

**VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG - *campus* Bambuí**  
**I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação**

**Revisão sistemática sobre os parâmetros de qualidade de água subterrânea em regiões onde operam cemitérios**

**Júlio César Gomes Marques<sup>(1)</sup>; Ariana Cristina Santos Almeida<sup>(2)</sup>; Neimar de Freitas Duarte<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí. Rod. Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38900-000. Bambuí-MG. <sup>(2)</sup> Professor Orientador – IFMG. <sup>(3)</sup> Professor Co-orientador – IFMG.

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo identificar os parâmetros mais utilizados na realização de diagnósticos ambientais em regiões onde operam cemitérios para a caracterização da qualidade da água subterrânea por meio de uma revisão sistemática baseada em trabalhos científicos publicados anteriormente. A fonte de busca das informações científicas foram as plataformas de pesquisa, CAPES/MEC e Google Acadêmico. A partir deste levantamento bibliográfico foram observados os parâmetros mais comuns utilizados na determinação da qualidade ambiental da água subterrânea. Os parâmetros mais frequentes em análises físico químicas de amostras de água subterrânea nos estudos avaliados foram pH, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza e nitrato. Os parâmetros microbiológicos foram coliformes (totais, fecais e termotolerantes), clostrídeos, bactérias lipolíticas, bactérias heterotróficas aeróbias e bactérias heterotróficas anaeróbias.

**Palavras-chave:** necrochorume, qualidade ambiental, hidrogeologia, poluição do solo e água.

## INTRODUÇÃO

Os cemitérios são fontes potenciais de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, por meio de substâncias orgânicas, inorgânicas e de microrganismos patogênicos presentes no produto de coliquação gerado pela decomposição de cadáveres, denominado necrochorume. O necrochorume é um líquido viscoso, de cor castanho-acizentada, com forte odor e de grau variado de patogenicidade, podendo esta substância proliferar em um raio superior a 400 metros de distância do cemitério, a depender da geologia da região e da relação entre o volume de necrochorume produzido e o peso do corpo humano que normalmente é de cerca de 0,60 litros por um quilograma (Almeida e Macedo, 2005). Sua constituição é de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, duas delas altamente tóxicas, cadaverina e putrescina, que

produzem como resíduo final de seus processos de decomposição o íon amônio e também pode conter microrganismos patogênicos (Neira et al., 2008).

Segundo Martins et al. (1991), a implantação de cemitérios, sem levar consideração os critérios geológicos (características litológicas e estrutura do terreno) e hidrogeológicos (nível do aquífero), constitui uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas, representando um risco do ponto de vista sanitário e higiênico.

A água é de extrema importância para os seres humanos e os aquíferos têm despertado alto grau de interesse ambiental para sua preservação, sendo assim, é importante também monitorar a qualidade da água subterrânea assim como a das águas superficiais.

Este trabalho teve como objetivo identificar os parâmetros mais utilizados na realização de diagnósticos ambientais em regiões onde operam cemitérios para a caracterização da qualidade da água subterrânea por meio de uma revisão sistemática baseada em trabalhos científicos publicados anteriormente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A fonte de busca das informações científicas foram as plataformas de pesquisa, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/MEC e Google Acadêmico. A estratégia de busca utilizada foi a determinação de palavras e termos chave, tanto em língua portuguesa quanto inglesa. Os critérios adotados para a inclusão dos artigos nesta revisão foram: artigos de estudo de caso e que contivessem em seu conteúdo metodologias de diagnósticos ambientais em cemitérios, publicados nos idiomas inglês e português e que realizaram amostragens de água subterrânea com discussão de resultados. Os artigos que não se enquadraram nesses critérios foram excluídos.

Foram considerados como parâmetros mais comuns aqueles que apresentaram ocorrência de utilização acima de 50% nos estudos avaliados e selecionados pelos filtros. Os filtros utilizados foram: 1 – artigos que contiveram as palavras chave, 2 – artigos que trataram de cemitérios, 3 – artigos que tratavam de análise de água subterrânea em cemitérios, 4 – artigos que abordaram estudo de caso e 5 – leitura dos artigos e escolha daqueles que se enquadraram nos critérios de inclusão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Seguindo a estratégia definida, na busca na plataforma CAPES/MEC inicialmente foram encontrados com a palavra chave qualidade ambiental 6.102 artigos enquanto para o mesmo termo em inglês 356.247, porém para o termo mais restrito necrochorume foram encontrados 15 artigos e

no termo inglês somente 2 (Tabela 1). Como pode-se observar na tabela 2 nas buscas realizadas no Google foram encontrados maior número de artigos com todos os termos até o mais específico como *necrochorume* com 87 e 8 em português e inglês, respectivamente.

**Tabela 1. Filtragem de artigos e estudos científicos por meio da plataforma CAPES/MEC**

Palavras e termos chaves	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4
<i>Necrochorume</i>	18	9	1	1
Qualidade Ambiental	6.102	15	0	0
Hidrogeologia	519	3	1	1
Poluição do solo e água	1.436	4	1	1
<i>Necroleachate</i>	2	0	0	0
<i>Environmental quality</i>	356.247	34	0	0
<i>Hydrogeology</i>	48.986	6	0	0
<i>Soil and water pollution</i>	70.710	15	2	0
Total de arquivos selecionados pela plataforma CAPES/MEC:				3
Total de arquivos selecionados pela plataforma CAPES/MEC (Filtro 5):				3

**Tabela 2. Filtragem de artigos e estudos científicos por meio da plataforma Google Acadêmico**

Palavras e termos chaves	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4
<i>Necrochorume</i>	87	4	4	1
Qualidade Ambiental	747.000	1	1	0
Hidrogeologia	19.400	0	0	0
Poluição do solo e água	56.800	3.400	0	0
<i>Necroleachate</i>	8	1	1	0
<i>Environmental quality</i>	3.430.000	32.300	1	1
<i>Hydrogeology</i>	190.000	724	0	1
<i>Soil and water pollution</i>	1.660.000	19.300	1	1
Total de arquivos selecionados pela plataforma Google Acadêmico:				4
Total de arquivos selecionados pela plataforma Google Acadêmico (Filtro 5):				2

Com o uso dos filtros a busca bibliográfica resultou em 7 artigos, sendo 6 escritos em língua portuguesa e 1 escrito em língua inglesa. Após a adoção dos critérios sistemáticos citados, foram incluídos apenas 5 artigos, os quais se adequaram aos critérios propostos para este trabalho.

**Tabela 3. Comparação dos parâmetros analisados nos estudos avaliados**

Autor e Ano	Região de estudo	Fonte da amostragem	Parâmetros analisados	Parâmetros analisados mais comuns nos estudos avaliados
Martins et al. (1991)	Região da Grande São Paulo - SP: Cemitério da Vila Formosa, Cemitério Vila Nova Cachoeirinha e Cemitério de Areia Branca.	Água subterrânea por meio de piezômetros instalados na região dos cemitérios.	Análise físico química: Não realizada. Análise microbiológica: coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais, clostrídeos sulfito redutores, bactérias proteolíticas, contagem padrão de bactérias heterotróficas aeróbias, contagem padrão de bactérias heterotróficas anaeróbias, bactérias lipotícas e <i>Salmonella sp.</i>	
Almeida e Macedo (2005)	Região do município de Juiz de Fora-MG: Cemitério São Sebastião, Cemitério Nossa Senhora das Dores, Cemitério Parque da Saudade, Cemitério Morro Glória e Cemitério Católico de São Pedro.	Água subterrânea por meio de minas de águas no entorno dos cemitérios.	Análise físico química: pH, condutividade, alcalinidade, dureza total, dureza ( $Ca^{2+}$ ), dureza ( $CaMg^{2+}$ ), cloreto, $O_2$ consumido, $O_2$ dissolvido, amônia dissolvida e nitrato. Análise microbiológica: Não realizada.	Análise físico química: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza e nitrato.
Neira et al. (2008)	Vila Velha – ES: Cemitério Municipal do bairro Santa Inês.	Água subterrânea por meio de piezômetros instalados na região do cemitério.	Análise físico química: cálcio, cor real, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, pH, temperatura e turbidez. Análise microbiológica: coliformes tolerantes e coliformes totais.	
Castro (2008)	Fortaleza-CE: Cemitério Bom Jardim	Água subterrânea por meio de piezômetros instalados na região do cemitério.	Análise física química: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, alcalinidade total, dureza total, matéria orgânica, sólidos dissolvidos, sólidos totais, cálcio, magnésio, sódio, potássio, ferro total, cloretos, carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, sulfatos, nitratos e nitritos. Análise microbiológica: coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, estreptococos fecais, bactérias heterotróficas aeróbias, bactérias heterotróficas anaeróbias, bactérias lipotícas e clostrídeos sulfito redutores a 46°C.	Análise microbiológica: coliformes (totais, fecais e termotolerantes), clostrídeos, bactérias lipolíticas, bactérias heterotróficas aeróbias e bactérias heterotróficas anaeróbias.
Saba (2011)	Região do entorno de Brasília-DF: Cemitério municipal de Taguatinga, Cemitério Campo Esperança localizado no Plano Piloto, Cemitério de Brazlândia, Cemitério do Gama, Cemitério de Sobradinho, Cemitério de Planaltina e Cemitério de Valparaíso - GO.	Água subterrânea por meio de piezômetros instalados na região dos cemitérios.	Análise físico química: odor, alcalinidade, pH, aspecto, oxigênio, fósforo, condutividade elétrica, manganês, DQO, nitrogênio, sabor, cor, dureza, turbidez, ferro, cromo, amônia dissolvida, DBO, chumbo e TDS. Análise microbiológica: coliformes totais, coliformes fecais, bactérias proteolíticas, clostrídium, <i>Salmonella sp.</i> , bactérias lipotícas, bactérias heterotróficas e <i>Escherichia coli.</i>	

De acordo com a Tabela 3, os parâmetros físicos químicos mais comuns utilizados foram pH (80%), condutividade elétrica, alcalinidade, dureza e nitrato respectivamente com 60%. Os parâmetros microbiológicos mais comuns utilizados foram coliformes (80%), clostrídeos, bactérias lipolíticas, bactérias heterotróficas aeróbias e bactérias heterotróficas anaeróbias respectivamente com 60%.

## CONCLUSÕES

Os parâmetros mais frequentes em análises físico químicas de amostras de água subterrânea identificados nesta revisão foram pH, condutividade elétrica, alcalinidade, dureza e nitrato. Os parâmetros microbiológicos foram coliformes (totais, fecais e termotolerantes), clostrídeos, bactérias lipolíticas, bactérias heterotróficas aeróbias e bactérias heterotróficas anaeróbias.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFMG *campus* Bambuí-MG, em especial a minha orientadora Ariana Almeida e ao meu co-orientador Neimar de Freitas Duarte pelo apoio no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B.. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de Gestão Ambiental, Juiz de Fora-MG, 2005. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art\\_125263061\\_contaminacao\\_por\\_necrochorume.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art_125263061_contaminacao_por_necrochorume.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2015.

CASTRO, D. L. DE. Caracterizacao Geofísica e Hidrogeológica Do Cemitério Bom Jardim, Fortaleza – Ce. Revista Brasileira de Geofísica, v. 26, p. 251–271, 2008. Revista Brasileira de Geofísica. Vol. 26(3), 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-261X2008000300001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-261X2008000300001&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 abr. 2015.

MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO, A.; et al. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. Revista de Saúde Pública, v. 25, n. 1, p. 47–52, 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v25n1/10.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2015.

NEIRA, D. F. et al. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. Revista Natureza Online, 6(I): 36-41, 2008. Disponível em: <[http://www.naturezaonline.com.br/natureza/coconteu/pdf/07\\_NeiraDFetal\\_3641.pdf](http://www.naturezaonline.com.br/natureza/coconteu/pdf/07_NeiraDFetal_3641.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2015.

SABA, E. D. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas dos cemitérios de Brasília e seu entorno. Dissertação (Mestrado em Química)-Universidade Federal de Goiás. 2011. Disponível em:<<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1104/1/Dissertacao%20Elias%20D%20Saba.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2015.