

IV-1222 - ANÁLISE DE POLUIÇÃO POR NECROCHORUME EM REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Nora Katia Saavedra del Aguila Hoffmann⁽¹⁾

Bióloga, Doutora em Hidráulica e Saneamento (EESC-USP). Professora Associada da Universidade Federal de Goiás (EECA-UFG)

Thainá Lima de Souza

Engenheira Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA-UFG).

Matheus Costa Ferreira

Engenheiro Ambiental e Sanitária pela Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás (EECA-UFG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Universitária, 1488 – Setor Universitário - Goiânia - GO - CEP: 74605-220 - Brasil - Tel: (62) 3209-6263 - e-mail: kasaavedra@ufg.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar a vulnerabilidade do manancial quanto à contaminação oriunda da presença de cemitério, com o intuito de verificar os riscos de contaminação aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A área de estudo está localizada na região central do município de Goiânia - GO. O córrego Capim Puba tem sua nascente dentro do Parque Zoológico de Goiânia e percorre aproximadamente 4 km na região central. Foram realizadas análises físico-químicas e biológicas tais como: pH, condutividade elétrica, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fosfato, alcalinidade total, ortofosfato, *Clostridium perfringens* e clostrídios sulfito redutores. Sendo os dois últimos os indicadores da presença de necrochorume. As análises foram realizadas em quatro pontos localizados no córrego Capim Puba e um ponto no poço tubular localizado na área do cemitério. Os resultados indicaram a presença de necrochorume em todos os pontos amostrados em período chuvoso e de seca, sendo as maiores concentrações presentes nos pontos 1, 2 e 3 avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto ambiental, Cemitérios, *Clostridium*.

INTRODUÇÃO

Os cemitérios são uma fonte com alto potencial de poluição do solo, das águas subterrâneas e consequentemente das águas superficiais. Uma vez que, com a contaminação desta, a pluma de contaminação pode ultrapassar os limites do cemitério. Neste caso, as águas contaminadas poderiam ser captadas por poços ou rios, localizados nos arredores, podendo ocasionar sérios problemas a saúde das pessoas.

O maior impacto causado pelo necrochorume no meio ambiente, está relacionado a contaminação das águas subterrâneas. A implantação de cemitérios em locais indevidos, que não passaram por análises e estudos de impacto ambiental, podem contribuir negativamente com o meio ambiente. É necessário que haja espaço adequado e monitoramento, a fim de evitar danos ao meio onde será inserido.

As águas atingidas por necrochorume apresentam contaminação microbiológica por bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, *Clostridium perfringens* enterovírus e adenovírus. Há também a presença de sais minerais que aumentam a condutividade elétrica.

O cemitério estudado está localizado a aproximadamente 52 m de distância do córrego Capim Puba, classificado como rio perene, abastecido pelo escoamento superficial e principalmente pelo subsuperficial que proporciona a alimentação contínua.

O objetivo da presente pesquisa foi de identificar a vulnerabilidade do manancial quanto à contaminação por necrochorume oriunda da presença de cemitério, com o intuito de verificar os riscos de contaminação aos recursos hídricos subterrâneo e superficiais.

Neste sentido, o presente trabalho se justifica pela preocupação em preservar os recursos hídricos, principalmente com os destinados para abastecimento público, em relação a operação dos cemitérios da região metropolitana de Goiânia, bem como por ser uma questão de saúde pública e pela escassez de pesquisas em âmbito estadual, sobre a vulnerabilidade dos corpos hídricos superficiais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O cemitério investigado está localizado na região central do município de Goiânia, Goiás (Brasil), possui administração privada e conta com área de 700 mil m², é classificado como cemitério Jardim, sendo este favorável a possíveis contaminações do solo e das águas, bem como a proliferação de doenças de veiculação hídrica.

Foram realizadas três coletas de amostras de água do Córrego Capim Puba e do poço tubular. Sendo a primeira no mês de abril, a segunda em setembro e a terceira em outubro de 2021.

Foram definidos os seguintes pontos de coleta, sendo o Ponto 1 localizado na Rua R-4, no Setor Norte Ferroviário II – Coordenadas Latitude: 16°39'38.67" S, Longitude: 49°15'58.73" O. O Ponto 2, localizado na Avenida Goiás, esquina com a Marginal Botafogo, no Setor Norte Ferroviário II – Coordenadas Latitude: 16°39'14.74" S, Longitude: 49°15'46.49" O.

O Ponto 3, localizado na Rua 10 entre a avenida Leste Oeste e a Avenida Marechal Hondon no setor Marechal Rondon - Coordenadas Latitude: 16°39'51.40" S e Longitude: 49°16'10.46" O, passando a ser o ponto antes do cemitério.

O Ponto 4 foi o poço tubular, localizado dentro do cemitério com as coordenadas Latitude: 16°39'34.10" S e Longitude: 49°15'56.27" O. O poço é usado para a rega e manutenção do jardim.

O Ponto 5, localizado na Avenida Independência no setor dos funcionários, com as coordenadas Latitude: 16°40'14.40" S e Longitude: 49°16'33.42" O (Figura 1).

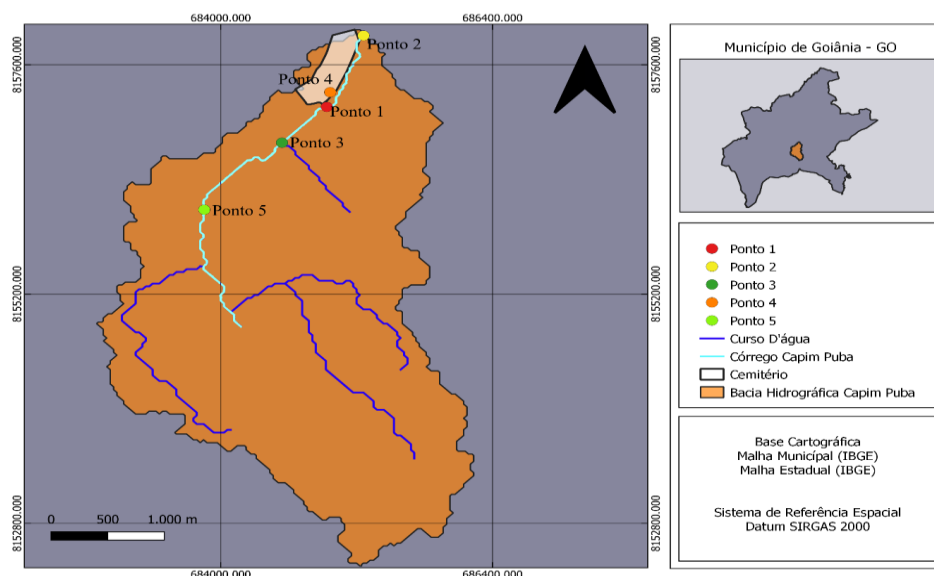


Figura 1: Área de estudo e pontos de coleta de amostras.

Os parâmetros avaliados foram: Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Fosfato, Alcalinidade total, Ortofosfato, *Clostridium perfringens* e os clostrídios sulfito redutores seguindo a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water (2012). As análises foram realizadas em laboratório particular.

Limites comparativos: A Resolução CONAMA 357/05 é o principal parâmetro de qualidade das águas superficiais e dispõe os limites, condições de qualidade e a classificação dos recursos hídricos. Tal classificação é decorrente da qualidade requerida para seus usos preponderantes.

A Resolução CONAMA 357/05 também traz padrões físico-químico de qualidade da água. Os valores padrões referentes a rios classe II estão apresentados no Tabela 1.

Tabela 1: Padrões de parâmetros físico-químico estabelecidos pelo CONAMA 357/05.

Parâmetro	Valor Limite
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,0 a 9,0
Nitrato	10,0 mg/L
Nitrito	1,0 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	2,0 mg/L

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos da primeira coleta realizada foi possível observar que os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito estão de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Já o nitrito e o nitrato no P2 ultrapassaram os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05.

Os parâmetros condutividade elétrica e alcalinidade, ortofosfato e fosfato não possuem valores limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05.

Em relação aos parâmetros, *Clostridium perfringens* e clostrídios sulfito redutores, usados como indicadores de contaminação por necrochorume, foram verificados a presença de ambos. A Resolução CONAMA 357/05 não apresenta limites referência para estes parâmetros.

A partir dos resultados obtidos da segunda coleta foi observado que os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH) nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito estiveram de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Os parâmetros condutividade e alcalinidade, ortofosfato e fosfato, não possuem valores limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05.

Em relação aos parâmetros, *Clostridium perfringens* e clostrídios sulfito redutores, usados como indicadores de contaminação por necrochorume, estiveram presentes em todos os pontos.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas e biológicas realizadas da coleta de água do Córrego Capim– Puba e do poço tubular no município de Goiânia – GO, em 04 de setembro de 2021.

Tabela 2: Resultados das análises dos pontos 1 ao 5.

Parâmetros	Unidades	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Potencial Hidrogeniônico (pH)	NA	7,2	7,4	7,1	7,4	6,7
Condutividade Elétrica	µS/cm	298,2	326,9	309,1	249,7	238,4
Nitrato	mgNO ₃ -N/L	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Nitrito	mgNO ₂ -N/L	0,49	0,6	0,42	0,67	0,43
Nitrogênio Amoniacal	MgNH ₃ -N/L	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Fosfato	mgPO ₄ -P/L	0,12	0,14	0,13	0,07	0,08
Alcalinidade Total	Mg CaCO ₃ /L	91,5	66,5	65,5	51,5	18,5

Continuação: Tabela 2: Resultados das análises dos pontos 1 ao 5.

Parâmetros	Unidades	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Ortofosfato	MgPO ₄ ⁻³ /L	0,12	0,14	0,13	0,07	0,08
<i>Clostridium perfringens</i>	UFC/mL	78	49	45	37	39
Clostrídios Sulfito Redutores	UFC/mL	78	49	45	37	39

A partir dos resultados obtidos da terceira coleta realizada foi possível observar que os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH) com nitrogênio, nitrato e nitrito estão de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Os parâmetros condutividade elétrica, ortofosfato, alcalinidade e fosfato, não possuem limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

Em relação aos parâmetros, *Clostridium perfringens* e clostrídios sulfito redutores, foram verificados em todos os pontos.

Os gráficos apresentados abaixo trazem os resultados comparativos das análises físico-químicas das três coletas realizadas, a fim de melhor visualização. A Figura 2 apresenta valores de pH dos resultados obtidos nas três coletas realizadas.

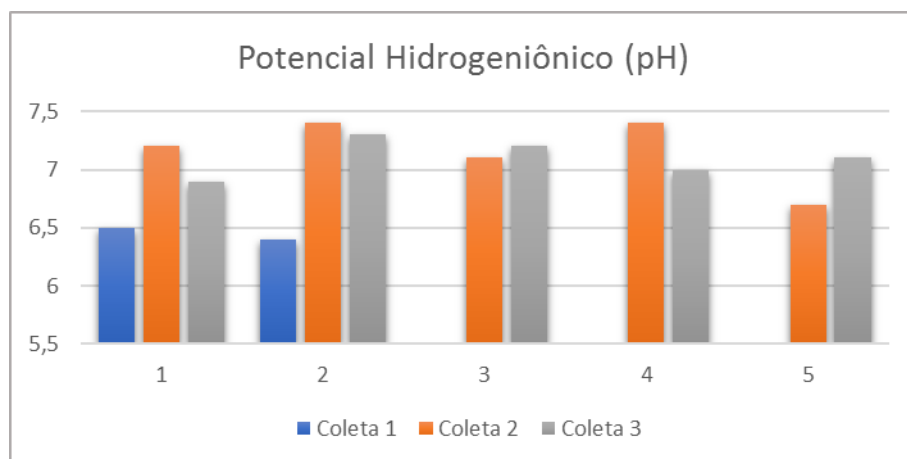


Figura 2: pH primeira, segunda e terceira coleta.

Rocha (2016) e Zandoná (2018) afirmam que o pH do necrochorume varia de 5 a 9 em temperatura de 23° a 28° C. Enetério (2009) realizou estudos em oito pontos localizados no entorno de um cemitério no município de Bonito/ MS a fim de verificar a vulnerabilidade de aquíferos à contaminação por necrochorume, os resultados obtidos referentes ao pH tiveram variação entre 6,6 e 7,4.

De acordo com a Legislação Brasileira vigente os valores de pH podem variar de 6,0 a 9,5 para todas as classes de água doce, sendo assim, as amostras analisadas neste trabalho, tanto do corpo superficial quando o poço tubular profundo está de acordo com o permitido, variando entre 6,4 a 7,4.

A Figura 3 apresenta os valores de condutividade elétrica dos resultados obtidos nas três coletas realizadas.

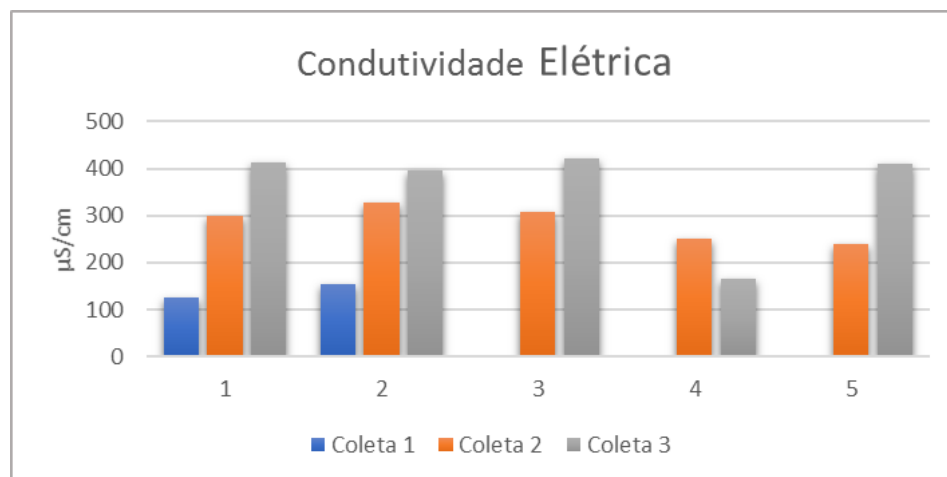


Figura 3: Condutividade da primeira, segunda e terceira coleta.

No que se refere a condutividade elétrica não existe na legislação um padrão comparativo, no entanto Von Speling (2007), apresenta a faixa de 10 a 100 $\mu\text{S/cm}$ para águas naturais. Em ambientes poluídos os valores podem chegar até 1000 $\mu\text{S/cm}$.

Silva et al. (2008), realizaram estudos de análises físico-químicas no córrego Capim Puba, em quatro pontos de amostragem e obtiveram resultados na faixa de 0,11 a 0,21 $\mu\text{S/cm}$.

Os resultados obtidos neste estudo apresentaram valores superiores a 100 $\mu\text{S/cm}$, na faixa de 126,8 a 413,8 $\mu\text{S/cm}$. De acordo com Lopes et al. (2008) as sepulturas provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, acarretando o aumento da condutividade elétrica.

Viana et al. (2018) determinaram que níveis superiores a 100 $\mu\text{S/cm}$ para águas naturais indicam aumento da condutividade e possível impacto devido a contaminação por necrochorume.

Como apresentado na Figura 3, a condutividade elétrica teve um acréscimo na coleta 3 em relação a coleta 1 e 2. O fato ocorreu em todos os 4 pontos amostrados do corpo superficial. Em relação ao poço tubular profundo observou-se a menor concentração encontrada, indicando assim influência externa no corpo hídrico e não do cemitério.

Os microrganismos indicadores utilizados neste estudo são os mais utilizados em relação a identificação da contaminação por necrochorume.

No entanto, fazem parte da microbiota natural do intestino humano e de animais, com isso tem-se a dificuldade em analisar corpo hídrico superficiais relacionado a contaminação por necrochorume (SANTOS, 2015).

Considera-se que o corpo hídrico superficial possui vulnerabilidade em relação a processos de degradação ambiental devido ao escoamento superficial, a entrada de esgoto doméstico, industrial e até mesmo carcaças de animais, sendo este último diretamente ligada a alteração da concentração dos indicadores (SILVA, 2008).

Quando se observa a localização dos cemitérios existentes na região metropolitana de Goiânia é possível identificar que a grande maioria estão localizados próximos aos corpos hídricos superficiais.

A literatura não apresenta estudos referentes a análise e identificação da presença de necrochorume em corpos hídricos superficiais. Porém, acredita-se que a atividade cemiterial em operação de forma inadequada, principalmente em cemitérios jardins, podem gerar grande impacto ambiental no meio.

Com isso verifica-se a importância da realização de pesquisas voltadas a este tema visando a preservação ambiental das áreas onde estão inseridos

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Por meio da presente pesquisa foi possível constatar que devido à decomposição do corpo humano, os cemitérios são uma das principais fontes de poluição do solo e das águas. Com isso, a implantação e operação destes deve contar com melhorias e técnicas a fim de proteger o meio ambiente.

O resultado das análises da água coletada no corpo superficial e no poço tubular indicaram a presença de necrochorume em todos os pontos analisados em decorrência da presença dos indicadores usados, no entanto não é possível afirmar a contribuição proveniente do cemitério, devido à grande vulnerabilidade em que o Córrego Capim Puba apresenta.

Os indicadores usados neste trabalho são estudados por diferentes autores apresentados, sendo considerados indicadores eficientes na avaliação da contaminação originária de cemitérios.

A presença de necrochorume acarreta risco a saúde em caso de consumo desta água, não somente para as pessoas em vulnerabilidade social, mas também para os demais moradores que faz uso de poço tubular profundo ou até mesmo, possuem contato direto com a água do córrego Capim Puba, sendo necessário estudos mais elaborados a fim de determinar os limites da possível pluma de contaminação existente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21 ed. Washington, EUA, 2005.
2. BRASIL: Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.
3. ENETERIO, N. Avaliação da vulnerabilidade do aquífero freático a contaminação por Necrochorume em Bonito – MS. Campo Grande – MS, 2009. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2009.
4. LOPES, J. L. Cemitério e seus impactos ambientais. Estudo de caso: Cemitério Municipal do Distrito de Catuçaba/SP. Centro Universitário Senac. São Paulo, 2008.
5. ROCHA, R. Contaminação da água subterrânea por cemitérios: Estudo de caso no cemitério municipal de Osório. Porto Alegre, 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
6. SANTOS, A.; MORAES, L.; NASCIMENTO, S. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador-BA. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)*, 2015.
7. Silva, R. W. C.; Malagutti Filho, W. O emprego de métodos geofísicos na fase de investigação confirmatória em cemitérios contaminados. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES, v. 14, n. 3, p. 327-336, 2009.
8. Silva, R. W. C.; Malagutti Filho, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 2008.
9. SILVA, M. Avaliação ecotoxicológica e físico-químico do córrego Capim Puba. *Estudos*, Goiânia, v. 35, n. 1/2, p. 11-22, jan./fev. 2008.
10. VIANA, F.; GOMES, K. G. O.; BARBÁRA, F.V.; BARROS, R. G. Qualidade das águas subterrâneas nos cemitérios municipais de Goiânia, GO, Brasil. 18º SILUBESA – Porto, 2018.
11. ZANDONA, D. Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de cadáveres. Tolendo – PR, 2018. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2018.