

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE SÃO BERNARDO
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

SANARA DO NASCIMENTO FONSECA

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: a importância e os perigos que podem ocorrer pela falta de saneamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão

São Bernardo

2022

SANARA DO NASCIMENTO FONSECA

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: a importância e os perigos que podem ocorrer pela falta de saneamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão – UFMA centro de ciências de São Bernardo, como requisito parcial para conclusão de curso.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Louise Lee Silva Magalhães

São Bernardo

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a). Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

do Nascimento Fonseca, Sanara. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: : a importância e os perigos que podem ocorrer pela falta de saneamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão / Sanara do Nascimento Fonseca. 2022. 55 f.

Orientador(a): Louise Lee Silva Magalhães.
Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo MA, 2022.

1. Águas subterrâneas. 2. Contaminação. 3. Fossas negras. 4. Saneamento básico. I. Silva Magalhães, Louise Lee. II. Título.

SANARA DO NASCIMENTO FONSECA

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: a importância e os perigos que podem ocorrer pela falta de saneamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão – UFMA centro de ciências de São Bernardo, como requisito parcial para conclusão de curso.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Louise Lee Silva Magalhães

APROVADO EM: _____/_____/_____

Prof.^a Dra. Louise Lee Silva Magalhães (Orientadora)
Doutora em Ciências
Centro de Ciências de São Bernardo

Vilma Bragas de Oliveira
Doutora em Produção Vegetal
Centro de Ciências de São Bernardo

Josberg Silva Rodrigues
Doutor em Física
Centro de Ciências de São Bernardo

À Deus, meus pais, meu marido Wanderson, minha irmã, meus amigos e principalmente meu filho Theodoro (in memoriam) cujo o amor, carinho, apoio e incentivo foram essenciais em minha vida e serviram como combustível nos momentos mais importantes da minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me permitir cursar esta graduação com saúde e forças para superar as dificuldades, onde seu amor como pai, foi essencial em todas as minhas conquistas.

Agradeço à meu pai José Batista Trindade Fonseca, à minha mãe Eleneide Ramos do Nascimento e minha irmã Samara Késia do Nascimento Fonseca, por sempre me incentivarem nos estudos e apoiar sempre minhas decisões. Agradeço pelo amor e carinho, pois seus afetos tornaram minha caminhada mais leve.

Agradeço a meu marido Wanderson da Silva Araújo, pois é graças a seu apoio, seu amor, sua dedicação e seu empenho desde o primeiro dia deste curso, que consegui chegar até aqui.

Agradeço meu filho Theodoro Fonseca de Araújo (in memoriam), pois é por ele que supero minhas dificuldades, por ele que tento ir mais longe e busco poder ser uma mulher que um dia ele se orgulharia ao chamar de mãe.

Agradeço a minha amiga Monelle Caldas, por ser minha irmã do coração, minha comadre, por me ouvir, por me acolher e sempre saber dizer as melhores palavras para cada momento.

Agradeço ao meu grupo de amigos denominado “Os Oficiais”, que sem dúvidas, tornou todo o curso mais alegre e leve, tornando meu coração mais cheio de amor e carinho. Obrigada por cada momento, cada conversa e cada aprendizado, terei cada um de vocês como parte da minha família.

Agradeço a Universidade Federal do Maranhão – UFMA, pela oportunidade de fazer o curso e por cada aprendizado adquirido durante esses anos.

Agradeço a todo o corpo docente do curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Química, onde cada uma faz mais do que ensinar, trazem consigo uma manifestação de caráter e afetividade com a educação, trazendo uma nova perspectiva do mundo.

E por fim, agradeço à minha orientadora Louise Lee Magalhães, pelos ensinamentos, pela paciência, dedicação, compreensão e por cada palavra de incentivo.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.

(Isaac Newton)

RESUMO

A presente pesquisa foi realizada para obter informações a respeito do uso de águas subterrâneas por meio de poços artesianos ou poços rasos, procurando entender sua importância para a população e quais os possíveis perigos que este uso pode provocar na ausência dos serviços de saneamento básico. Esta pesquisa ocorreu através de um estudo de caso na cidade de Santa Quitéria do Maranhão, através da aplicação de 50 questionários, respondidos por moradores da cidade. Foram obtidos dados sobre o conhecimento deles sobre o saneamento básico, quais serviços de saneamento eles têm acesso, o uso de água subterrâneas, como ocorre o tratamento da água para o consumo e sobre a ocorrência de doenças de veiculação hídrica ou sintomas que são comuns em doenças como: hepatite A, giardíase, amebíase, leptospirose, cólera, ascaridíase (lombriga) e febre tifoide. Com os dados analisados foi observado a ineficiência dos serviços de saneamento básico no município, onde a cidade não possui serviço de esgotamento sanitário, fazendo com que 90% dos entrevistados façam uso de fossas negras para o escoamento do esgoto doméstico e 60% deles fazem a utilização de águas de poços, para suprir suas necessidades de consumo, ou seja, as águas subterrâneas têm uma grande importância para a população, mas sofrem com a ameaça de contaminação devido à grande quantidade de fossas negras na região. A maior parte dos participantes conhecem os riscos possíveis da falta de saneamento básico e sua relação com as águas subterrâneas, e apesar do baixo relato de doenças de veiculação hídrica diagnosticadas, ocorre uma grande frequência de sintomas relacionadas às mesmas doenças. Contudo, há um real risco de contaminação do lençol freático da região devido ao uso em grande escala de fossas negras, podendo estar diretamente ligada a presença de doenças que os populares não diagnosticaram, mas que os sintomas apresentados por eles podem ser de doenças provocadas pela possível contaminação da água subterrânea juntamente com a falta de tratamento adequado.

Palavras-chave: águas subterrâneas; saneamento básico; contaminação; fossas negras.

ABSTRACT

This research was carried out in order to obtain information about the use of groundwater through artesian wells or shallow wells, seeking to understand its importance for the population and what possible dangers this use may cause. . This research took place through a case study in the city of Santa Quitéria do Maranhão, through the application of 50 questionnaires, answered by residents of the city. Data were obtained on their knowledge about basic sanitation, which sanitation services they have access to, the use of groundwater, how water is treated for consumption and on the occurrence of waterborne diseases or symptoms that are common in diseases such as: hepatitis A, giardiasis, amebiasis, leptospirosis, cholera, ascariasis (roundworm) and typhoid fever. With the analyzed data, it was observed the inefficiency of basic sanitation services in the municipality, where the city does not have a sanitary sewage service, causing 90% of the interviewees to use black pits for the disposal of domestic sewage. And 60% of them use water from wells to meet their consumption needs. That is, groundwater is of great importance to the population, but suffers from the threat of contamination due to the large number of black pits in the region. Most participants are aware of the possible risks of lack of basic sanitation and its relationship with groundwater, and despite the low report of diagnosed waterborne diseases, there is a high frequency of symptoms related to the same diseases. However, there is a real risk of contamination of the water table in the region due to the large-scale use of black pits, which could be directly linked to the presence of diseases that the people did not diagnose, but that the symptoms presented by them could be diseases caused by the possible groundwater contamination along with lack of proper treatment.

Keywords: Groundwater; Sanitation; contamination; black pits.

LISTA DE SIGLAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Associação Nacional das Águas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

JORUSP - Jornal da Universidade de São Paulo

MPF - Ministério Público Federal

OMS - Organização Mundial de Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SISEMA - Sistema Estadual do Meio Ambiente

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

USP - Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de funcionamento do uso de águas subterrâneas por meio de poços

Figura 2: (a) Poço artesiano instalado e já em uso; (b) Ilustração da captação de água dos dois tipos de poços.

Figura 3: Esquema de demonstração de fossa negra como é utilizada e como pode contaminar o lençol freático.

Figura 4: Esquema de funcionamento de fossa séptica

Figura 05: Santa Quitéria do Maranhão

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: O retrato do Saneamento Básico no Brasil.

Tabela 2: Doenças relacionadas com a água

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Você sabe o que é saneamento básico?

Gráfico 2: A importância do saneamento básico

Gráfico 3: Os serviços de Saneamento básico oferecidos no município.

Gráfico 4: O que é feito com o lixo produzido

Gráfico 5: Para onde vai o esgoto das casas?

Gráfico 6: O uso da fossa negra pode trazer malefícios?

Gráfico 7: Qual tratamento recebe a água usada

Gráfico 8: O uso de águas subterrâneas

Gráfico 9: A frequência do uso de poços no município.

Gráfico 10: A população conhece os riscos provenientes da falta de saneamento básico

Gráfico 11: Ocorrência de doenças ligadas a falta de saneamento básico

Gráfico 12: A presença de sintomas comuns em doenças ligadas a falta de saneamento básico

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO GERAL	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	17
3.2 O USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	18
3.2.1 Águas subterrâneas e o abastecimento público de cidades	20
3.2.2 Águas subterrâneas no Estado do Maranhão	22
3.3 O SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	23
3.4 OS MALEFÍCIOS DA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO PARA AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	25
3.4.1 Poluição das águas subterrâneas pela falta de esgotamento sanitário	25
3.4.2 Doenças provenientes do consumo de águas subterrâneas contaminadas	28
4-METODOLOGIA	31
4.1 ÁREA DE ESTUDO	32
4.2 PÚBLICO ALVO	32
5-RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6-CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE 1	52
APÊNDICE 2	54

1-INTRODUÇÃO

A água doce existente no planeta Terra corresponde a apenas 3% do total de água disponível no planeta, disponível em estado sólido (geleiras) e em estado líquido (rios, lagos e águas subterrâneas). Desse valor, cerca de 98% da água doce, em estado líquido, se encontra nos solos terrestres e 2% em rios e lagos. (WWF-Brasil, 2008)

Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS (2008) a água subterrânea é a parte de água doce que está presente no subsolo (abaixo solo), armazenada em poros e fraturas que existem em rochas e grãos do solo. Possui grande importância para o abastecimento de cidades, campos, servem de insumo para diversas atividades humanas e também para o abastecimento de rios, lagos e mangues. Com o crescimento da população mundial e das atividades humanas que necessitam de água como recurso, está sendo buscado, cada vez mais, novas fontes de obtenção de água doce. A exploração de águas subterrâneas é uma atividade bem atraente por causa de sua abundância, seu baixo custo de captação e sua qualidade.

O saneamento básico é um direito garantido no Brasil pela Constituição Federal e instituído pela Lei nº. 11.445/2007, onde visa garantir o acesso ao saneamento básico a todos os brasileiros. “Sanear, é tornar são, habitável, respirável, agradável. Para sobreviver, o homem necessita tornar o meio em que vive próprio para sua subsistência.” (CARVALHO E OLIVEIRA, 2003, p. 7).

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), o país vive uma situação crítica, onde cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso a água tratada, mas de 100 milhões de pessoas não têm acesso a coleta de esgoto e apenas 46% do esgoto coletado no país é tratado. No entanto, devido à falta de coleta do esgoto a população utiliza métodos alternativos, e que estes são responsáveis pelo despejo de cerca de 4.329 Mm³/ano de dejetos despejados no subsolo de forma direta e contínua.

As águas subterrâneas são muito afetadas pela falta da coleta e tratamento do esgoto, pois os métodos usados para suprir a necessidade de coleta de esgoto é a utilização de fossas sépticas, fossas negras ou até mesmo sendo despejados a céu aberto.

O consumo de água contaminada pode gerar uma série de problemas de saúde a uma população, doenças como: hepatite A, giardíase, amebíase, leptospirose, cólera, ascariíase (lombriga), febre tifoide entre outras doenças.

“A disposição inadequada desses resíduos, pode disseminar doenças que, associadas a fatores como a má nutrição resultam em altos índices de morbidade (Taxa de

portadores de determinada doença em relação a população total) e mortalidade.
“(CARVALHO, OLIVEIRA, 2003, p. 116).

Esta pesquisa tem o objetivo de conhecer como funciona o saneamento básico do município de Santa Quitéria do Maranhão e a possível contaminação de águas subterrâneas, com uma investigação do uso dessas águas, pelos moradores, e avaliar possíveis riscos de contaminação devido à ausência de saneamento nesta cidade.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar a importância e o uso de águas subterrâneas por meio de poços na cidade de Santa Quitéria do Maranhão e o funcionamento de serviços de saneamento básico na cidade, objetivando a busca de possíveis contaminantes a águas de poços.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Buscar informações sobre o uso de águas subterrâneas pela população.
- Conhecer o funcionamento do serviço de saneamento básico do município.
- Entender os possíveis riscos da falta de saneamento e a contaminação de águas subterrâneas.
- Identificar o quanto a população conhece sobre possíveis riscos à saúde pela falta de saneamento.
- Investigar se há registro de doenças de veiculação hídrica pelos moradores.

3-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

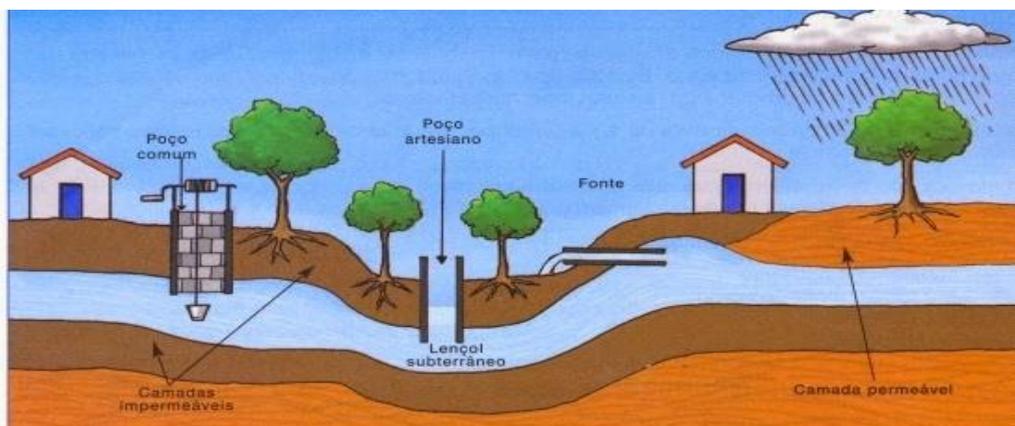
3.1 A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas são conhecidas como águas que estão sob a superfície terrestre. São responsáveis pelo preenchimento completo dos poros das rochas e sedimentos, formando assim os chamados aquíferos. Nos aquíferos se encontra 97% das águas doces consideradas potáveis para uso da humanidade. A importância das águas subterrâneas não se dá apenas pelo abastecimento e reservas de águas necessárias para a vida humana, mas, sobretudo para a manutenção dos rios, lagos entre outros que são necessários para toda e qualquer vida no planeta terra, e possui papel fundamental no desenvolvimento e transformação dos climas, regiões, formação dos solos etc. (BRASIL, 2007)

No Brasil, o homem pode ter acesso à água subterrânea por meio de nascentes de rios e lagos e da escavação de poços (ver figura 1), como: **poços artesianos** que são poços perfurados através de máquinas de forma cilíndrica e, após, são revestidos por canos PVC ou em aço em formas tubulares; **poços escavados ou poços rasos** são poços escavados de forma manual e, após, são revestidos por material cerâmico como tijolos ou com anéis de concreto próprios para esse uso e podem ter até 25 m de profundidade. (TRATA BRASIL, 2019)

Infelizmente, o número real de poços no país é desconhecido. Apesar da obrigatoriedade por lei do registro e/ou de autorização de extração (outorga) de água, o número de captações regulares e legais é de pouco mais de 1%, no caso dos poços tubulares. A quantidade de água extraída ou o seu valor são mascarados por essa condição de clandestinidade e qualquer estudo que busque identificar o papel do recurso hídrico subterrâneo deve superar a falta de dados oficiais. Assim, este estudo apresenta a importância que o recurso subterrâneo tem para o abastecimento público e privado no Brasil, seus valores econômicos, o seu papel ecológico e da falta de saneamento na degradação da qualidade dos aquíferos no país. A divulgação desses dados para a sociedade contribui para tornar o invisível, visível, e incentivar a proteção desse patrimônio hídrico e ambiental, que garante água para a subsistência, bem-estar humano, desenvolvimento socioeconômico e manutenção de ecossistemas e seus serviços ambientais. (BRASIL, 2007, p. 4).

Figura 1 – Esquema de funcionamento do uso de águas subterrâneas por meio de poços



Fonte: COOPERMITI (1998)

A água subterrânea é responsável por várias atividades necessárias para o desenvolvimento econômico e ambiental do país. Entre elas estão as atividades de atendimento doméstico, agropecuário, abastecimento industrial, entre outros. Além destas atividades, a água subterrânea impede o ingresso da água salgada marinha evitando assim a salinização de aquíferos costeiros. (CPRM, 2018)

As águas subterrâneas têm viabilizado o desenvolvimento de diversas atividades econômicas, haja vista as seguintes vantagens: (a) a água subterrânea possui excelente qualidade natural, geralmente potável, permitindo seu uso direto com pouco ou nenhum tratamento na maioria das captações; (b) o aquífero tem uma grande capacidade de armazenamento de água, tornando as vazões dos poços estáveis, mesmo após longos períodos de estiagem; (c) desde que respeitados os cuidados e a legislação sobre o tema, os poços podem ser perfurados em quase toda parte, propiciando o abastecimento sem a necessidade de longas linhas de adução; (d) a construção de captações pode ser escalonada no tempo. À medida que a demanda por água aumenta, pode-se perfurar mais poços, evitando-se grandes investimentos iniciais; (e) o poço é uma obra simples e rápida e há várias empresas perfuradoras detentoras de tecnologias modernas e adequadas. Um poço em terreno cristalino pode ser finalizado em apenas uma semana e poços em sedimentos, em até um mês; (f) os poços apresentam baixo custo de operação e manutenção, podendo funcionar de forma autônoma, sem a necessidade de atenção contínua de um técnico (BRASIL, 2007, p. 9).

Apesar de se apresentar certa “facilidade” para se utilizar água subterrânea através dos poços, pesquisas do EOS Organização e Sistemas Ltda. (2019) revelam que 82% da população são abastecidas através de águas superficiais, os 17,7% é abastecidos por água subterrânea. Ainda assim, são extraídos dos aquíferos 1.660 milhões de m³ ao ano e 88% dos poços são clandestinos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), havia quase 3 milhões poços escavados e nascentes. O número de poços clandestinos se dá pela falha do abastecimento público e custos dos serviços. O uso das águas subterrâneas é justificado pela boa qualidade¹ e baixo custo de extração. No entanto deve se atentar às exigências da legislação, dadas pela Lei nº 9.433/1997, conhecida como “Lei das Águas”.

3.2 O USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O uso de águas subterrâneas contribui no fornecimento de água em diversas áreas, como na zona rural onde as companhias responsáveis não fornecem água encanada, em campos de cultivo onde há escassez do recurso e até mesmo dentro da zona urbana devido à falta de saneamento básico. (CPRM 2018).

¹ Essas características têm implicado na perfuração de poços tubulares de forma crescente em todo o país, viabilizando inclusive aqueles negócios e empreendimento distantes de rios ou da rede pública de água. Somente entre os anos de 2010 e 2015, houve um aumento de 9 vezes nas concessões de outorgas no país (ANA 2016).

Os fatores que condicionam o uso das águas subterrâneas estão atrelados aos aspectos quantitativos, no que diz respeito ao armazenamento de água nos terrenos, considerando as diferentes taxas de recarga nos aquíferos, tempo de recuperação deles, em termos qualitativos, no que se refere a composição e condição das rochas, e em termos econômicos, dependendo da profundidade e das condições para bombear a água. Conforme a humanidade vai melhorando as técnicas de uso e construção dos poços, bombeamento, e atingindo profundidades maiores, devem ser considerados os riscos e cuidados para se tomar. (BRASIL, 2007)

(a) A não obtenção da vazão de água esperada em vista da complexidade hidrogeológica do meio; (b) problemas de qualidade da água pela contaminação do poço por atividades existentes no entorno (esgotos, deposição de resíduos sólidos, armazenamento de produtos e combustíveis etc.) ou por características naturais da rocha; (c) diminuição da produção ou perda do poço devido à superexploração do aquífero ou a interferências geradas no fluxo subterrâneo pela operação de poços próximos; (d) impossibilidade da perfuração do poço pela existência de restrições legais que podem levar ao seu fechamento (BRASIL, 2007, p. 10).

Para deixar legalizada a escavação dos poços devem considerar o registro do poço e obter a autorização dos órgãos públicos de sua localidade, para ter direitas as declarações, licenças de perfuração etc. Não realizar este processo de forma legal acarreta as localidades, municípios e regiões, estados responsabilidades ambientais, podendo pagar multa, e até mesmo fechar os poços. Estima-se que há mais de 2,5 milhões de poços tubulares no país e são responsáveis por extrair 17.580 milhões de m³ de água ao ano. É importante ressaltar que esse estudo levou em consideração um número estimado de poços tubulares, pois 88% deles são clandestinos. (EOS, 2019)

A ilegalidade dos poços se dá, muitas vezes, por ser a única opção de água potável em periferias e devido às falhas e custos do serviço público. Segundo o artigo 12 da Lei das Águas:

Com exceção dos usos considerados isentos (art. 12, § 1º da Lei Federal nº 9.433/1997), a exploração das águas subterrâneas está sujeita à obtenção de outorga de direitos de uso de recursos hídricos. Esse instrumento constitui o ato administrativo que define os termos e as condições mediante as quais o Poder Público permite, por prazo determinado, o uso de recursos hídricos. As águas subterrâneas são bens de domínio estadual, portanto cabem aos órgãos e entidades estaduais gestoras de recursos hídricos autorizar a perfuração de poços e uso dos aquíferos [...] O uso das águas subterrâneas sem ou em desacordo com os termos da outorga é considerado infração administrativa prevista no artigo 49 da Lei Federal nº 9.433/1997. Além disso, essa conduta poderia ser enquadrada no crime do art. 60 da Lei Federal nº 9.605/98. Por isso, antes de se perfurar um poço é importante que o interessado consulte o órgão gestor de recursos hídricos sobre as exigências necessárias para realizar o aproveitamento dessas águas. (BRASIL, 1997, p.10 e 11).

É importante pontuar que o cadastro dos poços não diz que o mesmo esteja regular. Segundo BRASIL (2007), no “Brasil estimulou que tenha mais de 2,5 milhões de poços tubulares e que O Censo Agropecuário do IBGE (2017) contabilizou que 1,03 milhões de propriedades rurais possuem pelo menos um poço tubular”. No entanto, o estudo aponta desses

resultados apenas a minoria das pessoas, que possuem poços, se encontram em situação regular, ou seja, 1% dos 2,5 milhões de registros poços existentes.

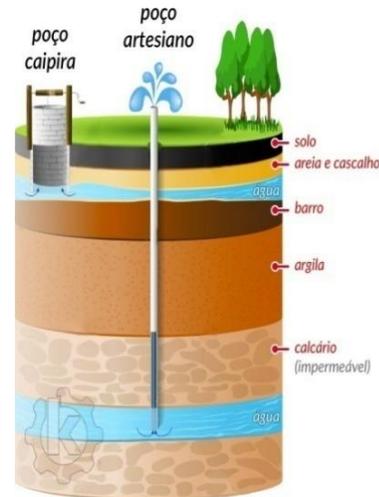
Mesmo com o cenário preocupante uma parte da minoria busca regularizar os poços. Segundo Trata Brasil (2019), percebe-se um “incremento considerável no número de pedidos de outorga nos últimos anos (2010-2015) em todos os setores e regiões brasileiras”.

Para compreender sobre os poços artesianos há alguns conceitos básicos. O poço Tubular mais conhecido como poço artesiano, é feito através da perfuração por máquinas perfuratrizes. Com abertura de no máximo 50 cm, possui canos de ferro ou plástico. As características dos poços podem ser vistas na figura 2 abaixo:

Figura 2: (a) Poço artesiano instalado e já em uso



(b) Ilustração da captação de água dos dois tipos de poços



Fonte: a) POÇOSARTESIANOSJA (2018) e b) HIDROLICENÇAS, (2017)

O processo de construção do poço envolve a perfuração do local para a limpeza, o bombeamento e instalação do poço. A completação do poço é a inserção da tubulação com revestimento, filtro e cimento. No processo de bombeamento, a água é retirada através de uma bomba e é calculado o volume que passa por determinado ponto a cada unidade de tempo. (CPRM, 1998)

3.2.1 Águas Subterrâneas e o abastecimento público de cidades

Segundo a Associação Nacional das Águas - ANA (2013), “52% dos 5.570 municípios brasileiros são abastecidos total (36%) ou parcialmente (16%) por águas subterrâneas”, os números pontuados são inversamente proporcionais ao tamanho das cidades, ou seja, quando o

aumento de um, causa redução da medida do outro. (BRASIL, 2006) As águas subterrâneas são a opção exclusiva para 48% dos municípios com população menor que 10 mil habitantes e para 30% daqueles com 10 a 50 mil habitantes”. Neste ponto é necessário falar sobre o saneamento básico que será abordado nos próximos tópicos.

Neste processo os municípios que são menores são considerados vulneráveis do ponto de vista socioeconômico. Pois além da população ter menos recursos, não possuem elementos técnico e financeiro para lidar e resolver os problemas hídricos e demais situações que surgem nesse processo de uso das águas subterrâneas.

Em termos populacionais, dos 172 milhões de brasileiros que têm acesso à rede pública de água, somente 30,4 milhões (17,7%) são atendidos pelas águas subterrâneas, ao passo que os 141,6 milhões restantes (82,3%) são servidos por fontes superficiais. Essa proporção decorre do fato de que as maiores cidades são prioritariamente supridas pelas águas superficiais. Em municípios maiores que 500 mil habitantes, somente 2% deles contam com as águas subterrâneas para o abastecimento integral de suas demandas. Em outros 56%, o abastecimento é misto, onde a contribuição do recurso subterrâneo está geralmente associada aos bairros mais distantes dos centros urbanos (BRASIL, 2006, p. 15).

Além do uso destinado ao abastecimento de água para atender as necessidades humanas em si, e as indústrias, a agricultura toma um papel fundamental na regularização de um país e do mundo. As águas subterrâneas são parte fundamental no ciclo hidrológico, ou seja, na troca contínua de água na hidrosfera, entre a atmosfera, sustentando os ecossistemas. (ANA,2013) “As águas no interior de um aquífero fluem de forma lenta, desde a zona de recarga, onde geralmente infiltram-se as precipitações atmosféricas, até a zona de descarga” esses movimentos da água subterrânea invadem diretamente em corpos de água superficial, responsável pela formação de rios, lagos, pântanos e o mar. (HIRATA et al., 2019)

O impacto das águas subterrâneas no fluxo dos rios é importante para a manutenção dos rios e para a carga dos aquíferos em períodos de seca. Durante a estiagem as plantas e árvores podem obter água através do lençol freático quando o solo já não estiver recebendo chuva. Além destes processos a descarga da água subterrânea no mar se torna outro fator importante para conter e impedir o ingresso da água salgada no continente, prevenindo a própria salinização dos aquíferos, e sustentando comunidades ecológicas em que se mistura água doce e salgada. (ZOBY, 2008)

Segundo Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS (2008) a água subterrânea, através dos aquíferos, possui potencial para solver e degradar compostos contaminantes que se infiltram no solo a depender de suas características hidrogeológicas e geoquímicas e da própria natureza e intensidade da contaminação. Neste sentido o papel da água

subterrânea vai além do uso na produção de bens e serviços e abastecimento de água para a população, ela é fundamental nos diversos sistemas ecológicos.

Apesar de a água subterrânea ser considerada uma água potável e natural, nem toda água subterrânea vai apresentar os elementos necessários para ser considerada mineral. Pois a qualidade da água vai depender bastante de elementos químicos, do intemperismo, e a dissolução de minerais nas rochas. Outro fator a ser considerado é a ação antrópica e a intensidade da mesma, que fortalece e propaga a contaminação de aquíferos e das águas subterrâneas. Parte destes problemas acontece devido à falta de saneamento básico nas cidades. (TRATA BRASIL, 2012)

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), o país vive uma situação crítica, onde cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso a água tratada, mais de 100 milhões de pessoas não têm acesso a coleta de esgoto e apenas 46% do esgoto coletado no país é tratado.

Portanto, é válido ressaltar que as águas subterrâneas são um bem de uso comum e de direito a todos, mas, é necessário ter cautela, tanto na escavação de poços para o uso da comunidade, quanto na qualidade que essa água irá ter e se há possíveis contaminantes próximos a essas escavações.

3.2.2 Águas subterrâneas no Estado do Maranhão

Conforme dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2022) no estado do Maranhão existem 12.725 poços cadastrados no sistema. Os dados do relatório de ANA (2009) relatam que, no Maranhão, o número de cidades que utilizam de águas subterrâneas para o abastecimento ultrapassa 70%, mesmo o estado sendo abundante em águas superficiais.

Na Constituição do Estado do Maranhão, no Art. 12, inciso II, alínea “f”, compete ao Estado a [...] conservação da natureza do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição. No Art. 13, inciso IV inclui como bem do estado, as águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União. A Lei Estadual nº 5.405 (Código de Proteção de Meio Ambiente) no Art. 111, considera as águas subterrâneas as que ocorrem natural e artificialmente no subsolo de forma suscetível de extração e utilização pelo homem (DOS SANTOS, 2010).

Nesta mesma lei, no Art. 117 expõe que, se no interesse da preservação, conservação e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas, dos serviços públicos de abastecimento de água ou por motivos geotécnicos ou ecológicos fez-se necessário restringir a captação e uso dessas águas; o órgão executivo integrante do Sistema Estadual do Meio Ambiente – SISEMA poderá delimitar áreas destinadas ao seu controle. (DOS SANTOS, 2010)

O levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021) informa que o estado do Maranhão se encontra localizado na bacia sedimentar do Parnaíba e na bacia atlântico nordeste ocidental, duas das mais importantes bacias hidrológicas do Brasil. Assim o estado possui promissoras possibilidades de armazenamento e exploração de águas subterrâneas.

Com base no estudo de Dos Santos (2010) “Os principais agentes poluidores da água subterrânea identificados no Estado do Maranhão são: construção de poços sem obedecer às normas técnicas da ABNT, resíduos sólidos, agricultura/pecuária e a indústria”

3.3 O SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

A Organização Mundial de Saúde - OMS, define o saneamento básico como “O controle de todos os fatores ambientais que podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar, físico, mental e social dos indivíduos”. O saneamento básico é uma série de serviços necessários para o desenvolvimento socioeconômico de um município, estado e de um país. (PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2018).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019) saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica.

No Brasil, o saneamento básico é um direito de todos os cidadãos garantido pela Lei 11.445/2007, onde é definido por um conjunto de serviços de infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. (BRASIL, 2007)

De acordo com ANA (2021), pode-se definir os quatro grandes pilares como:

- **Abastecimento de água potável** “Constituído pelas atividades desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição.”

- **Esgotamento sanitário** “Constituído pelas atividades de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários”,
- **Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos** “Atividades de coleta, varrição, asseio e conservação urbana, tratamento e destinação final dos resíduos de limpeza urbana.”
- e **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas** “Drenagem de águas pluviais, transporte, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas.”

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2020) o país vive uma situação crítica, onde cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso a água tratada, mas de 100 milhões de pessoas não têm acesso a coleta de esgoto e apenas 46% do esgoto coletado no país é tratado.

Tabela 1: O retrato do Saneamento Básico no Brasil.

	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de resíduos sólidos urbanos	Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas
	% Pop. Total	% Pop. Total	% Pop. Total	% Domicílios em situação de risco de inundação
Brasil	84,1	55,0	90,5	3,9%
Norte	58,9	13,1	80,7	4,0%
Nordeste	74,9	30,3	83,1	3,1%
Sudeste	91,3	80,5	96,1	4,1%
Sul	91,0	47,4	91,5	4,1%
Centro-Oeste	90,9	59,5	91,3	4,1%

Fonte: SNIS (2020).

Com base nos dados da Tabela 1 é possível notar que as regiões Nordeste e Norte são as que mais apresentam ausência nos serviços de saneamento no país. Em abastecimento de água, a região Norte e Nordeste com porcentagens de 58,9% e 74,9%, respectivamente. E em esgotamento sanitário os dados são alarmantes, na região Norte com apenas 13,1% e a região Nordeste com 30,3%.

3.4 OS MALEFÍCIOS DA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO PARA AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A ausência de saneamento nas cidades é a principal causa de contaminação de aquíferos em zonas urbanas. Em relação ao aspecto sanitário, o destino correto dos dejetos humanos, tem como função principal o controle e a prevenção de doenças que a eles estão relacionadas. (BRASIL, 2006)

3.4.1 Poluição das águas subterrâneas pela falta de esgotamento sanitário

A qualidade das águas subterrâneas pode sofrer alterações devido a presença de agentes minerais como ferro, manganês e dureza (concentração de altos níveis de minerais na água, especialmente sais de cálcio e magnésio) e, mais raramente, ao flúor, cromo, bário e arsênio (HIRATA ET AL., 2006). Essas contaminações vão crescendo conforme o aumento da urbanização.

Observa-se que, em virtude da falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis a transmissão de doenças.

A solução recomendada é a construção de privadas com veiculação hídrica, ligadas a um sistema público de esgotos, com adequado destino final. Essa solução é, contudo, impraticável no meio rural às vezes difícil, por razões principalmente econômicas, em muitas comunidades urbanas e suburbanas. Nesses casos são indicadas soluções individuais para cada domicílio. (BRASIL,2006).

O sistema de esgoto é definido por um conjunto de obras e de instalações com a função de transportar, afastar, tratar e dar disposição final das águas residuárias de forma adequada do ponto de vista sanitário e ambiental. O sistema de esgoto tem a função de diminuir o contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento e dos vetores de doenças e alimentos. (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

Com um funcionamento ideal do saneamento básico no país e com a construção de um sistema de esgoto é procurado atingir os seguintes objetivos: afastamento rápido e seguro dos esgotos; coleta dos esgotos individual ou coletiva (fossas ou rede coletora); tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, visando atingir benefícios como conservação dos recursos naturais; melhoria das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças; diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento (LEAL, 2008).

De acordo com Trata Brasil (2019) as principais doenças no Brasil ligadas a fatores externos cerca de 90% delas têm associação com a qualidade da água e cerca de 75% com o saneamento básico, e segundo dados da Universidade de São Paulo - USP (2011) mais de 70% da mortalidade infantil no país já esteve ligada a presença de fossas próximas a poços.

A maior parte das doenças de veiculação hídrica, são transmitidas por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, através do contato com água poluída com fezes. (AMARAL et al., 2003). Epidemias como a da chegada da cólera a América Latina em 1833 “A falta de saneamento básico, especialmente abastecimento de água e esgotamento sanitário foi apontada como prenúncio da tragédia que se abateria sobre a América Latina com a chegada da cólera.” (CARVALHEIRO, 1992)

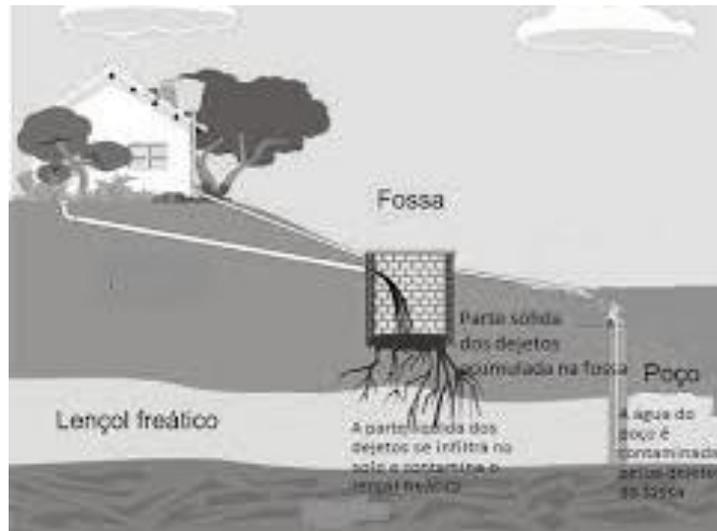
O crescimento populacional e a característica do ser humano de se aglomerar de forma organizada em núcleos urbanos, as cidades, cuja localização geralmente coincide com área da superfície da Terra onde a disponibilidade de água é maior, têm originado a poluição e contaminação dos recursos hídricos pelo lançamento de seus próprios efluentes. Assim, os cursos de água são ao mesmo tempo a fonte para o abastecimento de água e também veículo natural de escoamento do esgoto doméstico e das águas residuárias industriais e agrícolas geradas pelo homem. (LEME, EDSON JOSÉ DE ARRUDA. 2008. P. 25)

Como já foi visto nos tópicos anteriores, há uma insuficiência nos serviços de saneamento, e uma carência ainda maior no sistema de esgotamento sanitário. Assim devido à falta de coleta do esgoto a população utiliza métodos alternativos, e que estes são responsáveis pelo despejo de cerca de 4.329 Mm³/ano de dejetos despejados no subsolo de forma direta e contínua. (SNIS, 2017). Atualmente a poluição por esgotos é uma das maiores causas de poluição de água e do solo.

Na ausência de redes coletoras de esgoto a única maneira da população descartar seus efluentes é através do sistema de fossas. Mas essas muitas vezes são tão rudimentares, sem projetos e inadequadamente localizadas e se tornam responsáveis pela contaminação das águas subterrâneas com fármacos, bactérias, vírus, nitratos, detergentes, óleos e/ou produtos químicos. (JORUSP,2002).

Ainda segundo o SNIS (2017), a maior parte da população sem acesso ao esgotamento sanitário utiliza-se de fossas rudimentares, mais conhecidas como “fossas negras” para solução final do esgoto doméstico gerado, como pode-se ver na figura abaixo:

Figura 3: Esquema de demonstração de fossa negra como é utilizada e como pode contaminar o lençol freático



FONTE: MPF (2016)

A figura 3 mostra que o esgoto gerado pela residência é depositado na fossa negra, onde em seu interior ocorrem reações do material orgânico das fezes ali presentes, liberando um líquido de odor desagradável que tem alto teor de nitrato (NO_3), este líquido é conhecido como “chorume”. (SOUZA, K. F. O, 2015)

Chorume é um líquido escuro gerado pela degradação dos resíduos em aterros sanitários. Ele é originário de três diferentes fontes: Da umidade natural do lixo, aumentando no período chuvoso; Da água de constituição da matéria orgânica, que escorre durante o processo de decomposição; Das bactérias existentes no lixo, que expelem enzimas, enzimas essas que dissolvem a matéria orgânica com formação de líquido. (SERAFIM, 2003 p. 6-7)

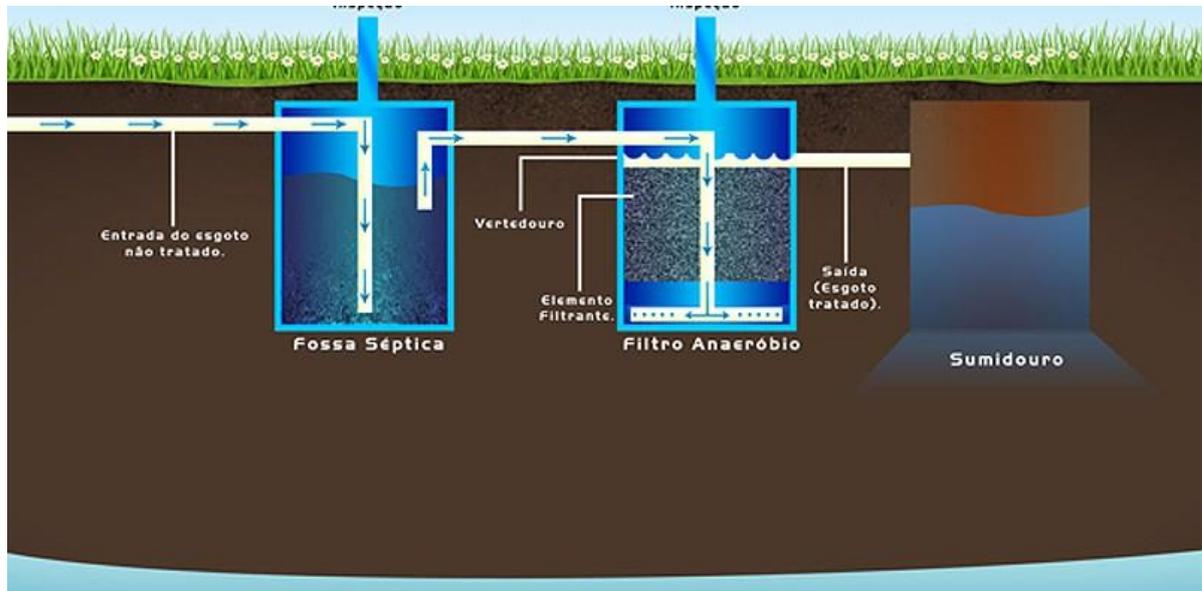
De acordo com Souza, K. F. O. (2015) o uso de fossas negras no Brasil é muito comum devido à baixa renda das pessoas, principalmente nas zonas rurais, devido a seu baixo custo e a falta de saneamento. Sendo que os prejuízos provocados pelo uso das fossas negras são desconhecidos pela maior parte da população, prejuízos esses ao meio ambiente e à saúde. Devido à proximidade de fossas a poços, pode-se haver uma contaminação ao lençol freático e ao poço, acarretando em várias doenças devido às águas contaminadas, doenças como cólera, hepatite, diarreia, entre outros tipos de doenças.

Em localidades onde não possui acesso ao esgotamento sanitário é recomendado o uso de fossas sépticas, por serem mais seguras e possuírem menor nível de poluição aos lençóis freáticos (Souza, K.F.O., 2015).

Existem diferentes tipos de fossas sépticas, onde costumam ter instalações nas quais o esgoto é despejado e é constituído por vários reservatórios, (ver figura 4). O processo de tratamento do esgoto, dentro da fossa séptica, ocorre com a administração de produtos químicos

ou de forma natural. Dentro dos reservatórios é decantado a parte sólida, tratada a parte líquida e dissipada a parte gasosa, até que cheguem ao final despoluídos e a água pode ser usada para a agricultura, uso industrial ou dispensada em sumidouros. (FOSSATRAT, 2020)

Figura 4 – Esquema de funcionamento de fossa séptica.



FONTE: ECOCASA, 2016

Na figura 4, observa-se como a fossa séptica pode ser instalada, ela que é considerada uma estação de tratamento primário de esgoto, onde seus dejetos não estão em contato direto com o solo e, assim, evita a contaminação do lençol freático da região e passam por um processo anaeróbico de decomposição.

Mesmo sendo uma escolha menos prejudicial que a fossa negra, a fossa séptica, mesmo devidamente construída, ainda pode contaminar as águas subterrâneas com nutrientes, em especial com o nitrogênio. Existe uma correlação bem aparente entre a densidade de uso de fossas negras e sépticas e as maiores concentrações de nitrato e cloreto em aquíferos. (FOSTER & HIRATA, 1988).

3.4.2 Doenças provenientes do consumo de águas subterrâneas contaminadas

A maior parte dos problemas sanitários que atingem a população mundial está interligados com o meio ambiente. (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007). A exemplo disso temos doenças associadas diretamente a condições inadequadas de saneamento. No Brasil

há um agravamento do quadro epidemiológico resultado da falta ou uma inadequada instalação de saneamento. (BRASIL, 2006).

A humanidade é obrigada a encontrar soluções de saneamento, coleta e tratamento do esgoto para resolver os problemas de saúde pública e de poluição do meio ambiente. Também para um abastecimento seguro de água para o consumo humano. Hoje pode se ter várias técnicas de desenvolvimento científico e tecnológico para resolver problemas sanitários. Porém o crescimento da população e suas necessidades de consumo, aumentam cada vez mais a poluição do meio ambiente. (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

A partir de descobertas feitas por Pasteur em 1850, nas quais foi descoberto a existência de microrganismos e que eles eram responsáveis pelas doenças e que eles estão presentes em solos e na água.

Evitar a disseminação de doenças veiculadas por detritos na forma de esgotos e lixo é uma das principais funções do saneamento básico. Os profissionais que atuam nesta área são também responsáveis pelo fornecimento e qualidade das águas que abastecem as populações. (Cavinatto, 1992)

Segundo Cavinatto (1992), a forma mais eficiente de evitar a maior parte de doenças é cuidar da higiene pessoal, da limpeza e da alimentação, ações essas que são possíveis através do saneamento.

Dessa forma, é possível perceber que a população humana está diretamente exposta a doenças, quando existe a falta de saneamento básico ou sua instalação de forma incompleta. A falta de saneamento expõe a sociedade a possíveis epidemias e a recorrência de moléstias.

Como vem explicar Ribeiro E Rooke (2010)

Normalmente os parasitas são eliminados pelo portador junto com suas excretas, isto é, fezes, urina e catarros, e então se misturam com os microrganismos que vivem livremente no solo, na água e no ar. Assim, uma pessoa ainda sadia poderá ficar doente se ingerir água ou alimentos contaminados e também se andar descalça ou mexer diretamente na terra que contenha excretas de pessoas enfermas. É comum os parasitas serem disseminados por insetos (moscas, mosquitos, pulgas e baratas), ratos e outros animais que, por essa razão, são chamados de *vetores*. Muitas vezes, a transmissão de doenças ocorre quando estes animais picam uma pessoa enferma e em seguida uma pessoa sadia.

A água contaminada pode trazer prejuízos à saúde de uma população em situações onde: ocorre uma ingestão direta da água contaminada, ingestão de alimentos, pelos usos dessas águas no lazer ou na higiene pessoal, na agricultura e na indústria.

Conforme Brasil (2007), os principais agentes biológicos a serem encontrados na água são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitos. Esses microrganismos juntos formam uma das maiores fontes de morbidades e mortalidade em nosso meio. Sendo responsáveis por

doenças como enterites, diarreias infantis, doenças endêmicas e epidêmicas que podem causar casos letais.

Na Tabela 2 estão apresentadas algumas das principais doenças provocadas pelo uso de águas contaminadas.

Tabela 2: Doenças relacionadas com a água

Grupo de doenças	Formas de Transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas pela via feco-oral	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido.	Diarreias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase; ascaridíase (lombriga)...	Proteger e tratar águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas...
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica.
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido.	esquistossomose.	evitar o contato de pessoas com águas infectadas; - proteger mananciais
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase).	combater os insetos transmissores; - eliminar condições que possam favorecer criadouros.

Fonte: Barros et al. (1995)

A utilização diversificada de águas subterrâneas está em constante crescimento, isso implica cada vez mais a necessidade de uma boa qualidade da água para o consumo e utilização humana. (SILVA; F, 2009). Para que a sociedade esteja protegida da contaminação da água, há a necessidade que o saneamento esteja sendo devidamente fornecido para toda a comunidade.

A Trata Brasil (2019), traz sugestões de ações a proteção das águas subterrâneas, dividida em 4 pilares:

- I) comunicação com vistas à conscientização da sociedade e do governo sobre o real papel social e ambiental e valor econômico das águas subterrâneas;
- II) fortalecimento dos órgãos de controle e gestão dos recursos hídricos, sobretudo aqueles associados à fiscalização e disciplinamento do uso das águas;
- III) ampliação da cobertura de coleta e tratamento de esgotos; e

IV) criação de programas permanentes de proteção das águas subterrâneas, baseados em pesquisa e estudos técnicos. (TRATA BRASIL 2019)

Portanto, fica em evidência a importância da relação entre saneamento, águas subterrâneas e a saúde, onde o saneamento possui papel fundamental para evitar doenças aos indivíduos que fazem uso de águas subterrâneas e assim proporcionando uma boa qualidade de vida a todos. A conscientização da sociedade e do governo pode proporcionar às gerações futuras uma melhor qualidade sanitária e uma sadia relação entre o meio ambiente e a comunidade.

4-METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de um levantamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão, onde foram entrevistadas o total de 50 pessoas moradoras de bairros diferentes do município. A pesquisa foi realizada com a aplicação de um questionário estruturado, possuindo o intuito de investigar a relação ambiental entre os moradores da cidade e o uso de águas subterrâneas, tendo em foco a ausência de saneamento básico e até onde isto pode intervir na qualidade da água consumida pela população.

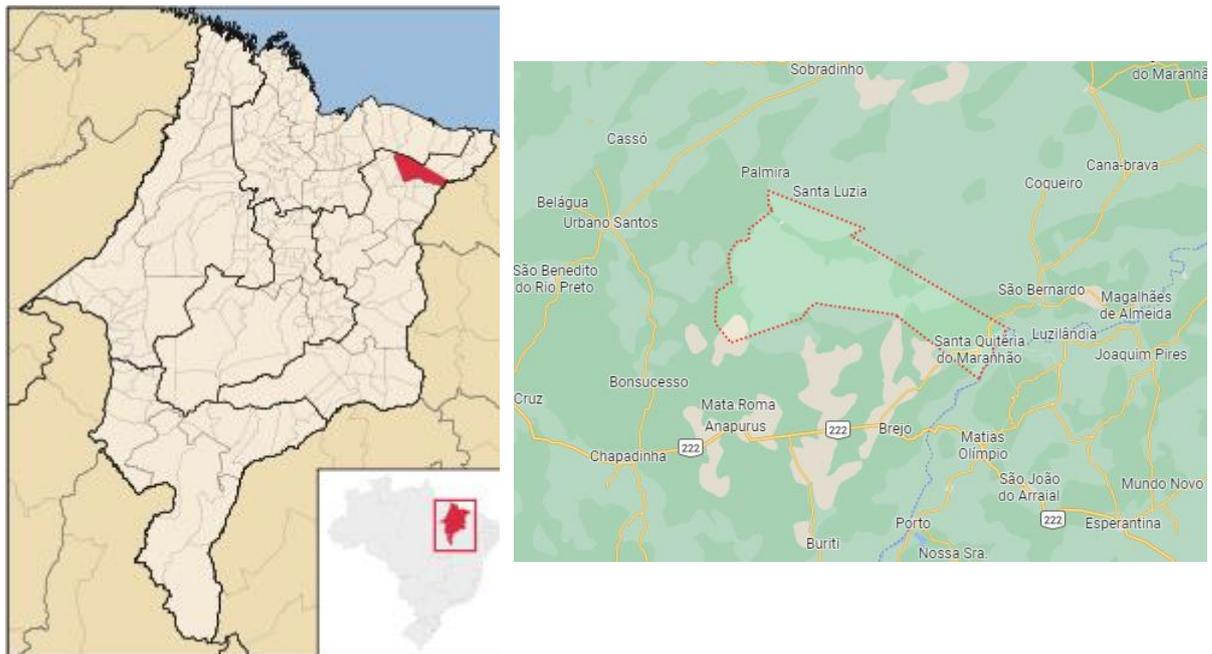
A primeira etapa do trabalho foi a confecção de um questionário estruturado elaborado pela pesquisadora (ver apêndice 1), com o objetivo de investigar sobre a realidade da população quiteriense em relação seu uso de águas subterrâneas e sua vivência com o saneamento básico, partindo do pressuposto que os entrevistados saibam o que é saneamento básico e a sua importância. O questionário é constituído por 12 perguntas, sendo todas elas objetivas, mas em 3 perguntas o entrevistado tem espaço para dar suas opiniões.

Durante todo o questionário são feitas perguntas que instigam o entrevistado sobre os serviços de saneamento básico em seu município. É levado em questão o uso de águas subterrâneas, por meio de poços, se há possíveis contaminantes como fossas negras, quais tipos de tratamento de água cada pessoa utiliza, questões relacionadas à falta de saneamento e os riscos a população e também se houve a ocorrência de doenças como as doenças frequentes em locais em que há a contaminação de águas para o consumo humano

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Santa Quitéria do Maranhão fica localizada na região leste do Estado do Maranhão, a cerca de 350 km de distância da capital do estado. A cidade tem cerca de 25.884 habitantes e uma área territorial de 1439.330 km². (IBGE, 2021)

Figura 05: Santa Quitéria do Maranhão



Fonte: Google Maps

As atividades econômicas principais no município é comércio e a agropecuária, responsáveis por grande parte do produto interno bruto (PIB) municipal, que possui valor anual de R\$ 7.149,89 mil. (IBGE, 2019)

4.2 PÚBLICO ALVO

Foram entrevistados 50 moradores de diferentes bairros da cidade, para que esta pesquisa obtivesse uma maior base de dados sobre a situação de saneamento básico e o uso de águas subterrâneas no município. Os entrevistados possuem uma faixa etária entre 18 e 69 anos, onde 72% dos entrevistados possuem menos de 35 anos e 28% possuem mais de 35 anos.

Os voluntários deste levantamento de dados foram entrevistados em duas modalidades diferentes, sendo elas de forma presencial, realizada na residência dos participantes, na qual 10

peças participaram, onde foi assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2), em que o entrevistado pode ter informações sobre qual o objetivo da pesquisa e qual sua importância para a pesquisa científica. E outra parte das entrevistas foram feitas de forma online, através de um questionário na plataforma digital Formulários do Google, onde foi obtido a participação de 40 pessoas e, antes do início do questionário, ficou especificado informações sobre o objetivo da pesquisa e sua importância para a pesquisa científica.

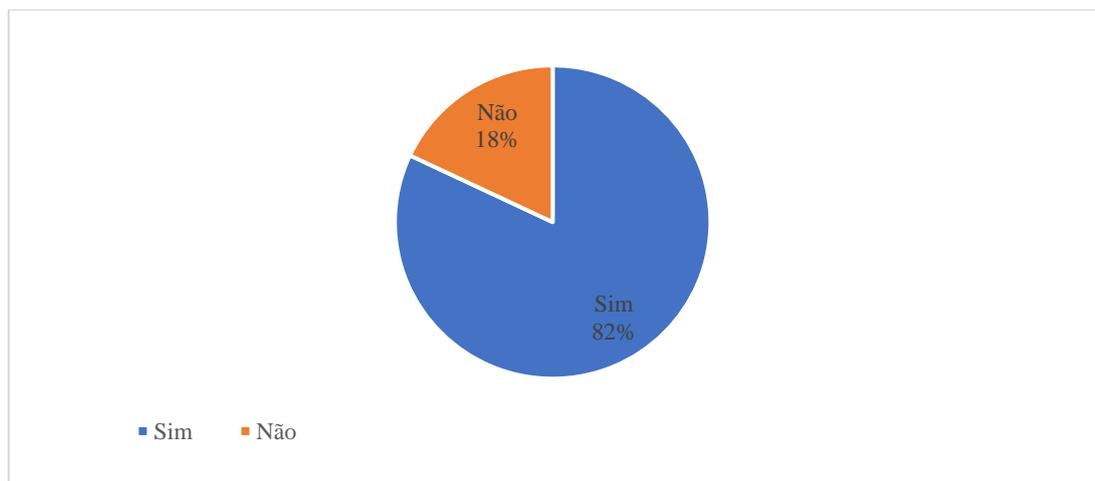
Após a entrevista com todos os voluntários, foi feita a coleta e análise de dados, podendo ser avaliada a realidade do município diante a questões de saneamento básico e quais perigos a população quiteriense pode estar exposta com o consumo de águas subterrâneas caso estejam contaminadas.

5-RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisadas as informações obtidas por meio das respostas de cada voluntário da pesquisa, para assim ser possível entender a realidade da população quiteriense. Nessa seção serão apresentadas e discutidas as informações obtidas nessa pesquisa.

A primeira questão indaga aos entrevistados se a princípio ele sabe o que é saneamento básico, sendo feita a pergunta ao entrevistado: **Você sabe o que é saneamento básico?**

Gráfico 1: Você sabe o que é saneamento básico?



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O gráfico 1 mostra que 82% dos entrevistados já sabiam o que era o saneamento básico e alguns serviços que o integra, enquanto 18% não conhecem. Ou seja, aproximadamente 1 a

cada 5 entrevistados não sabe o que é o serviço. Segundo a pesquisa da Tribuna do Norte e a Trata Brasil (2009), uma a cada 3 pessoas no Brasil não sabem o que é saneamento básico. Este levantamento pode mostrar que ainda muitas pessoas desconhecem um serviço que é um direito seu como cidadão.

Algumas das respostas dos participantes que já conheciam o serviço estão organizadas abaixo:

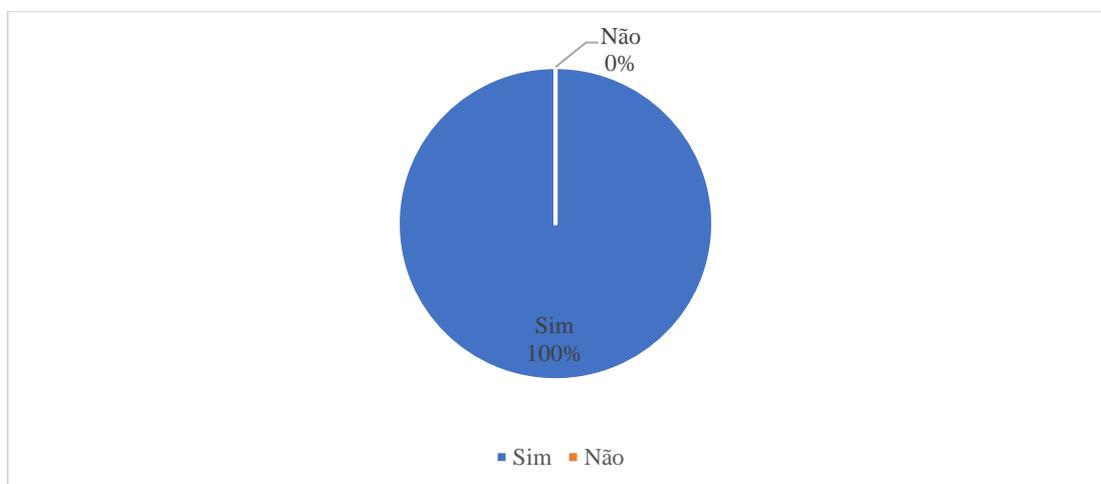
- *Saneamento básico seria o tratamento de água e esgoto na cidade e também serviços de coleta do lixo. (Entrevistado 1)*
- *São os serviços que devem ser prestados à população como por exemplo: como abastecimento de água, limpeza urbana etc. . (Entrevistado 2)*
- *Fornecimento de água e serviço para tratamento de esgoto. (Entrevistado 3)*
- *São serviços essenciais para o bem-estar e saúde da sociedade, tais como abastecimento de água, coleta de lixo e limpeza urbana, rede de esgoto e outros serviços. (Entrevistado 4)*
- *É a linha de esgoto, e abastecimento de água. . (Entrevistado 5)*

A maioria das pessoas associaram o serviço de saneamento diretamente com o tratamento e abastecimento de água, coleta de lixo e coleta e tratamento de esgoto. Assim, todos tendo seguido um raciocínio correto e mostrando que eles sabem quais seriam a maior parte dos serviços de saneamento básico.

Após essa primeira questão, aos que responderam não saber o que é saneamento básico, a pesquisadora forneceu informações sobre o que este seria e quais serviços ele abrange. Essa ação foi necessária para que pudesse ser seguida a entrevista de forma mais eficiente.

A fim de saber a compreensão por parte da população a respeito à saneamento no município, a segunda questão foi: **Você acha importante o saneamento básico em sua cidade?**

Gráfico 2: A importância do saneamento básico



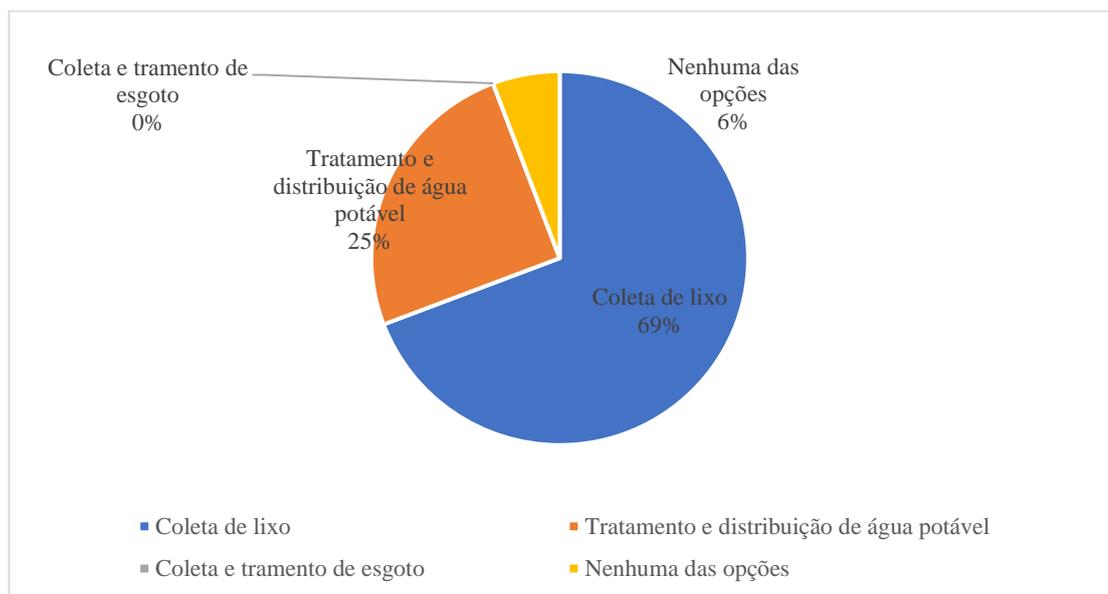
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Pode ser notado no Gráfico 2 que todos os participantes responderam sim, todos acreditam que é um serviço extremamente importante para o município. Até mesmo as pessoas que desconheciam o termo “saneamento básico” na questão anterior concluíram que ele tem grande importância para a sua cidade.

Os entrevistados conseguem ter a visão de como o saneamento é útil para sua comunidade, como retrata a OMS, que atribui o saneamento como um grupo de ações e serviços necessários para o desenvolvimento socioeconômico de um município.

Dando sequência às perguntas, tem se a necessidade de conhecer quais serviços de saneamento a população do município tem acesso. A questão 3 foi: **Quais serviços de saneamento são oferecidos pelo seu município no bairro que você mora?**

Gráfico 3: Os serviços de Saneamento básico oferecidos no município.



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os dados obtidos nesta pesquisa e representados no Gráfico 3 mostram que a cidade de Santa Quitéria do Maranhão possui apenas 2 dos serviços de saneamento básicos garantidos pela Lei nº. 11.445/2007. Dentre todos os entrevistados 69% deles têm acesso a coleta de lixo, 25% tem acesso a tratamento e distribuição de água potável, nenhum dos participantes da pesquisa têm acesso a coleta e tratamento de esgoto e 6% das pessoas não possui acesso a nenhum dos serviços citados.

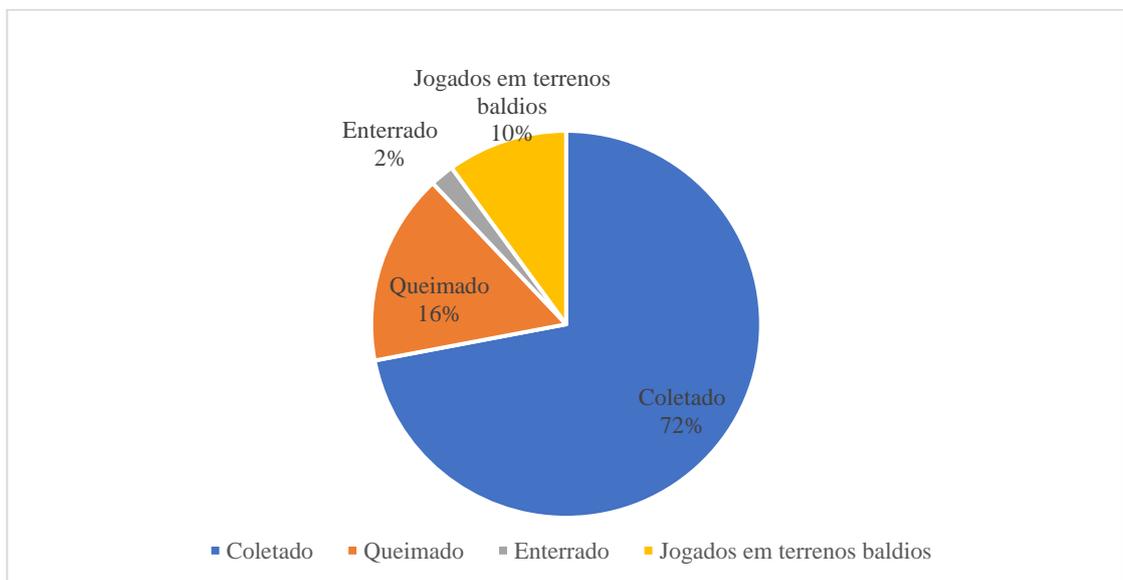
Como retrata a pesquisa da Trata Brasil (2009) deve ser lembrado que os custos de saneamento são insignificantes se comparado a conservação do meio ambiente e ter garantido

a boa qualidade de vida a população. Os dados obtidos na pesquisa são alarmantes, pois reflete a situação do município, onde a população é carente de serviços essenciais para o bem estar e saúde da mesma.

A próxima parte da pesquisa tem o objetivo de saber como é o funcionamento dos serviços de saneamento básico e como a população lida com as dificuldades pela falta dos mesmos.

Na questão 4 é investigado: **O que é feito com o lixo produzido em sua casa?**

Gráfico 4: O que é feito com o lixo produzido



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

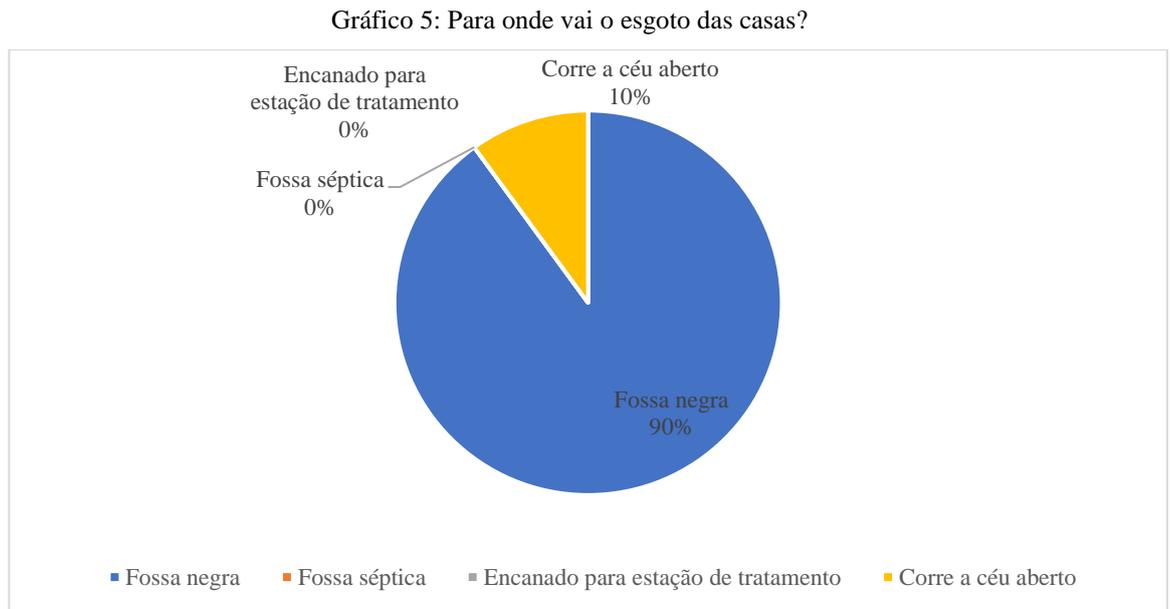
Na terceira questão os dados obtidos foram que 69% dos entrevistados possuem acesso a coleta de lixo, enquanto outros 31% não possuem acesso a esse serviço. No gráfico 4 obtido através da questão 4, pode-se ter informações sobre o que as pessoas que não possuem acesso a coleta de lixo fazem para eliminar esses detritos.

De acordo com esta pesquisa, para suprir a ausência de coleta de lixo, 16% dos entrevistados queimam, 10% jogam em terrenos baldios e 2% deles enterram seus detritos. São soluções que a população achou para suprir a necessidade de coleta, que por algum motivo desconhecido pela população, não ocorre eficientemente em todo o município.

Segundo o SNIS (2020) 9,5% de toda população brasileira sofre com a mesma carência de serviço de coleta de lixo, assim a população é obrigada a usar métodos ainda mais prejudiciais ao meio ambiente e a saúde de toda população. Para ocorrer mudanças a nível nacional e municipal destes dados é necessário o empenho da gestão pública na criação de

medidas e políticas públicas e na ampliação do serviço de coleta, evitando assim meios de descarte incorreto do lixo produzido pela população.

Como discutido anteriormente no gráfico 3 da questão 3, nenhum dos entrevistados possui acesso a coleta e tratamento de esgoto. Com base nisso foi apresentado a questão 5: **Para onde vai o esgoto da sua casa?**



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Como podemos observar no Gráfico 5 não foi apresentado nenhum dado de uso de encanação para estação de tratamento, tanto o porque ela é inexistente no município. Santa Quitéria do Maranhão não possui nenhuma companhia ativa de esgotamento sanitário, um dos mais importantes serviços de saneamento básico. A população utiliza métodos alternativos que produzem grandes prejuízos à saúde e ao meio ambiente.

Nesta pesquisa 90% dos participantes afirmaram utilizar a fossa negra como recurso de escoamento dos dejetos das suas casas. E 10% dos participantes informaram que possuem o esgoto de sua casa correndo a céu aberto, ou seja, sem a menor proteção ou tratamento. A fossa séptica não foi relatada seu uso durante a pesquisa, tendo o total de 0% de uso.

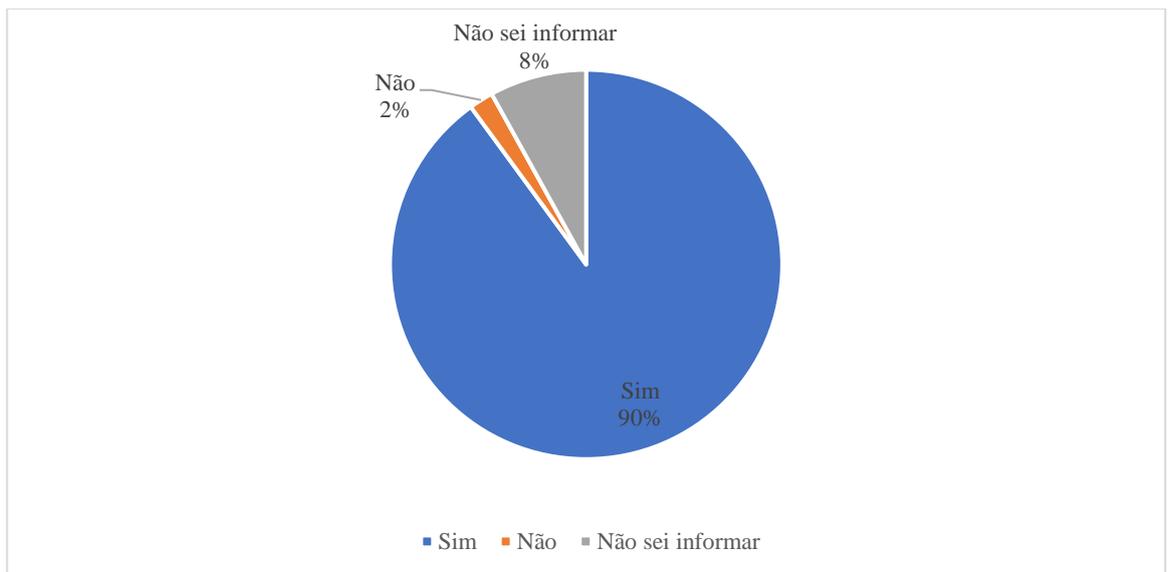
Faustino(2007) afirma que o uso de fossas negras pode agredir a saúde da população e o meio ambiente, já que quando os dejetos se decompõem uma parte é absorvido pelo solo e o resto fica parado dentro da fossa, desta forma o uso da fossa negra possui grande potencial poluidor.

E com a existência de esgoto correndo a céu aberto no município, é trazido os mesmos riscos da utilização de fossa negra e ainda alguns riscos extras como a poluição exposta, o mau

odor e a presença de animais transmissores de doenças. Assim os moradores estão totalmente expostos a problemas de saúde e a poluição de uma área.

Na continuidade das entrevistas a questão 6, pergunta a cada um deles: **Você acha que o uso da fossa negra possa trazer malefícios ao meio ambiente e a saúde?**

Gráfico 6: O uso da fossa negra pode trazer malefícios?



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Ao observar as respostas da questão representadas no gráfico 6 pode se notar que 90% dos entrevistados acreditam e são conscientes dos malefícios do uso da fossa negra, 2% acreditam que os usos destas fossas não tragam qualquer prejuízo e 8% não souberam informar.

A questão se estendeu mais um pouco para quem respondeu que sim e acredita nos malefícios do uso da fossa negra, é pedido que os entrevistados citem alguns riscos possíveis e que eles conhecem. Alguns dos comentários por parte dos participantes estão organizados abaixo.

- *Acredito que sim, o maior prejuízo talvez seja ao lençol freático. (Entrevistado 6)*
- *Sim, principalmente a saúde, sendo utilizado em locais próximos a poços. (Entrevistado 7)*
- *Sim, dengue e mau cheiro. (Entrevistado 8)*
- *Os dejetos humanos tem contato direto com o solo e isso contamina o solo. (Entrevistado 9)*
- *Com certeza, pois assim toda a população ao redor e que more perto está exposto a várias doenças, e vai poluir aquele ambiente em que se encontra, muitas vezes, pode poluir o lençol freático, podendo assim causar doenças como a diarreia e a cólera. (Entrevistado 10)*

Os participantes da pesquisa conseguiram em sua maioria associar o uso de fossa a seus reais problemas, principalmente em relação a contaminação do solo e do lençol freático, podendo contaminar os poços próximos.

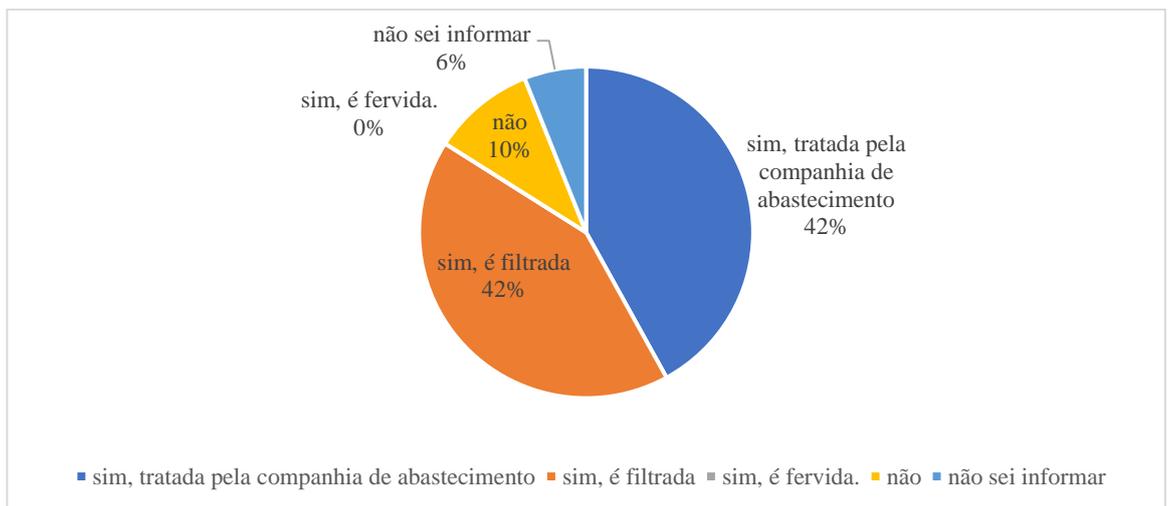
Uma porcentagem grande de pessoas que conhecem os riscos é um ponto positivo, significando que as pessoas em suas maiorias possuem o mínimo conhecimento a respeito dos problemas que possam ocorrer em sua comunidade.

De acordo com Souza, K. F. O. (2015) o uso de fossas negras e outras formas de despejo irregular de esgoto, podem gerar vários riscos para a natureza contaminando o solo e os recursos hídricos, e para o ser humano pode causar diversas doenças que podem levar até a morte.

Infelizmente, o fato de a população conhecer os riscos do uso de fossas negras não é suficiente para que estes sistemas sejam deixados sua utilização. A realidade do município diante da falta de uma companhia de coleta e tratamento de esgoto, deixa os moradores a necessidade do uso das fossas que junto com a desinformação, falta de estrutura e a situação financeira dos moradores, não há acesso a utilização de fossas sépticas as quais possuem menor riscos de poluição dos solos e contaminação do lençol freático.

Na questão 7, foi tratado então sobre a água usada pelas pessoas participantes: **A água usada em sua casa tem tratamento?**

Gráfico 7: Qual tratamento recebe a água usada



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O gráfico 7 retrata as formas de tratamento de água que os entrevistados usam em suas casas. No município a companhia responsável pelo tratamento e distribuição de água potável é a CAEMA (Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão), mas que segundo o relato de

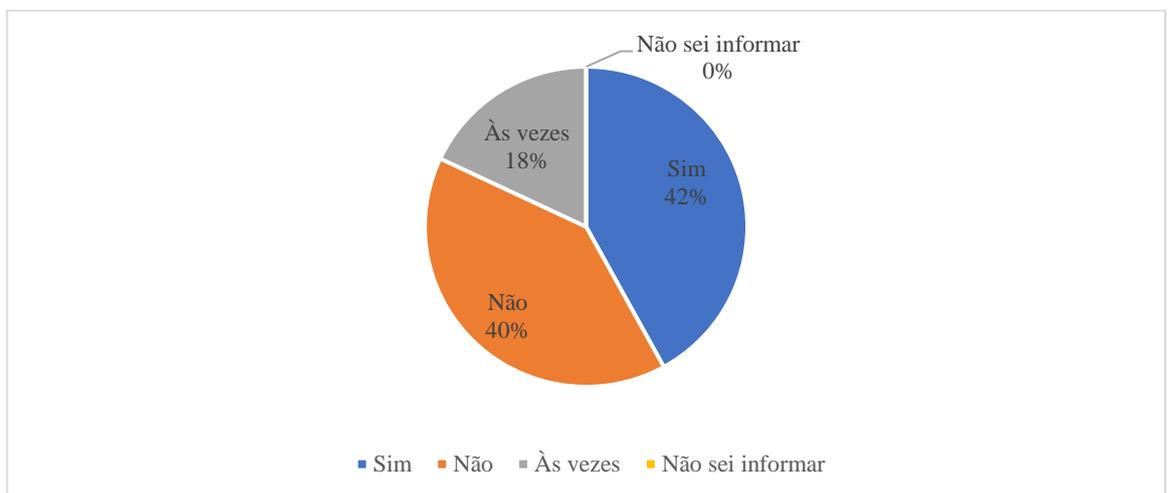
alguns entrevistados não possui uma distribuição de água eficiente, assim não atende todos os bairros da cidade.

Contudo, 42% das pessoas possuem água tratada pela companhia de abastecimento, 42% fazem uso de águas filtradas em casa, 10% não fazem tratamento da água consumida e 6% não souberam informar. Os objetivos do tratamento de hídrico são de ordem sanitária (na remoção e inativação de organismos patogênicos e substâncias que apresentam riscos à saúde) e estética organoléptica (remoção de turbidez, cor, sabor e odor). (BRASIL, 2006).

A falta de tratamento correto da água está vinculada à exposição da população a doenças de veiculação hídrica. A maior parte dos entrevistados não são abastecidos pela companhia responsável, mostrando mais uma carência do saneamento básico na cidade. Segundo Ribeiro E Rooke (2010, p.17) “A importância da implantação do sistema de abastecimento de água, dentro do contexto do saneamento básico, deve ser considerada tanto nos aspectos sanitário e social quanto nos aspectos econômicos”.

Seguindo a questão hídrica, foi perguntado sobre o uso de águas subterrâneas pelos participantes na questão 8: **Você faz uso de águas subterrâneas (por meio de poços artesianos ou poços rasos)?**

Gráfico 8: O uso de águas subterrâneas



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

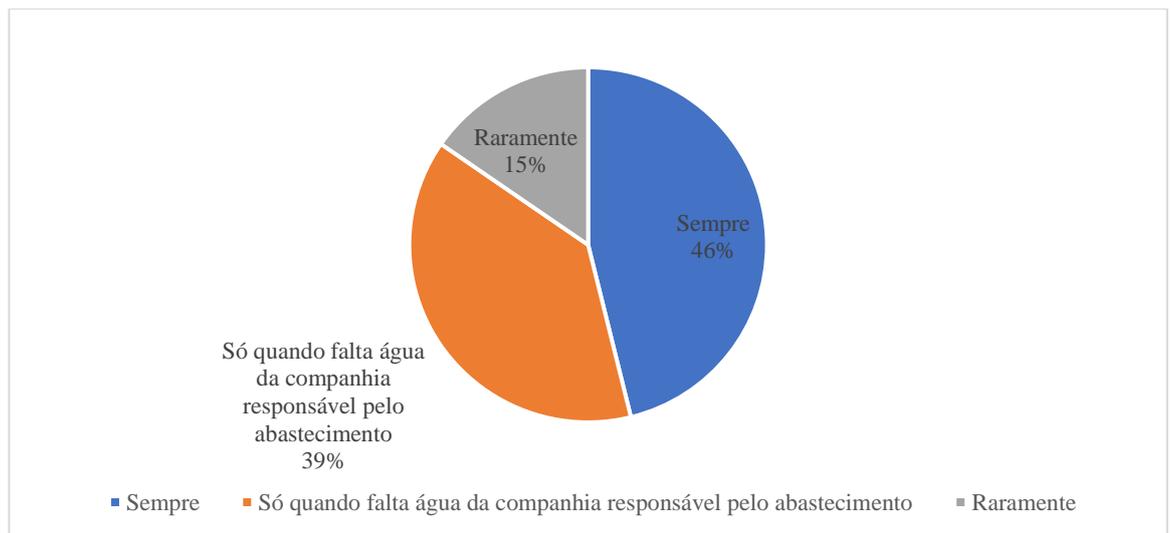
Segundo esta pesquisa, 42% das pessoas utilizam com grande frequência águas subterrâneas, enquanto 18% delas utilizam poços, mas com menor frequência que as outras e 40% não fazem uso de poços para o seu abastecimento de água.

Se for contabilizado todos que utilizam de alguma forma as águas subterrâneas será obtido uma porcentagem igual a 60% dos participantes, eles possuem acesso à água de poços

sejam eles artesianos ou rasos (também conhecidos na região como cacimbão) em sua própria residência ou na residência de seus vizinhos.

Na questão 9 é discutido de forma mais abrangente o uso desses poços por esses moradores, onde foi perguntado: **Se você faz uso, qual a frequência?**

Gráfico 9: A frequência do uso de poços no município.



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

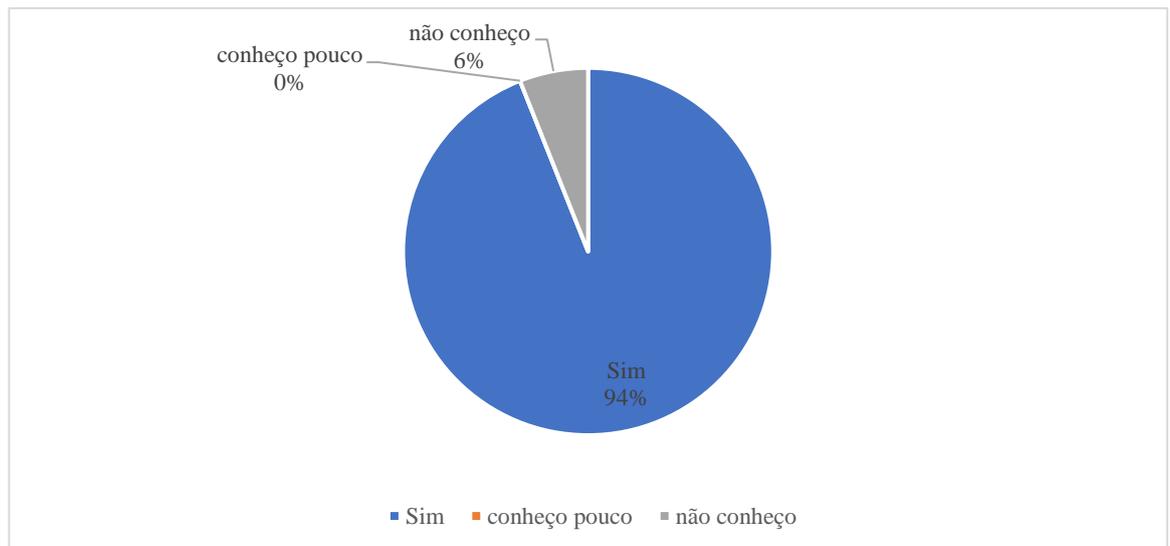
Das pessoas que afirmaram utilizar águas subterrâneas por meio de poços, podemos ver no gráfico 9 que 46% delas fazem o uso de forma contínua, ou seja, estão sempre fazendo uso dessas águas. 39% das pessoas só utilizam a água de poços quando a água fornecida pela companhia responsável falta nas torneiras. E 15% dos participantes fazem uso das águas subterrâneas esporadicamente, sem uma frequência certa e apenas em casos específicos.

Desta forma pode ser notado o grande fluxo do uso de águas subterrâneas neste município, onde a população usa os poços como formas de abastecimento hídrico, para suprir a ineficiência da companhia de tratamento e distribuição de água potável.

As últimas questões fazem um levantamento sobre a eficiência dos poucos serviços de saneamento básico que a cidade apresenta. Os dados obtidos são muito desanimadores, pois a população em sua maioria é suprimida da eficiência dos serviços prestados. A comunidade pode estar exposta a riscos de saúde, diante da falta desses serviços, e pela ausência de um direito seu.

Dando sequência ao questionário, a próxima pergunta busca informações se as pessoas conhecem os riscos devidos à falta dos serviços de saneamento básico. A questão 10 indaga: **Você conhece os riscos provenientes da falta de saneamento básico em seu município?**

Gráfico 10: A população conhece os riscos provenientes da falta de saneamento básico



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

O gráfico 10 representa que apenas 6% dos entrevistados desconhecem os riscos da falta de saneamento básico na cidade, enquanto 94% são conhecedores dos riscos que estão expostos com a falta dos serviços de saneamento e eles puderam falar um pouco sobre os possíveis riscos conhecidos por eles.

Sim. Principalmente relacionados a saúde, tendo em vista, que a falta de tratamento da água pode ocasionar inúmeras doenças maléficas a saúde humana, a exemplo, temos a diarreia. (Entrevistado 11)

Águas no meio da rua ao céu aberto se tornando um esgoto ao ar livre. (Entrevistado 12)

Sim , a não coleta do lixo doméstico acaba por deixar mal cheiro ou um animal vir a atacar esse lixo que fica à espera do carro fora de casa o lixo espalhado acaba por poluir as ruas, ou se o dono do domicílio decide queimar o lixo no quintal acaba por prejudicar um vizinho que sofre com problemas respiratórios , o mesmo serve para a queima do lixo em lixões que poluem o ar. (Entrevistado 13)

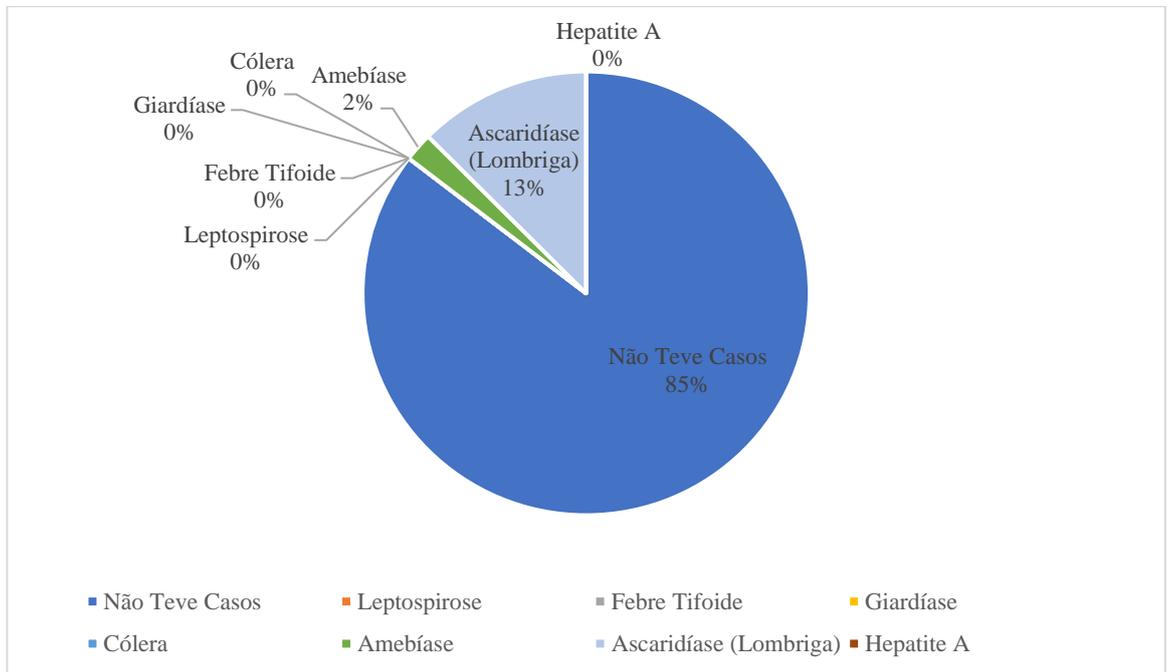
Sim, um deles é a infiltração de dejetos nos solos, pela fossa negra. (Entrevistado 14)

A falta de água potável, a exposição de lixo nas ruas, a contaminação do solo, da água e do corpo humano. (Entrevistado 15)

Os participantes desta pesquisa mesmo não tendo um serviço de saneamento básico de qualidade em sua grande maioria, eles conhecem o sistema de saneamento, tem um pouco de conhecimento como deveria funcionar, e os riscos aos quais eles são expostos. Riscos como poluição do solo, de águas subterrâneas (que a maior parte da população faz uso), degradação do meio ambiente, mau cheiro e doenças que colocam em risco a vida dos cidadãos.

Na penúltima questão desta pesquisa foi buscado saber informações sobre a presença de doenças de veiculação hídrica, que podem estar ligadas a falta de saneamento do município. A questão 11 pergunta: **Na sua casa teve casos recentes de doenças?** e logo após foram citadas algumas doenças provocadas principalmente pelo uso de águas contaminadas.

Gráfico 11: Ocorrência de doenças ligadas a falta de saneamento básico



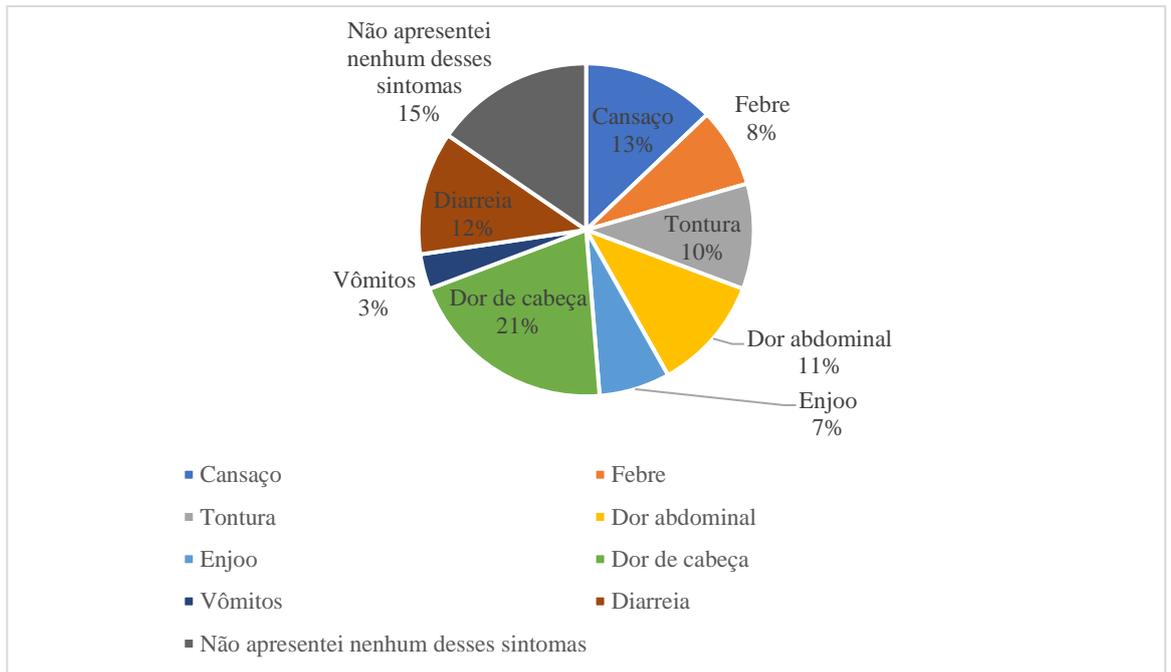
Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Na questão 11, 85% dos entrevistados, como é visto no gráfico 11, não relataram casos das doenças citadas pela pesquisa. As duas únicas doenças relatadas pelos participantes foram ascaridíase com 13% de ocorrência e amebíase com apenas 2% de ocorrência.

Apesar do baixo relato de doenças possíveis pela falta de saneamento básico na cidade, não significa que elas não ocorram entre a população. Na verdade, estas doenças muitas das vezes afetam os moradores, mas estes não conseguem diagnosticar corretamente cada uma delas. E com isso eles podem curá-las sem mesmo saber o que eles contraíram.

Entretanto, com a falta de diagnóstico de possíveis doenças, a próxima questão é feita com base em sintomas que são frequentes nas doenças citadas na questão anterior. Assim tornando mais fácil a identificação de problemas de saúde causados pela falta de saneamento. A questão 12 pergunta: **Você apresentou algum desses sintomas abaixo, nos últimos 6 meses?**

Gráfico 12: A presença de sintomas comuns em doenças ligadas a falta de saneamento básico



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Quando perguntado de forma isolado sintomas de algumas doenças que já haviam sido discutidos na questão anterior, a pesquisa levar um rumo diferente. 85% dos participantes já apresentaram pelo menos um dos sintomas comuns em algumas doenças. 21% dos entrevistados relataram dor de cabeça, 13% cansaço, 12% diarreia, 11% dor abdominal, 10% tontura, 8% febre, 7% enjoo, 3% vômitos e 15% dos participantes não apresentaram nenhum dos sintomas.

A presença desses sintomas pode significar possíveis doenças que as pessoas tiveram e não diagnosticaram, os sintomas apresentados neste gráfico 12, são os mais comuns nas doenças como: Hepatite A, Giardíase, Amebíase, Leptospirose, Cólera, Ascariíase (Lombriga) e Febre Tifoide.

Durante a pesquisa 90% dos entrevistados afirmaram a utilização de fossas negras para a coleta de esgoto em suas casas, enquanto cerca de 60% dos mesmos afirmam necessitar de águas subterrâneas vinda de poços. Esta informação pode estar diretamente ligada aos dados do gráfico 12 onde os moradores desta cidade podem fazer o consumo de águas subterrâneas provavelmente contaminadas devido à grande presença de fossas negras.

Essa possível contaminação pode ser um responsável pelo grande número de sintomas de doenças de veiculação hídrica, onde a população pode estar ou não ciente dos riscos de saúde a qual está exposta. Segundo a Trata Brasil (2013) grande parte da população tende a jogar dejetos que contaminam o solo, como o uso da fossa negra, por motivo da falta de medidas

práticas de educação sanitárias e de saneamento, sendo criadas assim situações favoráveis de transmissão de doenças.

Ressaltando que a população da cidade de Santa Quitéria não possui serviços de saneamento básico de qualidade, na entrevista só foi obtidas informações do serviço de tratamento e distribuição de água potável e coleta de lixo, ambos os serviços apresentam dificuldades e ineficiência na execução, onde parte da população precisa recorrer a métodos alternativos para suprir suas necessidades.

É observado que grande parte dos participantes desta pesquisa conhece pelo menos parte dos problemas enfrentados pela população quiteriense, os riscos possíveis pela falta de saneamento básico e principalmente pelo uso de fossas negras. Este último é ainda mais preocupante, devido ao grande uso da população, ou seja, um sistema altamente poluidor do solo e de águas subterrâneas, em um município que conta com problemas de tratamento adequado da água em que cerca de 60% da população faz uso de águas de poços provavelmente contaminados, resultando em um grande número de sintomas ligados a doenças provindas da falta de um saneamento básico.

6-CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou obter informações sobre a utilização de águas subterrâneas, a sua importância e os possíveis riscos pela falta de saneamento básico na cidade de Santa Quitéria do Maranhão. Com as informações obtidas foi demonstrado a grande falta de saneamento básico na cidade, a população possui acesso a apenas 2 serviços de saneamento e estes mesmos, com bastante deficiências em seus funcionamentos.

Grande parte da população utiliza águas subterrâneas por meio de poços, para suprir a carência de água devido a ineficiência da companhia de abastecimento e tratamento de água do município. Sendo assim as águas dos poços possuem grande importância para a população.

Entretanto, estas águas podem estar sofrendo contaminações pela imensa quantidade de fossas negras existentes no município. Devido à falta de uma companhia de esgotamento sanitária a população recorre ao uso de fossas negras, um sistema de esgoto altamente poluidor, onde o lençol freático da região é ameaçado pela contaminação.

O consumo dessas águas pela população sem seu devido tratamento, oferece riscos de doenças de veiculação hídrica como hepatite A, giardíase, amebíase, leptospirose, cólera, ascaridíase (lombriga) e febre tifoide. Doenças nas quais possuem sintomas em que 85% dos

entrevistados relataram apresentar nos últimos 6 meses. A apresentação desses sintomas pode estar ligada ao consumo de águas contaminadas sem seu devido tratamento. Infelizmente a falta de diagnósticos por parte dos populares, dificultam uma análise mais eficiente destes casos.

Contudo, a população do município apresenta conhecimento sobre a importância do saneamento básico para sua cidade, sabem em sua maioria os possíveis riscos da falta de saneamento e os perigos do uso das fossas negras. É um pequeno passo para a mudança de uma realidade do município, pois indica que estas pessoas possuem um pouco de educação sanitária e estão cientes dos riscos que correm.

Esta pesquisa é um início de uma discussão sobre o consumo de águas subterrâneas e a falta de saneamento. Entretanto ela ocorreu de forma limitada, apenas de forma descritiva dos problemas que a população enfrenta. Pode-se sugerir posteriores análises físicas e químicas das águas dos poços do município que a população utiliza para seu abastecimento. Para que a população saiba a real qualidade da água em que faz o consumo, buscando evitar doenças que colocam em risco a vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

ABAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **ABAS**. Águas subterrâneas o que são?/[S.l.]. ABAS, 2008. Disponível em: <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/#ind25>. Acesso em: 20 jun. 2022.

AMARAL, K. J. DO. **Estuário do Rio Macaé: Modelagem Computacional como Ferramenta para o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos**. 160p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 2003.

ANA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ÁGUAS. **ANA** . Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília : ANA, 2013. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2013_rel.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento: Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRASIL, Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo**, Brasília, DF, 08 jan. 2007.

BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. **BRASIL** 3. ed. rev. Brasília, 2006. Disponível em: Acesso em: 15 out. 2022

BRASIL. Lei nº 9.433/1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.

BRASIL. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

CARVALHEIRO, José da Rocha. **Pestilências: velhos fantasmas, novas cadeias**. Saúde e Sociedade, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 25-42, jan. 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/sausoc/article/view/6905>>. Acesso em: 04 out de 2022.

CARVALHO, Anésio Rodrigues, OLIVEIRA, Vendramini Castrignano. **Princípios básicos do Saneamento do Meio**. São Paulo: Senac São Paulo, 2003.

CPRM, Serviço geológico do Brasil. **Noções básicas sobre poços tubulares**. Recife, 1998.

DE PAULA FERREIRA, Mateus; GARCIA, Mariana Silva Duarte. **Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana**. Dignidade Re-Vista, v. 2, n. 3, p. 12, 2017.

DOS SANTOS, Luiz Carlos Araújo. **Reflexões Sobre Água Subterrânea Do Estado Do Maranhão**. Águas Subterrâneas, 2010.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L., FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. **Mapeamento e avaliação da potabilidade subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 58-80, 2008.

EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS. **Eosconsultores**. Águas subterrâneas: o que é e qual a importância? . [S.l.]. Eosconsultores, 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/aguas-subterraneas/>. Acesso em: 14 out. 2022.

FAUSTINO, Adriana Soares. **Estudo físico-químico do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo**. Universidade Federal de São Carlos, 2011.

FERREIRA, Mateus de Paula; GARCIA, Mariana Silva Duarte. **Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana**. Dignidade Re-Vista, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 12, julho 2017.

FOSSATRAT LTDA. **Fossatrat**. Conheça os tipos de fossas e saiba para que servem. [S.l.]. fossatrat, 2020. Disponível em: <https://fossatrat.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-fossas-utilizadas/>. Acesso em: 4 out. 2022.

FOSTER, S & HIRATA, R. **Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available LIMA**: Pan American Sanitary Engineering and Environmental Science Center (CEPIS/ PAHO/WHO), 2. ed. 91p,1988

GUIMARÃES, Alexandre JOSÉ Athayde; CARVALHO, DF de; SILVA, LDB da. **Saneamento básico**. Rio de Janeiro: UFRRJ, p. 1-3, 2007.

HIDROLICENÇAS. **Hidrolicenças**. Estudos de Disponibilidade Hídrica, Hidrogeológicos e Hidrológicos. . [S.l.]. Hidrolicenças, 2017. Disponível em: <https://www.hidrolicencas.com.br/index.php/servicos/>. Acesso em: 22 out. 2022.

HIRATA, R; FOSTER, S; OLIVEIRA, F. 2015. **Águas Subterrâneas urbanas no Brasil: avaliação para uma gestão sustentável**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Geociências e FAPESP, 2015. v. 1. 112p.

HIRATA, Ricardo; SUHOGUSOFF, Alexandra; SUSKO, Silvana, M; VILLAR, Carolina; P; MARCELLINI; Laura. **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS . **IBGE**. Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil | 2021. [S.l.]. IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 17 out. 2022.

IBGE- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **IBGE**. Zoneamento. Censo Agropecuário, 2017. . Disponível em:< <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>>. acesso em 22 de Out de 2022

IBGE- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico: entendendo o saneamento básico no Brasil e a sua importância socioeconômica**. São Paulo, 2019. Disponível

em:<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>
Acesso em: 17 outubro 2022.

JORUSP - JORNAL DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **USP**. Fossas Longe de poços. São Paulo: USP, 2002. Disponível em:
<http://www.usp.br/jorusp/arquivo/2002/jusp582/caderno/universidade7.htm>. Acesso em: 12 out. 2022.

LEAL, F. C. T. **Sistemas de saneamento ambiental**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Juiz de Fora, 4 ed. 2008.

LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de água residuárias**. São Carlos: EdUFCar, 2008.

MARTINS, R. M. **Titularidade do serviço de saneamento básico**. Revista de Direito Administrativo, [S. l.], v. 249, p. 171–198, 2008.

MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **MPF**. ACP - Saneamento. Pará: MPF, 2016. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2016/acp-saneamento-basico-belo-monte>. Acesso em: 4 out. 2022.

NERI, Marcelo Cortes. **A falta que o saneamento faz**. 2009.

PORTAL DA INDÚSTRIA . **Portal da Indústria** . Entenda a realidade do saneamento básico no brasil. [S.l.]. Portal da Indústria, 2020. Disponível em:
<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/saneamento-basico/> . Acesso em: 20 jun. 2022.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Portal Saneamento Básico**. Meio Ambiente: Saneamento básico. [S.l.]. Saneamento básico, 2018. Disponível em: <
<https://saneamentobasico.com.br/acervo-tecnico/saneamento-basico/#:~:text=Segundo%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20de,mental%20e%20social%20dos%20indiv%C3%ADduos%20E2%80%9D.T>. Acesso em: 29 nov. 2022.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Juiz de Fora, MG, v. 13, 2010.

SERAFIM, Aline Camillo et al. **Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamento**. III Fórum de Estudos Contábeis. Rio Claro: Centro Superior de Educação Tecnológica, p. 6-7, 2003.

SERVIÇOS GEOLÓGICO DO BRASIL. **CPRM**. Águas subterrâneas o que são? e qual a importância? . [S.l.]. CPRM, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/aguas-subterraneas-o-que-e-e-qual-a-importancia> . Acesso em: 2 out. 2022.

SIAGAS - SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **SIAGAS**. Quantidade de poços perfurados por estado. [S.l.]. SIAGAS, 2022. Disponível em:
http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/uf_pocos.php. Acesso em: 29 nov. 2022.

SILVA-FILHO et al. *Groundwater chemical characterization of a Rio de Janeiro coastal aquifer, SE – Brazil*, Journal of South American Earth Sciences (27), Niterói, pp. 100-108. 2009.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SNIS**. [S.l.]. SNIS, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=161>.>. Acesso em: 26 jul. 2022.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SNIS**. Diagnósticos anteriores: água e esgoto. [S.l.]. SNIS, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antigos-do-snis/agua-e-egotos-1/2017>. Acesso em: 23 jul. 2022.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. **O saneamento na ótica da prevenção de doenças e da promoção da saúde**. In: Xxx Congreso Interame- Congreso Interamericano De Ingenieria Sanitária Y Ambiental. Anais Eletrônicos. Punta del Leste: AIDIS, 2006.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M.; MORAES, L.R.S. **Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, n. 4, p. 371-379, 2007.

SOUZA, KARYNE FRANCIELLE DE OLIVEIRA. **Fossas negras: um problema para o meio ambiente e para a saúde pública**. 2015.

TEXEIRA DE QUEIROZ, E. **ABAS**. Diagnóstico das águas minerais e potáveis de mesa do Brasil. águas subterrâneas. [S.l.]. ABAS, 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23434>. Acesso em: 12 out. 2022.

WWF BRASIL. **IBGE**. Dia da água. [S.l.]. IBGE, 2008. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=destaques>. Acesso em: 17 out. 2022.

ZOBY, J. L. G. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Revista Águas Subterrâneas, Natal, Supl. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2008.

APÊNDICES

QUESTIONÁRIO

NOME: _____ BAIRRO _____ IDADE _____

1- Você sabe o que é saneamento básico? Explique

 Sim. _____
_____ Não

2- Você acha importante o saneamento básico em sua cidade?

 Sim Não Não sei informar

3- Quais serviços de saneamento são oferecidos pelo seu município no bairro que você mora?

 Coleta de lixo Tratamento e distribuição de água potável coleta e tratamento de esgoto

4- O que é feito com o lixo produzido em sua casa?

 Coletado Queimado Enterrado Jogados em terrenos baldios Outros _____

5- Para onde vai o esgoto da sua casa?

 Encanado para estação de tratamento Fossa séptica Fossa negra Corre a céu aberto

6- Você acha o uso da fossa negra possa trazer malefícios ao meio ambiente e a saúde? Cite alguns.

 Sim _____
_____ Não Não sei informar.

- 7- A água usada em sua casa tem tratamento?
- sim, tratada pela companhia de abastecimento
 - sim, é filtrada.
 - sim, é fervida.
 - não
 - não sei informar
- 8- Você faz uso de água subterrâneas (por meio de poços artesianos ou poços rasos)?
- sim
 - não
 - às vezes
 - não sei informar
- 9- Se você faz uso, qual a frequência?
- Sempre
 - Só quando falta água da companhia responsável pelo abastecimento
 - Raramente
- 10- Você conhece os riscos provenientes da falta de saneamento básico em seu município?
- Se sim, cite alguns.
- sim, _____
 - _____
 - conheço pouco
 - não conheço
 - não acredito que a falta de saneamento traga riscos.
- 11- Na sua casa teve casos recentes de doenças como:
- Hepatite A
 - Giardíase
 - Amebíase
 - Leptospirose
 - Cólera
 - Ascaridíase (Lombriga)
 - Febre Tifoide
 - Outras _____
 - Não Teve Casos
- 12- Você apresentou algum desses sintomas abaixo, nos últimos 6 meses?
- Cansaço
 - Tontura
 - Enjoo
 - Vômitos
 - Febre
 - Dor abdominal
 - Dor de cabeça
 - Diarreia
 - Não apresentei nenhum desses sintomas

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) e participar da pesquisa de campo intitulada **Águas subterrâneas: a importância e os perigos que podem ocorrer pela falta de saneamento básico na cidade de Santa Quitéria do Maranhão**, desenvolvida por Sanara do Nascimento Fonseca discente do curso de licenciatura em Ciências Naturais-Química da Universidade Federal do Maranhão/UFMA, Campus São Bernardo - MA.

Afirmo que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais: Investigar sobre a falta de saneamento básico em Santa Quitéria do Maranhão, e a possível contaminação de águas subterrâneas.

Minha colaboração se fará de forma anônima, por meio de entrevista estruturada. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo pesquisador e sua orientadora para fins da pesquisa.

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízos para mim ou sofrimento de quaisquer sanções ou constrangimentos.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP).

Santa Quitéria do Maranhão/MA, ____ de novembro de 2022

Assinatura da participante

Assinatura do pesquisador

Assinatura da orientadora