



VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NUMA ZONA OCUPADA POR CEMITÉRIO BAIRRO FÁTIMA CACHIUNGO – HUAMBO

VULNERABILITY TO GROUNDWATER CONTAMINATION IN AN AREA OCCUPIED BY A CEMETERY FÁTIMA NEIGHBORHOOD CACHIUNGO – HUAMBO

Inácio Bernardo Walima^{1*}; Francisco Bolototo Sawendo²

^{1,2} Instituto Superior Politécnico do Bié. Bié-Angola. * E-mail: inaciowalima@gmail.com

RESUMO

Os recursos hídricos subterrâneos são uma importante reserva de água, sendo necessários seu monitoramento e proteção constante. Este artigo tem como objetivo. Identificar os principais factores que influenciam na vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas numa zona ocupada por cemitério: Bairro Fátima Cachiungo-Huambo. Nesta Investigação foram feitas algumas análises químicas, físicas e Microbiológicas da qualidade de água onde os resultados das amostras, apresentam valores abaixo do intervalo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelo Decreto nº 261/11, Lei das águas. Os resultados dos poços três (3), quatro (4), cinco (5), seis (6), sete (7), oito (8), nove (9) e dez (10) mostram padrões semelhantes em termos de Ph, Temperatura e presença de coliformes totais. No entanto, variações na turbidez são observadas, o que pode indicar diferentes níveis de contaminação ou influências ambientais em cada local. Além disso, foi empregado o método GOD para avaliar a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas na área em estudo.

ABSTRACT

Underground water resources are an important water reserve and constant monitoring and protection are required. This article aims to identify the main factors influencing the vulnerability to groundwater contamination in a cemetery-occupied area: Fatima Cachiungo-Huambo. In this Research some chemical, physical and microbiological analysis of the water quality were carried out where the results of the samples are below the range recommended by the World Health Organization (WHO) and Decree No 261/11, Water Law. The results of wells three (3), four (4), five (5), six (6), seven (7), eight (8), nine (9) and ten (10) show similar patterns in terms of Ph, Temperature and presence of total coliforms. However, variations in turbidity are observed, which may indicate different levels of contamination or environmental influences at each site. In addition, the GOD method was used to assess the vulnerability to groundwater contamination in the test area.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Vulnerabilidade a Contaminação, Poços, Cemitério, Método GOD.

Keywords: Water Resources; Vulnerability to Contamination, Well, Cemetery, GOD Method.

Introdução

A vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas refere-se à suscetibilidade dessas águas à poluição por substâncias nocivas. Ela é determinada pela combinação de factores geológicos, hidrogeológicos e antropogénicos que influenciam a facilidade com que os contaminantes podem penetrar e afetar a qualidade da água subterrânea (Falheiros, Carneiro, Neto, & Cardoso, 2019).

A Contaminação das Águas Subterrâneas é a degradação da sua qualidade natural como resultado da actividade humana. Todas as actividades que se desenvolvem no território são potencialmente contaminantes. Uma água é considerada poluída quando recebe substâncias ou propriedades estranhas e contaminada quando não é mais potável ou adequada para seu uso original. (Filho, 2018)

Necrochorume (liquane ou putrilagem) é o termo aplicado a substância análoga ao chorume. É um líquido viscoso, de cor acinzentada a acastanhada, sabor azedo, cheiro acre e fétido, polimerizável (tendência a endurecer), constituído de água, rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, incluindo duas diaminas, que são muito tóxicas, a cadaverina e a putrescina também conhecidas como alcaloides cadavéricos, além de vírus e bactérias. (Da Silva, 2012)

Método GOD avalia a vulnerabilidade do aquífero, utilizando três parâmetros: o tipo de aquífero (G), a litologia e o grau de consolidação da zona vadosa ou camadas confinantes (O) e a profundidade da água no aquífero (D). A cada um destes parâmetros é atribuído um valor que varia de 0 a 1, e o nível de vulnerabilidade é obtido através do produto desses valores. (Cutrim & Campos, 2010)

Vários autores, são unânimes em afirmar o risco que os cemitérios podem trazer, quando estão localizados próximo das fontes de águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano, com o presente artigo tem como objectivo identificar os principais factores que influenciam na vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas numa zona ocupada por cemitério: Bairro Fátima Cachiungo-Huambo, tendo como suporte a utilização do método GOD para a determinação do grau de vulnerabilidade a contaminação das águas subterrâneas da zona em estudo.



A principal contribuição deste artigo é apresentar as principais evidências relacionadas com a qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano e o seu grau de vulnerabilidade a contaminação.

Revisão da Literatura

A água subterrânea é um recurso muito importante para o fornecimento de água, tanto para o meio urbano como para o meio rural. Dessa forma, preservar a qualidade destas águas é essencial para a população bem como para o meio ambiente.

A água existente na terra integra o ciclo hidrológico, onde permanece em constante movimento, variando apenas em sua forma, seja como chuva, neve ou gelo. Este ciclo envolve uma troca contínua entre o oceano e atmosfera. A água subterrânea desempenha um papel crucial nesse ciclo, uma vez que parte da água da chuva que cai infiltra no solo, contribuindo para a manutenção da humidade do solo e dos fluxos dos rios, lagos, mangues e pântanos. (Marcon, 2020)

A contaminação de mananciais de água foi estudada e constatada na história por pessoas que ingeriam água de fontes próximas a locais de enterro como Igrejas e cemitérios. A contaminação ocorre pelo necrochorume, líquido liberado na decomposição do corpo por microrganismos como vírus e bactérias. (Carneiro, 2008)

A avaliação da qualidade da água subterrânea, particularmente a proveniente de poços, exige a consideração de diferentes categorias de parâmetros que refletem as condições físico-químicas, microbiológicas e ambientais do aquífero. De acordo com as diretrizes da Organização Mundial da Saúde, estes parâmetros são agrupados em categorias essenciais que orientam o diagnóstico da potabilidade e da segurança sanitária da água.

Os parâmetros físicos incluem temperatura, cor, turbidez, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, os quais indicam alterações naturais ou influências antrópicas no sistema hídrico. Os parâmetros químicos inorgânicos abrangem variáveis como pH, alcalinidade, dureza, sais dissolvidos e metais potencialmente tóxicos (por exemplo, ferro, manganês, chumbo, cádmio e arsénio). Estes indicadores são fundamentais para determinar a adequação da água ao consumo humano, especialmente em regiões vulneráveis à contaminação por atividades agrícolas ou industriais.

No que se refere aos parâmetros químicos orgânicos, destaca-se a necessidade de monitorizar compostos como pesticidas, hidrocarbonetos, detergentes e solventes, dado que a sua presença

está frequentemente associada a práticas agrícolas intensivas e fontes de poluição difusa. Os parâmetros microbiológicos, por sua vez, representam a categoria mais crítica para a saúde pública, incluindo a detecção de *Escherichia coli*, coliformes totais e enterococos, que servem como indicadores de contaminação fecal recente.

A análise de parâmetros hidrogeológicos tais como o tipo de aquífero, profundidade do poço, proximidade a potenciais fontes de poluição e características litológicas complementa a interpretação dos resultados, permitindo compreender a vulnerabilidade do sistema aquífero à infiltração de contaminantes. Em situações específicas, recomenda-se ainda a avaliação de parâmetros radiológicos, como a atividade alfa e beta total, particularmente em regiões com formações geológicas ricas em urânio ou radônio.

De forma integrada, estas categorias de análise permitiram um diagnóstico abrangente da qualidade da água de poços, fornecendo subsídios científicos para a definição de estratégias de gestão, mitigação de riscos e proteção dos recursos hídricos subterrâneos (OMS-Organização Mundial da Saúde, 2022)

De acordo com Carvalho (2019), logo após a morte, os corpos entram em processo de decomposição, passando por diversas fases de destruição dos tecidos provocada por bactérias e enzimas. Esse processo resulta na transformação dos tecidos em gases, líquidos e sais. Ao longo da decomposição, é liberado um líquido conhecido como produto da coliquação, popularmente chamado de necrochorume.

Dentro dessas substâncias orgânicas, estão a cadaverina e a putrescina, ambas nocivas à saúde e solúveis em água, sendo identificadas como as principais responsáveis pela contaminação do lençol freático. Quando as águas superficiais e subterrâneas entram em contato com os cadáveres, transportam o necrochorume para os aquíferos, contaminando o ambiente. (de Sousa Cunha, et al., 2008).

O Método GOD é uma das técnicas mais utilizadas para avaliar a vulnerabilidade intrínseca de aquíferos e, conseqüentemente, a vulnerabilidade da água captada em poços. O método foi proposto por (Foster, 1987) e baseia-se em três componentes hidrogeológicos principais:

G – *Groundwater Occurrence* (Tipo de ocorrência da água subterrânea)

O – *Overall Lithology of the Aquifer* (Litologia global do aquífero)

D – *Depth to Water Table* (Profundidade até o nível freático)



O bom desempenho do método GOD, associado ao baixo custo e tempo de determinação dos seus três parâmetros justificam sua aplicação, tanto em estudos regionais em áreas de cultivo agrícola intensivo, quanto em estudos de detalhe.

Cada componente recebe um valor entre 0 e 1, e o grau final de vulnerabilidade resulta do produto simples desses três índices:

Componentes do Método GOD

G — Tipo de ocorrência da água subterrânea, refere-se ao grau de confinamento do aquífero.

Valores típicos: 0,0–0,1 → Aquífero confinado; 0,2–0,4 → Semi-confinados; 0,7–1,0 → Aquífero livre. Quanto mais livre o aquífero, maior a vulnerabilidade.

O — Litologia do aquífero, avalia o material geológico predominante e sua capacidade de atenuar contaminantes, 0,0–0,2 → Rocha cristalina fraturada (alta proteção); 0,3–0,5 → Arenitos e siltitos; 0,6–1,0 → Sedimentos arenosos, cascalhos (baixa proteção). Quanto mais permeável e menos argiloso o material, maior a vulnerabilidade.

D — Profundidade até o nível freático, estima a espessura da zona não saturada acima da água. Faixas comuns: 0,9–1,0 → Nível freático raso (< 5 m); 0,5–0,7 → Profundidade moderada (5–20 m); 0,1–0,3 → Nível profundo (> 30 m). Quanto mais superficial o lençol, maior a probabilidade de contaminação.

Cálculo Final da Vulnerabilidade

Após atribuir os valores G, O e D, calcula-se:

O resultado varia entre 0 e 1, e a classificação é geralmente:

Valor GOD: Grau de Vulnerabilidade, 0,00 – 0,10 Muito baixa; 0,10 – 0,30 Baixa; 0,30 – 0,50 Moderada; 0,50 – 0,70 Alta; 0,70 – 1,00 Muito alta. (Foster, Hirata, Paris, D'Elia, & Gomes, 2002)

Sua aplicação é especialmente importante em áreas urbanas, em que grande parte do abastecimento é feito por água subterrânea com risco efetivo de contaminação, cenários que necessitam do conhecimento da vulnerabilidade de aquífero para proposição de medidas preventivas e corretivas apropriadas (Cutrim & Campos, 2010).

Vantagens do Método GOD

- Simplicidade de aplicação
- Poucos dados necessários

- Adequado para regiões com limitada disponibilidade de informação hidrogeológica
- Aplicável a estudos preliminares de proteção de água subterrânea.

Material e Métodos ou Metodologia

Quanto à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois o seu objetivo foi exatamente obter conhecimentos para aplicação prática, no sentido de solucionar o problema específico do Bairro Fátima, município de Cachiungo.

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa adotada é bibliográfica, foi desenvolvida com base material já publicado e elaborado, baseando-se principalmente em livros e artigos científicos para o levantamento dos aspectos teóricos relacionados a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas em zonas ocupadas por cemitérios no bairro Fátima, Município do Cachiungo, Província do Huambo.

No que diz respeito a metodologia, utilizou-se métodos teóricos, empíricos e estatísticos-matemáticos. A população em estudo é de 75 poços localizados no bairro, e a amostra foi de forma não probabilística do tipo intencional com 10 poços localizados nas proximidades da zona objecto de estudo.

A coleta de dados de profundidade da água foi realizada, no dia 06 de janeiro de 2024, período caracterizado por maiores quedas pluviométricas, realizada seguindo procedimentos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela diretiva da comunidade Europeia e técnicas apropriadas, na coleta e análise, para cada tipo de método analítico e com critérios exigentes de assepsia. As amostras foram coletadas de acordo com o tipo de poço, de acordo com a existência ou não de bomba, em bolsas para água bruta e vasilhames de água mineralizada e transparentes com 500ml.

Materiais Utilizados na Recolha das Amostras

A recolha das amostras exigiu o uso de materiais específicos que garantissem a integridade, a rastreabilidade e a validade dos dados obtidos. A função de cada material utilizado é descrita a seguir.

1. **Câmara fotográfica.** Utilizada para documentar visualmente os pontos de amostragem, registando as condições ambientais, características estruturais dos poços e possíveis fontes de contaminação. As fotografias servem como evidência complementar na interpretação e na validação dos resultados.



2. **Caderno de campo.** Empregado para o registo sistemático das informações obtidas durante o trabalho de campo, tais como data, hora, coordenadas geográficas, condições ambientais, profundidade dos poços e observações operacionais relevantes. Constituiu o principal documento de rastreabilidade da atividade de amostragem.

3. **Luvas cirúrgicas.** Utilizadas como equipamento de proteção individual, prevenindo a contaminação das amostras por contacto direto com as mãos e garantindo segurança microbiológica durante o manuseio da água bruta e dos frascos de coleta.

4. **Colete refletor.** Equipamento destinado à segurança da equipa de campo, aumentando a visibilidade dos pesquisadores em áreas abertas, vias com circulação de veículos ou zonas com risco operacional.

5. **Frascos plásticos de 500 ml.** Utilizados para armazenar as amostras de água coletadas. O volume de 500 ml permitiu a realização de análises físico-químicas e microbiológicas. Os frascos foram previamente higienizados ou esterilizados para evitar interferências nos resultados laboratoriais.

6. **Caixas térmicas com acumuladores de gelo.** Fundamentais para manter as amostras em temperatura controlada (entre 4 °C e 8 °C) desde a coleta até a entrega ao laboratório, evitando alterações físico-químicas e o crescimento microbiológico, preservando, assim, a integridade das amostras.

7. **Copos de vidro.** Utilizados para a recolha preliminar da água nos poços antes do envase final nos frascos de coleta. Também permitiram uma avaliação macroscópica inicial da amostra, como cor, odor e turbidez.

8. **Fita métrica de 50 metros.** Utilizada para medir profundidades, níveis de água, distâncias entre pontos de coleta e outras dimensões relevantes, contribuindo para a caracterização espacial e estrutural da área estudada.

Resultados e Discussão

Este artigo foi realizado no Bairro Fátima, que dista a 1km ao Norte da vila do Município de Cachiungo. As análises químicas, físicas e microbiológicas, assim como a avaliação do grau de vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas, foram realizadas em dez (10) poços distintos, identificados como poços 1 a 10.

Os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas dos dez poços investigados revelam variações significativas na qualidade da água em diferentes pontos da área estudada.

No poço um (1) observamos um pH ligeiramente ácido (4,04) e a presença de coliformes totais, demonstrando possibilidades de contaminação, embora a ausência de Escherichia Coli seja um aspecto positivo em termos de segurança.

Tabela 1 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n°1

Poço n° 1	pH	Tc°	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,04	16,1	7,91	Presença-Positiva	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa.

Já no poço dois (2) o pH também se mostrou ácido (4,44), porém, a presença de coliformes totais indica um potencial risco à saúde pública, apesar da ausência de Escherichia Coli como observamos na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n° 2

Poço n° 2	pH	Tc°	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,4 4	16,6	0,56	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa.

No poço três (3), encontrou-se um pH semelhante (4,34), com turvação moderada (1,15), e a presença de coliformes totais, novamente apontando para possível contaminação da água, como se pode observar na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n° 3

Poço n° 3	pH	Tc°	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,34	16,5	1,15	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

No poço quatro (4), o valor do pH é foi de (4,66), no entanto, a presença de coliformes totais indica a necessidade de investigação adicional sobre as fontes de contaminação conforme indica a tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n° 4

Poço n° 4	pH	Tc°	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,66	16,1	7,80	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa



No poço cinco (5), o pH (4,13), é aproximadamente igual aos demais, e a presença de coliformes totais indica a necessidade de uma maior preocupação com a qualidade da água para consumo humano nesta zona conforme podemos observar na tabela a seguir.

Tabela 5 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n.º 5

Poço n.º 5	pH	Tcº	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,12	16,7	1,64	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

No poço seis (6), a turvação é relativamente baixa (0,75), porém, a presença de coliformes totais indica a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água para o consumo humano na zona.

Tabela 6 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n.º 6

Poço n.º 6	pH	Tcº	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,40	15,7	0,75	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

No poço sete (7), tanto o pH (4,10), quanto a presença de coliformes totais apresentam resultados semelhantes aos já mencionados no presente artigo.

Tabela 7 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n.º 7

Poço n.º 7	pH	Tcº	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,10	16,1	0,56	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

No poço oito (8), observamos um pH de (4,55) sem muita diferença em comparação com os demais, mas, a presença de coliformes totais indica potenciais fontes de contaminação.

Tabela 8 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n.º 8

Poço n.º 8	pH	Tcº	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
	4,55	16,1	7,80	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

No poço nove (9), os resultados do pH não apresentaram diferenças significativas se comparados com os já apresentados ácido (4,30) e a presença de coliformes totais.

Tabela 9 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n.º 9

Poço n.º 9	pH	Tcº	Turvação	Coliformes Totais	Escherichia Coli
------------	----	-----	----------	-------------------	------------------

	4,30	16,5	1,25	Presença	Ausência
--	-------------	-------------	-------------	-----------------	-----------------

Fonte: Dados da pesquisa

No poço dez (10), o pH não demonstrou maior significância se comparado com os demais, no entanto, a presença de coliformes totais indica a necessidade de medidas de controlo e monitorio da qualidade da água para garantir a sua segurança.

Tabela 10 - Resultados das análises da qualidade da água do poço n° 10

Poço n° 10	Ph	Tc°	Turvação	Coliformes Totais	Escherichiaa Coli
	4,45	16,6	0,75	Presença	Ausência

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 11 - Caracterização dos dez (10) poços existentes no Bairro Fátima.

NP	D.P.R.C	M.F	Nível Freático	Tipo de solo	Tipo de aquífero
P1	12m	12m	5,10m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P2	10m	8,5m	4,60m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P3	13m	6,50m	4,70m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P4	16m	5,80m	4,50m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P5	49m	4,8m	4,40m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P6	22m	5,70m	4,20m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P7	23m	5,60m	4,70m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P8	48m	5,50m	4,10m	Solo areno argiloso	Não Confinado



P9	53m	6m	5,50m	Solo areno argiloso	Não Confinado
P10	41m	5m	4,90m	Solo areno argiloso	Não Confinado

Fonte: Dados da pesquisa

Quanto a Classificação da Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas dos dez (10) poços que compõem o objecto de estudo no bairro Fátima, utilizando o método GOD. Para avaliar a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas baseou-se na análise de três parâmetros:

G- Grau de confinamento, representado por um valor variável entre 0 a 1, é um parâmetro importante na caracterização dos aquíferos. No entanto, para os dez poços estudados, identificou-se que o tipo de aquífero é livre ou não confinado, este tipo de aquífero recebe o peso de um (1).

O parâmetro O (ocorrência de estrato) refere-se à presença de camadas litológicas na zona não saturada do solo e pode variar de 0,3 a 1. Na área de estudo, os solos são predominantemente arenoargilosos, esses tipos de solos recebem um peso de 0,7.

Por último, o parâmetro D- (Profundidade da água subterrânea) varia de 0,4 a 1. Nos poços 1 e 9, o nível freático está acima de cinco metros (5m), o que corresponde ao intervalo de 5 a 20 metros, atribuindo-se um peso de 0,8 a essa condição. Já nos demais poços, a profundidade é inferior a cinco metros (5m), recebendo, portanto, um peso de um (1).

O índice final de vulnerabilidade constitui-se no produto dos três parâmetros $G \times O \times D$, em que valores mais próximos de zero correspondem a menores índices de vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas (Duarte, Vulnerabilidade à Contaminação das águas Subterrâneas do sistema aquífero Içá/Fraturado Norte, 2017).

Tabela 12 - Cálculo do grau de vulnerabilidade

NP	G	O	D	GxOxD	Índice de vulnerabilidade
P1	1	0,7	0,8	0,56	Alto
P2	1	0,7	1	0,7	Alto
P3	1	0,7	1	0,7	Alto
P4	1	0,7	1	0,7	Alto
P5	1	0,7	1	0,7	Alto

P6	1	0,7	1	0,7	Alto
P7	1	0,7	1	0,7	Alto
P8	1	0,7	1	0,7	Alto
P9	1	0,7	0,8	0,56	Alto
P10	1	0,7	1	0,7	Alto

Fonte: Dados da pesquisa

Como se pode observar nos resultados apresentados na tabela 12, os dez poços estudados apresentam níveis de vulnerabilidade alto, isto é uma demonstração da presença de substâncias tóxicas na água que podem causar contaminação e posteriormente problemas de saúde, caso seja consumida esta água pelas populações do Bairro Fátima.

Os resultados dos poços três (3), quatro (4), cinco (5), seis (6), sete (7), oito (8), nove (9) e dez (10) mostram padrões semelhantes em termos de pH, Temperatura e presença de coliformes totais. No entanto, variações na turbidez são observadas, o que pode indicar diferentes níveis de contaminação ou influências ambientais em cada local.

Essa análise comparativa destaca a importância da monitorização contínua da qualidade da água em todas as fontes de abastecimento, especialmente em áreas suscetíveis à contaminação, como aquelas próximas aos cemitérios. Esses resultados podem fornecer insights valiosos para orientar políticas e práticas de gestão sustentável dos recursos hídricos e de saúde pública na região.

Proposta de soluções

Para lidar com a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas em uma área ocupada por cemitério no bairro Fátima, Município de Cachiungo, algumas ações, medidas de prevenção e estratégias podem ser consideradas:

- ✓ Monitorar regularmente a qualidade da água subterrânea para detectar precocemente qualquer contaminação;
- ✓ Implementar barreiras físicas, como geomembranas, para evitar a infiltração de substâncias nocivas no solo;
- ✓ Educar a comunidade local sobre os riscos de contaminação e a importância de práticas seguras de disposição de resíduos;
- ✓ Estabelecer regulamentos rigorosos para o manejo de resíduos sólidos e líquidos no cemitério, incluindo técnicas de sepultamento, que minimizem o potencial de contaminação;

- ✓ Promover alternativas sustentáveis para o sepultamento, como cremação ou sepultamento em áreas especiais com sistemas de proteção ambiental;
- ✓ Envolver as autoridades Municipais e órgãos reguladores na fiscalização e aplicação de medidas preventivas;
- ✓ Realizar campanhas de sensibilização para incentivar a manutenção de poços e sistemas de abastecimento de água seguros;
- ✓ Investir em tecnologias de tratamento de água subterrânea, caso a contaminação seja detetada, para garantir o acesso a água potável segura.

Conclusões

Os resultados do presente artigo, demonstram a necessidade cada vez mais de serem implementadas medidas de monitorio sobre a qualidade da água, utilizando o método GOD em zonas ocupadas por cemitérios para a determinação do grau de vulnerabilidade a contaminação, os resultados demonstraram um nível de vulnerabilidade alta em todos os poços, presença de Escherichia e coliformes totais, bem como níveis elevados de turvação e de temperatura a cima dos níveis exigidos pela OMS para a saúde humana.

Para tal, é necessário que as autoridades, estabeleçam um programa frequente de monitoramento da qualidade de água, implementar praticas seguras de manio de resíduos no cemitério, adoptar medidas para evitar a infiltração de líquidos provenientes das sepulturas no solo, como revestimentos impermeáveis nas sepulturas e drenagens adequada da áreas circundantes, promover a conscientização entre funcionários do cemitério e membros da comunidade sobre os potenciais impactos da contaminação das águas subterrâneas e as medidas preventivas, garantir que todas as estruturas de construção e Sistema de tratamento de efluentes no cemitério funcionem adequadamente, trabalhar em colaboração com as autoridades locais e órgãos reguladores para desenvolver e implementar políticas e regulamentos adequados para proteger a qualidade da água subterrâneas na área do cemitério.



Referências Bibliográficas

- Carneiro, V. (2008). *IMPACTOS CAUSADOS POR NECROCHORUME DE CEMITÉRIOS: MEIO AMBIENTE E SAÚDE PÚBLICA*. Universidade Federal da Bahia: ABAS -XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas .
- Carvalho, L. (2019). *Necrochorum: Aspecto da Mobilidade e da Mitigação dos Impactos*. . Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Cutrim, A., & Campos, J. (2010). *AValiaÇÃO DA VULNERABILIDADE E PERIGO À CONTAMINAÇÃO DO AQUIFERO FURNAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS (MT) COM APLICAÇÃO DOS MÉTODOS GOD E POSH*. RONDONÓPOLIS: s.n. Obtido de <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/5395/4232>
- Da Silva, F. (2012). *Avaliação da Contaminação das Águas Subterrâneas por actividades cemiterial na cidade de Maceió*. Maceió: UFAL.
- de Sousa Cunha, F., Chaves, J., Alves, L., Chaves Nogueira, M., Lima, A., Feitoza Moreira, L., . . . G. Chaves, H. (20 de setembro de 2008). *AValiaÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AQUIFERO LIVRE NA REGIÃO DO CEMITÉRIO BOM JESUS DOS AFLITOS, RUSSAS – CE, BRASIL*. RUSSAS – CE, BRASIL: Revista Brasileira de águas subterrâneas. Obtido de <https://aguassubterraneas.emnuvens.com.br/asubterraneas/article/view/23369>
- Duarte, M. L. (2017). *Vulnerabilidade à Contaminação das águas Subterrâneas do sistema aquífero Içá/Fraturado Norte*. Velho Rondônia: Revista de estudo ambientais.
- Duarte, M. L. (2017). Vulnerabilidade à Contaminação das águas subterrâneas do sistema de aquífero Içá/fraturado norte na área urbana do Município de Porto Velho/Rondônia. *REA-Revista de estudos ambientais (Online)*, V.19, n. 2, p.40-54, jul./dez.2017.
- Falheiros, M., Carneiro, J., Neto, E., & Cardoso, A. (18 a 22 de Março de 2019). Utilização do método GOD para avaliação de vulnerabilidade dos aquíferos das cidades de Boquim-SE e Riachão do Dantas-SE. *XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe: ÁGUA PARA TODOS: NÃO DEIXAR NINGUÉM PARA TRÁS*. Obtido de <https%3A%2F%2Ffiles.abrhidro.org.br%2FEventos%2FTrabalhos%2F100%2FENREHSE0099-1-20190316-173452.pdf>
- Filho , V. F. (10 de Julho de 2018). *QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS RASAS DO AQUIFERO BARREIRAS: ESTUDO DE CASO EM BENEVIDES - PA*. Juiz de fora: Universidade Juíz de Fora. Obtido de UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/19641/1/dissertacao_freddo_filho.pdf
- Foster, S. (1987). *Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy*. Cagliari: Grafiche Editorial.
- Foster, S., Hirata, R., Paris, M., D'Elia, M., & Gomes, D. (2002). *Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and enviroment agencies*. Washington D. C: The Word Bank.
- Marcon, P. (2020). *Avaliação do perigo e Vulnerabilidade à Contaminação da água Subterrânea para o Município de IPE Região norte do estado Rio grande do Sul*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul – UCS.
- OMS-Organização Mundial da Saúde. (2022). *Directrizes para a qualidade da água potável* (2ª ed.). Genebra-Suíça: OMS Press.