sobrevivência. Porém, sem uma devida responsabilidade e sem conhecimento prévio de saneamento básico, essas ações poderão acarretar diversos problemas, seja pela exposição a doenças geradas pela má qualidade de água ou pela retirada desenfreada desse recurso causando a escassez do mesmo.

2.3 POÇOS

Como mencionado anteriormente, a quantidade de água superficial disponível no Brasil não é insuficiente, apenas distribuída de forma não uniforme pelo seu território. Com relação à abundância e à distribuição das águas subterrâneas, a situação não é diferente. O país como um todo possui uma reserva de águas subterrâneas estimadas em cerca de 112.000 km³ (ABAS, 2014). Assim, existem regiões com grande disponibilidade hídrica subterrânea, como as abrangidas pelo Aquífero Guarani e outras pobres, como aquelas de ocorrência das rochas cristalinas no semiárido brasileiro (FERREIRA, 2007).

Com a enorme demanda dos recursos hídricos do mundo para diversas atividades como a agricultura, a geração de energia, pesca e navegação, em companhia do desenvolvimento econômico e social, surge a necessidade de exploração de outras fontes além dos mananciais superficiais. Devido a sua abundância, o acesso as fontes subterrâneas através das escavações de poços, por exemplo, podem se tornar uma solução para regiões com baixa disponibilidade hídrica superficial. (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Para fazer a utilização desses mananciais subterrâneos deve ser feito o levantamento das características dos tipos de solos desses locais que possuem várias particularidades, para reforçar a aplicação de métodos de exploração diferenciado, a fim de se beneficiar de modo a não causar efeitos colaterais na formação do mesmo. (HELLER; PÁDUA, 2016).

De acordo com o MMA (2007), a principal forma de acesso dos seres humanos às águas subterrâneas é através da perfuração de poços. Estes podem ser de diversos tipos: escavados manualmente, como as cacimbas, poços amazonas e cisternas ou perfurados com equipamentos, caso dos poços tubulares profundos.

2.3.1 Aquíferos

Aquíferos são definidos pela formação rochosa de um solo, onde pode gerar o acúmulo ou a passagem de águas subterrâneas para gerar reservatório de diferentes tipos, variando pela sua formação rochosa, e alimentada pelas chuvas, evitando assim o contato com as formas de poluição na atmosfera influenciando na qualidade dessa água (ABAS, 2014).

2.3.1.1 Composição da Rocha

Em relação a porosidade das rochas, os aquíferos podem se classificar sendo do tipo poroso formado por rochas sedimentares, composição dos grãos de forma homogênea proporcionando uma maior circulação do fluido no seu interior e é um dos mais abundantes e de maior ocorrência. Já os aquíferos do tipo fissural, são formado por rochas ígneas e metamórficas provocado por abalos sísmicos e terremotos que causam fissuras nas rochas presentes no subsolo causando a infiltração da água em seu interior, fazendo com que tenha preferência referente a direção de escoamento, poços escavados nesses tipos de rochas tendem a produzir elevados níveis de água de acordo com a sua preferência. No subsolo existem verdadeiros rios subterrâneos que podem caracterizar os aquíferos do tipo cárstico que são formados por rochas calcárias onde a dissolução com a água causa esses reservatórios subterrâneos gigantescos (ABAS, 2014).

2.3.1.2 Confinamento do Reservatório

Os reservatórios tendem a serem classificados em livre e confinados. Os livres são os aquíferos que se encontram em contato com a pressão atmosférica tendo como base uma formação argilosa, por ser de fácil acesso, também está em contato direto com as formas de contaminação desses. Já os tipos confinados presente nas bacias sedimentares encontram-se com a pressão maior que a da atmosfera, entre duas camadas permeáveis onde são quase todo preenchidos com água o seu reservatório onde nas suas explorações podem gerar jorrimento desse aquífero pela diferença de pressão.

2.4 CARACTERÍSTICAS E TIPOS DE POÇOS

O responsável pelos parâmetros construtivos e de qualidade dos poços é o poder público seguindo as Normas de Qualidade da Água para Consumo Humano, definida pela portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde que estabelece os valores máximos permitidos (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas para uma água potável. Como mencionado anteriormente, os poços podem ser classificados de diversas formas, de acordo com a sua execução e o tipo de lençol freático que atingem.

2.4.1 Poços Escavados ou Rasos

Esses poços geralmente possuem grandes diâmetros (1 metro ou mais), sendo escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Podem captar a água do lençol freático possuindo geralmente profundidades de no máximo 20 metros. (ANA, 2016).

2.4.1.1 Poço Manual Simples ou Cacimba

Esses tipos de poços podem ser implantados em residenciais familiares e em pequenos povoados onde sua construção apenas deve ser feita e épocas de grandes secas a fim de resolver problemas de escassez, podem ser elaborados de forma manual sem nenhum tipo de maquinário especial e não necessita de licenciamento governamental. (HELLER; PÁDUA, 2016).

Figura 5: Poço amazonas



Fonte: www.videomoviles.com.br, (2019)

2.4.1.2 Poço Amazonas

Esses tipos de poços são recomendados para implantação em comunidades que possuam aquíferos rasos e/ou com baixa produtividade. A sua escavação pode ser feita de modo suprir a oferta que os aquíferos subterrâneos nos proporcionam, não necessitando de licenciamento ou autorização governamental dos órgãos gestores (Figura 6) (ABAS, 2014; HELLER; PÁDUA, 2016).

Por ser conhecido tradicionalmente por cacimbão pela semelhança com os do tipo cacimbas, mas possuindo diferença em sua abertura que possui diâmetro de 5 a 10 metros e ainda possuir profundidades maiores.

Figura 6: Poço do tipo cacimbão



Fonte: Autoria própria (2019)

2.4.2 Poços Perfurados ou Artesianos

Esses tipos de poços são obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com sonda perfuratriz mediante perfuração vertical, que podem ter entre 50 a 2.000 metros de profundidade, podendo ser do tipo jorrante ou não (Figura 7).

2.4.2.1 Poço Tubular Profundo

Para a implantação de poços profundos o projetista deve conhecer o local, saber o tipo de solo, conhecer o local exato das perfurações e ainda deve ser feito próximo a localidades que contenha instalações elétricas, pois esse processo de perfuração requer utilização de equipamentos bem mais sofisticados e não apenas trabalho manual, com aproximadamente 2.000m de profundidade, esses poços precisam manter os níveis de potabilidade especificado pela legislação brasileira mantendo a qualidade e produtividade necessária para suprir as necessidades da população. (HELLER; PÁDUA, 2016).

Figura 7: Esquema de poço do tipo tubular profundo



Fonte: Poços Artesianos, (2018)

2.5 USO E QUALIDADES DAS ÁGUAS

Existem normas estabelecidas pelos órgãos públicos dos países onde são determinados parâmetros de qualidade de águas para o consumo humano. No Brasil, o ministério da saúde dispõe de valores máximos permissíveis para as características bacteriológicas, físicas e químicas presente nas águas. De acordo com a Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000 de acordo com o art. 4º temos: “[...] A água potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde [...]” (BRASIL, 2000, p.2).

A água utilizada para o consumo seja da forma de abastecimento, na pesca e outros, são especificados pela portaria 2.914/2011, dos quais são divididas entre os tipos água doce, salobra e salinas. O responsável pela aplicação da portaria deve viabilizar com a qualidade necessária a forma que os parâmetros são monitorados, proporcionando assim as características de águas não prejudiciais à saúde humana.

Segundo a Portaria 1.469/2000 para utilização final desses reservatórios deve-se passar por diversos processos de filtração seja simples ou não dependendo da finalidade do uso, da desinfecção levando em conta a consideração anterior. Deve ser feita coleta de várias amostras para a confirmação e uma segura utilização, em seguida fazemos o controle das suas propriedades levando em conta os padrões permitidos, que variam entre águas salinas, doce e salobra.

No mundo a forma de abastecimento através de reservatórios subterrâneos tem se tornado a principal pela viabilização do processo de extração e pela ênfase em que esses reservatórios podem assumir menos riscos de contaminação por não manter contato com a atmosfera e os seres que vivem nela que podem causar qualquer tipo de dano a essa água (ABAS, 2016).

2.6 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

2.6.1 Natureza Física

Os aspectos físicos são as condições estéticas da água, como ela geralmente é vista a olho nu, sua cor, sabor e cheiro. Essas características não devem ser responsáveis pelo nosso consumo, pois, nem sempre uma água que contém aparência agradável sem presença de resíduos ou com cheiro agradável que dizer que a mesma seja potável, mesmo com essas características podem ser prejudiciais à saúde. (HELLER; PÀDUA, 2016) como características temos:

2.6.1.1 Cor

A cor é definida como a presença de alguns microrganismos ou materiais em suspensão dependendo da natureza do material, sejam eles elementos metálicos, como o ferro que pode gerar a corrosão das tubulações ou por materiais gerados por decomposição vegetal. Quando esses dois materiais entram em contato com a água aumentam a intensidade de cor que também pode variar em relação ao seu pH. Vale ressaltar que, existem casos onde a água pode conter coloração e ainda assim não gerar nenhum malefício a saúde humana (RICHER; NETTO, 2013). A unidade de medição de cor é a uC (Unidades de Cor).

2.6.1.2 Turbidez

É uma característica relacionada a presença de partículas com variados tamanho que impedem a absorção e causando a dispersão da luz solar, onde essas podem gerar uma má visualização das propriedades verdadeiras das águas pela presença de algas ou matéria orgânica de indivíduos externos. A unidade de medição da turbidez é a UNT (Unidades de Turbidez) (RICHTER; NETTO, 2013).

2.6.1.3. PH

O pH significa o nível de concentração de íons hidrogênio na solução, é responsável pela medição dos níveis ácidos e alcalinos da água. O potencial hidrogeniônico pode ser feito

em todas as fases de uma instalação de abastecimento, onde se faz a cotação do grau de acidez e de alcalinidade das substâncias, medindo a sua concentração de íons presentes na sua composição (HELLER; PÀDUA, 2016).

2.6.1.4 Temperatura

A água pode ser alterada quando expostas a diferentes temperaturas, causando modificações nas suas propriedades, onde temperaturas muito elevadas podem gerar um sabor mais acentuado, influenciada pelo nível de salinidade e ainda a geração de odores com a presença de matéria orgânica em sua composição (HELLER; PÀDUA, 2016).

2.6.2 Natureza Química

2.6.2.1 Dureza

Compõe-se pela presença de íons metálicos na sua composição, pela presença geralmente de cloretos de cálcio e magnésio que podem em quantidades elevadas pode acarretar um sabor desagradável, em contato com o sabão produz pouca espuma causando prejuízo econômico e ainda pode danificar tubulações. (PÀDUA; HELLER, 2016);

2.6.2.2 Salinidade

A salinidade indica a presença em excesso de sais como o cloreto, e os sulfatos de cálcio, sódio, entre outros. Estes, em determinadas proporções, podem gerar diferenças em relação ao sabor da água gerando um gosto salino, causa entupimento das tubulações, problemas intestinais e danifica a composição das paredes dos reservatórios. (PÀDUA; HELLER, 2016);

2.6.2.3 Oxigênio Dissolvido

Diz respeito a concentração de oxigênio na água, presente significativamente na parte do reservatório que está em contato com a atmosfera, podendo ser variável dependendo da temperatura da mesma, sendo caracterizada por conter maior percentual de oxigênio em

temperaturas mais baixas e salinidade elevada nas de elevadas temperaturas (EMBRAPA, 2011).

2.6.3 Legislação e Características para Potabilidade das Águas

A portaria MS n.º 2.914/2011 diz que toda a população deve ter acesso a água com qualidade excelente de acordo com os padrões aceitáveis regidos por ela, seguindo o seu cumprimento seja ela destinada a consumo irrigação, pesca, e que não gere riscos à saúde. Toda a potabilidade deve seguir a legislação que rege esse processo, seguindo esses padrões podemos citar alguns parâmetros utilizados para definir essa qualidade na Quadro 1, onde fornecemos os seus limites aceitáveis.

Quadro 1: Limites Aceitáveis da Água para Consumo Humano

Parâmetros monitorados	Limites aceitáveis	Unidades	Fontes
Temperatura	N/D	-	Portaria MS n.º 2.914/2011
pH	6 a 9,5	-	Portaria MS n.º 2.914/2011
Condutividade	≤1000	µs/cm	Brasil, 2006
Turbidez	0,5 a 1 ¹	UNT	Portaria MS n.º 2.914/2011
Oxigênio dissolvido	>6	mg/L	CONAMA N° 357/2005
Oxigênio dissolvido	%	-	-
Total de sólidos dissolvidos	1000	mg/L	Portaria MS n.º 2.914/2011
Salinidade ²	<0,5‰		CONAMA N° 357/2005

¹ A portaria divide os intervalos permitido e acordo com o tipo de tratamento utilizado, assim temos que valores máximos são: 0,5 em caso de filtração rápida e 1 para filtrações lentas, ambos em 95% das amostras. Os demais 5% não devem possuir turbidez maior que 5UNT.

²Salinidade com intervalos para águas doces.

Fonte: Autor próprio (2019)

2.7 IMPACTOS AMBIETAIS NO USO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

De acordo com a organização mundial da saúde cerca de 80% das doenças do mundo são transmitidas através do contato seja ele direto ou indireto com a água (RICHTER; NETTO, 2013). Podemos identificar várias fontes de poluição dos mananciais que podem causar modificações químicas como a presença de sólidos orgânicos e inorgânicos, modificações físicas como sólidos em suspensão e coloidais e biológicos pela presença de animais e vegetais em contato com a água (VON SPERLING, 2001).

2.7.1 Contaminação dos Reservatórios

De acordo com a Associação Brasileiras de Águas Subterrâneas (ABAS, 2016) a contaminação dos reservatórios pode ser causada por diversos fatores, sendo a falta de saneamento básico em uma determinada comunidade como o mais grave, onde devido ao descarte irregular de esgotos e fossas a céu aberto pode ocorrer infiltração no solo. Outro exemplo seriam os agrotóxicos utilizados na agricultura através da irrigação. Estes podem entrar em contato com esses reservatórios e assim danificar os mesmos, alterando a sua composição e causando a geração de doenças e danificando os diversos usos posteriores desses mananciais.

2.7.2 Superexploração

A exploração desenfreada dos reservatórios de águas subterrâneas, principalmente em regiões que mantem maior parte do ano em estado de seca principalmente próximas do mar, como no Nordeste, pode danificar a sua qualidade, onde as águas salinas, provenientes do mar podem entrar em contato através do solo causando a salinização desses reservatórios principalmente os de água doce, pois são os mais explorados irregularmente atualmente (VILLAR, 2016).

2.7.3 Escoamento Superficial

Existem dois tipos de escoamentos superficiais, o rápido que faz o carregamento de material rochoso e de sólidos em suspensão e o de circulação lenta que faz a transferências de variadas substâncias químicas presentes nos reservatórios, no momento em que os

reservatórios precisam de espaço para escoamento quando assume o volume máximo, fazendo a transferência de substâncias químicas e de substratos variados mudando as características químicas dessas águas e causando a erosão desses solos (MORTATTI, 1994).

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

3.1.1 Município de José da Penha

A cidade de José da Penha, situada no estado do Rio Grande do Norte, possui extensão territorial de aproximadamente 117,6 km², com aproximadamente 5.686 mil habitantes, contendo densidade demográfica de 49,9 habitantes por km² em toda a sua extensão territorial (CIDADE-BRASIL, 2016). Localiza-se na mesorregião Oeste potiguar, possuindo uma altitude de 264 m e clima semiárido quente característico da região.

Possui uma precipitação pluviométrica anual normalizada de 861,0 mm, onde o período chuvoso acontece entre os meses de fevereiro e maio, com temperatura média anual máxima de 36° e mínima de 21°C (BELTRÃO et al., 2005).

O município é banhado pela bacia hidrográfica Apodi/Mossoró, sendo os rios mais importantes que mantem os seus cursos banhando a cidade são os. Açudes públicos de médio porte com capacidade máxima variável como: Açude de Angicos (3.500.000 m³), Barragem da Ema (1.500.000 m³), Baixa do Fogo (2.060.880 m³), Catolezinho (243.000 m³) e Flechas (8.950.000 m³) e ainda outros de pequeno porte que se localizam no município.

A cidade é abastecida de diversas formas dependendo da localidade das moradias. Sendo que cerca de 45% do abastecimento da cidade se dá através de carros pipas, outros 22% se dá por poços, outros 22% se dá pelo açude principal da cidade e os restantes 11% se dá pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), verificando várias formas de abastecimento que é influenciada pelo distanciamento dos seus respectivos recursos (ROSENDO, 2019, no prelo).

3.1.2 Local da pesquisa

A área em estudo é composta por oito pontos de análise diferentes, variando entre poços artesianos e cacimbões, conforme apresenta-se na Quadro 2. Os poços analisados estão localizados na zona urbana da cidade, sendo 2 de uso público através da prefeitura e outros 6 de uso particular, com aproximadamente 10 metros de distância cada um.

Os poços particulares são utilizados para abastecimento da população rural da cidade e os da prefeitura são para uso da população que reside nas proximidades dos reservatórios.

Quadro 2: Tipologia e usos dos poços

POÇOS	TIPOLOGIA	USO	COBERTURA	ACESSO
C1	CACIMBÃO	PÚBLICO	TELHA CERÂMICA	RESERVATÓRIO
P1	ARTESIANO	PÚBLICO	-	RESERVATÓRIO
C9	CACIMBÃO	PRIVADO	NÃO POSSUI	BALDE
C10	CACIMBÃO	PRIVADO	NÃO POSSUI	BALDE
C7	CACIMBÃO	PRIVADO	CONCRETO	BALDE
C8	CACIMBÃO	PRIVADO	TELHA CERÂMICA	BALDE
C5	CACIMBÃO	PRIVADO	NÃO POSSUI	BALDE
P2	ARTESIANO	PRIVADO	-	MANGUEIRA

Fonte: Autoria própria, (2019)

Nesse estudo, na discussão dos resultados, os poços do tipo “CACIMBÃO” serão identificados pela letra C, já os do tipo “ARTESIANO” indicados pela letra A, conforme mostra a Quadro 2. Os poços e cacimbões em análise são identificados na Figura 8, conforme a nomenclatura apresentada na Tabela 2. Vale salientar que durante a pesquisa, não foi possível ter acesso aso poços C2, C3, C4 e C6 mostrados na imagem, não sendo esses avaliados nessa pesquisa.

Figura 8: pontos de identificação das localidades dos poços

Fonte: FILHO, (2019).

O Quadro 3 mostra as dimensões e profundidades de alguns poços analisados na pesquisa, a tabela também mostra as respectivas nomenclaturas dos poços mostrado na Figura 9:

Quadro 3: Dados dos Cacimbões e Poços Artesianos

ESTRUTURA	DIÂMETRO (M)	PROFUNDIDADE (M)	NÍVEL DE ÁGUA (M)
CACIMBÃO 1	3,80	5,00	4,00
CACIMBÃO 2	-	-	-
CACIMBÃO 3	-	-	-
CACIMBÃO 4	-	-	-
CACIMBÃO 5	6	5	3,2
CACIMBÃO 6	-	-	-
CACIMBÃO 7	-	-	-
CACIMBÃO 8	3	4	1,8
CACIMBÃO 9	6	8	5
CACIMBÃO 10	6	6,3	3,35
POÇO ARTESIANO 1	-	-	-
POÇO ARTESIANO 2	0,6	52	-

Fonte: Filho, (2019)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa classifica-se principalmente como descritiva e exploratória, onde realizaram-se visitas aos locais onde estão instalados os poços para reconhecimento e análise da água dos mesmos. Durante as visitas, os poços foram caracterizados através de instrumentos de medição, alguns de modos rústicos como apenas pedaços de canos de PVC para medir a profundidade e os demais com informações fornecidas pelos donos dos cacimbões.

Além disso, a análise qualitativa da água dos diversos pontos foi realizada através de uma sonda multi-parâmetros Horiba série u-50, obtendo-se a caracterização quanto aos parâmetros indicados na Quadro 4.

Quadro 4: Parâmetros Medidos pela Sonda e suas Respectivas Unidade

PARÂMETROS MONITORADOS	UNIDADE
Temperatura	°C
pH	
Potencial de redução de oxidação	mV
Condutividade	ms/cm
Turbidez	NTU
Oxigênio dissolvido	mg/L
Oxigênio dissolvido	%
Total de sólidos dissolvidos	g/L
Salinidade	PPT%

Fonte: Autoria própria, (2019)

Para manter a heterogeneidade das medições, foram realizadas 3 coletas em dias diferentes, a primeira no mês de dezembro e as outras durante o mês de fevereiro, para que diferentes condições climáticas e suas alterações na qualidade da água fossem observadas, conforme presente na Quadro 5.

Quadro 5: Datas e horário das coletas das amostras

AMOSTRA	DATA	HORÁRIO
1	19/12/2018	09:00
2	02/02/2019	08:50
3	16/02/2019	09:00

Fonte: Autoria própria (2019)

3.3 COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas em seus respectivos pontos de modo que fosse captada a água diretamente da fonte. Para isso, nos poços rasos, a coleta foi feita com o uso de uma corda amarrada em uma das suas extremidades por um balde coletor. Nos poços perfurados, a amostra de água foi captada diretamente nas torneiras acopladas aos reservatórios com o mesmo recipiente mostrado na Figura 9.

Figura 9: Recipiente utilizado para coleta das amostras



Fonte: Autoria própria (2019)

Em alguns dos pontos a coleta era mais dificultosa devido o acesso as aberturas dos poços tipo cacimbão (Figura 10). Estes, por estarem localizados em terrenos particulares e/ou de difícil acesso necessitavam de acompanhamento de um responsável (morador) para realização das medições.

Figura 10: Cacimbão de difícil acesso



Fonte: Autoria própria (2019)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FONTES DE CONTAMINAÇÃO

Foram identificadas, no local de estudo, diversas fontes de contaminação que podem acarretar prejuízos a qualidade da água. Dentre elas entulhos de resíduos sólidos, vegetação avançada para o interior dos poços, locais de acúmulo de esgoto, escoamento de águas pluviais, etc.

Na proximidade da instalação dos poços, havia, em diversos pontos, acúmulo de resíduos sólidos provenientes do descarte inadequado por parte da população. Esses eram compostos de lixo doméstico, matéria orgânica, descartes de caixas (Figura 11). Devido a topografia do local, em períodos chuvosos, a água pode escoar para os poços causando prejuízo a água dos mesmos.

Figura 11: Lixo entulhado nas proximidades dos poços



Fonte: Autoria própria (2019)

Além do descarte incorreto de resíduos sólidos, os poços eram, por muitas vezes cercados por vegetação. Como a maioria não possuía cobertura correta ou proteção contra entrada de resíduos, animais, etc., a vegetação ao redor pode acarretar em um aumento da matéria orgânica na água, bem como possível aumento de parâmetros como: cor, turbidez, sabor e odor. A Figura 12 mostra respectivamente, um poço cacimbão cercado por vegetação e outro com aparência eutrofizada.

Figura 12: Poços cercados por vegetação e com aparência eutrofizada



Fonte: Autoria própria, (2019)

Nas proximidades do local onde foram instalados os poços, há, em funcionamento uma estação de tratamento de esgoto (ETE) que realiza o tratamento de esgoto doméstico de ruas localizadas na vizinhança do local. A ETE está localizada em um ponto com cota superior ao local de instalação dos poços. Sendo assim, em períodos chuvosos ou em casos de transbordamento da mesma, pode ocorrer escoamento do esgoto para o interior dos poços, causando a degradação da qualidade da água dos mesmos. A Figura 13 mostra a vista aérea da ETE, indicando a proximidade desta com os poços.

Figura 13: localização da ETE



Fonte: Autoria própria, (2019)

A área em estudo possui grande facilidade de acúmulo de água durante o período chuvoso. Em alguns trechos a lâmina d'água formada é bem elevada, escoando para os trechos mais baixos da área e acarreando, durante o processo, resíduos sólidos, efluentes de esgoto doméstico, etc. A Figura 14 mostra o acúmulo de água em um ponto próximo ao local dos poços.

Figura 14: Esgoto a céu aberto nas proximidades dos reservatórios

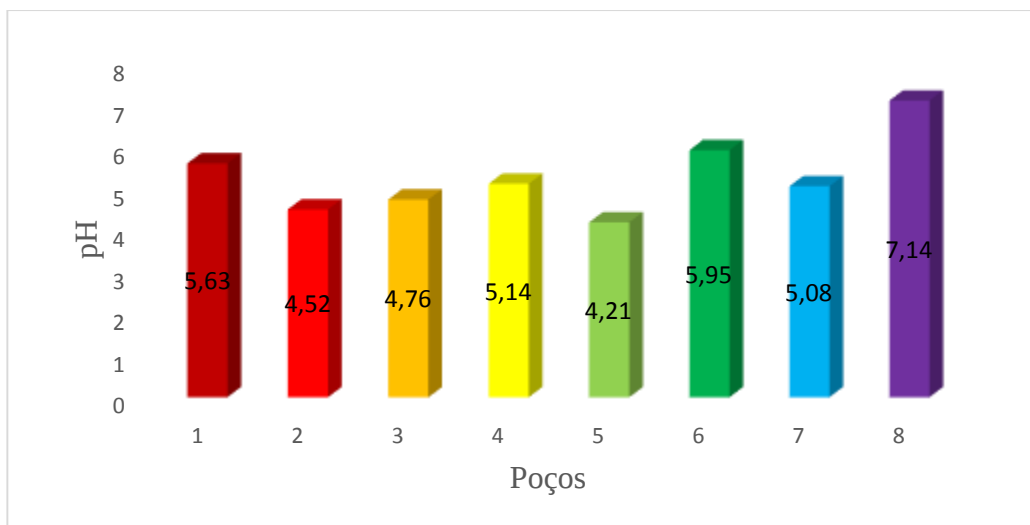


Fonte: Autoria própria (2019)

4.2 QUALIDADE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

4.2.1 Potencial Hidrogeniônico- pH

O Gráfico 4 apresenta as médias de pH's coletados nas amostras para cada tipo de poço.

Gráfico 1: Médias do nível de concentração do pH nos poços

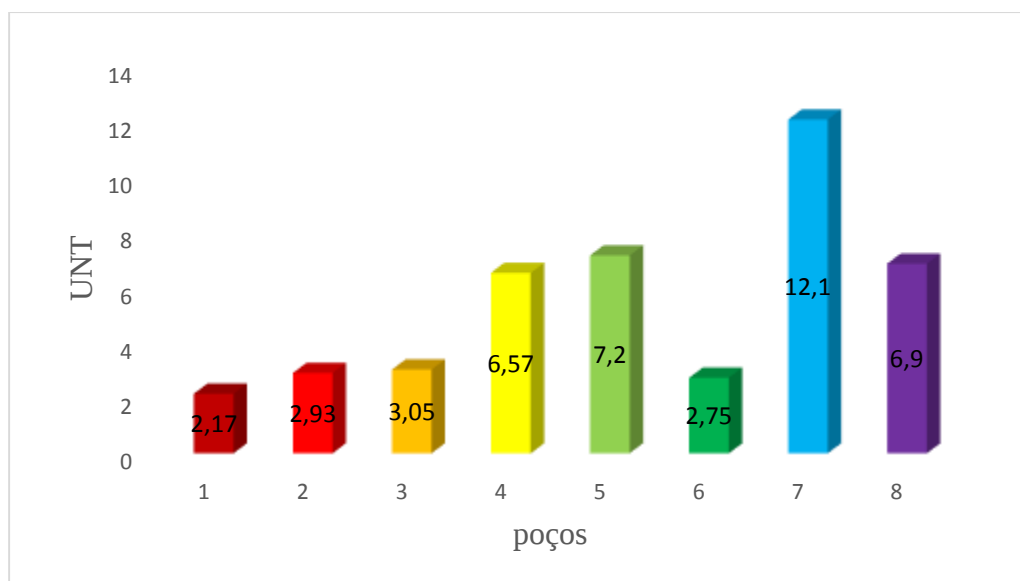
Fonte: Autoria própria (2019)

De acordo com o gráfico, os poços com menor valor médio são os poços P1 e C7, com respectivamente, 4,52 e 4,21, os poços com maior média de pH foram os poços C8 e P2 com valores médios de 5,95 e 7,14.

De acordo com a portaria do MS nº 2914/2011 o intervalo permitido para consumo humano de pH é de 6 a 9,5. Dentre os poços em análise, todos estiveram abaixo do limite permitido com exceção do P2. Segundo Von Sperling (2014), condições inadequadas de pH não acarretam prejuízos diretos à saúde, a não ser em situações de pH muito baixo ou alto, podendo causar irritações a pele. As amostras em estudo apresentam, em sua maioria, uma condição ácida, segundo o mesmo autor, essa condição pode implicar prejuízos as tubulações, promovendo corrosão e agressividade nas peças de água.

4.2.2 Turbidez

A turbidez é muito importante para a qualidade da água, pois, dependendo do seu valor pode apresentar riscos à saúde. Como essa representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, os sólidos em suspensão são agravadores da aparência turva, sendo o intervalo permitido pela portaria MS 2914/2011 para consumo humano 0,5 a 1. O gráfico a seguir mostra as médias de turbidez medidas nas amostras feitas em campo

Gráfico 2: Médias de turbidez dos poços

Fonte: Autoria própria, (2019)

Os poços que apresentaram maiores médias de turbidez foram os poços C5 E C7, apresentando 12,1 e 7,2, respectivamente. As menores médias foram 2,17 e 2,7, em C1 e C8. A turbidez em todos os poços foi muito superior do que recomenda a portaria.

No poço C5, o valor da turbidez foi o mais elevado, isso pode ter ocorrido, pois a sua dimensão é bem maior comparada aos outros, como mostra a Quadro 3. Além disso, esse cacimbão localiza-se em um local cercado por vegetação alta (aproximadamente 2 metros), de tal forma que o acesso a este era muito dificultoso e a plantação cobria completamente o mesmo.

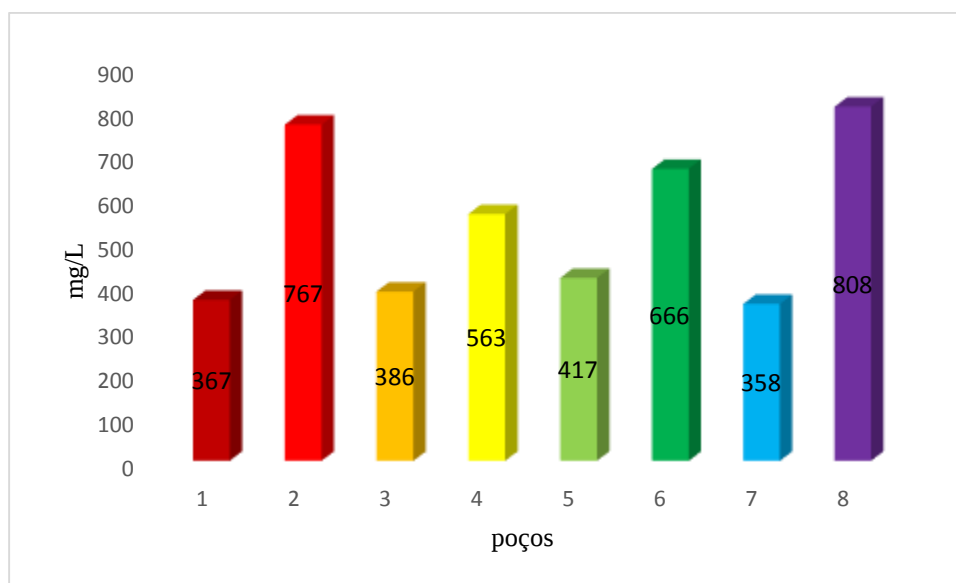
Embora a turbidez elevada não seja característica de águas subterrâneas, de forma geral, nos poços foram notados valores muito elevados (BRASIL, 2006). Isso pode ter ocorrido, pois dos poços em análise 6 são do tipo cacimbão. Nesse tipo de poços, há exposição a resíduos presentes na atmosfera, contato com a vegetação ao redor, entrada de água de chuva, acarreamento de sólidos devido ao escoamento superficial e contato com animais.

Assim como o pH, a turbidez não é um indicador direto de contaminação. Segundo Von Sperling (2014), águas com turbidez próximas a 10 uT apresentam coloração ligeiramente nebulosa. Altos valores de turbidez geralmente precisam de tratamento através de filtração lenta antes do consumo humano, já que as partículas de sólidos dispersas no meio podem servir como escudo, escondendo microrganismos patogênicos (Ibid.)

4.2.3 Sólidos Dissolvidos Totais- SDT

Os sólidos dissolvidos mantem relação proporcional com a condutividade e a turbidez. Sabendo que os sólidos dissolvidos em excesso podem acarretar em um mau sabor da água para consumo e degradação das tubulações. Segundo a Tabela 1, o valor máximo aceitável para os SDT são valores menores que 1000 mg/L.

Gráfico 3: Médias dos sólidos dissolvidos totais dos poços

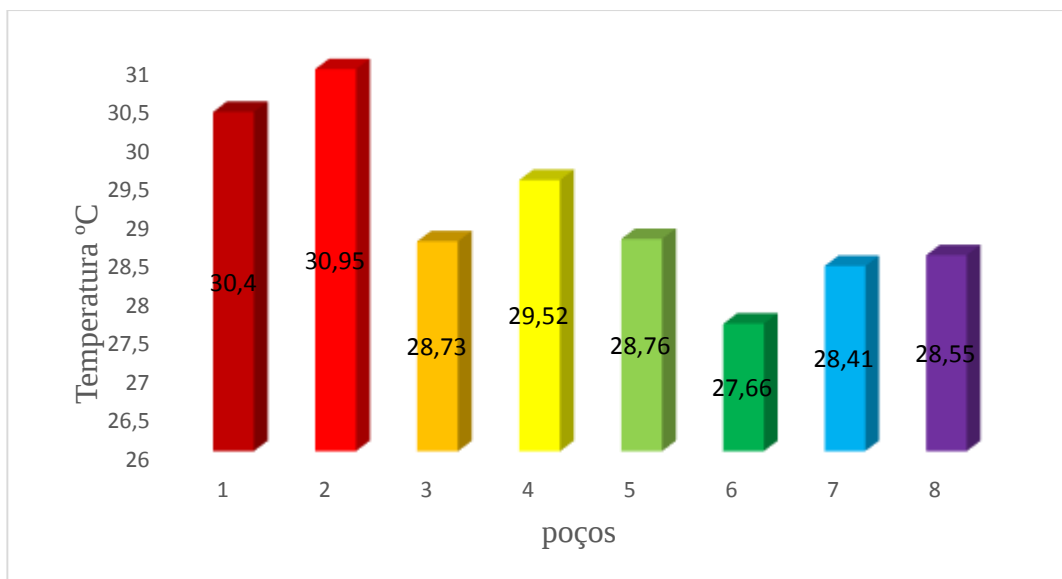


Fonte: Autoria própria, (2019)

Os poços P1 e P2 apresentaram maior média, com 767 mg/L e 808 respectivamente. Os poços C1 e C5 apresentaram menores médias, com 367 e 358. Todos os poços em análise estiveram dentro do limite permitido pela portaria. Vale salientar que, durante as medições houve acréscimos nos valores dos SDT's devidos as chuvas que aconteceram nos dias anteriores a coleta das amostras, que podem carregar sais, argilas, areias e siltes do solo para os poços.

4.2.4 Temperatura

As temperaturas não contam um alto percentual de danificação na qualidade das águas, pois apenas pode afetar na presença de organismos na composição da água, não estando seus limites definidos pela portaria em vigência.

Gráfico 4: Médias das temperaturas dos poços

Fonte: Autor próprio (2019)

As maiores temperaturas foram nos poços C1 e P1, com 30,4 e 30,95 ° C. As temperaturas mínimas foram em C8 e C5, com 27,66 e 28,41 ° C. No poço C8, percebemos a menor média da temperatura, que pode ser devido seu reservatório não manter contato direto com o sol, pois ele foi implantado em um armazém recoberto com telha cerâmica (Tabela 2), permitindo apenas uma pequena abertura para ter acesso à água.

A maior temperatura apresentada, no poço P1, pode ser explicada devido a profundidade do mesmo, já que é artesiano, bem como o P2, assim como a exposição de seu reservatório a radiação solar (Figura 15). As altas temperaturas em C1 são provenientes da exposição solar do mesmo, já que embora seja do tipo cacimbão, a água no local de coleta é armazenada em reservatório, com mostra a Figura 15.

Figura 15: Reservatórios pertencente ao município

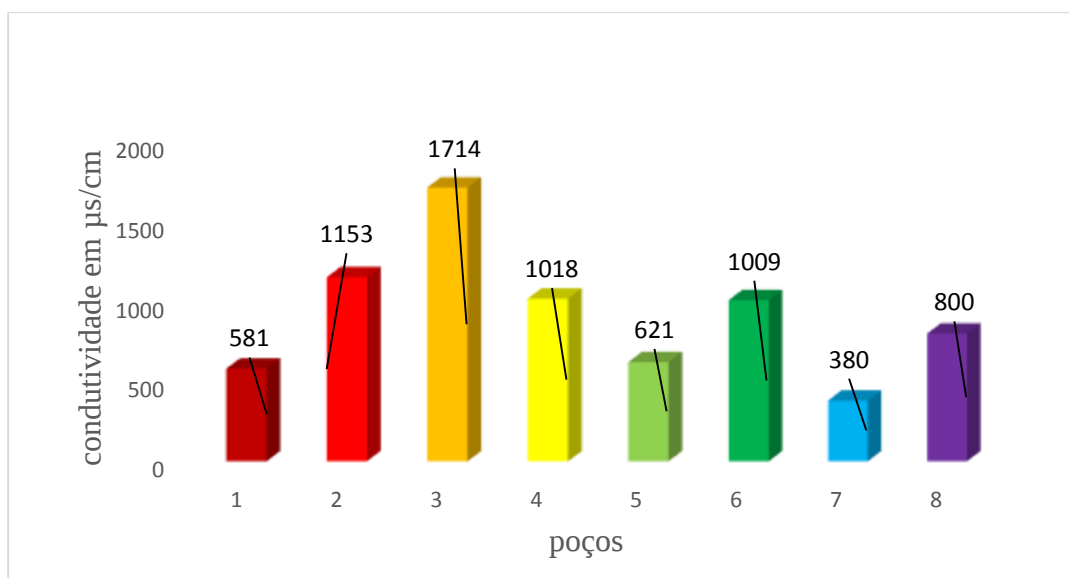


Fonte: Autoria própria (2019)

4.2.5 Condutividade

A capacidade da água de conduzir eletricidade é medida pela condutividade, quando em alta concentração pode ser indicador de alto teor de sais dissolvidos em sua estrutura. Mesmo assim, não é um indicador direto de risco a saúde humana (SANTOS; MOHR, 2013).

Gráfico 5: Médias da condutividade dos poços



Fonte: Autor próprio (2019)

Todos os poços mostrados no Gráfico 7 demonstram valores de condutividade abaixo do permitido, com exceção de P1 e C9 que possuem valores excessivamente altos, com 1100

e 1650 μ S/cm. Segundo o Ministério da Saúde valores acima de 1000 μ S/cm podem ter sido ocasionados pela presença de esgotos nas proximidades, podendo se infiltrar no solo e entrar em contato com os reservatórios.

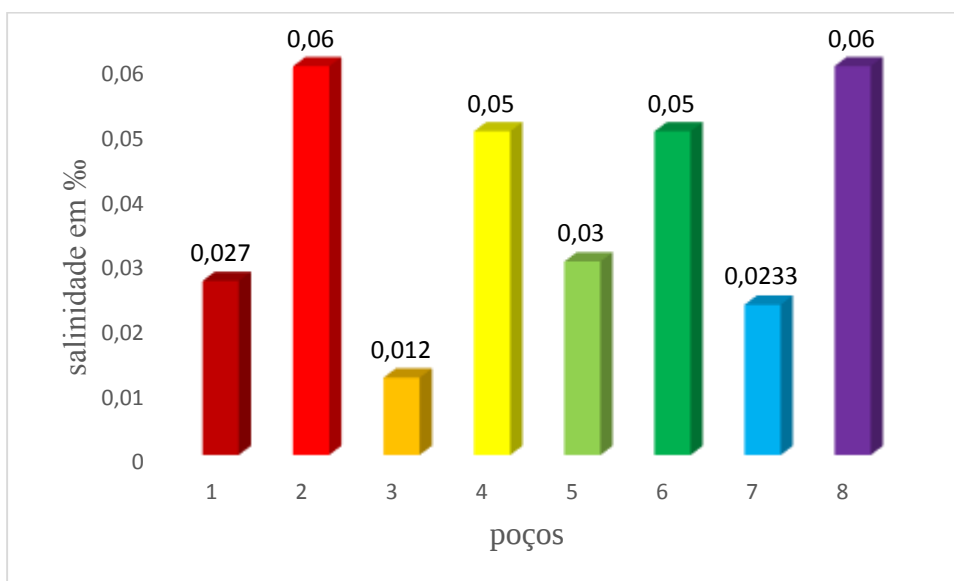
Ainda de acordo com o Ministério, águas limpas possuem concentrações próximas a 100 μ S/cm. Os poços C1 e C5 apresentam as menores concentrações, sendo 581 e 380 μ S/cm, mesmo sendo os menores ainda demonstram valores acima do sugerido.

Como mostrado anteriormente, existem nos locais, inúmeras fontes de contaminação, que podem ter contaminado a água através da presença de esgotos.

4.2.6 Salinidade

A salinidade pode causar problemas no abastecimento, consumo, bem como problemas na área da agricultura, como, por exemplo, a infertilidade do solo e ainda o sabor desconfortável ao ingeri-la (PINHEIRO; SILVA; CHUMVICHITRA, 2001).

Gráfico 6: Médias da salinidade dos poços



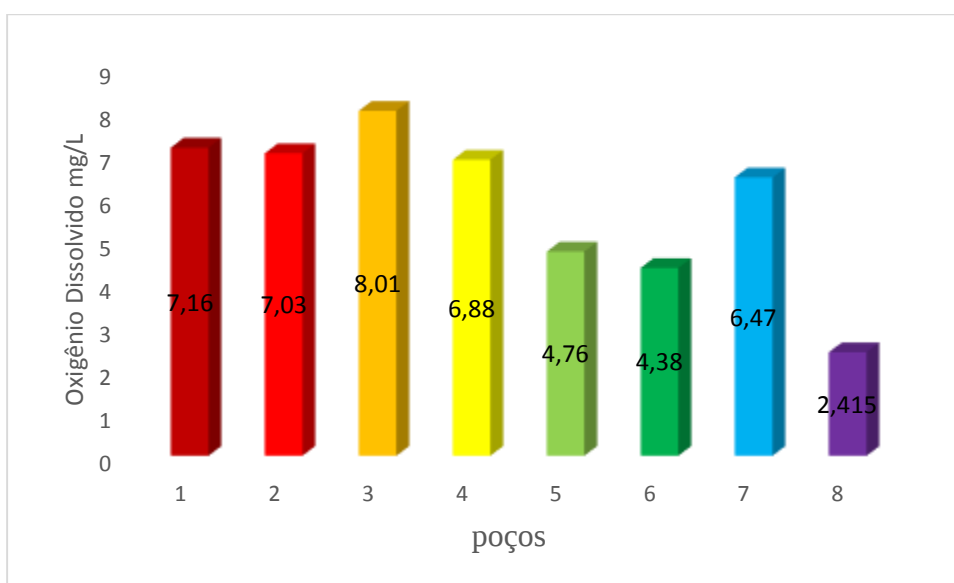
Fonte: Autoria própria (2019)

De acordo com o gráfico 9, a salinidade em todos os poços deu muito abaixo do limite para ser consideradas como salina, que é de 0,5 ‰ de acordo com a Tabela 1. Sendo assim, pode-se considerar todos do tipo água doce, que serão utilizados para consumo para de uso doméstico, irrigação, etc. Mesmo sendo do tipo profundo os poços P1 e P2 também mantiveram o valor de salinidade abaixo do permitido.

4.2.7 Oxigênio Dissolvido - OD

O oxigênio dissolvido é de grande importância na qualidade da água, este é obtido através da interação do reservatório com a atmosfera e fotossíntese de seres, sendo essencial para que os microrganismos e bactérias presentes na água realizem a decomposição da matéria orgânica ali presente, já que necessitam do oxigênio nesse processo (VON SPERLING, 2014).

Gráfico 7: Médias de oxigênio dissolvido dos poços



Fonte: Autor próprio (2019)

De acordo com o Gráfico 10 verificamos que nos poços 1, 2, 4 e 7 o nível de oxigênio dissolvido ficou muito próximo. Os maiores teores médios de oxigênio dissolvido foram nos poços C1 e C9, com valores 7,16 e 8,01 mg/L. Os menores valores foram em C8 e P2, com 4,38 e 2,41mg/L. Entre os poços analisados apenas o C7, C8 e P2, não estão conforme o que pede a legislação, que indica que o teor de OD deve ser maior que 6 mg/L. Valores baixos de OD podem ocorrer devido a presença de matéria orgânica, seja através de vegetação ou de esgotos céu aberto que diminuem a quantidade de oxigênio na água dificultando a vida dos organismos ali presentes. O poço C9 teve a maior concentração de OD, isso pode ter acontecido pela presença de vegetação excessiva ao redor como mostra na Figura 12.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi pensado com o intuito de como se encontra os padrões da qualidade das águas subterrâneas utilizadas pela população, aplicando normas e leis sugeridas pelos órgãos responsáveis, para conceituar seu nível de potabilidade de acordo com as análises feitas, onde esses reservatórios que estão se tornando destaque como forma principal de abastecimento.

Dos parâmetros medidos, podemos registrar que a condutividade em todos os poços, apresentou valores elevados, podendo ter sido afetada pela presença de esgotos e variações de temperaturas. O pH dos poços do tipo cacimbões indicou acidez, apenas o poço C8 que mesmo sendo o mesmo tipo indicou alcalinidade em sua estrutura. Para sólidos dissolvidos totais todos os poços indicaram estar dentro dos padrões permitidos pela Portaria MS nº 2.914/2011. Quanto a presença de oxigênio dissolvido nos poços, ficaram próximos aos valores permitidos pela legislação, somente o poço P2 que se mostrou abaixo em relação aos outros.

A salinidade de todos indica uma classificação como água doce. Já a turbidez, variou em todos os reservatórios principalmente no poço C5 que forneceu um valor muito elevado e o C1 e P1 deram abaixo do permitido causado pelo tipo de reservatório. As temperaturas variaram, estando algumas muito elevada, o que pode ter sido causada pelo horário de coleta das amostras e a localidade onde os reservatórios foram instalados.

Após todos esses dados analisados, verificamos que a água deve ser analisada minuciosamente quando for solicitada o seu uso, dando ênfase na presença de esgotos e entulhos nas proximidades dos poços, onde pode ter ocasionado as mudanças na qualidade dessa água. Como sugestão para trabalhos futuros, a investigação de padrões microbiológicos, que possam qualificar a água em análise como apropriada ou não para consumo.

REFERÊNCIAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Aquíferos**. 2014. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 01 fev. 2019. (2014^a)

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Poços para Captação**. 2014. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 01 fev. 2019. (2014^a)

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Águas Subterrâneas**. 2014. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 01 fev. 2019. (2014^a)

BELTRÃO, Breno Augusto et al (Org.). Diagnóstico da Cidade de José da Penha. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento Por Água Subterrânea**, Recife, p.1-20, 2005. Anual.

BRASIL. Albertino Alexandre Maciel Filho. (Org.). **Vigilância e Controle da Qualidade para Consumo Humano**. Brasília: Editora MS, 2006.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Porto Seguro: MMA/SRH, 2000 (Histore de Léau, George Ifrah, Paris, 1992).

CABRAL, Adriana Rodrigues; DANIEL, Mariely Helena Barbosa. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 19, p.487-492, 2011. Disponível em: <http://www.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_487-492.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2019.

CAMPOS, José Nilson B. **A evolução das políticas públicas no Nordeste**. Ceará: Cgee, 2012. 29 p.

CARDOSO, Fabrício Bueno da Fonseca. **Poços para captação de águas subterrâneas**. Brasília: 2016. 21 p

CHUMVICHITRA, Pichai. **Influência da Salinidade no Valor Econômico da Água para Uso DomésticoDoméstico: Uma Aplicação do Modelo CGCM**. 2001. 15 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Departamento de Economia Aplicada, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2001

FERREIRA, Adriana Niemeyer Pires et al. **Águas Subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2007

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para o consumo humano**. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2016. 418 p. (1).

MARENGO, José A. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido Brasileiro. In: MARENGO, José A. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Rebouças, A. C.; Braga Jr., B., Tundisi, J. G., 2011. p. 384-422.

MARENGO, José Antônio; DIAS, Pedro L. Silva. **Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos: Águas doces no Brasil - capital ecológico, usos múltiplos exploração racional e conservação.** São Paulo: Rebouças, A. C.; Braga Jr., B., Tundisi, J. G., 2007. 46 p.

Ministério da Saúde. **PORTARIA MS Nº 2.914/2011:** Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Editora Ms, 2011. 80 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **PORTARIA Nº 1.469 DE 29 DE DEZEMBRO DE 2000:** Norma de Qualidade da água para consumo humano. Brasília: Editora Ms, 2000.

MORTATTI, J. **Avaliação do Escoamento Superficial na Bacia Amazônica Através do Transporte de Material Fluvial.** 1994. 8 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Centro de Energia Nuclear da Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

PINHEIRO, JOSÉ Cesar Vieira; SILVA, Ismael Matos da; ABREL, Margarida R.; G., Gustavo H. F.; JOSÉ, Almir Cirilo. **Soluções para o Suprimento de Água de Comunidades Rurais Difusas no Semi-Árido Brasileiro: Avaliação de Barragens Subterrâneas.** 2003. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2003.

_____. Panoramas das águas. **Quantidade de água.** Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>> Acesso em: 29 janeiro. 2019

RECIFE. Breno Augusto Beltrão. Ministério de Minas e Energia. **PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE JOSÉ DA PENHA.** Recife: Cprm/prodeem, 2005. 20 p. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA.

RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água:** Tecnologia atualizada. 10. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2013. 332 p.

ROSENDO, Denise Kauanny de Araújo. **Levantamento Participativo da Infraestrutura do Saneamento Básico do Município de José da Penha.** 2019. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2019, no prelo.

SANTOS, Renata de Souza; MOHR, Tainara. **SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas.** 2013. 8 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria de. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA).** 2003. 9 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologias e Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana (uefs), Feira de Santana, 2003.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos Hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328 p.

VIEIRA, Andrée de Ridder. **Água para a vida, água para todos**: Livro das águas. Brasília: Via Imprensa Projetos Editoriais Ltda., 2006. 79 p.

VILLAR, Pilar Carolina. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E O DIREITO À ÁGUA EM UM CONTEXTO DE CRISE. **Sistema de Información Científica de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal**, São Paulo, p.84-100, 2016.

VON SPERLING, Marcos. **PRINCIPIO DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUAIS: INTRODUÇÃO A QUALIDADE DAS ÁGUAS E AO TRATAMENTO DE ESGOTOS**. 4. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2001. 470 p.