



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO INTERDISCIPLINA EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA

THAIS MABELLI ALVES RODRIGUES

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE PEREIRO/CE: UMA
PERSPECTIVA TEÓRICA**

PAU DOS FERROS/RN

2022

THAIS MABELLI ALVES RODRIGUES

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE PEREIRO/CE: UMA
PERSPECTIVA TEÓRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso Superior de Bacharelado em Interdisciplinar
em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal
Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos
Feros, como requisito para a obtenção do título de
Bacharela em Interdisciplinar Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Janaína Cortêz de Oliveira.
Corientador: Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos

PAU DOS FERROS/RN

2022

© 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.

R696q RODRIGUES, THAIS MABELLI ALVES.
QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE
PEREIRO/CE: UMA PERSPECTIVA TEÓRICA / THAIS
MABELLI ALVES RODRIGUES. - 2022.
40 f. : il.

Orientadora: JANAINA CORTEZ DE OLIVEIRA.
Coorientadora: WESLEY DE OLIVEIRA SANTOS.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. análise da água. 2. padrões de
potabilidade. 3. contaminantes da água de
cisterna . I. OLIVEIRA, JANAINA CORTEZ DE,
orient. II. SANTOS, WESLEY DE OLIVEIRA, co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

THAIS MABELLI ALVES RODRIGUES

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CISTERNAS NO MUNICÍPIO DE PEREIRO/CE:
UMA PERSPECTIVA TEÓRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharela em Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13/06/2022

BANCA EXAMINADORA

WESLEY DE OLIVEIRA
SANTOS:01354154380

Assinado de forma digital por WESLEY
DE OLIVEIRA SANTOS:01354154380
Dados: 2022.06.18 22:20:15 -03'00'

Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos – UFERSA Presidente
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA/CMPF

KYTERIA SABINA LOPES DE
FIGUEREDO:04965705440

Assinado de forma digital por
KYTERIA SABINA LOPES DE
FIGUEREDO:04965705440
Dados: 2022.06.20 16:43:20 -03'00'

Profa. Dra. Kytéria Sabina Lopes de Figueredo - UFERSA

Membro Examinador

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA/CMPF

**Marilia Cavalcanti
Santiago**

Assinado de forma digital por
Marilia Cavalcanti Santiago
Dados: 2022.06.19 19:22:50 -03'00'

Profa. Me. Marília Cavalcanti Santiago - UFERSA

Membro Examinador

Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA/CMPF

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me proporcionar coragem e foco para a realização desse trabalho.

Aos meus familiares por acreditarem no meu potencial e me motivarem a seguir em frente e persistir cada vez mais.

Agradeço aos meus amigos que estiveram presentes, e de forma direta ou indiretamente me ajudaram a não desistir, especialmente Ryvea Fernandes e Natália Leite, obrigada meninas, vocês são especiais demais.

E por fim, aos meus queridos sobrinhos Arthur Gabriel e Ketlyn por me proporcionarem momentos felizes e de descontração, tornando essa caminhada mais leve.

Meu muito obrigada à todos que estiveram comigo nessa caminhada, vocês foram incríveis!

RESUMO

A água é um recurso natural bastante relevante para a vida humana, diante desta importância nota-se a necessidade da sua preservação e cuidado. A qualidade da água destinada para consumo humano perpassa por diversos parâmetros que comprovam a sua propriedade. Neste objetivou-se conhecer acerca da qualidade da água nas comunidades rurais no município de Pereiro/CE, os padrões vigentes de potabilidade da água para o consumo humano, aspectos legais que asseguram a proteção deste recurso natural, e os tratamentos realizados para certificar que a água esteja apta para consumo. A metodologia baseou-se numa pesquisa na literatura a respeito das análises microbiológicas e físico-química da água, a qualidade da água destinada para consumo e as alternativas utilizadas para captação de água nas zonas rurais que não possuem água encanada. Este trabalho tem como objetivos apresentar a realidade da qualidade da água, identificar possíveis contaminantes oriundos da utilização de cisternas como sistema individual de abastecimento, e trazer medidas que possam amenizar e/ou eliminar fatores que causam risco à saúde da população. Diante disto, vê-se a necessidade de buscar formas de diminuir possíveis riscos à saúde da população consumidora, visto que, a construção de cisternas em localidades onde não há encanamento, é uma forma de proporcionar água para a região, mesmo possuindo algumas vulnerabilidades.

Palavras-Chave: Análise da Água, Padrões de Potabilidade, Contaminantes da Água de Cisterna

ABSTRACT

Water is a very relevant natural resource for human life, given this importance, there is a need for its preservation and care. The quality of water intended for human consumption involves several parameters that prove its property. The objective of this was to know about the quality of water in rural communities in the municipality of Pereiro/CE, the current standards of potability of water for human consumption, legal aspects that ensure the protection of this natural resource, and the treatments carried out to certify that the water is fit for consumption. The methodology was based on a literature search on microbiological and physical-chemical analysis of water, the quality of water intended for consumption and the alternatives used to capture water in rural areas that do not have piped water. This work aims to present the reality of water quality, identify possible contaminants arising from the use of cisterns as an individual supply system, and bring measures that can mitigate and/or eliminate factors that cause risk to the health of the population. In view of this, there is a need to seek ways to reduce possible risks to the health of the consumer population, since the construction of cisterns in places where there is no plumbing is a way of providing water to the region, even with some vulnerabilities.

Keywords: Water Analysis, Potability Standards, Contaminants in Cistern Water

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Imagem de localização dos municípios do Ceará com em destaque Pereiro e Fortaleza	28
Figura 2 – Imagem de localização do município de Pereiro/CE	28
Figura 3 – Imagem de Cisterna do Programa do Governo Federal	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará

COGERH – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos no Ceará

ETA – Estação de Tratamento de Água

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PSF – Programa de Saúde da Família

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SIGERH – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	13
3 REVISÃO TEÓRICA	14
3.1 QUALIDADE DA ÁGUA	14
3.2 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA	17
3.3 PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA	20
3.4 ASPECTOS LEGAIS DOS RECURSOS HÍDRICOS	23
3.5 COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO	24
DO CEARÁ – CAGECE	
3.5.1 <i>Coagulação</i>	25
3.5.2 <i>Floculação</i>	25
3.5.3 <i>Decantação</i>	25
3.5.4 <i>Filtração</i>	25
3.5.5 <i>Desinfecção</i>	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 TIPO DE PESQUISA	27
4.2 ÁREA DE ESTUDO	27
4.3 PROGRAMA DE CISTERNA	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA	31
EM PEREIRO/CE	
5.2 POSSÍVEIS CONTAMINANTES DA ÁGUA ARMAZENADA EM CISTERNAS	31
5.3 TRATAMENTO ADEQUADO PARA ÁGUA DE CISTERNAS	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7 REFERENCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento acerca da qualidade da água para o consumo humano tem levantado bastante questionamento acerca dos estudos referentes à microrganismos presentes na água, assim como fatores que levam à sua poluição. Fatos históricos têm frequentemente mostrado que as causas por trás de epidemias, que aconteceram no passado, foram devido a situação da qualidade da água que era ofertada para a população (FUNASA, 2014).

Com a chegada da Revolução Industrial, o planeta e o meio ambiente começaram a sentir impactos avassaladores. Os impactos negativos ao meio ambiente, má qualidade da água e escassez de recursos tem sido consequências ocasionadas pelo aumento da população e avanços no que diz respeito a tecnologia. A utilização de combustíveis fósseis, tem gerado grandes impactos ao ambiente, como o aumento de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, ocasionando um aumento considerável na temperatura da Terra. A aplicação de pesticidas nas atividades agrícola, também tem degradado o meio ambiente, a sua utilização contamina o solo, interferem no metabolismo de aves e degradam as terras para cultivo. O abastecimento de água, vem sendo um crescente problema no mundo, por causa da limitação dos aquíferos subterrâneos e a ausência de uma água de qualidade para consumo (FUNASA, 2014).

A água é um recurso primordial para a vida, o que torna bastante importante a sua preservação e cuidado. Para ser destinada ao consumo humano, a água deve passar por uma série de tratamentos, uma vez que, é considerado um dos principais vetores de enfermidades, mostrando que uma análise microbiológica se torna indispensável, antes do seu abastecimento.

A qualidade da água faz referência às características que são desejadas para consumo, ao que se diz respeito às características microbiológicas, elas podem ser alteradas por atividades oriundas da poluição, essa alteração pode ocasionar vários problemas econômicos e bem-estar da população (RAFAEL; SANTOS, 2016).

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, ao serem analisados em conjunto, determinam uma avaliação da qualidade da água. Esses parâmetros representam as suas características e indicam impurezas quando alcançam valores superiores aos determinados para uso.

A água destinada ao consumo humano é um dos principais vetores de enfermidades de natureza infecciosa, o que nos mostra a importância da realização de avaliação acerca da qualidade microbiológica (MARQUEZ, 1994). Geralmente, as doenças que possuem vinculação hídrica são causadas por microrganismos patogênicos, transmitidos pelo percurso fecal-oral, a ingestão de dejetos infectados através da água ou alimento contaminados

(GRABOW, 1996).

De acordo com a Declaração das Águas de 1992, a água é um dos recursos que é tido como um direito fundamental ao ser humano. A água é essencial para a sobrevivência de qualquer ser vivo. As atividades realizadas pelo homem desencadearam diversos problemas ambientais e poluição, a água foi um dos recursos afetados pelas consequências dessas ações.

No Brasil, os recursos hídricos superficiais apresentam 50% da totalidade dos recursos da América do Sul, e 11% dos recursos mundiais, em sua totalidade são 168.870m³/s. Esse recurso não é distribuído de forma uniforme, com isso, podemos destacar o excesso de água presente na Amazônia e a escassez presente no Nordeste (TUCCI, 2001).

As condições físico-climáticas presentes no Nordeste brasileiro podem dificultar a vida da população, demandando maior dedicação para racionalidade dos recursos naturais em geral, e principalmente da água. Levando em consideração o contexto do semiárido da região Nordeste, as chuvas são relativamente inferiores às demais regiões do país, a crise de água resulta na degradação dos mananciais e baixa eficiência dos serviços de saneamento básico (REBOUÇAS, 1997).

A escassez e irregularidade das precipitações pluviométricas na região Nordeste caracteriza a deficiência hídrica presente. O acesso à água de qualidade pela população rural apresenta uma condição limitante da proteção da vida no semiárido. A durabilidade desse problema de fragilidade hídrica das famílias rurais, proporcionou a defesa dos direitos dessa população, entre eles o direito à água como essencial, e à segurança hídrica (D'ALVA; FARIAS, 2008). A criação de cisternas para captação de águas pluviais é uma das alternativas que a comunidade rural encontrou para minimizar a escassez da água. Essa água geralmente é utilizada para consumo humano e para diversas atividades realizadas diariamente.

A necessidade de estabelecer normas para o consumo desse recurso tornou-se essencial. Surgindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 1997) que apresenta diversas normas direcionadas à qualidade da água para consumo, vigilância e controle desse recurso.

Diante dessa perspectiva, surge a importância de realizar um estudo teórico acerca da qualidade microbiológica e físico-química da água para o consumo humano na zona rural no município de Pereiro/CE, bem como, elencar possíveis contaminantes que possam afetar negativamente a saúde da população.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa tem como objetivo geral, realizar um estudo teórico acerca da qualidade físico-química e microbiológica da água, buscando compreender e identificar possíveis contaminantes oriundos da utilização de cisternas como sistema individual de abastecimento, que possam ocasionar risco à saúde da população consumidora.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender através da pesquisa literária a realidade que se encontra a qualidade da água no Ceará;
- Apresentar os parâmetros utilizados para comprovar o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano;
- Conhecer tratamentos utilizados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE para abastecimento local;
- Apresentar possíveis contaminações que podem ocorrer com a utilização de cisternas para captação de água;
- Indicar medidas corretivas e/ou preventivas que possam ser aplicadas para a melhoria do abastecimento local.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1 QUALIDADE DA ÁGUA

As transformações advindas da Revolução Industrial fizeram com que o homem começasse a modificar o planeta, a natureza de sua atmosfera e a qualidade da água. Os avanços tecnológicos atuais e o crescimento populacional, tem sido um dos grandes causadores de agressões ao meio ambiente, responsáveis pelo declínio da qualidade da água e capacidade de sustentar a vida (FUNASA, 2014).

De acordo com fatos históricos, o sistema de distribuição de água foi um dos responsáveis por epidemias que atingiram a população humana. A relação entre saúde, higiene e água, é um dos princípios que estão presentes desde o início da civilização, visto que, a água é indispensável para a vida humana (FUNASA, 2014).

Segundo o Ministério da Saúde (MS):

“A água pode veicular um elevado número de enfermidades e essa transmissão pode se dar por diferentes mecanismos. O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, por meio do qual um indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença” (MS, 2006).

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2017), a água é essencial para a realização de atividades do dia-a-dia e para o desenvolvimento econômico do país. Sua utilização pode servir para a produção de alimentos para consumo, através dela pode-se gerar energia, entre outras atividades essenciais para a sobrevivência humana.

Os rios das cidades brasileiras encontram-se, em sua grande maioria, contaminados e/ou deteriorados, sendo um dos maiores problemas ambientais do país. Os problemas encontrados nos rios, ocorrem, em grande maioria, pelo fato de algumas cidades brasileiras não possuírem tratamento de esgotos e coleta de lixo doméstico adequado.

A crescente preocupação com o abastecimento público da água se dá em função da limitação dos recursos e da deterioração da qualidade dos mananciais. As atividades humanas, bem como seu desenvolvimento e estilo de vida, tem sido um fator preponderante para essas

alterações e influências ao meio ambiente. Em alguns territórios, o recurso hídrico tem-se tornado escasso e com sua qualidade comprometida. Situações como desmatamento, assoreamento dos mananciais dos recursos hídricos, tem contribuído para o agravamento dessa situação.

A utilização da água doce no Brasil, é essencial para diversos usos, porém, o recurso natural tem sido bastante afetado nas regiões do país. Processos de urbanização, atividades agrícolas, falta de saneamento, industrialização, tem sido fatores preocupantes. Países que estão na sua fase de desenvolvimento são os que mais possuem esse agravamento, devido a ausência de serviços de abastecimento de água com qualidade, bem como o tratamento de esgotos.

Ao que se refere à qualidade da água distribuída no Brasil, a Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde Nº 5, Anexo XX: “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 3º).

De acordo com Freitas (2021), no Brasil os avanços referente à água canalizada, em 2016, 33,4 brasileiros não possuíam acesso à água tratada em suas casas, sendo 16,7% da população total. Entre os anos de 2004 a 2016, teve-se um investimento em saneamento básico totalizando R\$ 590,732 bilhões em todo o país, os custos no período somaram R\$ 389,188 bilhões, o que demonstra a condição econômica dos investimentos nesse setor.

Todavia, nota-se que uma grande parcela da população do Brasil, não possuem acesso à serviços de saneamento básico, isso afeta diretamente a saúde da população local, assim como, gerar poluição no meio ambiente, uma vez que, os esgotos que não possuem tratamento são despejados em cursos d’água, piorando as condições sanitárias do local (TUCCI, 2001).

Devido às instáveis condições de saneamento encontradas nos países que se encontram em desenvolvimento, as doenças ocasionadas pela péssima condição da água são as principais responsáveis por surtos epidêmicos e taxa de mortalidade geral e, principalmente infantil, ligadas ao consumo de água (PELCZAR *et al.*, 1996; JAWETZ *et al.*, 1998).

A região Nordeste detém de 18,2% do território nacional, com 1,56 milhões de km², possui a maior parte do semi-árido brasileiro e tem um baixo balanço hídrico. Possui temperaturas médias anuais de 23° a 27°. O clima semi-árido não é muito diversificado, apesar da sua grande extensão territorial. A variação anual da pluviometria, está relacionada aos baixos valores de chuvas anuais na região do Nordeste do Brasil, sendo uma das características da

ocorrência de secas, devido a redução do total pluviométrico sazonal durante os meses chuvosos. (MOURA *et al.*, 2007)

O Nordeste possui a menor quantidade de água do Brasil, possui alta densidade demográfica, o que acarreta a dificuldade para o abastecimento de água. De acordo com a ECO Nordeste (2020), cerca de 27,6% da população do nordeste sofrem com a escassez de água nas torneiras, e 72% da população não possui coleta de esgoto. Levando em consideração o contexto semi-árido do Nordeste, as chuvas se concentram em quatro meses ao longo ano, e são relativamente inferiores - 300 e 800 mm/ano (REBOUÇAS, 1997).

A ausência de chuvas em alguns períodos do ano, faz com que áreas que englobam regiões do interior do Nordeste, enfrentam meses de seca. Alternativas de abastecimento de água, como poços e cisternas, não garantem a qualidade da água, e geralmente, não possuem o tratamento adequado, podendo ocasionar diversos problemas para a saúde humana.

Segundo Figueiredo (2007), devido a eutrofização, diversos reservatórios e fontes de abastecimento do mundo, perderam sua capacidade de abastecer a população. Em regiões onde há escassez dos recursos hídricos, é bastante preocupante quando a qualidade da água é afetada. Os reservatórios da região do semi-árido do Nordeste brasileiro, em sua grande maioria, estão em estado eutrófico ou hipertrófico (LAZZARO *et al.*, 2003).

Nas regiões semi-áridas, os reservatórios para o abastecimento de água são utilizados para diversos fins, e quando o mesmo se encontra prejudicado na qualidade e quantidade, toda a população que utiliza esse reservatório é afetada. A baixa qualidade das águas atinge de forma prejudicial as atividades agrícolas e a pesca, além de ser um risco à saúde da população que faz o consumo dessa água (PETROVICH *et al.*, 2009).

Quanto ao saneamento básico na região Nordeste, sabe-se a importância desse serviço, uma vez que, a população sofre devido a sua ausência. O número de serviços de saneamento básico na região são abaixo da média nacional, tornando-se um assunto de extrema importância para ser discutido. A existência de inúmeros municípios em estado de emergência, devido as frequentes secas e a falta de saneamento básico, que é a principal causa para doenças que afetam a população, faz com que o Nordeste seja a segunda região com o pior índice de abrangência de saneamento básico no Brasil (Organização e Sistemas, 2021).

Segundo o IBGE (2021), o Ceará possui 148.894,447 km² de área territorial, população estimada em 9.240.580 pessoas. Devido a localização em que se encontra, o Estado do Ceará, assim como a maioria do Nordeste brasileiro, está localizado no chamado Polígono das Secas. A região tem como características o clima semi-árido e tem presente o bioma Caatinga, possuindo várias peculiaridades ambientais (BARROS, 2019).

Os altos índices de evaporação presente na região faz com que o armazenamento de água superficial sejam insuficientes para os períodos prolongados de seca. Essa situação acaba por fragilizar tanto seus ecossistemas naturais, quanto as estruturas sociais (CIRILO, 2018).

O Estado do Ceará possui uma baixa disponibilidade de água, devido a presença de alguns fatores, como baixos índices de chuvas, alta taxa de evaporação, secas frequentes, e contexto hidrogeológico desfavorável. Em decorrência aos períodos de seca, o Estado toma como estratégia a utilização de reservatórios que consistem em transportar águas dos anos chuvosos para anos secos subsequentes. A evaporação faz com que haja perda de água durante esse transporte de água realizado pelos reservatórios, limitando a capacidade de regularização (BRITO, 2018).

Na década de 80, o Estado do Ceará iniciou a legislar sobre recursos hídricos, no qual, procurou melhorias para a aplicabilidade de medidas de construção de obras hidráulicas, sendo criado o sistema único de gestão hídrica para o Estado. Em 1992 foi publicada a Lei Nº 11.996, que ainda diz respeito a política de recursos hídricos criada no Estado do Ceará. Com essa iniciativa, o Ceará possui um grande leque de legislações ao comparado com os outros Estados. De modo geral, são instituídas políticas de proteção desse recurso, normas técnicas, políticas estaduais, decretos, dentre outras formas que viabilizam a proteção e preservação dos recursos hídricos (OLIVEIRA, 2010).

Ao que se refere a oferta de água no Ceará, essa situação tem se agravado devido a má utilização de alguns ramos setoriais, no qual são empregadas técnicas que possuem alto índice de desperdício. O nível de armazenamento de água é mediano, porém, não há uma distribuição assertiva no território, o que acaba ocasionando diversos problemas como a sua contaminação, o uso de tecnologias que utilizam produtos químicos para sua potabilização, acaba por tornar a água imprópria para consumo humano (PACTO DAS ÁGUAS, 2008).

3.2 PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA

As contaminações das águas são originadas da contaminação de rios e córregos, que posteriormente são transformados em problemas ambientais. Os contaminantes químicos possuem diferenças daquelas de caráter infeccioso ou parasitário, por serem nocivos à saúde humana por sua exposição duradoura, distinguindo-se como centro de preocupação aqueles com características tóxicas que se acumulam. Tem-se como partes de poluição os resíduos das indústrias e os poluentes liberados pelas chaminés das fábricas quando despejados para os cursos d'água (FUNASA, 2014).

Os aspectos físico-químicos e microbiológicos da água podem ser transformados, devido à poluição, que pode ser ocasionado de muitas formas. Em consequência desses fatores, nota-se a grande importância de cuidar das reservas de água subterrâneas e superficiais, preservar e realizar seu uso de forma responsável e sustentável (RAFAEL e SANTOS, 2016).

De acordo com o Ministério da Saúde (2005), antes da água ser destinada ao abastecimento para o consumo humano, ela deve passar por uma série de tratamentos, que façam com que essa água que chega nas residências da população, seja de qualidade e não cause risco à vida humana.

Relacionado à qualidade da água para consumo humano, a portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, art. 5º:

“ I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem; II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde; III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria; IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde; V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011)

Segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS (2006), a avaliação da qualidade da água requer o conhecimento de algumas características químicas, físicas e biológicas, que devem estar dentro do padrão da potabilidade vigente. Os parâmetros físicos são: temperatura, cor aparente, sabor, odor, turbidez, sólidos e condutividade elétrica; dentre os parâmetros químicos temos o potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, acidez, dureza, oxigênio dissolvido, demandas químicas e bioquímicas de oxigênio, série nitrogenada, fósforo, ferro, manganês e micro poluentes; e por fim, as características biológicas: microrganismos de importância sanitária, bactérias coliformes e comunidades hidrobiológicas.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA), por mais que seja eficiente, tem-se a possibilidade de situações que colocam em risco a qualidade de água e, conseqüentemente, a saúde humana. Pode-se citar a contaminação dos mananciais através de descargas e/ou lançamento de efluentes; pressão negativa em tubulação, ocasionando a entrada de contaminantes na rede de distribuição ou adutora; problemas de manutenção nas estações de tratamentos; falta de manutenção na rede de distribuição e penetração de contaminantes em reservatórios públicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Nota-se a importância da vigilância ao que se refere a qualidade da água que é distribuída e consumida. Realizando essa inspeção com frequência, e em pontos estratégicos, ou seja, em locais que possuem maior vulnerabilidade no sistema, será mais fácil possuir uma conclusão referente a ocorrência em que a qualidade da água está sendo distribuída com uma má qualidade, e buscar medidas corretivas para impedir e/ou evitar essas situações. Utilizam-se da realização de análises físico-química e microbiológicas, conforme tem definido na legislação referente aos padrões de potabilidade. O procedimento é realizado através de probabilidade, dessa forma, busca-se determinar, através de uma amostragem no sistema, a probabilidade de risco à saúde da qualidade da água (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

De acordo com a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 – Publicada no DOU Nº 053, de 18 de março de 2005, p. 58-63. Na Seção II Das Águas Doces, o art. 14 traz condições e padrões de qualidade de água:

“I - condições de qualidade de água: a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido. b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes; c) óleos e graxas: virtualmente ausentes; d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes; e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes; f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂; i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT); l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e m) pH: 6,0 a 9,0.”

3.3 PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA

As análises de água destinada ao abastecimento humano possuem alguns parâmetros estabelecidos de acordo com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2014, p. 18-19-20) quanto aos indicadores relacionado a qualidade física.

Temperatura: a temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. [...] em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. Águas subterrâneas captadas a grandes profundidades frequentemente necessitam de unidades de resfriamento, a fim de adequá-las ao abastecimento.

Sabor e Odor: a conceituação de sabor envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor. No entanto, genericamente usa-se a expressão conjunta: sabor e odor. Sua origem está associada tanto à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns micro-organismos, notadamente algas. Neste último caso, são obtidos odores que podem até mesmo ser agradáveis (odor de gerânio e de terra molhada etc.) além daqueles considerados como repulsivos (odor de ovo podre, por exemplo). Despejos industriais que contêm fenol, mesmo em pequenas concentrações, apresentam odores bem característicos. Vale destacar que substâncias altamente deletérias aos organismos aquáticos, como metais pesados e alguns compostos organossintéticos não conferem nenhum sabor ou odor à água. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade exige que a água seja completamente inodora.

Cor: a cor da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferior a 1 μm – denominadas coloides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês). [...] a determinação da intensidade da cor da água é feita comparando-se a amostra com um padrão de cobalto-platina, sendo o resultado fornecido em unidades de cor, também chamadas uH (unidade Hazen). As águas naturais apresentam, em geral, intensidades de cor variando de 0 a 200 unidades. Valores inferiores a dez unidades são dificilmente perceptíveis.

Turbidez: a turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas). [...] a turbidez natural das águas está,

geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades fins de potabilidade; a turbidez deve ser inferior a 1 unidade. Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos micro-organismos patogênicos, minimizando a ação do desinfetante.

Sólidos: os sólidos presentes na água podem estar distribuídos da seguinte forma: em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e dissolvidos (voláteis e fixos). Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). Muito embora os parâmetros turbidez e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. [...] o padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite: 1000 mg/L), já que esta parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água.

Condutividade elétrica: a condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. [...] a condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). Até algum tempo atrás, a unidade mais usual para expressão da resistência elétrica da água era o mho (inverso de ohm), mas atualmente é recomendável a utilização da unidade S (Siemens). Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S/cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S/cm}$.

Ainda de acordo com a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2014, p. 20-21-25) que apresenta alguns indicadores da qualidade química da água, tendo como principais:

pH: o potencial hidrogênio (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). [...] em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto que valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. [...] o intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria MS n.º 2914/2011 entre 6,5 e 9,5. Este parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição.

Oxigênio dissolvido: trata-se de um dos parâmetros mais significativos para

expressar a qualidade de um ambiente aquático. É sabido que a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade). As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água.

A Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2014, p. 105-107-108), traz as análises microbiológicas como o intuito de fornecer assistência a respeito da potabilidade da água, ou seja, evitar a ingestão de microrganismos causadores de doenças. Os microrganismos patogênicos tem incluso vírus, bactérias, protozoários e helmintos. As bactérias do grupo coliforme são indicadores de contaminação fecal:

Coliformes totais: As bactérias do grupo coliforme estão presentes no intestino humano e de animais de sangue quente e são eliminadas nas fezes em números elevados (106/g – 108/g). [...] o grupo dos coliformes inclui bactérias não exclusivamente de origem fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas. Além disso, principalmente em climas tropicais, os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. [...] na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Sua aplicação restringe-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada, na qual sua presença pode indicar falhas no tratamento, uma possível contaminação após o tratamento ou ainda a presença de nutrientes em excesso, por exemplo, nos reservatórios ou nas redes de distribuição.

Coliformes fecais: O grupo dos coliformes fecais compreende o gênero *Escherichia* e, em menor extensão, espécies de *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. [...] com base no fato de que entre os cerca de 106-108 Coliformes fecais/100 mL, usualmente presentes nos esgotos sanitários predomina a *Escherichia coli*, que é uma bactéria de origem fecal, estes organismos ainda têm sido largamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais. [...] é pouco provável que os Coliformes fecais se desenvolvam em sistemas de distribuição, a menos que exista abundância de nutrientes, ocorra pós-contaminação, que a temperatura da água tratada seja inferior a 13° C e não exista cloro residual livre, e, por isto, ainda guardam certa credibilidade como indicadores da qualidade da água tratada e distribuída.

***Escherichia coli*:** [...] fermentam a lactose e manitol com produção de ácido e gás e produzem indol a partir de triptofano a 44°C-45°C em 24 horas; são oxidase-negativas e não hidrolisam a ureia. [...] a origem fecal da *E. coli* é inquestionável e sua natureza ubíqua pouco provável, o que valida se o papel mais preciso de organismo indicador de contaminação tanto em águas naturais quanto tratadas.

3.4 ASPECTOS LEGAIS DOS RECURSOS HÍDRICOS

A evolução legislativa dos recursos hídricos no Brasil iniciou com a Constituição Federal de 1988. A formalização da importância desse recurso como um bem público e de valor econômico, acarretou na criação das bases para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, fazendo com que o país olhasse para a questão da gestão de recursos hídricos de forma mais séria.

No Estado do Ceará, a legislação olhando para a utilização dos recursos hídricos de forma consciente começou na década de 90. Em 1º de abril de 1987, foi criada a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH/CE, órgão relacionado à gestão da água (CEARÁ, 1987).

Em 24 de julho de 1992, a Lei Nº 11.996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, veio com o intuito de regularizar a matéria de recursos hídricos no Estado e destacar os principais aspectos nela exposto. Desta mesma Lei, no seu capítulo II, art. 1º, traz como princípio fundamentais:

“I - Princípios Fundamentais: a) O gerenciamento dos Recursos Hídricos deve ser integrado, descentralizado e participativo sem a dissociação dos aspectos qualitativos e quantitativos, considerando as fases aérea, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico; b) A unidade básica a ser adotada para o gerenciamento dos potenciais hídricos é a bacia hidrográfica, com decorrência de condicionante natural que governa as interdependências entre as disponibilidades e demandas de recursos hídricos em cada região; c) A água, como recurso limitado que desempenha importante papel no processo de desenvolvimento econômico e social, impõe custos crescentes para sua obtenção, tornando-se um bem econômico de expressivo valor, decorrendo que: a cobrança pelo uso da água é entendida como fundamental para a racionalização de seu uso e conservação e instrumento de viabilização da Política Estadual de Recursos Hídricos; o uso da água para fins de diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais, por competir com outros usos, deve ser também objeto de cobrança; d) Sendo os Recursos Hídricos bens de uso múltiplo e competitivo, a outorga de direitos de seu uso é considerada instrumento essencial para o seu gerenciamento e deve atender aos seguintes requisitos: a outorga de direitos de uso das águas deve ser de responsabilidade de um único órgão, não setorial, quanto às águas de domínio federal, devendo ser atendido o mesmo princípio no âmbito do Estado; na outorga de direitos de uso de águas de domínio federal e estadual de uma mesma Bacia Hidrográfica a União e o Estado deverão tomar medidas acauteladoras mediante acordos entre Estados definidos em cada caso, com interveniência da União (CEARÁ, 1992).”

Em 18 de novembro de 1993 foi publicada a Lei Nº 12.217, que cria a Companhia de

Gestão dos Recursos Hídricos no Ceará – COGERH. Tem por finalidade gerenciar a oferta desse recurso sucessivo dos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do próprio Estado. Busca conduzir as questões ao que se refere ao aproveitamento e controle desse recurso.

A Lei Nº 9.433 publicada em 8 de janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. No seu capítulo II, art. 2º, traz os objetivos da PNRH:

“I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (CEARÁ, 1993).”

A Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, aborda a criação a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece regras para atuação, define estrutura administrativa, realiza planejamentos em âmbito nacional, regional e estadual, define a fonte dos recursos (BRASIL, 2000).

A Portaria Federal 1.469, 29/12/2000, do Ministério da Saúde, dispõe sobre procedimentos e responsabilidades referente ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano e seu padrão de potabilidade, em virtude da importância que a qualidade e quantidade do recurso hídrico representa para a melhoria da qualidade de vida e manutenção da saúde.

3.5 COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, tem como finalidade contribuir para a melhoria da qualidade da água de abastecimento e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida da população e o seu desenvolvimento.

No Estado do Ceará, a empresa fornecedora de água é a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. O tratamento realizado pela empresa é através de processos como a coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Esses processos reagem como purificador da água, assegurando a qualidade da água para o consumo humano de acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, que dispõe do controle e da vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (GOMES, 2019).

A Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE tem a finalidade de assegurar uma qualidade da água que esteja dentro dos padrões de potabilidade, dessa forma são

realizados os seguintes tratamentos:

3.5.1 *Coagulação*

Consiste em um processo em que se tem a reação das impurezas presentes na água com compostos hidrolisados, que são formados devido a adição de agentes químicos que reagem como coagulantes. A realização dessa mistura pode ser com um misturador mecanizado ou hidráulico. Essa etapa é bastante importante para remover as partículas suspensas, coloidais, dissolvidas e outros contaminantes, que são os principais responsáveis pela alteração da cor, odor, sabor e turbidez das águas utilizadas para abastecimento (HELLER; PADUA, 2006).

3.5.2 *Floculação*

O processo de floculação é realizado após a coagulação, a água é transportada para floculadores, onde terá a formação de flocos. Esse processo é fundamentalmente físico, rápido e depende do pH, temperatura, e quantidade de impurezas presente. Os floculadores são destinados a diversas câmeras, dentro das quais há uma alteração na agitação da água gradativamente, evitando a quebra dos flocos (GOMES, 2019). Nessa etapa não ocorre a remoção de impurezas, apenas a proteção da água, que será transportada para decantadores. Os parâmetros operacionais nessa etapa são: tempo em que a água permanece armazenado no recipiente de floculação e o gradiente de velocidade, esses parâmetros são determinados de acordo com cada companhia de tratamento (HELLER; PADUA, 2006).

3.5.3 *Decantação*

Esse processo de decantação tem como finalidade a remoção de sedimentos dos flocos, formados pelo processo de floculação, realizando a retirada das impurezas presentes na água. A decantação é um fenômeno físico natural, processo de afastamento de impurezas, que estão aglutinadas em flocos devido às etapas anteriores. De acordo com Heller e Pádua (2006), a Estação de Tratamento de Água (ETA) justifica a formação destas unidades, devido a aglomeração de sólidos elevados, que podem estar dissolvidos, suspensos ou coloidais.

3.5.4 *Filtração*

De acordo com Macedo (2007), o processo de filtração tem a finalidade de remover as partículas que estão em suspensão, e uma parte da acumulação bacteriana presente. Nessa etapa, tem-se a presença de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Para a realização dessa etapa,

é necessário realizar uma análise referente ao material que se busca separar, assim como, o tipo de filtro que deve usar para esse processo. Para a escolha do filtro adequado para usar, deve-se verificar a velocidade que a água passa por ele.

O processo de filtração usa um meio filtrante que será composto por uma camada de areia, em outros casos pode-se usar uma camada de areia e outra antracito. A areia utilizada deve possuir propriedades diferentes e granulometria determinada. No tratamento convencional, o escoamento da água é de cima para baixo, e as impurezas vão ficando presas ao longo do meio filtrante (GOMES, 2019).

Segundo o Ministério da Saúde (2004), essa etapa é um processo final de remoção de impurezas, tornando-o o principal responsável pela produção de água com qualidade de acordo com o padrão de potabilidade.

3.5.5 *Desinfecção*

O processo de desinfecção tem a finalidade de correção e prevenção, essa etapa procura eliminar organismos patogênicos que podem estar na água. Para a desinfecção da água, é mantido um desinfetante na água que abastece à população, com o objetivo de prevenir contaminações futuras (HELLER; PADUA, 2006).

Para realizar a desinfecção, tem-se alguns produtos que geralmente são utilizados, como: cloro, hipoclorito de cálcio, dióxido de cloro, ozônio, radiação ultravioleta. Levando em consideração os compostos desinfetantes mais usados no Brasil, podemos citar o cloro e seus compostos. A utilização do cloro e seus compostos se dá devido à sua eficácia de desinfecção, além do seu baixo custo. Em algumas Estações de Tratamento de Água – ETAs, realizam a utilização de carvão ativo para o tratamento de desinfecção, para a adsorção dos compostos orgânicos presentes na água (GOMES, 2019).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Segundo Lima e Mioto (2007), uma pesquisa bibliográfica quando bem elaborada, pode servir como base para a realização de hipóteses e interpretações, que posteriormente irão ajudar na elaboração de novos trabalhos de pesquisa.

Segundo Gil (2014), a pesquisa bibliográfica é efetivada tomando como base trabalhos já publicados, pesquisas e artigos, abordando conteúdos, informações e dados que possam ser empregados na composição de um novo projeto de pesquisa.

A realização de um trabalho científico é iniciada a partir de uma pesquisa bibliográfica, que dá ao pesquisador a chance de se aprofundar e conhecer o que já foi estudado anteriormente sobre o tema. A pesquisa bibliográfica é executada a partir de uma investigação de informações teóricas já estudadas e examinadas, publicadas em espaços eletrônicos ou escritos (FONSECA, 2002, p. 32).

Segundo Boccato (2006, p. 266),

“(...) a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação e divulgação.”

A pesquisa bibliográfica realizada buscou fundamentar-se em estudos teóricos a respeito da qualidade da água, parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e apresentou os padrões de potabilidade da água.

O levantamento de informações, no decorrer de toda fase de pesquisa sobre a temática abordada foi realizado em livros, revistas, trabalhos publicados, sites de internet, entre outros materiais.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o IBGE (2020), o município de Pereiro/CE possui uma área territorial de 435.868 km², com 16.356 habitantes, a maior concentração populacional se encontra na zona rural. O município apresenta apenas 12,4% de domicílios com esgotamento sanitário, e a companhia responsável pelo armazenamento e abastecimento da água é a Companhia de Água

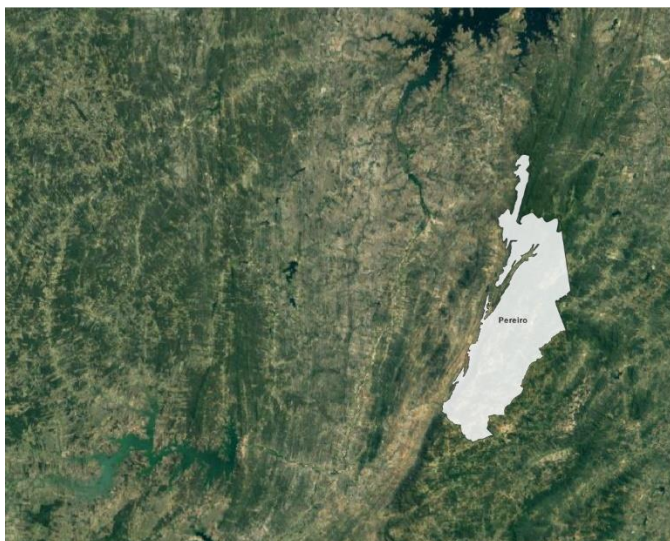
e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Figura 1 – Imagem de localização dos municípios do Ceará com em destaque Pereiro e Fortaleza



Fonte: Autora (2022)

Figura 2 – Imagem de localização do município de Pereiro/CE



Fonte: Autora (2022)

O clima da região é tropical quente sub-úmido e tropical quente semiárido branco, possui temperaturas médias entre 24° a 26° e sua média pluviométrica é de 1.097,3 mm concentrada entre os meses de janeiro e abril. De acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE (2017) o município de Pereiro/CE possui relevos maços residuais e depressões sertanejas, solos bruno não cálcico, solos litólicos e podzólicos vermelho-amarelo, vegetação caatinga arbustiva densa, caatinga arbustiva aberta, floresta

caducifólia espinhosa e floresta subcaducifólia tropical pluvial, sua bacia hidrográfica é o médio jaguaribe.

Relacionado ao abastecimento de água, o município dispõe de muitas formas coletivas e individuais. A solução coletiva atende o sistema público de abastecimento pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e demais sistemas como os realizados por associações comunitária pela prefeitura e pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR. As soluções individuais, pode-se destacar o abastecimento por meio de água da chuva armazenada em cisternas, água canalizada de manancial superficial ou subterrâneo (PMSB, 2019).

De acordo o IBGE (2010), o abastecimento local dispõe de 98% da população urbana utiliza a rede geral para abastecimento e 2% outra forma de abastecimento. A população rural por sua vez, tem 57% da população utilizando a rede geral, 28% outra forma de abastecimento, 13% poço ou nascente na propriedade e 2% água da chuva armazenada em cisterna.

A zona rural de Pereiro/CE possui 76 localidades nominadas pelo IBGE que são atendidas por rede geral, poço, cisterna e outras formas de abastecimento, de acordo com o levantamento realizado pelo Censo/2010 (PMSB, 2019).

As comunidades rurais como Sítio São Paulo, Sítio Carvão, Pedra Branca e Trindade, são localidades que ainda se vê a utilização de soluções individuais para o abastecimento de água em maior quantidade. A utilização de carros-pipas é a alternativa mais usada no município para que a população em zonas rurais tenham acesso à água para realizar suas atividades do cotidiano e para consumo.

4.3 PROGRAMA DE CISTERNA

De acordo com o Ministério da Cidadania, o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) desde 2003, estabelecido pela Lei Nº 12.873/2013, tem a finalidade de proporcionar acesso à água para o consumo humano e para produção de alimentos através da aplicação de tecnologia sociais de baixo custo e fácil acesso.

O público alvo deste programa são famílias que vivem em comunidades rurais, em situações de vulnerabilidade social e econômica, que são atingidas pela seca e falta de água regularmente. O semiárido brasileiro é a região prioritária deste programa, a implementação de tecnologias de cisternas, que são reservatórios que armazenam água da chuva, será usada para assegurar os moradores nos períodos de falta de chuva na região (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, s.d.).

A metodologia utilizada pelo programa é a de Tecnologia Social, ou seja, há primeiro a interação direta com a população que será beneficiada, no qual, terá a mobilização social que será o processo de escolha das comunidades envolvidas, posteriormente terá uma capacitação, que terá como objetivo estimular a comunidade, serão realizadas capacitações voltadas à educação popular, e por fim a construção da cisterna (MINISTÉRIO DA CIDADANIA, s.d.).

Figura 3 – Imagem de Cisterna do Programa do Governo Federal



Fonte: Agência Brasil (2020)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DA QUALIDADE DA ÁGUA EM PEREIRO/CE

Foi realizado um levantamento no Plano Municipal de Saneamento Básico no ano de 2017, no qual, foi feito uma análise pela CAGECE, onde se teve a coleta de amostras de água bruta e tratada no município de Pereiro/CE, e elencados os resultados dos principais parâmetros, que são turbidez, cor aparente, cloro residual livre, coliformes totais e *Escherichia coli*.

Relacionado às análises do parâmetro cloro residual livre (mg/L) na rede de distribuição, parâmetro utilizado como indicador que garante a manutenção do processo de desinfecção da água tratada, foi constatado na avaliação que os resultados estavam de acordo com padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011. Nas análises de cor aparente (uH), foi constatado a presença de substâncias dissolvidas na água, que pode ter sido devido aos períodos chuvosos, porém, a grande maioria dos resultados obedeceram o padrão estabelecido na Legislação. Relacionado a Turbidez, que mostra a presença de partículas em suspensão na água as amostras obedeceram ao padrão estabelecido. As análises de Coliformes Totais, representado pelo grupo de bactérias presentes no intestino de homens e animais, sua presença na água pode indicar contaminação por fezes, que pode ocasionar transmissão de doenças. A análise realizada no decorrer do ano de 2017 trouxe alguns pontos de contaminação por coliformes totais, que de acordo com a CAGECE, nessas situações é realizado uma descarga de rede no local e em seguida é feita novamente a coleta de amostra para uma nova análise bacteriológica. As análises do parâmetro *Escherichia coli*., grupo específico que indica contaminação de fezes e presença de organismos patogênicos, todas as amostras não apresentaram presença de nenhuma contaminação (PMSB, 2019).

5.2 POSSÍVEIS CONTAMINANTES NA ÁGUA ARMAZENADA EM CISTERNAS

Conforme descrito no Plano Municipal de Saneamento Básico (2019) do município de Pereiro/CE, segundo informações da prefeitura local, nas zonas rurais que é utilizado soluções individuais, é ofertado orientação do Programa de Saúde da Família – PSF e cloro para tratamento de água.

Na zona rural de Pereiro/CE tem-se a presença de cisternas com a finalidade de captar e armazenar água da chuva, essas cisternas podem ser abastecidas por outros meios, como o mais utilizado no interior do Nordeste, o carro-pipa. Nos dois casos, a qualidade da água pode ser afetada por diversas razões, como a poluição atmosférica; pela forma que se coleta a água da chuva; manutenção imprópria da cisterna; fatores relacionados à origem da água; transporte

por meio de carros-pipas, entre outros (AMORIM; PORTO, 2003).

A qualidade da água originada das chuvas, pode ser afetada pela poluição do ar e pelo modo de captação utilizado, que possibilitam a entrada de contaminantes. Esses contaminantes podem ser biológicos ou não. As fezes de animais, as folhas de árvores podem ser fatores preponderantes para a contaminação da água com organismos maléficos à saúde humana, podendo alterar também o seu sabor e odor. Outro problema encontrado é a localidade em que as cisternas são construídas, locais próximos a fossas e esgotos, ausência de conservação da água, tampas inapropriadas, fissuras e utilização de cordas e baldes para coletar a água das cisternas, podem favorecer a contaminação da água. Esses fatores podem ocasionar a contaminação por microrganismos e causar riscos consideráveis à saúde humana (RUSKIN, 1988).

De acordo com Luna e Brito (2011), fatores que podem contribuir para a contaminação das soluções individuais é a falta de cuidados com a higiene das mãos e utensílios utilizados no contato direto com as águas armazenadas, assim como a ausência de tratamento dessa água, o que colabora para a falta de potabilidade, principalmente em comunidades rurais.

A qualidade da água armazenada em cisternas, bem como sua segurança sanitária, estão relacionadas ao uso a que se destina a água, a contaminação da água de chuva geralmente pode ocorrer devido a forma que é feita a captação ou quando se armazena de forma inadequada. Dessa forma, vê-se que a segurança sanitária da água armazenada em cisterna depende da educação sanitária que a comunidade possui, da realização de manutenção e inspeção regular do reservatório individual (ANDRADE NETO, 2013).

A utilização das cisternas para captação de água, deve levar em consideração não só o provimento de água com qualidade, visto que, diferentemente do sistema de água tradicional que é vedado a entrada de contaminantes, a cisterna por sua vez, é um sistema aberto. Levando isso em consideração, a manutenção da qualidade da cisterna é função dos consumidores, deve-se ter conhecimento prático acerca da qualidade da água, que pode ser obtido por meio de uma gestão educativa ofertada pelo município (AMORIM; PORTO, 2003).

5.3 TRATAMENTO ADEQUADO PARA ÁGUA DE CISTERNAS

Para que a água esteja dentro dos parâmetros estabelecidos para consumo humano, será necessário a correção de algumas de suas propriedades, a fim de que os padrões específicos sejam alcançados para se ter uma água de qualidade. Surge então a necessidade da realização dos tratamentos das águas captadas para consumo (PIVELI; KATO, 2005).

A qualidade da água adequada para consumo resulta em medidas tomadas com a finalidade de evitar contaminações, essas medidas podem ser separadas em aplicações de ações que buscam criar uma barreira física aos possíveis contaminantes e a utilização de tratamento da água da cisterna (AMORIM; PORTO, 2003)

Libânio (2010) diz que as tecnologias utilizadas para o tratamento de água para consumo humano possuem três fases: clarificação, filtração e desinfecção. A clarificação engloba as etapas de coagulação, floculação e decantação, com a finalidade de remover sólidos suspensos e uma parte dos sólidos dissolvidos. Posteriormente, tem a filtração que realiza a remoção dos sólidos dissolvidos e microrganismos. E por último a desinfecção que realiza o papel de inativar os microrganismos que permaneceram na água após a filtração.

Segundo Brito e Silva (2008), a qualidade da água é um parametro de grande importancia, assim como sua quantidade. No que se refere ao consumo humano, adota-se processos de tratamento de água mais acessível e que necessitam de menos tecnologias. Temos como métodos a fervura – prática comum e que necessita de alto consumo de energia; filtragem – utilização de filtros com materiais simples como carvão, areia e pedra; desinfecção solar da água (SODIS) – processo que coloca a água ao sol durante algumas horas por dia e cloração – utilização de cloro na água, método mais usado em tratamentos de água.

O processo de filtração pode ser utilizado tanto para quando for colocar água na cisterna, quanto para quando for tirar água da cisterna para uso. Ruski (2002), recomenda que para realizar filtração no ponto de saída, utilizem filtros como o de sedimentos e de carvão, com camadas de cascalho, carvão, areia fina e areia grossa.

De acordo com Amorim e Porto (2003), a desinfecção pode ser entendida como um processo físico que destrói microrganismos presentes na água, que mesmo após a filtração, permanecem na água. Para esse processo é utilizado a cloração que usa o cloro como um agente desinfetante. Em cisternas utiliza-se o cloro líquido, o hipoclorito de sódio presente na água sanitária.

Para que o processo de cloração tenha êxito, decorre de alguns fatores como o tempo de contato do cloro com a água, que não pode ser menor que 30 minutos; a utilização da quantidade correta de cloro residual livre, sendo 0,5 mg de cloro por litro de água, após ter recebido uma porção de 2,0 mg por litro durante o processo de cloração; e a turbidez da água que não pode ultrapassar 1 UNT - unidade de turbidez (AMORIM; PORTO, 2003).

As tecnologias sociais utilizadas para o tratamento de água para consumo doméstico são quaisquer diversidades de tecnologias e métodos que tenham como finalidade o tratamento de água em domicílio, escolas, centros de saúde, entre outros. Essas tecnologias concedem às

peessoas a responsabilidade pelo tratamento e armazenado preservado da sua própria água, sendo comprovado ser uma forma mais acessível para melhorar a saúde e prevenir doenças relacionadas ao consumo de água (WHO, 2011).

Levando em consideração a distribuição de água potável para a população, garantindo assim sua saúde, Clasen et al. (2004) descreve que a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem contribuído para pesquisas fundamentadas em ações simples e de baixo custo para comunidades vulneráveis, que tenha capacidade de melhorar a qualidade microbiológica da água armazenada em soluções individuais, diminuindo riscos de doenças diarreicas e morte. Pretende utilizar das tecnologias sociais para o tratamento de água, que são acessíveis a população, de baixo custo, e que envolve a participação da sociedade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por motivos de escassez hídrica no semi-árido vê-se a importância de construir cisternas para a população que vive nas zonas rurais, observa-se a necessidade de garantir a qualidade da água para a população consumidora. O abastecimento dessas cisternas por precipitações e/ou carros-pipa, minimizam o problema da falta de água, porém, apresentam possíveis riscos à saúde, por ser uma fonte potencial de contaminação, ligado à origem da água e sua vulnerabilidade durante o seu transporte, além das condições de higiene e limpeza do veículo utilizado (AMORIM; PORTO, 2003).

O sistema de abastecimento utilizado na zona rural do município de Pereiro/CE apresentam desafios e fragilidades que precisam ser resolvidos. Esses problemas necessitam de uma abordagem intersetorial no sistema de abastecimento da população que se encontra na zona rural. Pode-se usar como exemplo o planejamento de ações, gestão e infraestrutura relacionada ao setor de recursos hídricos e saneamento básico, tornando possível o acesso a água de qualidade, outro fator que pode ser levado em consideração é o controle de fontes poluidoras.

A análise do diagnóstico de abastecimento da água realizado pela CAGECE em 2017, teve a finalidade de apresentar as evidências do tratamento da água ofertado tanto para as soluções coletivas, quanto individuais. Reforçando que para soluções individuais, a responsabilidade de manutenção é exclusiva do consumidor.

Dessa forma, é notório a necessidade de realizar educação sanitária para a população que vive em zonas rurais no município de Pereiro/CE e utilizam soluções individuais para seu abastecimento de água. Essa educação sanitária, trará para a população formas de garantir a melhoria da qualidade da água, bem como formas de realizar manutenção de suas fontes individuais, além de ensinar formas de tratamentos de águas que já estão contaminadas, essas ações devem ser realizadas com o intuito de melhorar e/ou minimizar quadros que possam oferecer risco à saúde da população.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, C. O. de. Aproveitamento imediato da água de chuva. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*. v.1, n.1 – Andrade Neto, p- 73-86, 2013 – ISSN: 2317-563X
- ALVES, M. G. Bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba. Orientador: Flavio Cesar Almeida Tavares. 2007. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- AMORIM, M. C. C. de PORTO, E. R. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Juazeiro. Anais... Juazeiro: ABCMAC; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003.
- ANA. Relatório da ANA apresenta situação das águas do Brasil no contexto de crise hídrica. Publicado em: 04 de dez. 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/relatorio-da-ana-apresenta-situacao-das-aguas-do-brasil-no-contexto-de-crise-hidrica>> Acesso em: 18 de abr. 2022
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ. LEI Nº 11.996, DE 24.07.92 (D.O. DE 29.07.92). Disponível em: <<https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/desenv-regional-recursos-hidricos-minas-e-pesca/item/1022-lei-n-11-996-de-24-07-92-d-o-de-29-07-92>> Acesso em: 22 de abr. 2022
- AUGUSTO, L. G. S. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. *Ciência e Saúde*, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 1511-1522, jun. 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/BLQQZStH GK3KMFZdj9zwQKL/?lang=pt>. Acesso em: 5 de abr. 2022.
- AZEVEDO, M. V. Estudo da relação entre hepatite A e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região da Baía de Sepetiba - RJ. 2001. 107 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.
- AZEVEDO, Ramona Conceição Moreira de. Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2014.
- Barros, I. B. B. F., & Freire, G. S. de S. (2019). Qualidade da água de poços paralisados no município de Itapipoca, Ceará. *Águas Subterrâneas*, 33(4). <https://doi.org/10.14295/ras.v33i4.29745>
- BARTA, R. L.; SILVA, J. A. G.; DARONCO, C. R.; PRETTO, C.; STUMM, E. M. F.; COLET, C. F. Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Ijuí, RS, Brasil.
- BLOG EOS, Saneamento Básico. Conheça a situação do saneamento básico no nordeste.

Publicado em 25 de jan. 2021. Disponível em:

<https://www.eosconsultores.com.br/saneamento-basico-no-nordeste/#:~:text=Em%202019%2C%20segundo%20estudo%20do,sequer%20possu%C3%A4Dam%20acesso%20%C3%A0%20rede>. Acesso em: 5 de abr. 2022

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. *Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BRANCO, S. M. Água, Meio Ambiente e Saúde. In: REBOUÇAS, A. R.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil. São Paulo: Escrituras. 2002. p. 227-248.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B.; LEITE, W. de M. Manejo da água armazenada em cisterna. Petrolina: Embrapa-Semi-Árido, 2008. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 85)

BRASIL. Ministerio da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 09 de mai. 2022

BRASIL. Ministerio da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 09 de mai. 2022

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. Portaria de consolidação No 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do sistema único de saúde. *Diário Oficial União*. 29 set 2017.

BRASIL. Ministerio da Saúde. VIGILANCIA E CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO. Brasília DF, 2006. Acesso em 5 de abr. 2022

Ceará 2050. Estudo Setorial Especial - Recursos Hídricos. Fortaleza, 2018. Disponível em: www.ceara2050.ce.gov.br/api/wp-content/uploads/2018/10/ceara-2050-estudo-setorial-especial-recursos-hidricos.pdf Acesso em: 22 de abr. 2022

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido brasileiro. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008

CLASEN, T. F.; BROWN, J.; COLLIN, S.; SUNTURA, O.; CAIRNCROSS, S. Reducing diarrhea through the use of household-based ceramic water filters: a randomized, controlled trial in Rural Bolivia. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. v. 6, n. 70, p. 651 – 657, 2004.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W.D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J.C. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à

eutrofização. Revista Engenharia Sanitária e ambiental, v.12, n.4, 2007.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

Freitas FG, Magnabosco AL. Benefícios econômicos da expansão do saneamento. São Paulo: Instituto Trata Brasil; 2014.

FUNASA. MINISTÉRIO DA SAÚDE. (Org.). Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS. 2014 . Acesso em: 22 de abr. 2022

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. Reimpr, - São Paulo: Atlas, 2014.

Girardi, R.; Pinheiro, A.; Venzon, P. T. Parâmetros de qualidade de água de rios e efluentes presentes em monitoramentos não sistemáticos. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 16, e2, 2019. 10.21168/rega.v16e2.

GITEL, Murilo; PERES, Yara. No Nordeste, 72% da população ainda carece de coleta de esgoto. ECO Nordeste. Publicado: 14 set. 2020. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br/no-nordeste-72-da-populacao-ainda-carece-de-coleta-de-esgoto/> Acesso em: 26 mar. 2022

GOMES, M. R. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DISTRIBUIÇÃO EM ALGUNS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ. Fortaleza, 2019.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. LEI Nº 11.306, DE 01 DE ABRIL DE 1987. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2019/11/LEI-Nº-11.306-DE-01-DE-ABRIL-DE-1987-DISPOE-SOBRE-A-EXTINCAO-TRANSFORMAÇÃO-E-CRIAÇÃO-DE-SECRETARIAS-DE-ESTADO-E-CRIA-CARGOS-DE-SUBSECRETARIO-E-DA-OUTRAS-PROVIDENCIAS.pdf> Acesso em 17 de abr. 2022

GRABOW, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. Water SA, África do Sul, v. 22, n. 2, p. 193-202, abr. 1996.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: UFMG, 2006

IBGE. SIDRA, 2000. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1772#resultado> Acesso em: 2 de abr. 2022

ISSAC-MARQUEZ, A. P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Salud Pública Méx, v. 36, n. 6, p. 655-61., nov.-dez. 1994. JAWETZ, E.; MELNICK, J.L.; ADELBERG, E. A. Microbiologia Médica. 20a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

LAZZARO, X.; BOUVY, M.; RIBEIRO-FILHO, R.; OLIVEIRA, V.; SALES, L.; VASCONCELOS, A.; MATA, M. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs? Freshwater Biology, v. 48, p. 649-668, 2003.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Rev. Katál., Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.

LUNA, C. F.; BRITO, A. M.; COSTA, A. M.; LAPA, T. M.; FLINT, J. A.; MARCYNUK, P.. Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco, Brasil. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant., Recife, 11 (3): 283-292 jul. / set., 2011

MACEDO, J. A. B. Águas & Águas. 3º Ed. Minas Gerais: CRQ – MG, 2007.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA. Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. Disponível em: mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/programa-cisternas Acesso em: 05 de jun. 2022

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/518_04.htm. Acesso em: 22 de abr. 2020

MINISTERIO DA SAUDE. VIGILANCIA E CONTROLE DA QUALIDADE DA AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Brasilia - DF, 2006

MINISTERIO DA SAUDE. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017. Disponível em: portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf Acesso em 23 de abr. 2022.

OLIVEIRA, M. L. V. M. ÁGUAS DO CEARÁ - Política Pública de Territorialidades Conflituosas. São Cristóvão - Sergipe, 2010.

PACTO DAS ÁGUAS. CENARIO ATUAL DOS RECURSOS HIDRICOS DO CEARÁ. Fortaleza: INESP, 2008.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: Conceitos e aplicações. 2a ed. São Paulo: Makron Books, 1996. v. 1.

PETROVICH, Ana Carla Iorio. USOS E QUALIDADE DA ÁGUA EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES E ALUNOS. PRODEMA. Natal, 2009.

Presidência da República Casa Civil. LEI No 9.984, DE 17 DE JULHO DE 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19984.htm Acesso: 22 de abr. 2022

Portal da Qualidade das Águas. REDE NACIONAL - REDES DE MONITORAMENTO. Disponível em: pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx Acesso: 18 de abr. 2022

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2005

PORTAL SANEAMENTO BASICO. Principais Contaminantes da Água. Publicado: 14 abr. 2021. Disponível em: <https://aesbe.org.br/novo/principais-contaminantes-da-agua/> Acesso em: 05 de mai. 2022

QUEIROZ, A. C. L.; CARDOSO, L. S. M.; SILVA, S. C. F. HELLER, L.; CAIRNCROSS, S. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. Saúde Soc. São Paulo, v.21, n.2, p.465-478, 2012

RAFAEL, E. S.; SANTOS, R. N. dos. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO INFANTIL EM UM MUNICÍPIO DO SERTÃO CENTRAL CEARENSE. Mostra Científica da Farmácia, [S.l.], v. 3, n. 1, jul. 2017. ISSN 2358-9124. Disponível em: <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/mostracientificafarmacia/article/view/1265/1032>. Acesso em: 5 de abr. 2022.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. ESTUDOS AVANÇADOS 11 (29), 1997

RUSKIN, R. H. & Patrick S. C. Maintenance of cistern water quality in the Virgin Islands. Technical Report N. 30, Caribbean Research Institute, University of the Virgin Islands, St. Thomas, U. S. Virgin Islands, 1988.

RUSKIN, R.H. Armazenagem de Água em Cisternas . Revista Água Latino america, jul/ago, vol.1, n.2, Tucson, 2001. 22 – 25p.

RUSKIN, R. H. Manutenção de água de cisterna. Terceira parte: Brindemos à saúde! Revista Água Latino america, janeiro/fevereiro, vol.2, n.1, Tucson, Arizona, 2002. 22 – 29p.

RUSKIN, R. H. Filtragem no ponto de uso: uma ampla gama de opções. Revista Água Latino america, janeiro/fevereiro, vol.2, n.1, Tucson, Arizona, 2002. 30 – 35p.

RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf Acesso em: 7 de mai. 2022

SILVA, A. de S.; SILVA, C. M. M, de S.; SILVA, A. L. da; BRITO, L. T. de L. DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA ARMAZENADA EM CISTERNAS POR MEIO DE PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS. Embrapa Semiárido, 2013. v. 1.

SILVA, A. M. C; CASE, M.; LOPES, D. V. QUALIDADE DA ÁGUA COMO REFLEXO DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE, BRASIL. Geosul, Florianópolis, v. 34, n. 72, p. 102-123, mai./ago. 2019. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p102>

SUASSUNA, João – O gerenciamento da água no Nordeste, Repórter Brasil, 2004.

SUASSUNA, João – Potencialidades Hídricas do Nordeste Brasileiro, Seminários temáticos

para a 3ª Conferência Nacional de C,T&I, CGEE, 2006.

SUASSUNA, J. Potencialidades hídricas do Nordeste brasileiro. PARCERIAS ESTRATÉGICAS - NÚMERO 20. JUNHO, 2005

TARTUCE, Terezinha de Jesus Afonso. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza, 2013.

TUCCI, C. E. M.. Gestão da água no Brasil. Brasília : UNESCO, 2001. 156 p

Universidade de São Paulo – USP. Declaração Universal dos Direitos da Água – 1992. Rio de Janeiro – RJ, 1992. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracaouniversal-dos-direitos-daagua.html#:~:text=2%C2%BA%20%2D%20A%20%C3%A1gua%20%C3%A9,a%20cultura%20ou%20a%20agricultura>. Acesso em 15 de mai. 2022

WORLD HEALTH ORGANIZATION (ed.). Guidelines for drinking-water quality. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2017. 631 p. ISBN 978-92-4-154995-0.

WHO - World Health Organization (2011). Evaluating household water treatment options: health-based targets and microbiological performance specifications. World Health Organization. Disponível em: . Acesso em 06 de jun. 2022