



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

VARIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA EM ÁREA OCUPADA POR CEMITÉRIO TIPO PARQUE JARDIM

Pedro Daniel da Cunha Kemerich¹; Lucas Schwarccke do Canto²; Leonidas Luiz Volcato Descovi Filho³; Fernando Ernesto Ucker⁴; Lais Coelho Teixeira⁵; Marília Coelho Teixeira⁵

RESUMO

Existem ainda muitas dúvidas sobre o impacto ambiental dos cemitérios, o risco para a saúde da população vizinha e as restrições e cuidados que podem ser exigidos para o seu controle. Faz-se necessário estudar todos os aspectos, identificar os que apresentam riscos e que exigem cuidados técnicos e científicos na sua implantação e operação. Este trabalho tem como objetivo geral caracterizar a qualidade física, química e biológica da água subterrânea no cemitério e áreas adjacentes, retratando as características do local em estudo, na cidade de Santa Maria – RS. Foram construídos quatro poços de monitoramento, os valores dos parâmetros: condutividade elétrica, alcalinidade total, potássio e sódio, aumentaram em função do fluxo da água subterrânea que passa pelas sepulturas, podendo ser um indicativo de contaminação, evidenciando-se assim a importância do monitoramento ambiental deste tipo de empreendimento.

Palavras-chave: poços de monitoramento; contaminação; necrochorume; saúde.

PHYSICAL, CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE AREA OCCUPIED BY PARK GARDEN CEMETERY TYPE

ABSTRACT

There are still many questions about the environmental impact of the cemeteries, the risk to the health of the surrounding population and the restrictions and precautions that may be required for its control. It is necessary to study all aspects, to identify those who pose risks that require care and technical and scientific in its implementation and operation. This study aims to characterize the general physical, chemical and biological groundwater in the cemetery and surrounding areas, depicting the characteristics of the site under study in the city of Santa Maria - RS. Was constructed four monitoring wells, the values of parameters: electrical conductivity, total alkalinity, potassium and sodium, increased as a result of groundwater flow passing through the graves, which could be indicative of contamination, thus highlighting the importance of monitoring environment of this type of venture.

Keywords: monitoring wells; contamination; necrochorume; health.

Trabalho recebido em 25/09//2011 e aceito para publicação em 28/06/2012.

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM/ Centro de Educação Superior Norte – CESNORS – Professor do Curso de Engenharia Ambiental.

² Engenheiro Ambiental – UNIFRA

³ Geógrafo, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - UFSM

⁴ Engenheiro Ambiental – UNIFRA

⁵ Acadêmicas do curso de Engenharia Ambiental – UNIFRA

Endereço para contato: Rua João Naelgen Scherer, 467 – Parque Residencial Dom Antonio Reis – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil – CEP 97065-200 – TEL: +55 (55) 3744-8964 – e-mail: eng.kemerich@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

O enterramento dos corpos parece remontar a 100.000 anos antes de nossa época. A partir de 10.000 aC as sepulturas são agrupadas e assim aparecem os primeiros cemitérios. Os cemitérios remontam da idade média quando se enterravam os mortos nas igrejas paroquiais, abadias, mosteiros, conventos, colégios, seminários e hospitais, contudo foi somente a partir do século XVII que a palavra começou a ter o sentido atual, quando por razões sanitárias, os sepultamentos passaram a ser feitos ao ar livre em cemitérios campais (MACEDO, 2004).

Após a morte, o corpo humano sofre putrefação, que é a destruição dos tecidos do corpo por ação de bactérias e enzimas, resultando na dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais. Os gases produzidos são H_2S , CH_4 , NH_3 , CO_2 e H_2O . O odor é causado por alguns destes gases e por pequena quantidade de mercaptana (MACÊDO, 2004) – substância que contém sulfeto de hidrogênio ligado a carbono saturado. A decomposição do corpo pode durar alguns meses e até vários anos, dependendo da ação ambiental.

A putrefação dos cadáveres é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos pertencem ao

próprio corpo, tais como: idade, constituição física e causa-mortis. Os extrínsecos são pertinentes ao ambiente onde o corpo foi depositado, tais como: temperatura, umidade, aeração, constituição mineralógica do solo e permeabilidade. A contaminação pode atingir o aquífero através do necrochorume – neologismo que designa líquido liberado indeterminadamente pelos cadáveres em putrefação, que também pode conter microorganismos patogênicos, transportados pelas chuvas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea. Trata-se de uma solução aquosa, rica em sais minerais e substâncias orgânicas desagradáveis, de cor castanho-acinzentada, viscosa, polimerizável de cheiro forte e grau variado de patogenicidade.

O cadáver de um adulto pesando em média 70 quilos produz cerca de 30 litros de necrochorume em seu processo de decomposição. Esse líquido é composto por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, duas delas altamente tóxicas: a putrescina e a cadaverina (ZIMBRES, 2010).

Segundo Migliorini (1994), a decomposição dessas substâncias orgânicas pode produzir diaminas, como a cadaverina ($C_5H_{14}N_2$) e putrescina ($C_4H_{12}N_2$), que podem ser degradadas gerando NH_4^+ . De acordo com Zimbres

(2010), o amônio pode ser gerado, em condições anaeróbias, pela hidrólise das moléculas orgânicas. Embora os estudos a respeito sejam relativamente escassos, existem alguns casos históricos, como o de Bower (1978), em que águas subterrâneas destinadas ao consumo humano estavam contaminadas por necrochorume na cidade de Berlim entre 1863 a 1867, período da proliferação de febre tifóide. Menciona-se também a captação de águas subterrâneas malcheirosas e de sabor adocicado nas proximidades de cemitérios de Paris, em especial em épocas quentes.

A toxicidade química do necrochorume diluído na água freática relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e amins. O necrochorume no meio natural decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo. Em determinadas condições geológicas, o necrochorume atinge o lençol freático praticamente íntegro, com suas cargas químicas e microbiológicas, desencadeando a sua contaminação e poluição. Os vetores assim introduzidos no âmbito do lençol freático, graças ao seu escoamento, podem ser disseminados nos entornos dos Cemitérios, podendo atingir grandes distâncias, caso as condições hidrogeológicas assim o permitam.

Silva (2000) em sua pesquisa realizada em 600 cemitérios no Brasil e alguns no exterior, observou que 75% dos casos de problemas de contaminação e de poluição verificados, eram originados por cemitérios municipais e 25% por Cemitérios particulares com problemas locais, construtivos ou operacionais (alguns deles ditos “clandestinos”).

Matos (2001) observou na avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismos no aquífero freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, no município de São Paulo, que a pesquisa de indicadores microbiológicos demonstrou a presença de bactérias heterotróficas, proteolíticas e clostrídios sulfito-redutores nas águas subterrâneas do Cemitério e encontrou enterovírus e adenovírus.

Desde o século passado, tem-se ligado a incidência de endemias à contaminação do subsolo, gerada por cemitérios. É do consenso geral o potencial contaminador dos efluentes da decomposição cadavérica, em especial no que diz respeito ao lençol freático e à sua exploração para o consumo humano, nas vizinhanças dos cemitérios. Nesse enfoque nota-se grande deficiência a nível mundial, na publicação de dados e trabalhos específicos, com a abrangência e detalhamento requerido.

Os cemitérios podem trazer sérias conseqüências ambientais, em particular

sobre a qualidade das águas subterrâneas adjacentes. A infiltração e a percolação das águas pluviais através dos túmulos e solo provoca a migração de uma série de compostos químicos orgânicos e inorgânicos através da zona não saturada, podendo alguns destes compostos atingir a zona saturada e, portanto, poluir o aquífero. Devido a isto, o monitoramento das águas subterrâneas na vizinhança dos cemitérios é da maior importância nos estudos ambientais.

Pacheco (1997) verificou que o impacto físico mais importante está no risco de contaminação das águas subterrâneas por microorganismos que proliferam durante o processo de decomposição dos cadáveres e posteriormente o uso destas águas pelas populações.

Se considerar que, de maneira geral, na localização de Cemitérios não se levam em conta os aspectos geológicos e hidrogeológicos, estes, por efeito da inadequação do tipo de construção, poderão se constituir em unidades de alto potencial de risco para as águas. O maior impacto causado ao meio físico é o extravasamento do necrochorume e o seu aporte no nível hidrostático, onde a contaminação até então localizada, poderá disseminar-se (pluma de poluição).

Desde os tempos imemoriais, o solo tem sido utilizado pelo homem para

disposição de seus resíduos, incluindo o seu próprio corpo após a morte. Segundo Silva (1999), em geral em função de sua constituição mineralógica, condições intempéricas e conteúdo microbiológico, a camada de solo reúne condições de degradar a matéria orgânica enterrada, de maneira discreta e fora da visão humana. Portanto, o solo tem uma capacidade de depuração natural incontestável, em condições normais de aeração, na porção acima do nível das águas subterrâneas.

Matos (2001) afirmou que os cemitérios são fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas, pelo simples fato de serem laboratórios de decomposição de matéria orgânica, durante a qual está presente uma infinidade de microorganismos.

A Resolução 335 de 3 de abril de 2003 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece os critérios de exigibilidade, o detalhamento, observadas as especificidades, os riscos ambientais e outras características da atividade ou empreendimento, visando a obtenção de licença ambiental para instalação dos cemitérios (CONAMA, 2003).

Tendo em vista que existem ainda muitas dúvidas sobre o impacto efetivo deste serviço sobre o ambiente, o risco para a população vizinha e as restrições e cuidados que podem ser exigidos para o

seu controle, faz-se necessário estudar todos os aspectos, identificar os que apresentam riscos e que exigem cuidados técnicos e científicos na sua implantação e operação.

Com base no tema exposto, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade da água subterrânea no Cemitério Santa Rita de Cássia em Santa Maria – RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do local de estudo

O cemitério estudado é do tipo parque jardim, denominado Santa Rita de Cássia, fundado no mês de outubro de 1970 na estrada RS 509, Km 4 no Município de Santa Maria – RS, contando atualmente com 6000 sepulturas e recebendo em média 15 corpos por mês.

2.2 Localização e construção dos poços de monitoramento

A locação dos poços de monitoramento obedeceu à disposição das sepulturas e a direção do fluxo do lençol hidrostático, o qual em condições normais normalmente acompanha a topografia da superfície do terreno. Foram construídos quatro poços de monitoramento denominados P1, P2, P3 e P4 sendo que P1 encontra-se na cota mais elevada no

terreno distante das sepulturas sendo considerado o branco ou controle (background), seguido dos demais com cotas decrescentes. Os poços de monitoramento foram construídos com o auxílio de um trado mecânico pelo método rotativo direto, com broca de 300 mm de diâmetro conforme visualizado na Figura 1, seguindo as orientações da NBR 13.895.



Figura 1 – Utilização do trado mecânico para construção dos poços de monitoramento.

Foram utilizados tubos de PVC de 100 mm soldáveis, com ranhuras de 0,4mm construídas com o uso de uma furadeira elétrica (Figura 2a), para permitir o fluxo de água para o interior. A extremidade era

obstruída com pedra brita nº 1 até uma altura de 10 cm do fundo do poço.

O pré-filtro, que é o espaço anular entre o filtro e a parede do furo escavado, foi preenchido com pedra brita nº 1 e areia lavada média grossa, também em cada poço foi construído selo sanitário (Figura 2b) constituído de argamassa de cimento e areia buscando-se evitar a contaminação da água dos poços pelo escoamento superficial. Cada poço recebeu uma tampa e rotulagem contendo sua numeração e data de construção.



Figura2 – Construção do filtro, pré-filtro e selo sanitário.

2.3 Amostragem de água

Durante a realização das amostragens, as amostras de água foram retiradas dos poços de monitoramento com

um amostrador dotado de válvula anti-retorno, previamente esterilizado.

O acondicionamento foi feito em garrafas plásticas de 2.000 mL, devidamente rotuladas e identificadas de acordo com o número dos poços cadastrados. A coleta de água para coliformes foi feita com frascos estéreis descartáveis de 50 mL.

2.4 Análises físico-química e bacteriológica

Os parâmetros: cor aparente, sólidos totais dissolvidos, turbidez, temperatura da água, temperatura do ar, condutividade elétrica, pH, alcalinidade total, oxigênio dissolvido, DBO, potássio, cálcio, sulfato, sódio, coliformes totais e coliformes fecais foram obtidos no Laboratório de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA.

Realizou-se uma análise comparativa dos resultados obtidos na análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos com os valores estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde, n.º 518, a qual estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Também se considerou a Resolução 396/2008 do CONAMA que

dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para enquadramento das águas subterrâneas.

As análises foram realizadas com os instrumentos e as metodologias

descritas no Quadro 1. No local foram avaliadas a temperatura do ar e da água e o oxigênio dissolvido.

Quadro 1 – Metodologias utilizadas à determinação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água subterrânea.

	Equipamentos: marca e modelo	Método descrito por:
Parâmetros Físicos		
Cor aparente	Colorímetro/Aqua-Tester/611-A	Macêdo, 2004
Sólidos totais dissolvidos	*	Macêdo, 2004
Turbidez	Turbidímetro Portátil/2100P	Macêdo, 2004
Temperatura da água	Incoterm /0,5°C/168453/01	–
Temperatura do ar	Hygrotherm/0,1°C/7429	–
Condutividade elétrica	Condutivímetro/Analion/C 708	Macêdo, 2004
Parâmetros Químicos		
pH	pH-metro/Analion/PM 608	Macêdo, 2004
Alcalinidade total	*	Macêdo, 2004
Oxigênio dissolvido	Oxímetro/Digimed/DM-4	Macêdo, 2004
Potássio	Fotômetro de Chama/Analyser/910M	Macêdo, 2004
Sódio	Fotômetro de Chama/Analyser/910M	**
Parâmetros Biológicos		
Coliformes Totais	*	Alexander, 1982
Coliformes Fecais	*	Alexander, 1982

* Em razão do grande número de materiais utilizados, esses não foram discriminados no Quadro 1.

** Leitura direta no equipamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fluxo da água subterrânea

A Figura 3 apresenta a superfície potenciométrica e demonstra que o fluxo preferencial da água subterrânea se dá dos poços de monitoramento localizados em altitudes superiores (P1, P2, P3) para o poço P4 situado na região de cota mais baixa.

3.2 Qualidade da água subterrânea

3.2.1 Parâmetros Físicos

Cor aparente

A cor da água é devido principalmente aos processos de decomposição que ocorrem no ambiente. Por esta razão, as águas superficiais são mais propensas a ter cor elevada. Além disso, a cor pode existir devido a presença de determinados íons metálicos, como ferro e manganês, resíduos de plânctons e industriais, bem como microrganismos

distribuídos no meio ambiente (MACEDO, 2004)

Os valores obtidos nas determinações variaram de 19,4 a 85,7 uH. A Portaria n.º 518 de 2004 estabeleceu que o valor máximo da cor aparente é de 15uH. Dentre os poços analisados, todos estavam acima do estabelecido como máximo na

Portaria n.º 518/2004, causando um aspecto negativo na aparência da água. Esses valores elevados podem estar relacionados a uma grande quantidade de substâncias dissolvidas, dentre elas ferro e manganês, ou ainda pela decomposição de matéria orgânica.

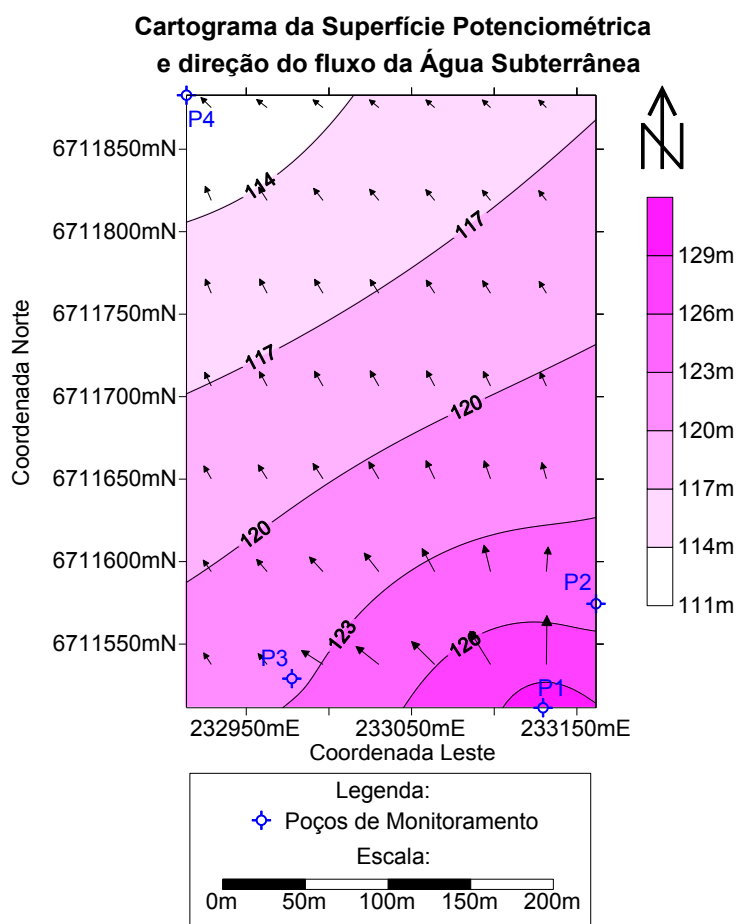


Figura 3 – Superfície potenciométrica e fluxo preferencial da água subterrânea.

Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos totais dissolvidos variaram de 90 a 124 mg/L sendo que o valor médio foi de 105,25 mg/L \pm 14,36. Comparando-se estes resultados com a Resolução n.º 396/2008 todas as águas subterrâneas estudadas em relação aos

STD se enquadrariam na Classe 1 (STD < 1.000.000 μ g.L⁻¹).

As amostras não apresentaram grandes problemas com relação aos sólidos totais dissolvidos, uma vez que ficaram bastante abaixo do valor máximo estabelecido para consumo humano. A avaliação deste parâmetro demonstrou o

bom desempenho dos poços de monitoramento, com filtro e pré-filtro uma vez que nenhum valor de sólidos ultrapassou os valores máximos recomendados.

Turbidez

O valor máximo permitido (VMP) para a turbidez segundo a Portaria nº. 518/2004 é de 5UT. Os valores de turbidez da água dos poços de monitoramento variaram de 9,1 NTU a 27,7 NTU, sendo o valor médio de $18,32 \text{ NTU} \pm 7,61$. Por estes valores, a água subterrânea ao entorno do cemitério estudado não é aconselhada para consumo, sem prévio tratamento.

Temperatura da água e do ar

A temperatura do ambiente variou de $28,8$ a $31,4$ °C, sendo o valor médio de $30,4^\circ\text{C} \pm 1,19$, enquanto a temperatura da água medida na boca do poço variou de 17 a $19,8$ °C, sendo o valor médio de $18,3$ °C $\pm 0,59$.

Condutividade elétrica

A variação da condutividade elétrica se deu na ordem de $33,59$ a $105,74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sendo o valor médio de $80,18 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1} \pm 34,11$. Não são feitas referências diretas a esse parâmetro na legislação no que diz respeito ao consumo de água utilizada. No entanto, segundo Chapman e Kimstach (1998), a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Embora os valores encontrados na água de todos os poços de monitoramento sejam considerados dentro da normalidade, nota-se que a variação se deu crescente de P1 para P4 acompanhando o fluxo da água subterrânea, como mostra a Figura 4.

Resultados semelhantes foram encontrados por Migliorini et al. (2006), que na análise das águas subterrâneas em cemitérios de Cuiabá – MT, encontraram valores de condutividade elétrica na média de $98,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

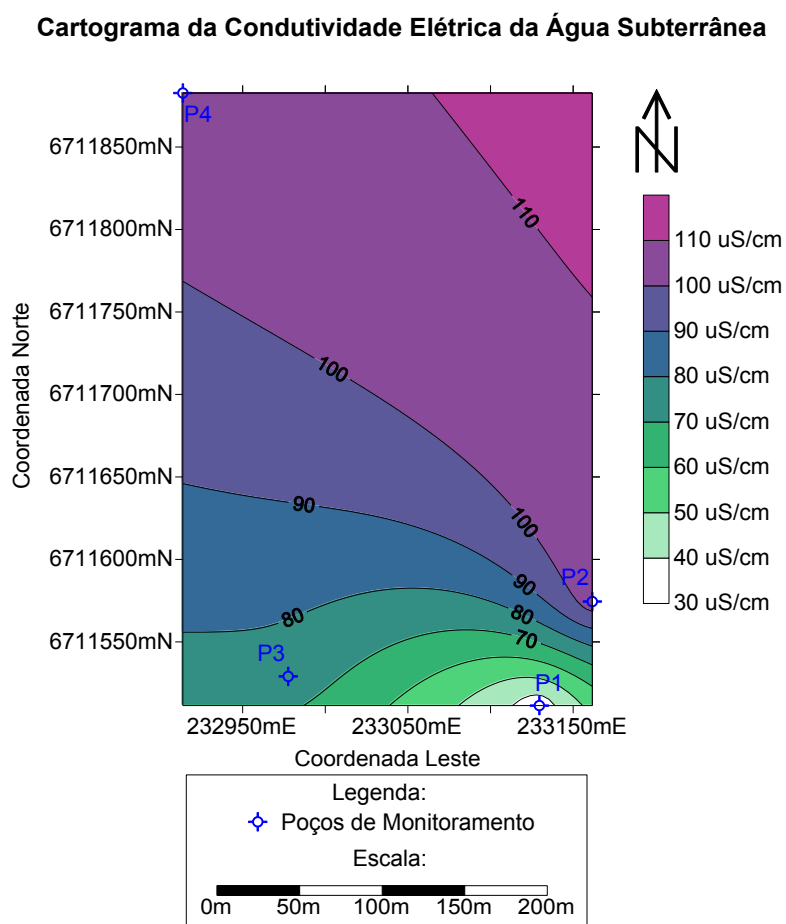


Figura 4 – Variação da condutividade elétrica na água dos poços de monitoramento.

3.2.2 Parâmetros Químicos

pH

Com relação ao parâmetro pH, este apresentou uma variação de 5,21 à 5,75, sendo o valor médio de $5,44 \pm 0,22$. Cabe lembrar, que valores de pH muito abaixo de 7 são um fator preocupante ao consumo humano devido à característica ácida, segundo Sawyer e Macarty (1967). A portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde apresenta a faixa de variação e 6,0 a 9,5 como condição de potabilidade, portanto todos os valores encontrados

encontram-se fora do indicado pela mesma.

Resultados semelhantes foram encontrados por Migliorini et al. (2006), onde os valores de água subterrânea nos cemitérios de Cuiabá – MT ficaram na média de 5,36. Na água subterrânea, assim como em lagos, o pH pode ser influenciado por mudanças na temperatura, atividade microbológica e liberação de efluentes (FRANCA et al., 2006).

Alcalinidade total

No que diz respeito à alcalinidade total, tanto a Portaria n.º 518/2004 quanto a Resolução n.º 396/2008 fazem qualquer

referência de VMP à alcalinidade total. Os valores encontrados variaram de 5 a 28,5 mg/L de CaCO_3 , sendo o valor médio encontrado $17,62 \pm 10,47$. Nota-se que a alcalinidade aumenta na direção de P1 para P4, seguindo o fluxo preferencial da água subterrânea, conforme ilustrado na Figura 5.

Segundo Zimbres (2010) a alcalinidade total, no caso das águas subterrâneas é devida principalmente à ocorrência de carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia.

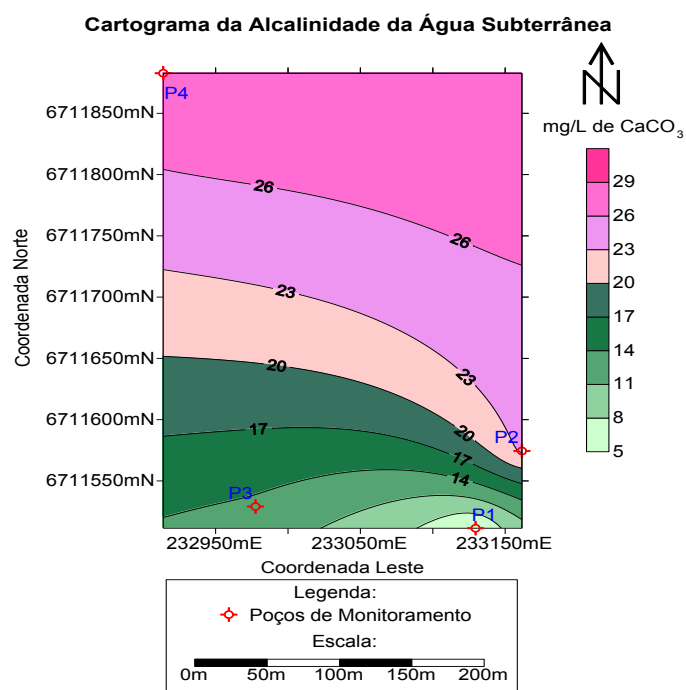


Figura 5 – Variação da alcalinidade na água dos poços de monitoramento

A alcalinidade das águas subterrâneas, geralmente situa-se entre 100 e 300mg/L de CaCO_3 , somente em casos excepcionais pode atingir 300mg/L de CaCO_3 (FRANCA *et al.*, 2006) demonstrando que os valores encontrados encontram-se em uma faixa aceitável.

Oxigênio dissolvido

No que se refere ao parâmetro oxigênio dissolvido (O.D.), sua variação na

concentração ocorreu entre 1,43 a 3,22 mg/L (Figura 6), sendo o valor médio encontrado $1,76\text{mg/L} \pm 0,72$. Conforme Feitosa e Manoel Filho (1997), os valores deste parâmetro, no caso das águas subterrâneas, ficam entre 1 e 5 mg/L. O oxigênio dissolvido indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A introdução de O.D. no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de

aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico (MACEDO, 2004).

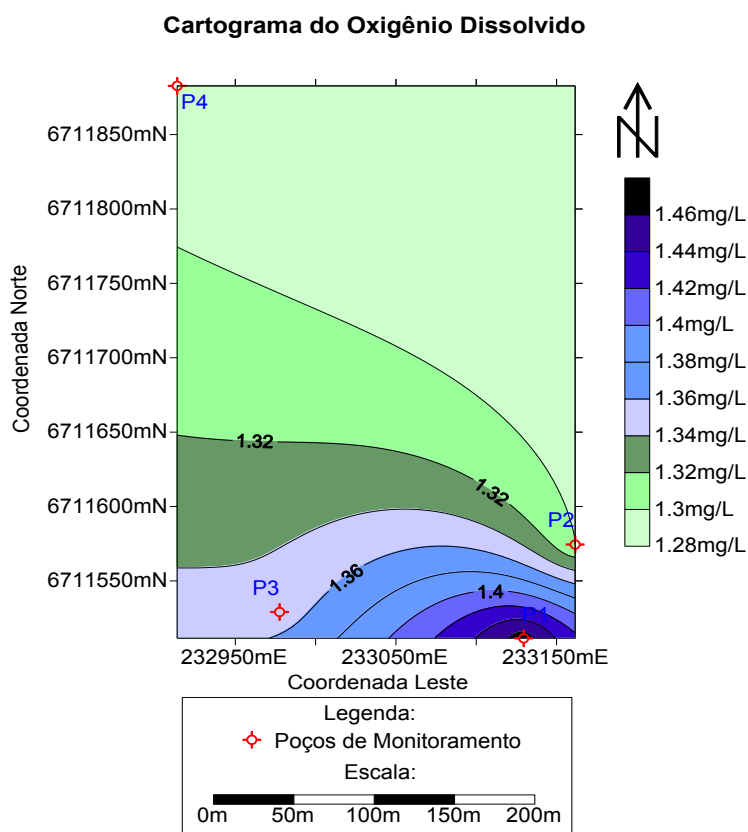


Figura 6 – Variação do Oxigênio Dissolvido.

Potássio

Os quatro poços de monitoramento tiveram amostras de água variando de 1 a 4 mg/L sendo o valor médio de $1,75\text{mg/L} \pm 1,5$, os maiores valores encontrados foram os dos poços de monitoramento situados nas cotas mais baixas, nos quais a água subterrânea tem maior contato com as sepulturas, a Figura 7 apresenta a variação dos valores de potássio na água subterrânea na área ocupada pelo cemitério.

Nas águas subterrâneas os teores de potássio são geralmente inferiores a 10 mg/L, sendo mais freqüentes valores entre 1 e 5 mg/L conforme Feitosa e Manuel Filho (1997).

De acordo com a Portaria n.º 518/2004 e 396/2008 não existe valor máximo permitido para consumo humano deste elemento.

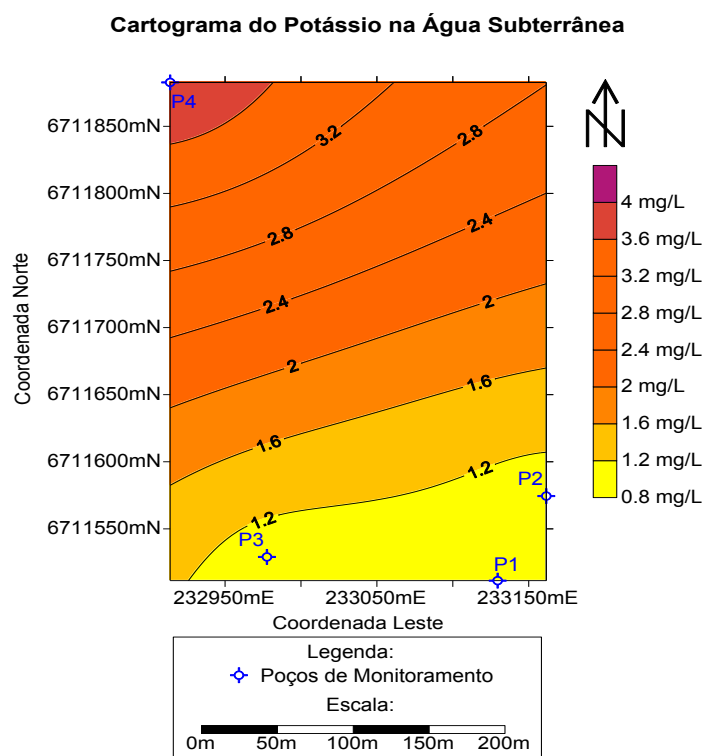


Figura 7 – Variação dos valores de potássio na água subterrânea.

Sódio

A variação do sódio se deu na ordem de 5 a 15 mg/L, sendo que o valor médio foi de $9 \text{ mg/L} \pm 4,54$, com valores mais altos coincidindo com as cotas mais baixas, ou seja com valores crescentes de P1 para P4, conforme demonstrado na Figura 8.

O sódio é um elemento químico quase sempre presente nas águas subterrâneas. Seus principais minerais fonte são os feldspatos plagioclásios, os quais são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Os sais formados nestes processos são muito solúveis.

Nas águas subterrâneas o teor de sódio varia entre 0,1 e 100 mg/L, sendo que há um enriquecimento gradativo deste metal alcalino a partir das zonas de recarga (FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997).

A quantidade de sódio presente na água é um elemento limitante de seu uso na agricultura. Em aquíferos litorâneos, a presença de sódio na água poderá estar relacionada à intrusão da água do mar. Segundo a OMS, o valor máximo recomendável de sódio na água potável é 200 mg/L, o mesmo adotado na Resolução n.º 396/2008 apenas expressando a concentração em $\mu\text{g.L}^{-1}$.

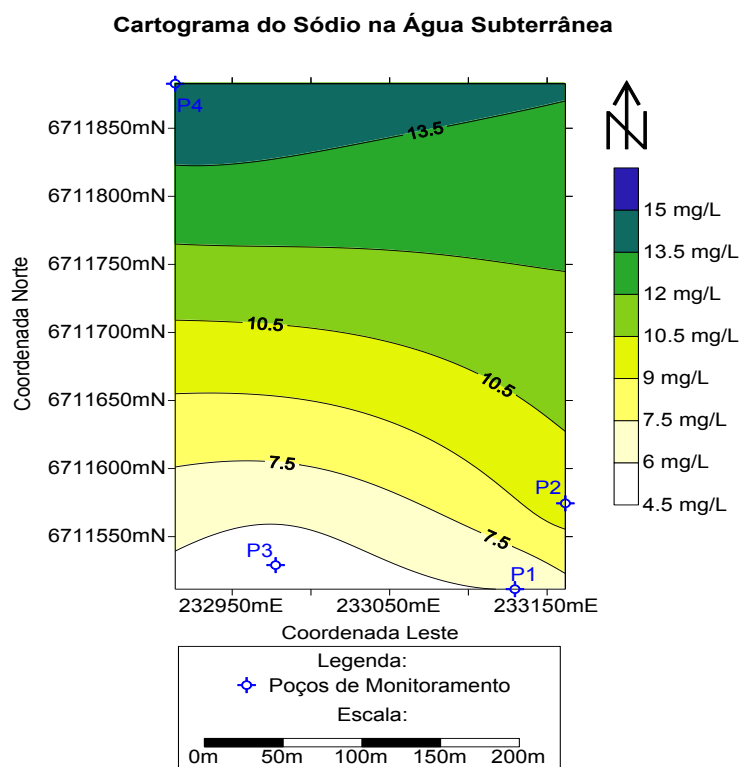


Figura 8 – Variação dos valores de sódio na água subterrânea.

3.2.3 Parâmetros Biológicos

Coliformes totais e fecais

As análises realizadas nas amostras de águas dos poços de monitoramento apresentaram índices elevados para coliformes totais e fecais. A variação se apresentou na ordem de 68 a 3900NMP/100mL, sendo que não acompanhou o fluxo preferencial da água subterrânea, a variação dos coliformes totais e fecais é apresentada na Figura 9. A Portaria n.º 518/2004 estabelece que para a água seja considerada potável ela deve ter ausência de coliformes totais e fecais em 100 mL de água.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade de existência de microorganismos patogênicos e que transmitem doenças (BATALHA e PARLATORE, 1977). Embora não sejam patogênicos, eles são chamados organismos indicadores de contaminação fecal e podem indicar se uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, sua potencialidade para transmitir doenças.

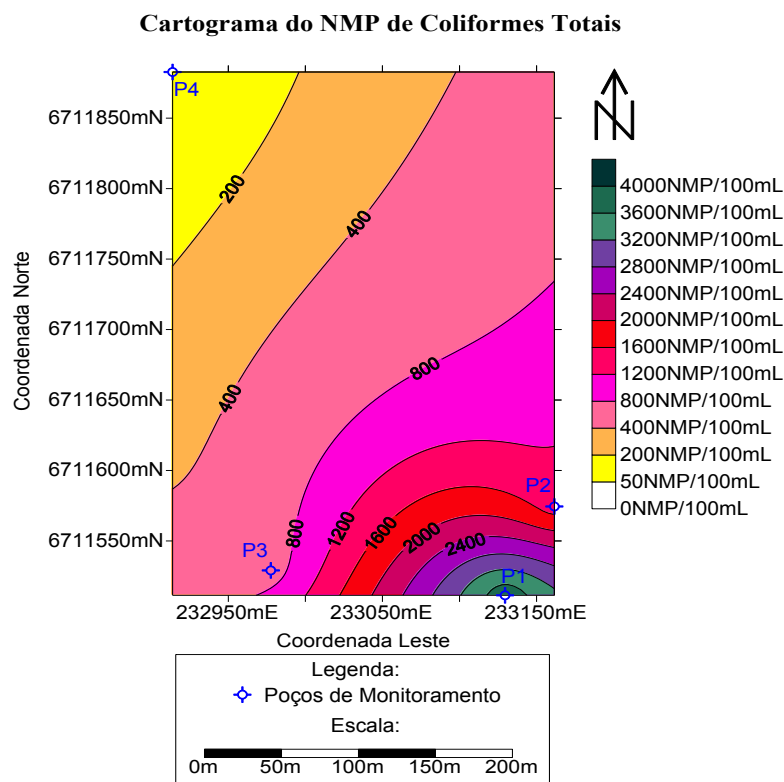


Figura 9 - Variação dos coliformes totais e fecais

Os valores encontrados nesta pesquisa devem ser melhores investigados uma vez que são altos e podem causar problemas às comunidades vizinhas que fazem uso da água subterrânea, e podem ter sua saúde colocada em risco pela carga poluidora que pode ser carregada pelo fluxo da água.

4 CONCLUSÕES

Embora os parâmetros condutividade elétrica, alcalinidade total, potássio e sódio tenham apresentado aumento nos valores destes parâmetros, podendo os mesmos serem influenciados também por outras razões que devem ser melhores estudadas em trabalhos futuros.

5 REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. **Most probable number method for microbial populations**. A.L. Page (ED.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties*. American Society of Agronomy. Madson, Wi, USA. 1982. 820p.
- BATALHA B. L.; PARLATORE, A.C. **Controle da qualidade da água para o consumo humano, Bases conceituais e operacionais**. São Paulo, CETESB, 1977. 198p.
- BOWER, H. **Groundwater Hydrology**. 1 Th. Ed. New York: Mac Graw Hill Book Company, 480 p. 1978.
- BRASIL, Leis, decretos, etc. Resolução CONAMA n 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário oficial**. Brasília, 28 de maio de 2003, seção 1.

- BRASIL **CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, 2008.
- CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables**. In: Chapman, D. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 28 ed., Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP. 1998. p. 59-126.
- FEITOSA, A.C.F.; MANOEL FILHO, J., **Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações**; CPRM -Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza: Editora Gráfica LCR, 1997. 389p.
- FRANCA, R.M. *et al.* Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.11, n.1, p.92-102, jan./mar. 2006.
- MACÊDO, J.A.B. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas**. 2.ed. Belo Horizonte: 2004.
- MATOS, B.A. **Avaliação da ocorrência e do tratamento de microorganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo**. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, 113p. 2001.
- MIGLIORINI, R.B. **Cemitérios como fonte de poluição de aquíferos. Estudo do cemitério de Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo**. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo. 74p., 1994.
- MIGLIORINI, R.B, LIMA, Z. M. D., ZEILHOFER, L. V. A. C. (2006) **Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitérios. Região de Cuiabá – MT**, p. 15-28. Revista Águas Subterrâneas, v. 20, n. 1. 2006
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004**. Atualiza as disposições da Portaria n.º 1469, de 29 de dezembro de 2000. Brasília, 2004.
- PACHECO, A. et al. **O problema geo-ambiental da localização de cemitérios em meio urbano**. CEPAS, nov. 1997.
- SAWYER, C, N.; McCARTY, P. L. **Chemistry for sanitary engineers**. Tokyo: Kogakuska, 1967. 518p.
- SILVA, M. **A influência dos Cemitérios no Meio Ambiente**. I fórum SINCEPAR “Cemitérios - Impacto Ambiental”. Curitiba, 1999.
- SILVA, M. **Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres**. Revista Saneamento Ambiental, São Paulo, n. 71, 2000.
- ZIMBRES, E. **Água Subterrânea**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>> Acesso em: 9 jun. 2010.