

Ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável

Natália Maria Maciel Guerra¹, Marcelo Henrique Otenio¹, Marie Eliza Zamberlan Silva², Marcio Guilhermetti², Celso Vataru Nakamura², Tânia Ueda-Nakamura² e Benedito Prado Dias Filho^{2*}

¹Departamento de Ciências Biológicas e Tecnologia da Faculdade Luiz Meneghel, Rodovia Br 369, Km 54, Cx. Postal 261, Bandeirantes, Paraná, Brasil. ²Departamento de Análises Clínicas, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: bpdfilho@uem.br

RESUMO. Foram analisadas 413 amostras de água potável do sistema principal e do sistema secundário em Bandeirantes, Estado do Paraná, através de membrana filtrante para *P. aeruginosa* e bactérias heterotróficas em ágar Plate Count. Coliformes totais e fecais foram determinados pelo método dos tubos múltiplos. A qualidade físico-química da água foi determinada em termos de turbidez, pH, cloro, flúor, alcalinidade, cor, oxigênio dissolvido, dureza e matéria orgânica. Das amostras examinadas, 10,41% estavam contaminadas por *P. aeruginosa*, incluindo 23,53% das amostras do sistema de água secundário, e 8,56% das amostras do sistema de água principal. Somente uma amostra apresentou contagem de bactérias heterotróficas acima do nível máximo recomendado. *P. aeruginosa* isoladas foram testadas para sensibilidade ao cloro livre e sobreviveram a uma concentração de cloro três vezes acima da concentração mínima usada. É recomendada a determinação periódica de *Pseudomonas* em adição aos dados rotineiramente coletados na maioria dos sistemas de abastecimento.

Palavras-chaves: *Pseudomonas aeruginosa*, análise de água, controle de qualidade microbiológica.

ABSTRACT. Occurrence of *Pseudomonas aeruginosa* in drinking water. A total of 413 samples of drinking water, taken from principal and secondary water systems in the municipality of Bandeirantes, state of Paraná, southern Brazil, were analyzed through membrane filtration for *P. aeruginosa* and on Plate Count agar for heterotrophic bacteria. Total and fecal coliforms were determined by multiple dilution tube methods. Turbidity, pH, chlorine, fluoride, alkalinity, color, dissolved oxygen, hardness and organic matter were also measured. Of the 413 samples examined, 10.41% were contaminated by *P. aeruginosa*, including 23.53% of the water from secondary water system, 8.56% of the water from principal water system. No coliform was found in any of the samples. One sample counted above the maximum heterotrophic bacteria level permitted. *P. aeruginosa* isolated from the water samples were tested for chlorine sensitivity and survived up to three times the minimum chlorine concentration used. It is desirable that *Pseudomonas* enumeration be performed periodically, in addition to data routinely collected by most water supply systems.

Key words: *Pseudomonas aeruginosa*, water analysis, microbiological quality control.

Introdução

A veiculação hídrica de agentes etiológicos de caráter infeccioso ou parasitário é responsável pela alta incidência de doenças que afetam as populações de modo geral (Brasil-Ministério da Saúde, 1999). Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (WHO, 1993), 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água.

A presença de bactérias do grupo coliforme em água potável tem sido vista como um indicador de contaminação fecal relacionado ao tratamento inadequado ou inabilidade de manter o desinfetante

residual na água distribuída (LeChevallier *et al.*, 1996). O Ministério da Saúde (Brasil, Portarias, 2000) regulamenta a qualidade do sistema municipal de abastecimento com base na presença de coliformes e contagem de bactérias heterotróficas, enquanto que regulamentação mais restritiva existe em relação à água mineral natural e proíbe a presença de bactérias potencialmente patogênicas, incluindo *Pseudomonas aeruginosa*, Enterococos e Clostrídios sulfito redutores ou *Clostridium perfringens* (Brasil, Resolução, 2005). A Organização Mundial de Saúde (WHO, 1993) estabelece que a água engarrafada para consumo humano deve ser

totalmente livre de coliformes e *P. aeruginosa*. Este último foi incluído devido a vulnerabilidade de crianças e idosos a este microrganismo.

Bactérias pertencentes ao gênero *Pseudomonas* são amplamente encontradas no ambiente (Ringer e Drake, 1952; Wheeler et al., 1980) e são frequentemente responsáveis, como bactérias oportunistas, por vários episódios de graves infecções. *P. aeruginosa* é a espécie mais frequentemente envolvida nas infecções com ampla localização e severidade, como aquelas do trato respiratório, trato urinário e da corrente sanguínea (Pitten et al., 2001). A capacidade de *P. aeruginosa* de crescer em água com baixos níveis de sólidos dissolvidos e compostos orgânicos confirma sua habilidade de adaptar-se perfeitamente a ambientes nutricionalmente muito pobres. Favero et al. (1971) observou que *P. aeruginosa* foi capaz de crescer em água destilada usada para diluir drogas administradas por injeção intravenosa.

De acordo com Bolick (2000), os agentes etiológicos das infecções hospitalares têm sido modificados com o passar dos anos. Ainda segundo este autor, entre 1940 e 1960, *Staphylococcus aureus* era o principal agente etiológico. O tratamento com antibióticos e os programas educativos acarretaram uma redução nesse tipo de infecção. Hoje em dia, observa-se incidência cada vez maior de *Pseudomonas* e de outras bactérias Gram negativas. Recentemente, Kallel et al., (2005) relataram a prevalência de infecção hospitalar na Tunísia. De acordo com estes autores, a documentação microbiológica só foi possível em 18% das infecções e os organismos mais frequentemente isolados foram bacilos Gram-negativos (80%).

O objetivo do presente trabalho foi determinar a ocorrência de *Pseudomonas aeruginosa* em água potável da rede de abastecimento público da cidade de Bandeirantes, Paraná. Avaliar a influência de fatores físico-químicos, ambientais, e operacionais na presença de *P. aeruginosa*, e comparar a sua presença com outros indicadores microbianos. A sobrevivência de *Pseudomonas aeruginosa* em relação à quantidade do residual de cloro livre foi também determinada.

Material e métodos

Sistemas de abastecimento. O fornecimento de água potável na cidade de Bandeirantes, localizada no norte pioneiro do Estado do Paraná é constituído de dois sistemas de abastecimento. O sistema que fornece água para 90% da população, denominado no trabalho de sistema principal, fornece água de superfície, proveniente do rio das Cinzas, misturada

com a água do Aquífero Guarani. O outro sistema, denominado sistema secundário, fornece água de poço semi-artesiano para 10% da população. O sistema principal capta água de superfície que, após floculação, sedimentação e filtração, é misturada com a água do Aquífero Guarani em uma câmara de mistura e, após cloração e fluoretação, é distribuída. A água do sistema secundário é captada, clorada e distribuída.

Coleta das Amostras. Foram coletadas 40 amostras aleatórias mensais do sistema principal e secundário de distribuição de água, durante os meses de fevereiro a novembro de 2003, tomando cuidado para que os locais de coleta não se repetissem e tivessem abrangência significativa da água distribuída na cidade. As amostras foram coletadas diretamente do cavalete de entrada e foi verificado se o ponto de coleta recebe água diretamente do sistema de distribuição. As amostras foram coletadas de acordo com American Public Health Association (APHA, 1998) e processadas imediatamente ao chegarem no Laboratório de Análises Físico-químicas e Microbiológicas do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) da cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná.

Identificação bacteriana. A detecção de *Pseudomonas aeruginosa* foi realizada através da técnica de membrana filtrante (APHA, 1998) utilizando-se o m-PA-C Agar (Becton Dickinson/BBL, Cockeysville, MD, USA). A confirmação foi feita em Agar Milk (Difco Laboratories, Detroit, MI). *Pseudomonas aeruginosa* hidrolisa a caseína e produz um pigmento difusível esverdeado. Os coliformes fecais e totais foram analisados pela técnica de tubos múltiplos e as bactérias heterotróficas em Plate Count Agar (Difco Laboratories) de acordo com o Ministério da Saúde (1999). Para verificar a legitimidade da técnica, amostras positivas aleatórias foram identificadas através do teste de citocromo oxidase, coloração de Gram e sistema de identificação BBL Crystal (Becton Dickinson).

Avaliação das características físico-químicas. As análises de cloro, flúor e cor foram feitas por espectrofotometria, utilizando-se o aparelho HACH - modelo DR/2010; o pH foi aferido pelo medidor de pH ALPHALAB - modelo PA 200; a turbidez foi medida através do Turbidímetro HACH - modelo 2100P; alcalinidade, dureza e matéria orgânica foram analisadas por titulação e o oxigênio dissolvido foi dosado pelo Oxímetro DM4 da Digimed de acordo com o Ministério da Saúde (1999). O índice pluviométrico e a temperatura ambiente foram fornecidos pela Iapar/FALM (2003).

Crescimento das amostras de *P. aeruginosa*

em Cloro livre. Para a avaliação da sobrevivência de *P. aeruginosa*, 10 mL de um inóculo (10^6 UFC/mL) foram adicionados em 10 mL de água contendo diferentes concentrações de cloro (0 a 1,0 mg/L). Após três minutos de contato a mistura foi neutralizada pela adição de tiosulfato de sódio 1,8%. Diluições decimais foram então semeadas pela técnica de espalhamento em superfície sobre Ágar Nutriente (Merck SA, São Paulo). O número de microrganismos sobreviventes foi comparado com o controle (Seyfried e Fraser, 1980).

Resultados

Os valores médios dos parâmetros físicos e químicos das amostras de água podem ser observados na Tabela 1. Na maioria dos casos, as amostras de água do sistema secundário (poço semi-artesiano) apresentaram maiores valores de alcalinidade e dureza quando comparadas com as amostras do sistema principal (água de superfície e Aquífero Guarani). É interessante observar que os valores médios de cloro foram significativamente maiores na água do sistema principal.

Tabela 1. Características física e químicas da água do sistema principal e sistema secundário de abastecimento.

Parâmetros	Valores médios (faixa)	
	Água do sistema principal (n= 362)	Água do sistema secundário (n= 51)
Cloro (mg/l)	0,79 (0-1,4)	0,3 (0-0,8)
pH	7,8 (6,2-8,7)	7,1 (6,8-7,6)
Alcalinidade (mg CaCO ₃ /l)	85 (12-443)	186 (128-245)
Turbidez (uT)	1,15 (0,16-19,1)	0,4 (0,1-1,9)
Cor (uH)	08 (0-102)	04 (0-17)
Matéria orgânica (mg/l O ₂ cons)	1,2 (0,1-21)	1,3 (0,2-5,8)
Oxigênio dissolvido (mg O ₂ /l)	6,31 (2,4-10,74)	6,7 (5,42-8,21)
Dureza (mg CaCO ₃ /l)	29 (2-74)	243 (192-303)
Flúor (mg/l F ⁻)	0,84 (0-1,91)	0,22 (0-1,07)
Temperatura da água (°C)	24 (15-32)	19 (15-26)
Temperatura ambiente (°C)	21,9 (12,6-30,2)	21,9 (12,6-30,2)

A Tabela 2 apresenta o número e a porcentagem de amostras positivas de *P. aeruginosa*, coliformes totais e fecais e bactérias heterotróficas. Das 362 amostras de água coletadas do sistema principal 31 (8,56%) apresentaram contaminação por *P. aeruginosa*, enquanto que 12 (23,53%) das 51 amostras coletadas do sistema secundário apresentaram tal contaminação. Apenas uma amostra do sistema principal apresentou contagem de bactérias heterotróficas acima do limite permitido (500 UFC/mL), não coincidindo com a contaminação por *P. aeruginosa*, elevando para 32 (8,84%) o número de amostras inaceitáveis. Doze (23,53%) das amostras de água do sistema secundário foram consideradas inaceitáveis sob o

ponto de vista microbiológico, ou seja, estavam contaminadas por pelo menos um indicador ou bactéria patogênica. Nenhuma das amostras analisadas apresentou contaminação por bactérias do grupo coliforme.

Tabela 2. Número e porcentagem de *Pseudomonas aeruginosa*, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas em água do sistema principal e secundário.

Indicadores e bactéria patogênica	Número (%) de amostras positivas	
	Água do sistema principal (n= 362)	Água do sistema secundário (n=51)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> *	31 (8,56 %)	12 (23,53 %)
Coliformes totais*	0	0
Coliformes fecais*	0	0
Bactérias Heterotróficas**		
<1	164 (45,3%)	9 (17,6%)
1-500	197 (54,4%)	42 (82,4%)
501-1.000	0	0
> 1.001	01 (0,3%)	0
Faixa Média	0 – 2543 15	0 – 435 25
Amostras inaceitáveis***	32 (8,84 %)	12 (23,53 %)

Número de bactérias por 100 ml; ** Número de bactérias por ml; ***Amostras positivas para um indicador ou bactéria patogênica.

A relação entre a ocorrência *P. aeruginosa* e a concentração de cloro livre é mostrada na Tabela 3. Não foi observada associação entre a porcentagem de amostras contaminadas por *P. aeruginosa* e a concentração de desinfetante (cloro livre) nas amostras analisadas.

Tabela 3. Relação entre amostras positivas para *Pseudomonas aeruginosa* e a concentração de cloro livre.

Cloro Livre (mg/l)	Água do sistema principal		Água do sistema secundário	
	n	Número (%) amostras positivas	n	Número (%) amostras positivas
<0,2	4	0 (0,00)	16	5 (31,25)
0,2-0,4	28	2 (7,41)	25	7 (28,00)
>0,4 -0,8	148	11 (7,43)	10	0 (0,00)
>0,8 -1,2	180	18 (10,00)	0	0 (0,00)
>1,2	2	0 (0,00)	0	0 (0,00)

A presença de *P. aeruginosa* em amostras de água *in natura* (não tratada) de superfície e amostras de água provenientes do Aquífero Guarani foram também avaliadas (dados não mostrados). Foram encontrados altos níveis de contaminação por *P. aeruginosa*, coliformes e bactérias heterotróficas em água *in natura* de superfície. Em contraste, nenhuma das amostras de água provenientes do Aquífero Guarani apresentou contaminação pelas bactérias utilizadas no estudo.

Não foi observada correlação entre a ocorrência de *P. aeruginosa* e falhas operacionais nos sistemas de distribuição, como quebras e reparos na canalização de distribuição de água (dados não mostrados).

Com base nestes resultados, um estudo complementar para avaliar a sobrevivência de *P. aeruginosa* em concentrações residuais crescentes de cloro foi realizado (Figura 1). Cerca de 85% das amostras de *P. aeruginosa* isoladas de água de ambos os sistemas sobreviveram a concentrações de cloro livre de até 0,4 mg/L. A eliminação total das células só foi alcançada em concentrações de cloro acima de 0,6 mg/L.

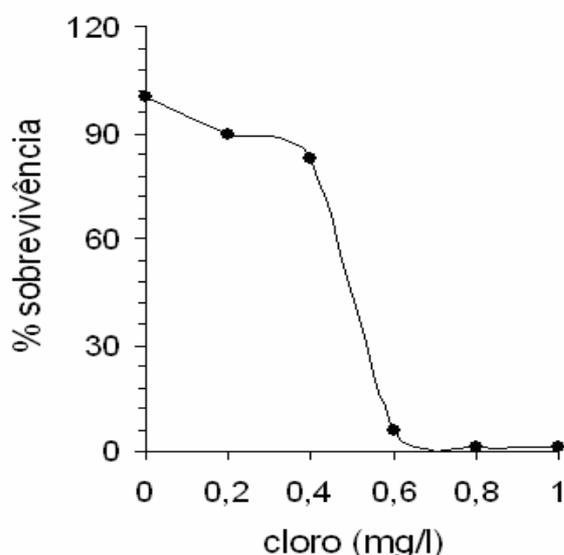


Figura 1. Sobrevivência de *Pseudomonas aeruginosa* em diferentes concentrações de cloro livre. Um volume de 10 ml de um inóculo (10^6 UFC/ml) foi adicionado em 10 ml de água contendo diferentes concentrações de cloro (0 a 1,0 mg/l). Após três minutos de contato a mistura foi neutralizada pela adição de tiosulfato de sódio (1,8%) e a viabilidade determinada por contagem em placa e expressa como porcentagem de sobreviventes em relação ao controle.

Discussão

De acordo com a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde (2000), o sistema de abastecimento de água para o consumo humano compreende a instalação composta pelo conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinado à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

Bactérias heterotróficas são amplamente usadas como indicadoras da qualidade de água potável. A contagem destes microrganismos é geralmente referida como heterotróficas, padrão ou contagem total em placa. Os organismos são detectados por

propagação em meios não-seletivos ricos em nutrientes que permitem a multiplicação de uma mais ampla faixa possível de bactérias, que pode incluir outros organismos como levedura (WHO, 1993; Grabow, 1996).

A água potável de sistemas de distribuição é colonizada por microrganismos saprófitos heterotróficos (bactérias, fungos filamentosos, leveduras, etc.) que crescem a partir da matéria orgânica biodegradável (Servais *et al.*, 1992; LeChevallier *et al.*, 1993). Microrganismos potencialmente patogênicos (*Legionella* spp, por exemplo) e microrganismos de origem fecal (*Escherichia coli*, por exemplo) podem também, encontrando condições favoráveis, proliferar nestes sistemas (LeChevallier, 1990; Fass *et al.*, 1996). Esta biomassa bacteriana (estimada em 10^8 bactérias por litro em água corrente e 10^6 bactérias por cm^2 no biofilme) é o início de uma complexa cadeia alimentar envolvendo principalmente protozoários e microrganismos.

Pseudomonas aeruginosa faz parte desta complexa colonização sobrevivendo em condições precárias de nutrientes. De acordo com Trautmann *et al.* (2001), pacientes foram infectados com *P. aeruginosa* do genótipo também detectado em água de torneira.

A manutenção de desinfetante residual no sistema de distribuição tem como objetivo produzir condições desfavoráveis para a sobrevivência bacteriana na água para consumo. Entretanto, em alguns casos, a aplicação imprópria de um desinfetante pode na realidade acentuar as condições de crescimento bacteriano. Ozônio, por exemplo, pode aumentar os níveis de carbono orgânico assimilável e pode, não estando acoplado com filtração biológica, resultar em incremento do crescimento bacteriano no sistema de distribuição (Janssens *et al.*, 1984). Segundo Snyder *et al.* (1995), os filtros de carvão ativado podem retirar a matéria orgânica da água, evitando a formação de biofilmes. Estudos anteriores mostraram que coliformes como *Escherichia coli* e *Klebsiella* spp. são capazes de crescer em condições oligotróficas prevalentes em biofilmes de sistemas de distribuição de água (Camper *et al.*, 1991). A maneira como os coliformes e bactérias patogênicas podem estar colonizando heterotroficamente biofilmes não é clara, e existem numerosos exemplos onde a manutenção de desinfetante residual não preveniu a ocorrência de bactérias coliformes em amostras do sistema de distribuição (LeChevallier, 1990). Recentes pesquisas têm indicado que vários desinfetantes diferem em suas capacidades de interagirem com bactérias de biofilme (LeChevallier, 1990, 1993; De

Beer *et al.*, 1994). Monocloramina, embora com ação desinfetante mais lenta que cloro livre, pode ser mais efetiva na penetração e inativação de certos biofilmes (LeChevallier *et al.*, 1993).

De acordo com LeChevallier *et al.* (1996), quando 0,2 mg/L de cloro residual livre ou valores acima do normal são mantidos, a ocorrência de coliformes é reduzida em cerca de 50%. A presença de biofilmes nas redes de distribuição formados pela presença de matéria orgânica na água é responsável pela demanda de desinfetante e formação de produtos como cloraminas e diclorados (Reckhow *et al.*, 1990), que têm menor poder desinfetante que o cloro residual livre na forma de ácido hipocloroso (Manfrini, 1974). Camper *et al.* (1986) reportam que organismos ligados a partículas orgânicas são menos susceptíveis a desinfecção, e podem, portanto, passar as barreiras de desinfecção e ter um impacto significativo sobre os biofilmes dos sistemas de distribuição.

Diferentes autores têm destacado a ligação entre concentração de cloro na água e a presença de *P. aeruginosa*. Seyfried e Fraser (1980) não detectaram o microrganismo em amostras com cloro residual abaixo de 0,4 mg/L e em pH menor que 7,8. Schiemann *et al.* (1985), entretanto relatou o isolamento em água de piscina com cloro residual acima de 0,9 mg/L.

No presente trabalho, a avaliação da sobrevivência de *P. aeruginosa* em concentrações residuais crescentes de cloro mostrou que cerca de 85% das amostras de *P. aeruginosa* isoladas de água de ambos os sistemas sobrevive em concentrações de cloro livre de até 0,4 mg/L, e que a eliminação total das células só foi alcançada em concentrações de cloro acima de 0,6 mg/L. Entretanto, os dados sobre a relação entre amostras positivas para *P. aeruginosa* e concentração de cloro da água proveniente do sistema principal mostraram que uma concentração de cloro maior que 0,6 mg/L seria necessária para obter uma porcentagem de 90% de amostras aceitáveis. Esta concentração de desinfetante é três vezes maior que a normalmente recomendada (0,2 mg/L).

Recentemente, análises bacteriológicas de 3.942 amostras de água da cidade de Maringá e região, Estado do Paraná, provenientes de uma variedade de fontes, como caixa de água, torneira, piscina, mina, poço e outros, obtidas para testes de rotina entre 1996 e 1999, foram comparativamente estudadas (Nogueira *et al.*, 2001). Coliformes totais e fecais analisados pela técnica de fermentação em tubos múltiplos foram detectados em 595 e 235 das amostras de água, respectivamente, e foram

associados com os seguintes fatores: água "in natura", água clorada, origem da água, estação úmida, estação seca, pH e desinfetante residual. Como esperado, o maior número de amostras de água contaminadas por coliformes totais (362) e fecais (159) foi encontrado em água *in natura* coletada de fontes e pontos de consumo de comunidades urbana e rural.

No presente trabalho, não foi possível estabelecer correlação entre *P. aeruginosa* e coliformes totais e fecais, uma vez que nenhuma das amostras analisadas apresentou contaminação por bactérias do grupo coliforme. Mas, como a incidência de *P. aeruginosa* foi muito alta, uma legislação mais restritiva em relação à água de sistema municipal de abastecimento, que regulamente a presença de *P. aeruginosa* é recomendada. Para isso, estudos adicionais serão necessários para a decisão com respeito à inclusão de *Pseudomonas aeruginosa* como parâmetro microbiológico para acessar a qualidade microbiológica de água para consumo humano. Estes estudos devem tentar correlacionar a presença de *P. aeruginosa* e as doenças infecciosas ligadas ao consumo de água, e que devem incluir a resistência a antibióticos, toxicidade, carga infectiva da bactéria, entre outros.

Conclusão

Este estudo reforça a importância da determinação da concentração de cloro em água para assegurar que seja suficientemente alta para remover bactérias de água potável. Em adição aos dados coletados rotineiramente na maioria dos sistemas públicos ou privados de abastecimento (coliformes, bactérias totais, cloro, pH, etc), é recomendado que a determinação de *Pseudomonas* seja feita periodicamente (uma vez por semana, ou uma vez por mês dependendo do tamanho e da capacidade analítica do sistema).

Agradecimentos

Os autores agradecem aos funcionários do Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade de Bandeirantes, Estado do Paraná, pelo apoio técnico nos experimentos.

Referências

- APHA–AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, D.C., 1998.
- BOLICK, D. *Segurança e controle de infecção*. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores, 2000.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual Técnico de Análise

- de Água para consumo humano. *Fundação Nacional da Saúde*, Brasília, 1999.
- BRASIL - Portarias – Portaria n. 1469, de 29 de dezembro de 2000. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 2000.
- BRASIL – Resolução de Diretoria Colegiada – RDC – n. 275, de 22 de setembro de 2005. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 2005.
- CAMPER, A.K. et al. Bacteria associated with granular activated carbon particles in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 52, p. 434-438, 1986.
- CAMPER, A.K. et al. Growth kinetics of coliform bacteria under conditions relevant water distribution systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 57, p. 233-239, 1991.
- DE BEER, D. et al. Direct measurement of chorine penetration into biofilms during disinfection. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 60, p. 4339-4344, 1994.
- FASS, S. et al. Fate of *Escherichia coli* experimentally injected in a drinking water distribution pilot system. *Water Res.*, Kidlington, v. 30, n. 9, p. 2215-2221, 1996.
- FAVERO, M.S. et al. *Pseudomonas aeruginosa* growth in distilled water from hospitals. *Science*, New York, v. 173, p. 836-838, 1971.
- GRABOW, W.O.K. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. *Water AS*, v. 22, p. 193-202, 1996.
- IAPAR/FALM. Dados meteorológicos da Estação Agrometeorológica, correspondentes ao período de Fevereiro a Novembro/2003. [Boletim Informativo]. Bandeirantes: Faculdade Luiz Meneghel, 2003.
- JANSSENS, J.G. et al. Ozone enhanced biological activated carbon filtration and its effect on organic matter removal, and in particular on AOC reduction. *Water Sci. Technol.*, v. 17, p. 1055-1088, 1984.
- KALLEL, H. et al. Prevalence of hospital-acquired infection in a Tunisian hospital. *J. Hosp. Infect.*, London, v. 59, p. 343-347, 2005.
- LECHEVALLIER, M.W. Coliform regrowth in drinking water: a review. *J. Am. Water Works Assoc.*, v. 82, p. 74-86, 1990.
- LECHEVALLIER, M.W. et al. Examining the relationship between iron corrosion and the disinfection of biofilm bacteria. *J. Am. Water Work Assoc.*, v. 87, p. 111-123, 1993.
- LECHEVALLIER, M.W. et al. Full-scale studies of factors related to coliform regrowth in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 62, p. 2201-2211, 1996.
- MANFRINI, C. Ação bacteriana do cloro: reações com amônia. São Paulo. CETESB - *Desinfecção de águas*. São Paulo: CETESB, 1974.
- NOGUEIRA, G. et al. Análise bacteriológica da água de Maringá e região entre 1996 e 1999. *Acta Sci.*, Maringá, v. 22, p. 1207-1211, 2001.
- PITTEN, F.A. et al. Transmission of a multiresistant *Pseudomonas aeruginosa* strain at a German University Hospital. *J. Hosp. Infect.*, v. 47, p.125-130, 2001.
- RECKHOW, D.A. et al. Chlorination of humic materials: byproduct formation and chemical interpretations. *Environ. Sci. Technol.*, Easton, v. 24, p. 1655-1664, 1990.
- RINGER, L.M.; DRAKE, C.H. A study of the incidence of *Pseudomonas aeruginosa* from various sources. *J. Bacteriol.*, Washington, D.C., v. 64, p. 841-845, 1952.
- SCHIEMANN, D.A. et al. Experiences with bacteriological monitoring of pool water. *Infect. Control.*, Thorafare, v. 6, p. 413-417, 1985.
- SERVAIS, P. et al. Studies of BDOC and bacterial dynamics in the drinking water distribution system of the Northern Parisian suburbs. *Sci. Eau*, v. 5, p. 69-89, 1992.
- SEYFREID, P.L.; FRASER, D.J. Persistence of *Pseudomonas aeruginosa* in chlorinated swimming pools. *Can. J. Microbiol.*, Ottawa, v. 26, p. 350-355, 1980.
- SNYDER JR., J.W. et al. Effect of point-of-use, activated carbon filters on the bacteriological quality of rural groundwater supplies. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, D.C., v. 61, p. 4291-4295, 1995.
- TRAUTMANN, M. et al. Tap water colonization with *Pseudomonas aeruginosa* in a surgical intensive care unit (ICU) and relation to *Pseudomonas* infections of ICU patients. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, Thorafare, v. 22, n. 1, p. 49-52, 2001.
- WHEATER, D.W.F. et al. *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* in sewage and fresh water. *Water Res.*, Kidlington, v. 14, p. 713-721, 1980.
- WHO-WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality. 2. ed. Geneva, 1993.

Received on June 10, 2005.

Accepted on March 13, 2006.