



QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM CEMITÉRIOS

RESUMO: Foram analisadas amostras de águas subterrâneas de três cemitérios localizados em áreas geologicamente distintas de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, com relação às condições higiênicas e sanitárias. Para as primeiras foram considerados os coliformes totais, bactérias heterotróficas, microrganismos proteolíticos e lipolíticos. Para as sanitárias foram pesquisados coliformes fecais, estreptococos fecais, clostrídios sulfito redutores, colifagos e salmonelas. Verificou-se que as águas não apresentaram condições higiênicas satisfatórias e, em alguns casos, foram encontrados níveis altos de nitrato (75,7mg/l). A detecção de níveis mais elevados de estreptococos fecais e de clostrídios sulfito redutores em relação aos coliformes fecais, na maior parte das amostras, parece mostrar que os dois primeiros indicadores seriam mais adequados para avaliação das condições sanitárias deste tipo de água. Foi detectada *Salmonella* apenas em uma amostra e não foram detectados colifagos. Na análise estatística, foram encontradas correlações significantes entre três indicadores de poluição fecal assim como entre as contagens em placas de bactérias heterotróficas aeróbias, anaeróbias e lipolíticas. Foi observada uma relação direta entre a deterioração da qualidade da água e as condições geológicas e hidrogeológicas do ambiente estudado, devendo este fator ser considerado para o planejamento e implantação de cemitérios.

Palavras chave: Águas subterrâneas, Contaminação bacteriológica da água, Análise.

BACTERIOLOGICAL QUALITY OF GROUNDWATER IN CERMITERIES

ABSTRACT: We analyzed groundwater samples from three cemeteries located in geologically distinct areas of Natal-Rio Grande do Norte, Brazil, with respect to the hygienic and

Souza Neto, Simpliciano Eustaquilino de, 2011. Pós Graduação em Engenharia Agrícola, CTRN-COPEAG-UFCG, Tel 83 87630817, e-mail simpliciano.e@hotmail.com; Rodrigues da Silva, Valneide, e-mail rval707@yahoo.com.br

sanitary conditions. For the first were considered coliforms, heterotrophic bacteria, proteolytic and lipolytic microorganisms. For health were surveyed fecal coliforms, fecal streptococci, sulphite reducing clostridia, salmonella and coliphages. It was found that the water did not show satisfactory hygienic conditions and, in some cases, higher levels were found nitrate (75.7 mg / l). Detection of increased levels of fecal streptococci and sulphite reducing clostridia in relation to fecal coliforms in the most seems to show that the first two indicators would be most appropriate for evaluating the health conditions of this type of water. Salmonella was detected only in one sample and not detected coliphages. Statistical analysis found significant correlations between the three indicators of fecal pollution, as well as between the counts of heterotrophic bacteria on plates aerobic, anaerobic and lipolytic. There was a direct relationship between the deterioration of water quality and the geological and hydrogeological conditions of the environment studied, this factor should be considered for the planning and implementation of cemeteries.

Keywords: Groundwater. Bacteriological contamination of the water. Analysis.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a proteção qualitativa das águas subterrâneas vem sendo negligenciada, apesar da sua grande importância do ponto de vista econômico e estratégico. É necessário, portanto, uma proteção contra as diferentes formas de contaminação das mesmas.

O solo tem um papel muito importante na retenção dos microrganismos, através de fatores físicos e químicos ambientais, que afetam a infiltração e o carreamento dos microrganismos em direção ao lençol freático. A implantação dos cemitérios, sem levar em consideração os critérios geológicos (características litológicas e estrutura do terreno) e hidrogeológicos (nível do lençol freático), constitui uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas, pois substâncias e microrganismos provenientes de decomposição de cadáveres podem ter acesso às mesmas, representando um risco do ponto de vista sanitário e higiênico. Mulder (1954) apud Bower⁶, (1978), registrou alguns casos históricos sobre a contaminação das águas subterrâneas, que se destinavam ao consumo humano e animal, por líquidos humorais (provenientes da decomposição dos corpos, o NECROCHORUME).

Existe ainda o problema da ocupação das áreas próximas aos cemitérios por populações de baixa renda que podem estar utilizando esta água através da instalação de poços.

No estudo das águas subterrâneas desses locais, os parâmetros microbiológicos têm um papel de destaque. Do ponto de vista de saúde pública, os aspectos sanitários devem ser enfocados estudando o comportamento dos indicadores de poluição de origem fecal bem como de bactérias patogênicas.

Os indicadores de poluição mais comumente utilizados são os coliformes, principalmente o grupo dos coliformes fecais ou termotolerantes e os estreptococos fecais.

Os coliformes fecais têm sido um dos indicadores de uso mais freqüente na avaliação da qualidade de água. Um dos problemas da utilização deste grupo como indicador de patógenos entéricos é que ele possui um menor tempo de sobrevivência no solo e em águas subterrâneas, do que alguns destes patógenos. Contudo, a maior vantagem é que os coliformes

fecais não têm demonstrado condições de desenvolvimento no meio aquático, diferindo dos coliformes totais, e sobrevivem tempo suficiente para ser um indicador útil.

Os estreptococos fecais também são excretados nas fezes humanas, embora em quantidade inferior a E.coli, mas podem sobreviver por tempo maior em águas subterrâneas mantidas naturalmente em temperaturas baixas.

Além desses, outros indicadores têm sido propostos para avaliação da qualidade das águas. Os clostrídios sulfito redutores são bactérias formadoras de esporos sendo, portanto, mais resistentes às condições ambientais adversas, permanecendo por longo período de tempo no solo. Por esses motivos são indicadores de poluição remota.

Os colifagos são vírus que parasitam bactérias do grupo coliforme, podendo ser utilizados como indicadores indiretos da presença de microrganismos patogênicos e já foram relacionados, em outras pesquisas, com a possível presença de enterovírus nas amostras estudadas.

Para evidenciar o risco da presença de microrganismos patogênicos nas águas subterrâneas tem sido também utilizada a determinação de *Salmonella*, pois neste gênero, encontram-se bactérias responsáveis pela febre tifóide e por infecções gastro-intestinais de grande importância para a saúde pública.

Para avaliação das condições higiênicas têm sido propostos os coliformes totais e as bactérias heterotróficas aeróbias. Normalmente não têm sido utilizados outros possíveis indicadores da presença de matéria orgânica, como proteínas e lipídeos, em água. No entanto, as bactérias proteolíticas e lipolíticas são comumente estudadas na microbiologia de alimentos, como decompositores de carnes e outros produtos de origem animal.

Numa revisão intensiva da literatura nacional e internacional, sobre o impacto dos cemitérios na

qualidade de águas subterrâneas, do ponto de vista microbiológico, nada foi encontrado a respeito.

Este trabalho objetivou a avaliação da qualidade sanitária e higiênica de águas subterrâneas de três cemitérios das regiões da Grande São Paulo e Baixada Santista, bem como estudar a possível interferência das condições geológicas dos terrenos e a altura do lençol freático, na qualidade dessas águas.

MATERIAL E MÉTODO

Um total de 60 amostras oriundas de dois cemitérios localizados na Grande Natal, foram analisadas no período de janeiro a dezembro de **1989. Destas amostras, 20 foram do Cemitério Público Bom Pastor Ii, localizado na Rua Bom Pastor, s/n, Bom Pastor, Natal, RN; 10 do Cemitério Público da Redinha - Igapó, Av. Dr. Medeiros Filho, s/n, Potengi, Natal, RN e 20 do Cemitério Público de Igapó, Rua Campo Grande, s/n, Lagoa Azul, Natal, RN.**

Os principais critérios utilizados na escolha das necrópoles foram os aspectos geológicos e hidrogeológicos. Procurou-se selecionar áreas com características geológicas distintas para se avaliar o tipo de resposta ao processo de poluição do lençol freático, em função da litologia. Os pontos de amostragem foram escolhidos com base em estudos geofísicos prévios tais como: o método da eletrorresistividade, através do procedimento da sondagem elétrica, e o método eletromagnético indutivo, através de caminhamentos eletromagnéticos.

Nos pontos escolhidos foram instalados piezômetros, constituídos por tubos de PVC de 3 polegadas de diâmetro, com ranhuras horizontais de 2mm de espessura no último metro. A porção ranhurada do tubo foi envolta com tela de material inerte, de forma a reduzir o espaço das ranhuras. O espaço anular entre o tubo e o furo foi preenchido com cascalho, até cobrir as

ranhuras, servindo como pré-filtro. Acima dele, colocou-se o próprio material retirado do tubo e, na superfície ao redor da boca do mesmo, foi construída uma laje de concreto com a função de selo sanitário.

As amostras foram coletadas em frascos de plástico, não tóxico, de 5 litros e estéreis, de acordo com "Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater" e com o auxílio de um tubo coletor metálico, lavado e desinfetado previamente antes de cada coleta feita nos piezômetros.

Os microrganismos escolhidos para este estudo foram representantes dos indicadores de poluição fecal, de um patógeno, além de dois grupos de bactérias decompositoras de matéria orgânica que participam do processo de decomposição dos corpos, utilizadas para verificar se os microrganismos estão sendo carreados dos túmulos para as águas.

A contagem padrão de bactérias anaeróbias (CPH 2) e aeróbias (CPH 1) também foi realizada.

As amostras foram, portanto, submetidas aos seguintes testes bacteriológicos: a - Técnicas de Tubos Múltiplos para determinação de: - coliformes totais (CT) - segundo APHA3, 16ª ed. - coliformes fecais (CF) - segundo APHA3, 16ª ed. - estreptococos fecais (EF) - segundo APHA3 16ª ed. - clostrídios sulfito redutores (CSR) – segundo "The Bacteriological Examination of Water Supplies"⁴. - bactérias proteolíticas (PROT) - para a detecção desta bactéria foi utilizado um meio de cultura composto por caldo nutriente contendo 12% de elatina²². Foram utilizadas séries de cinco tubos para cada diluição de amostra que foram incubados a 35° +/- 0,5°C por 48 horas. Para verificarse houve atividade proteolítica, indicada pela liquefação da gelatina, os tubos foram colocados em geladeira durante duas horas e em seguida, examinados.

b - Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas

Aerobias (CPH1) segundo APHA3, 16^a ed.
 c - Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas Anaerobias (CPH2) - adaptação do CPH, através da incubação das placas em jarras de anaerobiose, por 48 horas.

d - Pesquisa de Salmonella - Cinco litros de cada amostra foram filtrados em membrana filtrante 0,45um (Millipore) que foi colocada em erlenmeyer contendo 200 ml de caldo selenito (Difco) adicionado de novobiocina e este foi incubado por cinco dias a 42,5 +/- 0,2°C. No primeiro, segundo e quinto dias, o material foi repicado para placas de agar xilose-lisina-desoxicolato (Difco), agar sulfito-bismuto (Difco) e agar verde brilhante (Difco) e incubadas por 24 horas a 35,0 +/- 0,5°C.

As colônias típicas foram repicadas para meio EPM-MILI (Probac) e, quando o resultado foi compatível para o gênero Salmonella, foi feita a sorologia utilizando anti-soros somáticos e flagelar polivalentes (Probac). Foram analisadas 44 amostras.

e - Pesquisa de Colifagos - segundo Isbister e col.15 tendo sido analisadas 45 amostras .

f - Pesquisa de Bactérias Lipolíticas (LIPO) segundo Alford.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três cemitérios estudados encontram-se em regiões geologicamente bem conhecidas. No CVF, há predomínio de sedimentos terciários da Bacia do Rio Grande do Norte, onde ocorre alternância de solos argilosos e areno-argilosos. O CVNC, localiza-se em terreno predominantemente arenoso, com níveis mais argilosos. No CAB há predomínio de sedimentos quaternários marinhos que são arenosos, com alta porosidade e permeabilidade.

Martins, M. T. et al. *Rev. Saúde Pública, R. Paulo, 38(3), 1993*

em baixa atividade proteolítica, indicada pela ausência de atividade em relação à caseína, com atividade máxima duas horas e três segundos. O crescimento bacteriano heterotrófico aeróbico (CPH1) segundo APHA3, 16^a edição, e a contagem padrão de bactérias heterotróficas anaeróbicas (CPH2) segundo APHA3, 16^a edição, da membrana das jarras de anaerobiose, em função da temperatura. Cinco litros de cada amostra foram filtrados em membrana filtrante 0,45um (Millipore) que foi colocada em erlenmeyer contendo 200 ml de caldo selenito (Difco) adicionado de novobiocina e este foi incubado por cinco dias a 42,5 +/- 0,2°C. No primeiro, segundo e quinto dias, o material foi repicado para placas de agar xilose-lisina-desoxicolato (Difco), agar sulfito-bismuto (Difco) e agar verde brilhante (Difco) e incubadas por 24 horas a 35,0 +/- 0,5°C.

As colônias típicas foram repicadas para meio EPM-MILI (Probac) e, quando o resultado foi compatível para o gênero Salmonella, foi feita a sorologia utilizando anti-soros somáticos e flagelar polivalentes (Probac). Foram analisadas 44 amostras.

e - Pesquisa de Colifagos - segundo Isbister e col.15 tendo sido analisadas 45 amostras .

f - Pesquisa de Bactérias Lipolíticas (LIPO) segundo Alford.

Resultados e Discussão

Os três cemitérios estudados encontram-se em regiões geologicamente bem conhecidas. No CVF, há predomínio de sedimentos terciários da Bacia do Rio Grande do Norte, onde ocorre alternância de solos argilosos e areno-argilosos. O CVNC, localiza-se em terreno predominantemente arenoso, com níveis mais argilosos. No CAB há predomínio de sedimentos quaternários marinhos que são arenosos, com alta porosidade e permeabilidade.

Tabela 1. Valores médios, desvio-padrão e média geométrica (MG) das diferentes indicações bacteriológicas, em amostras de águas subterrâneas.

Indicadores*	CAB			CVNC			CVF		
	méd.	MG	desv.	méd.	MG	desv.	méd.	MG	desv.
CPH1	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵
CPH2	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵
LIPO	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵
Colifagos	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵	20	1,2x10 ⁵

Com relação às características hidrogeológicas verificou-se que, no CVNC, o nível d'água variou entre 4 e 9 de profundidade, o que caracteriza a existência de um aquífero suspenso. Este tipo de aquífero também foi encontrado no CVF, onde o nível do lençol freático variou entre 4 e 12m.

No CAB, localizada em área plana, o nível de água foi encontrado numa profundidade que variava de 0,60 a 2,20m e era influenciado, pelo regime de marés.

Estas diferenças geológicas e do nível do lençol freático, influenciaram na qualidade bacteriológica das águas estudadas.

O solo arenoso, que possibilita uma permeabilidade maior e o nível do lençol freático de pequena profundidade encontrados no CAB poderiam favorecer a passagem de bactérias do solo e dos túmulos para as águas subterrâneas. Isto poderia explicar os maiores níveis de CF, EF, CSR, de bactérias heterotróficas aeróbias e de bactérias lipolíticas, nesse cemitério (Tabela 1) em relação aos demais. Neste tipo de terreno, parece haver uma condição de aerobiose, (que pode ser verificada pela quantidade elevada de bactérias heterotróficas aeróbias) e passagem de matéria orgânica para o lençol freático, onde as proteínas seriam convertidas a nitrato, que se acumula nessas águas.

No CVNC (Tabela 1) foi observada uma elevada quantidade de bactérias heterotróficas anaeróbias, caracterizando uma condição de anaerobiose, havendo um favorecimento da

desnitrificação do nitrato que é levado a nitrogênio, baixando, portanto sua concentração. Pela análise da Tabela 1, verifica-se que no CVF foram encontrados os níveis mais baixos de CT, EF, bactérias proteolíticas, contagem padrão de bactérias aeróbias e anaeróbias bem como de bactérias lipolíticas, o que indicaria que este tipo de região geológica, onde há alternância de solos argilosos e areno-argilosos, serviria como um filtro natural, retendo os microrganismos e a matéria orgânica no solo. Havendo pouca matéria orgânica nas águas, a quantidade de material nitrogenado também seria pequena, o que poderia explicar a baixa detecção de nitrato nestas águas.

Apesar dos menores níveis de indicadores encontrados no CVF, os resultados encontrados quanto aos índices de poluição de origem fecal (com exceção de colifagos) e dos organismos utilizados como indicadores de presença de matéria orgânica, mostraram que as condições higiênicas e sanitárias das águas estudadas foram insatisfatórias para os três cemitérios.

A detecção de EF e CSR, na maioria das amostras, e a ausência de CF em muitas destas, parece mostrar que estes dois indicadores seriam mais adequados para avaliação de águas subterrâneas do ponto de vista sanitário, o que está de acordo com os resultados encontrados por Alhajjar e col.² e de Geldreich¹², quanto a EF.

No entanto, não se deve descartar a hipótese de que algumas das espécies presentes nesses grupos seriam microrganismos causadores do processo de putrefação, como por exemplo, as espécies dos gêneros *Streptococcus* e *Clostridium*.

Não foram detectados colifagos em nenhuma das 45 amostras de águas coletadas nos três cemitérios. Isto pode ser explicado pelo fato destes vírus adsorverem mais facilmente às partículas do solo do que as bactérias, não sendo carregado até o lençol freático²⁰.

Foram analisadas 44 amostras para determinação de *Salmonella*, sendo que este patógeno só foi detectado uma vez, no CVF.

Na análise estatística entre os indicadores estudados, considerando os dados totais dos três cemitérios (Tabela 2) foram observadas correlações significantes ($p < 0.001$; $p < 0.01$ e $p < 0.02$) entre os três indicadores de poluição fecal, bem como entre as contagens de bactérias heterotróficas aeróbias e anaeróbias e contagem de bactérias lipolíticas.

As bactérias lipolíticas (LIPO) e proteolíticas (PROT) estão relacionadas com o processo de decomposição da matéria orgânica animal e vegetal.

Os resultados de análise por nós realizadas previamente em poços limpos, revelam que estes tipos de microrganismos eram encontrados em baixa quantidade ou ausentes. Como níveis elevados destas bactérias foram detectados nas águas subterrâneas dos três cemitérios, provavelmente elas são oriundas do processo de decomposição dos corpos pois, durante o mesmo, ocorre uma proliferação de microrganismos que poderiam contaminar as águas.

Com relação ao nível de nitrato, a Organização Mundial de Saúde²³, bem como a Portaria no 36/GM de 19/01/90 do Ministério da Saúde¹⁸ recomendam o valor máximo de 10 mg de NO₃/litro, pois uma concentração superior pode ocasionar a metahemoglobinemia infantil.

Apesar do nitrato não ter sido detectado no CVF, ele foi encontrado no CAB numa concentração variando entre 0,48 e 75,70 mg/litro e no CVNC (0,04 - 2,10 mg/litro). Verifica-se, portanto, que a concentração deste composto foi muito elevada em alguns pontos.

Tabela 2. Matriz de correlação entre os indicadores analisados, considerando os dados totais das amostras de águas provenientes dos três cemitérios estudados.

Indicadores	Indicadores							
	C T	C F	E F	CSR	PROT	CPH1	CPH2	LIFO
C F	0,387**							
E F	0,527*	0,288***						
CSR	0,323**	0,807*	0,335**					
PROT	0,063	-0,060	0,102	-0,070				
CPH1	-0,038	-0,038	0,016	0,086	0,046			
CPH2	-0,099	-0,083	0,148	0,056	0,002	0,295***		
LIFO	-0,092	-0,014	0,038	0,119	0,007	0,769*	0,698*	

* p < 0,001 ** p < 0,01 *** p < 0,02

CT - coliformes totais; CF - coliformes fecais; EF - estreptococos fecais; CSR - clostrídios sulfito redutores; PROT - bactérias proteolíticas; CPH 1 - contagem padrão de bactérias heterotróficas aeróbias; CPH 2 - contagem padrão de bactérias heterotróficas anaeróbias; LIFO - bactérias lipolíticas.

Quanto à concentração mais baixa desta substância nas amostras do CVNC pode ser explicada pela condição de anaerobiose, criada no terreno mais argiloso que acumula água. Estas condições anaeróbias favorecem a redução do nitrato à amônia ou sua desnitrificação, pela ação microbiana.

A análise dos dados obtidos no presente estudo revela que o nível do lençol freático e as condições geológicas do terreno exercem papel importante na qualidade bacteriológica das águas subterrâneas que, no caso dos cemitérios, sofrem riscos de contaminação. Portanto, as normas para construção de cemitérios deveriam levar em consideração estas condições, assim como o código sanitário de 1978 deveria também ser revisto, considerando este aspecto.

COMCLUSÕES

Amostras de água coletadas por piezômetros de três cemitérios localizados em áreas geologicamente distintas de Natal, RN, no Brasil, foram analisadas a fim de determinar as condições higiênico-sanitárias.

Coliformes fecais, estreptococos fecais, sulfito redutor de clostrídios e Salmonella foram pesquisados com a finalidade de avaliar as condições sanitárias eo total coliformes, bactérias heterotróficas, microrganismos proteolíticas e lipolítica para avaliar as condições de higiene.

Em algumas amostras, os níveis de nitratos, foram determinadas.

Souza Neto, Simpliciano Eustaquilino de, 2011. Pós Graduação em Engenharia Agrícola, CTRN-COPEAG-UFCG, Tel 83 87630817, e-mail simpliciano.e@hotmail.com; Rodrigues da Silva, Valneide, e-mail rval707@yahoo.com.br

Foi descoberto que as águas não apresentar condições higiênicas satisfatórias e que, em alguns casos, os níveis de nitrato foram extremamente alta (75,7 mg / l). Na maioria dos exemplos, níveis mais elevados de estreptococos fecais e clostrídios sulfite redutor de coliformes fecais foram detectados, o que parece mostrar que os dois primeiros indicadores seriam mais adequados para avaliar as condições sanitárias deste tipo de água. Salmonella foram detectadas em apenas uma das 44 amostras analisados e colifagos em nenhum.

Nas statistical análise, foram encontradas correlações significativas entre três indicadores de poluição fecal, como bem como entre os organismos heterotróficos anaeróbio e aeróbio e bactérias lipolítica.

A relação direta entre a deterioração da qualidade da água e as condições geológicas e hidrogeológicas do ambiente estudado foi observada.

Quando estes são construídos cemitérios deve, portanto, ser tomadas em consideração condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFORD, J. A. Lipolytic microorganisms. In: Speck, M. L, Compedium of methods for the microbiological of foods. Washington, D.C., American Public Health, 1976. p. 184-8.
2. ALHAJAR, B. J.; STRAMER, S. L.; CLIVER, D. O.; HARKIN, J. M. Transport modelling of biological tracers from septic systems. Wat. Res., 22: 907-15, 1988.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the

examination of water and wastewater. 16th ed. New York, 1985.

4. THE BACTERIOLOGICAL examination of water supplies; Reports on Public Health and Medical Subjects. London, Her Majesty's Stationary Office, 1969. p. 32- 3.

5. BARROW, G. I. Bacterial indicators and standards of water quality in Britain. In: Hoadley, A. W. & Dutka, B. J. Bacterial indicators, health hazard associated with water, ASTM STP 635. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1977. p. 289-336.

6. BOWER, H. Ground water hydrology. New York, McGraw Hill, 1978.

7. BULGER, P. R.; KEHEW, A. E.; NELSON, R. A. Dissimilatory nitrate reduction in a waste-water contaminated aquifer. *Ground Water*, 27: 664-71, 1989.

8. CABELLI, VJ . Clostridiwn perfringens as a water quality indicator. In: Hoadley, A. W. & Dutka, B. J. Bacterial indicators, health hazards associated with water, ASTM STP 635. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1977. p. 65-79.

9. CLAUSEN, E. M.; GREEN, B. L.; WARREN, L. Fecal Streptococci: indicators of pollution. In: Hoadley, A. W. & Dutka, B. J. Bacterial indicators, health hazards associated with water, ASTM STP 635. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1977. p. 247- 64.

10. DUTKA, B. J. & BELL, J. B. Isolation of Salmonella from moderately polluted waters. *J. Wat. Pollut. control Fed.*, 45 -.316-23,1973.

11. DUTKA, B. J.; EL-SHAARAWI, A.; MARTINS, M. T.; SANCHEZ, P. S. North and South American studies on the potential of the coliphage as a water quality indicator. *Wat. Res.*, 21: 1107-25,1987

12. GELDREICH, E. E. Applying bacteriological parameters to recreational water quality. *J. Amer. Wat. Wks. Ass.*, 62:113-20,1970.

13. GRABOW, W.O K.; COUBROUGH, P.; NUPEN, E. M.; BATEMANN, B. M. Evaluation of coliphage as indicator of the virological quality of sewage polluted waters. *Waters S. Afr.*, Pretoria, 10: 7-14,1984.

14. INGRAM, M.; SIMONSEN, B. Meats and meats products. In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Microbial ecology of foods*. New York, Academic Press, 1980. p. 333- 407.

15. ISBISTER, J. D.; SIMMONS, J. A.; SCOTT, W. M.; KITCHENS, J. F. A simplified method for coliphage detection in natural waters. *Acta microbiol. polon.*, 32: 197, 1983.

16. KOTT, Y. Current concepts of indicator bacteria. In: Hoadley, A. W. & Dutka, B. J. Bacterial indicators, health hazards associated with water, ASTM STP 635. Philadelphia, American Society for Testing and Materials, 1977. p. 3-13.

17. LEE, J. S. Proteolytic microorganisms. In: Speck, M. L. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington, D.C., American PublicHealth Association, 1976. p. 184-8.

18. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria 367GM de 19 de Janeiro de 1990: Dispõe sobre normas e padrão de potabilidade de água destinada ao consumo humano. *Diário Oficial da União* .Brasília,23 jan. 1990. p. 12-1 9

19. MOSSEL, D. A. A. & GARCIA, B. M. *Microbiologia de los alimentos* . Zaragoza, Editorial Acribia, 1985. p. 373.

20. OHGAKI, S.; KETRATANAKUL, A.; SUDDEVGRAL, S.; PRASERTSON, V.; SUTHIENKUL, O. Adsorption of coliphages to particulates. *Wat. Sci. Technol*, 18: 267-75,1986.

21. PACHECO, A. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. *Rev. SPAM*, 17: 25-37,1986.

22. VERA, H. D. & DUMOFF, M. Culture media. In: Lennette, E. H.; Spaulding, E. H.; Truant, J. P. *Manual of clinical microbiology*.

Washington, D.C., American Society for Microbiology, 1974. p. 881-929.

23. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking water quality: health criteria and other supporting information. Geneva, 1984. v. 2. Recebido para publicação em 7/6/1990 Reapresentado em 19/10/1990 Aprovado para publicação em 27/10/1990.