



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI-UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM SISTEMAS AMBIENTAIS SUSTENTÁVEIS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS TABULARES DO
LENÇOL FREÁTICO NA CIDADE DE PARACURU-CEARÁ, BRASIL**

Carlos Virgílio Aparecido do Vale Peixoto

Lajeado, novembro de 2019

Carlos Virgilio Aparecido do Vale Peixoto

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS TABULARES
DO LENÇOL FREÁTICO NA CIDADE DE PARACURU-CEARÁ,
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Sistemas Ambientais Sustentáveis, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Sistemas Ambientais, Linha de Pesquisa Bases Ecológicas para o Licenciamento Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Liana Johann

Lajeado, novembro de 2019

AGRADECIMENTO

A importância do ato de agradecer é o compartilhamento das vitórias alcançadas, e dividi-las com quem amamos é o resultado verdadeiro do sucesso alcançado, valorizar aqueles que contribuíram para que nosso sonhos se tornassem possíveis é o mínimo que podemos fazer.

Por isso nesse momento agradeço primeiramente a Deus por mais essa conquista e por todas as pessoas que Ele colocou na minha vida. É Ele o responsável por todas vitórias em minha vida e por tudo o que sou hoje. E também a meus pais, Francisco e Aurea, exemplos de vida, meu alicerce. Obrigada por me ensinarem sonhar. Obrigada mãe por toda a preocupação e carinho, serei eternamente grato. Obrigada pai, por fazer o possível e o impossível por mim, por todo o esforço e confiança. Às minhas amadas irmãs e amigas, Lidiane e Alyne companheiras de vida! Obrigada por todo apoio, amizade.

Gostaria de agradecer também a minha amada esposa Luzianne, pelo carinho e compreensão nos momentos de ausência e por cuidar de tudo por mim enquanto estive distante, principalmente do nosso filho Carlos Eugenio razão da minha vida.

Agradeço também a todos os professores que tanto contribuíram pra que esse momento se realizasse, e principalmente minha orientadora professora Liana Johan pela paciência e a parceria.

Obstáculos vencemos juntos! Vitorias compartilhadas, Levarei vocês comigo por toda minha vida! Obrigado.

RESUMO

A questão da falta de saneamento básico e esgotamento sanitário é um dos maiores desafios para os países e desenvolvimento. Na atual conjuntura brasileira, as cidades apresentam crescimento populacional superior ao ritmo de construção de infraestrutura, o que causa uma deficiência e falta de acesso dos serviços de saneamento. A cidade de Paracuru, localizada no estado do Ceará, apresenta característica hídrica diferenciada no semiárido nordestino. Possui grande disponibilidade de água subterrânea, mas que pode estar com sua qualidade comprometida por falta de uma rede de esgoto eficiente que atenda toda a comunidade. Além da falta de saneamento básico adequado, suas características geográficas e a atividade econômica podem exercer papel importante na pressão sobre recurso hídrico subterrâneo. O estudo busca caracterizar a situação do recurso hídrico subterrâneo na cidade de Paracuru-CE, através de análises químico-físicas e microbiológicas de 20 poços artesianos, antes e depois do veraneio de 07 de julho a 07 de agosto de 2019. Dentre os resultados encontrados nesse estudo, observou-se nas análises microbiológicas, 35% das amostras de águas subterrâneas de Paracuru-CE, encontram-se contaminadas por bactérias heterotróficas, 90% com coliformes fecais e 15% com *Escherichia coli*. Nas análises físico-químicas encontra-se 15% pH fora do dos limites de potabilidade, de acordo com a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), 20% com ferro, 15% com turbidez e 15% com cor aparente, indicando a ausência ou deficiência de saneamento básico adequado na maior parte da cidade.

Palavras-chave: Contaminação, Esgotos Domésticos, Impacto ambiental.

ABSTRACT

The question of the lack of basic sanitation and sanitation is one of the biggest challenges for developing countries and development. In the current Brazilian conjuncture, the cities have population growth higher than the pace of construction of infrastructure, which causes a deficiency and lack of access to sanitation services. The city of Paracuru, located in the state of Ceará, presents differentiated water feature in the arid North-East. Has great availability of underground water, but that can be with its quality compromised by a lack of efficient sewage network that meets the community as a whole. In addition to the lack of adequate sanitation, its geographical characteristics and economic activity may exert an important role in the pressure on underground water resource. The study aims to characterize the situation of underground water resource in the city of Paracuru-CE, by means of chemical analyzes and physical and microbiological characteristics of 20 artesian wells, before and after the summer from 07 July to 07 August 2019. Among the results found in this study, we observed in microbiological analysis, 35% of the samples of groundwater of Paracuru-CE, are contaminated by heterotrophic bacteria, 90% with faecal coliform and 15% with *Escherichia coli*. In the physicochemical analysis is 15% pH outside the limits of potability, according to Ministry of Health Ordinance No. 2914/2011 (BRAZIL, 2011), 20% with iron, 15% with turbidity and 15% with apparent color, proving the absence or deficiency of adequate sanitation in most parts of the city.

Keywords: Contamination, Domestic sewage, Environmental impact

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cartograma com localização dos municípios de Camocim, Paracuru e Fortaleza sedes municipais e característica geológicas.....	17
Figura 2 - Mapa do município de Paracuru-CE.....	19
Figura 3 - Corte esquemático de um tanque séptico retangular de câmara única.....	31
Figura 4 - Corte esquemático de um tanque séptico com filtro e sumidouro de menor	32
Figura 5 - Amostragem de domicílio – com esgoto por fossa em Paracuru-CE.....	35
Figura 6 - Percentagem de domicílios – com esgoto por fossa em Paracuru-CE.....	36
Figura 7 - Demarcação da área de estudo.....	40
Figura 8 - Localização dos pontos de coleta de amostras.....	41
Figura 9 - Percentagem de amostras com contaminação microbiológica.....	51
Figura 10 - Percentagem de amostras com alterações físico-química.....	57
Figura 11 - Classificação dos tipos de água encontradas em Paracuru-CE - Conforme a Resolução CONAMA 357/2005.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Teste t-pareado pra amostras dependentes do parâmetro pH de amostras de água em Paracuru-CE.....	58
Quadro 2 - Resultados Teste t-pareado pra amostras dependentes do parâmetro pH de amostras de água em Paracuru-CE.....	59
Quadro 3 - Valores de STD para classificação dos tipos de água - Resolução CONAMA 357/2005.....	62
Quadro 4 – Distribuição da contaminação na análises microbiológica das águas subterrâneas de Paracuru, Ceará por bairro.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Domicílios particulares permanentes segundo as formas de abastecimento de água em Paracuru -2000 e 2010.....	22
Tabela 2 - Domicílios particulares permanentes segundo os tipos de esgotamento doméstico em Paracuru – 2000 e 2010.....	22
Tabela 3 - Dados de eficiência entre câmaras únicas e duplas de fossas sépticas Parâmetro/Eficiência câmara única câmara dupla.....	33
Tabela 4 - Metodologia utilizadas para análises físico-químicas Paracuru.....	42
Tabela 5 - Parâmetro microbiológico das amostras de água subterrânea de Paracuru-CE, em que ocorreram desconformidade nos resultados.....	48
Tabela 6 - Parâmetro físico-químico das amostras de água subterrânea de Paracuru-CE, em que ocorreram desconformidade nos resultados.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará
CE	Ceará
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DUO	Domicílios de Uso Ocasional
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ETE	Estações de tratamento de efluentes
FSE	Fossa Séptica Econômica
GWP	Potencial de Aquecimento Global (em inglês, Global Warming Potential)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
ISO	Organização Internacional de Normalização
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCID	Ministério das Cidades
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Localização e Caracterização	19
3.2	Saneamento Básico	23
3.3	Risco de contaminação Microbiológica na água subterrânea	27
3.4	Tratamento de efluentes Domésticos	29
3.5	Destinação Correta: Fossas ou Tratamento	30
3.6	Poluição do Lençol Freático	34
3.7	Situação de Paracuru	35
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
4.1	Tipo de pesquisa	39
4.2	A delimitação da área de estudo e cadastramento dos poços	39
4.2.1	Cadastramento de moradores	39
4.2.2	Georreferenciamento	40
4.2.3	Coleta das Amostras de Água subterrânea	41
4.2.4	Análise de dados	46
5	RESULTADOS	48
6	DISCUSSÕES	57
6.1	Análise físico-químico	57
6.1.1	pH	57

6.1.2 Turbidez.....	58
6.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos.....	58
6.1.5 Cloreto	60
6.1.6 Sódio.....	61
6.1.7 Potássio, Cálcio e Magnésio	62
6.1.8 Ferro.....	62
6.1.9 Nitratos	63
6.1.10 Sulfato.....	64
6.2 Análises microbiológicas.....	64
7 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Além de ser formada por hidrogênio e oxigênio, água não é apenas isso, ela também é considerada solvente universal pela capacidade de dissolução de uma grande variedade de substâncias. Segundo Flavinha e Degenhardt (2014), a água é um recurso essencial para a existência de vida no planeta, devido a sua influência na saúde, na qualidade de vida e no desenvolvimento humano.

Para Garcia et al. (2015) a água é um elemento de imensa importância na vida humana, pois, além da sobrevivência, é um elemento crucial para o desenvolvimento de diversas atividades como, por exemplo, geração de energia, diluição de efluentes domésticos e industriais, captação de água para potabilização e manutenção do equilíbrio ecológico e ambiental.

Na atualidade, a água é um tema de grande relevância internacional, nacional e regional, principalmente em função da degradação de suas fontes, falta de conservação e disponibilidade. No nordeste brasileiro ela sempre foi sinônimo de preciosidades em função do clima semiárido, e sua distribuição irregular no tempo e no espaço, podendo ser apontada como fator limitante ao desenvolvimento regional.

Segundo De Nys, Engle e Magalhaes (2016), uma seca significa falta de água para a agricultura, para o consumo humano, para os animais domésticos e selvagens. Ainda conforme De Nys e Engle e Magalhaes (2016) os impactos também são econômicos (com a perda da safra agrícola e com a mortandade de animais), sociais (com o aumento do desemprego e a fome e, em casos extremos, com a morte de pessoas, que muitas vezes buscam emigrar na esperança de encontrar lugares melhores) e ambientais (com a mortandade de animais silvestres, a exaustão de fontes de água, a degradação ambiental e a desertificação, especialmente onde antes houve interferência humana com o desmatamento para diversos fins).

Como aponta BRASIL (2014) no que se refere à distribuição da água, 97% se encontra nos oceanos, 2% está em forma de gelo e o 1% restante é a água doce dos rios, lagos, águas subterrâneas, umidade atmosférica e do solo. Conforme Hirital (2019) as águas subterrâneas são aquelas que se encontram sob a superfície terrestre, preenchendo completamente os poros das rochas e dos sedimentos, constituindo assim os chamados aquíferos.

A problemática de restrição hídrica não está relacionada somente a disponibilidade desse recurso, mas também sua conservação. A grande maioria das áreas mais pobres no planeta não possui saneamento básico adequado e rede de esgoto satisfatória, aumentando assim o risco de contaminação do lençol freático. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009), a falta de saneamento básico afeta principalmente a população de baixa renda e causa 88% das mortes por diarreia no mundo, desse total, 84% são crianças. Como aponta Teixeira (2014) principalmente aquelas comunidades das regiões mais pobres, ainda são alvo de constantes riscos e vulnerabilidade social.

Nas palavras de Santos et al. (2015) a crescente demanda urbana, a extração e o uso em larga escala de água subterrânea ao longo dos anos resultaram em forte pressão antrópica no mundo todo, entretanto, ainda são ausentes ou ineficientes os programas e políticas públicas efetivas para sua proteção frente aos impactos ambientais de subprodutos contaminantes advindos de diversas atividades.

Em estudos recentes, a CETESB (2014) identificou aumento gradativo e significativo no uso de águas subterrâneas no Brasil a partir de 1970. Para o Estado de São Paulo, em 2014, constatou-se que mais de 5,5 milhões de habitantes, em cerca de 80% de seus municípios, são abastecidos por água proveniente de fontes subterrâneas. Conforme Sherestha et al. (2016), esse recurso se consolida como uma alternativa estratégica para suprir a atual demanda de abastecimento humano.

Para Muhammad et al. (2014), a vulnerabilidade das águas subterrâneas é uma propriedade intrínseca do meio físico e representa a facilidade ou dificuldade de um contaminante migrar da superfície do terreno até a zona saturada de um aquífero, portanto, a vulnerabilidade reflete a fragilidade do sistema aquífero receber cargas contaminantes advindas de atividades antrópicas (pontuais ou difusas) em superfície.

A contaminação por descarte inadequado de esgoto pode ocorrer tanto em fontes superficiais quanto subterrâneas. Esse último caso ocorre na maioria das vezes de forma lenta e silenciosa, o que pode estar ocorrendo na cidade de Paracuru-CE localizada no litoral cearense. Conforme Tortora et al. (2017), uma forma ariscada e não tão difícil de poluição da água ocorre quando fezes humanas são introduzidas no ciclo de recarga de aquífero. Muitas doenças são transmitidas e disseminada pela água.

Embora o estado do Ceará esteja localizado quase que completamente em uma área conhecida nacionalmente por fortes período de estiagem denominado polígono das secas, seu litoral dispõe de uma condição hídrica diferente. Essas características colocam Paracuru em uma condição privilegiada no que se refere a disponibilidade de água, tendo uma fonte subterrânea de fácil acesso e de baixo custo. No entanto esta pode estar sendo contaminada devido forma de descarte do esgoto doméstico, por meio de fossas sépticas rudimentares.

Segundo Landau e Moura (2016) nos municípios brasileiros como um todo, o destino mais comum para os esgotos domésticos ainda são fossas rudimentares (53,17%), havendo também fossas sépticas (8,03%) e valas a céu aberto, disposição direta em corpos d'água e outras formas de disposição incorreta (3,35%). Sobre o esgotamento sanitário, a CAGECE (2016) informa que o índice de cobertura no Estado e em Fortaleza chega a 40,11% e 57,10%, respectivamente. Assim ressalta Brasil (2014), a deterioração da qualidade da água ocasiona crescentes aumentos nos custos de tratamento das águas destinadas ao abastecimento doméstico, principalmente nos custos associados ao uso de produtos químicos.

De acordo com Mello e Resende (2015), A disponibilidade de água potável, segura e saudável para todos, tem sido um dos desafios mais significativos na regulamentação governamental e da investigação científica, pois a potabilidade da água é pré-requisito para a saúde de qualidade e formas de subsistência.

Como sugere Florence et al. (2019), a presença de contaminantes em um corpo hídrico é avaliada conforme suas características, sendo composta em três grupos de análises: características físicas, químicas e biológicas. Nas palavras de Neves et al. (2015), as características físicas referem-se à presença de sólidos na água, ao passo que as características biológicas tratam-se dos organismos presentes e as características químicas referem-se às substâncias dissolvidas na água amostrada.

Portanto par Alves et al. (2017), é relevante a realização de levantamentos e diagnósticos dos problemas que possam acarretar no aporte desses poluentes aos cursos hídricos. Andrade et al. (2017) afirma que, avaliação da qualidade da água para consumo humano é importante, pois a mesma tem capacidade de veicular expressivas quantidades de contaminantes associados a vários problemas de saúde.

A cidade de Paracuru-CE além de estar localizada em um ambiente sensível vem passando nos últimos anos por uma forte expansão imobiliária em função do surgimento de novos bairros, lançamento de novos loteamentos construção de novas casas populares financiada por programas habitacionais e a expansão de infraestrutura de transportes, facilitando o acesso a cidade a partir de Fortaleza. Além disso, está entre as praias mais conhecidas e visitadas do estado principalmente por turistas veranistas locais.

Em face do exposto, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a qualidade das águas subterrâneas de poços tabulares particulares escavado para abastecimento humano na cidade de Paracuru quanto aos padrões de potabilidade preconizados pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde;

- Identificar os pontos de contaminação do lençol freático existentes no município;
- Verificar se existe alguma relação da atividade turística com possíveis alterações na qualidade da água subterrânea provocado pelo aumento do fluxo de turistas no período de férias na cidade.

2 JUSTIFICATIVA

O estado do Ceará encontra-se, na sua totalidade, incluído no denominado polígono das secas, que apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas. No entanto Paracuru-CE apresenta uma característica diferenciada e privilegiada no cenário estadual.

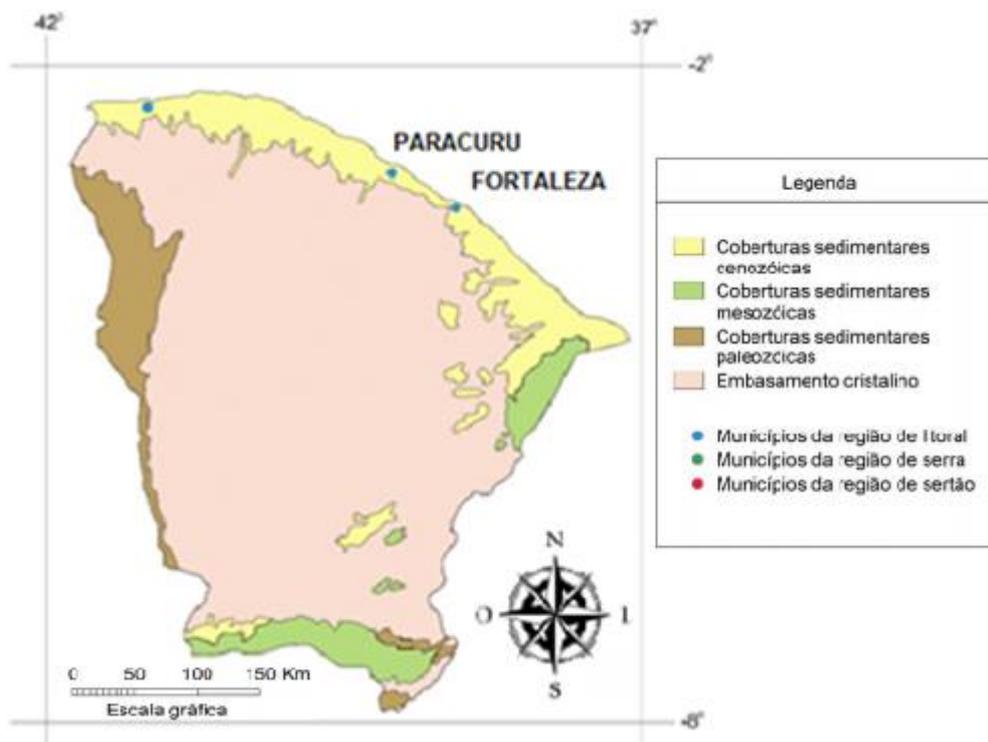
No panorama do fenômeno das secas no semiárido nordestino não ter disponibilidade de água acaba constituindo-se uma limitação ao desenvolvimento econômico ou qualquer atividade produtiva, até mesmo, na subsistência da população. A ocorrência de secas e seus efeitos já é bem conhecido no âmbito nacional, mas esse quadro de escassez poderia ser definitivamente solucionado em determinadas áreas, através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A escolha do município como objeto de estudo pode ser justificada em função de suas características geográfica e hidrogeologia que lhe dá uma particularidade com relação à disponibilidade de água no estado. O município de Paracuru-CE, Fortaleza e Camocim, são os únicos do Ceará com sede administrativa localizada na região litorânea sob o solo arenoso, e conta com uma população considerável e crescente vivendo em região de dunas fixas, além da atividade turística em expansão que faz pressão sobre esse ambiente.

A problemática ambiental urbana no Ceará está associada a diversos problemas, e no município de Paracuru-CE não é diferente. O que pode ser identificado como um ponto em comum é acentuada carência de moradia, e a deficiência de infraestrutura de saneamento básico e uma rede de esgoto deficitária.

O que é agravado ainda mais em Paracuru quando somado o descarte inadequado de esgoto e as características geológicas do município, situado na região litorânea sob formação geológica sedimentar (Figura 1).

Figura 1 – Cartograma com localização dos municípios de Camocim, Paracuru e Fortaleza Sedes municipais e característica geológicas.



Fonte: Adaptada de Andrade, Meireles e Palácio (2010)

Devido às características do solo e a falta de políticas pública de saneamento e coleta e tratamento de esgoto, é forte a pressão sobre as águas subterrâneas. Esses fatores aumentam o risco de impacto ambiental na cidade sobre o lençol freático. Por isso, é fundamental que, juntamente com a escolha do sistema mais adequado, sejam também avaliadas as possibilidades de disposição final do esgoto tratado, conforme o tipo de solo e altura do lençol freático e as possibilidades de tratamento e uso do lodo, se este for gerado durante o processo (TONETTI, 2018).

A realidade de Paracuru não é conhecida, sendo necessário um estudo amplo sobre a qualidade de água consumida pela população, assim como o impacto do turismo sobre essa água.

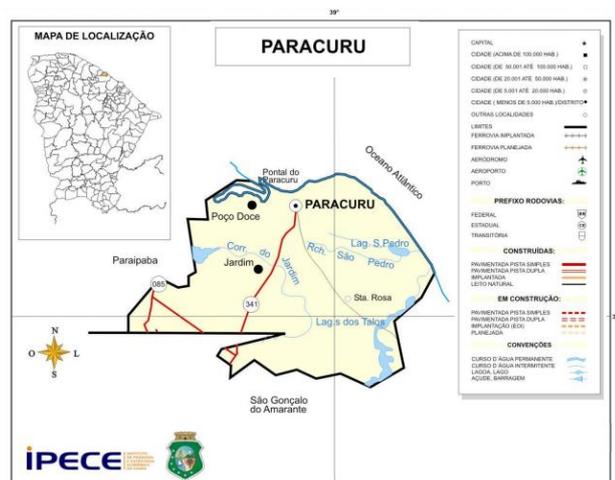
Biasoli (2000) relata a qualidade da água do município de Fortaleza, relacionando a contaminação do lençol freático com a geração e perpetuação de muitas doenças de veiculação hídrica. Trabalhou com 909 análises de água subterrânea no ano de 2000 e constatou que 21% não eram poluídas, 26% apresentaram poluição não fecal e 53% apresentava poluição fecal. Os resultados evidenciados nesses estudos podem servir de alerta para que problemas ocorridos em outros locais com características ambientais semelhantes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Localização e Caracterização

Município de Paracuru (Figura 2) situa-se na porção norte do estado do Ceará, limitando-se ao norte oceano Atlântico, a leste/sul São Gonçalo do Amarante e a oeste com os municípios de Paraipaba, com a área da cidade localizada totalmente sob uma porção geomorfológica da planície litorânea, tendo sua estrutura geológica classificada como sedimentar. Sua paisagem é composta por um campo de dunas móveis a leste limitando-se com a mancha urbana da cidade, e com a foz do rio Curu a oeste. Compreendendo uma área de 208 km², cidade litorânea está localizada a oeste de Fortaleza no denominado litoral oeste do estado do Ceará ou costa do sol poente, a 86 Km da capital, e conta com uma população estimada de 34097 habitantes, apresenta apenas 31,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado segundo dados do IBGE (2010).

Figura – 2 Mapa do Município de Paracuru-CE



Fonte: Mapa Básico do estado do Ceará 2002.

Paracuru-CE apresenta grande potencial turístico, sendo uma das praias mais visitadas do estado, especialmente o turismo de veraneio durante os fins de semanas e férias escolares, em função de suas características naturais, com praias belas de águas quentes o ano todo, e clima agradável com fortes ventos praticamente em todas as estações do ano. Em levantamento realizado pela Secretaria de Turismo do estado do Ceará – SETUR/CE (2016) o número de turistas que visitam Paracuru via Fortaleza ficou entre os 10 principais destinos turísticos do Ceará.

Segundo pesquisa divulgada pela Secretaria do Turismo do Ceará – Setur-CE o município de Paracuru aparece na sexta colocação entre os destinos preferidos pelos turistas no estado, tendo o Percentual na Demanda de turistas de origem do interior 3,33% e total de 2,01%, recebendo 75063 turista em 2016, com permanência de 7,4 dias na cidade.

Apesar das características naturais favoráveis ao desenvolvimento da atividade turística, a sede municipal sofre com falta de políticas públicas de saneamento básico que atenda a demanda da população. O crescimento de loteamento sem infraestrutura básica adequada pode estar causando a contaminação das águas subterrânea, por falta de saneamento básico adequado e suficiente. A busca das administrações municipais do litoral Oeste pela inserção no mercado turístico global provoca surgimento de ferramentas para regulamentar a ocupação das localidades costeiras de Paracuru, Paraipaba, Trairi e Itapipoca (CASTRO, 2015).

Ainda segundo Castro (2015), no município estudado, através dos respectivos PDDU, as localidades costeiras tornaram-se zonas urbanas passíveis de intervenções voltadas à valoração do solo, instalação de atividades e equipamentos urbanos. Assim, permite-se ações de parcelamento e edificação de áreas à beira-mar.

No levantamento, elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), percentual de domicílios com rede pública de esgoto era de apenas 9,47% em quanto a média nacional é de 41,91%, de 57,6 de famílias cadastradas no sistema de

informação da atenção básica - SIAB (BRASIL, 2013). No Brasil, 85,4% dos domicílios brasileiros são atendidos pela rede geral de abastecimento de água, quanto ao acesso à rede coletora de esgoto 65,3% dos domicílios dispõem deste serviço (IBGE, 2016).

As águas subterrâneas são aquelas que se encontram sob a superfície terrestre, preenchendo completamente os poros das rochas e dos sedimentos, constituindo assim os chamados aquíferos (HIRITA, 2019).

Já o saneamento básico, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), pode ser entendido como um gerenciamento de fatores físicos que podem exercer efeitos nefastos à vida humana, na medida em que prejudicam o bem-estar físico, mental e social de todos os cidadãos (RIBEIRO; ROOKE, 2010). É importante ressaltar, contudo, que a natureza de uma ação de saneamento básico coloca essa medida como essencial à vida humana e à proteção ambiental. Sendo uma ação eminentemente coletiva, em face da repercussão da sua ausência, ela se constitui em uma meta social (MORAES, 2014).

No Brasil, 43% da população possui esgoto coletado e tratado e 12% utilizam-se de fossa séptica (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado; 18% têm seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitária (ANA, 2017).

Já no estado do Ceará, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE relata que abastece 151 municípios, com índice de cobertura de abastecimento de 98,16% em todo o estado e chegando a uma cobertura de abastecimento de 98,64% em Fortaleza, a capital (CEARÁ, 2016). O estado do Ceará, segundo notícia vinculada no jornal O povo (2018), em meio à crise hídrica vivenciada nos últimos cinco anos, foi uma das 12 unidades da federação que conseguiram aumentar a oferta de água. A distribuição de água fornecida apresentou aumento, chegando a 81,4%. Em contraponto, apenas 44,9% das habitações têm rede geral ou fossa ligada à rede.

Na cidade de Paracuru o abastecimento de água é feito pela Companhia de Água e esgoto do Ceará - Cagece, e conta com cerca 5.395 ligações reais, e 4.659

ligações ativas, com uma taxa de cobertura d'água urbana 87,98%. As ligações reais atendem 75% das residências. Grande número de residências mesmo tendo acesso a rede geral ainda utiliza água de poço ou nascente (Tabela 1).

Tabela 1 – Domicílios particulares permanentes segundo as formas de abastecimento de água em Paracuru -2000 e 2010

Formas de	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	6205	100	8699	100	1.757.888	100	2.365.276	100
Ligações a rede geral	985	15,8	3.637	41,81	1.068.746	60,80	826.543	77,22
Poços ou nascente	3.958	63,7	4.596	52,83	360.737	20,52	221.161	9,35
Outro	1.262	20,3	466	5,36	328.405	18,68	317.565	13,43

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 2000/2010

O grande número de residências no município é abastecida por poços tabulares freáticos, mesmo na área urbana. A grande problemática é que 68% das residências não contam com coleta de esgoto, e 18% despejam seus dejetos e esgoto doméstico diretamente no solo por meio de fossas séptica, sem nenhum tipo de tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Domicílios particulares permanentes segundo os tipos de esgotamento doméstico em Paracuru – 2000 e 2010

Tipos de esgotamentos sanitários	Município				Estado			
	2000	%	2010	%	2000	%	2010	%
Total	6.205	100	8.699	100	1.757.888	100	2.365.276	100
Rede geral ou pluvial	20	0,3	1.127	12,9	376.884	21,4	774.873	32,7
Fossa séptica	2.896	46,6	1.649	18,9	218.682	12,4	251.193	10,6
Outra	1.383	22,2	5.526	63,5	731.075	41,5	1.167.911	49,3
Não tinham banheiros	1.906	30,7	397	4,56	431.247	24,5	171.277	7,2

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censos Demográficos 2000/2010. (1) Inclusive os domicílios sem declaração da existência de banheiro ou sanitário.

Estudos realizados a mais de três décadas já demonstrava a potencialidade do município de Paracuru-CE para exploração de água subterrânea recurso hídrico e uma fonte alternativa para população local. As reservas de água exploráveis no município de Paracuru são estimadas em 21,5 milhões de m³/ano, consideradas as informações de 72 poços tubulares cadastrados no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (CEARÁ, 1992).

A profundidade dos poços varia de 10,0 a 76,0 metros, com vazão máxima de 6,0 m³/h. O levantamento realizado no município de Paracuru registrou a presença de 51 poços tubulares profundos, dos quais 17 são públicos e 34 particulares (CPRM/REFO, 1999). No entanto não existem informações recentes sobre a qualidade da água dos poços tubulares rasos de até 15 metros, mas podemos supor que a exploração do lençol freático ocorre desde esse período.

3.2 Saneamento Básico

O saneamento básico é considerado um grupo de atividades que são promovidas em benefício da saúde da população, estas refletem algumas práticas, como por exemplo: coleta de lixo, tratamento de água e esgoto, ações de higiene, limpeza de vias públicas e drenagem de águas das chuvas (COSTA; GUILHOTO, 2014).

No plano normativo, as provisões para o saneamento básico no Brasil existem desde 1988 quando a atual Constituição Federal (CF), também conhecida como Carta Magna, foi promulgada. Os artigos 23, 196 e 225 estabelecem as diretrizes relacionadas ao saneamento, aos serviços de saúde e à proteção ambiental, e os artigos 21, 25, 30 e 182 destacam as competências dos entes federados (União, estados, Distrito Federal e municípios) apoiando-se no pacto federalista que garante a relativa autonomia das esferas administrativas (BRASIL, 1988).

Entre as competências específicas para o saneamento contidas na Constituição Federal, os incisos IX e XX do artigo 21 estabelece a responsabilidade da União para a elaboração e execução de planos nacionais e regionais de ordenamento territorial, dos planos de desenvolvimento econômico e social, além da

instituição de diretrizes para o desenvolvimento urbano, que perpassa a garantia das condições adequadas de habitação e saneamento básico (BRASIL, 1988).

Já o parágrafo 3º do artigo 25 possibilita aos estados o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum, que integram a execução de planos de saneamento básico para os municípios agrupados em regiões de planejamento (BRASIL, 1988).

A Lei e Decreto Federais nºs 11.445/2007 e 7.217/2010, estabelece que o saneamento é o conjunto de medidas que tem como intuito preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a intenção de prevenir doenças e promover a saúde, e melhorando as condições de salubridade da população visando garantir a produtividade do indivíduo e promover a atividade econômica.

Para que a Lei Federal 11.445 que direciona os princípios da política de saneamento básico sejam colocada em prática, as intervenções para universalização do acesso e a integralidade da oferta, se faz indispensável quando se leva em consideração os déficits do saneamento no país.

O artigo 3º da Lei Federal 11.445/2007 define o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de esgotamento sanitário, abastecimento de água, limpeza e manejo de resíduos sólidos, e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

No tocante ao saneamento básico, a legislação nasce com o intuito de diminuir os contrastes por meio do Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab, linha central de atuação do governo federal, que é o responsável pela definição de estratégias e ações de investimento.

A forma como as políticas serão executadas são regulamentadas pelas leis infraconstitucionais. Podemos então citar a Lei Federal 11.445/2007, o Decreto Federal 7.217/2010, a Lei Federal 10.257/2001, o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab) de 2013, e também as diretrizes para a definição da política e elaboração dos planos municipais e regionais de saneamento básico de 2010, que

coloca a universalização aos serviços de saneamento básico como objetivo central para a promoção das políticas públicas.

Silveira e Hauschild (2017) tratam a universalização dos serviços de saneamento como de suma importância porque o saneamento básico é um fator determinante para a saúde pública e melhora a qualidade de vida da população e, por isso, a importância da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) regulamentada em 2007 como princípio norteador da relação com a organização urbana e rural, e da relação entre setor público e o privado.

Essa responsabilização pode acontecer, ao mesmo tempo, em três esferas: administrativa, penal e civil, conforme previsto na Constituição Federal (art. 225, §3º). De acordo com dados da pesquisa nacional por amostra de domicílios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2015, no Brasil o índice de domicílios ligados à rede coletora de esgoto chegou a 65,3% (IBGE, 2016). Segundo essa pesquisa, o índice de cobertura desse serviço na região Nordeste é de apenas 42,9%, se mantendo inferior à média nacional.

No estado do Ceará, dos municípios atendidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, o índice de cobertura do serviço de esgotamento sanitário contempla apenas 40,11% dos domicílios (CEARÁ, 2017). No que se refere à Região Metropolitana de Fortaleza – CE, menos da metade dos domicílios são ligados à rede geral de esgoto, visto que o percentual é de apenas 48,28% (CEARÁ, 2016).

O risco das águas subterrâneas serem contaminadas está relacionada a suas características, como: litologia (tipo de rocha), hidrogeologia, gradientes hidráulicos (diferença de pressão entre dois pontos), e ao tipo de contaminante. Cauduro & Silva (2018), concluíram em seu estudo de revisão de estudos de casos em cemitérios brasileiros que a litologia local e regional tem efetiva influência na propagação do contaminante no solo.

Uma complexidade de fatores e elementos podem comprometer a qualidade da água subterrânea dentre eles os mais frequentes são os promovidos por ações

humana, o destino do esgoto doméstico em fossas e tanque sépticos, por exemplo é um deles, principalmente em casos que fossas sépticas simples é o destino final, sem a presença de sumidouros. No entanto, as fossas rudimentares e as fossas sépticas ainda estão presentes em 20 e 11%, respectivamente, dos domicílios urbanos e há ainda a disposição direta em ruas ou corpos d'água e residências sem banheiros em pouco mais de 5% dos domicílios (LANDAU; MOURA, 2016).

As atividades antrópicas, o crescimento econômico juntamente com o crescimento demográfico e o setor imobiliário quando não orientados de maneira correta causam pressões ao meio ambiente, degradando-o, quando os enxerga apenas fins mercadológicos. Além disso, o elevado adensamento, a pavimentação irregular e as estreitas vielas são obstáculos para a concretização dos serviços de saneamento (ALVIM, 2014).

Desta maneira, visando preservar o meio ambiente e os recursos naturais existentes nas propriedades, no ordenamento jurídico, uma área é especialmente protegida, onde é proibido construir, plantar ou explorar atividade econômica. Legalmente, os municípios brasileiros são responsáveis por promover a gestão dos serviços de saneamento, formular políticas e elaborar o plano municipal de saneamento básico (ATAIDE; BORJA, 2017).

O crescimento imobiliário acelerado e a especulação imobiliária em ambientes frágeis tem gerado inúmeros debates, e posturas divergentes quanto às dificuldades concretas de executar políticas públicas de saneamento com a gestão ambiental, e de controle de uso e ocupação do solo. Apesar de a realização de investimentos ser fundamental para a universalização dos serviços de saneamento em comunidades isoladas brasileiras, a simples execução de obras de infraestrutura não é suficiente para garantir o atendimento de qualidade para a população (GARRIDO et al., 2016).

Levando em consideração a resolução 303/2002 do conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA, em seu artigo 3º, define área de preservação Permanente – APP (protegida de degradação), lagoas e olhos d'água, quanto a vegetação fixadora de Dunas, considerando áreas de risco iminente de destruição das dunas e sistema hídricos associados para criação de solo Urbano, considerando a Lei nº 9.985/2000 que cria o Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC, a área de

Importante interesse Ecológico – ARIE. Segundo o atual Código Florestal, Lei nº12.651/12:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:(...)

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Lei nº 12.651/2012 – BRASIL, 2012)

Entretanto os programas recentes para o desenvolvimento da atividade turística no Ceará, privilegiam o consumo e a apropriação e de espaços “naturais” e paisagens, por meio do uso de recursos naturais que se encontram bastante conservados. O litoral município estudado possui grande viabilidade de características geoambientais, destacando-se planícies fluviomarinhas, manguezais, campos de dunas, falésias promontórios e lagoas interdunares (MEIRELES, 2012).

Entre 2002 e 2006, há crescimento de 39,4% de estabelecimentos nesta região, provocado pelo aumento da demanda suscitado pela reestruturação dos espaços litorâneos. Após este período, o número de hospedagens desta região cresce 9,66%, fato associável às obras de urbanização turística da segue (CASTRO, 2015)

Esses espaços submetem-se a um intenso processo de modificação da sua estrutura sócioespacial e ambiental que se traduz na implantação de projetos de urbanização, apropriados pelos agentes econômicos do turismo, usando como moeda de troca infraestrutura de transportes, estradas, comunicações, para atender a demanda turística e aos empreendimentos turísticos, hoteleiros e imobiliários como justificativa para exploração do meio ambiente.

3.3 Risco de contaminação Microbiológica na água subterrânea

Com a forte urbanização e a intensificação das atividades antrópicas, sobretudo após os anos 1960, têm sido crescentes os relatos de contaminação de aquíferos e das águas subterrâneas (HIRITA, et al. 2019). A CETESB (2018) registra, por

exemplo, quase 6 mil áreas declaradas contaminadas no Estado de São Paulo, embora acredita-se que o número seja 10 vezes maior.

A falta de redes de esgotamento sanitário e/ou as precárias condições das redes existentes devido a falhas de projeto e manutenção correspondem às fontes de degradação de aquíferos ambientalmente mais preocupantes, responsáveis pelos maiores casos de contaminação em volume e área no Brasil (HIRITA, et al. 2015).

Segundo Santos et al. (2018), a Relevância de estudos da qualidade da água, pois corpos hídricos contaminados ou poluídos podem tornar-se vetores de doenças com transmissão hídrica, gerando graves problemas de saúde pública, e podem afetar a demanda futura por água de boa qualidade.

Nesse sentido, a qualidade da água é definida através das análises de alguns parâmetros microbiológicos, sendo avaliado a positividade das bactérias que pertencem ao grupo de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, incluindo a *Escherichia coli*, além de parâmetros físicos e químicos (ALMEIDA, et al., 2017).

Desta forma, é realizada análise de bactérias do grupo coliforme, que se localizam no trato intestinal dos animais de sangue quente e servem como parâmetro de contaminação da água por fezes. Além disso, estão presentes em baixa ocorrência no solo e na vegetação (GLOWACKI; CRIPPA, 2019).

A principal bactéria deste grupo é a *E. coli*, que apresenta tempos variáveis de sobrevivência no meio ambiente e pode causar graves problemas intestinais (*E. coli* 0157:H7), (GLOWACKI; CRIPPA, 2019).

Para a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1998), o crescente aumento dos surtos diarreicos relacionados com a STEC no mundo corrobora para demonstrar a importância da obtenção de dados da estirpe, principalmente devido ao fato de o Brasil fazer divisa com a Argentina, onde a STEC/EHEC é endêmica.

As STECs são um grupo bactérias patogênicas emergentes, relacionadas a surtos diarreicos de origem alimentar. Entre os muitos subtipos que constitui o grupo, o mais comum é *E. coli* entero-hemorrágica (EHEC). Os sintomas causados pela STEC variam entre diarreia leve a colite hemorrágica e SHU, relacionada a sequelas renais (BRYAN et al., 2015).

A população submetida ao consumo de água contaminada corre risco de doenças como a salmonelose que é de difícil controle e alta morbidade, provocando

diarreias, vômitos, náuseas e cólicas, acarretando casos mais graves, febre tifoide caracterizada por cefaleia, osteomielite e até a morte (GALDINO et al., 2013).

A *Pseudomonas aeruginosa* é caracterizada pelo formato de bacilo, Gram-negativa, produtora de catalase e oxidase. São bactérias patógenas oportunistas, ou seja, causam doenças em pessoas que estão com o sistema imune debilitado, podendo resultar em uma sepse fatal (GLOWACKI; CRIPPA, 2019).

Outra doença causada por falta de tratamento sanitário na água é a cólera causada pelo *Vibrio Cholerae*, ocasionando febres altas, fortes dores abdominais, desidratação e vômitos (GUEDES et al., 2017)

3.4 Tratamento de efluentes Domésticos

De acordo com a Lei nº 11.445/2007 (marco legal), o saneamento básico no Brasil é entendido como o conjunto de quatro serviços: (i) abastecimento de água; (ii) esgotamento sanitário; (iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; (iv) drenagem de águas pluviais. (BRASIL, 2007).

No Brasil, só 38% do esgoto é tratado, isso já mostra a dimensão do problema. Mais da metade da população brasileira fica à mercê da definição de governos em relação a sanear ou não. O cidadão brasileiro produz em média 5,4 bilhões de litros de esgoto não tratado, que é despejado sem nenhuma preocupação e cuidado no ambiente (DIEESE, 2016).

Segundo o artigo de Siqueira (2017), a falta de saneamento acarreta diversos impactos negativos sobre a saúde da população. Além de prejudicar a saúde individual, aumenta os gastos públicos e privados em saúde com o tratamento de doenças. O mesmo autor afirma que a Organização Mundial da Saúde (OMS) menciona o saneamento básico precário como uma grave ameaça à saúde humana.

Apenas aproximadamente metade da população brasileira (52,4%) tem acesso à rede coletora de esgoto. O déficit é grande, alcançando cerca de 90% na região Norte (SNIS, 2017). Evidencia-se, portanto, a necessidade de garantir a

universalização do abastecimento de água entendendo que isso além de proporcionar o desenvolvimento regional, melhora a qualidade de vida. (SILVEIRA; HAUSCHILD, 2017).

A resolução CONAMA nº 357, de março de 2005, estabelece que “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e em outras normas aplicáveis”. No entanto, depara-se que esta resolução não é devidamente respeitada em grande parte dos municípios brasileiros.

Nos municípios brasileiros como um todo, o destino mais comum para os esgotos domésticos ainda são fossas rudimentares (53,17%), havendo também fossas sépticas (8,03%) e valas a céu aberto, disposição direta em corpos d'água e outras formas de disposição incorreta (3,35%) (LANDAU; MOURA, 2016)

Águas residuárias provêm de esgotos domésticos e industriais. Os primeiros, também chamados de sanitários, contêm cerca de 99,9% de água, 0,01% de sólidos orgânicos e inorgânicos e carregam dejetos de origem humana, os quais podem conter microrganismos patogênicos. Assim, o lançamento de esgotos não tratados em corpos aquáticos são vetores de poluição e contaminação e responsáveis pela disseminação de doenças entéricas (MARTINS; MARTINS, 2014).

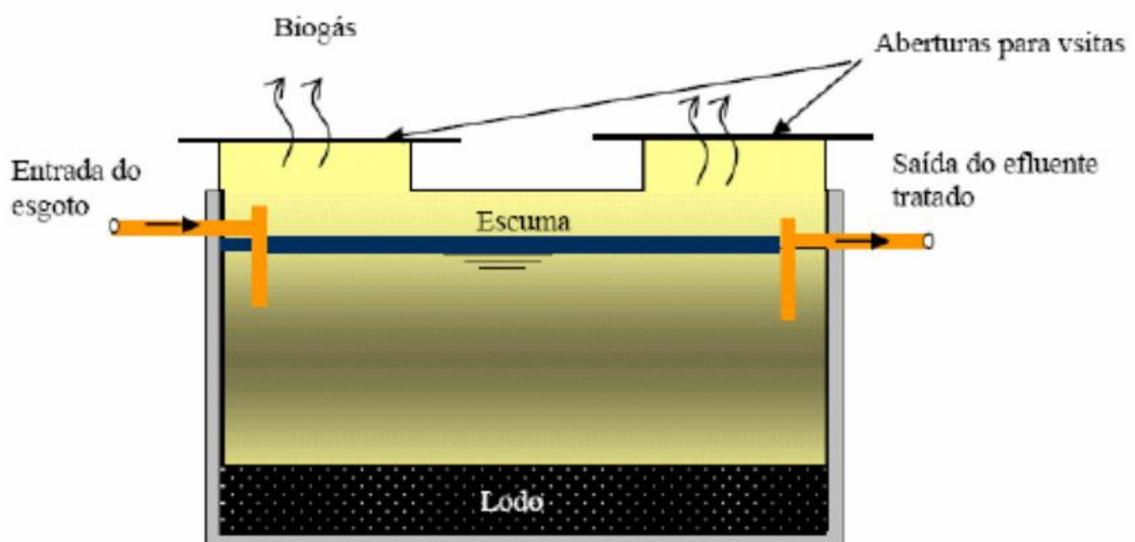
3.5 Destinação Correta: Fossas ou Tratamento

O tratamento de esgoto é constituído por uma série de operações com a finalidade de retirar substâncias indesejáveis ou transformá-las em substâncias aceitáveis. O tratamento de esgoto é constituído por uma série de operações com a finalidade de retirar substâncias indesejáveis ou transformá-las em substâncias aceitáveis. Uma das classificações existentes das instalações de tratamento é dada em função da sua eficiência, ou seja, do grau de redução dos sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos (AZEVEDO, 2014).

Alguns parâmetros relevantes presentes nas legislações citadas, são: pH, temperatura, materiais sedimentáveis, óleos e graxas, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio, fósforo, sólidos (suspensos, dissolvidos, voláteis e fixos), sólidos grosseiros, materiais flutuantes e micro-organismos (JORDÃO & PESSÔA, 2014).

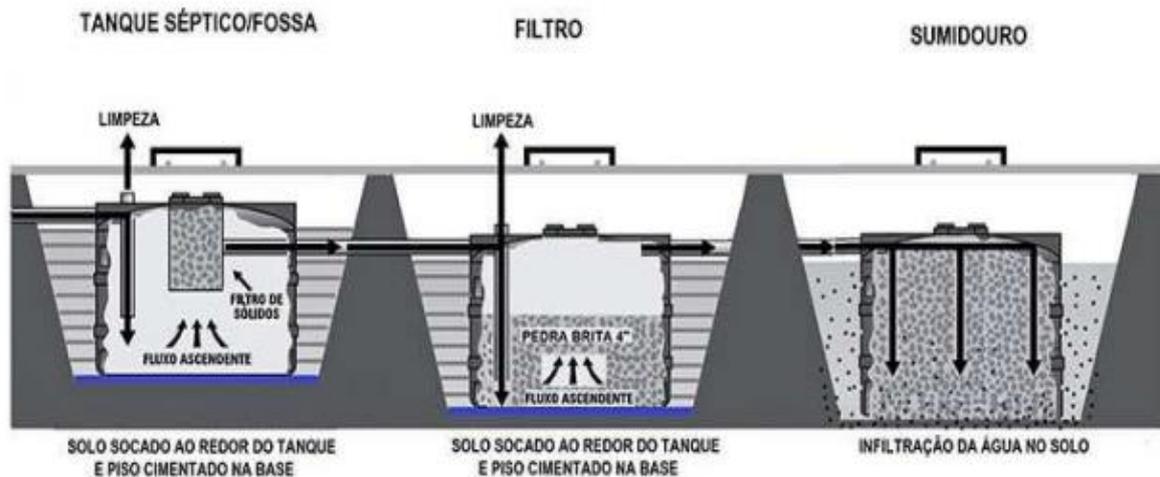
A ABNT, NBR 7229/1993 descreve os tanques sépticos como sendo de forma prismática retangular ou cilíndrica, (Figuras 3 e 4) e tendo como tratamento complementar filtros aeróbios, anaeróbios e de areia, valas de infiltração, escoamento superficial e desinfecção.

Figura 3 – Corte esquemático de um tanque séptico retangular de câmara única



Fonte: Ávila (2005).

Figura 4 – Corte esquemático de um tanque séptico com filtro e sumidouro de menor risco de contaminação do lençol freático.



Fonte: Naturaltec (2016).

Chernicharo (1997) define os tanques sépticos como unidades pré-moldadas ou moldadas in loco, destinadas a cumprir funções de sedimentação e remoção de sólidos flutuantes, além de serem considerados digestores de baixa carga, sem a adição de misturas e sistema de aquecimento.

A Fossa Séptica Econômica (FSE) baseia-se nos princípios do tanque séptico de câmaras em série. Corresponde a uma alternativa composta de uma unidade com dois ou mais compartimentos contínuos, dispostos sequencialmente no sentido do fluxo do efluente (POSTIGO, 2017).

Resumindo rapidamente o funcionamento de um tanque séptico podemos destacar a decantação dos sólidos sedimentáveis, que acabam se incorporando ao lodo biológico, substâncias mais leves como os óleos e graxas e outras demais, acabam por flutuar na camada superior do tanque, formando a chamada espuma. O efluente mais “limpo” deve ser direcionado ao tratamento secundário através de um dispositivo de saída no lado oposto a entrada, logo abaixo da camada de espuma (TONETTI, 2018).

Estudos mostram que fossas sépticas individuais e de câmara dupla, quando projetadas e construídas de forma satisfatória, conseguem atingir níveis elevados de remoção de alguns parâmetros (Tabela 3).

Tabela 3 – Dados de eficiência entre câmaras únicas e duplas de fossas sépticas

Parâmetro/eficiência	Câmara Única	Câmara Dupla
DBOs	40 a 60%	62%
DQO	30 a 60%	57%
Sólidos sedimentáveis	50 a 70%	56%
Óleo e Graxas	70 a 90%	-
Coliformes totais	-	55%

Fonte: Nuvolari (2011).

Segundo a ABNT7229 (1993), os tanques sépticos (a partir de agora inseridos na denominação “fossas sépticas”) são unidades para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão anaeróbia. Enquadram-se nos sistemas de tratamento de águas residuárias in situ. São sistemas amplamente usados em localidades onde não há ou não é viável a instalação de redes de coleta de esgoto.

Metcalf e Eddy (1991) confirmam essa afirmação, indicando que são aplicáveis a pequenas comunidades onde os custos de instalação e manutenção tornam as técnicas de tratamento convencionais impraticáveis. Na maioria das vezes a alternativa mais adequada em áreas rurais ou regiões pouco adensadas, já que é necessário contar com o solo para a implantação das unidades de tratamento de disposição final do esgoto, o que fica comprometido em regiões muito povoadas como a maioria dos núcleos urbanos.

A ABNT, NBR 7229/1993 descreve os tanques sépticos como sendo de forma prismática retangular ou cilíndrica, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, e tendo como tratamento complementar filtros aeróbios, anaeróbios e de areia, valas de infiltração, escoamento superficial e desinfecção.

3.6 Poluição do Lençol Freático

A falta de qualidade das águas do lençol freático pode ser um indicativo da extinção dessas reservas, em caso de poluição ou contaminação os custos e a complexidade das técnicas de remediação (processo de despoluição e minimização dos impactos negativos) e recuperação podem ser extremamente elevados, demandando longo tempo. Além disso, a grande dificuldade é a falta de monitoramento, conhecimento e pessoal técnico especializado em águas subterrâneas são desafios a serem superados na gestão integrada e sistêmica de Recursos hídricos.

Segundo Almeida e Oliveira (2017), a deterioração do ambiente, a multiplicidade das condições às quais estão submetidos os compartimentos hídricos faz a qualidade da água variar ao longo do tempo, inclusive com a introdução de elementos químicos antrópicos, e, assim, novas ferramentas são necessárias para comunicar a qualidade da água de modo acessível e direto a diferentes públicos.

E como aponta Libânio (2016), uma vez que as águas subterrâneas podem estar contaminadas, os efeitos de tais contaminações persistem durante anos, mesmo que cessada a fonte contaminadora. Isso porque nos aquíferos não ocorrem à autodepuração, bem como o processo de renovação das águas ocorre de maneira lenta.

Grande parte das doenças causada pela ingestão de água contaminada pode ser reduzida, desde que a população tenha acesso à água potável, a potabilidade passa pela conservação das fontes. E um dos maiores problemas das fontes particulares é a ausência de monitoramento da qualidade devido o conhecimento sobre o assunto seja quase inexistente.

A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que, para populações residentes em áreas indígenas, populações tradicionais, entre outras, o plano de amostragem para o controle de qualidade da água deverá ser elaborado de acordo com as diretrizes específicas aplicáveis a cada situação (BRASIL, 2011).

Por isso a necessidade de desenvolver dados, e estabelecer previamente parâmetros médios e verificar o grau e risco de contaminação do lençol freático estipular o ritmo de possível contaminação ambiental a fim de prevenir e controlar o problema para futuras gerações.

3.7 Situação de Paracuru

Segundo informação apresentada pelo IBGE (2010) em Paracuru apenas 31.4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 38 de 184. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 3046 de 5570. Como podemos observar na (Figura 6).

A realidade de Paracuru no que diz respeito ao saneamento básico não é muito diferente de grande parte dos municípios brasileiros, a maior parte da população 81% não tem acesso ao sistema de coleta de esgoto tratado e despeja o esgoto doméstico em fossas sépticas ou a céu aberto, (Figura 5) e (Figura 6) última atualização de informações a respeito do assunto.

Figura 5 – Amostragem de domicílio – com esgoto por fossa em Paracuru-CE



Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informação de Atenção Básica – SIAB (2013)

Figura 6 – Percentagem de domicílios – com esgoto por fossa em Paracuru-CE



Fonte: Ministério da Saúde - Sistema de Informação de Atenção Básica – SIAB (2013)

Outro fator que agrava a problemática ambiental urbana em Paracuru-CE está associada a deficiência da infraestrutura de saneamento básico a uma de suas principais atividades econômicas, o turismo. Para entender como esse processo ocorre na cidade devemos compreender como se deu o processo de ocupação do litoral oeste do estado do Ceará, denominada pelo projeto de marketing turístico do estado denominado “costa do sol poente”.

O PRODETUR-NE objetivou a reestruturação do Litoral Oeste do Ceará, entre os municípios de Caucaia-CE e Itapipoca-CE, mais próximos da capital e com grande potencial para atividade turística podendo se enquadrar nesse contexto a cidade de Paracuru-ce. Tal programa, dividido em três fases, busca instalar infraestruturas rodoviárias, aeroportuárias, saneamento básico, sistema de distribuição de água,

fortalecimento das instituições governamentais e ações de recuperação de patrimônio natural e histórico (BNB, 2005).

Na fase dois (PRODETUR-NE II e Nacional), verifica-se estabelecimento de polos turísticos no litoral dos estados nordestinos, sendo o litoral cearense chamado de Polo Ceará Costa do Sol. A segunda fase do programa busca a expansão da malha viária para o extremo Litoral Oeste, englobando municípios litorâneos e fornecendo novo acesso à Cuesta da Ibiapaba, pautada no segmento turístico serrano (BNB, 2010).

Por outro lado à região litorânea cearense apresenta grande interesse imobiliário e em função do crescimento urbano e da própria tradicional cultura de veraneio expressa até mesmo na música de um dos maiores interpretes do Ceará, na música “Pedras Que Cantam” (FAGNER, 1991). Cresceu por exemplo notoriamente o número de loteamento na sede do município de Paracuru nos anos de 2010-2015, assim como o de construções de habitações financiadas pela Caixa Econômica Federal, sem a devida urbanização desses locais.

Desta forma verifica-se que o processo de parcelamento do solo, iniciado nos municípios metropolitanos em 1980, estende-se ao oeste da RMF, favorecendo assim apropriação e especulação nos municípios de Paracuru, Paraipaba, Trairi e Itapipoca (CASTRO, 2015).

Porém, não é o turismo que motiva tal ocupação, posto a vilegiatura marítima ter se beneficiado das infraestruturas implantadas pelo planejamento na orla cearense. Apesar das duas atividades compartilharem a imagética como produto a ser adquirido por turistas e vilegiaturistas, ambas possuem dinâmicas particulares (PEREIRA 2014).

Coriolano (2006), contestando as definições de órgãos responsáveis pela contabilização dos fluxos turísticos, ressalta que o turista é aquele que realiza atividades de lazer durante viagem, sendo necessário o não-habitar nesta destinação. Tais inferências permitem compreensão de particularidades das duas práticas associadas ao lazer.

Organização Mundial do Turismo (OMT), o Turismo envolve “as atividades que realizam as pessoas durante suas viagens e estadas em lugares diferentes ao seu entorno habitual por um período consecutivo inferior a um ano, com finalidade de lazer, negócios ou outras. (WORLD TOURISM ORGANIZATION, 1994)

Enquanto o turista busca a circulação no destino visitado, consumindo produtos e serviços próprios à cadeia produtiva do turismo, o vilegiaturista busca a permanência no domicílio de uso ocasional (DUO), tendo responsabilidades junto ao imóvel e à localidade, como pagamento de impostos, encargos de fornecimento de energia e água, além de reparos e segurança (PEREIRA, 2014).

Pereira e Gomes (2018), relatam as pendências infraestruturais descritas para o caso dos espaços à beira-mar avolumam-se no tempo e no espaço. A infraestrutura básica não atendendo à demanda do crescimento imobiliário pode está causando consequências para o lençol freático do local, hoje importante fonte de água para abastecimento, e que pode ter consequências sobre a saúde e a qualidade de vida da população local.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Tipo de pesquisa

Quanto ao modo de abordagem, a pesquisa classifica-se como qualitativa, sendo capaz de ser compreendida e comprovada respectivamente, por meio da aprovação ou não da qualidade da água por meio da coleta e análise de água de poços tabulares. A pesquisa será realizada em campo e laboratório. Quanto ao objetivo a pesquisa, é um estudo exploratório que utilizará como procedimento técnico o levantamento de dados de forma longitudinal.

4.2 A delimitação da área de estudo e cadastramento dos poços

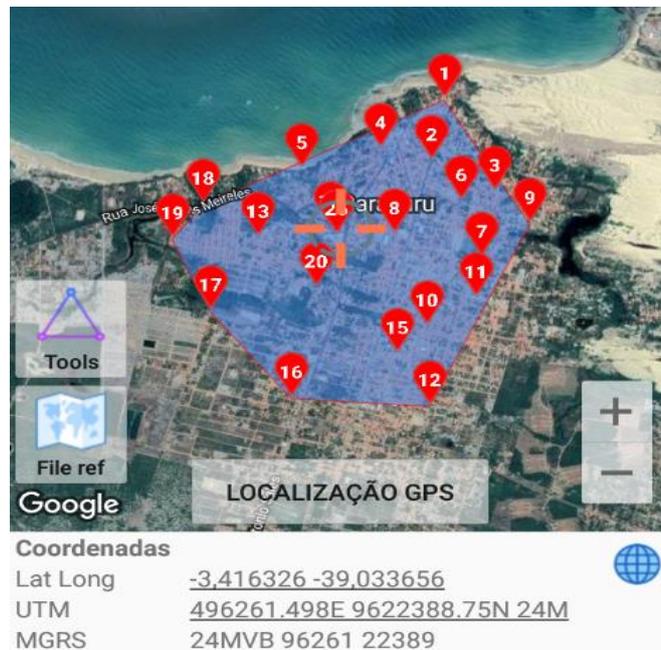
4.2.1 Cadastramento de moradores

A Padronização dos endereços foi realizada em visitas de campo para cadastramento de moradores, em pontos previamente estabelecidos com ajuda de imagens de satélite do Google maps distribuído de forma que cobrisse todo o perímetro da cidade. Após uma rápida apresentação sobre o estudo, junto aos moradores nos endereços dos pontos pré-estabelecido ou o mais próximo possível, foi realizado o convite para participar do estudo e solicitada autorização para entrar nos imóveis para coletar amostras de água subterrâneas de poços tabulares.

Os endereços foram cadastrados em uma planilha com informações como nº da residência, rua, avenida, bairro, data, responsável pelo imóvel, um telefone para contato, além de serem enumerado conforme a ordem pré-estabelecida.

Após o cadastramento de 20 moradores e endereços, georreferenciado os enumerados de 1 a 20 (figura 7), para delimitação da área de estudo, de forma que área escolhida fosse representado por um poço na parcela espacial pré-estabelecido ou o mais próximo possível.

Figura - 7 Demarcação da área de Estudo



Fonte: adaptado google maps Aplicativos (API) do Google, acessada com um *script* programado em R.A API.

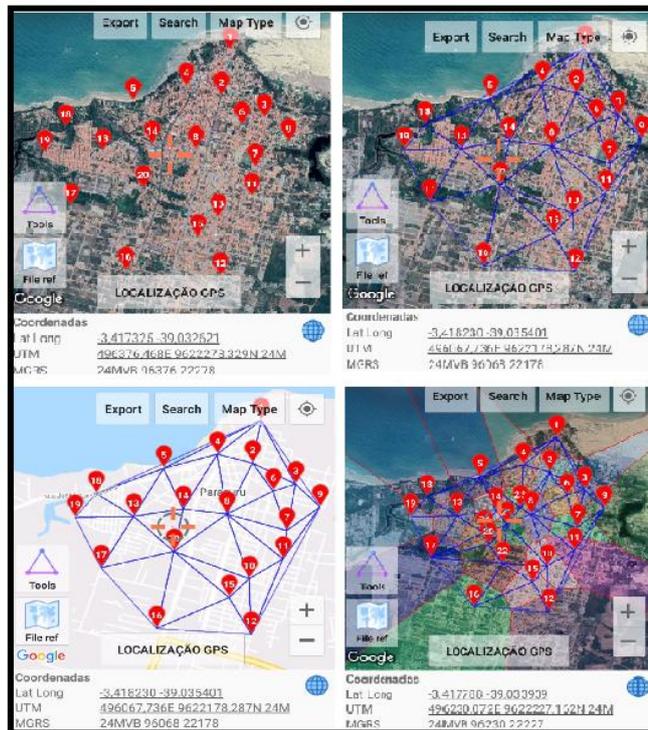
4.2.2 Georreferenciamento

O georreferenciamento foi realizado por meio da Interface de programação de aplicativos (API) do Google, acessada com um *script* programado em R. A API de georreferenciamento que compara os endereços informados com a base do Google Maps, para a captura das coordenadas geográficas. A utilização gratuita aceita a requisição diária de até 2.500 pares de coordenadas. O API também retrocede o endereço localizado e sua precisão, como residência, edificação específica (condomínio, aeroporto), logradouro, bairro, cidade etc. Para verificar a qualidade do georreferenciamento, os endereços encontrados pelo Google receberam o mesmo tratamento dos informados pelos moradores, sendo comparados entre si.

Quando não correspondentes, foram transferidos para intervenção manual, juntamente com endereços não localizados no Google maps. As amostras dos 20 endereços de poços georreferenciados automaticamente por imagens de satélite do

Google maps foi analisada manualmente, para verificar se coordenadas correspondem ao endereço informado para elaboração de um mapa da área estudada como pode ser observado na (Figura 8).

Figura 8 - Localização dos Pontos de Coleta de Amostras



Fonte: Adaptado google maps Aplicativos (API) do Google, acessada com um script programado em R.A API.

4.2.3 Coleta das Amostras de Água subterrânea

Foram realizadas duas coletas com intervalos de 30 dias, no início e no final da temporada de férias, dia 05 de julho e 06 de agosto. As amostras foram analisadas verificadas conforme a qualidade das amostras coletadas por meio dos procedimentos analíticos *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2005).

As amostras de água foram coletadas em torneiras ou canos próximos aos poços das residências cadastradas. Para tanto, foram utilizados frascos de polietileno com capacidade para 2L e com tampa vedante. Antes de cada coleta, as torneiras ou canos passaram por assepsia com álcool 70%, e em seguida após água escoar por cerca de 3 minutos, a fim de desprezar a água acumulada na tubulação foi realizado a coleta. Os frascos utilizados para coleta foram fornecidos pela empresa H2O

ANALYSIS. Os parâmetros físico-químicos analisados, pela empresa H₂O ANALYSIS os métodos analíticos utilizados, reagentes e equipamentos encontram-se na (Tabela 4).

Tabela 4 - Metodologia utilizadas para análises físico-químicas Paracuru.

Tipo de amostra	Análises	SIF - Método	CQ – Método
Água	FQ 92 - Alcalinidad e Parcial	POPFQ -UNI203, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2320 B	POPFQ -UNI203, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2320 B.
	FQ 93 - Alcalinidad e Total	POPFQ -UNI203, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2320 B	POPFQ -UNI203, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2320 B
	FQ 66 - Amônia	POPFQ -UNI217, de acordo com Portaria nº 01, MAPA, 1981.	POPFQ -UNI217, de acordo com NBR 10560, ABNT Dez/88. Águas - Determinação de nitrogênio amoniacal. Métodos de nesslerização, fenolato e titulométrico. POPFQ -UNI217, de acordo com Portaria nº 01, MAPA, 1981.
	FQ 15 - Aspecto	POPFQ -UNI221, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2110.	POPFQ -UNI221, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2110.
	FQ 93 - Bicarbonatos e Carbonatos	-	POPFQ -UNI203, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Método 2320 B, 22st Edition, 2017.
	FQ 19 - Cálcio	-	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition,

Água			2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação). POPFQ-UNI205, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3500 CaB.
	Cloretos	POPFQ -UNI206, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500 B.	POPFQ -UNI206, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 4500 B. POPFQ -UNI230, de acordo com Standard Methods for the examination of water and wastewater. Método 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity, 22st Edition, 2017.
	FQ 27 - Condutividade de	POPFQ -UNI212, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2510 B.	POPFQ -UNI212, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2510 B.
	FQ 20 - Cor Aparente	POPFQ -UNI214, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2120 B.	POPFQ -UNI214, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2120 B.
	FQ 34 - Dureza Total	POPFQ -UNI204, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2340 C.	POPFQ -UNI204, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2340 C.
	FQ 93 - Sólidos Totais Dissolvidos	POPFQ -UNI210, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and	POPFQ -UNI210, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2540 C.

Água		Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2540 C	
	FQ 93 - Ferro Total	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação). POPFQ -UNI234 - de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030A (Tratamento preliminar), Método 3030F (Digestão), Método 3120B (Determinação).
	FQ 93 - Hidróxidos	-	POPFQ -UNI226, de acordo com ABNT, 1975. NBR 5756 - Determinação de hidrazina em água.
	FQ 93 – Mg - Magnésio	-	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).
	FQ 64 - Nitratos	-	POPFQ -UNI230, de acordo com Standard Methods for the examination of water and wastewater. Método 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity, 22st Edition, 2017.
	FQ 65 - Nitritos	POPFQ -UNI219, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 4500 B.	POPFQ -UNI219, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 4500 B.
	FQ 71 - pH	POPFQ -UNI202, de acordo com Portaria nº 01, MAPA, 1981.	POPFQ -UNI202, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 4500 B.

Água	FQ 93 – K - Potássio	-	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação)
	FQ 93 – Na - Sódio	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).
	FQ 93 – Na - Sódio	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).	POPFQ -UNI213, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 3030 E (Digestão) e Método 3111 B (Determinação).
	FQ 93 - Sulfatos	-	POPFQ -UNI230, de acordo com Standard Methods for the examination of water and wastewater. Método 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity. 22st Edition, 2017.
	FQ 89 - Turbidez	POPFQ -UNI211, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2130 B	POPFQ -UNI211, de acordo com Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2017. Método 2130 B.

Para o melhor controle dos dados encontrados com as análises e os resultados dos testes de qualidade da água de poços no município de Paracuru, utilizou-se software **QualiGraf**, Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de

Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, 2001, para elaboração de gráficos e tabelas.

Para a determinação dos números de coliformes totais, fecais e de estreptococos fecais, foi empregada a técnica da membrana filtrante, utilizando-se como meios de cultura o M-ENDO ÁGAR, MFC-ÁGAR e o KF Streptococcus Ágar. A determinação do número de colifagos e o preparo da cultura hospedeira de *Escherichia coli* C (ATCC nº 13.706) foram realizados de acordo com as técnicas recomendadas pela APHA¹ (1985). Para a pesquisa da presença de colifagos também foi utilizada como bactéria hospedeira a *Escherichia coli* C (ATCC 13.706) e a técnica empregada foi a preconizada por Wentsel et al. (1982).

4.2.4 Análise de dados

Para a comparação dos resultados das análises entre os dias a 07 de julho e 08 de agosto de 2019, os testes estatísticos foram realizados com uso do software BioEstat 5.0, assumindo um nível de significância em $p < 0,05$ (AYRES et al. 2007). O teste t-pareado é caracterizado por levar em consideração informações antes e depois para cada unidade amostral. As medidas tomadas antes e após a intervenção realizada foram representadas pelas variáveis aleatórias X_i e Y_i , respectivamente. O efeito produzido para o i -ésimo indivíduo pode ser representado pela variável $D_i = X_i - Y_i$ (antes, depois).

Na situação geral, queremos testar as hipóteses:

Onde:

Ho: $\mu_D = 0$

não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, a amostra não fornece evidência estatística de diferença entre as condições antes e depois (não produz algum efeito).

Ha: $\mu_D \neq 0$, $\mu_D < 0$, $\mu_D > 0$

rejeitamos a hipótese nula, ou seja, existe diferença significativa entre as condições antes e depois (produz algum efeito).

O parâmetro é estimado pela média amostral das diferenças: Onde \bar{d} é a média amostral da diferença, μ_D é o valor da hipótese nula e s_D é o desvio padrão da amostra e n é o tamanho das amostras. Ambos testes estatísticos resultam em um T-valor, que mede a evidência contra a hipótese nula. Se o valor de p for menor ou igual ao nível de significância, a hipótese nula é rejeitada. Caso contrário, a hipótese nula não é rejeitada (LEVINE et al., 2015).

5 RESULTADOS

Das 40 análises realizadas (Tabela 5 e 6) pode-se verificar que a maior parte dos parâmetros analisados não encontra-se dentro do estabelecido pela legislação. Com exceção das amostras coletadas do poço P-7, os resultados indicam que pelo menos um dos parâmetros foi considerado inadequado nas amostras de água. Ou seja, a água foi considerada não potável. Três amostras tiveram seus resultados muito próximos do limite estabelecido pela legislação para nitrato. Ferro, pH, turbidez, cor aparente e as análises microbiológicas foram os parâmetros de potabilidade ultrapassados neste estudo, de acordo com a Portaria Nº do Ministério da Saúde Nº 2914/2011 (BRASIL, 2011).

Tabela – 5 Parâmetro Microbiológico das amostras de água subterrânea de Paracuru-CE, em que ocorreram desconformidade nos resultados.

Ponto de Coleta	Amostra	Data da Coleta	Bactéria Heterotróficas	Coliformes Totais	Bactéria <i>Escherichia coli</i>
P1	A1	07/07	50,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A21	07/08	50,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P2	A2	07/07	20,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A22	07/08	30,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P3	A3	07/07	120,000	2,600*	AUSÊNCIA
	A23	07/08	130,000	2,700*	AUSÊNCIA
P4	A4	07/07	480,000	>8,0*	1,100*
	A24	07/08	490,000	>8,0*	1,300*
P5	A5	07/07	20,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A25	07/08	40,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P6	A6	07/07	10,000	8,000*	AUSÊNCIA
	A26	07/08	12,000	8,900*	AUSÊNCIA

P7	A7	07/07	10,000	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
	A27	07/08	10,000	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
P8	A8	07/07	60,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A28	07/08	70,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P9	A9	07/07	1060,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A29	07/08	1090,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P10	A10	07/07	160,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A30	07/08	150,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P11	A11	07/07	170,000	>8,0*	AUSÊNCIA
	A31	07/08	180,000	>8,0*	AUSÊNCIA
P12	A12	07/07	20,000	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
	A32	07/08	30,000	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
P13	A13	07/07	350,000	>8,0*	8,000*
	A33	07/08	300,000	>8,0*	8,000*
P14	A14	07/07	<10	1,100*	1,100*
	A34	07/08	<10	1,200*	1,200*
P15	A15	07/07	960,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A35	07/08	960,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P16	A16	07/07	1080,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A36	07/08	1010,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P17	A17	07/07	980,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A37	07/08	960,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P18	A18	07/07	990,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A38	07/08	1030,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P19	A19	07/07	960,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A39	07/08	1060,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
P20	A20	07/07	960,000*	>8,0*	AUSÊNCIA
	A40	07/08	990,000*	>8,0*	AUSÊNCIA

Data da Coleta 07/07 a 07/08 de 2019 - Resultados acima dos limites estabelecidos pela legislação *

Nos poços analisados nos bairros da cidade de Paracuru-CE os resultados encontrados em sua distribuição geográfica pode-se supor ausência ou deficiência de saneamento básico adequado na maior parte da cidade (Figura 9).

Figura – 9 Porcentagem de amostras com Contaminação microbiológica

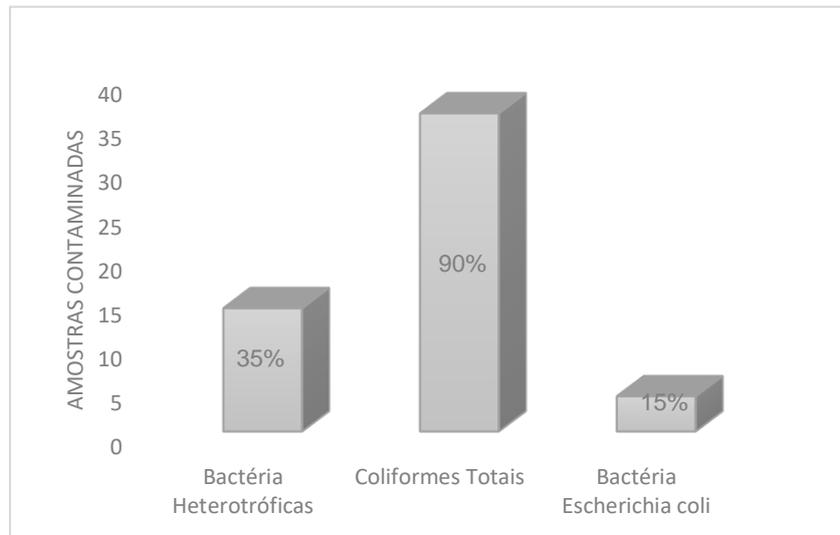


Tabela – 6 Parâmetro Físico-químico das amostras de água subterrânea de Paracuru-CE, em que ocorreram desconformidade nos resultados.

Ponto de Coleta	Amostra	Cor Aparente	Ferro total	Turbidez	pH	Unidade Cor A/Fe /Turp/pH	L.Q Cor A. /Fe /Turp/Ph	VMP			
								Turp	Fe	Turp	pH
P1	A1	360,800*	0,370*	46,000	7,0	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A21	370,900*	0,390*	47,000	6,9	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10				
P2	A2	<10	<0,1	0,580	6,2	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A22	<10	<0,1	0,590	6,1	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10				
P3	A3	31,500*	1,990*	7,770	6,2	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A23	32,500*	2,110*	7,890	6,0	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10				
P4	A4	<10	<0,1	0,520	6,2	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A24	<10	<0,1	0,540	6,2	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10				
P5	A5	<10	<0,1	0,880	7,0	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A25	<10	<0,1	0,890	7,0	uH-mg/L-NTU	10 -0,1-0,10				

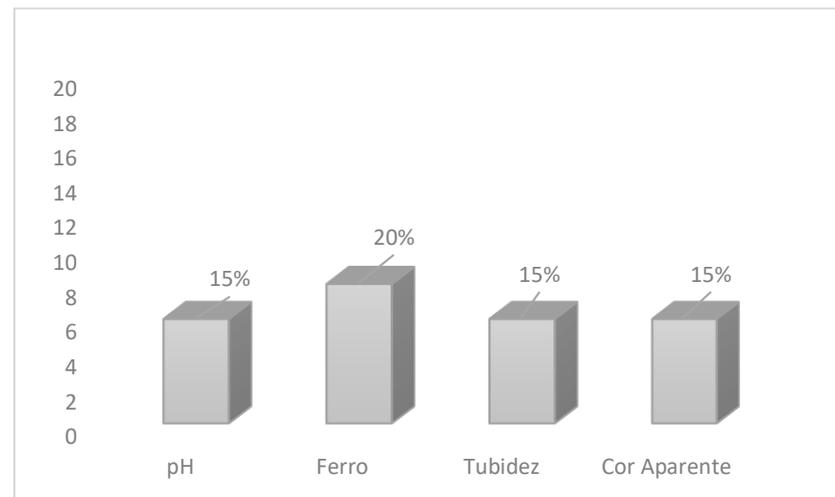
P6	A6	<10	<0,1	0,190	6,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A26	<10	<0,1	0,200	6,1	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P7	A7	<10	<0,1	0,230	6,2	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A27	<10	<0,1	2,70	6,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P8	A8	<10	<0,1	0,210	6,2	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A28	<10	<0,1	0,230	6,1	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P9	A9	<10	<0,1	0,290	6,3	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A29	<10	<0,1	0,280	6,2	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P10	A10	<10	0,155	0,800	5,0*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A30	<10	0,200	0,860	4,8*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P11	A11	<10	<0,1	0,390	4,8*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A31	<10	<0,1	0,400	4,6*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P12	A12	<10	<0,1	0,250	4,5*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A32	<10	<0,1	0,290	4,5*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				

P13	A13	<10	<0,1	0,330	7,9	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A33	<10	<0,1	0,340	7,6	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P14	A14	<10	<0,1	0,210	6,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A34	<10	<0,1	0,240	6,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P15	A15	<10	<0,1	0,250	4,8*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A35	<10	<0,1	0,270	4,7*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P16	A16	370,00*	0,380*	390,00	4,5*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A36	390,00*	0,390*	410,00	4,6*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P17	A17	<10	<0,1	0,390	4,9*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A37	<10	<0,1	0,395	4,8*	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P18	A18	<10	<0,1	0,580	6,2	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A38	<10	<0,1	0,570	6,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				
P19	A19	<10	<0,1	0,800	7,5	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A39	<10	<0,1	0,900	7,0	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				

P20	A20	<10	0,380*	0,340	6,5	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10	<15uH	<0,30mg/L	<5,0 NTU	6,0 - 9,0
	A40	<10	0,390*	0,340	6,4	uH-mg/L- NTU	10 -0,1- 0,10				

Data da Coleta 07/07 a 07/08 de 2019 - Resultados acima dos limites estabelecidos pela legislação *

Figura 10 – Percentual de amostras com os resultados acima do limite estabelecido pela legislação.



5.1 Comparação entre os períodos de coleta

Por meio da análise do teste-t pareado (Quadro 1), comparando as análises realizadas antes e depois do período de férias escolares, verificou-se, ao nível de 5%, que não há mudanças para os parâmetros de bactéria heterotróficas, coliformes totais, bactéria *Escherichia coli*, turbidez, cor aparente e ferro total. Isso evidencia que a atividade turística de veraneio não tem impacto sobre o lençol freático.

No entanto, o mesmo não pode ser verificado em relação ao parâmetro pH (Quadro 2). A atividade turística de veraneio apresentou efeito significativo sobre o pH da água subterrânea na cidade de Paracuru-CE. Sendo que não foi encontrado observação semelhante em outros trabalhos.

Quadro 1 -Teste t-pareado pra amostras dependentes do parâmetro pH de amostras de água em Paracuru-CE

pH da água dos Poços	Antes período de férias	Depois período de férias	D	d²
P1	7	6,9	0,1	0,01
P2	6,2	6,1	0,1	0,01
P3	6,2	6	0,2	0,04
P4	6,2	6,2	0	0
P5	7	7	0	0
P6	6	6,1	-0,1	-0,2
P7	6,2	6	0,2	0,04
P8	6,2	6,2	0	0
P9	6,3	4,6	1,7	1,19
P10	5	4,8	0,2	0,04
P11	4,8	4,6	0,2	0,04
P12	4,5	4,5	0	0
P13	7,9	7,6	0,3	0,09
P14	6	6	0	0
P15	4,8	4,7	0,1	0,01
P16	4,5	4,6	-0,1	-0,2

P17	4,9	4,8	0,1	0,01
P18	6,2	6	0,2	0,04
P19	7,5	7	0,5	0,25
P20	6,5	6,4	0,1	0,01
			$\Sigma=3,8$	$\Sigma=1,38$

Quadro 2 -Resultados Teste t-pareado pra amostras dependentes do parâmetro pH de amostras de água em Paracuru-CE

Informações	Valores	
Indivíduos	20	20
Média	5.9950	5.8050
Desvio Padrão	0.9741	0.9616
Erro Padrão	0.2178	0.2150
Desv. Padrão da Diferença	0.3824	---
Erro Padrão da Diferença	0.0855	---
Média das diferenças	0.1900	---
(t)=	2.2222	---
Graus de Liberdade	19	---
(p) unilateral =	0.0193	---
(p) bilateral =	0.0385	---
IC (95%)	0.0110	0.3690
IC (99%)	-0.0546	0.4346

6 DISCUSSÕES

De acordo com Krafta (2015), podemos considerar que município de Paracuru-CE apresenta uma média densidade populacional (105 hab/km²). Sua sede administrativa apresenta uma mancha urbana considerável (Figura 10), com potencial influência das atividades humanas sobre a qualidade química, física e microbiológica das águas subterrâneas.

Identificou-se contaminação e poluição na água subterrânea em Paracuru-CE, o que pode ser agravado pela intensificação do uso de fontes subterrânea na área da cidade e de descartes de esgoto nos padrões atuais. Assim como identificado nos grandes centros urbanos onde ocorrem problemas associados às descargas de poluentes, por efluentes domésticos e principalmente por fossas sépticas e líquidos proveniente de esgoto doméstico.

6.1 Análise físico-químico

6.1.1 pH

Os valores de pH mostram que no lençol freático de Paracuru-CE predominam águas ácidas nas duas etapas de amostragem, sendo grande parte acima dos limites de potabilidade, de acordo com a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). A faixa de valores para o consumo humano é de 6,0 a 9,5.

Considerando todas as amostras o pH variou de 4.5 a 7.9, apresentando acidez acima do permitido em seis amostras (15%). Em geral, as águas com o pH baixo tendem a ser corrosivas ou agressivas a determinados materiais e superfícies como o cimento e amianto por exemplo, enquanto que as águas de alto pH, tendem a formar

incrustações. O pH ácido na água está associado a doenças como gastrite, câncer gástrico e restrições para usos industriais (GOMES; CAVALCANTE, 2015).

6.1.2 Turbidez

Dos 40 poços analisados em Paracuru-CE, seis deles, (15%) das amostras, apresentaram valores de turbidez acima do padrão de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 2914/2011, Valor Máximo Tolerável de 5,0 UT. Isso ocorre devido ao baixo mecanismo de diluição nas amostras coletadas durante o período de precipitações, ou também em razão da ausência de proteção sanitária dos poços, o que permite a penetração de impurezas, aumentando a turbidez das águas.

Além de ser um parâmetro estético, determinar a turbidez é fundamental para garantir a desinfecção da água. A presença de partículas em suspensão pode funcionar como abrigo para micro-organismos, protegendo-os do agente bactericida (BRAGA, 2014).

6.1.3 Sólidos Totais Dissolvidos

Todos os poços artesianos analisados podem ser usados para consumo humano considerando o parâmetro sólidos totais dissolvidos, pois em 100% das amostras eles estavam abaixo do limite permitido (1000 mg/L) pela Portaria Nº 2914/2011 do MS.

A distribuição espacial do Sólidos Totais Dissolvidos (STD), aumenta pontualmente na parte noroeste, sudeste, sudoeste e ao sul na primeira análise dia 07 de julho fim do período chuvoso, e a sudoeste e ao norte durante período de estiagem após quase 30 dias sem chuvas.

Este comportamento é semelhante aquele observado para os cloretos, refletindo um processo de incorporação da água da chuva, fazendo com que a diluição ocorra nas concentrações de íons dissolvidos presentes nas águas subterrâneas em Paracuru-CE.

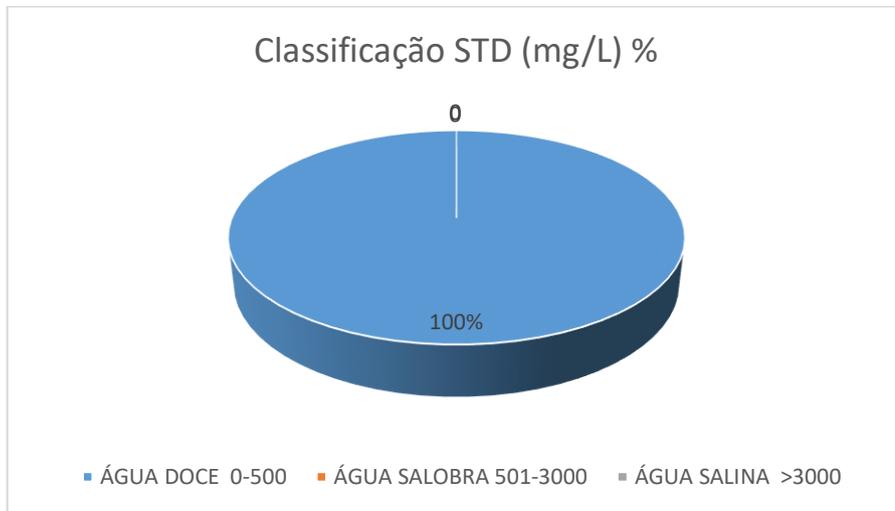
As águas subterrâneas podem ser classificadas quanto a sua composição química, e esta, reflete a interdependência do arranjo químico e mineralógico das rochas que a armazenam, o clima da região em que se encontra e o tempo de interação das águas com a rocha.

Realizar análises química das águas subterrâneas é importante para atestar a sua qualidade para os diversos usos, principalmente consumo humano e irrigação, e ainda verificar a necessidade de tratamento antes da sua utilização. As águas também podem ser classificadas no que diz respeito aos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) (quadro 3). Essa classificação é baseada na Resolução CONAMA 357/2005, como apresentado na Tabela 3.

Quadro 3 - Valores de STD para classificação dos tipos de água - Resolução CONAMA 357/2005

Tipos de águas	STD (mg/L)
Água Doce	0-500
Água Salobra	501-3000
Água Salina	>3000

Figura 11 - Classificação dos tipos de água encontradas em Paracuru-CE
Conforme a Resolução CONAMA 357/2005



Fonte: Proprio autor

6.1.4 Dureza

Todas as amostras analisadas estão dentro do limite permitido (500 mg/L) pela Portaria N° 2914/2011 do MS (BRASIL, 2011) para o parâmetro dureza. A dureza é causada por carbonatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio e representa a capacidade da água em consumir sabão. Pode ser classificada em temporária, quando provocada pelo cálcio e magnésio, ou permanente, devido à presença de cloretos, nitratos e sulfatos. Quando temporária, pode ser eliminada por uma simples fervura (QUEIROZ, 2018).

A dureza da água é definida pela concentração de cátions em solução, como alumínio, ferro, manganês, estrôncio e zinco. Porém, são os cátions cálcio e magnésio que, frequentemente, são os responsáveis pela dureza (PAVEI, 2006; SPERLING, 2017).

6.1.5 Cloreto

O cloreto na área aparece nas amostras dentro do valor máximo tolerável (250 mg/L) na Portaria N° 2914/2011 do MS (BRASIL, 2011). Grandes concentrações são

responsáveis pelo aumento gradativo de salinidade das águas e, conseqüentemente, pelo aumento dos STD.

Embora 100% das amostras coletadas esteja dentro dos limites estabelecidos pela legislação, 85% das amostras fica enquadrada como sendo Sulfatadas ou cloretadas sódicas e água Cloretada, segundo o Diagrama Piper produzido pelo software **QualiGraf**.

A água que contém menos de 150 mg de Cl⁻ /L é satisfatória para diversos fins, como por exemplo, para dessedentação humana. Contendo mais de 350 mg de Cl⁻ /L é contraindicada para maior parte das irrigações e usos industriais. Com 500 mg de Cl⁻ /L, o sabor da água torna-se desagradável, mas animais podem beber água com valores superiores a 3000 mg de Cl⁻ /L (Água, 1974). Porém, o ânion cloreto está presente em quantidades inferiores a 100 mg/L em águas subterrâneas e forma compostos muito solúveis. Isso significa que teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar, por aterros sanitários e esgotos domésticos e industriais (LUCEMA, 2014).

A importância de determinar a concentração de cloretos é devido à possibilidade de conferir um sabor salgado à água e produzir um efeito laxativo (; BRASIL, 2013; SPERLING, 2017). Desse modo, a Portaria nº 5/2017 estabelece o VMP de 250 mg/L de cloretos para a água potável (BRASIL, 2017).

6.1.6 Sódio

O sódio é o um dos principais responsáveis pelo aumento gradativo da salinidade das águas naturais do ponto de vista catiônico. Os teores de sódio mostram que as amostras de água subterrânea analisadas estão dentro do limite permitido (200 mg/L) pela Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Segundo Pitangueira (2014) que reportou do Instituto de Bebidas para a Saúde e Bem estar (Coca cola Brasil, 2014), o sódio é essencial para regular os fluidos intracelulares e extracelulares do corpo, atuando para manter a pressão arterial e o volume sanguíneo.

Atualmente a preocupação com os altos índices de hipertensão arterial tem tornado a ingestão de sódio, potássio e cálcio tema de reportagens em diversos meios de comunicação (MORSCHBACHE, 2015). Este é o caso das águas com alto teor em sais que não devem ser ingeridas continuamente por hipertensos (PITANGUEIRA, 2014). Da mesma forma, águas com elevada concentração de cálcio não são indicadas para pessoas com tendência a desenvolver cálculos renais ou vesiculares (MARTINS et al., 2014). Ainda segundo Mörschbacher (2015), para os consumidores hipertensos é de extrema importância ter conhecimento da composição da água que estão consumindo.

6.1.7 Potássio, Cálcio e Magnésio

Em relação aos íons potássio, cálcio e magnésio, a Portaria Nº 2914/2011 do MS (BRASIL, 2011) não estabelece um valor máximo permissível para suas concentrações.

Uma importante função do potássio é a troca e transporte de outros íons para os meios intracelular e extracelular (ESTEVES, 2011). De acordo com Alfaro (2014), o potássio é dos poucos compostos encontrados naturalmente em corpos d'água. Está distribuído amplamente no ambiente.

6.1.8 Ferro

As concentrações de ferro nas águas subterrâneas de oito poços (20%), (distribuídos aleatoriamente na porção, sul, leste e oeste da área) estão acima do permissível pela Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (0,3 mg/L). Na região, não é muito comum à ocorrência da “*capa rosa*” nas águas subterrâneas, mas a origem nessas amostras podem estar vinculada ao Sistema Aquífero da formação geomorfológica, formação Barreiras, que normalmente apresenta em seus níveis lateríticos elevadas concentrações de ferro.

Segundo CPRM (1997) no corpo humano, o ferro atua na formação da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos). A sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar

a incidência de problemas cardíacos e diabetes. Além disso, Mahan (2000) afirma que o ferro em excesso pode ajudar a gerar quantidades excessivas de radicais livres que atacam as moléculas celulares, desta forma aumentando o número de moléculas potencialmente carcinogênicas dentro deles. “O alto teor de ferro nas águas subterrâneas pode ser um fator preocupante, uma vez que este causa danos à saúde humana e confere à água sabor amargo e coloração amarela a turva” (FILHO, 2018).

6.1.9 Nitratos

Das 40 amostras analisadas, todas elas estão dentro do permitido para o parâmetro nitratos (Portaria Nº 2914/2011 (10 mg/L N-Nitrato). No entanto, quatro amostras (10%) estão com resultados muito próximo do limite máximo e recomendado e dois (5%) no limite máximo recomendado pela mesma portaria.

Segundo Lemos e Medeiros (2006), o nitrato no sistema digestivo é transformado em nitrosaminas, que são substâncias carcinogênicas. O excesso de íons nitrato na água e no alimento pode levar a um aumento na incidência de câncer de estômago. Esse elemento pode ser veiculado por meio de micro-organismos, despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (SPERLING, 2017).

Outro problema relacionado a nitrato na água ocorre em crianças com idade menor que três meses. Crianças dessa idade têm bactérias em seu aparelho digestivo que reduzem o nitrato a nitrito que se liga muito fortemente a moléculas de hemoglobina, impedindo-as de transportar oxigênio para as células do organismo. A deficiência na oxigenação celular leva a danos neurológicos permanentes, dificuldade de respiração e, em casos mais sérios, à morte por asfixia (metaglobinemia ou “*síndrome do bebe azul*”). De acordo com Libânio (2010), água com concentração inferior a 10 mg/L, não ocasiona o desenvolvimento de metahemoglobinemia. Por esse fato, a Portaria nº 5/2017, determina o valor máximo permitido (VMP) para nitrato de 10 mg/L e nitrito de 1 mg/L (BRASIL, 2017).

6.1.10 Sulfato

Das amostras analisadas todas estão de acordo em relação ao parâmetro sulfato, pois estão dentro do padrão de potabilidade (250mg/L) estabelecido pela Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). A concentração de sulfato na água varia de acordo com as condições ambientais, pois as águas subterrâneas que percolam áreas com formação de gesso (CaSO₄) contêm alto teor de sulfato devido à boa solubilidade durante o período chuvoso.

Isto pode estar relacionado à ocorrência de dissolução de sulfetos metálicos (pirita, esfarelita e galena), que ocorrem localmente disseminados na formação Barreiras (FILHO, 2018).

6.2 Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica da água, usualmente é avaliada pelo uso de bactérias indicadoras. A presença desses microrganismos em grande quantidade pode oferecer danos à saúde além de constatar que o recurso hidrográfico esta poluído com matéria de origem fecal (FERNANDES KCB, 2015).

Considerando as análises microbiológicas (Tabela 5), 35% das amostras de as águas subterrâneas de Paracuru-CE encontram-se contaminadas por bactérias heterotróficas, 90% com coliformes fecais e 15% com *E. coli* (Figura 9), provando a ausência ou deficiência de saneamento básico adequado na maior parte da cidade (Quadro 4). Os padrões de potabilidade são descritos pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) 2.914/11, que define como critério microbiológico a ausência de coliformes totais, *E. coli* e limita a contagem de bactérias heterotróficas ao máximo de 500 UFC mL⁻¹ (BRASIL, 2011).

Quadro 4 – Distribuição da contaminação na análises microbiológica das águas subterrâneas de Paracuru, Ceará por bairro.

Análises	Nº de amostras	Período de coleta	Bairro
Bacteriológicas			

Bactéria Heterotróficas	14	07/07/2019 07/08/2019	Lagoa Paracuru Beach
Coliformes Totais	36	07/07/2019 07/08/2019	Boca do Poço Centro Campo de Avia Carlotas I Carlotas II Lagoa Maleitas Paracuru Beach
Bactéria <i>Escherichia coli</i>	6	07/07/2019 07/08/2019	Centro Campo de Avia Maleitas

Bactérias do grupo coliformes, representam cerca de 96% a 99% das fezes, onde cada indivíduo excreta cerca de 2 bilhões rotineiramente (NASCIMENTO, 2015). Desta maneira é possível que na pesquisa de outros microrganismos, se obtenha a descoberta de organismos patogênicos incidentes em fezes.

A resolução 357/2005 do Conama, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e de diretrizes ambientais para seu enquadramento, utiliza coliformes termo tolerantes como padrão de qualidade microbiológica de acordo com critérios estabelecidos pela legislação (CONAMA, 2005).

A presença de coliformes termo tolerantes pode indicar contaminação de origem fecal e a existência de patógenos que se encontram em menores concentrações, toda via que essas bactérias são encontradas em abundância em fezes de humanos e animais homeotérmicos (CERQUEIRA et al 2006; GODOI et al.,2010). É considerada pela legislação vigente o bioindicador mais usualmente indicado na avaliação de contaminação por matéria fecal (CONAMA 2005; ANVISA 2004).

Escherichia coli é uma bactéria que vive no intestino humano e pode promover contaminação hídrica. Vale destacar que a mesma não causa problemas à saúde quando está no intestino, pois é uma bactéria normal nesse local. Entretanto, algumas variantes podem desencadear distúrbios gastrointestinais caracterizados por diarreia aquosa. Além disso, está relacionada com infecções urinárias, pneumonias e meningites quando em contato com a corrente sanguínea pode acarretar vários danos à saúde do indivíduo (LO et al., 2017).

Através das análises físico-químicas das amostras de água de Paracuru-CE (Tabela 6), observa-se que 15% das amostras estão acima dos limites estabelecidos pela legislação na análise de ph, 20% na análise de ferro, 15% turbidez e 15% em cor aparente.

7 CONCLUSÃO

As águas subterrâneas de Paracuru-CE se encontram armazenadas no aquífero sedimentar (poroso clástico), que vem sendo explorada predominantemente por poços tubulares com profundidades média de 15m como fonte alternativa. Isso porque é uma fonte de menor custo para a população local, em comparação a água fornecida pela companhia de água e esgoto. As águas dos poços são utilizadas predominantemente para uso doméstico.

Dos 20 poços e 40 amostras de águas subterrâneas analisadas, 95% estão impróprias para consumo, pois os parâmetros analisados apresentaram desconformidade em relação aos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Um dos dados de maior impacto social é a elevada contaminação microbiológica evidenciando contaminação por fossas sépticas.

O déficit no esgotamento sanitário pode ser apontado como principal causas da contaminação de águas subterrâneas, uma vez que a utilização de fossas sépticas rudimentares leva a contaminação do lençol freático através da percolação do esgoto. Por tanto, os resultados encontrados são um alerta para a urgência de adoção de políticas públicas que promovam a universalização dos sistemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água na cidade de Paracuru-CE, pois somente com medidas desse tipo pode-se garantir a qualidade da água e a saúde da população.

REFERÊNCIAS

- ABEOC Brasil. Rua Ernesto da Fontoura, 578, bairro São Geraldo - Porto Alegre, RS. Jun. 2017. Mercado e Eventos. Disponível em: <<http://www.abeoc.org.br/2017/06/turismo-no-brasil-cresceu-43-no-trimestre-operadoras-lideram-com213/>>. Acesso em: 27 de set 2018.
- ABREU, C. H. M.; CUNHA, A. C. **Qualidade da Água em Ecossistemas Aquáticos Tropicais Sob Impactos Ambientais no Baixo Rio Jari-AP: Revisão Descritiva.** Biota Amazônia, v. 5, n. 2, p. 119–131, 2015. Disponível em: Acesso em: 13 out. 2018.
- ABNT 7229/1993, p.2. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbienta/ABNTNBR7229.pdf>>. Acesso em 22 de setembro de 2018.
- ADESOJI, A.T.; OGUNJOBI, A.A.; OLATOYE, I.O. **Characterization of Integrons and Sulfonamide Resistance Genes among Bacteria from Drinking Water Distribution Systems in Southwestern Nigeria.** Chemotherapy, v. 62, n. 1, p. 34- (2017) 42. Disponível em: < <https://doi.org/10.1159/000446150>>. Acesso em 22 de setembro de 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** Brasília: ANA, 2007. 113p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgotos.** Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acesso em: 21 mar. 2019.
- ALFARO, J. D. B. **Determinación de cationes en agua potable del cantón de Grecia, Costa Rica por absorción atómica.** Revista. InterSedes, v 15, p. 95-106, 2014. <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/402610>
- ALMEIDA, A. G.; CARVALHO, L. R.; ALVES, F. Q.; ADRY, A. P.; SANTINI, A. C.; ALELUIA, M. M. **Análise Microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA.** SaBios: Revista de Saúde e Biologia, v.12, p.20-26, 2017.

ALMEIDA, M.C.; SILVA, M.M.; DE PAULA, M. **Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e pH da água.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 5, n. 1, p. 25-40, 2017.

ALMEIDA, Rosa A.S; OLIVEIRA, Iara B. **Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea (E-IQUAS): Aplicação Para Comunicar o Estado da Água em Dois Estudos de Caso – Camaçari (BA) E Verdelândia (MG).** ABAS Águas Subterrâneas(2017) 31(1):88-103. Disponível em:< <https://aguassubterraneas.abas.org/AsubterrNaeas/article/view/28522>>. Acesso em: 14 out. 2019.

ALMEIDA, ROGÉRIO DE ARAÚJO; PITALUGA, DOUGLAS PEREIRA DA SILVA; REIS, RICARDO PRADO ABREU. **Tratamento De Esgoto Doméstico Por Zona De Raízes Precedida De Tanque Séptico Tanque Séptico.** Universidade Federal de Goiás, 2010.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da Água de Irrigação.** Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, ed.1, 2010.

ALVES, W. dos S.; SANTOS, L. N. S. dos.; MEDEIROS, V. S.; AQUINO, D. S. et al. **Avaliação da qualidade da água e estado trófico do Ribeirão das Abóboras, em Rio Verde – GO, Brasil.** Revista Geociências, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 13-29, 2017. Disponível em:<https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/36/volu-me36_1_files/36-1-artigo-02.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

ANDRADE, D.; FIORESE, C. H. U.; GOUVÊA, M. P. S.; RODRIGUES, R. C. **Utilização de técnicas ambientais no monitoramento das águas do Rio Castelo-ES.** In: Congresso Internacional das Águas, 3., 2017. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: RESAG, 2017. ALVIM, Mariana. Saneamento é básico, mas não existe. 2014. Disponível em: Acesso em: 19 mar. 2014.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 16th ed. New York, 1985.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Microbiological Examination. In: APHA; AWWA; WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21 ed. Washington, 2005.

ANDRADE, D.; FIORESE, C. H. U.; GOUVÊA, M. P. S.; RODRIGUES, R. C. **Utilização de técnicas ambientais no monitoramento das águas do Rio Castelo-ES.** In: Congresso Internacional das Águas, 3., 2017. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: RESAG, 2017. ALVIM, Mariana. Saneamento é básico, mas não existe. 2014. Disponível em: Acesso em: 19 mar. 2014. Acesso em: 14 out. 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 10 maio. 2016.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). NBR 13.969: **Tanques Sépticos – Unidade de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos** – Projeto, Construção e Operação, Rio de Janeiro, 60p.

AYRES, M., AYRES Jr, M., AYRES, D. L., SANTOS, A. A. S. **Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007.364p.

AZEVEDO, L. dos S. **Aproveitamento dos Subprodutos Gerados nas Estações de Tratamento de Esgoto de Juiz de Fora**. Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014. Disponível em: <http://www.ufjf.br/emGsanitarlaeambiental/files/2014/02/TFC-LARIZA-DOS-SANTOS-AZEVEDO.pdf> Acesso em: 15 nov. 2019.

ATAIDE, Gzabriela Vieira de Toledo Lisboa; BORJA, Patrícia Campos. **JUSTIÇA SOCIAL E AMBIENTAL EM SANEAMENTO BÁSICO: UM OLHAR SOBRE EXPERIÊNCIAS DE PLANEJAMENTO MUNICIPAIS**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 20, n. 3, p.61-78, set. 2017. Disponível em: <Http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc74r1v2032017>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRAGA, F.P. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento da água do município Juiz de Fora-MG**. 2014. 61 p. Trabalho de conclusão de Curso (Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

BEZERRA, A. D. A. et al. (Org) **Análise Situacional da Qualidade de Água Subterrânea Oriunda de Poços da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil**. Acta Biomedica Brasiliensia, Fortaleza, v.9, nº 1, Abril de 2018 Disponível em: www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/download/282/190. Acesso em: 15 nov. 2019.

BOX GEP, Hunter WG e Hunter JS. **Statistics for Experimenters - An Introduction to design, data analysis, and model building**, New York, John Wiley & Sons, 1978.

BNB. **Programa de desenvolvimento do Turismo no Nordeste**. Brasília: Memorandos, 2005.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução a Engenharia ambiental**. 8.ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005, 318p.

BRASIL. Ministério da Saúde, Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_controle_qualidade_agua_tecnicos_trabalham_ETAS.pdf. Acesso em: 26 jul. 2019.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 20 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Departamento de Atenção Básica**. SIAB: Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/Deftohtm.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>. Acesso em 29 mar 2018.

BRASIL, **Ministério da saúde. Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**, e dá outras providências. Diário Oficial da união 26 de março de 2004.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 25 nov. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Federal 10.257 de julho de 2001**. Brasília, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 24 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde. (Série B. Textos Básicos de Saúde). 2006.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Federal 11.445 de janeiro de 2007**. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 25 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em: 12 out. 2018.

BRASIL, **Resolução Conama Nº 430, de 13 maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões e lançamento de efluentes**, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da união 16 de maio de 2011

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde. 2011.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651, 25 de maio de 2012. Dispõe sobre o Código Florestal.** Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF, 2012^a

BRYAN, A.; YOUNGSTER, I.; MCADAM, A.J. (2015) Shiga Toxin Producing *Escherichia coli*. *Clinics in Laboratory Medicine*, v. 35, n. 2, p. 247-272. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2015.02.004>

CAUDURO, F. SILVA, C. Ribeiro. D. **A atividade cemiterial no território brasileiro e o impacto aos recursos hídricos.** São Paulo, SP. 2018.

CASTRO, T.S; PEREIRA, Q.A. **Políticas de Turismo e Urbanização no Litoral Oeste do Ceará: Dinâmica insucessos e Possibilidades.** In: XI - Encontro Nacional da ANPEGE. A DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA BRASILEIRA: ESCALAS E DIMENSÕES DA ANÁLISE E DA AÇÃO DE 9 A 12 DE OUTUBRO 2015. Disponível em: <<http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/10/308.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2019.

CEARÁ. **ÍNDICES DE COBERTURA-CAGECE.2016.** Disponível em: <http://www.cagece.com.br/numeros/indice-de-cobertura>. Acesso: 03 de abr. de 2019.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Fortaleza: Atlas, 1992. v.1.

CERQUEIRA MMOP, et al. **Qualidade da água e seu impacto na qualidade microbiológica do leite;** Researchgate; 2006

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 2004-2006.** São Paulo: 2006.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. Série de relatórios – Apêndice A: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo. 2014.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resumo Executivo – Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – 2018.** CETESB Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: 24 set. 2019.

COELHO, S. C, et al. **Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil.** *Ambiente & Água*, v. 12, n. 1, p. 156-167, 2017

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. [Site]. **Proteção da Qualidade das Águas Subterrâneas.** Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Informa??es-B?sicas/3-Polui??o-das-?guas-Subterr?neas>>. Acesso em 25 de abril de 2014a.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. [Site]. **A Poluição das Águas Subterrâneas.** Disponível em:<http://www.cetesbsp.gov.br/agua/Informa??es-B?sicas/3-Polui??o-das-?guas-Subterr?neas>. Acesso em 25 de abril de 2014b.

CORIOLOANO, Luzia Neide Menezes Teixeira. **O turismo nos discursos, nas políticas e no combate à pobreza.** São Paulo: Annablume, 2006.

CORIOLOANO, Luiza Neide Menezes Teixeira (org). **Arranjos produtivos locais do turismo comunitário: atores e cenários em mudança.** Fortaleza: EdUECE, 2009.

COSTA, Cinthia Cabral Da; GUILHOTO, Joaquim José Martins. **Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 19, dez./abr. 2014.

CUNHA, E. R.; BACANI, V. M.; AYACH, L. R. **Geoprocessamento aplicado à análise da fragilidade ambiental.** Revista da ANPEGE, n. 3, p. 89–105, 2013. Disponível em: Acesso em: 12 out. 2018.

CHERNICHARO, Carlos A. de L. **Reatores anaeróbios: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1997.

DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas.** Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

DIEESE. **Visão geral dos serviços de água e esgotamento sanitário no Brasil.** Estudos e Pesquisas, São Paulo, n. 82, set 2016.

DUTRA, Artumira. **Economia: Jornal Opovo, Fortaleza, 11 mai 2017.** Disponível em:<<https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2017/05/paracuruganharaComplexo-turistico-hoteleiro-de-r-668-5-milhoes.html>>. Acesso em: 24 set.2019.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FALAVINHA, G.; DEGENHARDT, R. **Qualidade Microbiológica da água de nascentes e poços da comunidade de Barro Branco, Capinzal, SC.** Unoesc & Ciência, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 209-216, 2014.

Ferreira, D. A. D. C. et al. **Qualidade da água dessalinizada destinada às comunidades rurais de Mossoró/RN.** Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, 2015.

FERNANDES KCB, **Detecção e quantificação de contaminação fecal hospedeiro específico em águas destinadas ao abastecimento público,** Dissertação (Pós - Graduação em Vigilância Sanitária do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em saúde). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro; 2015.

FILHO, Valmor José Freddo. **Qualidade das Águas Subterrâneas Rasas do Aquífero Barreiras: Estudo de Caso em Benevides-PA,** 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/19641/1/dissertacao_freddo_filho.pdf>. Acesso em: 29 out. 2019.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em Etas.** Brasília: FUNASA, 2014.

FIORENSE, C. H. U. **Análise Preliminar dos Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos das águas do Córrego Paraíso – Trecho urbano do Distrito de Vieira Machado, em Muniz Freire-ES.** AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; p.22 2019. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2019A/analise.pdf>>. Acesso em: 15 de nov 2019.

GALDINO, V. M. C.; MELO, A.; OLIVEIRA, R. P.; MENDONÇA, E. P.; NALEVAIKO, P. C.; ROSSI, D. A. **Virulência de Salmonella sp. de origem avícola e resistência a antimicrobianos.** Bioscience Journal, Uberlândia, v.29, n.4, p.932-939, 2013.

GARCIA, E. N. dos A.; MORENO, D. A. A. C.; FERNANDES, A. L. V. **A importância da preservação e conservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez da água no Brasil.** Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 6, p.2 35-249, 2015. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicações/index.php/forum_ambiental/article/view/1259> Acesso em: 16 out. 2019.

GUEDES, A. F.; TAVARES, L. N.; MARQUES, M. N. N.; MOURA, S. P.; SOUSA, M. N. **A Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica.** Journal of Medicine and Health Promotion, v.2, n.1, p.452-461, 2017.

GARRIDO, Juliana et al. **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I.** Brasília: Banco Mundial, 2016. 112 p. (Séria Água Brasil #13). Disponível em: Acesso em: 25 out. 2019.

GODOI I, et al. **Indicadores microbiológicos de água e solo**. Dissertação (Mestrado); UNIOESTE; Cascavel PR;2010.

GLOWACKI, D. S; CRIPPA, L. B. **Avaliação da qualidade microbiológica da água em bebedouros de uma instituição de ensino superior de Caxias do Sul – RS**. Instituição: Centro Universitário da Serra Gaúcha Brasil – Caxias do Sul-RS, Brasil, 2019.

GOMES, M.C.R. CAVALCANTE, N.C. **Aplicação da Análise Estática Multivariada no Estudo da Qualidade da Água subterrânea**. Águas Subterrâneas (2017) 31(1):134-149. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.14295/ras.v31i1.28617>>. Acesso em: 16 out. 2019.

HIRATA, Ricardo; SUHOGUSOFF, Alexandra Vieira; MARCELLINI, Silvana Susko; VILLAR, Pilar Carolina; MARCELLINI, Laura. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. [S.l: s.n.], 2019. Disponível em:<http://tratabrasil.org.br/images/Estudos/itb/aguas-subterraneas-esaneamentobasico/Estudo_aguas_subterraneas_FINAL.pdf>. Acesso em: 24 set.2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em Geociências**. Número 4: Manual Técnico de Pedologia. 2ª edição. Rio de Janeiro. 2007

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2010. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/36.pdf>>. Acesso em out. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. 2017 Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em maio/2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002a. CDROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108p.

KRAFTA, Rômulo. **UFRGS, equipe de Revisão do Plano Diretor de Bento Gonçalves. Densidade, descrição e prescrição**. Disponível em:<<http://ipurb.bentogoncalves.rs.gov.br/uploads/downloads/etapa2-1-Densidade-descricao-prescricao.pdf>> Acesso em: setembro, 2018.

JORDÃO, E.P e PESSÔA, C.A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014. 1087 p.

LARIZA, Santos Azevedo. **Aproveitamento dos Subprodutos Gerados nas Estações de tratamento de Juiz de Fora 2014**. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

LANDAU, Elena Charlotte; MOURA, Larissa (Ed.). **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília: Embrapa, 2016. 975 p.

LEMOS, E. C. L.; MEDEIROS, F.W. **Águas subterrâneas e as doenças de veiculação hídrica. Área piloto: Bairros Bom Jardim e Granja Portugal**. Município de Fortaleza - Ceará. 2006. 95 f. Monografia (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

LEMOS, E. C. L.; MEDEIROS, F.W. **Águas subterrâneas e as doenças de veiculação hídrica. Área piloto: Bairros Bom Jardim e Granja Portugal**. Município de Fortaleza - Ceará. 2006. 95 f. Monografia (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D. F.; KREHBIEL, T. C.; BERENSON, M. L. **Estatística: teoria e aplicações: usando o Microsoft® Excel em português**. Tradução Teresa Cristina Padilha de Souza. 6ª ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2015. 804 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 4. ed. Campinas: Editora Átomo, 2016.

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

LO, Ching-Lung et. al. **Fluoroquinolone therapy for bloodstream infections cauded- spectrum beta-lactamase-producing Escherichia coli and Klebsiella pneumoniae**. Journal of microbiology, immunology and infection, v. 50, 355-361, 2017.

LUCEMA. **Química da água subterrânea**. Disponível em: <<http://www.lucema.com.br/index.php/noticias/41-quimica-da-agua-subterranea.html>>. Acesso em: 12 de set. 2019.

MAHAN, B. M. **Química: um curso universitário**. 4. Ed, São Paulo: Ed. Blücher, 2000

MARTINS, CLAUDIA MIRANDA; MARTINS, SUZANA CLÁUDIA SILVEIRA. **Potencial de reuso da água residuária de uma estação de tratamento de esgoto: Evolução e caracterização da população bacteriana**. Goiânia: Enciclopédia Biosfera, 2014.

MEIRELES MELO FILHO José Fernandes; SOUZA André Leonardo Vasconcelos; SOUZA Luciano da Silva: **Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um latossolo amarelo coeso dos tabuleiros costeiros, sob floresta natural.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/36.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

MELLO, C. M.; RESENDE, J. C. de P. **Análise microbiológica da água dos bebedouros da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais campus Betim.** Revista Sinapse Múltipla, v. 4, n. 1, p. 16-28, jul. 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/9362>> Acesso em: 31 nov. 2019.

Metcalf & Eddy, Inc. (1991). **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, Tchobanoglous, G. e Burton F.L. (eds.),** 3 ed., Editora McGraw-Hill, Nova Iorque, Estados Unidos, 1336p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015.** 20 dez. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>. Acesso em: 31 nov. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Sistema Nacional de Unidades De Conservação da Natureza/ SNUC.** Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000. Brasília: 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Site institucional. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 29 mar 2018.

MÖRSCHBÄCHER, A. P; SILVA, A. M.; SOUZA, C. F. V. **Determinação do teor de sódio, potássio e cálcio em amostras de água mineral comercializadas no vale do Taquari, RS.** Destaques Acadêmicos, v. 7, nº 4. Universidade do Vale do Taquari. Lageado, 2015. Disponível em <univates.br/revistas/index.php/destaques/article/download/507/499>. Acesso em 25 jul 2019.

MORAES, Luiz Roberto; BORJA, Patrícia Campos. **Revisando o Conceito de Saneamento Básico no Brasil e em Portugal.** Revista do Instituto Politécnico da Bahia, n.20-E, ano 7, p. 5-11, jun. 2014. Disponível em: <<http://www.assemae.org.br/artigos/item/336-revisitando-o-conceito-de-saneamento-basico-no-brasil-e-em-portugal>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente / CONAMA. **Resoluções do CONAMA: resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.** Brasília: MMA, 2012

MUHAMMAD A.M., ZHONGHUA, T., DAWOOD A. S., EARL B. **Evaluation of local ground water vulnerability based on DRASTIC index method in Lahore, Pakistan.** International Geophysics, 2014.

NASCIMENTO NRM. **Avaliação da qualidade da água superficial do Iguarapé quarto nações ba cidade de Arquimedes – RO.** Monografia (tecnologia em gestão ambiental).Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, 2015.

NATURALTEC. **Sistema de fossa-Filtro.** Disponível em:<<http://www.Naturaltec.com.br/Fossas-filtro-infiltração.html>. Acesso em 11 nov. 2018.

NEVES, F. M. C.; CASTRO, F. B. G. de.; GODEFROID, R. S.; SANTOS, V. L. P. dos.; WAGNER, R. **Avaliação da qualidade da água do Rio Bacacheri, Curitiba/PR.** Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 8, n. 4, p. 81-98, jan./jun. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/425-1601-1-PB.pdf>.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** São Paulo: Edgar Blucher, 2011. 565p.

OLIVEIRA, A. J. de.; SANTOS, M. C. H. G.; ITAYA, N. M.; CALIL, R. M. **Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano.** Atas de Saúde Ambiental, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 24-29, ago. 2015. Disponível em: <<http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/949/880>>. Acesso em: 16 nov. 2019

OLIVEIRA, K. B. M.; MORAIS, F.; BACELLAR, L. A. P. **Distribuição de parâmetros hidroquímicos das águas subterrâneas na região da Lagoa da Confusão – TO – Brasil.** Ambiência, Guarapuava, v. 10, s. 1. p. 282- 302, 2014.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT), (1996): **Implications of the UN/WTO Tourism Definitions for the U. S. Tourism Statistical System**, (1994): Recomendaciones sobre Estadísticas de Turismo, Madrid. Disponível em: <http://statistics.unwto.org/sites/all/files/docpdf/parti.pdf>. Acesso em: 22 set. 2019.

PAVEI, S.G. **Análises físico-químicas e microbiológicas da água bruta e tratada utilizada para abastecimento do município de Florianópolis.** 2006; 53 p; Trabalho apresentado a disciplina Estágio Supervisionado como requisito para o título de Bacharel em Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PEREIRA, Alexandre Queiroz. **A urbanização vai à praia: contribuições da vilegiatura à metropolização no nordeste do país.** 2012. 350 f. Tese de Doutorado – UFC. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza, 2012.

_____. **A urbanização vai à praia: vilegiatura marítima e metrópole no nordeste do Brasil.** Fortaleza: UFC Edições, 2014.

PITANGUEIRA, V. A. D.; ANGRISANO, L. C. S.; PEDROSA, M. H. V. P. **Caracterização, Classificação e Utilização de Águas minerais Sem Gás da Região Sudeste e Seus Benefícios à Saúde.** III Encontro de Iniciação Científica da Faculdade Kennedy de Belo Horizonte. Belo Horizonte - MG. Novembro de 2014.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água.** Fortaleza: Editora Arte Visual, 2009.

PRODETUR/NE II – **Situação Atual. BNB.** Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://200.217.154.7/web/guest/situacao-atual1>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

POSTIGO, Murilo Dias. **Avaliação da Eficiência de Fossa Séptica de Baixo custo Desenvolvida Para o Saneamento Rural.** Engenharia Ambiental - Espíri to Santo do Pinhal , v. 14, n. 1, p. 26-xx, 2017.

QUEIROZ, T. M; OLIVEIRA, L. C. P. **Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT).** Eng Sanit Ambient, v.23 n.1, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n1/1809-4457-esa-23-01-173.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

RIBEIRO, J.W; ROOK, J. M.S. **Saneamento Básico e Sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental).** Universidade Federal de Juiz de Fora. 2010.

ROSNER B. **Fundamentals of Biostatistics**, 4^a ed., New York, Duxbury Press, 1995

SANTOS, S. Amaral. **Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Canela Tamandaí, Santa Maria/RS.** Soc. Nat. Uberlândia, MG v.30, n.2, 2018.

SANTOS, R. G.; STURARO, J. R.; MARQUES, M. L.; FARIA, T. T. **GIS Applied to the Mapping of Land Use, Land Cover and Vulnerability in the Outcrop Zone of the Guarani Aquifer System.** Procedia Earth and Planetary Science, 15, p. 553 – 559, 2015.

SANTOS, S. O. dos. SOUZA, A.C. **Panorama do Saneamento Básico no Município de Itabuna (Bahia) de 2000 a 2010.** In: SEMANA DE ECONOMIA DA UESB, 13., Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: UESB, 2014. p. 19.

SANTIAGO. M. M. F.; SILVA, C. M. S. V. **Manual de análise hidroquímica e bacteriológica do Departamento de Física da UFC.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. 27 p.

SAMPAIO, T. Q.; FEITOSA, F. A. C. **Atuação governamental no abastecimento de água subterrânea no semiárido nordestino: o sistema SIAGAS e as possibilidades de revitalização de poços.** In: CONGRESSO RESAG ENQUALAB, 14., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: RESAG, 2014.

SETUR/CE – Secretaria de Turismo do Estado do Ceará (2007) – **Indicadores Turísticos do Estado do Ceará: 1995 – 2016.** Disponível em: <<https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2016/11/evolucao-turismo-2006-2016-artigo.pdf>>. Acesso em: 31 nov. 2018.

SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rainforest of the Brazilian Amazon after logging.** University of Oxford. Oxford, England, 1989.

SILVEIRA, R.; HAUSCHILD, G.. Universalização do saneamento básico e o processo de desenvolvimento regional: o caso do sistema de abastecimento de água do Vale do Rio Pardo (RS). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 8., 2017, Santa Cruz do Sul-RS. Anais [...] Santa Cruz do Sul-RS: UNISC, 2017.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015> <Acesso em: novembro 2017.>

SIQUEIRA, Mariana Santiago et al. **Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília , v. 26, n. 4, p. 795-806, Dec. 2017 .

SOUZA, Maria Salete de. **Meio ambiente Urbano e Saneamento Básico.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, ano 01, número 01, 2002.

SOUSA RÊGO, Veneziano Guedes. **Microbacia hidrográfica como instrumento de Educação Ambiental na Articulação pela Revitalização do Riacho das Piabas/PB.** Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande [tese], 2014, 99p.

SWARBROOKE, John. **Turismo sustentável.** São Paulo: Aleph, 2000. VIERA, Elenara. **Desperdício em hotelaria: soluções para evitar.** Caxias do Sul: EDUCS, 2004.

SCHWANKE, CIBELE. **Ambiente: Tecnologias:** Série Tekne. Bookman Editora. Porto Alegre, 20.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017.

SHRESTHA, S.; SEMKUYU, D.J.; PANDEY, V. **Assessment of groundwater vulnerability and risk to pollution in Kathmandu Valley, Nepal.** *Science of the Total Environment*, 556, p. 23–35. 2016.

TEIXEIRA, José Boaventura. **Saneamento rural no Brasil.** In: REZENDE, Sonaly Cristina (Org.). *Panorama do saneamento básico no Brasil: Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil - Volume VII.* Brasília: Ministério das Cidades, 2014.

TONETTI, Adriano Luiz. **Tratamento de Esgoto Domésticos em Comunidades Isoladas: Referencial para a escolha de soluções.** Campinas, SP: Biblioteca Unicamp, 2018.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia.** 12. ed. Ed. Artmed. 2017.

TRATA BRASIL (Org.). **Pesquisa Saneamento Básico em Áreas Irregulares – Relatório Brasil.** São Paulo, 2016. 118 p

UNITED NATIONS. **The United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2009 UNISDR terminology on disaster risk reduction.** Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009.

WHO/UNICEF. **Progress on sanitation and drinking water – 2015 update and MDG assessment.** Geneva: World Health Organization (who) And The United Nations Children’s Fund (unicef), 2015. 90 p.

WHO. World Health Organization. **Água potável.** Genebra:WHO, (2019).

WWAP. The United Nation. **World water Development: water for a Sustainable World Paris.** UNESCO.2015.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2015). **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris,** UNESCO.

WENTSEL,R.S.;O'NEILL,P.E.;KITCHENS,J.F.Evaluation of coliphage detection as a rapid indicator of water quality. *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**:430-4, 1982.

