

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CEMITÉRIO SÃO JOÃO BATISTA NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE

Luana M. F. CARDOSO; Aldenor P. PONTES; Hugo L. B. BUARQUE

Grupo de Pesquisas em Processos Químicos e Ambientais
Departamento de Química e Meio Ambiente – Campus Fortaleza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Av. Treze de maio, 2081, Benfica – Fortaleza/CE, CEP 60.040-531
E-mails: luana_meg09@hotmail.com; hbuarque@ifce.edu.br

RESUMO

Os cemitérios se configuram como fontes potenciais de impactos ambientais. A localização e a operação inadequadas de necrópoles em meios urbanos podem provocar a contaminação de mananciais hídricos por poluentes e microrganismos que proliferam no processo de decomposição dos corpos e de urnas funerárias. Este estudo apresenta os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas nas águas subterrâneas da área de entorno do Cemitério São João Batista, localizado no bairro Jacarecanga próximo ao centro da cidade de Fortaleza-CE. Foi verificado que o cemitério não é a fonte de poluição mais preocupante na área, devendo-se empreender ações de monitoramento da qualidade do aquífero, de modo a disponibilizar uma água de melhor qualidade para a população circunvizinha.

Palavras-chave:

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas apresentam algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação ao das águas dos rios: são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios; não ocupam espaço em superfície; sofrem menor influência nas variações climáticas; são passíveis de extração perto do local de uso, o que resulta em custos menores como fonte de água; o uso do recurso aumenta a reserva e melhora a qualidade; possibilitam a implantação de projetos de abastecimento à medida da necessidade (WREGE, 1997). Vários núcleos urbanos no Brasil abastecem-se de água subterrânea de forma exclusiva ou complementar.

Assim, sabendo da importância da água para as sociedades humanas, como recurso hídrico, os aquíferos têm despertado alto grau de interesse ambiental com relação à sua preservação. Portanto, tem surgido a preocupação de desenvolver ações de monitoramento das águas subterrâneas, o que até pouco tempo só se observava para as águas superficiais (NEIRA et al., 2008).

Os cemitérios que devem estar localizados, preferencialmente, em áreas afastadas do centro urbano, ainda podem ser encontrados totalmente integrados à malha urbana, apresentando-se como fontes potenciais de poluição ambiental, principalmente quanto ao risco de contaminação de aquíferos por bactérias e vírus que proliferam durante os processos de decomposição dos corpos, haja vista que na construção da maioria destas necrópoles não são levados em conta estudos geológicos e hidrogeológicos, tão pouco o risco de contaminação das águas subterrâneas (MARINHO, 1998; HIRATA, SUHOGUSOFF, 2004).

Após a morte, o corpo humano sofre putrefação, que é a destruição dos tecidos do corpo por ação de bactérias e enzimas, com o rompimento dos tecidos, ocorre liberação dos gases, líquidos e sais para o meio ambiente. A contaminação pode atingir as águas subterrâneas através do necrochorume transportado pela chuva, infiltrada nas covas, ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea. Esta água, por sua vez,

frequentemente acaba sendo utilizada pelas populações vizinhas ao cemitério através da escavação de poços como reserva alternativa de água (CASTRO, 2008).

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, cerca de quatro metros. Levando a um grande consumo de oxigênio, provocando 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).

Neste trabalho, procurou-se determinar alguns parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos na água subterrânea a partir de poços tubulares no interior e no entorno do Cemitério São João Batista, Fortaleza, Ceará. Foram escolhidos 8 locais, onde haviam bombas ou poços que teriam ligação com o aquífero da área, como pontos de amostragem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na região norte do Município de Fortaleza, Ceará, mais precisamente no interior e no entorno do Cemitério São João Batista Fortaleza-CE, localizado no bairro do Jacarecanga. A área de estudo está inserida em uma região litorânea e totalmente urbanizada, delimitada por um retângulo de 1,32 km² de área. A Figura 1 apresenta o mapa do Ceará com a indicação geográfica da área de estudo.

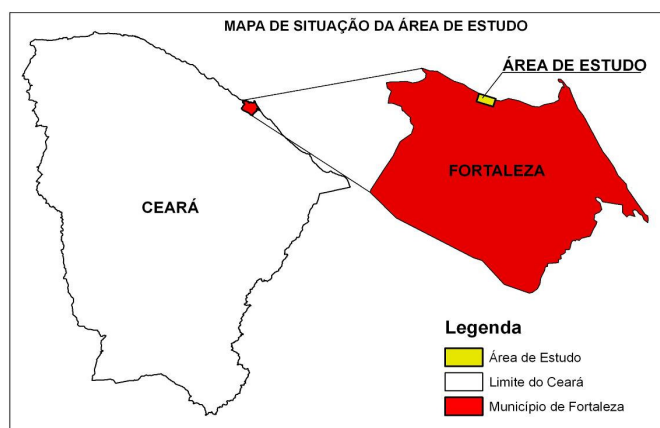


Figura 1 – Localização da área de estudo, o Cemitério São João Batista.

Dentro do perímetro estudado encontra-se o cemitério São João Batista localizado na Rua Padre Mororó, 487, bairro Jacarecanga, Fortaleza, Ceará. É a maior e mais antiga necrópole da capital cearense, com uma área de 120.000 m², tendo sido inaugurado no dia 05 de abril de 1866 para substituir o cemitério São Casimiro, que ficava no local onde hoje está construída a Estação Ferroviária João Felipe.

Embora haja saneamento básico no bairro do Jacarecanga, observa-se com frequência a utilização de poços tubulares e amazonas, sem nenhum tratamento prévio, nos domicílios localizados no entorno do cemitério São João Batista.

A suscetibilidade da contaminação do aquífero no entorno do cemitério, em face da pequena profundidade do nível estático do lençol freático, como também da alta permeabilidade dos sedimentos de subsolo (MARINHO, 1998) é que despertaram para a realização deste estudo.

2.2. Amostragem

Foram avaliados 08 poços tubulares os quais receberam as seguintes denominações: raso (P1), profundo (P2), Metrofor1 (P3), Metrofor2 (P4), Guilherme Rocha (P5), Philomeno Gomes (P6), Conselheiro Estelita (P7) e Navegantes (P8), conforme ilustrado na Figura 2. Destes, os dois primeiros estão localizados dentro do cemitério em estudo e os demais se localizam no entorno do mesmo. As análises foram realizadas nos meses de julho e de novembro de 2009, com o objetivo de avaliar a possível contaminação das águas subterrâneas por necrochorume.



Figura 2 - Localização dos pontos de amostragem.

As amostras de água foram coletadas com o auxílio de um amostrador de 2" e um cabo de nylon devidamente esterilizado com solução de hipoclorito de sódio. Foram armazenadas em frascos esterilizados de 500 mL e 2000 mL para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas, respectivamente.

As amostras coletadas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo de modo a manter a temperatura em torno de 4°C e enviadas ao Laboratório de Processos e Análises Químicas (LQA) do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

2.3 Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos avaliados

As análises realizadas nas amostras de água coletadas seguiram os métodos evidenciados na Tabela 1. Todas as medidas foram determinadas em triplicata, utilizando as médias como valor do parâmetro. Alguns parâmetros não puderam ser determinados no mês de novembro por problemas com os equipamentos laboratoriais. Também, no mês de julho, a coleta no poço da Rua dos Navegantes não foi realizada pois a bomba do mesmo estava danificada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos para as análises físicas, químicas e microbiológicas realizadas estão dispostos na Tabela 2. De maneira geral, pode-se perceber que em todos os pontos de amostragem, a água se encontra praticamente neutra. Contudo, curiosamente a condutividade (na coleta de julho) e os teores de cloretos presentes foram observados mais elevados à montante do cemitério, considerando que o fluxo do aquífero se direciona para o mar, o que não pode ser explicado pela intrusão de água salina. De maneira similar os níveis de nitratos também se apresentaram muito elevados nos pontos à montante do cemitério, conforme pode ser melhor observado na Figura 3. Inclusive, alguns superiores aos valores máximos permitidos pela legislação específica (BRASIL, 2008).

Tabela 1 - Métodos analíticos e equipamentos utilizados na determinação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

PARÂMETROS	MÉTODO (APHA et al, 2005)	EQUIPAMENTOS
pH	4500-H+B	pHmetro MPA-210
Condutividade elétrica (S/cm)	2510-B	Condutivímetro CD-820
Dureza (mg/L)	2340-C	-
Cálcio (mg/L)	3500-Ca B	-
Magnésio (mg/L)	3500-Mg B	-
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	2540-C	Banho Maria, Marca Químis Modelo Q 334-28; Estufa S42ST
DQO(mg/L)	5220-C	Espectrofotômetro Marca SP Modelo 2000 UV
Cloreto (mg/L)	4500I-B	-
Sulfato (mg/L)	4500-SO ₄ E	Turbidímetro de bancada Marca Alfakit
Amônia total (mg/L)	4500-NH ₃ B e C	Bateria de extração MA-448; Espectrofotômetro Marca Bioespectro SP-220
Nitrato (mg/L)	4500-NO ₃ E	Banho Maria, Marca Químis Modelo Q 334-28, Espectrofotômetro Bioespectro SP-220; pHmetro Tec-3MP
Nitrito (mg/L)	4500-NO ₂ B	Espectrofotômetro Bioespectro SP-220; pHmetro Tec-3MP
Ferro total (mg/L)	3500-Fe B	Espectrofotômetro Marca SP Modelo 2000 UV
Coliformes termotolerantes-NMP/100ml	9221-E	Estufa Q-316M5; Banho Maria Dubnoff Marca Marconi MA-470

Tal fato sugere que o Cemitério São João Batista pode não ser a maior fonte de poluição ou que a vulnerabilidade do lençol freático à montante do cemitério é muito mais preocupante. A presença de coliformes termotolerantes nos pontos no interior do cemitério, mas principalmente nos pontos à montante da necrópole é outro indicativo de que o aquífero tem uma contaminação mais efetiva a montante do cemitério do que a partir dele. Isto só reforça a necessidade de um programa de monitoramento do lençol freático, não somente na área do cemitério, mas também no entorno à montante do mesmo.

Outro fato que se deve destacar são os teores de cloretos, nitrato, ferro total e de coliformes termotolerantes acima dos padrões estabelecidos também pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) , em alguns pontos monitorados, o que indica que a qualidade dessa água está fora dos padrões de consumo humano e oferece risco a saúde publica nesta região, que muito utiliza este aquífero.

Tabela 2 – Resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas dos oito poços avaliados no estudo.

Parâmetros	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		VR
	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	Jul/09	Nov/09	
pH	7,24	7,18	6,72	6,92	6,44	8,26	6,24	8,28	6,67	7,07	6,65	6,98	7,15	7,02		7,04	-
Condutividade elétrica (s/cm)	197,9	-	198	-	200,9	-	230,4	-	671,4	-	419,0	-	150,2	-	-	-	-
Dureza (mg/l)	93,95	106,43	193,02	162,26	203,59	120,9	186,22	202,77	197,44	290,9	26,20	304,2	394,34	223,2	-	95,3	-
Cálcio (mg/l)	-	5,87	-	9,72	-	54,2	-	54,0	-	53,7	-	54,2	-	47,1	-	4,66	-
Magnésio (mg/l)	-	100,58	-	152,44	-	122,2	-	237,2	-	237,2	-	250,0	-	175,2	-	92,64	-
Sólidos totais dissolvidos	173,0	67,0	466	723,0	497,0	156,0	563,0	54,0	701,0	104,0	432,0	415,0	716,0	75,0	-	610,0	<1.000
DQO(mg/l)	170,1	65,6	42,3	145,7	-	65,2	38,3	84,7	-	6,66	-	37,32	-	72,78	-	119,4	
Cloreto (mg/l)	42,15	22,75	107,3	81,55	94,82	102,41	91,03	113,79	68,27	1213,8	41,7	910,35	115,69	531,04		20,86	-
Sulfato (mg/l)	3,3	15,6	22,1	29,25	-	77,01	70,3	34,89	-	39,57	-	41,6	-	13,99	-	14,41	<2500
Amônia total (mg/l)	0	0,271	0	0,073	0,529	0,568	0,529	0,02	0,539	0,348	-	0,264	-	0,568	-	0,172	-
Nitrato (mg/l)	4,65	5,77	13,78	6,702	9,258	3,926	7,844	3,554	19,35	15,43	4,41	15,07	24,16	7,13	-	6,462	< 10,0
Nitrito (mg/l)	0,029	0,051	0,015	0,004	0,832	0,16	5,761	0,03	0,620	0,051	0,175	0,131	0,108	0,129	-	0,061	1.000
Ferro total (mg/l)	-	17,0	-	0	-	356	-	65,0	-	65,0	-	7,0	-	356,0	-	102,0	<300
Coliformes termotolerantes Cf/100ml	210	540	1.600	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	< 1,8	4,5	71,8	700	7,8	350	340	A	ausência	ausência

Legenda: P1 = Poço Cemitério Raso; P2 = poço Cemitério Profundo; P3 = poço Metrofor 1; P4 = poço Metrofor 2; P5 = poço Guilherme Rocha; P6 = poço Philomeno Gomes; P7 = poço Conselheiro Estelita P8 = poço dos Navegantes; VR = Valor de referência (máximo e/ou mínimo em µg.L⁻¹).

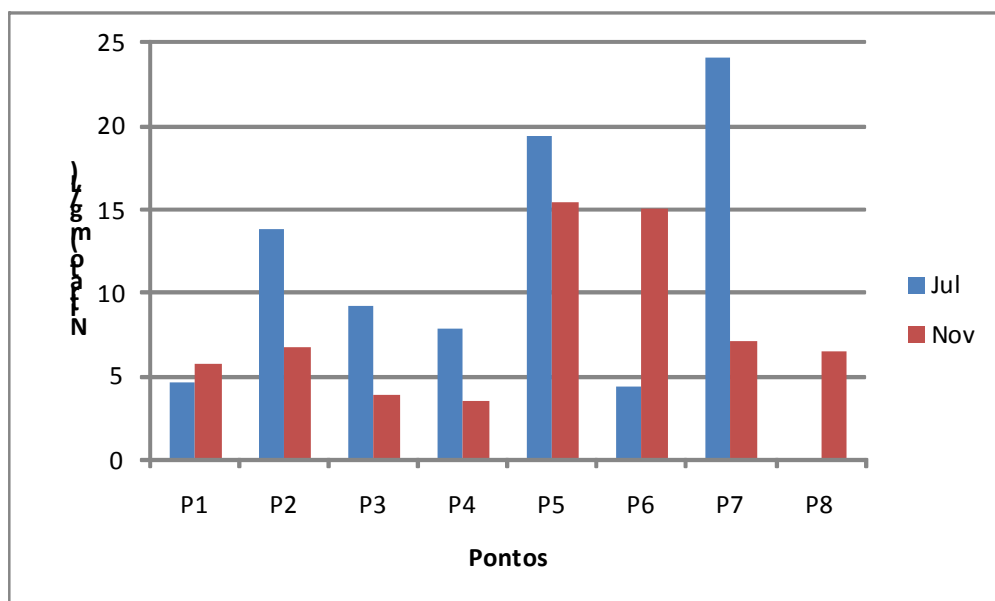


Figura 3 –Teores de nitratos para os pontos amostrados.

4. CONCLUSÕES

Embora a presença do cemitério possa causar a contaminação da água do cemitério, particularmente em relação à qualidade bacteriológica, foi verificado que outras fontes mais preocupantes de contaminação existem à montante do cemitério, devendo-se monitorar a qualidade do aquífero, possibilitando identificar as reais causas deste contaminação, de modo a disponibilizar uma água de melhor qualidade para a população circunvizinha.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Processos e Análises Químicas e do Laboratório Integrado de Águas Mananciais e Residuárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAMPOS, S. **Metais pesados em água**. 2003. Disponível em: <http://www.drashirleydecampo.com.br/noticias.asp.?noticiaid=5239&assunto=Metais%20pesados>. Acesso em: 20 set. 2009.

BATALHA, B. H. L.; PARLATORE, A. C. **Controle da qualidade da água para consumo humano**: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1993. 198p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU n.º 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68, Brasília, 2008.

CASTRO, D.L. **Caracterização geofísica e hidrogeológica do Cemitério Bom Jardim, Fortaleza-CE**. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 26, p. 251-271, 2008.

CHAPELLE, F. **Ground-water microbiology and geochemistry**. New York: John Wiley & Sons, 1992.

COSTA, A. M. **Agenda política em saneamento ambiental: desafios para o controle social**. In: SANTOS, O. A (org). Políticas de saneamento ambiental: inovações na perspectiva do controle social. Rio de Janeiro: FASE, 1998. p. 47-75.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas** – um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

FREITAS, M. B. **Qualidade da água de consumo humano como indicador de condições de saúde e saneamento no Parque Fluminense**. *Cad Saúde Coletiva.*, v.6, supl. esp. 1, p. 23-38, 1998.

FREITAS, M. B.; ALMEIDA, L. M. **Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário**. In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo, 1998.

HERMES, L. C.; SILVA, J. C. **Avaliação da qualidade das águas**: manual prático. Brasília: EMBRAF, 2004. 55p.

MACEDO, J.A.B. **Águas & Águas**. 2ª ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977p.

MARINHO, A.M.C.P. **Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios: estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza - Ceará**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 1998

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. 161f. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2001.

MATOS, B. A., **Como os cemitérios podem contaminar as águas subterrâneas**. Disponível em: <<http://www.igc.usp.br/HTML/cemit.html>>. Acesso em 05 de julho de 2010.

MATOS, B. A.; PACHECO, A. **Ocorrência de microorganismos no aquífero freático do cemitério Vila Nova Cachoeirinha, São Paulo**. In: Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. 1., 2000, **Anais...** Fortaleza, 2000. p.11.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos**: estudo do caso do cemitério Vila Formosa na bacia Sedimentar de São Paulo. 1994. 74f. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 1994.

MIGLIORINI, R.B.; LIMA, Z.M.; ZEILHOFER, L.V.A.C. **Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitério**. Região de Cuiabá - MT. *Águas Subterrâneas*, v. 20, p. 15-28, 2006.

MORAES, D.S.L.; JORDÃO, B.Q. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. *Revista Saúde Pública*, v. 36, p. 370-374, 2002.

NEIRA, D.F.; TERRA, V.T.; PRATE-SANTOS, R.; BARBIÉRI, R.S. Impactos **do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil**. *Natureza on line*, v. 6, p. 36-41, [on line] <http://www.naturezaonline.com.br>, 2008.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO's guidelines for drinking-water quality**. 3th ed. 2003. Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/gdwq3_1.pdf. Acesso em: 24 set. 2009.

WREGW, M. **Termos Hidrogeológicos Básicos**. Caderno Técnico da associação Brasileira Águas Subterrâneas, nº 4, 1997.