



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PENEDO
CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO EM MEIO AMBIENTE**

**DALMIR LUIZ BISPO DOS SANTOS
JOSÉ ARNALDO SANTOS JUNIOR**

**ESGOTAMENTO SANITÁRIO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA ZONA RURAL DE
IGREJA NOVA, ALAGOAS: ESTUDO DE CASO**

**PENEDO, AL
2022**

DALMIR LUIZ BISPO DOS SANTOS
JOSÉ ARNALDO SANTOS JUNIOR

ESGOTAMENTO SANITÁRIO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA ZONA RURAL DE
IGREJA NOVA, ALAGOAS: ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Médio Técnico Integrado em Meio Ambiente do Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Tiago de Moraes Lenz

PENEDO, AL
2022



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Penedo
Biblioteca

S237e

Santos, Dalmir Luiz Bispo dos.

Esgotamento sanitário e capacitação de água na zona rural de Igreja Nova, Alagoas: Estudo de caso / Dalmir Luiz Bispo dos Santos, José Arnaldo Santos Júnior. – 2022.

32f. : il.

Orientação: Prof. Tiago de Moraes Lenz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Integrado - Meio Ambiente) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Saneamento básico. 2. Captação de água – Zona rural. 3. Coliformes - água. I. Santos Júnior, José Arnaldo. II. Lenz, Tiago de Moraes. III. Título.

CDD: 363.72

Maria Luzia Alexandre de Oliveira
Bibliotecária/Documentalista
CRB-4/2159

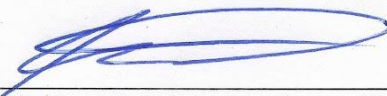
DALMIR LUIZ BISPO DOS SANTOS
JOSÉ ARNALDO SANTOS JUNIOR

ESGOTAMENTO SANITÁRIO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA ZONA RURAL DE
IGREJA NOVA, ALAGOAS: ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso Médio Técnico Integrado em Meio Ambiente do
Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, como
requisito parcial para a obtenção do título de Técnico
em Meio Ambiente.

Aprovado em: 14 / 09 / 2022

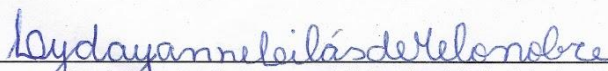
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Tiago de Moraes Lenz (Orientador)
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. MSc. Maria Lilian de Freitas Lima
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Dr. Lydayanne Lilás de Melo Nobre
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

RESUMO

O saneamento básico ainda é uma problemática recorrente a ser tratada no Brasil, principalmente nas zonas rurais que apresentam um dos maiores déficits nos setores de abastecimento de água e esgotamento sanitário. A precariedade desses serviços nessas áreas exige que a população recorra a sistemas alternativos como a utilização de poços e fossas, entretanto, esses métodos os tornam suscetíveis a doenças de veiculação hídrica em decorrência da contaminação dos poços de abastecimento. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do esgotamento sanitário e da captação de água do povoado Quaresma, localizado no município de Igreja Nova, Alagoas. A metodologia utilizada consistiu na avaliação dos poços e fossas de 12 residências do povoado, verificando sua estrutura, o distanciamento entre eles e a análise microbiológica de 5 dos pontos que possuíam as menores distâncias entre as fossas e os poços, a fim de verificar a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Após as análises dos dados, constatou-se que as condições de esgotamento sanitário e captação de água no povoado são preocupantes. Os poços e as fossas apresentaram irregularidades em suas estruturas e seus distanciamentos mostraram-se estar em desacordo com a norma vigente, apresentando média de 12,10 metros. A análise microbiológica das 5 amostras de água confirmou a presença de coliformes totais em todas as amostras e resultados positivos para *E.coli* em 3 delas, encontrando-se em desconformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação. A contaminação desses pontos foi associada pela utilização de fossas absorventes, pelo baixo distanciamento entre os poços e as fossas e pelas deficiências nas estruturas dos poços.

Palavras-chave: Saneamento. Poço. Fossa. Coliformes. *Escherichia coli*.

ABSTRACT

Basic sanitation is still a recurrent problem to be dealt with in Brazil, especially in rural areas that have one of the largest deficits in the sectors of water supply and sewage. The precariousness of these services in these areas requires the population to resort to alternative systems such as the use of wells and cesspools, however, these methods make them susceptible to waterborne diseases due to contamination of the wells. Thus, the present work aims to evaluate the quality of the sanitary sewage and water catchment of the Quaresma village, located in the municipality of Igreja Nova, Alagoas. The methodology used consisted in the evaluation of the wells and cesspools of 12 residences in the village, verifying their structure, the distance between them and the microbiological analysis of 5 of the points that had the shortest distances between the cesspools and the wells, in order to verify the presence of total coliforms and *Escherichia coli*. After the data analysis, it was found that the sanitary sewage and water collection conditions in the village are worrisome. The wells and cesspools presented irregularities in their structures and their distances were shown to be in disagreement with the norms in force, presenting an average of 12.10 meters. The microbiological analysis of the 5 water samples confirmed the presence of total coliforms in all samples and positive results for *E.coli* in 3 of them, being out of the potability standards established by the legislation. The contamination of these points was associated with the use of absorbent pits, the low distance between the wells and the pits, and the deficiencies in the well structures.

Keywords: Sanitation. Well. Cesspool. Coliforms. *Escherichia coli*.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | OBJETIVOS | 9 |
| 2.1 | Objetivo geral | 9 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 9 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 3.1 | Aspectos Gerais | 9 |
| 3.2 | Principais Sistemas de Abastecimento na Zona Rural | 11 |
| 3.3 | Principais Sistemas de Esgotamento Sanitário na Zona Rural | 12 |
| 3.4 | Contaminação de Águas de Abastecimento por Fossas Absorventes | 14 |
| 4 | METODOLOGIA | 16 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 19 |
| 5.1 | Distanciamento entre os Poços e Fossas | 19 |
| 5.2 | Caracterização dos Poços | 20 |
| 5.3 | Caracterização das Fossas | 22 |
| 5.4 | Análises Microbiológicas | 24 |
| 5.5 | Correlação da Contaminação com o Distanciamento do Poço e Fossa | 25 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| | REFERÊNCIAS | 29 |

1 INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é fundamental para a melhor qualidade de vida dos indivíduos, contribuindo não somente para os seres humanos, mas também como um meio de preservar e conservar o meio ambiente. No Brasil, o direito ao saneamento básico é garantido pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, da Constituição Federal de 1988, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. O Art. 3º desta lei compreende o saneamento básico como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

De acordo com dados publicados pelo Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), existem sérios problemas nas diferentes áreas rurais do Brasil, na qual somente cerca de 40,5% da população possui acesso adequado ao abastecimento de água. Os dados são ainda mais alarmantes se falando em esgotamento sanitário, onde apenas 20,6% dessa população dispõe de atendimento eficiente (BRASIL, 2019). Nesse contexto, é importante apontar o déficit de saneamento básico como motivador de diversos problemas a respeito da salubridade dos brasileiros.

As doenças causadas pela ausência de saneamento básico adequado ocasionaram, entre 2001 a 2009, cerca de 13.449 óbitos por ano (TEXEIRA et al., 2014). Nessa perspectiva, é evidente que a ausência de esgotamento sanitário impacta diretamente a saúde e o bem estar da população brasileira. Conforme Nascimento (2019), maximizar a generalização dos serviços públicos de saneamento com qualidade, equidade e eficiência ainda é um dos grandes obstáculos a ser superado no Brasil, uma vez que o Estado além de apresentar deficiências no setor, possui uma desigualdade na cobertura desses serviços na zona rural e urbana.

Diante das dificuldades de acesso aos serviços de distribuição de água, bem como do serviço de esgotamento sanitário, os habitantes da zona rural

necessitam de alternativas para suprir suas necessidades básicas. Desse modo, as populações rurais comumente se utilizam de fossas para a deposição dos dejetos produzidos, bem como poços para a captação da água, a fim de utilizá-la tanto para o seu consumo como em outras atividades de seu cotidiano. Entretanto, a falta de conhecimento da população e de fiscalização para a elaboração, construção e utilização dos poços de água e de fossas é preocupante, pois, além de trazer risco ao meio ambiente, oferece perigo à saúde dos habitantes.

Siqueira, Lima e Santos (2022), ao avaliarem a qualidade de água de 14 poços artesianos localizados em diferentes povoados do município de Itabaiana, Sergipe, constataram a presença de coliformes termotolerantes em 11 localidades. Estes resultados demonstram eminente risco à saúde daquela população devido à deficiência no serviço de saneamento.

Neste contexto, o presente estudo buscou avaliar a eficiência do saneamento básico em um núcleo residencial do povoado de Quaresma, zona rural do município de Igreja Nova, Alagoas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência do saneamento básico em um núcleo residencial do povoado de Quaresma, zona rural do município de Igreja Nova, Alagoas.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar a distância entre as fossas domésticas e poços de abastecimento de água nas residências da comunidade.
- Analisar o modelo da fossas domésticas e poços de abastecimento de água e sua estrutura.
- Efetuar análises microbiológicas das águas dos poços com maior proximidade das fossas, a fim de verificar a presença de Coliformes Totais e Fecais.
- Propor sistemas alternativos de tratamento dos efluentes para atender a comunidade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais

A Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, possuindo como um de seus princípios a universalização do acesso e prestação de serviço como o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Salientando-se que o seu Art. 49º, inciso IV, dispõe como objetivo da Política Federal de Saneamento Básico, proporcionar condições adequadas de

salubridade ambiental às populações rurais e às pequenas comunidades (BRASIL, 2007).

O Brasil ainda possui a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, também denominada de Lei das Águas, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que, conforme o seu Art. 2º, inciso I, é de seu objetivo assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997).

Apesar dessas leis garantirem os direitos ao saneamento básico e disponibilidade de água potável em situações adequadas, a população brasileira ainda possui inúmeros problemas tanto nas zonas rurais quanto nas zonas urbanas. De acordo com Moura (2014), o Brasil mantém-se entre um dos mais atrasados em questão de saneamento, possuindo deficiências na prestação de serviços de água tratada, coleta de resíduos e tratamento de esgotos, destacando que a população rural e a de baixa renda são as mais afetadas (*apud.* LANDAU; MOURA, 2016). Nas zonas rurais, Landau e Moura (2016), ainda discorrem que são as mais carentes de infraestrutura de saneamento, exigindo uma abordagem diferente das adotadas nas zonas urbanas.

Conforme Nascimento (2018), nas áreas rurais, o abastecimento de água por sistemas de abastecimento de água é pouco utilizado devido a dispersão das moradias, dificultando a construção de redes de distribuição de água. Dessa maneira, utilizam da água proveniente de poços artesianos, freáticos, olhos d'água ou nascentes que podem ser contaminadas pelas atividades que são desenvolvidas. (PILATTI; HINSCHING, 2008, *apud.* ABONIZIO, 2017).

Quando se trata de esgotamento sanitário, apesar da falta de seus serviços também nos grandes centros, a zona rural possui uma grande disparidade quando comparada à zona urbana (TONETTI, 2018). De acordo com Landau e Moura (2016), a situação do esgotamento sanitário nas áreas rurais é preocupante, pois grande parte dos alimentos são produzidos nessas localidades. A ausência desses serviços compromete a qualidade de vida da população, bem como a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental.

Conforme Souza (2015), com a ausência de esgotamento sanitário na área rural, é comum a utilização de fossas absorventes devido ao seu baixo custo, entretanto, sua utilização pode ocasionar a contaminação do lençol freático e dos poços, acarretando em problemas de saúde para a população da área.

Landau e Moura (2016), discorrem que a contaminação das águas subterrâneas ou superficiais não são visíveis para a população rural, em razão de sua percepção de que as fontes são protegidas. Desse modo, não utilizam-se de cloro ou outros métodos para a desinfecção da água. A ausência de uma adequada estrutura sanitária implica em impactos negativos ao ambiente, contribuindo para a contaminação da água e do solo, auxiliando no aparecimento e proliferação de doenças (HOLGADO-SILVA et al., 2014).

3.2 Principais Sistemas de Abastecimento na Zona Rural

A não utilização de redes de distribuição de água na zona rural acontece pela dispersão das residências, dessa maneira, os moradores utilizam sistemas alternativos de abastecimento para suprir suas necessidades corriqueiras. As águas de abastecimento nessas localidades podem ser de fontes como as nascentes, água de chuva, fundo de vales, lençol freático ou subterrâneos ou por fontes superficiais, como os rios, lagos e açudes (NASCIMENTO, 2018).

No meio rural, conforme Funasa (2015), às nascentes, mina d'água, olho d'água e fonte, são denominações para pontos onde a água emerge da superfície do solo, sendo bastante utilizadas como uma fonte alternativa de obtenção de água. São consideradas uma alternativa viável e já utilizada em alguns assentamentos rurais, entretanto sem orientação e suporte adequado (BRAGA, 2011).

A captação das águas das chuvas além de ser considerado um sistema descentralizado e alternativo para o suprimento de água, pode ser um método de conservação dos recursos hídricos. A captação ocorre por meio do escoamento da água em coberturas ou telhados para as cisternas, que são reservatórios que possuem o propósito de acumular a água do período chuvoso. (FUNASA, 2015).

Segundo Nascimento (2018), as barragens subterrâneas também podem ser empregadas no meio rural, principalmente aquelas do semiárido. Esses sistemas são construídos no leito de rios ou riachos com a abertura de valas que são preenchidas por material impermeável, como lona plástica ou argila, para impedir o escoamento da água (FUNASA, 2015). As barragens são empregadas para manter o nível freático elevado, aumentando o armazenamento da água e mantendo favorável a captação da água por meio de poços rasos (CIRILO et al., 2003).

Os poços escavados também denominados de cacimba, cacimbão, poço amazonas, poço raso, poço caipira, poço freático ou poço, são uma das formas mais antigas que se tem para obter água, sendo bastante utilizado ainda hoje, principalmente pela população da área rural. Os poços geralmente possuem profundidade de até 20 metros com diâmetro mínimo de 90 centímetros podendo atingir 5 metros dependendo de seu revestimento (FUNASA, 2015).

Conforme Nascimento (2018), além dos poços escavados manualmente, os poços tubulares também são uma alternativa para a obtenção de água. Os poços tubulares são normalmente construídos com o auxílio de equipamentos mecânicos, possuindo pequenos diâmetros em relação a sua profundidade, distinguindo-se em poços tubulares rasos, possuindo pequenos diâmetros de 0,15 a 0,30 metros e com profundidade de 8 a 20 metros, e em poços tubulares profundos que possuem diâmetros de 4 a 36 centímetros e podem atingir profundidades de até 4500 metros, necessitando de equipamentos especiais para sua construção (FUNASA, 2015).

3.3 Principais Sistemas de Esgotamento Sanitário na Zona Rural

Segundo Funasa (2015), para evitar o contato das pessoas com dejetos é necessária a execução de sistemas adequados de coleta, tratamento e destinação final para os esgotos sanitários. Nas regiões isoladas e rurais as fossas secas são alternativas para os dejetos quando não possuem disponibilidade de abastecimento de água. Já para as regiões que possuem abastecimento de água, as fossas absorventes ou fossas sépticas com sumidouros podem ser utilizadas, sendo a utilização preferencial desta.

As fossas secas, conforme Tonetti et al. (2018), consistem em um buraco escavado no solo para o recebimento dos dejetos que serão decompostos por digestão anaeróbia e de uma casinha que servirá de proteção para a fossa e aumentar o conforto do usuário. Além das fossas secas, as fossas de fermentação também são uma alternativa viável quando o solo não possui condições favoráveis para a sua implementação.

As fossas de fermentação consistem em duas câmaras independentes que receberão diretamente os dejetos, conforme as fossas secas, e alternadamente até o esgotamento de sua capacidade, onde será isolada para mineralização e remoção do material, sendo utilizada a outra câmara neste período (FUNASA, 2015).

Conforme abordado anteriormente, a utilização de fossas absorventes são comuns na zona rural devido ao seu baixo custo de implementação. As fossas absorventes, também denominadas de fossas negras, fossas caipiras ou rudimentares (TONETTI et al., 2018); Tratam-se somente de um buraco perfurado no chão, no qual os dejetos são direcionados sem tratamento sobre a terra, infiltrando-se e contaminando, com coliformes fecais, o solo e os lençóis freáticos que abastecem os poços existentes nas proximidades. Assim, ecologicamente, não recomenda-se a utilização desse tipo de fossa. Principalmente, próxima a mananciais, como rios, córregos, nascentes, lagos e represas (SENAR, 2019).

Uma alternativa para as fossas absorventes é a utilização de fossas sépticas. De acordo com SENAR (2019), a fossa séptica comum é formada por um conglomerado de 3 tanques enterrados, no qual são responsáveis pela separação e decomposição dos dejetos. Esse tipo de fossa requer cuidados específicos, pois o acúmulo de esgoto pode ocasionar problemas como mau cheiro, insetos, transbordamento e explosão. Assim, é indispensável ser feito o esvaziamento e limpeza anuais, e os resíduos recolhidos devem ser depositados em locais determinados pelos órgãos ambientais.

As fossas sépticas biodigestoras também são uma excelente alternativa para o saneamento na zona rural, prevenindo contra doenças, protegendo o lençol freático e produzindo adubo e ajudando, desse modo, no desenvolvimento local

(EMBRAPA, 2010). As fossas sépticas biodigestoras são compostas por três caixas d'água de 1.000 Litros que recebem, exclusivamente, os dejetos dos vasos sanitários. As duas primeiras caixas são responsáveis pela biodigestão anaeróbia, enquanto a última caixa possui a função de coletar o efluente, livre de coliformes fecais, que pode ser utilizado como adubo orgânico (SENAR, 2019).

Outra alternativa para as fossas sépticas são as fossas verdes, que Segundo Coelho, Reinhardt, Araújo (2018), são também conhecida como canteiro bioosséptico, sendo formada por uma vala de alvenaria impermeabilizada, com dimensões variáveis, apresentando uma estrutura interna em forma de câmara. São construídas com tijolos furados, no qual os ficam inclinados em um ângulo de aproximadamente 30° para que ocorra uma drenagem eficiente do esgoto. A parte externa dessa estrutura, onde recebe a drenagem dos dejetos, é preenchida por camadas de materiais porosos que servem como filtro, tais como entulho, casca de coco e material terroso, e aí são cultivadas as plantas. Além disso, a câmara interna pode ser preenchida por tijolo ou também por pneus triturados, entulho, ou outro material inerte de grande granulometria e de baixo custo (OLIVEIRA NETO, 2012, *apud*. SILVA, 2014).

3.4 Contaminação de Águas de Abastecimento por Fossas Absorventes

As fossas absorventes, independente da forma ou local que foram construídas, são consideradas por muitas instituições como uma alternativa incorreta para o tratamento de esgotos de pequenas comunidades (TONETTI, 2018). Segundo Di Ciommo (2021), os problemas relacionados com as fossas absorventes estão mais associados com a forma e a localização em que foram construídas do que com a própria tecnologia, sendo facilmente constatado pela carência de suporte e informações nas comunidades rurais.

Apesar dessas unidades de tratamento ainda serem muito utilizadas na zona rural e na zona suburbana (FUNASA, 2019), em sua maioria são construídas sem nenhuma instrução técnica. Estas, apresentam várias irregularidades tais como a utilização de materiais precários na sua construção, tampas inadequadas para as

fossas ou até mesmo ausência destas (TONETTI et al., 2018). O uso e a construção irregular desse tipo de unidade de tratamento pode prejudicar não somente o meio ambiente por meio da contaminação do solo e de fontes de água, mas também os seres humanos com doenças que podem levá-los a óbito caso não recebam tratamento adequado (SOUZA, 2015).

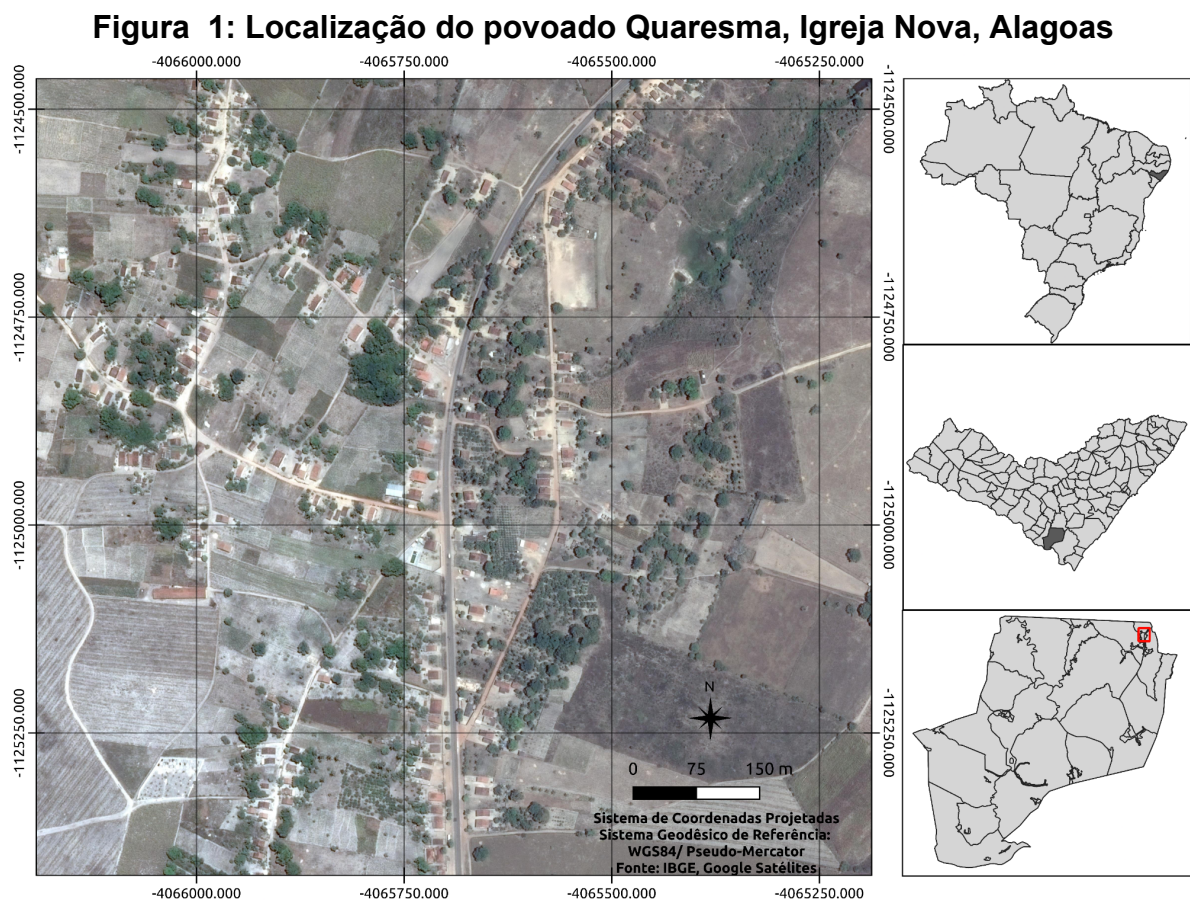
São vários os estudos que relacionam a contaminação da água de poços de abastecimento com as fossas absorventes. Conforme dados levantados por Xavier (2011), todas as 20 amostras de poços localizados no bairro Céu Azul, no município de Rio Verde, Goiás, apresentaram coliformes fecais em níveis diferentes, sendo associados com a baixa profundidade e curta distância dos poços das fossas negras ou sépticas que eram comuns no bairro. Dados similares também foram apresentados por Silva (2017), no município de Jaru, Rondônia, onde 17 de suas 20 amostras apresentaram resultados positivos para a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, ressaltando que todas as residências envolvidas utilizavam fossas negras.

Brum et al. (2016), também confirmou a presença de *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas em todas as 17 amostras retiradas de poços rasos no bairro Pedra 90 em Cuiabá - MT, associando a contaminação com a presença de fossas rudimentares e sépticas, alternativas de esgotamento comum na região da área analisada.

Souza et al. (2013), analisou 8 amostras de água retiradas de poços do bairro de Vila Nova no município de Itaiçaba - CE, verificando que em todos os pontos a concentração de amônia estava imprópria, confirmando a contaminação da água por efluentes. Além disso, constatou resultados inadequados para coliformes termotolerantes. Os poços dos pontos analisados possuíam distâncias de menos de meio metro em relação às fossas negras utilizadas pelos moradores, o que segundo os autores, contribuiu para a contaminação da água.

4 METODOLOGIA

Quaresma é um povoado localizado no município de Igreja Nova no estado de Alagoas, conforme demonstra a Figura 1. O município possui extensão territorial de 426.568 km² abrigando 24.586 habitantes, sendo 20,5% residentes da área urbana e 79,5% da área rural (BRASIL, 2020).



Fonte: Autores, 2022.

Primeiramente, foram realizadas visitas às residências da população da comunidade. No qual foram realizados os registros fotográficos e a coleta de dados para a quantificação das distâncias entre os fossos e os poços das residências, tendo em vista a ausência de redes de distribuição de água e de tratamento de esgoto.

Os pontos analisados foram determinados seguindo critérios como a facilidade de acesso e a presença de fossas e poços próximos às residências, utilizando-se do Google Earth e do aplicativo Altimeter para auxiliar no seu georreferenciamento. Desse modo, foram determinadas 12 residências conforme a Figura 2.

Figura 2: Pontos analisados



Fonte: Autores, 2022.

As medições das distâncias foram realizadas no dia 02 de junho de 2022, *in situ*, com o auxílio de uma trena métrica, sendo medidas as distâncias entre a extremidade do poço com a extremidade mais próxima da fossa. As análises da estrutura dos poços foram realizadas com base na observação dos materiais utilizados nos poços e nas fossas, na presença de tampas e em sua integridade. Comparando-os, posteriormente, com dados similares obtidos a partir de outras literaturas.

Ademais, realizou-se análises microbiológicas de 5 poços no dia 23 de agosto de 2022, a fim de verificar a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. As amostras foram coletadas em pontos distintos, optando sempre para os que tinham as maiores proximidades entre o poço e a fossa, e descartando os que não possuíam possibilidade de serem amostrados devido a ausência do residente no dia da amostragem. Desse modo, as amostras foram coletadas nos pontos P12, P3, P4, P5 e P1 respectivamente, todas seguindo as instruções da Gerência de Laboratório de Estudos Ambientais (GELAB) do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA), que realizou a análise microbiológica das amostras.

As amostras de água foram obtidas diretamente da torneira das residências que passaram por um processo de esterilização com o auxílio de álcool e algodão. Antes da coleta, manteve-se a torneira aberta por cerca de 3 minutos para o escoamento da água e coletando, em seguida, 150 ml de água nos recipientes de plástico disponibilizados pela GELAB, realizando sua identificação com a numeração, nome do local, data e hora da coleta. Posteriormente, as amostras foram mantidas refrigeradas e condicionadas no isopor com gelo e enviadas no dia seguinte ao laboratório localizado no município de Maceió-AL para as análises. Conforme a GELAB, os métodos utilizados para as análises estão descritos no “Standard methods for the examination of water and wastewater” (APHA, 2017).

Além da análise microbiológica já descrita, realizou-se uma revisão bibliográfica para sugerir distâncias e estruturas seguras a fim de evitar a contaminação da água para consumo. Com base na quantificação das distâncias entre as fossas e poços, da análise microbiológica e da infraestrutura das fossas e poços, avaliamos a possibilidade de risco à saúde pública propondo sistemas alternativos de tratamento de esgoto que sejam de fácil implementação e operação em zonas rurais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Distanciamento entre os Poços e Fossas

Os dados dos distanciamentos entre os poços e as fossas, obtidos a partir da atividade em campo, são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Distâncias entre poços e fossas

| Ponto | Coordenadas Geográficas | Distância entre a fossa e o poço (m) |
|-------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 10.053907°S 36.5249553°W | 13,70 |
| 2 | 10.0541577°S 36.5254692°W | 14,80 |
| 3 | 10.0540984°S 36.5252765°W | 10,20 |
| 4 | 10.0540984°S 36.5252765°W | 11,40 |
| 5 | 10.0534982°S 36.5249416°W | 12,70 |
| 6 | 10.0538945°S 36.5239935°W | 12 |
| 7 | 10.0538209°S 36.5248131°W | 11 |
| 8 | 10.0537366°S 36.523297°W | 11,60 |
| 9 | 10.0536288°S 36.5234918°W | 14,40 |
| 10 | 10.0533551°S 36.5258241°W | 13,50 |
| 11 | 10.0534201°S 36.5258923°W | 12 |
| 12 | 10.0533007°S 36.5256913°W | 8 |

Fonte: Autores, 2022.

Com base nos dados apresentados, é possível observar que os distanciamentos entre os poços de abastecimento de água e as fossas de descargas do povoado Quaresma apresentaram a média de 12,10 metros, sendo a menor distância encontrada no ponto 12 com 8 metros e a maior no ponto 2 com 14,80 metros.

De acordo com a FUNASA (2019), para evitar possíveis riscos de contaminação dos corpos de água que abastecem os poços, por fossas secas, é

recomendado uma distância mínima de 15 metros de distância. No entanto, as fossas encontradas no povoado são do tipo absorvente e não possuem descrição de seus distanciamentos adequados em seus materiais. ReCESA (2009), também atribui a distância de 15 metros entre as fossas secas e os poços de abastecimento, aplicando a mesma distância para as fossas sépticas ou linhas de esgoto. Contudo, para as fossas absorventes, a distância mínima recomendada é de 45 metros. Desse modo, todas as residências analisadas se encontram abaixo do recomendado pelo autor.

5.2 Caracterização dos Poços

Os poços das 12 residências analisadas apresentam características similares. Todos os poços possuem vedação de concreto para as suas bocas, havendo apenas uma pequena abertura para a sua inspeção, conforme ilustra as Figuras 3 e 4. De acordo com Funasa (2019), a utilização das tampas previnem a entrada de objetos contaminados como animais, papéis ou outros elementos que podem interferir na qualidade da água daquele poço. Os poços também apresentaram paredes externas e utilizam bombas submersas vibratórias para a elevação da água para a caixa d'água que abastece a residência. As paredes externas evitam o escoamento da água da superfície e de enxurradas para dentro dos poços por meio de sua boca (FUNASA, 2019).

Figura 3: Vista externa do poço do ponto 3



Fonte: Autores, 2022.

Figura 4: Vista externa do poço do ponto 10



Fonte: Autores, 2022.

Funasa (2019) também recomenda que os poços sejam revestidos com tijolos cerâmicos ou manilhas de concreto a fim de evitar o desmoronamento das paredes e a presença de insetos. Além disso, realizar a impermeabilização de no mínimo 3 metros de altura dos poços e a construção de uma plataforma com 1 metro de largura em volta do poço para impedir a entrada de água por meio da infiltração de águas provenientes da superfície do solo. Entretanto, conforme demonstra a Figura 5, nenhum dos poços analisados possuíam esses elementos, tornando-os mais suscetíveis a contaminações.

Figura 5: Vista interna do poço do ponto 3



Fonte: Autores, 2022.

5.3 Caracterização das Fossas

As fossas das residências analisadas se caracterizam como fossas do tipo absorvente, tendo os esgotos produzidos pelos moradores, conduzidos por meio de veiculação hídrica, para um local permeável. Em todas as fossas analisadas constatou-se a ausência de revestimento em seu interior, entretanto, todas apresentaram o mesmo tipo de vedação utilizada pelos poços, tampas feitas de

concreto, como ilustra a Figura 6. Tonetti et al. (2018), discorre que muitas das localidades apresentam fossas com tampas construídas a partir de materiais precários como tábuas de madeira, lonas de plástico ou telhas de fibrocimento, ou até mesmo a ausência de tampas. Ainda segundo o autor, a ausência ou a utilização de materiais precários para as tampas pode permitir a entrada de água da chuva, o escoamento do esgoto na superfície e a proliferação de vetores, trazendo riscos para a população.

Figura 6: Vista exterior da fossa do ponto 2



Fonte: Autores, 2022.

Conforme abordado no presente trabalho, as fossas sépticas biodigestoras são uma excelente alternativa para as fossas absorventes utilizadas pelo povoado. Costa e Guilhoto (2014), discorrem que ao contrário das fossas absorventes, esses sistemas evitam a contaminação das águas subterrâneas, impedem a proliferação de vetores e realizam a reciclagem dos dejetos, produzindo um efluente inodoro e rico em nutrientes que pode ser utilizado como adubo ou, conforme Embrapa (2010), para a irrigação das plantas, trazendo benefício econômico para a população rural que, comumente, possuem plantações próximas

de suas residências. Situação análoga a do povoado Quaresma, onde grande parte das residências visitadas possuíam plantações ao seu redor.

Ainda conforme Costa e Guilhoto (2014), a utilização das fossas sépticas biodigestoras no meio rural reduziria 250 óbitos e 5,5 milhões de casos de infecções de doenças diarreicas por ano. Além disso, traria impactos positivos tanto economicamente quanto ecologicamente, com redução de 129 mil toneladas de resíduos despejados nos cursos de água.

5.4 Análises Microbiológicas

Os resultados obtidos a partir das análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) dos 5 pontos amostrados estão descritos na Tabela 2. As análises seguiram os padrões especificados pela portaria de consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde, estabelecendo a ausência de coliformes totais e *E.coli* em 100 mL de água.

Tabela 2: Resultados das análises microbiológicas

| Ponto | Coliformes Totais | <i>Escherichia coli</i> |
|-------|-------------------|-------------------------|
| 1 | Presente | Presente |
| 3 | Presente | Presente |
| 4 | Presente | Presente |
| 5 | Presente | Ausente |
| 12 | Presente | Ausente |

Fonte: Autores, 2022.

Conforme a Tabela 2, constatou-se a presença de coliformes totais em todas as amostras de água. Silva (2017), discorre que a maior parte das bactérias pertencentes ao grupo de coliformes totais não são consideradas prejudiciais à saúde. Entretanto, são indicadores de contaminação de origem fecal, podendo conter outros tipos de microorganismos que podem trazer riscos para a população.

Para o parâmetro de *E. coli*, sua presença foi constatada em 3 dos 5 pontos analisados, sendo eles os pontos 1, 3 e 4.

A portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, conforme abordado anteriormente, estabelece que para a água ser considerada própria para consumo é necessário a ausência de *E.coli* em 100 mL de água, desse modo, tornando impróprio o consumo das águas amostradas nos pontos 1, 3 e 4. A portaria, entretanto, não estabelece o limite de coliformes totais que a água pode possuir para os sistemas alternativos individuais, como os poços utilizados no povoado. Outros autores também encontraram a presença de *E.coli* em amostras de poços na zona rural.

Souza e Sousa (2020), ao analisarem 7 amostras de água provenientes de poços rasos na zona rural do distrito de Iara, cidade de Barro no Ceará, avaliaram a presença de coliformes totais em todas as suas amostras e para *E.coli*, constatou a sua ausência em apenas 1 amostra.

Apesar dos poços serem suscetíveis a contaminação por coliformes provenientes de fontes de contaminação como as fossas, e dos dados demonstrarem que em algumas localidades os poços estão em desacordo com a portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, os residentes do povoado acreditam que a água subterrânea não apresenta contaminação, dispensando a sua desinfecção, como recomenda a Funasa (2019). Essa situação também é apresentada por Landau e Moura (2016), ao discorrer que essa percepção equivocada ocasiona o enfraquecimento das condições de saúde do indivíduo sem a sua percepção, consequência da normalização de doenças ocasionadas pela contaminação da água para consumo.

5.5 Correlação da Contaminação com o Distanciamento do Poço e Fossa

Os dados dos distanciamentos entre os poços e as fossas dos pontos amostrados e suas respectivas análises microbiológicas estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3: Distância entre as fossa e poços e análise microbiológica

| Ponto | Distância entre o poço e a fossa (m) | Coliformes Totais | <i>Escherichia coli</i> |
|-------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 | 13,70 | Presente | Presente |
| 3 | 10,20 | Presente | Presente |
| 4 | 11,40 | Presente | Presente |
| 5 | 12,70 | Presente | Ausente |
| 12 | 8 | Presente | Ausente |

Fonte: Autores, 2022.

Os dados apresentados na Tabela 3 não evidenciam uma possível correlação da distância dos poços amostrados com a sua contaminação por coliformes. Isso se deve ao fato que a quantidade de análises das águas dos poços do povoado Quaresma, realizadas no presente trabalho, são insuficientes, e não demonstram uma clareza em sua correlação. Entretanto, não inviabiliza os resultados obtidos a partir das análises microbiológicas.

Ademais, trabalhos como de Elias (2014), ao analisar 36 amostras de água de 12 poços rasos do bairro Lagomar, Macaé no Rio de Janeiro, constatou que 51,85% dos poços que possuíam distâncias das fossas inferiores a 10 metros, não atendiam aos padrões de potabilidade de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Enquanto apenas 33,33% dos poços que apresentaram distâncias superiores a 10 metros não atendiam aos padrões de potabilidade de acordo com a portaria. Desse modo, constando a relação de proporcionalidade entre os distanciamentos dos poços e das fossas.

Segundo Xavier (2011), a maior distância entre os poços e as fossas, compreendidas entre 18 e 21 metros, das 20 amostras de água de poços rasos do Bairro Céu Azul, Rio verde em Goiás, apresentaram os menores quantidade de coliformes. Silva (2017), confirmou que 17 dos 20 pontos amostrados nos poços do bairro residencial do município de Jaru em Rondônia, apresentaram presença de *E. coli*. Sendo as 3 amostras negativas associadas a distância das fossas absorventes utilizadas pelos moradores, encontradas a mais de 15 metros de distância dos poços.

Neste contexto, acreditamos que um maior número de amostras tanto em poços com menor distância das fossas como também com maiores distâncias possivelmente confirmaria a correlação entre a maior presença de *E. coli* nas menores distância entre fossas e captação de água, assim como os trabalhos supracitados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir desta pesquisa permitem concluir que o povoado Quaresma apresenta um quadro preocupante quanto ao seu esgotamento sanitário e sua captação de água de abastecimento, oferecendo riscos à saúde de sua população.

Os poços rasos, utilizados pelos moradores para a captação da água, demonstraram estarem suscetíveis a contaminação devido à sua estrutura irregular, apresentando somente uma parede externa e tampas de concreto como proteção. Entretanto, tais medidas são insuficientes para impedir a entrada da água contaminada por processos de infiltração da água no solo. Para o esgotamento sanitário, identificou-se como alternativa as fossas absorventes, que assim como os poços, possuíam tampas de concreto para sua vedação e ausência de revestimento interno.

Os distanciamentos entre os poços e as fossas do povoado apresentaram uma média de 12 metros, sendo a menor e a maior distância encontrada de 8 e 14,80 metros respectivamente. Este distanciamento encontrou-se fora dos parâmetros propostos pela literatura, que classifica como inadequadas as construções feitas com distância inferior a 45 metros.

Em relação às análises microbiológicas, todas as 5 amostras de água dos poços rasos analisados apresentaram contaminação por coliformes totais, sendo encontrado *Escherichia coli* em três dessas amostras. Dessarte, os resultados encontrados não se enquadram nos padrões especificados pela portaria de consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde, classificando-as como impróprias para o consumo humano. Associando, dessa maneira, a utilização de fossas

absorventes como alternativa para a disposição final dos dejetos, o distanciamento inadequado entre as fossas e os poços rasos e a irregularidade das estruturas dos poços como fatores que podem ter contribuído na contaminação da água utilizada pelos moradores.

REFERÊNCIAS

ABONIZIO, R. M. **Saneamento básico no meio rural**: um estudo em assentamento rural no interior do Paraná. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6884/1/saneamentobasicomeiorual.pdf>. Acesso em: 27 de set. de 2021.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23 ed. Washington, 2017.

BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 5, fev. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232762/26764>. Acesso em: 25 de jun. de 2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 22 de nov. de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr-?inheritRedirect=false. Acesso em: 24 de jun. de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS N° 888, de 4 de Maio de 2021. Altera 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. **Diário Oficial da União**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 30 de ago. de 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Painel de saneamento. Brasília, 2020. Disponível em: http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua. Acesso em: 1 de set. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. Brasília, 2021. Disponível em:

http://www.snis.gov.br/downloads/panorama/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICO_NO_BRASIL_SNIS_2021.pdf. Acesso em: 22 de jun. 2022.

BRASIL. Presidente da República. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 5 de jan. de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 22 de jun. de 2022.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: Avaliação microbiológica, físicoquímica e fatores de risco à saúde. **HOLOS**, v. 2, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554865016.pdf>. Acesso em: 18 de jun. de 2022.

CIRILO, J. A.; ABREU, G. H. F. G.; COSTA, M. R.; GOLDEMBERG, D.; COSTA, W. D. Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semi-árido brasileiro: avaliação de barragens subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 4, 2003. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/34/17b5e45a0c7f2fc85e2fea27592c456d_881448bc6941d5886ef9bdae556b0018.pdf. Acesso em: 25 de jun. de 2022.

COELHO, C. F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C. Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. v. 23, n. 04 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018170077>. Acesso em: 13 de ago. de 2022.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. v. 19, n. spe, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000171>. Acesso em: 19 de jun. de 2022.

DI CIOMMO, B. M. **Proposta de saneamento rural para sítio localizado no bairro do Bom Jardim de Camanducaia - MG**: um estudo baseado no olhar ecológico. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/2899468e-0dd2-420f-bf60-0b3622f88a9e/Di_Ciommo_Barbara_tcc.pdf. Acesso em: 19 de jun. de 2022.

ELIAS, T. R. C. **Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços escavados em residências no bairro Lagomar, município de Macaé/RJ**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Macaé, 2014. Disponível em: <https://portal1.iff.edu.br/pesquisa-e-inovacao/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado->

em-engenharia-ambiental/dissertacoes-de-mestrado/2014/avaliacao-da-contaminacao-da-agua-subterranea-de-pocos-escavados-em-residencias-no-bairro-lagomar-municipio-de-macae-rj. Acesso em: 21 de ago. de 2022.

EMBRAPA. **Tecnologia social, fossa séptica biodigestora**: Saúde e renda no campo. Brasília, 2010. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/05/cartilha-fossa-s%C3%A9ptica-biodigestora-embrapa.pdf>. Acesso em: 7 de jul. de 2022.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 4 ed. Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>. Acesso em: 24 de jun. de 2022.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. **Manual de Saneamento**. 5 ed. Brasília, 2019. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>. Acesso em: 19 de jun. de 2022.

HOLGADO-SILVA, H. C.; PADUA, J. B; CAMILO, R. M.; DORNELES, T. M . A qualidade do saneamento ambiental no assentamento rural Amparo no município de Dourados-MS. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 3, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-451320140311>. Acesso em: 22 de jun. de 2022.

LANDAU, E. C.; MOURA, L. **Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010**: domicílios urbanos e rurais. Brasília, Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1063680/variacao-geografica-do-saneamento-basico-no-brasil-em-2010-domicilios-urbanos-e-rurais>. Acesso em: 22 de jun. de 2022.

NASCIMENTO, E. C. P. **Esgotamento sanitário**: uma solução possível para a comunidade rural do Sítio Serra do Braga I, Monte Horebe – PB, sob a ótica da Lei 11.445/2007. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal da Paraíba, Cajazeiras, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/xmlui/handle/177683/1247>. Acesso em: 04 de out. de 2021.

NASCIMENTO, H. C. **Caracterização das condições de saneamento em comunidades rurais com ênfase na qualidade da água utilizada para diversos usos – estudo de caso Três Lagoas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018. Acesso em: 23 de maio de 2022.

ReCESA. Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Transversal**: saneamento básico integrado às comunidades rurais e populações tradicionais. Brasília, 2009. Disponível em:

https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/saneamentobasicointegradoascomunidadesruraispopulacoestradicionalis-nivel2.pdf. Acesso em: 19 de jun. de 2022.

SENAR. **Saúde**: Saneamento Rural. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. n. 226, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/informe-ao-cacaucultor/manejo/cartilhas-senar/226-saude-saneamento-rural.pdf>. Acesso em: 27 de set. de 2021.

SILVA, A. M. N. **Avaliação da qualidade microbiológica de água de poços rasos de barro residencial do município de Jaru-RO**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), União Centro Rondoniense de Ensino Superior, Jaru, 2017. Disponível em: <https://periodicos.fimca.com.br/api/data/uploads/2019/12/TCC201720013.pdf>. Acesso em: 18 de jun. de 2022.

SILVA, M. R. P.; OLIVEIRA NETTO, A. A utilização de fossas verdes para o saneamento básico e desenvolvimento sustentável no Nordeste. **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE**. 2014. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/7765>. Acesso em: 13 de ago. de 2022.

SIQUEIRA, C. G.; LIMA, T. M.; SANTOS, M. Potabilidade de água de poços artesianos em comunidades rurais do agreste sergipano. **Águas Subterrâneas**. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/ras.v35i3.30112>. Acesso em: 25 de ago. de 2022.

SOUZA, K. F. O. **Fossas negras**: um problema para o meio ambiente e para a saúde pública. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental), Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2015. Disponível em: <https://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/531/1/SOUZA%2c%20K.%20F.%20O.%20-%20FOSSAS%20NEGRAS..%20UM%20PROBLEMA%20PARA%20O%20MEIO%20AMBIENTE%20E%20PARA%20A%20SA%c3%9aDE%20P%c3%9aBLICA.pdf>. Acesso em: 19 de jun. de 2022.

SOUZA, S. R.; SOUSA, E. O. Potabilidade da água de cacimbas: Estudo de caso em um distrito da cidade de Barro, Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18011/bioeng2020v14n4p321-328>. Acesso em: 3 set. 2022.

SOUZA, Y. J. D. ; ROLIM, H. O. ; BEZERRA, J. A. F. Influência de fossas negras na contaminação de poços subterrâneos na comunidade Vila Nova, Itaiçaba - Ce. **UNICAP**. 1 ed, v. 1, 2013. Disponível em: http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/07/Yana-Julia-Dantas-de-Souza-cearaTrabalho_2073001735.pdf. Acesso em: 23 de maio de 2022.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S.; Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período

de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**. v. 19, n. 01, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>. Acesso em: 03 de dez. de 2021.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A. L.; MADRID, F. J. P. L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; SCHNEIDER, J.; CRUZ, L. M. O.; DUARTE, N. C.; FERNANDES, P. M.; COASACA, R. L.; GARCIA, R. S.; MAGALHÃES, T. M. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para escolha de soluções. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/index.php/publicacoes/livro/>. Acesso em: 27 de set. de 2021.

XAVIER, E. F. **Qualidade bacteriológica da água de poços residenciais de um bairro periférico de Rio Verde - GO**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2011. Disponível em: [https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/QUALIDADE%20BACTERI%3%93LOGICA%20DA%20%20C3%81GUA%20DE%20PO%20C3%87OS%20RESIDENCIAIS%20DE%20UM%20BAIRRO%20PERIF%3%89RICO%20DE%20RIO%20VERDE%20%E2%80%93%20GO\(3\)\(1\).pdf](https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/QUALIDADE%20BACTERI%3%93LOGICA%20DA%20%20C3%81GUA%20DE%20PO%20C3%87OS%20RESIDENCIAIS%20DE%20UM%20BAIRRO%20PERIF%3%89RICO%20DE%20RIO%20VERDE%20%E2%80%93%20GO(3)(1).pdf). Acesso em: 19 de jun. de 2022.