

# AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE MACEIÓ POR ATIVIDADE CEMITARIAL: resultados preliminares

*Florilda Vieira da Silva<sup>1</sup>; Marcelle Maria Correia Pais Silva<sup>2</sup>; Araceli Laranjeira Fazzi<sup>3</sup>; Ivete Vasconcelos Lopes Ferreira<sup>4</sup>; Cleuda Custódio Freire<sup>5</sup>*

**RESUMO** --- Maceió enfrenta um processo acelerado de urbanização produzindo infrações ao código de edificações e impactos sobre as águas superficiais e os mananciais subterrâneos. Agrava este quadro a ausência de sistema de saneamento adequado. Atualmente a água subterrânea é a principal fonte de abastecimento da cidade de Maceió-Alagoas. Sabendo da importância deste recurso, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a possível contaminação do aquífero maceioense. Foram estudados 5 poços localizados nos cemitérios e proximidades no período de janeiro a março de 2009. Os resultados encontrados sugerem contaminação por necrochorume ou outras fontes poluidoras.

**ABSTRACT** --- The city of Maceio in the Alagoas state has been subjected to a accelerated process of urbanization, leading to impacts on the surface and ground water, besides the infractions on the civil construction code. It is worsened by a lack of adequate sanitation system. Nowadays groundwater is the main source of supply for the city of Maceió. This work aims to discuss and evaluate the possibles contamination of the aquifer by cemetery's infrastructure. It was studied 5 wells located in the fields of the cemeteries and surrounding, during the period of January to March of 2009. The results suggest contamination by leachate or other pollutes.

**Palavras-chave:** Águas Subterrâneas, necrochorume, contaminação.

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento CTEC/UFAL. Maceió-AL. Email: florildavieira@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento CTEC/UFAL. Maceió-AL. Email: marcellepais@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Graduante em Engenharia Ambiental, / CTEC/ UFAL – Campus A. C. Simões - Maceió-AL. 57072-970. Email: araceli\_lm@hotmail.com

<sup>4</sup> Professora Adjunta da Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia/CTEC/UFAL AL. Email: ivetelopes@uol.com.br

<sup>5</sup> Professora Adjunta da Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia/CTEC/UFAL AL. Email: ccf@ctec.ufal.br

## **1 - INTRODUÇÃO**

A cidade de Maceió vive um processo acelerado de urbanização muitas vezes sem obedecer ao código de edificações do município, o que produz impactos sobre as águas superficiais e os mananciais subterrâneos agravados também pela ausência de saneamento adequado. No Brasil, a falta de saneamento básico é um dos maiores problemas de saúde pública e causa de forte degradação ambiental.

A distribuição dos recursos hídricos é desigual no espaço. Estima-se que dentre os (31,10%) de águas doces disponíveis no planeta, a água subterrânea perfaz aproximadamente 96%, sendo o restante, 4% composto por águas superficiais (MMA, 2007). Os recursos hídricos disponíveis estão com sua qualidade comprometida e como consequência, a utilização das águas das reservas subterrâneas vem aumentando.

Com o crescimento do número de cemitérios, as preocupações ambientais também aumentaram. A profundidade das covas, as condições do solo, a drenagem e a proximidade das cidades são há muitos anos, focos de estudos .

A contaminação de águas subterrâneas por cemitérios está relacionada à alteração da qualidade química das águas e à presença de microrganismos existentes nos corpos em decomposição (ANA, 2009).

Após a morte, o corpo humano sofre putrefação, que é a destruição dos tecidos por ação das bactérias e enzimas. A contaminação pode atingir o aquífero através do necrochorume, líquido liberado intermitentemente pelos cadáveres em putrefação, que também pode conter microrganismos patogênicos - transportados pelas chuvas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com as águas subterrâneas. O necro-chorume é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas (MATOS, 2001). Os gases produzidos são H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, o odor é causado por alguns destes gases e por pequena quantidade de mercaptana (POUNDER, 1995).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a possível contaminação do aquífero nas proximidades de cemitérios em Maceió, com base na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e da Resolução CONAMA 396/2008.

## **2 - LEGISLAÇÃO**

Segundo a Resolução CONAMA 335, de 28 de maio de 2003, os cemitérios horizontais e verticais a serem implantados no Brasil devem requerer licença ambiental para funcionarem. A

Resolução estabelece critérios mínimos que devem ser integralmente cumpridos na confecção dos projetos de implantação, como forma de garantir a decomposição normal do corpo e proteger as águas subterrâneas da infiltração do necrochorume. Os cemitérios já existentes tiveram 180 dias após aquela data para se adequarem às exigências junto aos órgãos ambientais competentes. Cabe informar que o não cumprimento da Resolução implicará em sanções penais e administrativas.

Segundo a legislação supracitada, o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Devem ser adotadas técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação. Ainda, segundo a legislação, a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério.

As exigências da Resolução geralmente não são cumpridas assim como não são observados os requisitos mínimos para o bom desempenho das atividades cemiteriais, de forma que o meio ambiente fica vulnerável.

Para análise dos parâmetros de potabilidade da água, foi utilizada como referência a portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde. Também foi consultada a Resolução CONAMA nº 396 /2008 e a já supracitada Resolução CONAMA nº 335/2003.

### **3 - CARACTERÍSTICAS DO NECROCHORUME**

A decomposição ou putrefação de um corpo compreende várias fases, das quais a fase humorosa (dissolução pútrida das partes moles do corpo) é a mais preocupante em termos ambientais. É nesta fase, com duração de dois anos ou mais, que ocorre a liberação do líquido humoroso (liquame, putrilagem), também conhecido por necrochorume. Este é um líquido viscoso de cor acinzentada a acastanhada, cheiro acre e fétido, polimerizável (tendência a endurecer), rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, incluindo a cadaverina e a putrescina, duas aminas tóxicas, também conhecidas como alcalóides cadavéricos. Logo, os cemitérios, que à primeira vista não oferecem riscos, podem causar danos à natureza e à saúde da população. Um corpo com 70 kg libera, em média, 45 litros (valor teórico) deste líquido.

#### **3.2 - Composição do necrochorume**

A composição do corpo de um homem adulto de 70 Kg (o da mulher situa-se entre um quarto e dois terços da do homem) contém aproximadamente: 43000g de oxigênio, 16000g de carbono,

7000g de hidrogênio, 1800g de nitrogênio, 1100 de cálcio, 500g de fósforo, 140g de enxofre, 140g de potássio, 100g de sódio, 95g de cloreto, 19g de magnésio, 4,2g de ferro, 0,07g de cobre, 0,12g de chumbo, 0,05g de cádmio, 0,01g de níquel, 0,00009g de urânio (ENVIRONMENTAL AGENCY, 2006).

Além das características já mencionadas, o chorume é rico em sais minerais, bactérias e vírus, e pode se tornar uma potencial fonte de doenças gastrintestinais, principalmente diarreia, em caso de contato com o lençol freático utilizado para consumo humano. A contaminação dos aquíferos pode ocorrer de duas formas: pela chuva, através da infiltração, e pelo contato com caixões enterrados diretamente no solo (inumação), que não estão envolvidos por paredes de concreto. Altos índices pluviométricos favorecem a invasão das urnas pela água, causando a percolação (transporte vertical do líquido pelo terreno) até o lençol mais próximo. A quantidade de chuva pode também elevar o nível das águas subterrâneas, fazendo com que alcancem altura suficiente para atingir os corpos.

No caso de pessoas que morrem com doenças infecto-contagiosas, para além de outros microorganismos, podem estar presentes no necro-chorume os patogênicos, como bactérias e vírus, agentes transmissores de doenças (febre tifóide, paratifóide, hepatite infecciosa e outras) responsáveis pela *causa mortis*. Caso a água subterrânea esteja contaminada e for captada para consumo doméstico, através de poços escavados por populações que vivem no entorno dos cemitérios, instala-se um sério problema de saúde pública.

#### **4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Localizada na parte central da faixa litorânea do Estado de Alagoas, Maceió está inserida na mesorregião do leste alagoano. Estende-se entre os paralelos 09°21'31" e 09°42'49" de latitude sul e os meridianos 35°33'56" e 35°38'36" de longitude oeste, ocupando uma área de aproximadamente 511 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 1,76% do território alagoano (Figura 1).



Figura 1 – Localização dos poços estudados na cidade de Maceió - AL.

Considerando a localização na Região Nordeste do Brasil, em plena zona tropical e banhada pelo Oceano Atlântico, apresenta clima quente e úmido. As temperaturas médias mensais oscilam em torno de 25,1°C. A máxima mensal atinge 29,9°C e a mínima 20,8°C, apresentando uma amplitude térmica anual de 9°C. A umidade relativa do ar é em média de 79,2%, sendo julho o mês mais úmido e novembro o mais seco. O índice pluviométrico é sempre superior a 1.410 mm/ano.

#### 4.1 - O sistema aquífero Maceió

Ocorre como subafloramento numa faixa que se estende paralela à costa, desde o sul de Maceió estendendo-se para nordeste até Barra de Santo Antônio, com uma largura média de 15 km. Aflora raramente em alguns trechos do litoral norte e em alguns vales próximos à sua desembocadura no Atlântico. Sua litologia é bastante variável, podendo ser encontrada uma seqüência de arenitos e folhelhos com intercalações de calcários e evaporitos. As informações levantadas sobre o aquífero indicam um sistema hidráulico muito heterogêneo e anisotrópico, comportando-se ora como semiconfinado, ora confinado, dependendo da unidade que está sobreposta.

### 5 - METODOLOGIA

Para este trabalho foram estudados 5 pontos em áreas de riscos de contaminação com poços

perfurados pelos proprietários (Tabela 1). Os poços estudados estão localizados em bairros com grande densidade populacional, onde as pessoas utilizam poços para abastecimento doméstico e outros usos.

Considerando que na época da construção desses cemitérios não foram realizados estudos de impacto ambiental e risco de contaminação para a água subterrânea, os mesmos podem ser potenciais poluidores das águas, principalmente nesta parte da cidade onde o nível freático é muito próximo da superfície. De acordo com a SEMARH (2004), na região de estudos o nível do lençol freático é de 5 metros.

Tabela 1 - Pontos de amostragem.

	Pontos de Coleta	Localização GPS	
		Latitude	Longitude
P1	Jaraguá, Av. Maceió, Cemitério Público. Aproximadamente 12 m de profundidade	201630	8929934
P2	Jaraguá, Av. Maceió, lava Jato. Aproximadamente 8 m de profundidade.	201519	8929998
P3	Trapiche da Barra - lava jato, Rua São Francisco	198676	8929800
P4	Trapiche da Barra, Rua Siqueira Campos, Cemitério Público. Poço com 8 m de profundidade.	197872	8929800
P5	Trapiche da Barra, Rua Siqueira Campos, Cemitério Público. Profundidade entre 9 e 10 m.	197841	8929664

Foram realizadas coletas nos meses de janeiro e março de 2009, num total de duas coletas por poço. As amostras de água foram coletadas por bombeamento ou diretamente nos poços (quando do tipo cacimba).

Após as coletas as amostras eram mantidas sob refrigeração e encaminhadas ao Laboratório de Saneamento Ambiental (LAS) da Universidade Federal de Alagoas. Na tabela 2 estão indicados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de água avaliados, assim como os métodos analíticos e equipamentos utilizados, tendo como base os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Tabela 2- Parâmetros e métodos utilizados

<i>Parâmetros</i>	<i>Método e equipamento</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Método e equipamento</i>
Cor aparente (uC)	Colorimétrico- Colorímetro Aquacolor Marca Policontrol	Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	Gravimétrico

Turbidez (uT)	Nefelométrico-Turbidímetro Modelo AP2000 Marca Policontrol	Nitrito (mg N-NO <sub>2</sub> -/L)	Método Colorimétrico da Diazotização (Método Bendschneider & Robinson, 1952 - determinação segundo GOLTERMAN et al., 1978). $\lambda = 543$ nm – Espectrofotômetro QUIMIS Q-108U2M
pH (unidades de pH)	Método Potenciomérico- Peagômetro com eletrodo combinado MV-TEMP-METER marca LT-Lutron, pH-206	Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> -/L)	Redução de cádmio (Determinação segundo MACKERETH et al., 1978). $\lambda = 543$ nm – Espectrofotômetro QUIMIS Q-108U2M
Condutividade elétrica (mS/cm)	Condutivímetro marca Analion modelo C708	Escherichia coli ( <i>E.coli</i> )	Filtração em membrana utilizando meio de cultura o Chomocult Coliformen <sup>®</sup> Agar
Cloretos (mg Cl-/L)	Titulométrico (Método de Mohr)	Coliformes Totais (CT)	Filtração em membrana utilizando meio de cultura Chromocult Coliformen <sup>®</sup> Agar
Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L)	Método Turbidimétrico		

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas, químicas e microbiológicas das águas subterrâneas coletadas apresentam-se influenciadas pelo uso e ocupação do solo, pelas condições climáticas locais, pelo tipo de solo e pela falta de saneamento básico.

Coliformes totais são indicadores de contaminação, a maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora existam vários outros gêneros e espécies (Brasil, 2004). Como várias espécies de coliformes fecais não são de origem exclusivamente fecal, podem ser detectados em muitas matrizes ambientais como solo, plantas e águas naturais. Por isso os coliformes totais têm limitado valor sanitário na avaliação de águas naturais (Ministério da Saúde, 2005). Entretanto, é de extrema importância para avaliação da qualidade da água distribuída à população para fins potáveis.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano, segundo a Portaria

518/2004 do Ministério da Saúde, é ausência em 100 mL. Nos pontos estudados somente o P3 no mês de janeiro não apresentou coliformes totais, já no mês de março houve presença de coliformes totais em todos os pontos coletados, estando todos em desconformidade com a legislação vigente (Tabela 3).

Tabela 3 – Concentração de coliformes totais nas amostras coletadas no período de janeiro e março de 2009.

Pontos	<i>Coliformes Totais (UFC/100 mL)</i>	
	<i>Janeiro</i>	<i>Março</i>
P <sub>1</sub>	23 x 10 <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>
P <sub>2</sub>	21 x 10 <sup>2</sup>	76 x 10 <sup>4</sup>
P <sub>3</sub>	Ausente	24 x 10 <sup>1</sup>
P <sub>4</sub>	140 x 10 <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>
P <sub>5</sub>	215 x 10 <sup>2</sup>	14 x 10 <sup>4</sup>

A *Escherichia coli* segundo a portaria 518/2004 do Ministério da Saúde é considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos. O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano é ausência em 100 mL. Nos pontos estudados no mês de janeiro não foi detectada a presença de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra, mas no mês de março, houve ocorrência de *E. coli* em todos os pontos, ficando assim fora do padrão de potabilidade.

Tabela 4 - Concentração de *Escherichia coli* nas amostras coletadas no período de janeiro e março de 2009.

Pontos	<i>E. coli (UFC/100 mL)</i>	
	<i>Janeiro</i>	<i>Março</i>
P <sub>1</sub>	Ausente	2,0
P <sub>2</sub>	Ausente	1 x 10 <sup>1</sup>
P <sub>3</sub>	Ausente	4,0
P <sub>4</sub>	Ausente	1,0 x 10 <sup>3</sup>
P <sub>5</sub>	Ausente	1,0 x 10 <sup>4</sup>

A cor é responsável pela coloração na água e de grande importância estética para o consumidor. Têm origem na matéria orgânica dissolvida na água, substâncias húmicas. A cor também pode ser atribuída à presença de alguns íons metálicos como ferro e manganês, abundantes em diversos tipos de solos (PIVELI & KATO, 2005). A cor aparente das amostras avaliadas variou

de 11,6 a 160,2 uC, apresentando média de 70,57 uC (Tabela 5) apresentando valores acima do permitido pela 518/2004 do MS. Em se tratando de cor aparente, a comprovada influência da turbidez neste parâmetro fica evidenciada quando da comparação das Figuras 2 e 3 . O ponto P2 apresentou o maior valor 160,2 uc no mês de março, tendo a turbidez contribuído para este valor (Figura 2).

Tabela 5 - Resultados com valores acima do permitido das análises físico-químicas.

Variáveis	Médias	Mínimos	Máximos
Cor (uC)	70,57	11,6	160,2
Turbidez (uT)	43,5	4,4	360
pH	6,60	5,05	7,61
Condutividade (mS/cm)	0,42	0,22	0,73
Cloreto (mg Cl <sup>-</sup> /L)	77,05	28,71	140,7
Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L)	11,37	0,0	30,91
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	288	18	760
Nitrito (mg N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L)	0,24	0,01	0,71
Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	21,06	0,05	33,61

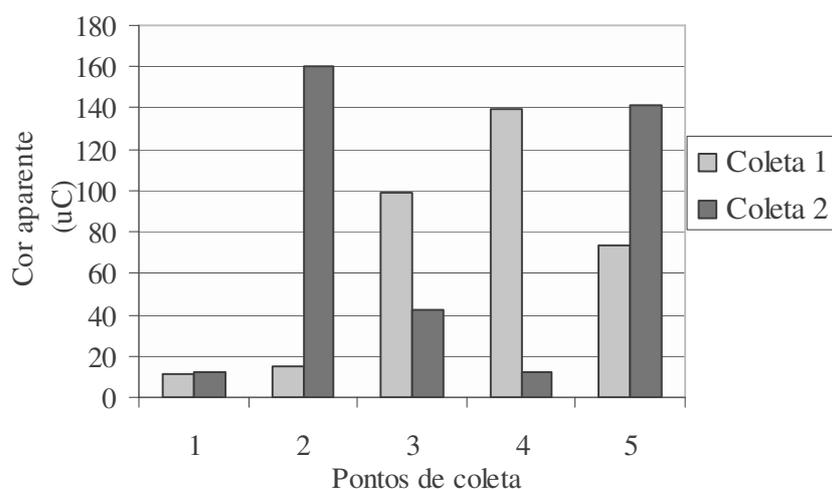


Figura 2 - Variação de cor nos meses de janeiro e março de 2009

A turbidez representa o grau de interferência da luz através da água e a sua capacidade em dispersar a radiação. Tem origem nos sólidos em suspensão na água. Para água de abastecimento tem importância pelo aspecto estético. Nos processos de desinfecção, as partículas responsáveis pela turbidez servem de abrigo para os microrganismos que se protegem da ação do desinfetante. Nos meses de janeiro e março a variação de turbidez foi de 4,4 uT a 360,0 uT, tendo média de 43,5 uT (Tabela 5), que estão em desacordo com a portaria 518/2004 do MS, sendo observado o maior

valor no P2 -360 uT (Figura 3).

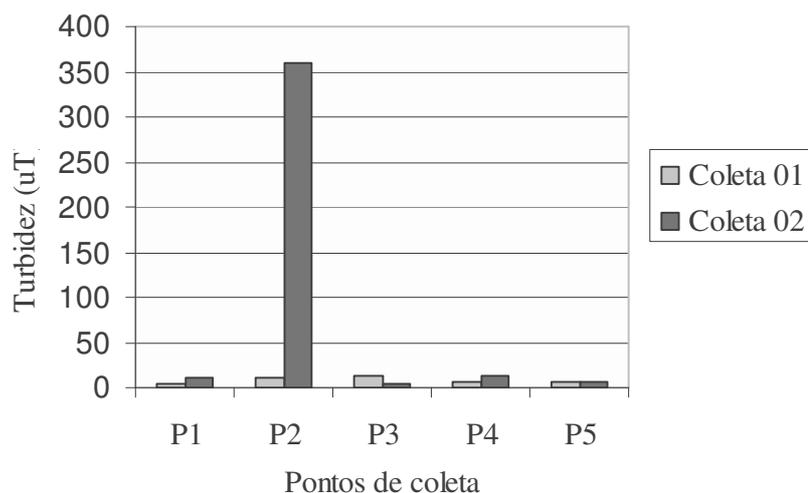


Figura 3-Variação da turbidez nos pontos estudados, nos meses de janeiro e março de 2009.

O potencial hidrogeniônico (pH) define o caráter ácido, básico ou neutro da água. Nos meses estudados, janeiro e março/2009, as amostras apresentaram valores entre 5,05 a 7,61 com média de 6,60 indicando que as águas subterrâneas variaram de ácidas a alcalinas, sendo que na maior parte dos poços estudados (P3, P4 e P5) apresentaram valores ácidos. É interessante observar que os pontos P1 e P2 estão situados em uma mesma região e os pontos P3, P4 e P5 estão em outra área, os pontos P4 e P5 estão localizados no mesmo cemitério, mostrando uma tendência de pH para cada região observada (Figura 4).”

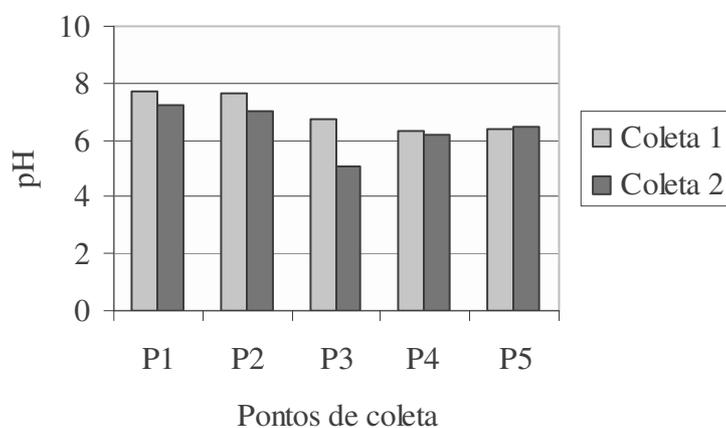


Figura 4- Variação do pH nos pontos de coleta nos meses de janeiro e março de 2009.

A condutividade elétrica não é parâmetro de potabilidade da água. Entretanto é de extrema importância para águas utilizadas na indústria, por exemplo. Os valores de condutividade elétrica variam de 0,22 a 0,73 mS/cm e possuem uma média de 0,42 mS/cm (Tabela 5) . Nos pontos P1, P2 e P5 no mês de março a condutividade foi menor (Figura 5).

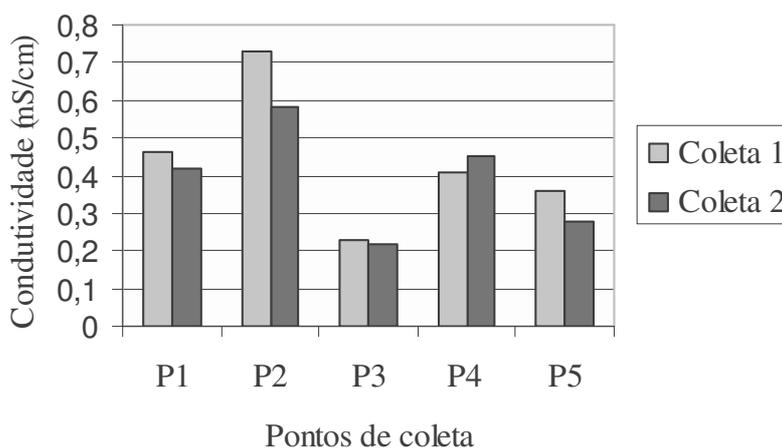


Figura 5-Variação da condutividade nos pontos estudados nos meses de janeiro e março de 2009.

Segundo Von Sperling (2005), todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultante da dissolução de minerais. Os cloretos ( $Cl^-$ ) são advindos da dissolução de sais. Os teores de cloreto nos locais estudados variaram de 28,71 a 140,7 mg/L com média de 77,05 mg/L, estando em conformidade com os padrões de potabilidade (BRASIL, 2004). Nota-se que no mês de março há um aumento do cloreto, podendo estar associado ao início das precipitações. Observa-se, ainda, que nos pontos P2 e P3 que estão localizados em lava-jatos, há um aumento do cloreto (Figura 6).

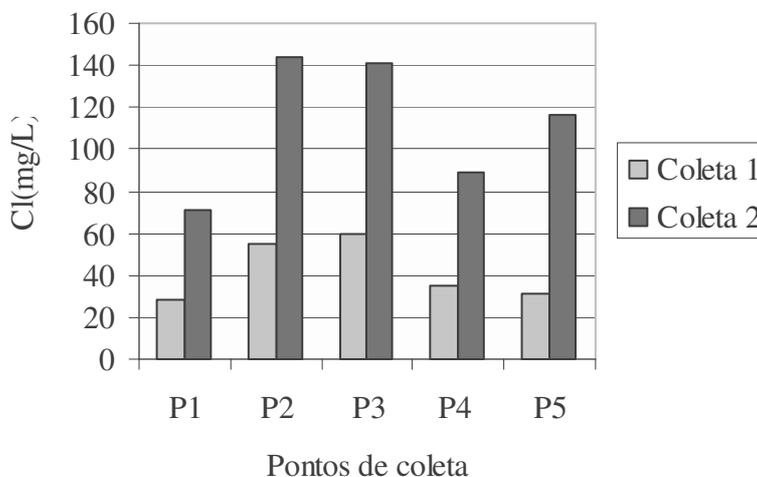


Figura 6-Variação do cloreto nos pontos estudados nos meses de janeiro e março de 2009.

O íon sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) é uma das formas de enxofre presente na água. Segundo Esteves (1988) as fontes de enxofre para os ambientes aquáticos são principalmente três: a decomposição de rochas, chuvas (lavagem da atmosfera) e agricultura (através da aplicação de adubos contendo enxofre). Os valores de sulfato apresentaram média 11,37 mg/L (Figura 7 e Tabela 5) estando em conformidade com a resolução do CONAMA 396/2008, para o consumo humano.

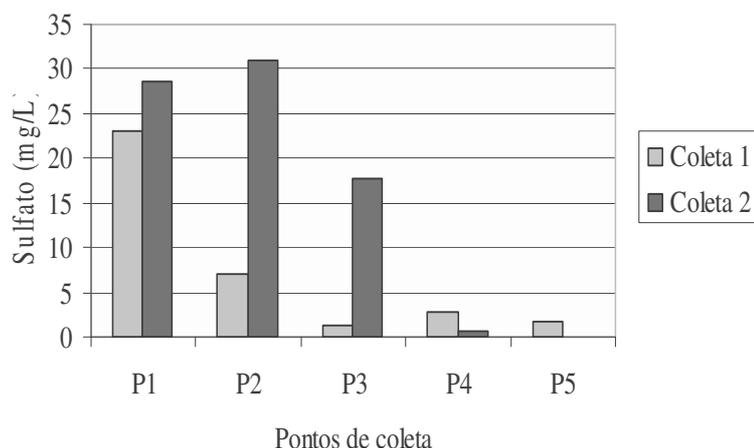


Figura 7 - Variação do sulfato nos pontos estudados nos meses de janeiro e março de 2009.

Os sólidos totais dissolvidos segundo Von Sperling (2005) são partículas de menores dimensões, capazes de passar por um papel de filtro de tamanho especificado. Verifica-se uma variação de 18 mg/L a 760 mg/L com média de 288 mg/L (Tabela 5). Observando a figura 8 os valores encontrados de STD estão de acordo com a portaria 518/2004 do MS e da resolução do CONAMA 396/2008 para o consumo humano.

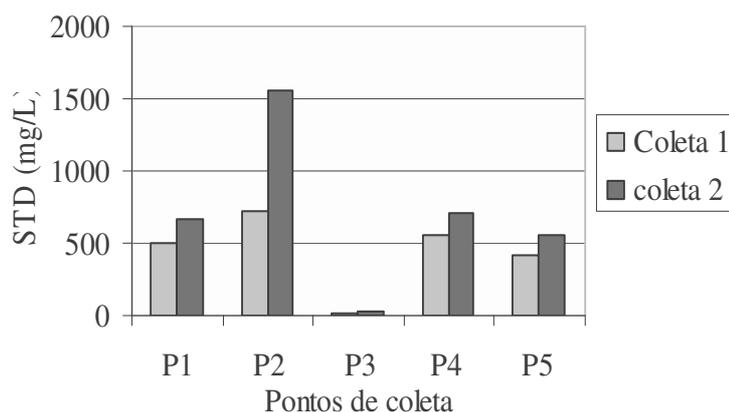


Figura 8- Variação dos sólidos totais dissolvidos nos meses de janeiro e março de 2009.

O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) é uma das formas inorgânicas de nitrogênio, como é instável, sempre se encontra em pequenas concentrações, pois dependendo do ambiente, se redutor ou não, pode ser reduzido por bactérias redutoras ou oxidado para nitrato. Há estudos que indicam uma associação entre nitritos e câncer gástrico, pois o nitrito pode combinar-se com aminas e amidas, formando nitrosaminas e nitrosamidas que são mutagênicas e cancerígenas (FAQUIN, 2004).

Os teores de nitrito oscilaram entre 0,01 a 0,71 mg/L e indicou média de 0,24 mg/L (Tabela 5), estando em conformidade com as legislações. No mês de março ocorreu um aumento em todos os pontos (Figura 9).

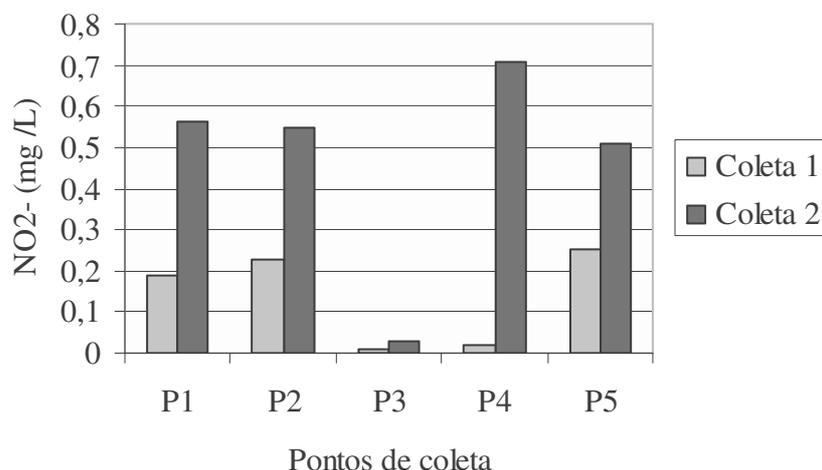


Figura 09-Variação do Nitrito nos pontos estudados nos meses de janeiro e março de 2009.

O nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças de origem hídrica como a metahemoglobinemia, conhecida como síndrome do bebê azul. Ele e os compostos nitrogenados estão presentes em quase todas as células vivas e na matéria orgânica em decomposição.

As concentrações de nitrato encontradas variaram de 0,05 a 36,61 mg/L com média de 21,06 mg/L (Tabela 5). Com exceção do ponto P3 (Figura 9), os demais pontos estão acima do que preconiza a portaria 518/2004 do M.S e a resolução CONAMA nº 396 /2008 com o VMP de 10 mg/L para o consumo humano, servindo apenas para a dessedentação de animais.

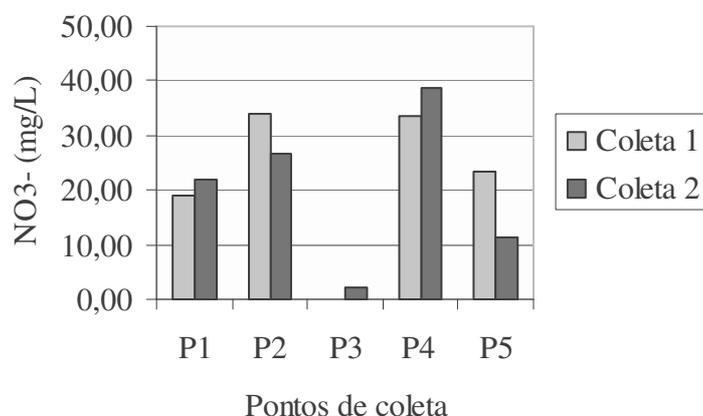


Figura 9-Variação do Nitrato nos pontos estudados nos meses de janeiro e março de 2009.

## 7 - CONCLUSÕES

Com o resultado deste trabalho pode-se concluir:

- Foram verificados indicadores de contaminação por microrganismos acima do permitido pelos padrões de potabilidade da Portaria 518/2004 do M.S.
- A qualidade microbiológica da água, em algumas amostras coletadas, mostrou-se

inadequada inclusive para dessedentação de animais e recreação, de acordo a Resolução CONAMA nº 396 /2008.

- Durante o período estudado, as variáveis: cor, turbidez e nitrato apresentaram valores médios acima do que preconiza a Portaria 518/2004 do M.S.
- Os elevados teores de nitrato nas amostras analisadas (com raras exceções) também não permitem o uso da água para dessedentação de animais e recreação, conforme os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396 /2008.
- Os cemitérios estudados foram implantados antes da resolução CONAMA nº 335/2003, não se verificando ações de melhorias, nem o cumprimento da resolução para evitar a contaminação do aquífero por necro-chorume.
- Os resultados encontrados são indicativos de contaminação que pode ser por necrochorume ou outras fontes poluidoras, como a falta de saneamento básico nos locais estudados. No entanto fica o alerta para a necessidade de outros estudos no aquífero, visto que a população utiliza a água subterrânea como fonte de abastecimento.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa de Alagoas (FAPEAL) para a realização da pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

ALPHA, AWWA, WPCF. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 20th edition. Washington.

ESTEVES, FRANCISCO DE ASSIS.(1988).*Fundamentos de limnologia*.Interciência: FINEP Rio de Janeiro-RJ 557p.

VON SPERLING, M.(2005) *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Vol. 1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 452p.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. *Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos*. São Paulo: ABES. 2005.

MATOS, B.A. *Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismo no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cahoeirinha município de São Paulo*. Dissertação (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia)- Instituto de Geociência, Universidade de São Paulo, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25/03/2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 25 março de 2004.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. *Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 28 maio, 2003.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 396, de 03/04/2008. *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Comentários sobre a Portaria MS n.º 518/2004: subsídios para implementação*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 92 p. Série E. Legislação em Saúde.

SEMARNH (2004) - Secretaria Executiva do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais – Convênio ANA/SEMARNH – Maceió – Alagoas - Gerenciamento Integrado dos recursos Hídricos Subterrâneos do Estado de Alagoas – Etapa III

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) .Acesso em 15/05/2009

ENVIRONMENTAL AGENCY. *Assessing the groundwater pollution potential of cemetery developments*. Disponível on-line em: [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk). Acesso em: 12/12/2006.

FAQUIN, V. (2004). *Nutrição Mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças*. Lavras: UFLA/FAEP, 88p. Disponível em <[www.dcs.ufla.br/hidroponia/acumulo%20de%20no3.PDF](http://www.dcs.ufla.br/hidroponia/acumulo%20de%20no3.PDF)> Acesso em 03 mar. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2007). Disponível em [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em 06/10/2007.

POUNDER, D.J. (1995). *Postmortem changes and time of death*. Disponível em <http://www.dundee.ac.uk/forensicmedicine/llb/timedeat.htm>. Acesso em 02/03/2009