

Dérika F Neira<sup>1,4</sup>, Vilma R Terra<sup>1,5</sup>, Rodrigo Pratte-Santos<sup>1,2,6</sup> & Roberto S Barbiéri<sup>3,7</sup>

## Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil.<sup>8</sup>

Impacts of the leachate in the Santa Inês cemetery subterranean waters, Espírito Santo, Brazil.

**Resumo** Este trabalho avaliou o impacto de componentes do necrochorume no lençol freático do cemitério de Santa Inês através de análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água em poços de monitoramento, propondo adequações perante a lei vigente e medidas conservacionistas. Foram realizadas duas campanhas em cinco poços de monitoramento, na área do cemitério de Santa Inês. Os pontos foram demarcados de modo a obter uma distribuição representativa do aquífero. Para os procedimentos analíticos experimentais os seguintes parâmetros foram analisados: cor, turbidez, pH, temperatura, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cálcio, coliformes termotolerantes e totais. Estes parâmetros seguem os métodos descritos pela American Public Health Association. Nas análises das águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, foram observados a presença de compostos nitrogenados e microbiológicos em índices elevados. Sendo que, para o nitrogênio amoniacal, obtiveram-se valores acima do permitido em dois poços de monitoramento nas duas campanhas. Enquanto que, para o nitrato, os valores foram acima do permitido pela portaria nº 518/2004 do CONAMA, também na segunda campanha. Em relação às análises bacteriológicas, encontraram-se níveis acima do estabelecido pela resolução do CONAMA nº 396/2008. De acordo com o presente estudo, o impacto que um cemitério pode provocar ao meio ambiente pode implicar em riscos de contaminações para a saúde pública. Portanto, medidas de regulamentação de cemitérios por órgãos municipais pode ser uma prevenção contra poluição de águas subterrâneas provenientes de necrochorume.

**Palavras-chave** contaminação de aquíferos, microrganismos indicadores, poluição da água.

**Abstract** To evaluate the impact of leachate components from aquifer sheets in Santa Inês cemetery by means of analyses of its physical parameters, chemical and microbiological properties of the water from monitoring wells. Proposing adequate methods and standards presented by conservationist measures and laws. Two campaigns were realized in five monitoring wells, in the area of Santa Inês cemetery. These points were demarcated to represent a better aquifer distribution. For experimental analytical proceedings the analyzed parameters were: color, turbidity, pH, temperature, nitrite, nitrate, ammonia nitrogen, calcium, termotolerants coliforms and total coliform. These parameters follow the methods described by the American Public Health Association. The analysis from the groundwater of Santa Inês cemetery were observed, the presence of high levels of nitrogen and microbiological compounds. Where for Ammoniac nitrogen, levels above permitted were obtained from two monitoring wells, in two campaigns. While for the nitrate, also on the second campaign, the levels were above permitted ordinance, in resolution nº 518/2004 of CONAMA. For termotolerants coliforms and total coliform analyses, in all samples, were found higher levels than permitted by the resolution nº 396/2008 of CONAMA. In agreement with the present study, the impact that can be originated from cemeteries represents high risks of contamination to the public health. Therefore, guidelines and regulations from city councils could prevent ground water pollution caused by leachate.

1 Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melos, 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29101-770.

2 Faculdade PIO XII, Rua Bolivar de Abreu, Cariacica ES, Brasil, CEP 29146-330

3 Faculdade de Minas - FAMINAS, Muriaé, MG, Brasil, CEP 36880-000

4 derikabio@gmail.com

5 vilma.terra@uvv.br

6 rodrigopratte@hotmail.com

7 robertosbarbieri@yahoo.com.br

8 Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da UVV.

**Keywords** aquifer contamination, indicator microorganisms, water pollution.

### Introdução

As fontes de poluição de águas subterrâneas podem ser provenientes de lançamento de efluentes líquido industriais, domésticos, agricultura, e mais recentemente,

cemitérios. Nesse último caso, fatores com características como profundidade de covas, tipo de solo, drenagem e perímetro urbano, influenciam o nível de contaminação e tem despertado interesse científico para mitigação do impacto ambiental (Almeida, 2006).

Alguns impactos ambientais relacionados a águas subterrâneas podem ser provenientes de cemitérios, considerando que na construção da maioria destas necrópoles não são levados em conta estudos geológicos e hidrogeológicos. Desta forma, estas instalações podem representar alto risco de contaminação durante a decomposição dos corpos. A localização dos cemitérios ocorre, preferencialmente, em áreas afastadas do centro urbano, porém hoje é possível encontrar cemitérios totalmente integrados à malha urbana (Hirata & Suhogusoff, 2004; Migliorini, 2002).

Como principal causa de poluição nos cemitérios, durante a decomposição dos cadáveres, é liberado um líquido denominado necrochorume. Esta é uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de tonalidade castanho-acinzentada, viscosa, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade (Macedo, 2004; Rodrigues, 2003). 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 composição o íon amônio e também pode conter microrganismos patogênicos (Castrol, 2008; Feitosa & Filho, 1997; Macedo, 2004).

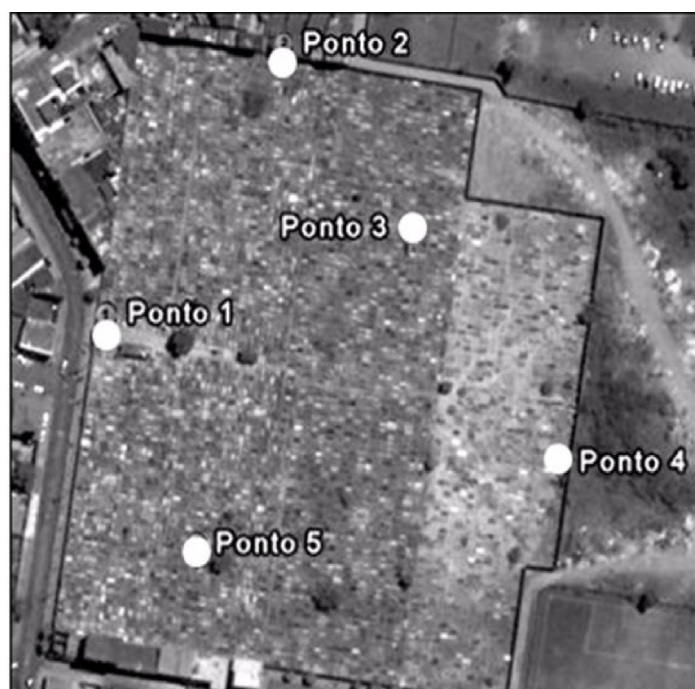
Dentre as diversas fontes de contaminação das águas subterrâneas por necrópoles, as principais são as sepulturas com menos de um ano e localizadas nas cotas mais baixas, próximas ao nível freático, em torno de 4 metros. Levando a um grande consumo de oxigênio, provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica da água, levando a um aumento da concentração dos íons como bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco (Macedo, 2004).

Sabendo-se da importância da água para as sociedades humanas, como recurso hídrico, os aquíferos têm despertado alto grau de interesse ambiental para sua preservação, portanto, tem surgido a necessidade de monitoramento das águas subterrâneas que até pouco tempo a preocupação era apenas com as águas superficiais. Mediante o uso crescente desses recursos e as diversas fontes possíveis de poluição, o presente trabalho objetivou realizar análises físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas do lençol freático do cemitério de Santa Inês, situado em Vila Velha no Espírito Santo, visando avaliar sua qualidade em diferentes pontos.

## Métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado no lençol freático sob o cemitério municipal do bairro de Santa Inês, localizado no município de Vila Velha, com suas respectivas coordenadas geográficas (Figura 1). O cemitério está em área urbana e possui uma área de aproximadamente 47.730 m<sup>2</sup>.



**Figura 1** Localização dos pontos do cemitério de Santa Inês de acordo com as coordenadas geográficas.

Este cemitério teve suas atividades iniciadas por volta de 1945, com uma média de 15 sepultamentos mensais. É um dos seis cemitérios da cidade de Vila Velha. Localiza-se em perímetro urbano, em seu entorno existe um lixão constituído de resíduos de construção civil, um hospital infantil, um campo de futebol, além de residências. O solo é arenoso, sendo um aterro de um antigo mangue. Sua parte mais alta atinge cerca de 4,90 metros, enquanto sua parte mais baixa possui em torno de 4,00 metros acima do mar.

Durante a seleção dos pontos mais adequados para a obtenção de resultados da qualidade da água subterrânea, optou-se por demarcar uma distribuição o mais abrangente possível para uma boa representatividade espacial do aquífero. Vale ressaltar que os poços de monitoramento foram perfurados instalados seguindo a norma da ABNT NBR nº 13.895/97 atualizada em 1999 (Brasil, 2005).

### Amostragem

Foram realizadas duas campanhas em cinco poços de monitoramento, na área do cemitério de Santa Inês. As amostras de água foram coletadas em coletores descartáveis de polietileno, sendo um para cada poço, evitando assim

contaminação entre os poços. As análises corresponderam aos seguintes parâmetros: cor, turbidez, pH, temperatura, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, cálcio e coliformes termotolerantes e totais.

#### Análises laboratoriais

*In situ*, foram determinados: o pH, por intermédio de um pHgâmetro portátil Quimis, modelo Q-400 HM e para as análises de medições de temperatura, foi utilizado um multiparâmetro YSI, modelo 85/100 FT. Os equipamentos foram devidamente calibrados e aferidos com padrões de controle analítico, sendo as calibrações necessárias efetuadas conforme manuais dos fabricantes. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos de polietileno, para os testes físico-químicos, e em frascos de vidro, para as medidas microbiológicas, os quais foram armazenados em caixas de isopor com gelo. Todas as medidas foram determinadas em triplicata, indicando-se as médias das mesmas. Para os procedimentos analíticos experimentais destes parâmetros seguiram-se os métodos evidenciados na Tabela 1 (Apha, 1998; Macedo, 2003).

**Tabela 1** Especificações das metodologias analíticas físico-químicas e microbiológicas.

Parâmetros	Metodologia analítica
Cálcio	Titulométrico EDTA, LQ 5,0 mg L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Amoniacal	Destilação prévia e complexação com reagente de Nessler. LQ - 0,02mg.L <sup>-1</sup>
Nitrato	Redução na coluna de cádmio LQ - 0,02 mg/L
Nitrito	Método colorimétrico, LQ 0,02 mg L <sup>-1</sup>
Turbidez	Turbidimétrico LQ 0,1UNT
Coliformes Termotolerantes	Tubos múltiplos

## Resultados e discussão

Atualmente no Brasil, os padrões de qualidade para as águas subterrâneas estão estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), do Ministério do Meio Ambiente, especificamente pela Resolução CONAMA nº 396/2005, que considera os níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo assegurar seus usos preponderantes (Brasil, 2005).

Os resultados das análises físico-químicas obtidos para as campanhas estão dispostos abaixo nas Tabelas 2.

### Cálcio (Ca<sup>++</sup>)

A dureza é um índice que mede a concentração de íons cálcio e magnésio. A maior fonte de cálcio na água é proveniente de carbonato de cálcio ou por meio de depósitos

**Tabela 2** Parâmetros físico-químicas das amostras de água dos poços no lençol freático no entorno do Cemitério Santa Inês, Vila Velha, ES.

Parâmetros	Poços de coleta									
	1		2		3		4		5	
	1ª campanha	2ª campanha	1ª campanha	2ª campanha	1ª campanha	2ª campanha	1ª campanha	2ª campanha	1ª campanha	2ª campanha
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	34,87	*	45,71	55,79	23,24	19,37	60,44	5579	44,94	49,59
Cor real (uH)	200	*	3	106	80	508	25	86	30	112
Nitrogênio amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	3,78	*	13,77	2,00	3,18	3,63	9,55	10,74	1,11	2,00
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	0,95	*	0,66	14,47	0,02	1,09	0,52	0,02	2,37	12,84
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,02	*	0,02	0,21	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02
pH	6,52	*	7,48	7,55	7,38	7,25	5,29	5,12	7,71	7,54
Temperatura (°C)	32	*	28	26	29	28	31	28	29	28
Turbidez (UNT)	35	*	483	2.140	134	1.430	118	14.100	362	4.170

minerais de sulfato de cálcio. Em cemitérios a principal disponibilidade deste composto é por via de decomposição de ossos e adição de cal nas sepulturas (Brasil, 2008).

Os valores de dureza para as águas subterrâneas estão geralmente situadas 10 e 300 mg L<sup>-1</sup>, podendo atingir 1.000 mg L<sup>-1</sup> e, em casos excepcionais, 2.000 mg L<sup>-1</sup>. As águas subterrâneas podem ser classificadas em termos de dureza (mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>) como “branda” (< 50 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>), “pouco dura” (50-100 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>), “dura” (100-200 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>) e “muito dura” (>200 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>) (Franca, 2006).

Como evidenciado na Tabela 2, a segunda campanha do ponto 2 e o ponto 4 foram classificados como pouco dura, enquanto todas as outras amostragem foram compatível como dureza branda (Franca, 2006). Sendo a presença de cálcio dentro dos valores permitidos.

### Cor real

A cor da água é o resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por esse motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais, bem como microrganismos distribuídos no ambiente (Macedo, 2004).

A cor denominada verdadeira ou real é causada por materiais dissolvidos ou colóides. As substâncias que mais frequentemente adicionam cor as águas naturais são os ácidos húmicos. Em locais com alta decomposição de matéria orgânica; é provável que as taxas de cor real sejam influenciados juntamente com outros parâmetros, principalmente o pH e turbidez (Macedo, 2004; 2006). As águas subterrâneas apresentam valores de coloração inferiores a 5 ppm(partes por milhão), porém de forma anômala, podem atingir 100 ou mais ppm, valendo ressaltar que 1 ppm equivale a 1 Uh (Feitosa & Filho, 1997).

De acordo com os resultados da Tabela 2, na primeira campanha apenas o poço 1 apresentou cor real acima de 100 ppm,

devido talvez à pequena produção de água do mesmo já que o ponto 2 é o nível mais alto para o lençol freático e então uma maior concentração de areia com a água conferiu tal coloração elevada. Já na segunda campanha, os valores obtidos para os poços 2, 3 e 5 foram de 106, 508 e 112 ppm, respectivamente, o que demonstra possível contribuição do material orgânico oriundo dos sepultamentos no local.

#### Nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3$ )

Para nitrogênio amoniacal, observam-se elevadas concentrações para as amostras de águas coletadas no poço 2, durante a primeira campanha, e no poço 4, nas duas campanhas (Tabela 2). A ocorrência de concentrações elevadas de amônia ( $\text{NH}_3$ ) pode ser indicativa de poluição recente, possivelmente oriunda da redução de nitrato por bactérias ou íons ferrosos, presente no solo (Silva & Araujo, 2003). Vale ressaltar, no entanto, que próximo ao poço 4 situa-se um lixão, o que poderia ser uma provável fonte de para a maior contaminação por nitrogênio amoniacal observada no local.

#### Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )

O nitrato das águas subterrâneas é originado principalmente da aplicação de fertilizantes nitrogenados, tanto inorgânicos, como proveniente de esterco animal; deposição atmosférica; esgoto doméstico, bem como lixiviação de áreas agrícolas e lixões (Franca, 2006). Não somente locais com alto aporte de nitrogênio, mas também solos bem drenados e áreas com pouca vegetação contribuem maior risco de contaminação por nitrato (Baird, 2002).

As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10  $\text{mg L}^{-1}$ , porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1.000  $\text{mg L}^{-1}$  (Baird, 2002). As altas concentrações de nitrato podem acarretar graves conseqüências à saúde. No organismo humano o nitrato se converte em nitrito combinando-se com a hemoglobina para formar a metahemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio no sangue (Silva & Araujo, 2003; Baird, 2002). Corroborando com estes fatos, em 1992, foi relatado mais de 2.000 casos de metahemoglobina, descritos em meados da década de 70, quando 8% dos casos foram fatais (Packham, 1992).

O nitrato possui ação na síntese de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago humano, substâncias conhecidas como carcinogênicas (Feitosa & Filho 1997). Ocorre um aumento no risco de aparecimento de linfomas em pessoas que ingerem, em longo prazo, água com até 4 ppm de nitrato. Patologias relacionadas ao nitrato quando, em estudos realizados na Austrália e Canadá, constataram aumento significativo de malformação congênita (Baird, 2002).

A água destinada ao abastecimento humano não deve conter mais que 10  $\text{mg L}^{-1}$  de nitrato, como sugerido na

Portaria CONAMA nº 518/2004. Na Tabela 2, observam-se que os valores da concentração de nitrato na primeira campanha mostraram-se todos abaixo do limite estabelecido. Porém, na segunda amostragem, os poços 2 e 5 apresentaram índices de nitrato acima do limite. Para o poço 2 observou-se elevado índice de amônia, de 13,77  $\text{mg L}^{-1}$  na primeira campanha, enquanto o nível de nitrato mostrou-se em 0,66  $\text{mg L}^{-1}$  na mesma coleta. Na segunda coleta, a situação mostrou-se invertida; o índice de  $\text{NH}_3$  foi de 2,00  $\text{mg L}^{-1}$ , enquanto o índice de nitrato atingiu 14,47  $\text{mg L}^{-1}$  (Brasil, 2008).

Pode-se supor que o  $\text{NH}_3$  tenha sido oxidado, passando a nitrito  $\text{NO}_2^-$ , um íon instável no solo. Já para o poço 5, pressupõe que o nitrogênio tenha sido oxidado para sua forma máxima, em decorrência dos baixos valores observados para as suas outras formas mais reduzidas. Desta maneira, evidencia-se a contribuição de poluição de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) pelo cemitério. Por outro lado, em 2002, relatou-se que certas bactérias, inclusive as do grupo coliformes, têm capacidade de reverter o processo, produzindo nitrito por redução de nitrato (Migliorini, 2002).

#### Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ )

Para nitrito, ficam evidenciados na Tabela 2 os elevados valores nos poços 2 e 3, para a segunda coleta, sugerindo-se que sua fonte pode ter origem na contaminação amoniacal oxidada. O nitrito indica uma fase intermediária de oxidação do nitrogênio, que quando presente na água de consumo humano tem um efeito mais rápido e pronunciado que o nitrato. Se o nitrito for ingerido diretamente, também pode ocasionar metahemoglobinemia independentemente da faixa etária do consumidor (Silva & Araujo, 2003; Baird, 2002).

#### pH

A legislação brasileira estabelece valores de pH entre 6,0 e 9,0 para todas as classes de água doce. Observando que os valores de pH mostraram-se na faixa aceitável, exceto para as amostras de água do poço 5 (Tabela 2), nas duas coletas, as quais mostraram-se mais ácidas, com valores de pH próximos de 5 (Brasil, 2008).

Na maioria dos corpos d'água o pH pode ser influenciado pela alteração da temperatura, atividade biológica e lançamentos de efluentes (Franca, 2006). Sendo possível a contribuição do cemitério para a acidez no poço 5, visto que sepultamentos por cova rasa são freqüentes no local.

#### Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )

A temperatura influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e em outros processos, como a solubilidade dos gases dissolvidos



e sais minerais. A temperatura interfere no crescimento microbiológico, de modo que cada microorganismo possui uma faixa ideal de temperatura (Macedo, 2006).

Em aquíferos rasos, a temperatura é pouco superior à da superfície. Os valores de temperatura observados para as amostras de água coletadas em ambas as campanhas mantiveram-se na faixa de 28-32 °C, conforme indicado na Tabela 2 (Franca, 2006). No poço 1, onde a temperatura foi mais elevada, possivelmente sofreu influências pelo seu relevo, já que o poço situa-se próximo ao asfalto, absorvendo maior calor.

#### Turbidez

A turbidez é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão que provocam a sua difusão e sua absorção. São substâncias constituídas por plâncton, bactérias, argilas, silte em suspensão, matéria orgânica, fontes de poluição que lança material fino e outros (Macedo, 2006).

Da tabela 2 pode-se observar que os valores da observados para a turbidez das amostras de água coletadas durante primeira campanha foram relativamente menores em comparação com a segunda. No entanto, cabe ressaltar que da primeira para a segunda campanha, houve uma redução do volume de água dos poços artesianos, tendo sido necessária a potencialização dos furos com o trado manual, o que provavelmente acarretou valores mais elevados da turbidez observados na segunda campanha.

Porém, no poço 4 observou-se um teor elevado de partículas em suspensão, o que pode ser justificado por uma maior lixiviação da matéria orgânica e outros compostos da água percolados pelo solo, provavelmente oriundo do elevado número de sepultamentos do tipo cova rasa próximo do local, havendo assim um contato rápido e direto das substâncias que são dissolvidas com a água.

#### Análises bacteriológicas

A água pode apresentar diferentes tipos de bactérias patogênicas, dentre as quais os principais gêneros são: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Campylobacter*, *Escherichia* e *Klebsiella*. Juntamente com os dois últimos citados, o gênero *Enterobacter* constitui o grupo denominado coliformes termotolerantes, um importante indicador de contaminação termotolerante na água (Silva, Junqueira, 1995).

Considerando os resultados obtidos para as análises bacteriológicas (Tabela 3) o limite estabelecido pela resolução do CONAMA nº 396/2008, que delimita coliformes termotolerantes e totais ausentes em 100 mL para consumo humano, percebe-se que os pontos 2, 3, 4 e 5 do cemitério de Santa Inês oferecem condições inapropriadas, pois se encontram acima dos níveis estabelecidos pela normatização supracitada (Brasil, 2008).

**Tabela 3** Resultados de coliformes para as amostras de água dos poços no lençol freático no entorno do Cemitério de Santa Inês, Vila Velha, ES, durante a segunda amostragem.

Coliformes (NMP)	Poços de Coleta				
	1	2	3	4	5
Termotolerantes	*	900	9.300	900	1.500
Totais	*	9.300	9.300	4.300	1.400

\* Não houve produção de água no poço

Em um estudo em 2006, constatou-se que o ciclo de sepultamentos dos corpos influencia nas concentrações de coliformes. Provavelmente isso se deve ao fato de que sepulturas mais recentes possuem maiores concentrações destes microorganismos (Migliorini, 2006).

#### Considerações finais

Considera-se que a veiculação de doenças possa ocorrer por meio de manejo interno no cemitério. Em geral, a problemática em cemitérios, está em torno da ausência de cuidados sanitários e higiênicos. No caso do cemitério de Santa Inês, funcionários “coveiros” executam exumações sem proteção adequada, Equipamento de Proteção Individual (EPI). Restos de urnas e vestes funerárias são encontrados dispostos em locais inadequados, ao ar livre junto com restos de varrição, capina e poda de árvores no interior do cemitério, com acesso livre de pessoas que não estão em momento de velório e/ou sepultamento.

De acordo com o presente estudo, o impacto que um cemitério pode provocar ao meio ambiente pode ser relacionado a vários fatores. Em relação às análises físico-químicas realizadas no cemitério de Santa Inês, constatou-se a presença de compostos nitrogenados em índices elevados, inclusive nos valores encontrados para amônia, que indica poluição recente e refere-se ao primeiro estágio de decomposição da matéria orgânica.

Portanto, a fim de se realizar uma melhor gestão das necrópoles, deve-se seguir a Resolução nº 335/ 2003 do CONAMA, a qual dispõe que as sepulturas devem estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático. Bem como buscar soluções através das autoridades municipais e órgãos de regulamentação para a diminuição e mitigação da contaminação, sendo necessário restringir o uso do solo, promover um sistema de drenagem adequado, controle sanitário nos sepultamentos, preferência por crematórios como alternativa, entre outros, gerando um benefício para a saúde pública.

Este estudo além de ter contribuído para pesquisas científicas, que são escassas na área, revela a necessidade por parte das autoridades municipais da desativação de cemitérios em desacordo com a legislação para gestão de necrópoles, que possam causar riscos para a saúde pública e para o meio ambiente.

---

## Referências

- Almeida FR, Espíndula JC, Vasconcelos U & Calazans GMT (2006) Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas** 20: 19-26.
- APHA (1998) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.ed. Baltimore: Port City Press.
- Baird C (2002) **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bockman.
- Brasil, **Resolução CONAMA, nº396**, de 03 de Abril de 2008. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, Brasília.
- Brasil. **Portaria n.518, de 25 de março de 2004**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 34p.
- Castro DL (2008) Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério bom jardim, fortaleza – CE **Revista Brasileira de Geofísica** 26: 251-271.
- Feitosa FAC & Filho JM (1997) **Hidrogeologia conceitos e aplicações**. CPRM, LABHID, UFPE. Fortaleza, 412p.
- Franca RM, Frischkorn H, Santos MRP, Mendonça LAR & Beserra MC (2006) Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte Ceará. **Engenharia Sanitária Ambiental** 11: 92-102.
- Hirata, R & Suhogusoff, A.V. (2004) A proteção dos recursos hídricos subterrâneos no Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Cuiabá.
- Macedo JAB (2003) **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte:CRQ.
- Macedo JAB (2004) **Águas & Águas**. 2.ed. Belo Horizonte: CRQ-MG.
- Macedo JAB (2006) **Introdução a Química Ambiental: Química e Meio Ambiente e Sociedade**. CRQ-MG: Belo Horizonte.
- Migliorini RB (2002) **Cemitérios contaminam o meio ambiente: Um estudo de caso**. Cuiabá: Universitária.
- Migliorini RB, Lima ZM & Zeilhofer LVAC (2006) Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitério. Região de Cuiabá-MT. **Águas Subterrâneas** 20: 15-28.
- Packham RF (1992) Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogenous compounds in drinking water. **Water Supply** 10: 1-6.
- Rodrigues JA, Trajano ASA, Naval LP, Silva GG & Queiroz SCB (2003) Avaliação preliminar do comportamento do

- aquífero freático no cemitério São Miguel do Município de Palmas. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Santa Catarina.
- Silva N & Junqueira VCA (1995) **Métodos de análises microbiológicas de alimentos - Manual técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos.
- Silva RCA & Araújo TM (2003) Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana, Bahia, **Saúde Coletiva** 8: 1019-1028.