



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE BRAGANÇA
INSTITUTO E ESTUDOS COSTEIROS
FACULDADE DE CIÊNCIAS NATURAIS

FABIANA DE SOUSA OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DA ÁGUA NA SUBSUPERFÍCIE DE CEMITÉRIOS
DA CIDADE CAPANEMA (PARÁ, BRASIL)

BRAGANÇA - PARÁ

2022

FABIANA DE SOUSA OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DA ÁGUA NA SUBSUPERFÍCIE DE CEMITÉRIOS
DA CIDADE CAPANEMA (PARÁ, BRASIL)

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
será apresentado à Faculdade de Ciências
Naturais - FACIN, da Universidade Federal
do Pará, Campus Bragança, como
requisito parcial para a obtenção do Grau
de Licenciado em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Andrés Chira
Oliva

BRAGANÇA - PARÁ

2022

FABIANA DE SOUSA OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DA ÁGUA NA SUBSUPERFÍCIE DE CEMITÉRIOS
DA CIDADE CAPANEMA (PARÁ, BRASIL)

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
será apresentado à Faculdade de Ciências
Naturais - FACIN, da Universidade Federal
do Pará, Campus Bragança, como
requisito parcial para a obtenção do Grau
de Licenciado em Ciências Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Andrés Chira
Oliva

Data da aprovação: __11__ / __12__ / 2022

Conceito: EXCELENTE

Banca examinadora:

UFPA - Prof. Dr. Pedro Andrés Chira Oliva (Orientador)

SEDUC-PARÁ - Profa. Dra. Lenita Sousa da Silva (Avaliadora)

Agradeço e dedico este trabalho aos meus pais. Este trabalho é a prova de que todo investimento e dedicação de vocês valeram a pena. Sem vocês nada disso seria possível. Muito obrigada!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus por não ter me abandonado nos momentos em que mais precisei, por ter me levantado quando eu cai e pensei em desistir. Agradeço imensamente a minha mãe Benedita Valdirene de Sousa Oliveira e meu pai Fabiano Cristo dos Reis Oliveira, por todos esses anos em que não mediram esforços para garantir que eu concluísse o curso, por sempre estarem ao meu lado, me dando forças de todas as formas, sempre se preocupando com meu bem estar e fazendo até o impossível para me ver chegar até aqui, eu amo vocês, muito obrigada!

Ao meu filho Henry Gabriel, meu parceiro desta caminhada, em nem um momento deixou de estar ao meu lado, mesmo nas madrugadas infinitas em que só dormia quando eu ia junto. Mesmo sem entender você foi meu âncora durante essa jornada. Eu te amo mais que tudo nessa vida.

Meu agradecimento mais que especial ao meu orientador Prof. Dr. Pedro Andrés Chira Oliva, por todas as oportunidades e paciência que teve e por ter me ajudado sem medir esforços para que este trabalho fosse concluído, muito obrigada por todos os conselhos que levarei para toda vida. Obrigada professor.

Agradeço a minha turma, que posso dizer que é a melhor da UFPA, aos amigos de trabalho Alailson Reis, Cleiciane Silva e Ana Caroline Oliveira; amigos que fiz durante o curso e que irei levar para sempre em minhas melhores lembranças, obrigada por terem feito com que os meus dias dentro da universidade fossem mais divertidos. A todo pessoal que fazia parte do “Vinhoso/Follows Renatinho” meus agradecimentos por terem me tirado os mais sinceros sorrisos.

Agradeço ao senhor Rubens de Souza Oliveira (Laboratório de Provas Básicas de água/4º Centro Regional de saúde de Capanema-PA da DVS-SESPA), que gentilmente me ajudou com as coletas e análises das amostras de água.

Agradeço a UFPA, pela oportunidade de crescimento pessoal e intelectual, por todos os conhecimentos adquiridos e por conseguir realizar o sonho de minha mãe.

Finalmente gostaria de agradecer a todos os docentes que foram meus professores, pela contribuição que me foi dada para a minha formação acadêmica, cada um de vocês deixou sua marca em minha vida, obrigada.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivo específico	18
3	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
3.1	Cemitério	19
3.1.1	Definição de cemitério.....	19
3.1.2	Tipos de cemitério.....	19
3.1.2.1	Cemitério tradicional.....	19
3.1.2.2	Cemitério parque ou jardim.....	20
3.1.2.3	Cemitério vertical.....	21
3.1.2.4	Crematório.....	22
3.1.3	Necrochorume.....	23
3.1.4	Lençol freático.....	24
3.1.5	Parâmetros microbiológicos da água.....	24
3.1.5.1	Coliformes totais.....	24
3.1.5.2	Coliformes termotolerantes/ <i>Escherichia coli</i>	25
3.1.6.	Parâmetros físico químicos da água.....	25
3.1.7	Impactos ambientais causados pela atividade cemiterial e o necrochorume.....	26
4	ÁREA DE ESTUDO	28
4.1	Localização	28
4.2	Geologia local	32
4.3	Clima	32
5	MATERIAIS E MÉTODOS	33
5.1	Análises de água	33
5.1.1	Análises microbiológica da água	33
5.1.2	Análises físicas da água	34
5.2	Questionário socioambiental	34
5.3	Coleta das amostras de água de poços artesianos	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

6.1	Análise microbiológica da água	37
6.2	Análise física da água	39
6.3	Questionário socioambiental	41
7	CONCLUSÃO	46
8	RECOMENDAÇÕES.....	48
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de Cemitério Tradicional.....	20
Figura 2 – Exemplo de Cemitério Parque ou Jardim.....	21
Figura 3 – Exemplo de Cemitério Vertical.....	22
Figura 4 – Exemplo de Crematório.....	23
Figura 5 – a) e b) Cemitério São José (Capanema, Pará, Brasil)	29
Figura 6 – a) e b) Cemitério parque municipal São Francisco de Assis (Capanema, Pará, Brasil)	30
Figura 7 – Area de estudo com destaque para os cemitérios “São Francisco de Assis” e “São José” da cidade de Capanema e amostras de água de poço artesiano (A1-A13, B1-B3) coletadas neste estudo	31
Figura 8 – a, b e c: Coleta e armazenamento das amostras de água dos poços artesianos.....	35
Figura 9 – a,b e c: Contagem, organização e verificação das amostras de água coletada.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da Análise Microbiológica da Água (cemitério São Francisco de Assis)	37
Tabela 2 – Resultado da Análise Microbiológica da Água (cemitério São José)	37
Tabela 3 - Resultado da Análise Física da Água (cemitério São Francisco de Assis)	39
Tabela 4 - Resultado da Análise Física da Água (cemitério São José)	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Composição do necrochorume.....	23
Gráfico 2 – Resultado da turbidez para os cemitérios São Francisco de Assis (a1 até a13) e São José (b1 à b3)	41
Gráfico 3 – Percepção das pessoas em relação à potabilidade da água.....	42
Gráfico 4 – Diferenças na água utilizada.....	42
Gráfico 5 – Percepção de mudança no consumo da água: odor, sabor e cor dos moradores próximos ao cemitério “São José” (Capanema, Brasil)	43
Gráfico 6 – Percepção de mudança no consumo da água: odor, sabor e cor dos moradores próximos ao cemitério “São Francisco de Assis” (Capanema, Brasil)	44
Gráfico 7 – Principais sintomas de doenças relatados pelos entrevistados que moram próximos ao cemitério “São José” (Capanema, Brasil)	45
Gráfico 8 – Principais sintomas de doenças dos entrevistados que moram próximos ao cemitério “São Francisco de Assis” (Capanema, Brasil)	45

RESUMO

Os cemitérios possuem grande capacidade de prejudicar a superfície terrestre, águas superficiais e subterrâneas e o ecossistema a sua volta mediante a passagem dos corpos pelo processo de decomposição. O presente trabalho avaliou a potabilidade da água nos locais próximos aos cemitérios “São José” e Cemitério Parque Municipal “São Francisco de Assis”, ambos no município de Capanema, nordeste do estado do Pará (Brasil). A metodologia compreendeu a aplicação de um questionário socioambiental, além de análises microbiológica e física das amostras de água de poços artesianos coletadas nas residências próximas aos cemitérios. Nas análises microbiológicas das amostras de água, foram detectadas em 75% das amostras dos cemitérios São José e Cemitério Parque Municipal São Francisco De Assis as bactérias coliformes totais e do tipo *Escherichia Coli*, que é o principal responsável pela maior parte das infecções urinárias, renais etc. No teste físico, apenas uma amostra excedeu o Valor Máximo Permitido para a turbidez pela legislação vigente. No questionário socioambiental, aproximadamente 93,75% dos entrevistados afirmaram nunca ter se questionado sobre a potabilidade da água, 68,75% nunca notaram alterações na água consumida e, entre os principais sintomas de doenças, se destacam com maior frequência as dores abdominais com 31,25%. Portanto, é preocupante a contaminação das águas subterrâneas próximas aos dois cemitérios da cidade de Capanema, pois as pessoas frequentemente apresentam sintomas de doenças que têm como prováveis causas esta contaminação.

Palavras-chave: Água; coliformes totais; *Escherichia Coli*; turbidez; necrochorume; cemitério; contaminação.

ABSTRACT

Cemeteries have a great capacity to harm the earth's surface, the surface and underground waters, and the ecosystem around them because of the decomposition process the bodies undergo. The present work evaluated the potability of water in places close to the São José and Cemitério Parque Municipal São Francisco de Assis cemeteries, both in the municipality of Capanema, northeast of the state of Pará (Brazil). The methodology included the application of a socio-environmental questionnaire, in addition to a microbiological and physical analysis of water samples from artesian wells collected in homes close to the cemeteries. In the microbiological analyses of the water samples, 75% of the samples from the cemeteries presented total coliform bacteria and the *Escherichia Coli*, which is the primarily responsible for most of the urinary, kidney and other infections. In the physical test, only one sample exceeded the Maximum Permissible Value for turbidity established by the current legislation. In the socio-environmental questionnaire, approximately 93.75% of the interviewees stated that they have never questioned themselves about the potability of water, 68.75% never noticed changes in the water consumed. Among the main symptoms of diseases, abdominal pain (31.25 %) is the most frequent. Therefore, the contamination of groundwater near the two cemeteries in the city of Capanema is a serious issue, as people often show symptoms of diseases that have this contamination as probable causes.

Keywords: Water; total coliforms; *Escherichia Coli*; turbidity; slurry; cemetery; contamination.

1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias fundamentais para a manutenção da vida. Dificilmente conseguiríamos sobreviver por muitos dias sem água. A exemplo que o corpo de um ser humano, 70-80% é água. Ossos, células e sangue compõem-se de 22%, 90%, 75% de água, relativamente (KUMAR, 2012). De acordo com Jackson (2001) a água doce potável abrange uma modesta parcela do depósito mundial de água, e é o pilar para a sobrevivência dos ecossistemas terrestres e de água doce. As vantagens que traz envolvem o uso para beber, irrigar plantações ou para uso industrial, criação de peixes e aves aquáticas, transportes e eliminação de resíduos.

Atualmente, a falta de água é um problema amplamente divulgado e com conscientização lenta do homem ao pensar na natureza. A água é essencial para a manutenção da vida, compete a cada um a utilização consciente em prol da sua preservação e prevenção no agravamento de sua escassez (ESTEVES, 2018).

Várias práticas do ser humano tem tornado esse quadro cada vez mais grave. De acordo com Blume et al. (2010) as atividades humanas como o desmatamento das florestas, a utilização de procedimentos de manejo, resultaram na erosão e no aumento incontrolável das cidades e estradas, e isso contribuiu para o crescimento no acúmulo de resíduos em rios, e acontece a mudança na estrutura da água, e isso produz impactos danosos aos organismos que habitam esses locais, bem como aos seres humanos.

Para Marengo (2008) o Brasil possui uma localização privilegiada quando nos referimos a disponibilidade de água, cerca de 12% dos recursos hídricos do mundo estão no Brasil. Val (2019) afirma que com o avanço na indústria, o crescimento das cidades e dos trabalhos na agricultura nos últimos 50 anos, houve uma grande contribuição para o atual e delicado cenário na qualidade de água do Brasil.

A história da água é bastante complexa e está totalmente ligada ao crescimento da população humana, ao grau de expansão da malha urbana e os diversos usos que acometem a qualidade e a quantidade da água. O uso da água é muitas vezes conflitante, em razão das suas multiplicidades e diversas finalidades, que sempre necessitam de diferentes quantidades e qualidades (TUNDISI, 2008).

A poluição das águas se tornou o maior problema ambiental vivido pela sociedade nos últimos tempos, e isso está ligado principalmente a falta de condições favoráveis de saúde da população, principalmente nas regiões mais vulneráveis e carentes. A ausência de saneamento básico apropriado é a principal razão da poluição

e da impureza das águas para consumo humano, conseqüentemente, acaba colaborando para os eventos de enfermidades de propagação hídrica, apesar de estar apresentando melhorias nos últimos tempos, as condições de saneamento ambiental ainda se mostram deficitários (PAIVA; SOUZA, 2018).

Ciminelli et al. (2014) ressaltam que uma das atitudes mais prejudiciais é o direcionamento de esgotos domésticos e sem o devido tratamento jogados diretamente em rios e represas, isso faz com que seja grande a alteração da qualidade dessas águas, e tem como resultado direto a entrada de matéria orgânica em grande quantidade, e isso faz com que ocorra o crescimento exagerado de microrganismos.

Zini e Gutterres (2021) apontam que no Brasil, durante dois anos consecutivos (2018-2019), houve o surgimento de 600.000 casos novos de câncer a cada novo ano. Existe a possibilidade de que a razão de doenças crônicas como o câncer, se dá por longos períodos expostos a poluentes químicos, que se encontram presentes em pequenas concentrações na água potável.

Segundo a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), em seu relatório anual de conjuntura de recursos hídricos do Brasil (2021) foi afirmado que o monitoramento é uma prática indispensável para o controle dos recursos hídricos e para a classificação da qualidade da água, possibilitando a identificação de pontos tendenciosos à poluição hídrica.

Conforme afirma Celi (2015) um dos grandes poluentes para o meio ambiente são os cemitérios. as necrópoles construídas há muitos anos em locais urbanos e rurais são locais de depósito de corpos humanos, local em que os corpos são adequadamente enterrados, porém, grande parte das vezes acabam não ganhando o tratamento apropriado quanto à finalidade dos resíduos produzidos pela decomposição dos corpos, com isso, de acordo com a tipologia do solo presente e da permeabilidade do mesmo, o necrochorume acabará por provocar a contaminação do lençol freático, da superfície terrestre e das águas superficiais, e assim, acaba comprometendo a saúde humana e do ambiente.

Os defuntos sepultados nos cemitérios podem gerar graves conseqüências ao meio ambiente se não planejado da forma correta. Logo após a morte, o cadáver começa um processo de relaxamento e maleabilidade dos músculos do corpo, em seguida os músculos começam a sofrer uma rigidez cadavérica, que é a contração muscular, e isso afeta o miocárdio, diafragma e os músculos de fibra lisa. Logo após,

se inicia os processos bioquímicos, que é onde ocorre a deterioração do corpo. São conhecidos como autólise ou putrefação do corpo (LEITE; PRADO, 2019).

Durante o processo de putrefação os corpos liberam metais pesados, no decorrer do processo de sepultamento são aplicados produtos para manter a conservação do cadáver, e o necrochorume, que é o líquido resultante da fase latente da putrefação que tem uma elevada taxa de patogenicidade, pois na sua constituição há bactérias e vírus que são capazes de provocar enfermidade se ingeridos. Estes elementos afetam de forma negativa o ecossistema, e são infecciosos à saúde humana, visto que podem ser levados até as águas subterrâneas usadas para abastecimento da população (CROCCE, 2019).

Vários impactos ocorridos em águas subterrâneas estão diretamente ligados a cemitérios, levando em consideração que a maioria foi construído sem a devida atenção aos aspectos geológicos e hidrogeológicos. Portanto, várias dessas necrópoles trazem um risco elevado de contaminação no decorrer do processo de decomposição dos corpos. A instalação de cemitérios deveria ocorrer em locais distantes dos meios urbanos, mas, é muito comum se deparar com cemitérios nos centros urbanos (NEIRA et al., 2008, p. 37).

As necrópoles precisam ser devidamente planejadas levando em consideração, especialmente, o local de construção, o solo presente, a profundidade do lençol freático, a inclinação do solo, entre outros. Além de aspectos físicos, o meio social também deve ser observado com a mesma relevância (LELLI et al., 2012, p. 46).

Silva (2012) aponta que entre os vários problemas, se destaca como mais sério a deterioração das águas superficiais e subterrâneas, fazendo com que a utilidade da água pela sociedade seja cada vez mais reduzido. Assim, a poluição de aquíferos é a que mais preocupa e esse tipo de poluição é mais grave, pois, a poluição da água subterrânea se torna quase que irreversível, uma vez que os procedimentos de regeneração de aquíferos danificados são bastante complexos, custosos e a autodepuração é vagarosa.

Pavarina et al. (2019) ressaltam que a administração pública de modo algum se atenta aos cemitérios, na maior parte bastante antigos, municipais, estaduais, regionais, e na realidade não existe organização para os sepultamentos. Não há cuidado com o solo, de ser apropriado ou não, as instituições responsáveis não dão a

importância adequada as mazelas que são geradas e que já se encontram nos cemitérios.

Nos cemitérios da cidade de Capanema (Pará) como outros cemitérios do país, apresentam riscos a população que reside próxima aquelas necrópoles, como por exemplo, efeitos negativos na água, solo e ar, o que pode acarretar doenças aos que habitam naquelas proximidades.

Brasil (2019) em seus estudos apontou que no cemitério São José existe uma superlotação e devido ao grande aumento da população no entorno do cemitério, ele se encontra completamente imerso no centro urbano, está situado em uma das maiores avenidas de Capanema e deu base para o surgimento de um dos bairros mais habitados do município.

No presente estudo, foi avaliado a potabilidade da água subterrânea dos cemitérios “São Francisco de Assis” e “São José” da cidade de Capanema (Pará), através das análises de amostras de água coletadas em poços artesianos dos respectivos cemitérios. Este estudo poderá servir como base para um processo de conscientização ambiental às autoridades municipais e a população em geral sobre possíveis riscos de contaminação da subsuperfície e como os cemitérios podem estar atingindo a qualidade da água para o consumo humano.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

- Avaliar a potabilidade da água para o consumo humano de poços artesianos de residências e locais adjacentes aos cemitérios “São Francisco” e “São José”, Capanema (Pará, Brasil).

2.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar mediante o questionário sócioambiental possíveis implicações na saúde de moradores próximos aos cemitérios.
- Analisar microbiologicamente se as amostras de água dos poços artesianos próximos aos cemitérios apresentam coliformes totais e termotolerantes.
- Averiguar a turbidez das amostras de água de poços artesianos coletados e sua influência na potabilidade das águas para consumo humano.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 CEMITÉRIO

3.1.1. Definição de cemitério

Cemitério vem do grego *koumeteriam* e do latim *coemeterium*, que quer dizer dormitório, lugar onde se enterram os cadáveres, em contrapartida a palavra necrópole significa última morada (CAMPOS, 2007, p. 16).

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente, nº 335 de 2003, cemitério é definido como espaço reservado para enterros e nesse documento se encontra critérios para acelerar e facilitar os procedimentos de licenciamento ambiental para cemitérios.

3.1.2 Tipos de cemitérios

De acordo com Kemerich (2014) há vários tipos de cemitérios existentes, entre os quais podemos citar os cemitérios tradicionais, os jardins ou parques, os cemitérios verticais e os crematórios. Tradicionalmente, haviam as tumbas, pirâmides e catacumbas, que na nossa atualidade não são mais utilizados.

Campos (2007) mostra que desde o final do século XVIII já havia uma preocupação com os cemitérios e seus contaminantes. Os médicos da época defendiam que os cemitérios fossem fora das cidades, em terrenos ventilados, e distantes de fontes de água, onde os ventos não soprassem para perto das cidades.

3.1.2.1. Cemitério tradicional

Cemitérios tradicionais são constituídos de alamedas pavimentadas, em que há túmulos semienterrados, sepulturas, capelas com altar, crucifixos, imagens, monumentos funerários revestidos de mármore ou granito, com nenhuma ou poucas árvores.

A grande desvantagem deste tipo de cemitério é que nesse tipo de cemitério tornasse muito mais alta a possibilidade de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Há uma grande ocupação de espaço, alto custo, há ainda a necessidade de solo adequado para essa prática e existe a possível proliferação de mosquitos transmissores de várias doenças.

Figura 1. Exemplo de cemitério tradicional



Fonte: <https://g1.globo.com>

3.1.2.2. Cemitério parque ou jardim

Cemitérios parque ou jardim são recobertos por gramados e árvores, nesse tipo de cemitério não há a construção de túmulos. Os sepultamentos são realizados por tumulação, as sepulturas são identificadas por pequenas lápides de dimensões pequenas ao nível do chão.

Esse tipo de estilo funerário tem sido cada vez mais utilizado nas cidades, integrando os cemitérios ao ambiente urbanizado. Como desvantagens temos a ausência de tratamento de necrochorume e dos gases.

Figura 2 – Exemplo de cemitério parque ou jardim



Fonte: <https://www.odiarionline.com.br/>

3.1.2.3. Cemitério vertical

Este tipo de cemitério é construído de forma vertical, acima da superfície terrestre, fora do contato com a terra, os cadáveres são sepultados de forma individual em gavetas, lado a lado, em formação de andares, onde a visitação ocorre por meio de escadas, elevadores e corredores.

Nesse tipo de necrópole existe tubos de ventilação. Existe um tubo central para excretar os gases criados durante a decomposição dos corpos.

A grande vantagem em utilizar esse tipo de cemitério é que com ele há o uso de menores espaços, não existe a interferência do necrochorume e resíduos nas águas subterrâneas, pouca exigência quanto a qualidade do solo, a facilidade de sepultamento e também facilita a visita em dias chuvosos.

A desvantagem deste tipo de cemitério é que existe a soltura de gás sem tratamento, assim exigindo maiores cuidados na construção para que futuramente não haja vazamento de necrochorume e emissão de odores.

Figura 3 – Exemplo de cemitério vertical



Fonte: <https://www.pensamentoverde.com.br>

3.1.2.4. Crematório

O crematório é reservado a incineração de cadáveres. É constituído por fornos que contém filtros para a captação de material particulado, onde são cremados os corpos em compartimentos isolados. Os corpos cremados ficam durante uma hora no local, depois desse período só restam as cinzas no local, que são entregues a família em uma urna apropriada após sete dias da cerimônia de cremação.

A fundação de crematórios tem como vantagens que não existe interferências do necrochorume com as águas subterrâneas, destroem microrganismos que seriam capazes de interferir no ambiente e ocupação de uma pequena área. Já a produção de resíduos na combustão dos corpos pode ser levada como uma desvantagem, assim como, a pouca aceitação por questões sociais, religiosas e culturais.

Figura 4- Exemplo de Crematório

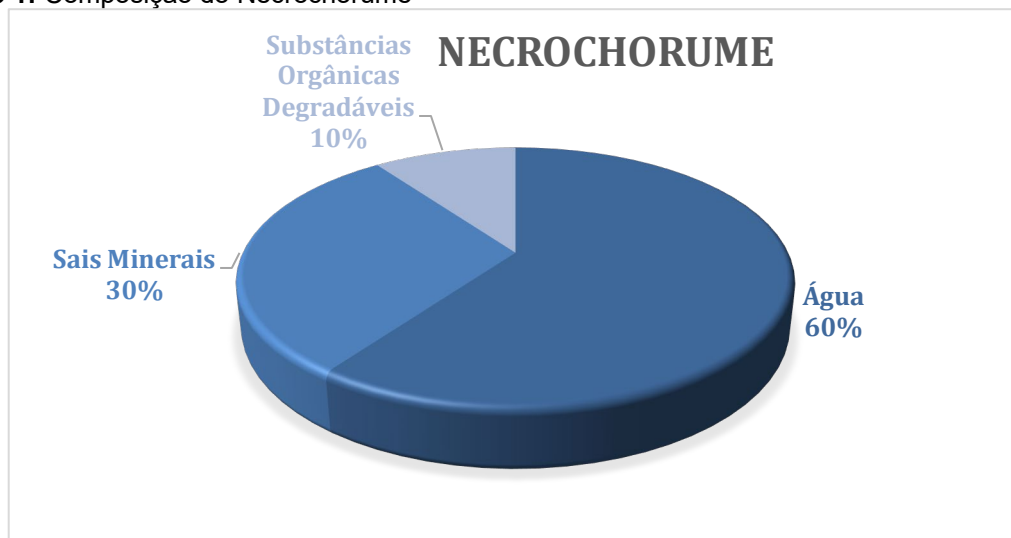


Fonte: <https://amazonasatual.com.br/>

3.1.3 Necrochorume

O necrochorume é um líquido viscoso, em sua grande parte é constituído água, rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis. Sua composição se dá a partir da decomposição dos corpos, e ele é maior causador da poluição causada por cemitérios, pois, nessa solução existe altas quantidades de bactérias e vários tipos de vírus transmissores de doenças (BACIGALUPO, 2012).

Gráfico 1: Composição do Necrochorume



Fonte: Adaptada e modificada de Bacigalupo (2012).

3.1.4 Lençol freático

Da Silva (2006) em seus estudos afirmou que os meios pelos quais os lençóis freáticos e aquíferos são recarregados de água são diretamente controlados pelo fluxo gravitacional durante as chuvas. Dessa maneira, a forma como a água se move pelo planeta, as características de qualquer lugar, entre outros acontecimentos, são capazes de serem explicados pelo ciclo da água ou ciclo hidrológico. A água das chuvas quando atinge o solo, consegue escorrer superficialmente até os corpos d'água ou até chegar ao lençol freático e aquíferos.

3.1.5 Parâmetros microbiológicos da água

A qualificação da existência de organismos patogênicos na água é definida pelo aparecimento ou não de uma espécie indicadora e sua respectiva população. A identificação de cada tipo de microrganismo requer vários métodos diferentes para cada um e a ausência ou presença de um organismo não quer dizer que não tenha a presença de outros (BETTEGA, 2006).

Parâmetros microbiológicos da água da EMBRAPA (2014), aponta que o principal meio propagação de bactérias que causam doenças é a transmissão via fecal-oral.

As bactérias do grupo coliformes são os mais importantes e práticos indicadores de contaminação de origem fecal, pois, tem a capacidade de sobreviver fora do hospedeiro durante um determinado tempo.

3.1.5.1 Coliformes totais

O grupo dos coliformes totais inclui todas as bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35 °C. Esta definição é a mesma para o grupo de coliformes fecais, porém, restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44,5- 45,5 °C (CARDOSO et al. 2001).

O índice de coliformes totais é usado para classificar a situação higiênica, levando em consideração que grandes contagens querem dizer contaminação pós-sanitização ou pós-processo, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processamento e estocagem. A proporção de coliformes fecais é utilizada

como indicativo de contaminação fecal e com ela é realizada a avaliação das condições higiênico-sanitárias (OLIVEIRA et al. 2013)

3.1.5.2 Coliformes termotolerantes/*Escherichia coli*

A portaria nº 888/2021 (Brasil, 2021) estabelece que a água potável deve estar em conformidade atendendo ao Valor Máximo Permitido (VMP) de ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* em 100 ml de água.

De acordo com Gomes (2013) os coliformes termotolerantes são bactérias que pertencem ao grupo dos coliformes totais e são definidos como bacilos gram-negativos e definidos pela existência da enzima β -galactosidase, anaeróbicos facultativos, não formam esporos, e são capazes de fermentar a lactose com a formação de ácido e gás. São um dos principais indicadores de contaminação, além de estarem presentes em fezes de humanos e de animais, podem também ser encontrados em solos, plantas e qualquer resíduo que contenha matéria orgânica.

Gomes (2013) afirma ainda que, a bactéria *Escherichia coli* é a mais estudada pelo homem, é uma bactéria pertencente ao grupo dos coliformes termotolerantes, contudo, é a única a ocupar de forma exclusiva o sistema gastrointestinal de animais homeotérmicos. É indicada como o maior medidor de poluição de fecal da água.

3.1.6 Parâmetros físico-químicos da água

Turbidez: a turbidez se trata de um termo de expressão óptica que atua para que a luz seja espalhada e absorvida e faça com que ela não seja disseminada em linha reta pelo interior da amostra. A turbidez da água é provocada por elementos em suspensão, como por exemplo: argila, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e outros organismos microscópicos. A transparência da água natural é um dos determinantes essenciais de seu estado e utilidade. A turbidez similarmente indica um padrão de propriedade estética das águas para consumo humano. Sua medição é realizada através de um turbidímetro (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Cloro Residual Livre (CRL): o cloro é usado popularmente na desinfecção de água, por ser um produto barato e que causa a inativação dos microrganismos por um tempo determinado, especialmente quando se trata de coliformes totais e termotolerantes. Todavia, o consumo de água com grande concentração de cloro, é

capaz de provocar impactos dos mais diversos e doenças, como: náuseas, gastrite, úlcera, vômitos e corrosão estomacal (QUEIROZ et al, 2017).

3.1.7 Impactos ambientais causado pela atividade cemiterial e o necrochorume

Ao longo de muitos anos os cemitérios eram vistos somente como lugares de enterros de seres humanos, e não apresentavam nenhum risco a saúde pública e ao ambiente, eram construídos em formato sempre aleatórios, em áreas de pouco valor comercial, vistos como inadequados para outro uso, não eram realizados análises, e não havia interesse nos aspectos geológicos, hidrogeológicos e geotécnicos do local escolhido, porque até então os cemitérios não eram percebidos como local de contaminantes ambientais, os riscos que apresentavam eram desconhecidos. (ALBUQUERQUE; CERQUEIRA; ALBUQUERQUE, 2017)

Logo após a morte o corpo humano sofre transformações. Sua decomposição se inicia e ocorre o extermínio dos tecidos do corpo humano gerado por bactérias e enzimas, ocasionando a anulação gradativa dos tecidos e transformando em gases, líquidos e sais. (ALMEIDA; MACÊDO, 2005)

Então de acordo com Nogueira, Júnior e Coimbra (2013) os impactos ambientais gerados a partir dos cemitérios, acarretam alterações químicas, físicas e biológicas, no solo e principalmente em águas superficiais e subterrâneas. A consequência disso é que a construção de cemitérios precisa ter uma atenção maior por parte dos órgãos governamentais nas esferas municipais, estaduais e federais, assim como também de toda nossa sociedade, para que haja a tentativa de reduzir os problemas ambientais e assim não afetar de forma negativa a qualidade de vida das pessoas.

Betiatto, Souza e Bini (2015) apontaram não só a poluição orgânica, mas pontuam a poluição vinda dos metais pesados, esses são utilizados em tratamentos de madeira para a confecção de caixões, bases de cromo e organoclorados, assim como partes metálicas que tem potencial de incluir chumbo, zinco, cobre e níquel.

Pacheco (2000) afirma que todos os cemitérios apresentam riscos iminentes para nosso ecossistema, em maior grau o aquífero freático. Pontua que não se pode negar que cemitérios construídos sem os cuidados adequados no que diz respeito a geologia e hidrologia acabam gerando impactos negativos ao meio ambiente. Esses impactos são classificados como físico primário e secundário.

- Impacto físico primário: Esse acontece quando existe a contaminação das águas. A introdução de microrganismos nos aquíferos freáticos e águas superficiais se tornam a mais preocupante contaminação relacionada a cemitérios.

- Impacto físico secundário: Nesse caso o impacto ocorre quando existe o aparecimento de cheiros ruins vindos do cemitério pela decomposição dos corpos, esses acabam sendo liberados por dificuldades referentes ao sepultamento.

O grande impacto físico da poluição do lençol freático ou solo, acontece devido a propagação de microrganismos que aniquilam a matéria orgânica. A habilidade que o solo tem de reter os contaminantes está sendo superada pela disposição de resíduos que estão em uma quantia cada vez maior e a complexidade da composição dos mesmos, isso acaba que deixando os lençóis freáticos mais vulneráveis, pois usam a camada saturada do solo como uma barreira para possíveis contaminantes, como por exemplo o necrochorume. (ALBERTIN et al., 2013).

De acordo com estudos de Braz et al. (2000) o necrochorume pode ter contato com as águas subterrâneas, mais facilmente em lugares onde há muita precipitação pluviométrica e onde o nível das águas do lençol freático esteja próximo da superfície, isso em um tempo que pode variar de 1 a 4 semanas ou mais.

Francisco et al. (2017) afirmam que, o tempo de liberação do necrochorume varia dependendo das circunstâncias que o corpo foi sepultado; em um contexto adequado, como: solo, umidade, clima, forma como o cadáver foi englobado ao ser enterrado, o necrochorume ao passar um período, vai diminuindo sua toxicidade, e se torna uma substância inofensiva.

Ante tudo o exposto, vemos que são diversas as problemáticas que fazem com que seja de extrema importância que as análises de água próximas aos cemitérios sejam realizadas com frequência, devido os riscos que podem trazer à saúde humana. Principalmente, quando existem cemitérios em centros urbanos, como é o caso dos cemitérios da cidade de Capanema (Pará, Brasil), com destaque para o cemitério São José, que é rodeado de residências e pontos comerciais.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

O estudo foi realizado nos cemitérios “São José” (Fig. 5) e Cemitério Parque Municipal “São Francisco de Assis” (Fig. 6), ambos no município de Capanema, nordeste do estado do Pará (Brasil).

O município de Capanema que está a 160 km da capital Belém pela rodovia (BR 316), está geograficamente localizado com as seguintes coordenadas latitude “01°11’45” S e a uma longitude “47°10’51” W, estando a uma altitude de 32 metros, com população estimada de 69.027 habitantes.

O cemitério “São José” (Fig. 7) está localizado na avenida João Paulo II, bairro Dom João VI, e está rodeado de residências e nas proximidades havia a antiga escola E.E.E.F.M. Dom João VI, que atualmente passa por reformas e está desativada. O cemitério é do tipo tradicional e são feitos dois tipos de sepultamentos, o que é realizado diretamente no solo e outra feita em jazigos.

O cemitério parque municipal “São Francisco de Assis” (Fig. 7) fica localizado na br-308, bairro São Pedro e São Paulo, nas proximidades há poucas casas, havendo casas no lado oposto da rodovia. Ao lado do cemitério fica a Universidade Federal do Pará (UFPA) Capanema e próximo dali está a escola E.M.E.I.F. Joaquim Da Costa Melo. O cemitério parque é recoberto por grama, no local há algumas árvores, o único modo de sepultamento é realizado em tumulação, sendo a identificação de cada túmulo feita por lápides.

Figura 5 – a) e b) Cemitério São José (Capanema, Pará, Brasil).



Fonte: A autora

Figura 6 – a) e b) Cemitério parque municipal São Francisco de Assis (Capanema, Pará, Brasil).



Fonte: <https://www.helpmecovid.com>

Figura 7 – Área de estudo com destaque para os cemitérios “São Francisco de Assis” e “São José” da cidade de Capanema e amostras de água de poço artesiano (A1-A13, B1-B3) coletadas neste estudo.



Fonte: Adaptada de Google Earth Pro (2022).

4.2 GEOLOGIA LOCAL

De acordo com Linhares et al. (2018) a geologia do município de Capanema é composta quase que predominantemente pelo espodossolo, com o horizonte B espódico, esse tipo de solo predomina quase em todo território. Segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa esse tipo de solo é constituído por material mineral, onde a classe tem como seu fator fundamental a característica arenosa.

A declividade (topografia) praticamente plana, marcando variações entre 0-20% ondulados, com algumas poucas áreas com declividade moderadamente alta com 24% apenas, tornando a região quase completamente plana. Isso facilita a agricultura local e as atividades de mineração que são algumas das atividades mais rentáveis da região.

4.3 CLIMA

Na cidade de Capanema o período precipitação apresenta céu encoberto; e a época seca é de céu parcialmente encoberto. Ao longo do ano inteiro o clima é quente e opressivo, provocando sensação de abafamento. A temperatura varia de 22 °C à 32 °C e esporadicamente se apresenta inferior a 21 °C ou superior a 34 °C.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho utilizamos duas formas de averiguar a potabilidade da água, a primeira foi através de um questionário socioambiental, contendo perguntas a respeito da água e a segunda através de análises de amostras de água coletadas em locais próximas ao cemitério. As análises de água foram verificadas no âmbito de análises física e análises microbiológicas.

5.1 ANÁLISES DE ÁGUA

Para analisar a qualidade da água coletada neste estudo foi realizado a análise microbiológica, que possibilita qualificar a quantidade de coliformes totais e termotolerantes existentes nas amostras coletadas.

Nas mesmas amostras também foi realizado a análise física que procura saber se o parâmetro turbidez, apresentam compatibilidade com a legislação vigente (Brasil, 2021).

5.1.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

O procedimento de análises microbiológicas é indicado para a definição da quantidade mais provável de microrganismos pela divisão de partes em ordens de tubos abrangendo o meio de cultura diferenciado para o microrganismo alvo (coliformes totais e termotolerantes).

Para essa análise a procedimento aplicado foi especificado por APHA (1999) e foram aplicados três testes variados.

O teste presuntivo para coliformes cada amostragem de água foi coletada é inoculada em uma série de 3 tubos, cada um com 10 ml de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubos de Durham invertido, com volumes: 0,1 ml, 1ml e 10 ml. Os tubos são incubados em uma estufa com temperatura de 37°C, por um período de 24 horas no sentido de selecionar as bactérias gram negativas. A existência de coliformes é demonstrada através da turvação da amostra de água e pela geração de gás (fabricado por meio da fermentação da lactose que existe no meio) nos tubos de Durham.

No teste de veracidade para coliformes totais, são introduzidos os tubos que alcançaram o resultado positivo para a fermentação da lactose, no teste presuntivo, em Caldo Bile Verde Brilhante (CBVB), e seguinte a incubação a 37 °C. O

aparecimento de gás nos tubos de Durham do caldo verde brilhante indica a fermentação de lactose existente no meio. Enfim, é feito o teste de comprovação para coliformes termotolerantes. Tubos positivos para caldo bile verde brilhante são conduzidos para tubos que contêm caldo com *Escherichia coli* (E.C.), com a ajuda da alça de Drigalski são colocados em banho-Maria de 44,5 a 45°C por um período de 24 horas. O resultado positivo do teste é constatado pela geração de gás na parte interior dos tubos de Durham (PÓVOAS et al., 2020).

Após as análises das amostras foram avaliadas e classificadas como potáveis e não potáveis de acordo com o padrão de potabilidade segundo a portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021).

5.1.2 ANÁLISES FÍSICA DA ÁGUA

Entre os parâmetros mais importantes, foi destacado para esta pesquisa a turbidez cujo o Valor Máximo Permitido (VMP) é de 5 uT (BRASIL, 2021). O método utilizado para sua determinação foi o nefelométrico SMEWW, 23ª Ed. 2130 B.

5.2 QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL

O questionário socioambiental foi realizado com perguntas abertas e direcionado a moradores, trabalhadores e estudantes das redondezas dos cemitérios estudados. Ao total foram 16 pessoas entrevistadas

A finalidade de aplicar o questionário foi saber qual uso da água que vinha daquela subsuperfície, a potabilidade e seu consumo, cheiro, sabor, assim como, sobre possíveis reações (infecções, doenças, etc.) e sintomas (vômito, diarreia, febre, dores abdominais, dores de cabeça, enjoos, perda de peso, problemas renais, etc.) que poderiam vir a ter devido ao uso da mesma.

5.3 Coletas de amostras de água de poços artesianos

Para a coleta de amostras de água foram considerados 16 poços rasos. A primeira coleta foi realizada dia 23 de maio de 2021 (período chuvoso).

No momento da coleta as torneiras eram higienizadas com álcool 70% e deixadas abertas derramando água por um período de 3 a 5 minutos, para que qualquer elemento que pudesse interferir nas análises fosse expelido. Posteriormente as amostras foram coletadas em duplicatas em “bags” estéreis identificadas com capacidade de 100 ml (Fig. 6).

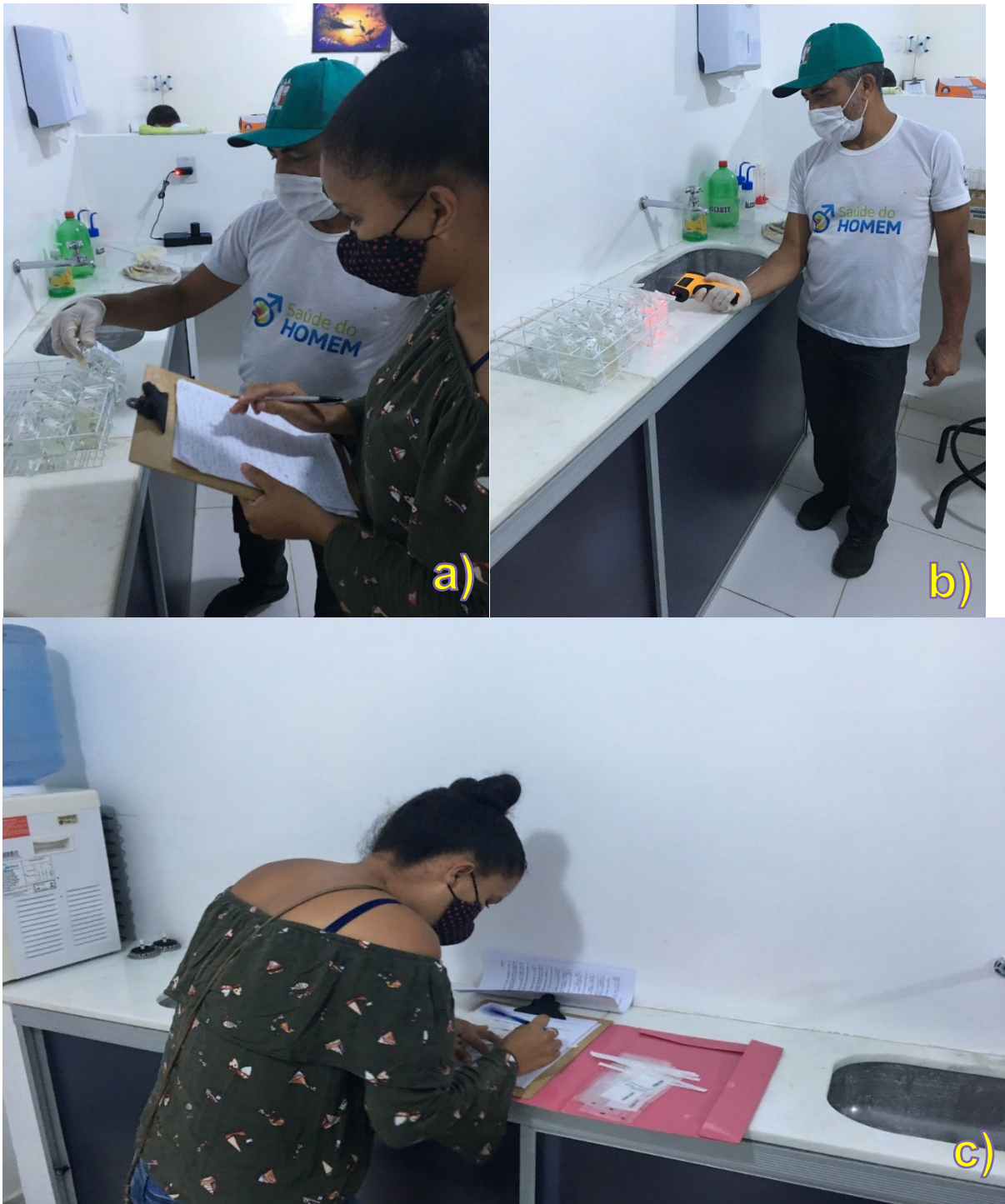
Figura 8 - a,b e c: Coleta e armazenamento das amostras de água dos poços artesianos.



Fonte: A autora

Em seguida, as amostras eram diretamente armazenadas em uma caixa de isopor com bolsas térmicas de gelo químico e ficavam armazenadas naquele local até o momento das análises no Laboratório De Provas Básicas – 4º CRS – Capanema.

Figura 9 – a,b e c: Contagem, organização e verificação no laboratório das amostras de água coletada.



Fonte: Autora

Ao chegar no laboratório todas as amostras foram contabilizadas e organizadas por ordem crescente da primeira até a última coleta, logo após foi realizada a medição de temperatura e todos os dados anotados foram conferidos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

O 75% das amostras examinadas não estão de acordo com a legislação vigente, pois, em 100 ml de água podemos observar coliformes totais e Escherichia coli, conseqüentemente, estão impróprias para o consumo humano quando se refere à análise microbiológica. Os resultados estão expressos na tabela a seguir.

Tabela 1: Resultado da análise microbiológica da água (cemitério são Francisco de Assis)

Ponto de coleta	Forma de abastecimento	Tradada (T) Não tradada (NT)	Coliformes Totais	Escherichia Coli
A1	SAI	NT	Presente	Ausente
A2	SAA	NT	Presente	Ausente
A3	SAI	NT	Presente	Ausente
A4	SAI	NT	Ausente	Ausente
A5	SAI	NT	Presente	Ausente
A6	SAI	NT	Ausente	Ausente
A7	SAI	NT	Presente	Ausente
A8	SAI	NT	Ausente	Ausente
A9	SAI	NT	Presente	Ausente
A10	SAI	NT	Ausente	Ausente
A11	SAI	NT	Presente	Ausente
A12	SAI	NT	Ausente	Ausente
A13	SAI	NT	Ausente	Ausente

Tabela 2: Resultado da análise microbiológica da água (cemitério são José)

Ponto de coleta	Forma de abastecimento	Tradada (T) Não tradada (NT)	Coliformes Totais	Escherichia Coli
B1	SAC	NT	Presente	Presente
B2	SAI	NT	Presente	Ausente

B3	SAC	NT	Presente	Presente
----	-----	----	----------	----------

Os resultados expressos nas tabelas (Tabelas 1 e 2) demonstram que a água utilizada por moradores da cidade de Capanema era inapropriada para o consumo humano. Aproximadamente 62,50% das amostras apresentaram coliformes totais, enquanto que apenas 37,50% não apresentaram. Esse resultado indica a presença de bactérias, o que pode estar causando as reações nos moradores, como: febre, dores abdominais, doença renal, entre outros, já citados anteriormente.

Os resultados para *Escherichia coli*, apresentaram ausência em 87,50% das amostras coletadas, enquanto que 12,50% mostraram um resultado positivo para presença de bactérias. Esse resultado faz associação as doenças geralmente relatadas nas pesquisas.

Aproximadamente 12,50% dos locais em que foram coletadas as amostras de água estão contaminadas por coliformes totais e *Escherichia coli*, pontuando que a água não deve ser consumida.

Na Escola Municipal de Ensino Infantil e Fundamental Joaquim Costa de Melo e na Universidade Federal do Pará – UFPA, ambas as amostras de água estão contaminadas com coliformes totais e *Escherichia coli*.

Brasil (2019) relatou que no cemitério São José em Capanema – PA, as análises realizadas apresentaram positivo para presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. E esse resultado é provável ser por consequência de corpos recém enterrados ou problemas na construção dos poços, como por exemplo, ser construídos próximos a fossas sépticas.

Um estudo realizado no por Gonçalves e Oliva (2019) cemitério municipal de Mocajuba (Pará, Brasil), foram encontradas bactérias existentes na água coletada e essa água é de uso dos moradores, esse resultado mostra que a água provavelmente teve interação com matéria orgânica em decomposição. E assim como o presente estudo, a água analisada mostrou bactérias presentes.

Santos et al. (2015) realizou um estudo no Cemitério Público do município de Queimadas – PB, e concluiu que a decomposição dos corpos engloba vários tipos de bactérias, onde a ação trófica envolve a produção de diferentes tipos de gases e substâncias tóxicas, ocasionando diversos tipos de contaminações, inclusive a contaminação da água.

Em um estudo realizado em amostras de água de poços artesianos próximos ao cemitério municipal de Marituba (Pará) (SILVA; DA SILVA; NEVES, 2015), os resultados reportaram presença de coliformes totais nas amostras de água, mostrando que estas águas dos poços artesianos devido à proximidade aos cemitérios podem estar sendo afetadas pelo necrochorume ou por algum outro fator que esteja colocando a saúde da população em risco.

6.2 ANÁLISE FÍSICA DA ÁGUA

A análise da turbidez em amostras de poços artesianos é apresentada nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Resultado da análise física da água (cemitério São Francisco de Assis).

Ponto de coleta	Forma de abastecimento	Tradada (T) Não tradada (NT)	Turbidez VMP ≤ 5 uT
A1	SAI	NT	0,51
A2	SAA	NT	8.27
A3	SAI	NT	0,10
A4	SAI	NT	0,29
A5	SAI	NT	0, 10
A6	SAI	NT	0,67
A7	SAI	NT	0,82
A8	SAI	NT	0,10
A9	SAI	NT	0,10
A10	SAI	NT	0,10
A11	SAI	NT	0,81
A12	SAI	NT	0,10
A13	SAI	NT	0,74

Tabela 4: Resultado da análise física da água (cemitério São José).

Ponto de coleta	Forma de abastecimento	Tradada (T)	Turbidez
		Não tradada (NT)	VMP ≤ 5 uT
B1	SAC	NT	1,49
B2	SAI	NT	0,61
B3	SAC	NT	0,10

No geral, nas análises físicas da água os resultados apontados foram positivos, um total de 93,75% estão de acordo com a legislação. Apenas 6,25% dos resultados demonstraram estar bem acima do permitido pela legislação.

Silva et al (2008) mostrou em seu trabalho que, a turbidez afeta diretamente as algas e a vegetação que está dentro da água, impedindo com que realizem fotossíntese.

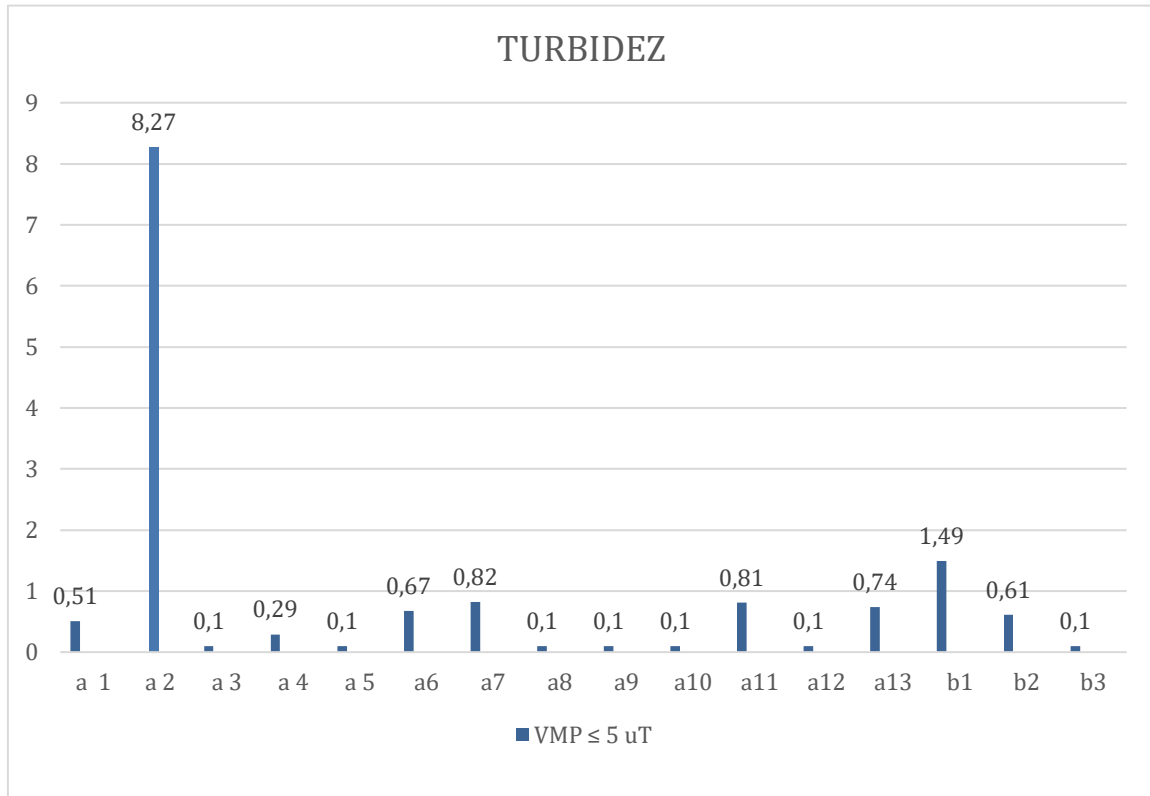
Castro et al (2017) realizou um estudo no cemitério Parque das Palmeiras na cidade de Marituba (Pará) em que os resultados das análises dos parâmetros físico químicos e microbiológicos estavam dentro dos padrões, no entrando, foi constatada a contaminação que pode ter vindo de esgotos que ficavam próximos aos poços.

Um trabalho realizado próximo aos cemitérios São José e São Francisco na cidade de Castanhal (Pará), mostrou em seus resultados que os parâmetros analisados apresentaram valores satisfatórios. Os parâmetros analisados foram: ferro total, dureza total, coliformes fecais e totais, nitrato, cloreto, alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, condutividade, turbidez, cor, potencial hidrogênionico, temperatura, pH, cloreto, nitrato, nitrito. Foi concluído que as águas não estão sendo contaminadas pela presença de necrochorume, dessa forma o aproveitamento das águas subterrâneas dos cemitérios não está oferecendo riscos à saúde pública (DA SILVA et al. 2016).

Silva et al. (2014) em seus estudos na Represa Billings em São Paulo, aponta que, no Brasil existem 10 milhões de pessoas que não possuem o tratamento adequado de água e esgoto, e que a universalização de uma cobertura sanitária correta iria contribuir para a melhora da qualidade de água.

O Gráfico 2 mostra o resultado da turbidez, onde o VMP é de ≤ 5 uT, e a amostra A2 deu um resultado bem a cima do esperado.

Gráfico 2. Resultado da turbidez para os cemitérios São Francisco de Assis (a1 até a13) e São José (b1 à b3).



Fonte: A autora

O Gráfico 2 aponta que a amostra a2 foi a única que excedeu o limite máximo permitido que é de ≤ 5 uT, e a amostra apresentou resultado de 8,27.

Brasil (2019) estudou o impacto do cemitério São José em Capanema – PA na qualidade da água dos poços artesianos próximos ao cemitério e identificou um poço com turbidez bem acima do permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021), sendo seu valor de 8,00 uT e dentre as amostras coletadas esse poço era o mais próximo ao cemitério.

Em Salvador (BA) as análises feitas no cemitério campo santo, mostraram que 12,5% dos resultados de turbidez estavam acima do permitido pela legislação vigente com as coletas sendo realizadas no período chuvoso (DOS SANTOS; MORAES; NASCIMENTO, 2015).

6.3 QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL

A aplicação de questionário foi realizada nos mesmos 16 pontos considerados para a análise de água, entre residências, pontos comerciais e instituições de ensino.

No gráfico 3 é apresentada a percepção das pessoas que moram próximo ao Cemitério “São José”, em relação à potabilidade da água. Aproximadamente 92,30% dos entrevistados afirmaram nunca terem pensado na potabilidade da água que consumiam, enquanto apenas 7,70% dos entrevistados manifestaram preocupação com a água que consomem. Já no caso dos entrevistados que moram próximo do cemitério “São Francisco de Assis” a totalidade (100%) nunca pensou na potabilidade da água que consumiam.

Gráfico 3. Percepção das pessoas em relação à potabilidade da água (cemitério São José).

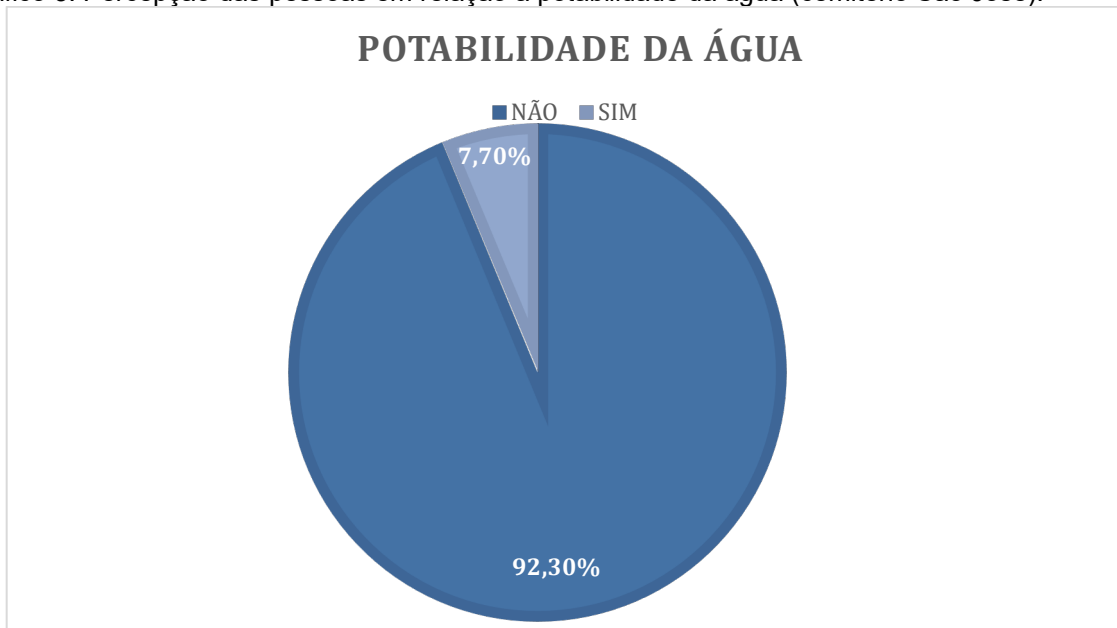
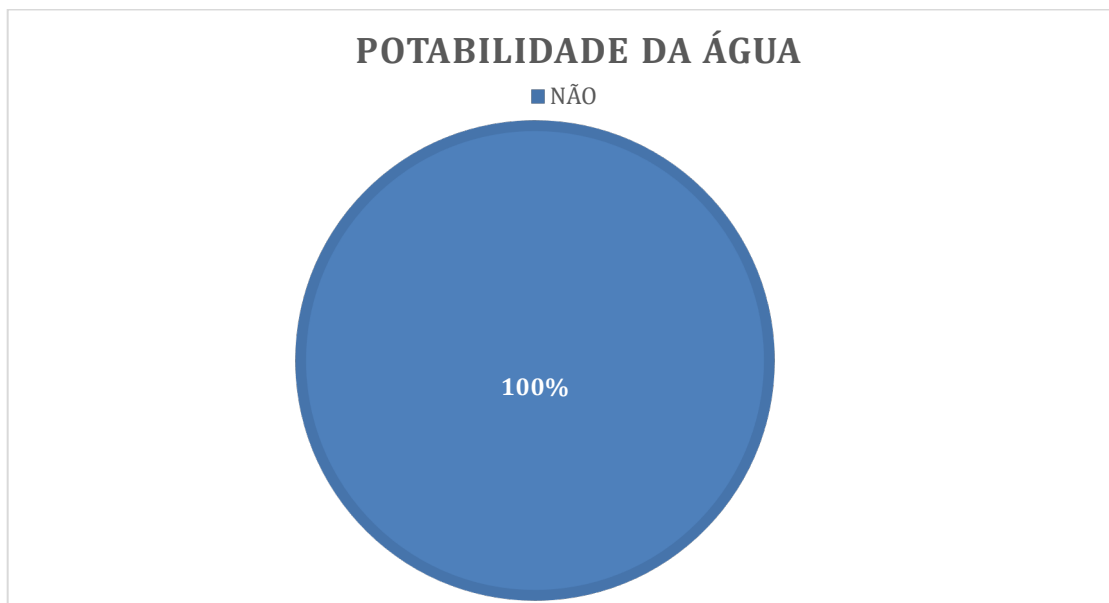
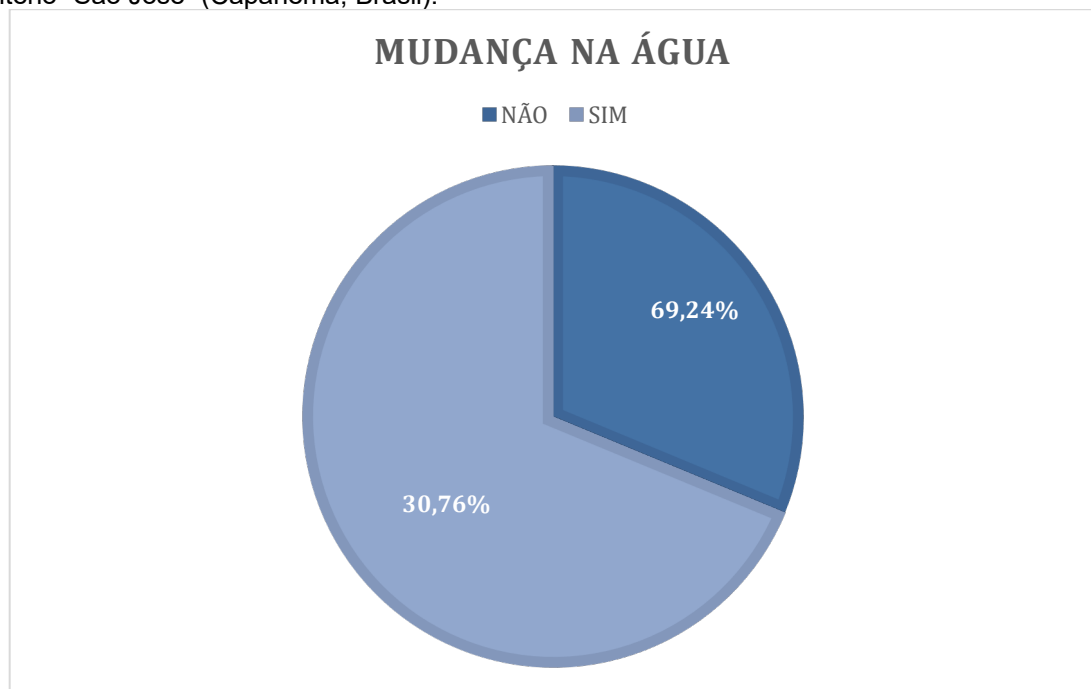


Gráfico 4. Percepção das pessoas em relação à potabilidade da água (cemitério São Francisco de Assis).



Os entrevistados próximos ao cemitério “São José”, quando questionados sobre se durante o consumo da água eles perceberam alguma mudança na água seja de cor, odor ou sabor, 69,24% dos entrevistados relataram nunca ter notado qualquer alteração, enquanto 30,76% disseram já ter enfrentado algum tipo de problema com a água (Gráfico 5). Entre os problemas relatados estão: água amarelada e com gosto ruim, sempre com a aparência de suja, barrenta.

Gráfico 5. Percepção de mudança no consumo da água: odor, sabor e cor dos moradores próximos ao cemitério “São José” (Capanema, Brasil).

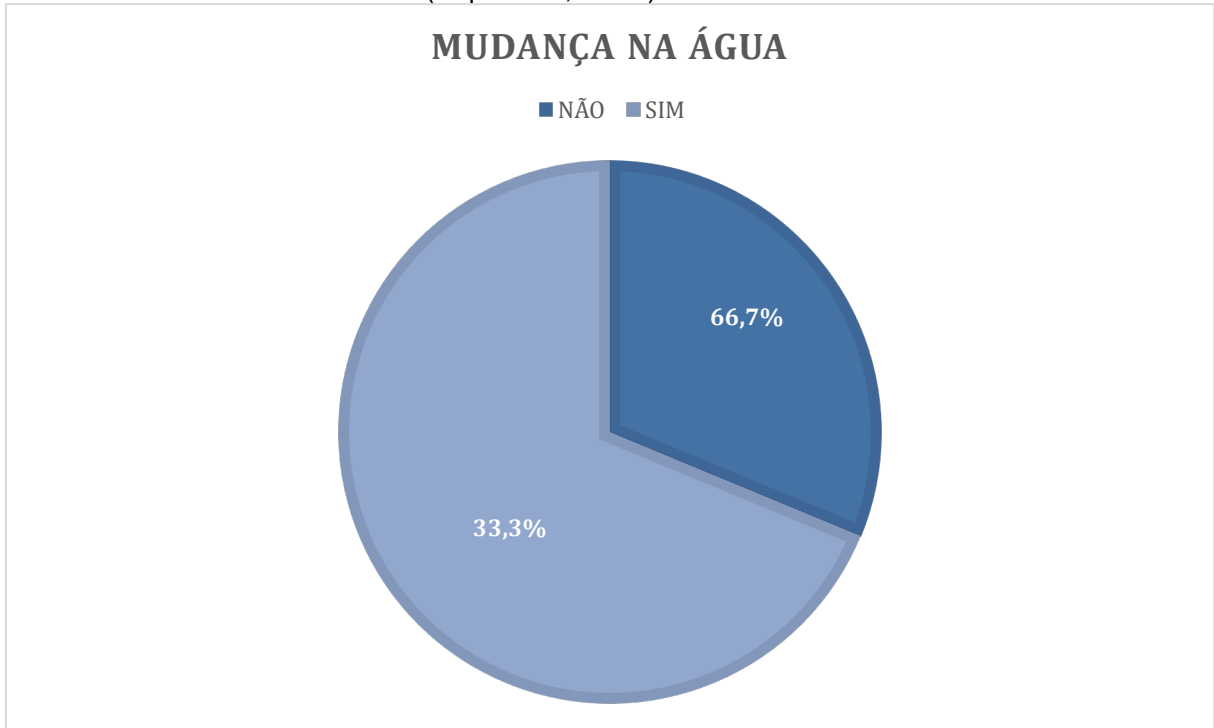


A moradora do ponto de coleta A10, informou que a uns 5 anos atrás a água tinha uma coloração avermelhada, e que apresentou uma leve melhora a 2 anos atrás, porém, algumas vezes ainda chega na casa dela com a cor amarelada.

Outro moradora que fez graves reclamações foi a do ponto de coleta A13, no relato ela afirmou que a água chega a sua residência com odor de óleo, no mesmo instante ela ligou sua torneira e podemos comprovar o que ela havia falado, o cheiro de óleo na água era realmente muito forte. Este ponto de coleta fica próximo à antiga COBEL, que era uma grande distribuidora de bebidas da região com a existência nesse ponto comercial de tanques de combustível para abastecimento dos seus caminhões. A suspeita desta moradora é de que esteja vazando combustível desses tanques que estão a muitos anos desativados.

No caso dos moradores do cemitério “São Francisco de Assis” os registros foram quase próximos: 33,3% relataram já ter se deparado com mudanças na água e 66,7% nunca notaram qualquer tipo de alteração na água que consumiam.

Gráfico 6. Percepção de mudança no consumo da água: odor, sabor e cor dos moradores próximos ao cemitério “São Francisco de Assis” (Capanema, Brasil).



Em relação aos principais sintomas de doenças que mais afetam as famílias, podemos destacar: dores de cabeça frequentemente, dores abdominais, febre, sempre seguido de dores estomacais; entre as entrevistas também foi declarado o desenvolvimento de problemas renais.

No ponto de coleta B2 a moradora argumentou que sua filha sente dores estomacais quase diariamente e os exames de rotina sempre surgem alterações.

A seguir os gráficos 7 e gráfico 8, apresentam as porcentagens dos principais sintomas de doenças relatadas pelos entrevistados nos cemitérios “São José” e “São Francisco de Assis” da cidade de Capanema (Pará, Brasil).

Gráfico 7. Principais sintomas de doenças relatados pelos entrevistados que moram próximos ao cemitério “São José” (Capanema, Brasil).

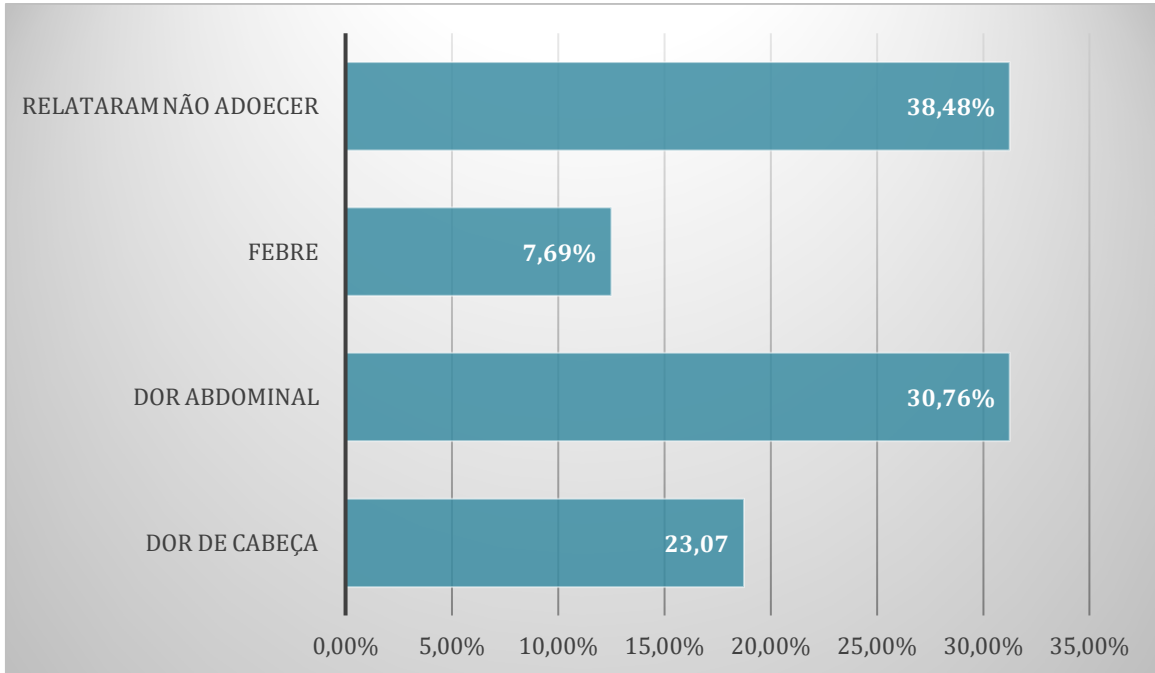
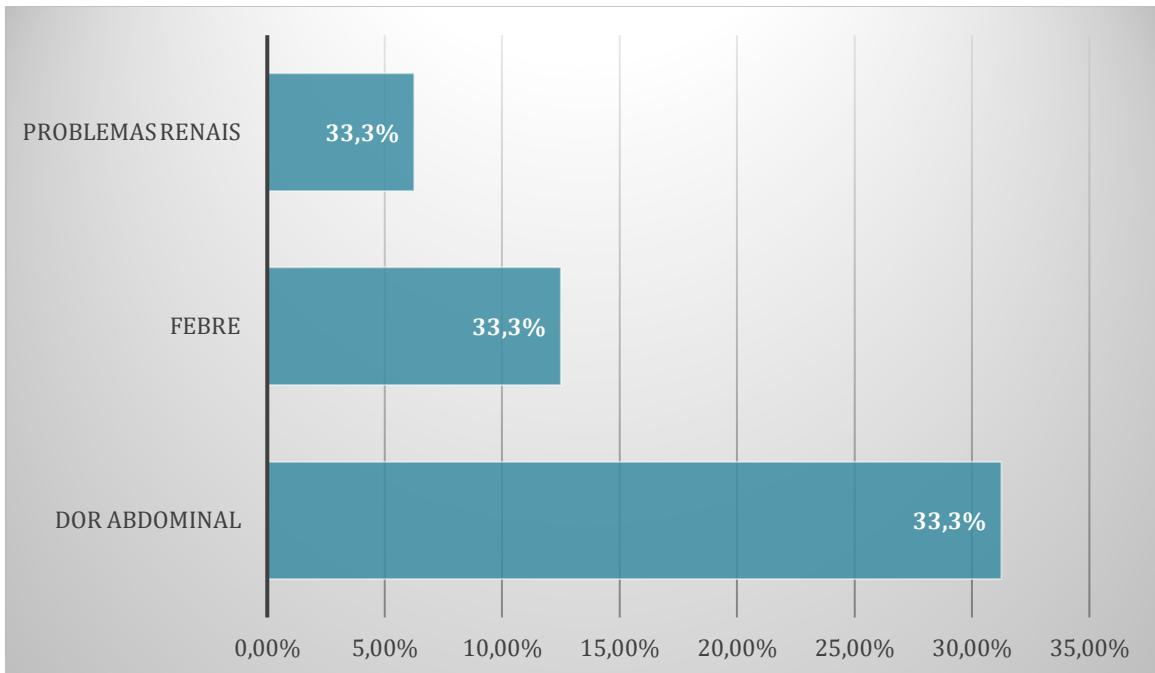


Gráfico 8. Principais sintomas de doenças dos entrevistados que moram próximos ao cemitério “São Francisco de Assis” (Capanema, Brasil).



7 CONCLUSÃO

As análises microbiológicas mostraram resultados bem alarmantes nos cemitérios, 62,50% dos locais de coleta apresentaram coliformes totais em suas amostras, em quanto que 12,50% apresentaram *Escherichia coli*. No caso do cemitério “São Francisco de Assis”, as amostras B1 e B3 apontaram positivos para coliformes totais e *Escherichia coli*, indicando uma poluição fecal.

A análise da turbidez mostrou que o 93,75% das amostras coletadas são adequadas com o valor padrão da Portaria GM/MS nº 888/2021, onde o VMP ≤ 5 uT, dessa forma, a água é própria para utilização, após tratamento. O único ponto que mostrou resultado impróprio foi a amostra A2 do cemitério “São José”.

De modo geral, o resultado da análise física da água mostrou ser satisfatório para o parâmetro analisado, porém, vale destacar que embora a análise física seja essencial para a determinação da qualidade da água, ela não é suficiente para um parecer dos impactos da poluição sobre os seres vivos.

Neste estudo também foi verificado que os moradores muito pouco se preocupam com a potabilidade da água que consomem, assim no cemitério “São José” esta porcentagem foi de 7,7% e no outro cemitério ninguém (0 %) manifestou essa preocupação, o que tornasse preocupante esta falta de interesse por parte dos moradores que vivem próximo aos cemitérios.

Da mesma maneira, 30,76% dos entrevistados próximos do cemitério “São José” manifestaram já ter percebido alguma mudança nas características da água, seja de cor, odor ou sabor, e no caso do cemitério “São Francisco de Assis”. 33,3% dos entrevistados tiveram a mesma percepção.

Em geral, os entrevistados relataram a existência de diversos sintomas de doenças que afetam as famílias dos mesmos, como por exemplo: dores de cabeça frequentemente, dores abdominais, febre, sempre seguido de dores estomacais; e até o fato de desenvolvimento de problemas renais.

Portanto, trabalhos na área de investigação da qualidade da água devem se tornar cada vez mais frequentes, pois, o presente estudo preliminar mostrou resultados que comprovam a contaminação existente nas águas subterrâneas dos cemitérios da cidade de Capanema (Pará, Brasil). Isso faz com que se torne necessário que investigações mais aprofundadas continuem sendo feitas nas proximidades dos cemitérios.

Este estudo preliminar servirá como base para medidas mitigativas para soluções problemáticas de saúde pública e do meio ambiente da cidade de Capanema como também auxiliará a população e autoridades municipais na informação e conscientização sobre a potabilidade da água.

Como continuação a este estudo, é necessário a realização de um monitoramento nos cemitérios estudados através de mais análises periódicas de amostras de água nos mesmos pontos já averiguados, considerando outros parâmetros físico-químicos que complementem este estudo preliminar realizado com o intuito de prosseguir investigando se a poluição detectada nos cemitérios estudados continua ou ficou estagnada, em virtude dos resultados de contaminação detectados.

8 RECOMENDAÇÕES

Para evitar a poluição Hino (2015) destaca como solução um produto chamado manta absorvente de necrochorume, que é um material feito de um plástico resistente que contém celulose em sua composição e um pó que ao ter alguma interação com qualquer tipo de líquido se modifica formando um gel.

Essa manta envolve o corpo e em suas bordas apresentam fios de náilon, que serve para ser puxado e transforma essa manta em uma espécie de saco, e através do processo de decomposição, a liberação dos líquidos é absorvida pela celulose e faz com que os fluidos continuem dentro da urna sem haver a contaminação da urna, sepultura e do meio ambiente. Essa técnica já é uma realidade em muitos lugares, como no município de Conchal (SP), onde a prefeitura permite apenas enterros se os cadáveres estiverem armazenados em mantas absorventes de necrochorume. E em caso de famílias carentes a mesma pode ser adquirida gratuitamente.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Ricardo Massulo et al. Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 7, n. 1, p. 112-118, janeiro-abril, 2013.

ALBUQUERQUE, Helder Neves de; CERQUEIRA, Joaci dos Santos; ALBUQUERQUE, Isis Correia Sales de. Impactos ambientais no cemitério público de Queimadas-PB, Brasil. **Revista Espacios**. Pernambuco, Vol. 38, Nº 37, 1-15, 2017.

ALMEIDA, A.M; MACÊDO, J.A.B. **Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume**. SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL, nº1, 2005, Minas Gerais, Instituto Viana Júnior, 04 de junho de 2005. p 1 a 12.

ANA. Agência nacional de água e saneamento básico. **Relatório anual de conjuntura de recurso hídricos do Brasil**. Brasília, DF, 2021.

BACIGALUPO, Rosiane. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. **História, Natureza e Espaço-Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1 a 8, mai. 2012.

BETIATTO, André Carlos; DE SOUZA, Fernanda Xavier; BINI, Maria Celia. A MORTE, A ATIVIDADE CEMITERIAL E O MEIO AMBIENTE. **Revista Gepesvida**, Santa Catarina, v. 1, n. 2, p.121-141, 2015.

BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos et al. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**. Paraná. v. 30, n.5, set./out., 2006

BLUME, Kamila Käfer et al. Water quality assessment of the Sinos River, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, Rio Grande Do Sul, 29 abr. 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/bjb/a/jD6mVb9SWNBbHkJkWG3qT4m/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 02 abr. 2022.

BRASIL, Diana de Maria. **Potabilidade das águas subterrâneas e análise geofísica do entorno do cemitério São José em Capanema-PA**. 2019. 75 f. Trabalho De Conclusão De Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) -

faculdade Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM/MS Nº 888**. Brasília, DF, 2021. 127 p.

BRAZ, Vera Nobre; MENEZES, Lucia Beckmann C.; BERRÊDO, José Francisco. **Contribuição ao Estudo de Águas Contaminadas Por Cemitérios na Cidade de Belém-PA**. Belém: UFPA, 2000. 18 p.

CAMPOS, A.P.S. **Avaliação do potencial de poluição do solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2007.

CARDOSO, A. L. S. P. et al. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descavado. In: 12ª Reunião Anual do Instituto Biológico. N.1, 2001, São Paulo. **Anais Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo. Arquivo do Instituto Biológico, jan./jun., 2001. p.19-22

Castro et al. **Análise das águas subterrâneas em torno do cemitério parque das palmeiras no município de Marituba no ano de 2017**. In: VIII congresso brasileiro de gestão ambiental, 27., 2017, Campo Grande, MS. 2017. p. 1-6.

CELI, Jônia. **Avaliação do potencial de poluição do solo e das águas superficiais decorrentes de atividade cemiterial**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – medianeira.

CIMINELLI, Virgínia ST et al. Recursos minerais, água e biodiversidade. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. [S.l.], v. 8, n. 8, p. 39-45, mai. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Publicada no DOU nº 101, de 28 de maio de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Seção 1, pag. 98-99, 2003.

CUNHA KEMERICH, P. D. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **Revista Monografias Ambientais- REMOA**, Goiânia, GO, v. 13, n. 5, p. 1-9, set. 2014.

DA SILVA, F. L. et al. **IV-101–avaliação da qualidade da água de poços subterrâneos localizados próximos ao cemitério são José e são Francisco–Castanhal-Pará**. Brasília, DF. 2016. 9 p.

DA SILVA, M. A.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Pernambuco. v. 11, n. 1, p. 108-114, set. 2007.

DE OLIVEIRA SILVA, Daryanne Karla; DA SILVA, Eula Clísia Ramos; NEVES, Leonardo Araújo. Análise da qualidade da água subterrânea, no entorno de um cemitério no município de Marituba (PA), BRASIL. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 27, 2015, Brasília, DF. p 1-6.

DELLA CROCCE, Giovana; MENGHINI, Ricardo. Impactos ambientais negativos causados por necrópoles e propostas de mitigação. **Atas de Saúde Ambiental-ASA (ISSN 2357-7614)**, são Paulo, v. 7, n. 1, p. 172-183, dez. 2019.

DOS SANTOS, Aline Gomes da Silva; MORAES, Luiz Roberto Santos; DE MORAIS NASCIMENTO, Sérgio Sérgio Augusto. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do Cemitério do Campo Santo em Salvador/BA. **Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais**. Salvador - BA, v. 3, n. 1, p. 39-60, 2015.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro De Classificação De Solos (SIBCS)**. 5 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356 p.

EMBRAPA. **Parâmetros microbiológicos da água (TSGA)**. Florianópolis, SC. EMBRAPA, 2014. 127 p.

ESTEVES, Cristina Campos. **O regime jurídico das águas minerais na Constituição de 1988**. 2012. 274 p. Tese de Doutorado (Geologia e Recursos Naturais) – Faculdade de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FRANCISCO, Agatha Melo et al. **Tratamento do necrochorume em cemitérios**. Atas de Saúde Ambiental-ASA. São Paulo. v. 5, p. 172-188, 2017.

GOMES, Karina Vieira. **Coliformes termotolerantes, Escherichia Coli, enterococcus sp. e esteróis fecais em duas gamboas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil**. 2013. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Oceanografia). Faculdade Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

GONÇALVES, Lecierlen da Conceição; OLIVA, Pedro Chira. Estudo dos impactos ambientais ocasionados pelo cemitério municipal de Mocajuba (Pará, Brasil). **Braslian Journal Of Development**. Curitiba, v.5, n.9, p.13650-13672, set. 2019

HINO, Tochime Miguel. O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. **Revista Especialize On-line IPOG**. Goiânia. Vol 1, nº 10, P 1-23, dezembro/2015.

JACKSON, Robert B. et al. Water in a changing world. **Ecological applications**. Washington v. 11, n. 4, p. 1027-1045, 2001.

KUMAR, Manoj; PURI, Avinash. A review of permissible limits of drinking water. **Indian journal of occupational and environmental medicine**, indian v. 16, n. 1, p. 40, jan. 2012.

LEITE, Gabriela Alonge Almeida; DO PRADO, Florestan Rodrigo. SINAIS ABIÓTICOS: PUTREFAÇÃO, AUTÓLISE, MACERAÇÃO. **ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA** n. 15, 2019. São Paulo. Toledo. 2019. p 1-21.

LELI, Isabel Terezinha et al. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Boletim de Geografia**. São Paulo, v. 30, n. 1, p. 45-54, abr. 2012.

LINHARES, Carla et al. **Avaliação e Identificação de Áreas de Vulnerabilidade Ambiental do Município Capanema - PA**. In: XVI ENEEAMB & LV FLAES, 2018, Palmas. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2018.

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, Amazonas, v. 22, n. 63, p. 83-96, jul. 2008.

NEIRA, Dérika F. et al. **Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil**. Natureza On Line, Santa Teresa, v. 6, p. 36-41, 2008.

NOGUEIRA, Cláudia de Oliveira Gonçalves; JÚNIOR, José Edimar Vieira Costa; COIMBRA, Luís Antônio Borges. Cemitérios e seus impactos Socioambientais no

Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Minas Gerais; v. 9, n. 11, p.331-344, 2013.

OLIVEIRA, E. S. et al. Pesquisa de coliformes totais e termotolerantes em águas minerais envasadas, comercializadas na cidade do Recife-PE. In: **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão–JEPEX**, 2013, Recife. Resumo... Recife, PE. 2013. UFRPE. p. 9-13.

PACHECO, Alberto. **Cemitério e meio ambiente**. 2000. 102 f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, rio de janeiro, v. 34, n.1, p. 1-11, abr. 2018.

PARRON, Lucilia Maria; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, Claudia Mara. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, Brasília, n.4, 2013. Disponível em: <
http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2022.

PÓVOAS, Lucas Vieira et al. Avaliação físicoquímica e microbiológica da qualidade da água do rio Cachoeira, Bahia, BR. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, ago. 2020. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15473/12738>. Acesso em: 01 dem. 2022.

QUEIROZ, Angela Maria et al. Qualidade da água de bebedouros em escolas públicas de Mossoró/RN. **Revista Biociências**. São Paulo, v. 23, n. 1, p. 46-52, dez. 2017.

RODRIGUES, Fabiana Passos. COMO A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E A PRIVADA LIDAM COM O NECROCHORUME QUANDO ELE SE TORNA UMA QUESTÃO DE SAÚDE PÚBLICA. **Revista Científica UMC**. São Paulo, v. 4, n. 3, p. 1-4, 2019.

SANTOS, Pedro José Aleixo et al. Avaliação de Impactos Ambientais: Estudo de caso no Cemitério Público do município de Queimadas – PB. **Revista Monografias Ambientais**. Campina Grande, PB, v. 14, n. 3, p. 10-17, dez. 2015.

SILVA, Ana Elisa Pereira et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta amazônica**. Amazonas, v. 38, p. 733-742, set 2008.

Silva et al. **Compartmentalization and water quality: Billings reservoir case**. Campinas, SP. *Bioikos*, 2014. p 31-43.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**. São Paulo. v. 22, p. 7-16, 2008.

VAL, Adalberto Luís et al. Water quality in Brazil. *Water Quality in the Americas*. São Paulo, v. 103, p. 104-626, mar. 2019.

ZINI, L.; GUTTERRES, M. Chemical contaminants in Brazilian drinking water: a systematic review. **Journal of Water and Health**, Porto Alegre, jun. 2021. Disponível em: <<https://iwaponline.com/jwh/article/19/3/351/81463/Chemical-contaminants-in-Brazilian-drinking-water>>. Acesso em: 31/03/2022.



APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL

QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL

Nome: _____

Idade: _____ Local: _____ Nº _____ Sexo: M () F () Cemitério: () Novo () Velho

1. Quanto tempo reside próximo ao cemitério?
2. De onde é feito o fornecimento de água da casa?
 COSANPA Outros, _____ Poço artesiano, Qual a profundidade? _____
 Fica próximo a fossa? Não Sim, quantos metros aproximadamente? _____
3. Alguma vez você já se questionou sobre a potabilidade da água que você usa? Não Sim
4. Para que é utilizada a água que você consome?
 Cozinhar Beber Higiene pessoal Afazeres domésticos Outros
5. Em algum momento notou diferença na água utilizada? Não Sim, o que?
6. Já teve alguma doença estomacal ou produzida por bactérias/protozoários por consumir essa água?
 Não Sim, qual ?
7. Quais os principais sintomas de doenças mais afetam os componentes da família?
 Vômito Diarreia Febre Dores abdominais Dores de cabeça Enjoo Fraqueza Perda de peso problemas renais.
8. Com que frequência (meses) alguém da família fica doente? _____ Motivo conhecido? _____
9. Devido à proximidade com o cemitério, o que mais lhe incomoda?
10. Se tivesse a oportunidade, gostaria de se mudar para outro lugar? Sim Não
11. Nos últimos 5 anos, já teve alguma ação municipal para os cuidados com o consumo de água e potabilidade da mesma? Sim Não
12. Você se sente seguro utilizando a água nesse local? Não Sim
13. Já ouviu falar em necrochorume? Não Sim, Você acha que isso tem impacto em sua vida? Não Sim

14. Estaria disposto a colaborar com uma futura e breve coleta de água da sua residência para o estudo de possíveis contaminações? () Não () Sim

15. Você tem interesse em saber do resultado? () Não () Sim

Anotações: