

DETERMINAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO POR NECROCHORUME EM MANANCIAL DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE GOIÂNIA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.VIII-012>

Marcia Cristina de Jesus Tavares (*), Nora Katia Saavedra del Aguila Hoffmann

* Universidade Federal de Goiás, cristinatavares@discente.ufg.br

RESUMO

A forma mais utilizada de sepultamento de corpos, desde a pré-história, são os cemitérios, que além de demandar grandes espaços para seu funcionamento, apresentam risco potencial ao meio ambiente e seres humanos, devido ao líquido proveniente da decomposição de corpos, denominado necrochorume. Nesse contexto, o intuito da pesquisa foi avaliar a qualidade da água subterrânea dos poços existentes dentro do Cemitério Jardim das Palmeiras que se localiza ao lado do manancial em Área de Preservação Ambiental do Ribeirão João Leite, denominado Rio Meia Ponte, utilizada para o abastecimento da população na capital de Goiânia – GO. Para tanto, foram realizadas revisão bibliográfica sobre o tema e as legislações vigentes, assim como, coleta e análise das águas subterrâneas nos poços instalados no interior do cemitério. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram comparados com base nas legislações vigentes que tratam do padrão de potabilidade e água subterrânea, e potencial de contaminação por necrochorume. Os resultados das análises sugerem possível contaminação por necrochorume, portanto, servindo de alerta para o licenciamento ambiental nos cemitérios.

PALAVRAS-CHAVE: Necrochorume; cemitério; águas subterrâneas; contaminação.

INTRODUÇÃO

Os cemitérios são monumentos a memórias daqueles que morreram, que os vivos fazem questão de eternizar. Com a urbanização intensa e desenfreada, os cemitérios que no passado estavam distantes da população, se encontram no meio das cidades, o que trouxe um risco potencial de contaminação ao meio ambiente por intermédio da decomposição dos corpos (SANTOS; MORAIS; NASCIMENTO, 2015).

Nesse sentido, os cemitérios se tornam grandes fontes de poluição do solo e da água devido às substâncias orgânicas e inorgânicas e microrganismos patogênicos presentes no líquido da decomposição dos corpos, denominado necrochorume.

A contaminação dos aquíferos pelos corpos em decomposição nos cemitérios é uma realidade comum no Brasil e no mundo (SOUZA *et al.*, 2012).

Com a falta de proteção ambiental e a falta de informação sobre o tema, o procedimento de enterrar os corpos, foi conduzido por décadas de maneira inadequada e em lugares com condições ambientais desfavoráveis o que potencializou sua capacidade de contaminação.

No Brasil, todos os cemitérios apresentam algum problema de cunho ambiental ou sanitário e, em muitos casos, o risco de contaminação do aquífero freático adjacente a essas áreas é reconhecidamente comprovado (ABAS, 2001).

Para Almeida e Macedo (2005) no Brasil, não existe controle sobre a implantação dos cemitérios, o que se agrava com a falta de acompanhamento do poder público.

Fazendo com que a população que reside no entorno das áreas de influências desse ambiente, em sua maioria de baixa renda, fiquem vulneráveis a doenças patogênicas, derivadas do necrochorume que pode percolar no solo e causar alteração da qualidade das águas subterrâneas e dos poços utilizados por esses habitantes.

Meio ambiente e saúde pública

O sepultamento de cadáveres deve ser considerado como uma atividade causadora de impacto ambiental. Devido a sua capacidade de sobrevivência, mobilidade e adaptação ao meio adverso, mutação e permeabilidade.

Impactos na água subterrânea e superficial

As contaminações das águas superficiais e subterrâneas através da atividade cemiterial são causadas por meio de agentes patogênicos e alterações físico-químicas na qualidade original da água através da decomposição dos corpos com o processo de putrefação, a destruição dos tecidos do corpo humano devido a ação de bactérias e enzimas, resultando na dissolução gradual dos tecidos em líquidos, sais e gases (CONCEIÇÃO, 2015 apud POUNDER, 1995).

Para Pacheco (2000) existem duas situações pelas quais pode ocorrer a contaminação do aquífero freático, pela ação das chuvas que lavam as sepulturas e transportam para o solo podendo atingir o lençol freático, ou, pela infiltração da água da chuva nos túmulos que promove o transporte de muitos compostos químicos para o solo, que dependendo das características geológicas podem atingir os aquíferos e conseqüentemente contaminando-o. com isso a água se torna imprópria para consumo humano e passíveis de doenças de veiculação hídrica.

Segundo Carneiro (2008) quando o necrochorume, acompanhado de vírus e bactérias mais resistentes, atinge o aquífero subterrâneo ocorrendo as diferenças de viscosidade e densidade, formando-se as plumas de contaminação.

Impactos no solo

As propriedades físico-químicas do solo permitem que tenha uma capacidade de depuração natural dos contaminantes, isso se deve a atividade microbiológica intensa presente na zona aeróbica, ou seja, camada vegetal (PACHECO, 2000). Os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres são degradáveis e causam um aumento da atividade microbiana no solo sob a área de sepultamentos. Ocorre também um aumento na presença de compostos de nitrogênio e fósforo, na concentração de sais (Cl^- , HCO_3^- , Ca^{+2} , Na^+) e conseqüentemente na condutividade elétrica, no pH e alcalinidade, e dureza da solução do solo. Todos esses contaminantes incorporados ao fluxo de necrochorume são prejudiciais ao solo e águas subterrâneas (MATOS, 2001).

Em solos com alta umidade ocorre o fenômeno chamado saponificação, pelo qual ocorre a quebra das gorduras corporais e a liberação de ácidos graxos. Esse composto liberado exibe alta acidez inibindo a ação das bactérias putrefativas, retardando a decomposição do cadáver e tornando o mecanismo mais e duradouro e contaminante (KEMERICK; UCKER; BORBA, 2013).

Aspectos legais

No ano de 2003, criou-se uma legislação específica ou norma técnica regulamentando a implantação e operação de cemitérios em termos ambientais e sanitários (KEMERICH *et al.*, 2014 apud WEBER, 2010).

As Resoluções CONAMA nº 355, de 03 de abril de 2003, que dispõem sobre licenciamento ambiental dos cemitérios. Sendo reformulada em 28 de março de 2006, com a Resolução CONAMA nº 368, dispondo sobre alguns aspectos que foram considerados equivocados ou desnecessários para o controle ambiental.

Os cemitérios instalados antes da vigência da Resolução CONAMA nº 355, terão que se adaptar a lei, e compete aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente estabelecer critérios apropriados para a adequação ambiental, cujo foi definida pela Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008.

Mesmo com as resoluções, existe pouco com controle do estado em suas construções, devido a fatores específicos de cada região, o que contribui para que os cemitérios se constituam em uma das grandes fontes de problemas de ordem socioambiental, caso estes, não estejam devidamente instalados e gerenciados.

Necrochorume

Decomposição do necrochorume

Após a morte o corpo inicia a paralisação dos organismos, onde após a completa cessação dos processos abióticos, iniciam os processos bioquímicos que marcam a deterioração do corpo, denominado putrefação (FRANCISCO *et al.*, 2017 apud ALCÂNTARA, 1982). Que podem ser classificados em períodos de coloração (mancha verde abdominal), o gasoso (acúmulo de gases nas cavidades internas do corpo), o coliquativo (dissolução pútrida) e de esqueletização (desintegração do corpo). É no período coliquativo que ocorre a liberação do necrochorume, líquido lixiviado potencialmente tóxico responsável pela contaminação do solo e da água (FRANÇA, 2008).

O necrochorume é um líquido turvo de coloração cinzenta-acastanhada com densidade superior à da água (cerca de $1,23 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$). Estima-se que sua composição seja de aproximadamente 60% de água, 30% de sais minerais, 10 % de substâncias orgânicas, das quais duas são altamente tóxicas: a putrescina ($\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2$) e a cadaverina ($\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$) (CARNEIRO, 2009 apud LOPES, 2000).

A composição do necrochorume do corpo de um homem adulto de 70 kg é mostrada no Quadro 1, o da mulher situa-se entre um quarto e dois terços do homem (ALMEIDA & MACÊDO, 2005).

Quadro 1. Composição aproximada do necrochorume no corpo de um homem adulto de 70 kg. Fonte: ALMEIDA & MACÊDO, 2005

SUBSTÂNCIA	QUANTIDADE (G)
Carbono	16.000
Nitrogênio	1.800
Cálcio	1.100
Fosforo	500
Enxofre	140
Potássio	140
Sódio	100
Cloreto	95

As bactérias, vírus e substâncias químicas ingeridas durante a vida do corpo, ao entrar em decomposição misturam-se com o necrochorume, corpos submetidos a radioterapia e marcos passos apresentam elevado grau de radioatividade. O corpo chega a produzir cerca de 30 litros de necrochorume, podendo manter essa produção por até cinco anos para concluir o processo (FRANCISCO *et al.*, 2017 *apud* CARVALHO, 1992).

Indicadores de contaminação da água subterrânea por necrochorume

Para caracterização da água são usados alguns parâmetros, podendo ser físico, químicos ou biológicos. Na determinação da qualidade da água são usados indicadores físicos ou químicos da água.

Alguns desses parâmetros constam na portaria nº 2.914/2011, que estabelece os parâmetros para avaliar a qualidade da água de acordo com critérios preestabelecidos e a Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Esses parâmetros que indicam a possível alteração/contaminação da água subterrânea por necrochorume estão descritos na Quadro 2.

Quadro 2. Parâmetros físico-químicos de contaminação das águas subterrâneas por necrochorume.

PARÂMETROS	DEFINIÇÃO
Condutividade Elétrica	A CE é definida como a capacidade de conduzir eletricidade, onde a quantidade de sais dissolvidos sob forma de ions que a determina. O necrochorume provoca um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica das águas.
Oxigênio Dissolvido	É a concentração de oxigênio contido na água, sendo essencial para a vida aquática. Existe um grande consumo de oxigênio devido a decomposição biológica e as transformações químicas tais como: nitrogênio, fósforo, enxofre, dentre outros (NOGUEIRA; JUNIOR; COIMBRA, 2013).
Cloretos	É o anion presente nas águas subterrâneas, originadas da percolação das rochas e solos.
DBO	É um indicador que determina a concentração de matéria orgânica biodegradável, medida pela repetição dos microrganismos em um determinado período de incubação.
pH	É a concentração de ion Hidrogênio, que indica a acidez e a alcalinidade da água. Apresenta um pH entre 5 a 9
Compostos nitrogenados	Responsáveis pelo odor característico dos cadáveres do processo de putrefação formando Nitrosaminas.
Temperatura	Temperatura de 23 a 28 °C
Dentre outros	Temperatura, Nitrato, compostos nitrogenados, amônia, cor

Segundo Nogueira, Júnior e Coimbra (2013) às águas atingidas pelo necrochorume apresentam contaminação por microrganismos que podem ser usados como indicadores do necrochorume, esses bioindicadores estão descritos no Quadro 3.

Quadro 3. Bioindicadores de contaminação de águas subterrâneas por necrochorume (ESPÍNDULA, 2004).

PARÂMETROS	DEFINIÇÃO
<i>Streptococos</i>	É colonizador de cadáveres humanos, podendo ser um importante indicador de necrochorume.
<i>Salmonella</i>	Um agente patogênico, seu habitat natural é o trato intestinal humano e de outros animais, ocorrem em águas e solos de áreas poluídas, e geralmente não se multiplicando nesse ambiente, sua presença indica contaminação fecal recente.
Coliformes totais	As deste grupo, presente no necrochorume, tem como principal habitat o intestino humano e de animais
<i>Escherichia. coli</i>	Vive no intestino humano e flora intestinal que dependendo do local em que se aloja pode causar infecções de leve a graves, podendo ser fatais.
Clostrídios sulfito-redutores	Situam-se os bacilos anaeróbicos gram-positivos encontrados no solo, que podem estar no trato gastrointestinal humano. Podem sobreviver a grandes períodos no solo e na água mesmo em condições desfavoráveis.
Bactérias proteolíticas	Estão relacionadas coma decomposição e presença de proteína na água
Bactérias heterotróficas	A contagem destas bactérias podem ser um indicador de qualidade microbiológica da água para consumo humano.

Para Eneterio (2009) estes microrganismos formam indicadores de poluição fecal, de um patógeno, além de dois grupos de bactérias decompositoras de matéria orgânicas presentes no necrochorume e utilizadas para verificar se estes microrganismos são originados dos túmulos para a água.

Doenças produzidas pelo necrochorume

Os cemitérios podem estar associados a um número maior de patógenos, com o surgimento de pragas, doenças, contaminações e um grande potencial de levar à morte de pessoas contaminadas por eles (KEMERICK; UCKER; BORBA, 2013; NETO; JUNIOR; SILVA, 2019).

No Quadro 4, apresenta as possíveis doenças causadas pelo necrochorume através dos recursos hídricos (XAVIER, 2015).

Quadro 4. Possíveis doenças causadas pelo necrochorume através dos recursos hídricos. Fonte: MS, 2020

Doenças	Definição
Febre Tifóide	Doença infecciosa potencialmente grave, causada pela bactéria, <i>Salmonella typhi</i> . A transmissão ocorre por ingestão de água ou de alimentos contaminados.
Shigelose	Ou Disenteria, infecção bacteriana aguda causada pela bactéria Gram-negativa <i>Shigella</i> spp. Pode ser transmitida pela ingestão de água ou alimentos contaminados.
Hepatite A	Doença infecciosa viral, contagiosa, causada pelo vírus A (HAV). Transmissão por via oral fecal (água ou alimentos contaminados) e contato sexual.
Gangrena Gasosa	A gangrena gasosa é uma infecção do tecido muscular com risco à vida causada principalmente pela bactéria anaeróbia <i>Clostridium perfringens</i> e por várias outras espécies de clostrídios.
Toxinfecção Alimentar	Doença causada pela bactéria gênero <i>Salmonella</i> , transmitida pela ingestão de alimentos e água contaminada.

Tétano (Acidental)	Doença causada pela toxina do bacilo tetânico <i>Clostridium tetanié</i> , anaeróbica que se origina do H_2O_2 . Transmitida pela introdução dos esporos da bactéria em ferimentos externos, geralmente perfurantes, contaminados com terra, poeira, fezes de animais ou humana
---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar a contaminação por necrochorume no manancial da Área de Preservação Ambiental do Ribeirão João Leite, denominado Rio Meia Ponte, do Cemitério Parque Jardim das Palmeiras.

METODOLOGIA

Localização e caracterização Área de estudo

O estudo foi realizado em um dos mais tradicionais cemitérios de Goiânia, trata-se de um cemitério jardim, chamado Cemitério Parque Jardim das Palmeiras, localizado no setor centro-oeste da capital ao lado do manancial da Área de Preservação Ambiental do Ribeirão João Leite, denominado Rio Meia Ponte, com área de 100 mil m² (Figura 1). Fundado em 1971, construído devido a expansão urbana na década de 60, com o aumento da população os números de mortes também aumentaram, tornando o espaço do Cemitério Santana insuficiente para comportar a demanda.

A implantação dos cemitérios parques em Goiânia foi devido ao progresso que a capital enfrentava no século XX e o acidente do Césio – 37 que obrigou a cidade a arriscar em uma pauta mais ecológica recuperando a ideia de cidade-jardim.

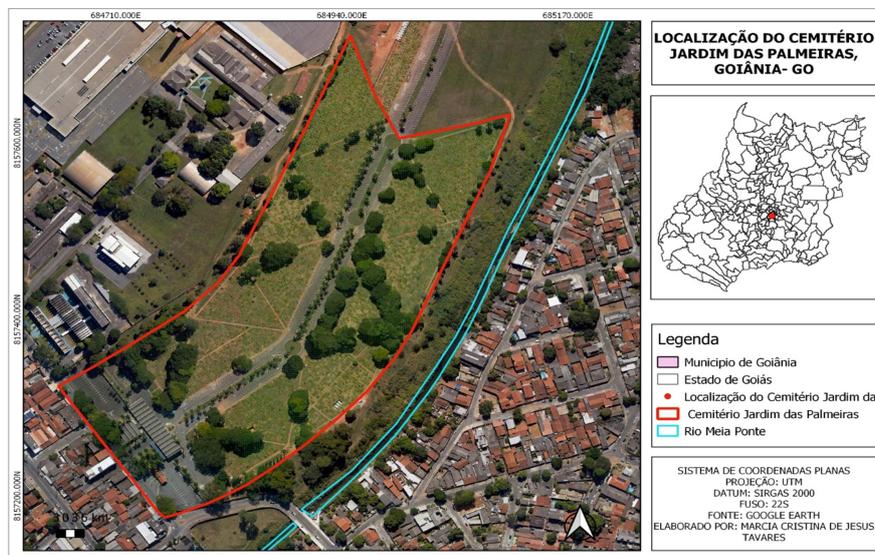


Figura 1: Localização do Cemitério Jardim das Palmeiras.

Levantamento de dados

A primeira etapa da pesquisa consistiu em revisão bibliográfica e nas legislações vigentes, com intuito de levantar informações acerca das questões envolvendo os cemitérios, como: história, tipologia e problemas ambientais causados pelos sepultamentos dos corpos.

Coleta de amostras

Foi realizada visita para observação *in situ* da área de estudo e realizadas as coletas das águas subterrâneas presentes em poços instalados dentro do cemitério, baseado nos parâmetros físico-químicos e biológicos escolhidos relacionados à legislação vigente de potabilidade e balneabilidade, tais como pH, condutividade elétrica, temperatura, *Escherichia.coli*, *Clostridium* e coliformes totais para verificação da presença de contaminação por necrochorume. Essas análises foram realizadas conforme o APHA (2012) (Quadros 5 e 6)..

Quadro 5. Parâmetros físico-químicos avaliados

Parâmetros físico-químicos	Unidades	Método
Temperatura	(°C)	Termometria
pH		Potenciométrico
Condutividade Elétrica	(uS/cm)	Condutivímetro

Quadro 6. Parâmetros microbiológicos avaliados

Parâmetros microbiológicos	Unidades	Método
<i>Clostrídios perfringens</i>	(UFC/mL)	ISO 15:2003
<i>Clostrídios sulfito redutores</i>	(UFC/mL)	ISO 15:2003
<i>Escherichia. coli</i>	(NMP/100ml)	Substrato cromogênico definido e a cartela de quanti tray
Coliformes totais	(NMP/100ml)	Substrato cromogênico definido e a cartela de quanti tray

As análises das amostras coletadas foram realizadas nos laboratórios de Saneamento e laboratório de Biologia da EECA. Também, em laboratório particular. O presente estudo não contemplou a coleta do manancial Rio Meia Ponte, devido às dificuldades em coletar as amostras.

Análise dos dados

Para avaliação dos resultados, foram elaboradas tabelas com o auxílio da ferramenta Excel, para confrontamento dos dados com aqueles apresentados pelas referências bibliográficas e com os valores estabelecidos na legislação específica para identificação dos parâmetros definidos no presente artigo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos quadros 7 e 8 apresentam os resultados obtidos da amostra da água subterrânea coletada no cemitério.

Quadro 7. Resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos

Parâmetros	Resultados
Temperatura (°C)	19,6
pH	6,5
Condutividade Elétrica (uS/cm)	179,8

A temperatura é um parâmetro importante, pois influencia em algumas propriedades da água, tais como: densidade, viscosidade, entre outros. O valor da temperatura foi de 19,6 °C, no entanto a OMS e os padrões de potabilidade não estabelecem uma temperatura máxima para água de consumo humano.

O valor do pH 6,5 encontra-se de acordo com a portaria nº 2.914/2011, do MS e da Conama nº 396/2008, que estipula um valor entre 6 e 9.

Alguns parâmetros físico-químicos, embora não apresentem seus padrões legislados pela Portaria nº 2914/11, foram alvo de análise, como é o caso da condutividade elétrica, já que está diretamente relacionado com a presença de íons dissolvidos na água. Apesar deste parâmetro não identificar quais são os íons presentes na água, é um importante indicador de possíveis fontes poluidoras, seu valor foi de 179,8 (US/cm). As sepulturas provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica dessas águas (CUNHA *et al.*, 2008).

Quadro 8. Resultados obtidos dos parâmetros microbiológicos

Parâmetros	Resultados
<i>Clostrídios perfringens</i> (UFC/mL)	4,0 X 10 ¹
<i>Clostrídios sulfito redutores</i> (UFC/mL)	4,0 X 10 ¹
<i>Escherichia. coli</i> (NMP/100ml)	2419,6
Coliformes totais (NMP/100ml)	2919,6

As águas atingidas pelo necrochorume apresentam contaminação microbiológica por clostrídios sulfito-redutores, *C. perfringens*, *Escherichia coli* e Coliformes totais.

Há, também, um grande consumo do oxigênio, devido à decomposição biológica e às transformações químicas, principalmente dos produtos com nitrogênio, fósforo e enxofre, dentre outros.

As bactérias do gênero *Clostridium*, quando ingeridas e em contato com os tecidos moles, podem sobreviver por longos anos sendo prejudiciais aos seres humanos.

Conforme a portaria Nº 2.914/11 do ministério da saúde é considerado 0 (zero) o valor máximo Permitido (VMP) para *E. coli* na água para o consumo humano, porém foi detectado valor acima do permitido, de 2419,6 NMP/100 ml para *E.coli* (fluorescente). Foi identificado a presença de coliformes totais que são um grupo de bactérias gram-negativas associadas à decomposição de matéria orgânica de maneira geral, no valor de 2919,6 NMP/100 ml, que mostra possível contaminação.

Foi constatada a presença de bactérias sulfito redutores e *C. perfringens* cujo valor foi de $4,0 \times 10^1$ (UFC/mL). Segundo Eneterio (2009) amostras de água subterrânea que apresentam um maior número de bactérias anaeróbicas (clostrídios, sulfito-redutores) demonstram uma provável contaminação oriunda das covas. A *C. perfringens* verificada no estudo mostrou-se como um possível bom indicador de necrochorume, mesmo não sendo um parâmetro considerado no arcabouço legal (Portaria Nº 2914/11 e Conama 357/005 e 396/008), a presença dele possibilita um risco potencial à população.

Por meio dos resultados obtidos, foi possível verificar que a amostra coletada, se encontrava contaminada, e que poderia causar riscos à população.

Evidenciando que a escassez de informações a respeito do tema, contribui para a problemática, fazendo-se necessário a divulgação de informações com o intuito de educar a população e os órgãos públicos/privados sobre os prováveis riscos que podem proporcionar o não atendimento à legislação vigente.

CONCLUSÕES

A falta de atendimento aos quesitos legais de licenciamento ambiental nos cemitérios é uma realidade, tornando-se necessário um correto planejamento, com estudos prévios das estruturas topográficas e hidrológicas, como estabelecido na legislação e o monitoramento gradual, contribuindo para que áreas de vulnerabilidade ambientais não sejam escolhidas para tais empreendimentos para que não ofereçam riscos de contaminação do solo e da água, gerando prejuízos à saúde pública.

Torna-se necessário a inclusão de determinados parâmetros específicos para análise com maior precisão na identificação de contaminação proveniente do necrochorume, na busca de soluções cabíveis para assim evidenciar a situação de forma mais ampla e com uma melhor avaliação ambiental sobre os impactos, comprometimento das águas subterrâneas e superficiais, distinguir sobre os riscos a saúde humana provocada pelo consumo da água contaminada. O emprego de cremação e os cemitérios verticais públicos e/ou privados, também podem ser alternativas desde que bem operados, mantidos e administrados com adoção de tecnologias eficazes para mitigação dos problemas decorrentes deste empreendimento.

O estudo realizado serve de orientação para novos estudos ambientais e de saúde pública, visto que as autoridades competentes não dão a devida atenção ao a problemática, fazendo-se que a determinação do necrochorume se torne importante para a prevenção dos impactos a saúde pública e ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABAS. Cemitérios: risco potencial às águas subterrâneas. Boletim Informativo da associação Brasileira de águas subterrâneas – ABAS. n.111, p.118, 2001.
2. APHA, AWWA, WPCI. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: S. C., 22th ed. 2012.
3. ALMEIDA, A.M.; MACÊDO, J.A.B. Parâmetros físico-químicos de caracterização do lençol freático por necrochorume. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL – Um convite a interdisciplinaridade, *Anais* [...]. Juiz de Fora: Instituto Viana Junior, 2005.

4. AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUA IMPORTÂNCIA AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA PARA O BRASIL. São Paulo: Universidade de São Paulo: Instituto de Geociências, 2019.
5. BITTAR, W.S.M. Da morte, de velórios e de cemitérios no Brasil, **Revista Paisagens Híbridas**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 179-203, 2018.
6. Brasil. **PORTARIA nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 12 dez. 2011.
7. Brasil. Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2003, n. 101, p. 98-99, 28 maio 2003.
8. Brasil. Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2003, n. 101, p. 98-99, 28 maio 2003.
9. Brasil. Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos cemitérios. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2006, n. 61, p. 149-150, 29 março 2006.
10. Brasil. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2008, n. 66, p.64-68, 7 abril 2008.
11. Brasil. Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2008, n. 224, p. 66, 18 novembro 2008.
12. BUSH, L.M. Gangrena Gasosa. maio 2021. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-anaer%C3%B3bicas/gangrena-gasosa>. Acesso em: 15 fevereiro 2022.
13. BUSH, L.M.; PERTEJO, M.T.V. Shigelose. Fevereiro 2020. Disponível em: [https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infeciosas/bacilos-gram-negativos/shigelose#:~:text=\(Disenteria%20Bacilar\)&text=Shigelose%20%C3%A9%20uma%20infec%C3%A7%C3%A3o%20aguda,meio%20de%20cultura%20de%20fezes](https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infeciosas/bacilos-gram-negativos/shigelose#:~:text=(Disenteria%20Bacilar)&text=Shigelose%20%C3%A9%20uma%20infec%C3%A7%C3%A3o%20aguda,meio%20de%20cultura%20de%20fezes). Acesso em: 15 fevereiro 2022.
14. CAMPOS, A.P.S. **Avaliação do potencial impacto de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
15. CARDOSO, T.G.; CARVALHO, V.M. Toxinfecção alimentar por Salmonella spp. **RevInstCiênc Saúde**, v.24, n.2 p. 95-101. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V24_N2_2006_p95-102.pdf. Acesso em: 15 fevereiro 2022.
16. CARNEIRO, V.S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XV, 2009, Natal. **Anais** [...]. Natal: ABAS, 2009. p. 1-18.
17. CONCEIÇÃO, E.T. **Avaliação da contaminação das águas superficiais e subterrâneas por necrochorume na Fazenda Vale Verde Em Silva Jardim/RJ**, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense, 2015.
18. RODRIGUES, R. P. A. **CULTURA, MEMÓRIA E ESTÉTICA NO CEMITÉRIO SANTANA EM GOIÂNIA (1940 – 2018)**. 2019. dissertação (mestrado) - Campus de Ciências Socioeconômicas e Humanas, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS, Anápolis, 2019.
19. CUNHA, F.J.S.; CHAVES, J.R.; ALVES, L.A.; NOGUEIRA, R.C.; LIMA, A.F.; MOREIRA, L.C.F.M.; GONÇALVES, E.O.; OLIVEIRA, M.A.; CHAVES, H.R.G. Avaliação da qualidade da água do aquífero livre na região do cemitério Bom Jesus dos Aflitos, Russas – CE, Brasil. **Águas Subterrâneas**, Ceará, 2008.
20. ENETERIO, N.G.P. **Avaliação da suscetibilidade do aquífero à contaminação por necrochorume em Bonito – MS**, 2009. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.
21. FERNANDE, D.A. O efeito do necrochorume no meio ambiente e sua imputação penal. **AREL FAAR**, Ariquemes, v.2, n.1, p.6-27, 2014.
22. FIOCRUZ. Tétano: sintomas, transmissão e prevenção. 14 junho 2018. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/tetano-sintomas-transmissao-e-prevencao#:~:text=O%20t%C3%A9tano%20%C3%A9%20uma%20infec%C3%A7%C3%A3o,aumento%20da%20tens%C3%A3o%20muscular%20geral>. Acesso em: 15 fevereiro 2022.
23. RANÇA, G.V. **Medicina Legal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
24. FRANCISCO, A.M.; SILVA, A.K.G.S.; SOUZA, C.S.; SANTOS, F.C.S.S. Tratamento do necrochorume em cemitérios. **Atas de Saúde Ambiental**, São Paulo, v.5, p. 172-188, 2017.
25. GALLI, L.B. Sinais abióticos: putrefação, autólise, maceração, fauna cadavérica, mumificação e saponificação. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, v.19, n.4139, 2014. Disponível em : <https://jus.com.br/artigos/33919>. Acesso em: 03 fevereiro 2022.

26. KEMERICH, P.; UCKER, F.E.; BORBA, W.F. Cemitérios como Fonte de Contaminação Ambiental: Infraestrutura superada dessas unidades pode afetar recursos hídricos e disseminar microrganismos ameaçadores para a saúde. **Scientific American Brasil**, 2013. Disponível em: <https://sciam.com.br/cemiterios-como-fonte-de-contaminacao-ambiental/#:~:text=Os%20cemit%C3%A9rios%2C%20como%20qualquer%20outra,das%20impurezas%20depositadas%20sobre%20ele>. Acesso em: 12 dez. 2021.
27. KEMERICH, P.D.C.; BIANCHINI, D.C.; FANK, J.C.; BORBA, W.F.; WEBER, D.P.; UCKER, F.E. A questão ambiental envolvendo cemitérios no Brasil. **REMOA/UFSM**, Santa Maria, v.13, n. 5, p. 3777-3785, 2014.
28. LELI, I.T.; ZAPAROLI, F.C.M.; OLIVEIRA, M.; REIS, F.A.G.V. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.30, n.1, p. 45-54, 2012.
29. MARANHÃO, O.R. **Curso básico de Medicina Legal**. 8. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2002.
30. MATOS, B.A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismo no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
31. MINISTÉRIO DA SAUDE. Febre Tifoide. 20 novembro 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/f/febre-tifoide-1#:~:text=A%20Febre%20Tifoide%20%C3%A9%20uma,b%C3%AAsico%2C%20higiene%20pessoal%20e%20a>mbiental. Acesso em: 15 fevereiro 2022.
32. NASCIMENTO, F.L.; SENHORAS, E.M.; FALCÃO, M.T. Necrópoles e os impactos ambientais: cemitério público municipal, Boa Vista-RR. **Baru**, Goiânia, v.4, n.2, p. 236-256, 2018.
33. NEIRA, D.F.; TERRA, V.R.; SANTOS, R.P.; BARBIÉRI, R.S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês. **Revista natureza**, Espírito Santo, v. 6, p. 36-41, 2008.
34. NOGUEIRA, C.O.G.; COSTA JUNIOR, J.E.V.; COIMBRA, L.A.B. Cemitérios e seus impactos socioambientais no Brasil. In: Fórum Ambiental da Alta Paulista, v.9, n.11, p. 331-344, 2013, Alta Paulista. **Anais [...]**. Alta Paulista: Periódico Eletrônico, 2013. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/681/705. Acesso em: 03 fevereiro 2022.
35. PACHECO, A. **Cemitério e meio ambiente**. 2000. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
36. PASTERNAK, J. Hepatite A. Disponível em: <https://www.einstein.br/Pages/Doenca.aspx?eid=189#:~:text=Hepatite%20A%20%C3%A9%20uma%20doen%C3%A7a,pelo%20v%C3%ADrus%20da%20Hepatite%20A.&text=A%20transmiss%C3%A3o%20acontece%20pela%20via,da%20Hepatite%20A%20foi%20excretado>. Acesso em: 15 fevereiro 2022.
37. SANTOS, A.G.S.; MORAIS, L.R.S.; NASCIMENTO, S.A.M. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador -BA. **GESTA**, Bahia, v.3, n. 1, p. 39-60, 2015.
38. SILVA, D.J.; QUADROS, E.G. A modernização abarca também os mortos: o problema do cemitério e do crematório no alvorecer de Goiânia. **Revista de História Regional**, Goiás, v.26, n.2, p. 480-506, 2021.
39. SILVA, R.W.C.; MALAGUTTI, W.F. Fontes potenciais de contaminação. *Revista Ciência Hoje*, v.44, n.263, p.24-29, 2009.
40. SILVA, S.S. **A contaminação das águas subterrânea por necrochorume em cemitérios de Montes Claros – MG**, 2019. Trabalho Final (Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Goiás, Monte Claros, 2019.
41. SOUSA, M.C.B.; CASTRO, M.A.H.; CASTO, D.L.; NETO, M.F.A.; LOPES, B.L.S. Modelagem do fluxo de contaminantes em aquíferos freáticos na área do cemitério Bom Jardim, Fortaleza, CE, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.2, p. 163-178, 2012.
42. XAVIER, N.S. **Análises de impacto ambiental pelas possíveis contaminações por necrochorume no lençol freático**, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, 2015.