

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE  
DO NORTE

JULIANA DE SOUSA LIMA MAYER

**DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS**

NATAL  
2022

JULIANA DE SOUSA LIMA MAYER

**DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa em Saneamento Ambiental.

Orientadora: Dra. Dayana Melo Torres.

NATAL

2022

Mayer, Juliana de Sousa Lima.

M468d Diagnóstico de soluções alternativas coletivas de abastecimento de água em comunidades rurais / Juliana de Sousa Lima Mayer. – 2022.  
52 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.  
Orientadora: Dra. Dayana Melo Torres.

1. Uso Sustentável de Recursos Naturais. 2. Abastecimento de água – Comunidades rurais. 3. Qualidade da água – Avaliação – Canguaretama, RN. 3. Contaminação da água – Cartilha. 4. Doenças diarreicas. 5. Soluções Alternativas Coletivas (SAC). I. Título.

CDU: 502.171

JULIANA DE SOUSA LIMA MAYER

**DIAGNÓSTICO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de pesquisa em Saneamento Ambiental.

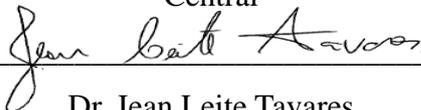
Dissertação aprovada em 28/03/2022 pela seguinte Banca Examinadora:



Dra. Dayana Melo Torres – Orientadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal

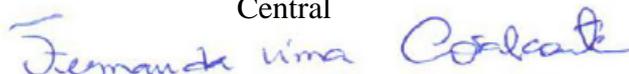
Central



Dr. Jean Leite Tavares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Natal

Central



Dra. Fernanda Lima Cavalcante

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus

Mossoró

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me mantido na trilha certa durante esta pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Dayana Melo Torres, por toda a paciência, empenho, dedicação e maravilhosa condução com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante o mestrado. Muito obrigada por ter me corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

Aos meus avós, Antônio Constantino (*in memorian*) e Ivanilda Lima (*in memorian*), por todo o esforço investido na minha educação e pelo apoio ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

Ao meu esposo Eduardo e ao meu filho Vicenzo, pelo apoio, compreensão e paciência demonstrada durante o período da pesquisa.

Agradeço ao Programa de pós-graduação em Uso Sustentável dos Recursos Naturais (PPgUSRN) do IFRN/Natal Central e aos seus docentes, que me incentivaram a percorrer o caminho da pesquisa científica.

Aos meus colegas do mestrado, da turma 2019.2, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

A Secretaria Municipal de Saúde de Canguaretama/RN, pela compreensão dos meus horários de estudo e pela disponibilização de dados que foram de grande utilidade para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

As águas subterrâneas são recursos utilizados por ampla parcela da população brasileira. A maioria das residências das áreas rurais do Brasil são abastecidas por poços rasos, profundos ou cacimbas, como acontece nas comunidades rurais de Catu do Eleotério e Outeiro no Rio Grande do Norte (RN). Esse trabalho objetiva diagnosticar a situação das soluções alternativas coletivas (SAC) dessas duas comunidades rurais do município de Canguaretama-RN, além de avaliar a qualidade da água e orientar o uso e manipulação das SAC para o possível consumo de água potável. Os métodos aplicados consistem em identificar as SAC das áreas rurais onde a água dos poços apresentou resultados insatisfatórios nos parâmetros microbiológicos, especificamente indicadores de contaminação fecal, no período compreendido entre 2017 e 2020. A criação de uma cartilha de orientação se fez necessária para que assim as comunidades rurais pudessem entender quais motivos levam a contaminação das águas e como é possível evitar novas contaminações. No decorrer do estudo as SAC apresentaram significativas proporções de amostras fora dos padrões para *E. coli*, havendo presença desse microrganismo em 70% das amostras do Catú e em 68% das amostras do Outeiro. Os casos de diarreia nas duas comunidades rurais foram maiores no ano de 2019, atingindo um percentual de 26% dos moradores da comunidade Catú e 37% da comunidade Outeiro. Considerando-se os dados mensais ao longo dos quatro anos, encontrou-se correlações positivas entre o registro de casos de diarreia e a ocorrência de inconformidades na qualidade da água. Dessa forma, é recomendável que haja uma priorização nas ações de vigilância da qualidade da água nos municípios, enfatizando a necessidade de haver um maior cuidado na rede de distribuição das soluções alternativas de abastecimento de água.

**Palavras-chave:** água subterrânea; diarreia; solução alternativa coletiva; vigilância sanitária e ambiental.

## ABSTRACT

Groundwater is a resource used by a large portion of the Brazilian population. Most homes in rural areas of Brazil are supplied by shallow, deep wells or cacimbas, as in the rural communities of Catu do Eleotério and Outeiro in Rio Grande do Norte (RN). This work aims to diagnose the situation of collective alternative solutions (SAC) of these two rural communities in the municipality of Canguaretama-RN, in addition to evaluating the quality of the water and guiding the use and manipulation of the SAC for the possible consumption of drinking water. The methods applied consist of identifying the SAC in rural areas where the water from the wells showed unsatisfactory results in the microbiological parameters indicating fecal contamination, in the period between 2017 and 2020. The creation of a guidebook was necessary so that rural communities could understand the reasons that lead to water contamination and how it is possible to avoid further contamination. During the study, the SAC's showed large proportions of samples outside the standards for *E. coli*, with the presence of this microorganism in 70% of the samples from Catú and in 68% of the samples from Outeiro. Diarrhea cases in the two farming communities were higher in 2019, reaching a percentage of 26% of residents of the Catu community and 37% of the people of the Outeiro community. Considering the monthly data over the four years, we found positive correlations between the registration of diarrhea cases and the occurrence of nonconformities in water quality. Thus, it is recommended that there is a prioritization of water quality surveillance actions in the municipalities, emphasizing the need for greater care in the distribution network of alternative water supply solutions.

**Keywords:** subterranean water; diarrhea; collective alternative solution; health and environmental surveillance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das Comunidades Catú e Outeiro no município de Canguaretama/RN .....	24
Figura 2 – Comunidade Indígena do Catú .....	25
Figura 3 – Poço tubular profundo do Catú do Eleotério .....	26
Figura 4 – Caixa D'água que abastece o Catú do Eleotério .....	27
Figura 5 – Reservatório de água na Comunidade Outeiro .....	27
Figura 6 – Poço tubular profundo do Outeiro .....	28
Figura 7 – Cadastro de Solução Alternativa Coletiva .....	31
Figura 8 – Solicitação de Análise de Amostra Ambiental de Água .....	32
Figura 9 – Monitoramento da Qualidade da Água de Consumo Humano .....	33
Figura 10 – Ficha de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas .....	34
Figura 11 – Fluxograma do Monitoramento da Qualidade da Água da SAC .....	35
Figura 12 – Porcentagem da presença e ausência de <i>Escherichia coli</i> no Catú do Eleotério – 2017 a 2020 .....	38
Figura 13 – Porcentagem da presença e ausência de <i>Escherichia coli</i> no Outeiro – 2017 a 2020 .....	39
Figura 14 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Catú, 2017 a 2020 .....	41
Figura 15 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Outeiro 2017 a 2020 .....	42
Figura 16 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Catú – 2017 a 2020 .....	42
Figura 17 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Outeiro – 2017 a 2020 .....	43

## LISTA DE SIGLAS

CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CRL	Cloro Residual Livre
GAL	Gerenciador de Ambiente Laboratorial
LACEN	Laboratório Central
MDDA	Monitorização de Doenças Diarreicas Agudas
MS	Ministério da Saúde
RN	Rio Grande do Norte
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Alternativa Coletiva
SAI	Solução Alternativa Individual
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água
UBS	Unidade Básica de Saúde
VIGIAGUA	Vigilância da qualidade da água para consumo humano

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	13
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
4.1	SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL .....	14
<b>4.1.1</b>	<b>Saneamento rural</b> .....	15
<b>4.1.2</b>	<b>Saneamento indígena no Brasil</b> .....	16
4.2	QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS ASSOCIADAS A ÁGUA.....	18
4.3	SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	21
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
5.1	ÁREA DE ESTUDO .....	24
5.2	MONITORAMENTO, OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS .....	28
5.3	CADASTRO, VIGILÂNCIA DE SAC E MONITORAMENTO DE DOENÇAS DIARREICAS .....	30
5.4	CRIAÇÃO DA CARTILHA DE ORIENTAÇÃO .....	35
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	37
6.1	QUALIDADE DA ÁGUA DAS SAC .....	37
6.2	QUALIDADE DA ÁGUA DE SAC E DOENÇAS DIARREICAS .....	41
6.3	CARTILHA PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SAC .....	45
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade da água, de acordo com a Portaria de Potabilidade da água para consumo humano (Portaria MS nº 888, de 04/05/2021), considera três formas de abastecimento, que buscam contemplar todos os arranjos existentes. As formas de abastecimento podem ser do tipo SAA (sistemas de abastecimento de água), onde a instalação é composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de uma rede de distribuição; pode ser do tipo SAC (solução alternativa coletiva), modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição; e por último poder ser uma SAI (solução alternativa individual), categoria que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2021).

As residências na zona rural que não estão ligadas a uma rede de abastecimento convencional, buscam alternativas como poços, cacimbas e/ou minas para o consumo de água, porém sem o devido tratamento, sendo geralmente inadequada para o consumo humano. (FUNASA, 2017). As águas subterrâneas são recursos utilizados por ampla parcela da população brasileira, seja pela facilidade de captação de água do aquífero livre, seja por ser mais resistente aos processos poluidores do que as águas superficiais, apesar do acesso ser bastante oneroso em várias situações. De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2019), o percentual de domicílios com rede geral como principal forma de abastecimento de água é de 85,5%.

Procedimentos de desinfecção da água, realizados mais comumente através da cloração, influenciam significativamente nos indicadores de contaminação das águas das soluções alternativas coletivas (SAC) de abastecimento, diminuindo a presença de microrganismos patogênicos, fornecendo auxílio aos serviços de abastecimento e órgãos de vigilância em saúde para controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica e para a melhoria da qualidade de vida das comunidades em questão (LUCAS; BOHNEN, 2015). A qualidade da água dos poços subterrâneos das Soluções Alternativas Coletivas (SAC) pode estar diretamente relacionada aos casos de enfermidades de natureza infecciosa e de veiculação hídrica, pois a ingestão de águas que contenham elevadas concentrações de bactérias do grupo coliformes aumenta o risco de contrair diversas doenças (FUNASA, 2017).

O destino final do esgoto doméstico em fossas negras e tanques sépticos mal planejados, a disposição inadequada de resíduos sólidos e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA *et al.*, 2014). Dessa forma as águas subterrâneas das SAC, expostas a esses tipos de contaminantes, podem apresentar altos níveis de coliformes. Em um estudo feito em Feira de Santana (BA), das amostras das SAC consideradas impróprias, 90,8% demonstraram a presença de coliformes totais, e 65,8% revelaram contaminação por coliformes termotolerantes (SILVA; ARAÚJO, 2003). Uma das características mais importantes da água é a qualidade bacteriológica, pois diversos patógenos como bactérias (coliformes termotolerantes), fungos, parasitas e vírus podem comprometer a qualidade da água subterrânea e propagar doenças de origem hídrica (MALHEIROS, SCHÄFER, HERBERT, CAPUANI, SILVA, SARDIGLIA *et al.*, 2009).

Em 2015 foi definida pela ONU a agenda pós-2015, intitulada “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030”, a qual deve ser cumprida pelos países-membros nos próximos 15 anos, e que se trata de um instrumento na efetivação de ideais de combate às problemáticas ambientais, econômicas e sociais, a qual contém novos 17 objetivos, chamados de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Todos os 17 objetivos se apoiam em três pilares básicos: acabar com a pobreza, proteger o planeta e garantir a prosperidade para todos como parte de um novo desenvolvimento sustentável (GARCIA & GARCIA, 2016). Dentre os 17 ODS, o objetivo 6 tem como propósito assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, melhorando a qualidade da água e reduzindo a poluição, objetivo este em consonância com o presente trabalho de pesquisa.

O município de Canguaretama-RN não possui sistema de esgotamento sanitário, o que obriga a população local a construir fossas rudimentares dentro de seus terrenos para a disposição de efluentes, e pode influenciar na qualidade da água subterrânea, sendo de fundamental importância a avaliação frequente de sua qualidade microbiológica.

As comunidades rurais de Catu do Eleotério e Outeiro consomem água sem tratamento e não recebem as devidas orientações sobre a operação e manutenção das soluções alternativas coletivas de abastecimento, por isso é preciso que haja a implementação de medidas técnicas, como por exemplo o uso do dosador de cloro, um operador capacitado para manusear o aparelho clorador, a distribuição frequente do hipoclorito de sódio nas residências, entre outros cuidados. Assim considera-se importante a criação de uma cartilha de operação e

manutenção para comunidades rurais que façam uso de soluções alternativas coletivas de abastecimento, contendo os cuidados e práticas essenciais a não-contaminação da água.

A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde estabelece que o controle da qualidade da água é de responsabilidade de quem oferece o abastecimento coletivo ou de quem presta serviços alternativos de distribuição (BRASIL, 2021). Dessa forma, é de fundamental importância que os responsáveis pelas associações comunitárias, que respondem pelas soluções alternativas de abastecimento de água, assumam a responsabilidade de tratamento da água nessas comunidades.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho estão listados abaixo.

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Realizar um diagnóstico do funcionamento e da qualidade da água de SAC's em comunidades rurais do município de Canguaretama/RN.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a qualidade microbiológica da água das SAC's, de acordo com a legislação brasileira vigente (Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021), e comparar com a incidência dos casos de diarreia;
- Identificar possíveis causas da falta de potabilidade da água das SAC's, avaliando os aspectos operacionais e de manutenção praticados;
- Orientar o uso e manipulação adequados das SAC's para o possível consumo de água potável através de cartilha educativa;
- Alcançar o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável número 6 (ODS 6 - Água potável e saneamento), apoiando e fortalecendo a participação das comunidades locais para melhorar a gestão e o acesso universal à água potável.

### **3 JUSTIFICATIVA**

As ações e projetos de melhorias sobre a qualidade da água quer seja em cidades, povoados, distritos ou vilas, devem ser executados a partir das necessidades identificadas. Deve ser levada em consideração a cultura local, bem como tecnologias adequadas às instalações e a disponibilidade de recurso orçamentário para ser aplicado por parte das esferas dos três governos (federal, estadual e municipal).

Comunidades isoladas e distantes das áreas urbanas normalmente não tem acesso aos serviços de saneamento de forma eficiente, como ocorre nas comunidades objeto desse estudo. Na maior parte das vezes os distritos rurais contam com infraestrutura básica de abastecimento e acabam não tendo acesso a água tratada ou a uma rede de abastecimento segura, como acontece com os outros bairros e distritos do município. Nesse sentido para minimizar essa problemática sobre a qualidade da água, a produção de uma cartilha de orientação para operação e manutenção das soluções alternativas coletivas de abastecimento de água em comunidades rurais pode ser uma ferramenta simples e eficiente.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica da presente pesquisa teve como base conceitos e estudos acerca do *Saneamento Básico no Brasil*, incluindo o *Saneamento Rural* e o *Saneamento Indígena*, sobre a *Qualidade da água para consumo humano e doenças associadas à água e as Soluções alternativas de abastecimento de água*.

### 4.1 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

O saneamento básico no Brasil está marcado pela desigualdade e deficiência no acesso aos serviços, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto. Além disso envolve a atuação de múltiplas instituições, pois impacta na qualidade de vida, na saúde, na educação, no trabalho e no meio ambiente (LEONETI *et al.*, 2011). O baixo índice (22%) de desenvolvimento do sistema de saneamento rural brasileiro, no que diz respeito à disponibilidade de água encanada e tratada, como também na coleta e tratamento dos esgotos, provoca uma série de problemas para a saúde pública, além dos danos ao meio ambiente, dificultando o combate à pobreza e o desenvolvimento econômico e social. Dos cerca de 31 milhões de brasileiros que vivem na zona rural, menos de 1/3 da população rural tem acesso ao saneamento adequado, segundo dados do IBGE (SAIANI; JÚNIOR, 2016).

Segundo Pereira (2016), a associação entre o abastecimento público de água e os danos à saúde humana mantém uma importante interligação com as ações de gestão ambiental, pois a água é um recurso natural que demanda uma série de cuidados. De acordo com Silva (2018), a inexistência do saneamento é indiscutível no que diz respeito ao aparecimento de doenças, sendo de maior incidência as patologias infecciosas e originárias de parasitas, as quais aparecem como um dos mais preocupantes problemas de saúde pública e ambiental. Os baixos níveis na cobertura de abastecimento de água dentro dos padrões de potabilidade, associados ao lançamento de esgotos sem tratamento nos mananciais e a destinação inadequada dos resíduos sólidos, podem ter como consequência a proliferação de contaminantes e a ocorrência de agravos à saúde (SILVA, 2018).

O saneamento básico consiste no conjunto de serviços e instalações que compreendem o abastecimento de água potável, o acesso à rede coletora e tratamento de esgoto, a coleta de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais. Em termos de domicílios por região geográfica, observa-se que as regiões Norte e Nordeste têm os menores índices (21,6% e 24,2%, respectivamente) de abastecimento de água potável, conseqüentemente, os maiores

percentuais de domicílios que utilizam soluções alternativas de abastecimento, muitas vezes insalubres, como poços e nascentes (SNIS, 2019).

Cerca de 177 milhões (83,7%) de brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, e quase 34 milhões de brasileiros vivem sem o acesso a este serviço básico (SNIS, 2019). A população urbana que tem acesso a água é de 160 milhões (92,8%), e mais de 20 milhões de pessoas da zona rural não tem acesso a água (PAINEL SANEAMENTO BRASIL, 2018).

Aproximadamente 114 milhões (54,1%) de brasileiros têm acesso à coleta de esgoto, 95 milhões de brasileiros não têm acesso a este serviço e 49,1% dos esgotos do país são tratados (SNIS, 2019). A população urbana com acesso a coleta de esgoto corresponde a 60,9% (105 milhões), e a população rural que não tem acesso a coleta de esgoto é de mais de 27 milhões de pessoas (PAINEL SANEAMENTO BRASIL, 2018). No Brasil, a proporção de municípios com serviço de esgotamento sanitário passou de 47,3%, em 1989, para 60,3%, em 2017 (PNSB, 2017), e 41,5% dos municípios possui o Plano Municipal de Saneamento Básico, regulamentado ou não (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Em 2018 as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado – DRSAI apresentaram um registro de mais de 233 mil internações e 2.180 óbitos em razão das doenças por veiculação hídrica no Brasil. Dentre as DRSAI as diarreias apresentaram o maior peso, representando 90,4% das internações neste grupo de doenças. Outro dado importante são os gastos hospitalares por DRSAI, onde foram gastos 90 milhões com internações por doenças de veiculação hídrica no SUS, sendo observada a destinação de 88% do valor total para internações por diarreias (PAINEL SANEAMENTO BRASIL, 2018).

No período de 2000 a 2011, Uhr *et al.* (2016) avaliaram como os serviços de saneamento básico no Brasil afetaram a saúde da população, onde os valores médios de internações decorrentes de doenças relacionadas à ingestão de água contaminada, por Estado, representaram de 94,0% a 99,9% do total de internações por doenças de veiculação hídrica, dependendo da região analisada, com destaque para as Regiões Norte e Nordeste do país.

#### **4.1.1 SANEAMENTO RURAL**

O saneamento rural no Brasil possui obstáculos tecnológicos, políticos e gerenciais, que tornam difícil a propagação do benefício nas comunidades rurais, bem como em cidades

de pequeno porte. Essas dificuldades devem ser superadas para que se possa utilizar o saneamento com um meio promotor da saúde (BRASIL, 2006). Como bom exemplo tem-se o SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural) no Ceará, que é uma organização não governamental, sem fins econômicos, formada pelas associações comunitárias que possuem sistemas de abastecimento de água e esgoto, pertencentes à mesma bacia hidrográfica. Dessa forma, as comunidades beneficiadas recebem capacitações sociais relacionadas a educação sanitária e ao uso racional dos recursos hídricos.

Outro exemplo é a Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB), que tem como missão garantir a oferta de água para melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável das comunidades rurais do estado da Bahia, com ênfase no saneamento rural. A CERB é responsável pela execução de programas de aproveitamento dos recursos hídricos e saneamento rural, e tem se destacado no atendimento às populações carentes do semiárido, principalmente no que se refere à perfuração de poços tubulares profundos, construção de sistemas de abastecimento de água e implantação de tecnologias alternativas.

A disparidade de acesso ao saneamento básico na zona rural está diretamente relacionada a falta de investimento para implementação de infraestrutura apropriada. Nas áreas rurais o número de domicílios dispersos é maior, o que contribui para a não existência de rede coletora de esgotos. No Brasil, apenas 33,4% dos domicílios rurais estão ligados à rede de distribuição de água (com ou sem canalização interna), sendo que o restante (66,6% das residências) utiliza soluções alternativas coletivas ou individuais de abastecimento, como o uso de captação direta de água da chuva, coleta em reservatórios superficiais (açudes e lagos) sem tratamento, poços e a coleta direta em nascentes de rios (LUCENA, 2018).

#### **4.1.2 SANEAMENTO INDÍGENA NO BRASIL**

A gestão do Subsistema de Atenção à Saúde Indígena está sob a responsabilidade do Ministério da Saúde, e a legislação para a promoção de saneamento em áreas indígenas do Brasil é a Lei Federal n. 13.249/2016, que instituiu o Plano Plurianual da União para o período de 2016 a 2019. Dentre os programas temáticos destacam-se os programas “Proteção e Promoção dos Direitos dos Povos Indígenas”, sob responsabilidade dos Ministérios da Justiça, da Saúde e do Desenvolvimento Agrário (BRASIL, 2016). Apesar da legislação vigente e dos planos e programas previstos pelo governo, as ações mostram-se fragmentadas e

os serviços oferecidos são insuficientes para alterar as condições inadequadas de saneamento básico e, conseqüentemente, de saúde disponíveis à população indígena. Em geral, essa população vive em condições de exclusão social, com atendimento precário ou desprovidas de serviços de saneamento básico (SILVA & DOURADO, 2019)

Quando se fala em saneamento básico em áreas indígenas as populações vivem, na maior parte das vezes, em condições de exclusão social, com atendimento precário ou desprovidas de serviços de saneamento básico e atenção a saúde. Em relação à cor ou raça, os domicílios com responsáveis indígenas apresentam as menores frequências de presença de infraestrutura sanitária no Brasil. Em geral os domicílios indígenas se encontram em desvantagem quando comparados aos de outras categorias, especialmente quanto à presença do serviço de coleta de lixo. Dessa forma, a precariedade na infraestrutura básica dos domicílios determina o perfil de saúde da população indígena no Brasil. De acordo com diversos estudos observa-se a elevada prevalência de diarreia nas crianças indígenas, condição responsável por até 60% dos óbitos em menores de 1 ano e cerca de metade das internações hospitalares (RAUPP *et al.*, 2017).

Um dos estudos de caso foi o da sede do distrito de Iauaretê, situado no Amazonas, que abriga múltiplas etnias indígenas, possuía cerca de 2.700 habitantes e onde inexistiam rede de abastecimento de água e rede de coleta e tratamento de esgotos. Foram analisadas 65 amostras de água de abastecimento, das quais 89,2% apresentaram contaminação por material fecal. Não havia nenhuma solução sanitariamente adequada para os resíduos sólidos e as práticas sanitárias dos indígenas eram tradicionais, como a captação de água na natureza e a defecação em áreas isoladas (GIATTI; CUTOLO, 2012)

No estudo de Simões *et al.* (2015) analisou-se as condições ambientais e o quadro de infecção parasitária dos indígenas Xukuru-Kariri residentes em Caldas, Minas Gerais. A água era proveniente de um único poço artesiano e nem todos os domicílios possuíam água canalizada, 76,9% das amostras de água do sistema de abastecimento foram positivas para coliformes totais e 66,7% dos exames parasitológicos foram positivos para a presença de parasitas. Os esgotos eram canalizados até uma fossa ou lançados a céu aberto, havia banheiro, mas alguns indígenas relataram defecar na natureza. A coleta de resíduos sólidos era feita de forma semanal, mas parte deles era queimada ou jogada nos quintais.

No estudo realizado na tribo indígena Akwẽ Xerente, que vive em duas Terras Indígenas localizadas a 80 km de Palmas (TO), avaliou-se alguns dos impactos da

substituição de práticas alimentares sustentadas no plantio por hábitos de consumo que geram resíduos sólidos, o que contribui para a contaminação do solo e das águas. A estrutura das aldeias conta com um poço artesiano e uma caixa de água. As casas têm banheiros individuais, instalados no lado externo. Os banheiros contêm pia, chuveiro e vaso sanitário. Não há tratamento de dejetos e muitos banheiros precisam de reforma. Os dejetos são enviados para fossas sépticas, que nem sempre recebem a manutenção adequada. Em 2015, em um esforço para diminuir as doenças parasitárias, houve a distribuição de filtros de barro para todas as famílias indígenas da tribo indígena Xerente. Observou-se que muitas famílias deram outras destinações aos filtros, pois essa distribuição não foi acompanhada de uma discussão profunda e sistemática sobre a função e importância do filtro. O abastecimento das casas se dá através de torneiras distribuídas pela aldeia, ligadas diretamente às caixas de água. A pesquisa constatou que muitas famílias das aldeias citadas, após adquirirem um refrigerador, abandonavam o uso de qualquer mecanismo de filtração ou tratamento da água. Muitos diziam acreditar que a água refrigerada estaria livre de impurezas e, como já citado, também resistiam ao uso do filtro de barro, bem como do hipoclorito de sódio (SILVA & DOURADO, 2019).

#### **4.2 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS ASSOCIADAS À ÁGUA**

A água contaminada é uma situação complexa em termos de exposição, indicadores de saúde e busca de soluções participativas. No âmbito do Brasil a vigilância da qualidade da água para consumo humano adota os seguintes indicadores para aferir a qualidade da água destinada ao consumo humano: cloro residual livre (CRL) – indicador de potabilidade microbiológica por meio da inativação de organismos patogênicos; turbidez – indicador sanitário da eficiência da filtração durante o processo de tratamento; e os coliformes totais e *Escherichia coli* – bioindicadores de contaminação (BRASIL, 2015).

A continuidade da vida sobre a terra e o equilíbrio do planeta são dependentes da preservação da água e de seus ciclos, pois a água é o principal componente dos organismos vivos, tendo influência sobre a saúde, a qualidade de vida e o crescimento das populações (CARVALHO *et al.*, 2017). A potabilidade é uma qualidade necessária à água, o que exige atenção por parte dos consumidores e das autoridades públicas, visto que ela pode se tornar um veículo capaz de transmitir uma série de agentes patogênicos e substâncias nocivas, influenciando diretamente na saúde e bem-estar da população (MENDONÇA *et al.*, 2017).

O decreto federal N° 79.367 de 9 de março de 1977 criou o primeiro padrão de potabilidade da água para consumo humano do Brasil, estabelecendo a competência do Ministério da Saúde sobre essa definição, através da Portaria N° 56/1977, publicada em 14 de março de 1977. Esta portaria foi considerada o marco regulatório no país, pois definiu os limites máximos para as diversas características químicas, físicas e biológicas referentes à qualidade da água para consumo humano, além de instituir que as Secretarias de Saúde realizem as fiscalizações e o controle do cumprimento das normas e do padrão de potabilidade. A Portaria N° 56/1977 foi revisada, revogada e substituída pela Portaria N° 36/1990, a qual envolveu a participação de setores governamentais de saúde, companhias estaduais de abastecimento de água, órgãos estaduais de controle ambiental, as vigilâncias sanitárias, os laboratórios de saúde pública, a comunidade científica e algumas associações de classe (GALDINO, 2009). Destaca-se como principais inovações introduzidas pela nova legislação:

- a) a definição de controle e vigilância da qualidade;
- b) a definição de serviço e sistema de abastecimento de água; e
- c) a inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos.

Após dez anos foi iniciado um amplo processo de revisão utilizando um processo participativo na elaboração da norma. O Ministério da Saúde conduziu a revisão por meio da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde (CGVAM), em parceria com o Departamento de Engenharia de Saúde Pública (DENSP), da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e com a representação da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e da OMS no Brasil, resultando na Portaria N° 1.469/2000, que estabeleceu o controle e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. A principal inovação trazida pela nova norma foi a classificação dos tipos de sistemas de abastecimento de água em: sistema coletivo e sistema ou solução alternativa de abastecimento de água (ARAÚJO, 2010).

Em 2004 a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde (MS) foi editada e revisada, revogando a portaria anterior, devido a mudanças na estrutura do Ministério da Saúde. A revisão foi realizada entre os anos de 2009 a 2011, sob a coordenação do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (DSAST/SVS), da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde. Dentre as inovações existe a obrigatoriedade da desinfecção para todas as águas, a filtração para águas superficiais, a valorização da *Escherichia coli* como indicador de contaminação fecal, obrigatoriedade da pressurização da

rede e a caracterização do sistema coletivo e do sistema alternativo de abastecimento de água (OGATA, 2011).

Em 12 de dezembro de 2011 foi publicada a Portaria do MS Nº 2.914/2011, que define água potável aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde, além de dispor que “toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2011).

Em dezembro de 2017 foi lançada a Portaria de Consolidação Nº 5, anexo XX, cujo capítulo II, Art. 5º, Inciso VI à VIII enfatiza os tipos de sistemas de abastecimento em: Sistema de abastecimento de água (SAA) para consumo humano; Solução alternativa coletiva (SAC); e Solução alternativa individual (SAI) (BRASIL, 2017).

A mais atual portaria do Ministério da Saúde, a Portaria Nº 888 de 04 de Maio de 2021, alterou o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Entre as principais alterações, podemos destacar mudanças nas responsabilidades das autoridades públicas e dos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água. O artigo 14 da atual portaria estabelece que os responsáveis deverão monitorar a qualidade da água, encaminhando anualmente o plano de amostragem de cada SAA e SAC para avaliação da vigilância (BRASIL, 2021).

Com a adoção de práticas de armazenamento de água, devido a oferta precária dos serviços de distribuição, há o favorecimento do surgimento de ambientes propícios à reprodução do vetor da dengue, e esse cenário levou a publicação da Diretriz SNCC nº 3/2016, da Sala Nacional de Coordenação e Controle para o Enfrentamento à Dengue, ao Vírus Chikungunya e ao Vírus Zika. Esse documento tem a finalidade de promover ações permanentes e emergenciais de saneamento básico que contribuam para a eliminação de criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, garantindo, entre outras medidas, o fornecimento ininterrupto e o armazenamento doméstico adequado de água. (BRASIL, 2016).

Diversos problemas de saúde, como a doença diarreica, são agravos relacionados à quantidade e à qualidade da água para consumo humano, podendo apresentar diversas etiologias. A doença diarreica é um agravo que serve como indicador para a saúde pública e para a qualidade de vida da população, uma vez que sua ocorrência está associada a diversos fatores distais ou proximais ao indivíduo, tais como culturais, socioeconômicos, ambientais e de saneamento, nutricionais, idade, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Leivas *et al.* (2015) em seu estudo no Brasil verificaram o impacto do saneamento sobre a saúde infantil e constataram que a evolução nas condições de saneamento pode tanto diminuir a degradação ambiental como influenciar positivamente na saúde da população, melhorando sobretudo a saúde das crianças.

A profundidade dos lençóis freáticos pode variar de acordo com vários fatores, entre eles a permeabilidade da superfície e da topografia, e tornam-se mais predispostos à contaminação se estiverem localizados em uma área com solo arenoso, com pouca cobertura vegetal ou com intensos índices pluviométricos. Dessa forma, as águas subterrâneas podem possuir capacidade de transmissão de doenças causadas por microrganismos patogênicos, os quais são provenientes de fezes de humanos e animais. É indispensável verificar e acompanhar a potabilidade da água, cujos padrões são regulados pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 (BRASIL, 2021). Para que a qualidade da água seja estabelecida, microrganismos indicadores de contaminação fecal são utilizados como parâmetro, a exemplo do grupo Coliforme, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, que avalia suas condições higiênicas evidenciando uma possível contaminação fecal recente (SILVA *et al.*, 2016).

#### **4.3 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

A água é necessária para praticamente todas as atividades humanas, mas comumente encontramos problemas relacionados à quantidade e qualidade desse importante recurso natural. Uma das alternativas da população para usufruir da água é a abertura de poços subterrâneos, do tipo cacimbas ou soluções alternativas coletivas (SAC) canalizadas. Acreditava-se que as águas subterrâneas estavam naturalmente protegidas da contaminação pelas camadas dos solos e das rochas. Entretanto, diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de avaliar a qualidade dessas águas, pois passou-se a detectar a presença de contaminantes (COSTA *et al.*, 2010; BRASIL, 2010).

É evidente que grande parte da população das áreas rurais abastecida por sistemas alternativos desconhece a contaminação das águas subterrâneas por microrganismos patogênicos, os quais são capazes de desencadear uma variedade de doenças crônicas por meio da sistemática ingestão da água contaminada. Um dos principais desafios práticos para a promoção da saúde nessas localidades seria a mobilização da comunidade local, sendo interessante, portanto, a abordagem de uma estratégia de incentivo à participação dos indivíduos atingidos. Faz-se necessária a interação entre profissionais de educação e saúde

presentes nessas comunidades, por vivenciarem a problemática local e por serem mais conhecedores das consequências que essa contaminação pode provocar. A partir de uma proposta de intervenção interdisciplinar, envolvendo a comunidade e os profissionais de saúde e educação, pode haver o incentivo do empoderamento da população local, com base em um movimento de promoção à saúde, estimulando a construção de políticas públicas saudáveis (GIATTI *et al.*, 2010).

A população abastecida por Soluções Alternativas é considerada vulnerável, já que utiliza água sem qualquer tipo de tratamento. Dessa forma, as SAC's, apesar de cobrirem uma parte relativamente pequena da população, têm implicações negativas para a população abastecida, quando se considera o histórico de deficiência no tratamento da água fornecida, ainda que a norma de potabilidade vigente no Brasil determine que toda água fornecida coletivamente seja submetida a processo de tratamento. As soluções alternativas de abastecimento são fundamentais para o provimento de água em muitas áreas periféricas, rurais e urbanas, cuja utilização pode ser condicionada por fatores econômico, demográficos e pela ausência de sistema de abastecimento, ou mesmo como complemento ou garantia frente a precariedade, intermitência ou má qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento (BEZERRA, 2017).

Ao considerar o agrupamento em classes, a desigualdade geográfica no acesso aos serviços de abastecimento de água fica ainda mais evidente para os domicílios da zona rural. A classe predominante nos municípios brasileiros (considerando apenas os domicílios rurais) é do tipo “poços” (69,22%), e as maiores percentagens de municípios onde predominava “poços” foram nas Regiões Centro-Oeste (95,28%), Sudeste (89,51%) e Sul (68,37%), no Distrito Federal e no Estado de Rondônia (100%) (LANDAU *et al.*, 2010).

O PSA (Plano de Segurança da Água) é um instrumento preventivo com o objetivo de garantir a segurança da água para consumo humano. Seus objetivos específicos são: prevenir ou minimizar a contaminação dos mananciais de captação; eliminar a contaminação da água por meio do processo de tratamento adequado; e prevenir a contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição) (LUCENA, 2018).

É importante que as comunidades se mobilizem e busquem soluções para os problemas ocasionados pela falta de saneamento básico e pela falta de potabilidade da água das SAC's, permitindo assim uma sensibilização por parte do poder público para o uso correto das formas de desinfecção dos sistemas de abastecimento coletivo. Nesse contexto, a Portaria nº 6.028, de 21 de dezembro de 2020 regulamenta as atividades de Hidrogeologia e Geologia Ambiental, com foco em saneamento básico e saúde pública no âmbito da Fundação Nacional

da Saúde (FUNASA). Os critérios de priorização incluem áreas urbanas (em municípios com população total de até cinquenta mil habitantes), áreas rurais e comunidades tradicionais.

As atividades de Geologia Ambiental identificam os riscos ambientais e propõem medidas de controle e monitoramento para projetos relacionados ao saneamento básico. As atividades de Hidrogeologia dão a possibilidade de obter água subterrânea para o abastecimento público, visando prevenir a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Essas ações contemplam o apoio às comunidades visando a sustentabilidade, pois realizam o funcionamento e manutenção das soluções alternativas coletivas de abastecimento, através das ações realizadas pelo município beneficiado, que tem como referência o Programa Sustentar.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

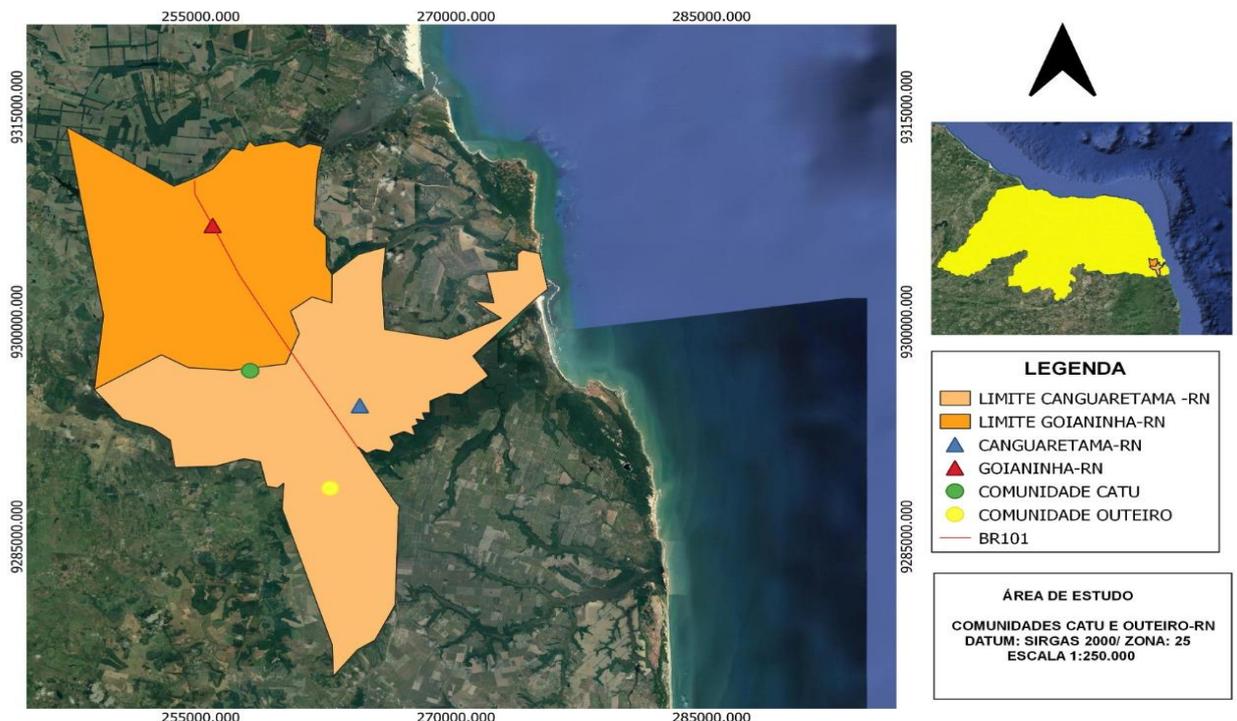
A metodologia da presente pesquisa consistiu em identificar a *Área de estudo*, em realizar o *Monitoramento, obtenção e tratamento de dados*, o *Cadastro, vigilância das SAC e monitoramento de doenças diarreicas* e a *Criação da cartilha de orientação*.

### 5.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse trabalho foi realizado no município de Canguaretama (RN), cujas coordenadas geográficas são Latitude 6°22'48"S e Longitude 35° 07'44"W. O município está localizado na microrregião do Litoral Sul do estado do Rio Grande do Norte, e de acordo com último censo demográfico no ano de 2010 o município possuía uma população de 30.916 habitantes, sendo que cerca de 35% dessa população reside em zona rural (IBGE, 2010).

Das oito comunidades rurais pertencentes ao município de Canguaretama, duas foram utilizadas neste estudo, são elas: Catu do Eleotério, que é uma comunidade indígena, e Outeiro, cujas coordenadas geográficas são Latitude 6°28'15"S/Longitude 35°09'22"W e Latitude 6°26'10"S/Longitude 35° 08'47"W, respectivamente. (Figura 1).

Figura 1 - Localização das Comunidades Catú e Outeiro no município de Canguaretama/RN.



Fonte: Própria autora, 2021.

A comunidade Catu do Eleotério está localizada na microrregião litoral sul, região agreste do Rio Grande do Norte, geograficamente situada entre os municípios de Canguaretama e Goianinha, é separada fisicamente em dois distritos por meio do Rio Catu. Trata-se também de uma comunidade indígena, a *Comunidade Indígena Catu* (Figura 2), da etnia Potiguara. Etimologicamente, o termo Catu origina-se do Tupi-Guarani que significa “bom”, “bonito”, “agradável”. Nessa comunidade indígena, residem cerca de 1.100 membros, dos quais 726 são indígenas, residentes de 203 domicílios familiares (BEZERRA, 2017).

Figura 2 – Comunidade Indígena Catú



Fonte: Própria autora, 2021.

É importante destacar que a água encanada utilizada nas residências é oriunda de poço artesiano (Figura 3), cuja vazão é de 10 m<sup>3</sup>/h, profundidade de 42 metros, sem tratamento e é administrada pela Associação de Moradores do Vale do Catu. Essa associação se mantém pela afiliação dos moradores locais através de uma taxa simbólica de R\$ 10,00 (dez reais) mensais (SILVA & FILGUEIRA, 2020).

A infraestrutura da SAC do Catu consiste na captação em manancial subterrâneo, com adução feita por um sistema de bombeamento e a água é direcionada para um reservatório. Nos últimos anos a manutenção periódica do poço tem sido feita pela prefeitura, pois menos de 10% dos usuários contribuem com a taxa simbólica, havendo uma grande inadimplência. A presidente da associação informou que essa arrecadação custeava parcialmente apenas a conta de energia, já que pouquíssima gente contribuía. A taxa está para ser extinta, já que os

pagantes se sentem injustiçados pela falta de compromisso dos inadimplentes. Devido esse déficit financeiro, há pouco mais de um ano foi aprovado um projeto de Lei na Câmara dos Vereadores, o qual atribuiu a Prefeitura de Canguaretama o compromisso de custear a conta de energia e os serviços de manutenção do poço, beneficiando assim essa comunidade.

Em visita ao local foi possível perceber que a maioria das residências possuem fossas sépticas, mas foram observados esgotos a céu aberto em algumas delas, o que pode causar a contaminação do lençol freático responsável pelo abastecimento da comunidade. O Catú do Eleotério dispõe de uma caixa d'água com capacidade de 20 m<sup>3</sup> (Figura 4) que serve como reservatório e abastece toda a comunidade.

Figura 3 – Poço tubular profundo do Catú do Eleotério



Fonte: Própria autora, 2021.

A comunidade Catú do Eleotério, na porção canguaretamense, é abastecida por um poço tubular profundo (Figura 3) que funciona no lado do Catu pertencente a Canguaretama, o qual abastece 426 pessoas em 142 domicílios familiares.

Figura 4 – Caixa d'água que abastece o Catú do Eleotério



Fonte: Própria autora, 2021.

A comunidade Outeiro (Figura 5) fica localizada em terras particulares, antes já foi um engenho, chegou a ser usina na década de 80 e atualmente grande parte das terras são arrendadas às usinas da região para a produção de cana-de-açúcar (MARINHO, 2009). Nas proximidades do poço e do reservatório de água existem residências, suas respectivas fossas, e a presença de plantações agrícola nos arredores.

Figura 5 – Reservatório de água da Comunidade Outeiro.



Fonte: Própria autora, 2021.

Na comunidade Outeiro residem 416 membros em 121 domicílios familiares, e o abastecimento de água é realizado através de um poço tubular profundo, cuja profundidade é de 28 metros e a vazão é de 5 m<sup>3</sup>/h (Figura 6).

Figura 6 – Poço tubular profundo do Outeiro



Fonte: Própria autora, 2021.

## 5.2 MONITORAMENTO, OBTENÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

Os métodos aplicados consistem em avaliar a qualidade da água e identificar possíveis causas da falta de potabilidade das SAC's das áreas rurais do município de Canguaretama, onde a água dos poços apresenta resultados insatisfatórios nos parâmetros microbiológicos indicadores de contaminação fecal. Dentre as comunidades rurais do município, selecionou-se as comunidades Catú do Eleotério (22,5%) e Outeiro (23,5%), por apresentarem o maior número de casos de diarreia no período de estudo, compreendido entre 2017 a 2020. O monitoramento realizado nessas comunidades consistiu na avaliação da qualidade da água por meio dos indicadores microbiológicos de contaminação fecal, identificando as possíveis causas da falta de potabilidade das SAC dessas comunidades.

Os resultados referentes às análises das amostras das águas coletadas nos poços foram obtidos através da base de dados do SISÁGUA (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano) e do GAL-LACEN/RN (Gerenciador de Ambiente Laboral do Laboratório Central de Saúde Pública do Rio Grande do Norte), de responsabilidade da Vigilância Ambiental, e através das fichas de MDDA (Monitorização das

Doenças Diarreicas Agudas) da Vigilância Epidemiológica.

Não foi possível ter acesso aos dados de anos anteriores, pois o sistema de solicitação GAL-LACEN só foi informatizado a partir de 2013, e no período de 2013 a 2016 não houve coletas de amostras de águas nessas duas comunidades rurais. Os dados das coletas dos anos de 2007 a 2012 estariam disponíveis no LACEN/RN de forma impressa, mas devido a pandemia da COVID-19, com o recrutamento dos servidores para realizar a grande demanda de análises laboratoriais solicitadas, não foi possível dispor de um técnico que pudesse localizar nos arquivos os laudos anteriores a 2012.

Os parâmetros cor aparente, nitrato, nitrito, sólidos totais dissolvidos, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* foram avaliados segundo os padrões fixados pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O número de análises dessas duas comunidades, no período de 2017 a 2020, foram de 69 coletas realizadas com frequência mensal. As coletas foram realizadas pela manhã, por volta das 08 horas, em torneiras das residências das comunidades, que recebem água diretamente do reservatório do poço. Realizou-se o tratamento estatístico descritivo dos dados (média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão), os quais foram retirados do banco de dados do GAL ou SISAGUA, cujas coletas foram realizadas pela vigilância ambiental do município e as análises realizadas pelo LACEN.

A análise do parâmetro CRL (Cloro Residual Livre) deveria ter sido realizada em campo no período da pesquisa (2017 a 2020), mas o município realizou a compra do colorímetro digital no mês de novembro/2021. Mesmo assim foi possível observar a ausência de cloro nas análises realizadas nos últimos meses. Os ensaios físico-químicos e microbiológicos foram executados no Laboratório Central do Estado do Rio Grande do Norte (LACEN/RN), segundo os métodos recomendados pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 2017), como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros analisados pelo LACEN/RN, com seus respectivos métodos e referências.

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA
Cor aparente	Método Espectrofotométrico 2120 C	APHA <i>et al.</i> , (2017)
Nitrato	Método de Redução de Cádmio 4500-NO3 E	
Nitrito	Método Colorimétrico 4500-NO2-B	
Sólidos totais dissolvidos	Sólidos Totais Dissolvidos Dessecados a 180°C. 2540 C	
Turbidez	Método Nefelométrico 2130 B	
Coliformes totais	Substrato Cromogênico/Enzimático, 9223 B	
<i>Escherichia coli</i>	Substrato Cromogênico/Enzimático, 9223 B	

Os indicadores da qualidade da água, escolhidos com base nos parâmetros básicos previstos na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da água para Consumo Humano (BRASIL, 2016), foram calculados e armazenados em planilhas, utilizando-se o programa computacional Microsoft Excel® for Windows, para caracterização da qualidade da água no município de Canguaretama/RN. Por meio desse programa foram realizadas as análises temporais das variáveis da qualidade da água e de doença de veiculação hídrica (diarreia), a partir das análises de correlações lineares de Pearson entre os parâmetros quantificados.

### 5.3 CADASTRO, VIGILÂNCIA DAS SAC E MONITORAMENTO DE DOENÇAS DIARREICAS.

As ações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VQACH) tem início com o cadastro das soluções alternativas coletivas (SAC's) no sistema de informações SISAGUA, através de formulário específico para *Cadastro* (Figura 7). Esse cadastro é atualizado anualmente pela Vigilância Ambiental municipal, pelo técnico responsável pelo VIGIAGUA.

Após o cadastro das soluções alternativas é realizada a solicitação da análise da qualidade da água através do formulário de *Solicitação de Análise de Amostra Ambiental de Água* (Figura 8) no sistema do GAL (Gerenciador de Ambiente Laboratorial) – LACEN. Essa solicitação é feita a cada coleta realizada e pelo técnico responsável pelo VIGIAGUA municipal.

Figura 7 – Cadastro de Solução Alternativa Coletiva

 						
Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano						
<b>CADASTRO DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA COLETIVA</b>						
<b>IDENTIFICAÇÃO E ENDEREÇO DA SAC</b>						
UF	Município					
Nome da SAC	Instituição responsável					
Responsável pelas informações	Data de preenchimento / /					
CEP	Logradouro					
Nome da Área/Bairro (Sisagua)	Nº/Lote/Apto/Casa					
E-mail	Zona					
	Telefone ( )					
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b>						
Nome do responsável	Formação profissional					
Nº de registro no conselho de classe	Nº de Anotação de Responsabilidade Técnica					
<b>CAPTAÇÃO DE ÁGUA</b>						
Tipo de captação <input type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Subterrânea <input type="checkbox"/> Chuva						
<b>Pontos de captação superficial <sup>(1)</sup></b>						
Categoria	Nome do Manancial	Outorga	Latitude (decimais)	Longitude (decimais)	Vazão captada (L/s)	
		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
<b>Pontos de captação subterrânea <sup>(2)</sup></b>						
Categoria	Nome do Ponto	Outorga	Latitude (decimais)	Longitude (decimais)	Vazão captada (L/s)	
		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
<b>TRATAMENTO DA ÁGUA</b>						
Possui tratamento de água? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Possui canalização? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Tempo médio de funcionamento diário (hh:mm)						
<b>Etapas de tratamento</b>						
Pré-oxidação	Mistura rápida / coagulação	Floculação	Decantação	Flotação	Filtração <sup>(3)</sup>	Nº de filtros
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Desinfecção	Cloro gás ou hipoclorito	Cloramina	Dióxido de cloro	Ozônio	UV	Outro <sup>(4)</sup>
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Fluoretação	Outra <sup>(5)</sup>					
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Vazão de tratamento (L/s)						
<b>SUPRIMENTO DA ÁGUA</b>						
Tipo de suprimento <input type="checkbox"/> Carro-pipa <input type="checkbox"/> Chafariz <input type="checkbox"/> Canalização <input type="checkbox"/> Cisterna <input type="checkbox"/> Fonte <input type="checkbox"/> Outro						
<b>POPULAÇÃO ABASTECIDA</b>						
A população abastecida pela SAC também recebe água de SAA? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não						
Número de economias residenciais (domicílios permanentes) <sup>(1)</sup>	Número de economias residenciais (domicílios de uso ocasional) <sup>(2)</sup>					
<b>LISTA DE LOCALIDADES ABASTECIDAS PELA SAC</b>						
<b>Áreas abastecidas pela SAC<sup>(3)</sup></b>						
Categoria	Nome da Área	Zona	Abastecimento <sup>(4)</sup>			
<b>Locais abastecidas pela SAC<sup>(5)</sup></b>						
Tipo do local	Nome do Local	Categoria da Área vinculada	Nome da Área vinculada			

Fonte: sisagua.saude.gov.br

Figura 8 – Solicitação de Análise de Amostra Ambiental de Água (GAL/LACEN)

Identificação				
Nº Vigilância	Nº Processo			
Solicitante				
Unidade Solicitante	Município / UF			
3485544 - ADEFERN	240810 - NATAL / RN			
Telefone	E-mail			
Natureza	Origem			
Dados da Coleta				
Finalidade	Motivo da Coleta	Descrição do Motivo		
USO GERAL	DENÚNCIA			
Município	Região Administrativa			
260410 - CARUARU / PE				
Sistema de Abastecimento	Procedência da Coleta	Ponto de Coleta		
--	MAR	MAR ABERTO		
Ponto de Captação	Área	Local		
		ETA ou UTA		
Nome do Local	Endereço	Informações Adicionais do Ponto de Coleta		
PORTO DE CAMBUÍAS II	ZONA PORTUARIA POSTO 6			
Latitude	Longitude	Zona	Referência do Local	
		URBANA		
Responsável pela Coleta	Telefone			
JOAO ALBINO (RG:884848998)	(87)9879-8798			
Material Coletado				
Dados da Amostra				
Tipo de Amostra	Data Coleta	Hora Coleta	Apresentação	Volume
ÁGUA NÃO TRATADA				
Acondicionamento	Tipo de Conservante			
Análise de Campo				
Cloro	Fluor	Temperatura	pH	Turbidez
Chuvas 48h	Outros Parâmetros			
NÃO				
Análises Solicitadas				
Código	Análise	Status		
FQAGUA	FÍSICO-QUÍMICA	SOLICITACAO CADASTRADA. AGUARDANDO APROVAÇÃO		
Registro de Recebimento da Amostra				
Data	Hora	Temperatura	Prazo de Entrega do Resultado (Estimado)	
Responsável pela Entrega			Responsável pelo Recebimento	

Fonte: [ftp://ftp2.datasus.gov.br/public/sistemas/gall/GALL\\_PAGINA/FORMULARIOS/gal\\_a\\_mb\\_ficha\\_solicitacao.pdf](ftp://ftp2.datasus.gov.br/public/sistemas/gall/GALL_PAGINA/FORMULARIOS/gal_a_mb_ficha_solicitacao.pdf).

Após a análise da água os resultados ficam disponíveis no GAL e no sistema de informações do Ministério da Saúde, o SISAGUA, os quais são interconectados, onde tem-se, então, os dados dos resultados presentes na aba de Vigilância, que é alimentada automaticamente em formulário específico de *Monitoramento da qualidade da água de*

consumo humano - Análises realizadas pela vigilância (Figura 9). A alimentação dos dados é feita pelo LACEN e complementada pelos técnicos municipais a cada coleta.

Figura 9 – Monitoramento da Qualidade da Água de Consumo Humano

SUS		SISAGUA Ministério da Saúde Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano		DATASUS	
<b>MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO</b>					
<b>ANÁLISES REALIZADAS PELA VIGILÂNCIA</b>					
<b>PARTE I – INFORMAÇÕES GERAIS</b>					
UF	Município	Ano de referência			
Número da amostra <sup>(1)</sup>	Motivo da coleta <sup>(2)</sup>	<input type="checkbox"/> Denúncia	<input type="checkbox"/> Desastre	<input type="checkbox"/> Rotina	<input type="checkbox"/> Surto
Responsável pela coleta	Data do laudo		/ /		
Responsável pelas informações do formulário	Data preenchimento		/ /		
Assinatura do responsável pelas informações					
<b>PARTE II – IDENTIFICAÇÃO DA FORMA DE ABASTECIMENTO</b>					
Forma de abastecimento <sup>(3)</sup>	<input type="checkbox"/> SAA	<input type="checkbox"/> SAC	<input type="checkbox"/> SAI	Código (Sisagua) <sup>(5)</sup>	
Nome da forma de abastecimento (Sisagua) <sup>(4)</sup>					
<b>PARTE III – INFORMAÇÕES DA COLETA (DE CAMPO)</b>					
Procedência de coleta <sup>(6)</sup>	Ponto de coleta <sup>(7) (8)</sup>				
Nome da Área/Bairro <sup>(9)</sup>	Nome do Local <sup>(10)</sup>				
Endereço do local <sup>(11)</sup>					
Latitude <sup>(11)</sup>					
Longitude <sup>(11)</sup>					
Data de coleta	/ /	Hora da coleta	:	Chuva nas últimas 48h?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<b>PARTE IV – MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA – PARÂMETROS BÁSICOS</b>					
Turbidez (uT)	Resultado: _____	Residual do Agente Desinfetante (mg/L) <sup>(12)</sup>	Resultado: _____	Cor (uT)	Resultado: _____
	Análise realizada <input type="checkbox"/> em campo <input type="checkbox"/> em laboratório <input type="checkbox"/> Não realizada		<input type="checkbox"/> Cloro Residual Livre <input type="checkbox"/> Cloro Residual Combinado <input type="checkbox"/> Dióxido de Cloro		Análise realizada <input type="checkbox"/> em campo <input type="checkbox"/> em laboratório <input type="checkbox"/> Não realizada
Fluoreto (mg/L)	Resultado: _____ <input type="checkbox"/> Não realizada	pH	Resultado: _____ <input type="checkbox"/> Não realizada	Bactérias Heterotróficas (UFC/100mL)	Resultado: _____ <input type="checkbox"/> Não realizada
Coliformes totais	Resultado: <input type="checkbox"/> Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/> Não realizada	<i>Escherichia coli</i>	Resultado: <input type="checkbox"/> Presente <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/> Não realizada		

Fonte: sisagua.saude.gov.br

O monitoramento de doenças diarreicas agudas é executado pela Vigilância Epidemiológica municipal em parceria com as Unidades Básicas de Saúde (UBS), as quais realizam o levantamento por faixa etária, de acordo com o formulário de *Distribuição dos Casos segundo Faixa Etária, Plano de Tratamento e Procedência* (Figura 10), cada vez que



Figura 11 – Fluxograma do Monitoramento da Qualidade da Água das SAC's



Fonte: Própria autora, 2021.

#### 5.4 CRIAÇÃO DA CARTILHA DE ORIENTAÇÃO

A criação de uma cartilha de orientação se fez necessária para que as comunidades rurais entendam os motivos que levam a contaminação das águas e como é possível evitá-las, assim como realizar o tratamento da água de maneira efetiva. As práticas atuais nessas duas comunidades abordadas no estudo são inadequadas, pois não existe tratamento de água nas SAC's, as fossas são rudimentares e há plantações agrícolas em toda a extensão das comunidades.

A partir da avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e após a identificação dos conhecimentos prévios da população foram propostas intervenções, ao estabelecer ações da Vigilância Ambiental junto às Associações de Moradores responsáveis pelas SAC's, para que assim as comunidades pudessem consumir água de qualidade e própria para consumo humano. Sabe-se que a população tem a informação de que é necessário fazer uso do hipoclorito de sódio, distribuídos nos domicílios e orientados pelos ACS's (agentes comunitários de saúde), mas a maioria recusa-se a usar, principalmente os idosos. As intervenções propostas foram atividades de educação ambiental nas comunidades, orientando quanto ao uso das diversas formas de desinfecção acessíveis, como por exemplo o uso doméstico do hipoclorito de sódio a 2,5%.

Além disso, após a confecção da cartilha de orientação, orientou-se sobre o uso da cartilha com relação a adoção de outras formas de desinfecção, como por exemplo a instalação e manutenção de um dosador de cloro nos poços das comunidades. Para a elaboração da cartilha de orientação recorreu-se em uma linguagem clara e objetiva, utilizando os softwares Canva e Adobe Acrobat Reader DC.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa abordaram a *Qualidade da água das SAC*, a relação da *SAC e as doenças diarreicas* e a utilidade da *Cartilha para operação e manutenção das SAC*.

### 6.1 QUALIDADE DA ÁGUA DAS SAC'S

Entre os anos de 2017 e 2020 foram realizadas 34 coletas de amostras de água na comunidade Catú do Eleotério e 35 amostras no Outeiro, totalizando 69 amostras de água para análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água para consumo humano. No cálculo desses indicadores, foram consideradas fora do padrão de potabilidade, conforme Portaria do Ministério da Saúde Nº 888/2021, todas as amostras com presença de *Escherichia coli* e/ou de coliformes totais em 100 mL, tal como aquelas com valores de cor aparente acima de 15 uH, com valores de nitrato acima de 10 mg/L, com valores de nitrito acima de 1 mg/L, com sólidos totais dissolvidos acima de 1.000 mg/L e com valores de turbidez acima de 5,0 unidades de turbidez (uT), independente do ponto de coleta da amostra.

A relação entre a presença e a ausência de *Escherichia coli* nas amostras coletadas diretamente das torneiras das residências que não possuem caixa d'água, realizadas nos anos de 2017 a 2020 nas comunidades de Catú do Eleotério e Outeiro, são representadas nas Figuras 12 e 13. De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que os maiores valores dos parâmetros cor aparente (6 uH), sólidos totais dissolvidos (89,71 mg/L) e turbidez (4,12 uT) ocorreram na Comunidade Outeiro. Já os valores máximos de nitrato nas duas comunidades se mantiveram similares (1,6 mg/L), assim como os valores de nitrito (0,0 mg/L).

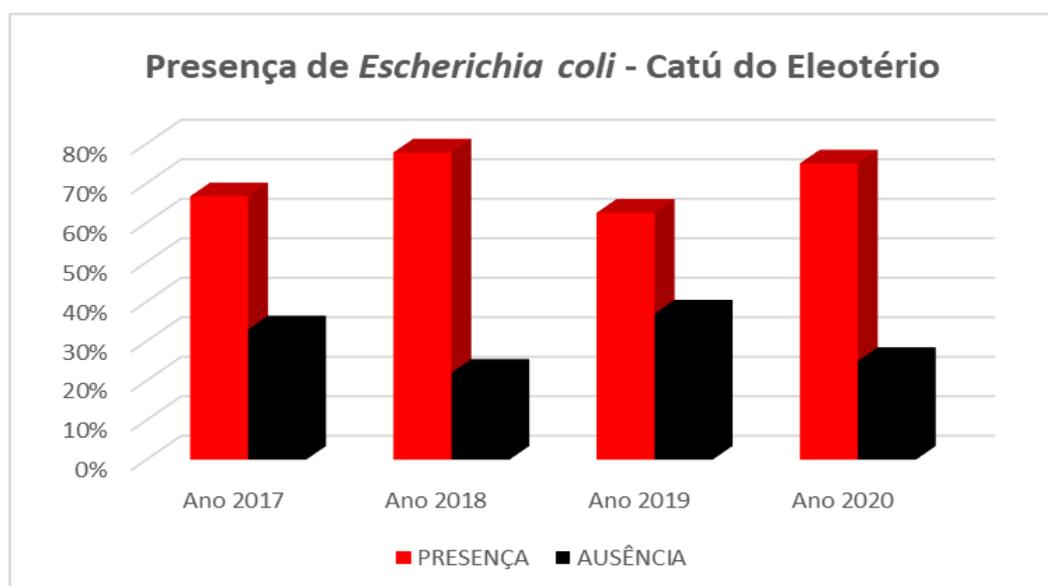
Tabela 2 – Indicadores da qualidade da água nas Comunidades Catú e Outeiro – Período 2017 a 2020

Parâmetros	Padrão de Potabilidade	Catú do Eleotério	Outeiro
		Média ( $\bar{X}$ )	Média ( $\bar{X}$ )
Cor aparente (uH)	Valor Ref.:	0,03	0,49
	VMP 15 uH	(0,0 – 1,0)	(0,0 – 6,0)
Nitrato (mg/L)	Valor Ref.:	0,7	0,63
	VMP 10 mg/L	(0,0 – 1,6)	(0,0 – 1,6)
Nitrito (mg/L)	Valor Ref.:	0,0	0,0
	VMP 1 mg/L	(0,0 – 0,0)	(0,0 – 0,0)
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	Valor Ref.:	37,27	39,83
	VMP 1000 mg/L	(23,8 – 82,1)	(22,30 – 89,71)

<b>Turbidez (uT)</b>	Valor Ref.: VMP 5 uT	0,51 (0,04 – 1,19)	1,0 (0,14 – 4,12)
----------------------	-------------------------	-----------------------	----------------------

Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos, realizados nas amostras dos dois poços das duas comunidades rurais em estudo, atenderam ao padrão de potabilidade para os parâmetros físico-químicos, ficando abaixo dos valores máximos permitidos (VMP), conforme a Portaria nº 888/2021. É importante que esses parâmetros se mantenham baixos, evitando assim maiores problemas na qualidade da água.

Figura 12 – Porcentagem da presença e ausência de *Escherichia coli* no Catú do Eleotério – 2017 a 2020.

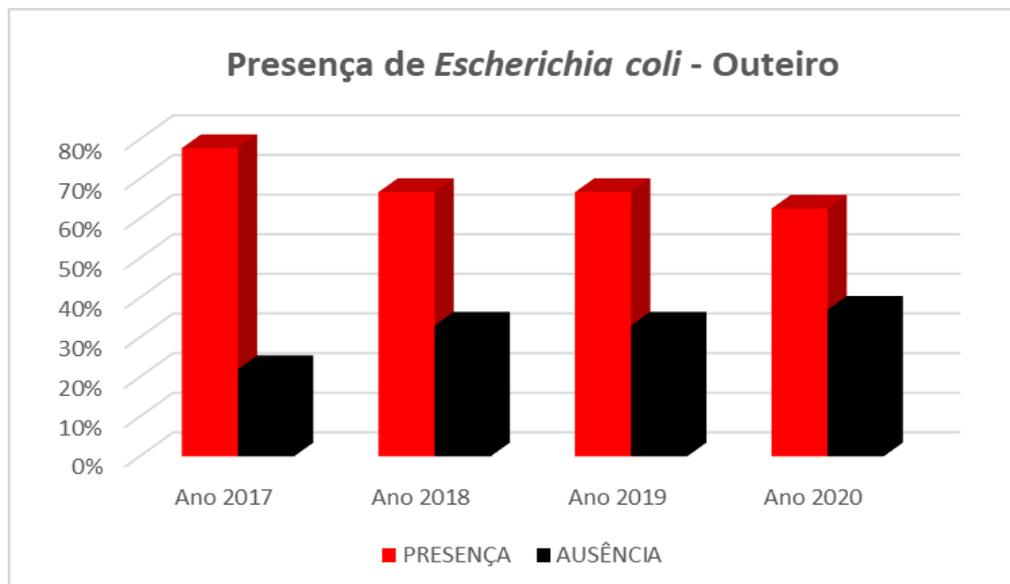


Fonte: Própria autora, 2021.

Em relação as soluções alternativas coletivas (SAC's) de abastecimento nas duas comunidades estudadas, ambas apresentaram grandes proporções de amostras fora dos padrões de potabilidade para *E. coli* no período de 2017 a 2020, havendo uma média da presença desse microrganismo em 70% das amostras do Catú e em 68% das amostras do Outeiro. Dessa forma, como demonstra a Figura 12, na comunidade Catú do Eleotério 67% das amostras analisadas em 2017 apresentaram *Escherichia coli*, em 2018 foram 78% das amostras, em 2019 foram 63% das amostras e em 2020 observou-se 75% das amostras com *Escherichia coli*.

Já na comunidade Outeiro observou-se a presença de *Escherichia coli* em 78% das amostras no ano de 2017, em 67% das amostras em 2018 e 2019 e em 63% das amostras no ano de 2020, como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Porcentagem da presença e ausência de *Escherichia coli* no Outeiro – 2017 a 2020.



Fonte: Própria autora, Ano 2021.

De acordo com o estudo de Hollas (2015), realizado na zona rural do município de Francisco Beltrão/PR, os três poços analisados apresentaram boa qualidade das águas subterrâneas, de acordo com os resultados físico-químicos em comparação com a legislação aplicável, no entanto não atendeu ao requisito coliforme termotolerante de acordo com a legislação, para as três localidades, além de alterações nos valores da turbidez para os poços das comunidades Rio Pedreirinho e Volta Alegre. A água dos poços analisados não passa por qualquer tipo de tratamento de desinfecção.

Em estudo feito no estado do Ceará, Costa *et al.* (2012) concluiu que parte das águas dos poços analisados apresentaram-se impróprias para consumo humano do ponto de vista bacteriológico e físico-químico. A água dos poços estudados não recebe tratamento, conseqüentemente foi evidenciado elevado nível de contaminação bacteriana e cerca de 10% das amostras apresentaram os parâmetros físico-químicos fora dos padrões de potabilidade, indicando contaminação por matéria orgânica. Das 230 amostras analisadas, 92 (40%) apresentaram crescimento de coliformes totais e em 28 (12,2%) de *Escherichia coli*. A qualidade microbiológica da água subterrânea do estado do Ceará está diretamente relacionada ao índice de esgotamento sanitário, onde as regiões que apresentaram maior taxa de contaminação possuíam menor índice de esgotamento. Considerando que as águas provenientes de poços são a única fonte de abastecimento para a população de algumas regiões do Estado, a elevação do nível de

esgotamento sanitário é fundamental na prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

Ao estudar as sub-bacias do Rio Verde Grande (Jequitai e Pacuí) em Minas Gerais, Souza (2013) observou que em relação ao total de poços monitorados no período de 2005 a 2011, as águas subterrâneas na região podem ser consideradas inadequadas para fins de consumo humano, uma vez que não recebem tratamento e 82% dos poços de monitoramento da área estudada apresentaram violação de padrões legais. Todavia, 64% dos poços apresentaram-se inadequados exclusivamente em função de parâmetros organolépticos, a maioria em função de concentrações elevadas de ferro, alumínio, manganês e turbidez. Na região de estudo, a elevação do lençol freático variou de 436 a 928 m. De modo geral, pode-se afirmar que a qualidade das águas subterrâneas monitoradas ao norte do Estado de Minas Gerais apresenta qualidade inadequada, inclusive para o consumo humano, o que tornam necessárias medidas de gestão a serem conduzidas pelos órgãos responsáveis, visando o uso deste importante recurso, de maneira mais apropriada.

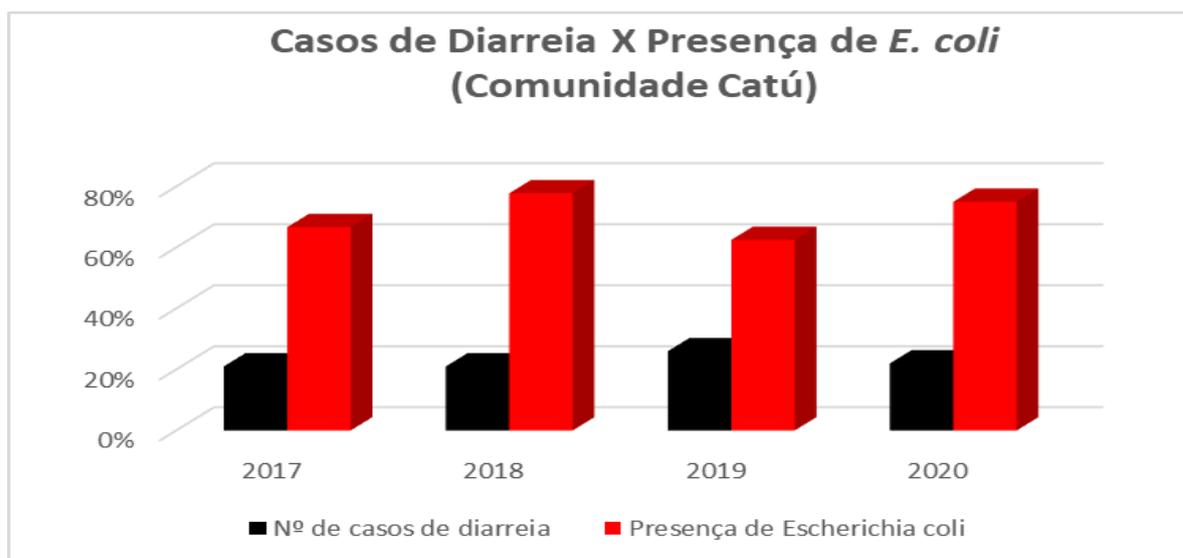
No estudo de Colet *et al.* (2021) foram realizadas coletas e análises microbiológicas em amostras de 40 poços artesianos, em uma comunidade rural de um município do noroeste do Rio Grande do Sul. Os resultados mostraram que 85% das amostras apresentaram resultados positivos para coliformes totais e 22,5% foram identificadas como *E. coli*. Dessa forma, a maioria dos poços analisados apresentou água fora dos padrões de qualidade para consumo, sendo necessárias ações do poder público como forma de prevenir as doenças infecciosas.

Ao avaliar a qualidade bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste do estado de Santa Catarina, Malheiros *et al.* (2009) verificou que, das 212 amostras, 75,94% estavam impróprias para o consumo humano. Das amostras impróprias, 95,03% apresentaram coliformes totais e 70,81% estavam contaminadas por coliformes termotolerantes. Os resultados da presente pesquisa mostram baixa qualidade da água, indicando a necessidade de melhor monitoramento da água em função dos riscos para a saúde. Uma das causas que podem ser apontadas para o elevado índice de contaminação das águas dos poços analisados é a sua forma de distribuição, realizada por antigas encanações que podem acumular resíduos. A falta de uma rede de esgoto adequada para o tratamento dos dejetos humanos, associada ao fato de que parte das propriedades rurais apresenta circulação de bovinos, também é uma possível causa do alto número de coliformes totais e termotolerantes encontrados (MALHEIROS *et al.*, 2009).

## 6.2 QUALIDADE DA ÁGUA DE SAC E DOENÇAS DIARREICAS

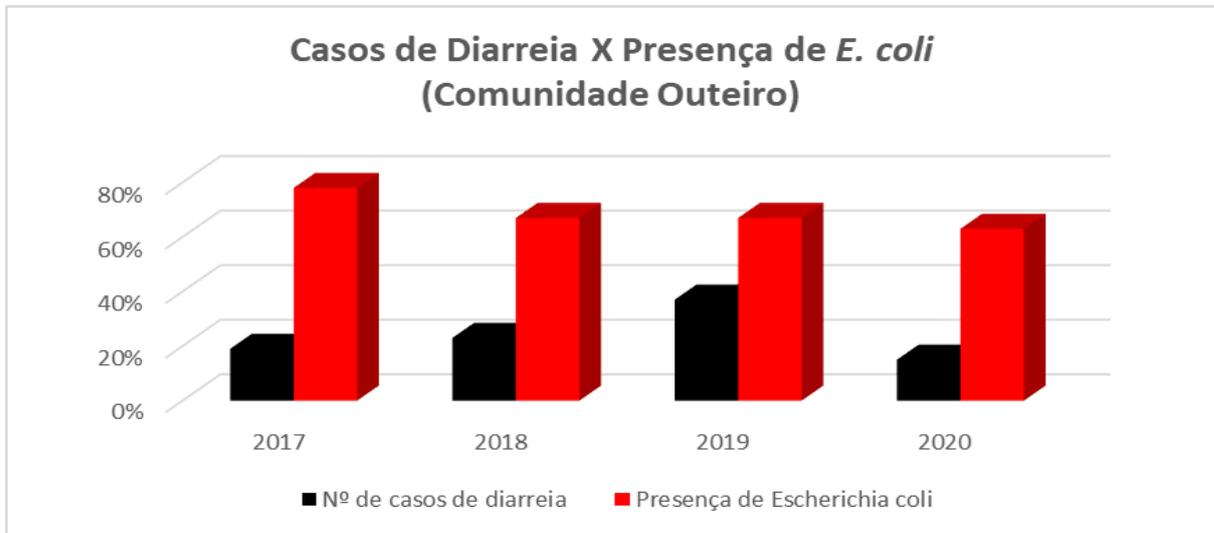
A associação entre os parâmetros de qualidade de água (turbidez, coliformes totais e termotolerantes) e a ocorrência de diarreia nas comunidades enfatiza a necessidade de haver um maior cuidado na rede de distribuição das soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, conforme observa-se nos gráficos de correlação entre os casos de diarreia e a presença de *E. coli* (Figuras 14 e 15) e os gráficos que associam os casos de diarreia com a média da turbidez durante os quatro anos de estudo (Figuras 16 e 17). Os casos de diarreia nas duas comunidades rurais foram maiores no ano de 2019, atingindo um percentual de 26% de pessoas acometidas na comunidade Catú e 37% dos residentes na comunidade Outeiro (Figuras 14, 15, 16 e 17).

Figura 14 – Correlação dos casos de diarreia e a Presença de *E. coli* no Catú – 2017 a 2020.



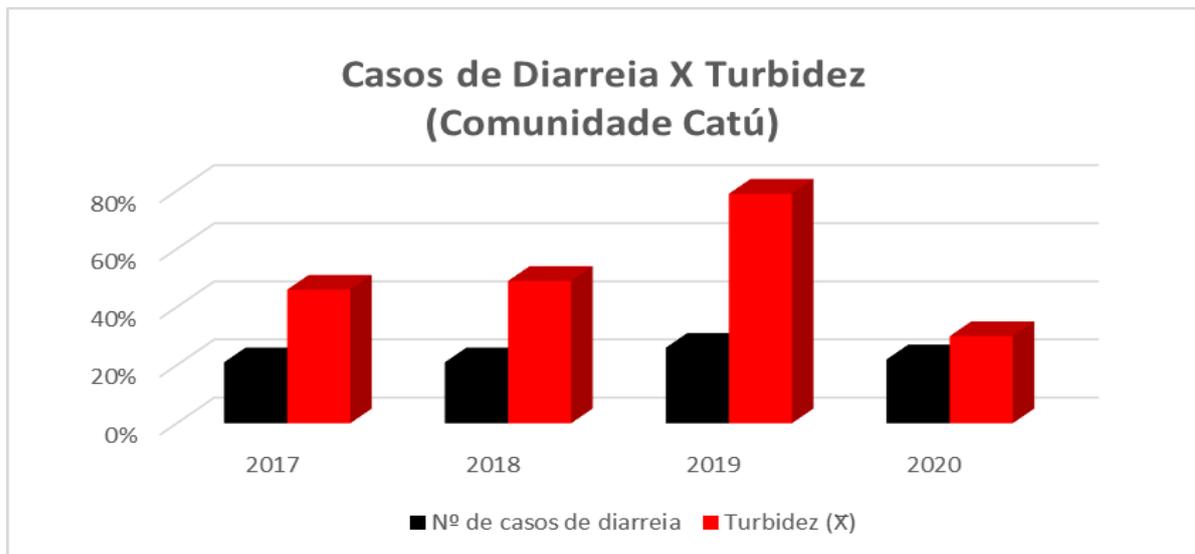
Fonte: Própria autora, 2021.

Figura 15 – Correlação dos casos de diarreia e a Presença de *E. coli* no Outeiro – 2017 a 2020



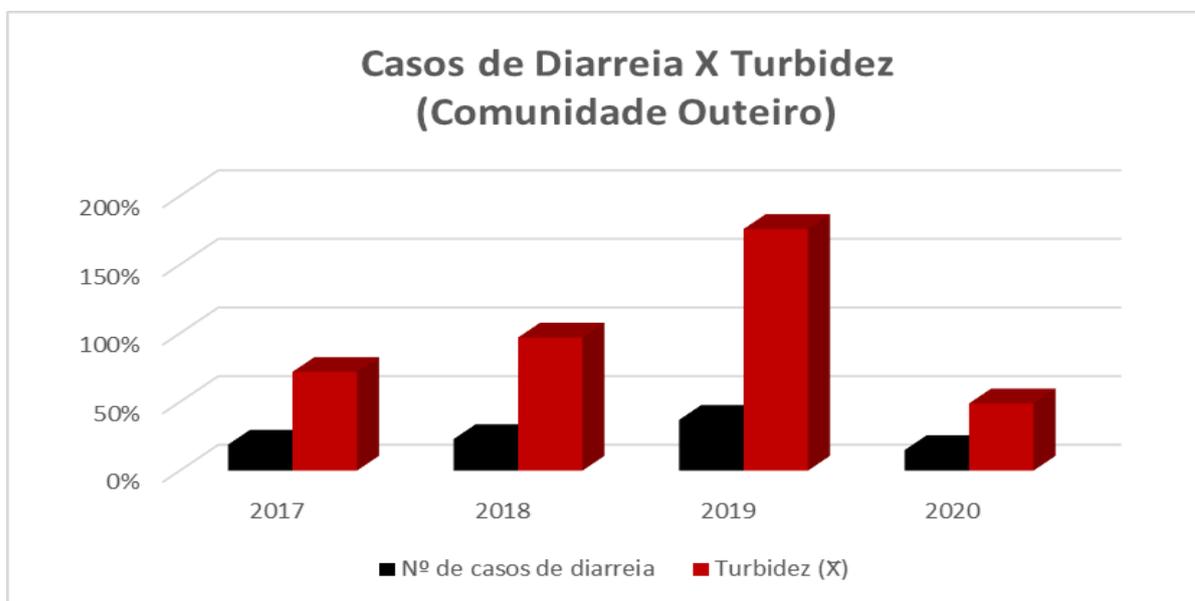
Fonte: Própria autora, 2021.

Figura 16 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Catú – 2017 a 2020



Fonte: Própria autora, 2021.

Figura 17 – Correlação dos casos de diarreia e a Média da Turbidez no Outeiro – 2017 a 2020



Fonte: Própria autora, 2021.

Levando-se em consideração as médias de 2017 a 2020 da turbidez (Tabela 2) nas duas comunidades rurais, temos as médias de 0,51 uT e 1,0 uT nas comunidades do Catú e Outeiro, respectivamente. As médias da turbidez foram maiores nas duas comunidades no ano de 2019 do que nos outros três anos da pesquisa, onde no Catú a média da turbidez em 2019 foi de 0,79 uT e no Outeiro foi de 1,76 uT. Esses valores das médias da turbidez em 2019 coincidiram com o percentual dos casos de diarreia que também foram mais altos em 2019 nas duas comunidades.

Referente a comunidade Catú do Eleotério, na correlação de Pearson foram observadas, para a doença diarreia, correlações positivas e negativas, que indica o grau de dependência estatística entre as variáveis. O nível de significância foi de ( $p \leq 0,5$ ), então quanto mais próximo de 1 essa relação significa o quão mais fortemente essa relação é positiva e as variáveis estão correlacionadas, e quanto mais afastado de 1, que as doenças não são explicadas pelas variáveis de qualidade de água.

Com os dados correlacionados, o período total apresenta correlação forte negativa entre a presença/ausência de *Escherichia coli* e nitrato ( $r = -0,95$ ), o que indica que há independência entre essas duas variáveis. Além disso, os dados também demonstraram

algumas correlações fortes, positivas entre os casos de diarreia e cor aparente ( $r = 0,98$ ), casos de diarreia e sólidos totais dissolvidos ( $r = 0,98$ ), % diarreia e cor aparente ( $r = 0,98$ ) e % diarreia e sólidos totais dissolvidos ( $r = 0,98$ ), que pode ser associada à qualidade de água, podendo ser explicado pelo uso e ocupação do solo. A região possuiu grandes atividades na área da agricultura o que contribui para a piora da qualidade de água podendo vir a influenciar nas ocorrências desta doença devido a poluição dos recursos hídricos, corroborando com a correlação muito forte entre diarreia, cor aparente e sólidos totais dissolvidos.

Para a comunidade Outeiro na correlação de Pearson foram observadas para a doença diarreia, correlações positivas entre as variáveis casos de diarreia, % diarreia e turbidez, o que indica possivelmente, que elas são extremamente dependentes, apresentando correlações fortes, positivas entre os casos de diarreia e turbidez ( $r = 0,99$ ), % diarreia e turbidez ( $r = 0,99$ ) e cor aparente e sólidos totais dissolvidos ( $r = 0,95$ ).

De acordo com o estudo de Morais (2014), na cidade de Matelândia/PR existem 14 SAC implantadas na área rural que são operadas pela própria comunidade. Observou-se que em dez (10) dessas soluções encontrou-se amostras fora dos padrões de potabilidade, por isso a água fornecida para as famílias não atende aos requisitos mínimos de fornecimento de água para consumo humano. Já em quatro (04) soluções o tratamento da água distribuída é efetuado, por meio do dosador de cloro, e a água fornecida à comunidade encontra-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do MS. No período de 2010 a 2013 foram realizadas 32 coletas nas SAC's de abastecimento de água da área rural de Matelândia. As análises microbiológicas foram as mais preocupantes, onde o parâmetro de Coliformes Totais apresentou apenas 8 amostras que atenderam a Portaria, que é a ausência em 100 mL, ou seja, 75% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade. Quanto a *Escherichia coli*, que deve ter ausência também em 100 mL, apresentou contaminação em 28,12% das amostras. Em geral as SAC's de abastecimento de água geridas pelas próprias comunidades necessitam da intervenção externa, uma vez que falhas de diversas ordens foram diagnosticadas.

No estudo de Pereira (2015) observou-se como fator relevante o uso de chafarizes públicos abastecidos por poços artesianos, que constituem seis (06) sistemas de fontes alternativas coletivas para a população, a qual se utiliza da água desses poços para minimizar o problema da contínua falta d'água das redes de abastecimento de Cabaceiras-PB. O problema é a ausência de tratamento nessas SAC's, as quais encontram-se contaminadas por nitrato, valores elevados de bactérias heterotróficas e condutividade elétrica, não sendo segura para consumo humano.

Bezerra (2020) ao realizar a análise dos resultados das soluções alternativas de abastecimento de água localizadas na sub-bacia do rio Taperoá, na Paraíba, concluiu que as águas brutas dessas localidades são salobras, apresentam alta concentração de nitrato e teste positivo para indicadores microbiológicos, requerendo medidas de proteção sanitária e tratamento adequado para consumo humano.

Lucena (2018) ao avaliar as águas de abastecimento por soluções alternativas na zona rural de Campina Grande–PB, desde a captação no manancial até o armazenamento em cisternas, foi possível diagnosticar a não conformidade das águas com a Portaria de Consolidação Nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde, sendo classificadas como águas impróprias para o consumo humano. Os resultados obtidos para o indicador coliformes totais, nas águas oriundas de cisternas, foram de 100% de presença em todos os pontos analisados, podendo estar relacionados com alguns fatores, como, por exemplo, a falta de condições sanitárias nos reservatórios, os baixos valores de concentração de cloro nesses locais, como também a mistura de águas brutas e tratadas. Em decorrência da não conformidade do agente desinfetante foram encontrados resultados fora do recomendável para as análises microbiológicas de coliformes totais e *Escherichia coli*. Assim, foram propostas algumas medidas para a segurança das águas de soluções alternativas em comunidades rurais do semiárido, como: a criação de equipe comunitária do PSA (Plano de Segurança da Água); implementação do princípio de múltiplas barreiras; protocolos de otimização no tratamento das águas; e relatórios periódicos.

Na realização desta pesquisa não foram adotados aspectos relacionados à intermitência no abastecimento, hábitos de higiene e reservação de água. Sabe-se que esses fatores podem influenciar a qualidade da água e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. No plano de análise não foram consideradas as causas multifatoriais das doenças de veiculação hídrica, cujo surgimento se relaciona a fatores socioeconômicos e ambientes diversos.

### **6.3 CARTILHA PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SAC'S**

A Cartilha de Operação e Manutenção das SAC's funciona como um subsídio para a Vigilância Ambiental dos municípios na elaboração de cursos de capacitação junto às comunidades, a fim de promover ações de educação ambiental e sanitária. Tais ações possibilitam um processo de sensibilização quanto ao uso doméstico do hipoclorito de sódio e/ou da operação e manutenção dos dosadores de cloro nos poços, ou na adequação a qualquer outra forma de desinfecção. Para garantir água de boa qualidade é preciso que as famílias se

envolvam nessa missão, tendo a Educação Ambiental e Sanitária uma aliada quanto ao uso adequado dos recursos de desinfecção disponíveis, os quais podem fornecer água de boa qualidade e diminuir os riscos à saúde.

De acordo com GIATTI *et al.* (2010), as evidências obtidas no processo de educação ambiental permitem afirmar que os atores envolvidos nas atividades de grupo podem compreender o papel das instituições de pesquisa e ensino, estando, daí em diante, munidos de argumentos produzidos por meio da pesquisa, conhecimento que frequentemente não é acessível aos moradores ou mesmo aos profissionais (de educação e saúde) da comunidade.

A população rural não está devidamente informada sobre os riscos de contaminação da água, por isso não reconhece os malefícios à saúde, contribuindo para uma maior exposição. Constata-se que a solução deve ir além do provimento do abastecimento de água potável, sendo necessário o constante emprego de métodos educativos para que os sujeitos passem efetivamente a utilizar uma nova e segura fonte de água (GIATTI *et al.*, 2010)

Segundo o estudo de Silva *et al.* (2006) a prioridade das comunidades rurais é manter o grupo reunido para discutir e reivindicar soluções para os problemas locais. Entre as soluções apontadas destaca-se o processo de mobilização e a continuidade dos encontros frequentes. Em relação à avaliação dos trabalhos de mobilização realizados pelos grupos foram considerados como pontos negativos os poucos encontros e o baixo número de famílias envolvidas. Os pontos positivos foram: a reunião de pessoas da comunidade para discutir temas de interesse comum; o conhecimento gerado sobre o uso da água; o conhecimento sobre os cuidados com o meio ambiente; e a inquietação motivada em resolver os problemas da comunidade.

Dessa forma, a cartilha serve como um guia que reúne linhas metodológicas de resolução e tratamento dos problemas de operação e manutenção dos poços, propondo critérios e procedimentos a serem adotados, de modo a se constituir em um instrumento de efetiva aplicação prática. São abordadas a importância da desinfecção da água para consumo humano e das análises físico-químicas e microbiológicas, orientações sobre o dosador de cloro, sobre o uso do hipoclorito de sódio a 2,5%, localização das fossas e sobre a limpeza e desinfecção dos poços, estabelecendo-se as frequências de inspeção, controle e apresentando critérios e soluções para os distintos tipos de problemas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas dos dois poços analisados nas duas comunidades rurais encontram-se de acordo com o padrão de potabilidade para consumo humano quanto aos parâmetros físico-químicos, estabelecido pela Portaria nº 888/2021. Porém, os parâmetros microbiológicos apresentaram valores acima do estabelecido, onde se observou a presença de *Escherichia coli* de uma forma geral no período de de 2017 a 2020, com uma média de 70% das amostras do Catú positivas para *E.coli*, enquanto no Outeiro houve uma média de 68% das amostras positivas, resultado esse que deve-se ao descaso quanto ao tratamento da água.

No ano de 2019 confirmou-se através da análise de correlação um aumento nos valores da turbidez e uma elevação no percentual dos casos de diarreia nas duas comunidades. De uma forma geral, de acordo com as correlações de Pearson durante os quatro anos da pesquisa, as variáveis que contribuíram para a piora da qualidade da água foram: turbidez e sólidos totais dissolvidos, devido ao carreamento dessas fontes de poluição para o curso d'água.

A magnitude das amostras fora do padrão de potabilidade nas soluções alternativas coletivas, aliada ao deficiente controle dessas soluções por parte dos presidentes ou responsáveis pelas associações de moradores, constituem importantes fatores de vulnerabilidade sanitária, o que representa uma condição de exposição da população aos perigos relacionados às doenças de veiculação hídrica.

Recomenda-se o fortalecimento das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano (VQACH) por meio das orientações presentes na *Cartilha para operação e manutenção de SAC's*, que visam a detecção e minimização das vulnerabilidades sanitárias decorrentes da utilização de soluções alternativas e, de forma geral, do consumo de água fora dos padrões de potabilidade.

Diante da complexidade do tema abordado e o dinamismo dos fatores associados à qualidade da água e às doenças de veiculação hídrica, esperamos que ocorra avanços na gestão das informações utilizadas neste trabalho, de modo a favorecer a elaboração de políticas públicas. A transformação de dados gerados constantemente pela VQACH em informações úteis aos setores saúde e saneamento ambiental, para o planejamento de ações e tomada de decisão, e a *Cartilha para Operação e Manutenção de SAC's* constituem-se como as principais contribuições desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. C. S. P. **Indicadores de vigilância da qualidade da água de abastecimento da cidade de Areia (PB)**. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- BEZERRA, E. B. N.; SILVA, C. I. A.; MEIRA, C. M. B. S.; RÊGO, R. L. C. M.; OLIVEIRA, R.; NASCIMENTO, R. S. **Qualidade da água subterrânea para consumo humano e sua correlação com fontes poluidoras na Sub-bacia do Rio Taperoá – PB**. *Revista DAE*, v. 68, n. 223, p. 101-111, 2020.
- BEZERRA, R. D. **Associação entre consumo de água fora dos padrões de potabilidade e doenças de veiculação hídrica no Estado do Tocantins**. 86 f. Dissertação (mestrado profissional) – Instituto de Saúde Coletiva – Universidade Federal da Bahia, 2017.
- BRASIL, A. S. **Avaliação da qualidade da água proveniente de poços tubulares profundos utilizados para abastecimento público no município de Cuiabá-MT**. 2010. 59f. Monografia (Química - Bacharelado) - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de química, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.
- BRASIL. Manual de saneamento 3 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União; República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Edição 85, Seção I, p. 127, 2021.
- BRASIL. Ministério da saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Sala Nacional de Coordenação e Controle para o Enfrentamento à Dengue, ao Vírus Chikungunya e ao Vírus Zika. **Diretriz SNCC nº 3 / 2016 – Saneamento Básico**. Brasília, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídricas no Brasil, ano de 2013, utilizando uma metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 37 p., 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, 2016.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei n. 13.249, de 13 de janeiro de 2016**. Institui o Plano Plurianual da União para o período de 2016 a 2019. Brasília, DF, 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13249.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13249.htm). Acesso em: 08 de abril de 2022.

CARVALHO, A. P. M.; SILVA, J. N.; SANTOS, V. S.; FERRAZ, R. R. Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento alternativo no distrito de Jamacaru em Missão Velha-CE. Iniciação - **Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, Edição Temática em Sustentabilidade, São Paulo: Centro Universitário Senac, v. 7, n. 1, p. 35-51, 2017.

COLET, C.; PIEPER, M.; KAUFMANN, J. V.; SCHWAMBACH, K.; PLETSCHE, M. Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade a antimicrobianos em águas de poços artesanais em um município do noroeste do Rio Grande do Sul. **Eng Sanit Ambient**, v. 26, n. 4, p. 683-690, 2021.

COSTA, A. B.; KAUFMANN, R. C.; HANSEN, M. A. F.; KIRST, A.; LOBO, E. A. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em áreas de preservação permanente (sistema aquífero Guarani - SAG), bacia hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil. **TECNO-LÓGICA**, v. 14, n. 1, p. 26-38, 2010.

COSTA, C. L.; LIMA, R. F.; PAIXÃO, G. C.; PANTOJA, L. D. M. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 171-180, 2012.

FUNASA. **Manual da Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água para Consumo Humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará**. Brasília, DF, 2017, 49 p. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/programa-nacional-de-sanemaneto-rural-pnsr>> Acesso em: 22 de setembro de 2019.

GALDINO, F. A. **Indicadores sentinelas para a formulação de um plano de amostragem de vigilância da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB)**. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, 2009.

GARCIA, D. S. S.; GARCIA, H. S. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e as novas perspectivas do desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas. **Revista da Faculdade de Direito da UFRGS**, vol. esp., n. 35, p. 192-206, 2016.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, 2012.

GIATTI, L. L.; NEVES, N. L. S.; SARAIVA, G. N. M.; TOLEDO, R. F. Exposição à água contaminada: percepções e práticas em um bairro de Manaus, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 2010. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/rpsp/2010.v28n5/337-343/pt/>> Acesso em: 13 de Novembro de 2020.

HOLLAS, Camila Ester. **Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para abastecimento na zona rural do município de Francisco Beltrão** – Paraná. 164 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

INSTITUTO TRATA BRASIL – Saneamento é saúde. 2018. Disponível em:  
<<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas>> Acesso em: 11 de fevereiro de 2021.

LANDAU, E. C.; MOURA, L.; LUZ, W. V. Abastecimento de Água nos Domicílios Urbanos e Rurais do Brasil em 2010. Embrapa. **Geosaneamento**, 38 p., 2010. Disponível em:  
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1063683/1/GeoSaneamentoCap03.pdf>> Acesso em: 14 de Abril de 2021.

LEIVAS, P. H. S. et al. Sustentabilidade, saneamento e saúde infantil no Brasil: uma análise a partir de macro e microdados. **XVIII Encontro de Economia da Região Sul – ANPEC/SUL**, Porto Alegre, 2015.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **RAP — Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-48, 2011

LUCAS, M. S.; BOHNEN, L. I. K. **Os Desafios de Monitorar a Qualidade da Água no SAC da Área Rural**. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento – Poços de Caldas, MG, 2015. Disponível em:  
<<http://www.trabalhosasemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/255/369/t369t1e1a2015.pdf>> Acesso em: 13 de abril de 2020.

LUCENA, Danyllo Vieira. **Avaliação da segurança da água de abastecimento por soluções alternativas na zona rural de Campina Grande-PB**. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

MALHEIROS, P. S.; SCHÄFER, D. F.; HERBERT, I. M.; CAPUANI, S. M.; SILVA, E. M.; SARDIGLIA, C.U. et al. Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 305-308, 2009.

MARINHO, Fábio Daniel Pereira. **A reprodução do espaço da pequena produção rural familiar em Canguaretama/RN**. 151 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

MENDONÇA, M. H. M.; ROSENO, S. A. M.; CACHOEIRA, T. R. L.; SILVA, A. F. S.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME JÚNIOR, A. T. Análise bacteriológica da água de consumo comercializada por caminhões-pipa. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, 2017.

MORAIS, Juciela Brum Soares. **SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: um desafio para a vigilância e o controle da qualidade da água no município de Matelândia/PR**. 47 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, 2014.

OGATA, I. S. **Avaliação de risco da qualidade da água potável do sistema de abastecimento da cidade de Campina Grande (PB)**. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

OLIVEIRA, J. S. C.; MEDEIROS, A. M.; CASTOR, L. G.; CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Caderno de saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.25, n.2, 2017.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. 2018. Disponível em:  
<<https://www.painelsaneamento.org.br/explore/indicador?SE%5Bg%5D=2&SE%5Bs%5D=21&SE%5Bid%5D=INT>> Acesso em: 11 de fevereiro de 2021.

PEREIRA, Rita de Cássia Salviana de Oliveira. **Saúde e Ambiente: A água para o consumo humano em assentamentos rurais**. 2016. 103 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial na América Latina e Caribe) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2016.

PEREIRA, Tiago Albuquerque. **Análise da qualidade da água do sistema público de abastecimento e das fontes alternativas da cidade de Cabaceiras–PB**. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

RAUPP, L.; FÁVARO, T. R.; CUNHA, G. M.; SANTOS, R. V. Condições de saneamento e desigualdades de cor/raça no Brasil urbano: uma análise com foco na população indígena com base no Censo Demográfico de 2010. **Rev Bras Epidemiol**, v. 20, n. 1, p. 1-15, 2017.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. Restrições à Expansão dos Investimentos no Saneamento Básico Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 37, n. 4, 2016.

SILVA, A. F. S.; LIMA, C. A.; QUEIROZ, J. J. F.; JÁCOME, P. R. L. A.; JÁCOME-JÚNIOR, A. T. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, 2016.

SILVA D. D.; MIGLIORINI R. B.; SILVA E. D.; LIMA Z. M.; MOURA I.B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do bairro Pedra Noventa, Cuiabá-MT. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2014.

SILVA, Jaqueline Damasceno. **Uma análise da variação dos níveis de equidade de acesso e de igualdade horizontal nos resultados de saúde no Brasil entre 1998 e 2013: expressões da relação entre o estado de bem-estar social e os determinantes sociais de saúde**. 2018. 298 p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, L. A.; DINIZ, C. R.; OVRUSKI CEBALLOS, B. S. O. Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. Supl., núm. 1, pp. 122-136, Universidade Estadual da Paraíba, Brasil, 2006. Disponível em:  
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50009914>> Acesso em: 13 de Novembro de 2020.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SILVA, R. P.; DOURADO, D. G. Saneamento e saúde em terras indígenas. **Tellus**, Campo Grande, MS, v. 19, n. 40, p. 103-122. 2019.

SILVA, V. P.; FILGUEIRA, P. V. S. Participatory rural appraisal to assess sustainability in the Catu indigenous community, Rio Grande do Norte, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-26, 2020.

SIMÕES, B. S.; MACHADO-COELHO, G. L.; PENA, J. L.; FREITAS, S. N. Condições ambientais e prevalência de infecção parasitária em indígenas Xukuru-Kariri. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Caldas, MG, v. 38, n. 1, p. 42-48, 2015.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>> Acesso em: 11 de fevereiro de 2021.

SOUZA, Maria do Carmo Fonte Boa. **Aspectos hidrodinâmicos e qualidade das águas subterrâneas nas sub-bacias do Rio Verde Grande, Jequitai e Pacuí – MG**. 179 p. Dissertação (Mestrado). Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Belo Horizonte, 2013.

UHR, J. G. Z.; SCHMECHEL, M.; UHR D. A P. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, 2016.