
**QUALIDADE MICROBIOLÓGICA
DE AFLUENTES E EFLUENTES
DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA
E ESGOTO DE GOIÂNIA, GOIÁS**

Patrícia Pimentel Santos,¹ Talissa de Moraes Tavares Miranda,² Denise Leão Barthasson,² Keili Maria Cardoso de Souza,² Wília Marta Elsner Diederichsen de Brito,² Maria Cláudia Dantas Porfírio Borges André,² e Álvaro Bisol Serafini³

RESUMO

No presente estudo, analisou-se a qualidade microbiológica de dois importantes mananciais que abastecem a cidade de Goiânia, o rio Meia Ponte e o ribeirão João Leite, antes e após o tratamento nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) municipais, bem como do esgoto bruto e do efluente tratado na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Também foi analisada a correlação entre a densidade pluviométrica e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, utilizando-se o teste de correlação linear de Pearson. A concentração de coliformes, a presença de *Salmonella* spp e a análise dos parâmetros físico-químicos foram avaliados em amostras de água bruta e tratada, de esgoto e efluente tratado, coletados no ano de 2005 em rios, ETAs e na ETE de Goiânia. O rio Meia Ponte se enquadrou como manancial de Classe I durante o período analisado e o ribeirão João Leite, como Classe III. A densidade pluviométrica ocorrida no período correlacionou-se com a contaminação fecal e com alguns parâmetros físico-químicos da água (cor e turbidez) do rio Meia Ponte e ribeirão João Leite. O tratamento de água nas ETAs mostrou-se satisfatório, entretanto o tratamento primário do esgoto na ETE não foi suficiente para reduzir significativamente sua carga fecal, constituindo importante fonte de poluição para o rio Meia Ponte.

DESCRIPTORIOS: Qualidade microbiológica. Água de abastecimento. Esgoto. Efluente. *Salmonella*.

1 Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Goiás, 1ª Av. s/nº Setor Universitário CEP: 74605-020 Goiânia, GO

2 Departamento de Microbiologia, Imunologia, Parasitologia e Patologia, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Rua 235 s/nº Setor Universitário CEP: 74605-050 Goiânia, GO

3 Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Trindade, CEP: 88040-900, Florianópolis, SC.

Endereço para correspondência: Depto de Nutrição - Centro de Ciências da Saúde, Campus Universitário – UFSC, Trindade - Florianópolis – SC, CEP: 88040-900. E-mail: abserafini@ccs.ufsc.br

Recebido para publicação em: 29/6/2009. Revisto em: 26/7/2010. Aceito em: 2/9/2010.

INTRODUÇÃO

Os corpos superficiais de água doce têm sido a principal fonte de produção de água potável em todo o mundo, apesar do crescente uso de águas subterrâneas no abastecimento populacional. No entanto, em países em desenvolvimento como o Brasil, o acesso à água tratada e ao saneamento básico é deficiente, o que propicia índices elevados de casos de doenças transmitidas pela água contaminada, como cólera (168.624 casos de 1991 a 2005) e hepatite A (118.236 casos de 1999 a 2005), entre outras (Brasil, 2009c). Entre 1999 e 2004, a água foi responsável por 5,1% dos 3.737 surtos de doenças de veiculação hídrica e alimentar no Brasil (Brasil, 2005a).

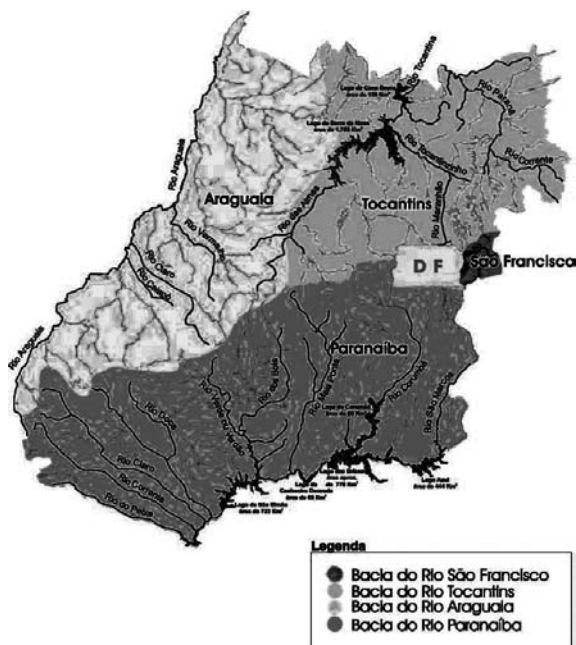
Conforme os dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada no ano 2000 (Brasil, 2009a), o Brasil tem 61,4% (6.046) dos seus distritos municipais abastecidos com água tratada, sendo a captação em corpos d'água superficial a principal fonte de abastecimento (43,0%). Apenas uma pequena parte destes corpos d'água (32,3%) não possui alguma fonte de contaminação ou poluição (esgoto sanitário, lançamento industrial, lixo, agrotóxicos e outras). Com relação ao esgotamento sanitário, 58,4% (5.751) dos distritos municipais no Brasil não têm rede coletora de esgoto, portanto a maior parte é lançada nos cursos d'água, principalmente nos rios.

No estado de Goiás, cuja população atinge cinco milhões de habitantes, já é elevado o índice de abastecimento com água tratada (81,6%), porém verifica-se uma relevante poluição dos corpos d'água superficiais, principalmente com resíduos de agrotóxicos, por se tratar de uma região com intensa atividade agropecuária. O estado é servido pelas bacias dos rios Tocantins e Araguaia, pela bacia do Paraná, que tem o rio Paranaíba como mais importante no estado e pela bacia do São Francisco, sendo o rio Preto seu principal afluente no estado (Figura 1).

A cidade de Goiânia, capital do estado, possui 1,2 milhão de habitantes, é abastecida pelo rio Meia Ponte (bacia do rio Paraná) e seu afluente, o ribeirão João Leite. Recebe 252.989 m³ de água tratada por dia e coleta 162.417 m³ de esgoto por dia, mas trata apenas 10.524 m³/dia, conforme mostra a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do ano 2000. Com a implantação da terceira Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em 2004, a coleta e/ou tratamento de esgoto passaram a abranger 75% da população do município, contudo, nesta ETE, o tratamento ainda é realizado apenas em nível primário (SANEAGO, 2009).

Hoje, dificilmente se encontra uma fonte de água doce que não tenha suas características naturais alteradas pela interferência antrópica. O rio Meia Ponte e o ribeirão João Leite recebem contribuições poluidoras significativas ao longo dos seus cursos, decorrentes do crescimento demográfico ocorrido nas últimas décadas em áreas urbanas e também das atividades agropecuárias e industriais. Além disso, a presença de fontes pontuais de poluição, como a descarga de efluentes de ETES, deteriora significativamente a qualidade de um sistema aquático, assim também as

fontes difusas de poluição, como a drenagem do solo e o escoamento superficial, contribuem substancialmente para a poluição fecal da água (Ha & Bae, 2002; Kelsey et al., 2004; Tournon et al., 2007).



Fonte: Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás (www.seplan.go.gov.br)

Figura 1. Bacias Hidrográficas do Estado de Goiás.

A qualidade da água para o abastecimento da população depende de fatores como a proteção dos mananciais, o tratamento adequado e a manutenção da integridade da rede de distribuição. Por isso, o constante monitoramento da qualidade da água bruta e tratada é necessário para a identificação de possíveis fontes de poluição e o desenvolvimento de estratégias de controle apropriadas, minimizando-se, assim, os riscos para a saúde pública. A qualidade microbiológica da água é frequentemente monitorada por meio da quantificação de bactérias indicadoras do nível de contaminação fecal e da presença de patógenos. Entretanto, o uso desses indicadores tem sido questionado, pois seus níveis na água não têm, necessariamente, correlação com a presença de muitos microrganismos patogênicos (Payment et al., 2000; Lemarchand & Levaron, 2003; Gomez-Couso et al., 2005).

Como a qualidade da água é um fator primordial para a saúde pública, analisou-se, mensalmente durante o ano de 2005, a qualidade microbiológica da água de dois mananciais de abastecimento da cidade de Goiânia, o rio Meia Ponte e o ribeirão João Leite. Além disso, determinou-se a correlação entre as contagens

de coliformes totais, fecais e *E. coli* e a presença de *Salmonella* spp, os dados físico-químicos da água e a precipitação pluviométrica ocorrida no período. Também foi avaliada, por mês durante o mesmo ano, a qualidade microbiológica da água após o tratamento realizado em duas estações de tratamento de água (ETAs). Como o esgoto da mais nova ETE municipal ainda é tratado apenas em nível primário e o efluente é lançado no rio Meia Ponte, também avaliou-se, mensalmente em 2005, a enumeração de coliformes totais, fecais e *E. coli* e a presença de *Salmonella* spp. antes e após o tratamento do esgoto na referida ETE.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A bacia do rio Meia Ponte faz parte do complexo hidrográfico da bacia do rio Paraná, localizando-se na região superior (norte) do rio Paranaíba, no centro-sul do estado de Goiás, entre as coordenadas 48° 46' 48" e 49° 44' 51" de longitude a oeste do meridiano de Greenwich e 16° 06' 38" e 18° 32' 53" de latitude ao sul do Equador (Figura 1). Suas nascentes localizam-se na serra dos Brandões, município de Itauçu, altitude de 983 m, e o rio percorre 415 km até a sua foz no Paranaíba, município de Cachoeira Dourada, divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais.

O rio Meia Ponte drena 37 municípios de Goiás e é o manancial de captação para as estações de tratamento de água (ETAs) das cidades de Goiânia, Inhumas e Brasabrantas (FEMAGO, 1991). Em Goiânia, o tratamento da água do rio Meia Ponte é realizado na ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva, que está em funcionamento desde 1988 e abastece cerca de 50% da população da capital, além de atender parcialmente outras duas cidades (SANEAGO, 2009).

O ribeirão João Leite nasce na serra do Sapato Arcado, situada no município de Ouro Verde, e seus principais formadores são o córrego das Pedras, a noroeste, e o córrego Jurubatuba, a nordeste, que confluem formando o curso principal. Localiza-se entre os paralelos 16° 13' - 16° 39' S e meridianos 48° 57' - 49° 11' W. É um dos componentes da bacia hidrográfica do rio Paraná norte, abrangendo parte dos municípios de Goiânia, Anápolis, Ouro Verde, Nerópolis e Goianápolis, com área de 751,51 km² e uma extensão aproximada de 130 km. O ribeirão João Leite toma a direção norte-sul até se lançar pela margem direita no rio Meia Ponte, dentro da cidade de Goiânia (Nascimento, 1998). O tratamento da água do ribeirão João Leite ocorre na ETA Jaime Câmara, a primeira ETA da cidade, inaugurada em 1953, com produção de 4.200.000 m³ de água tratada por mês (SANEAGO, 2009).

A cidade de Goiânia conta com três estações de tratamento que recebem contribuição de cerca de 700.000 habitantes. A mais nova ETE, denominada *Dr. Hélio Seixo de Britto*, iniciou sua operação em 2004, com capacidade para tratar 75% do esgoto coletado em Goiânia. Esta ETE ainda se encontra em processo

de implantação com previsão de aumento de sua vazão e extensão da população atendida. O processo de tratamento é o primário quimicamente assistido com eficiência de 60%. As bacias de contribuição da ETE são o ribeirão Anicuns e seus afluentes (Macambira, Cascavel, Vaca Brava, Capim Puba e Botafogo), os córregos Caveirinha e Fundo e o ribeirão João Leite (SANEAGO, 2009).

Coleta de amostras

Foram coletadas amostras mensais de água bruta do rio Meia Ponte e do ribeirão João Leite no ano 2005 (maio a dezembro), sendo oito coletas no ponto de captação da ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva e oito no ponto de captação da ETA Jaime Câmara. Em cada ETA também foram coletadas seis amostras (julho a dezembro) de água tratada. Além disso, foram realizadas coletas mensais de esgoto bruto (abril a dezembro) e efluente tratado (julho a dezembro) na ETE Dr. Hélio Seixo de Britto. Coletou-se 1,5 L de cada amostra em frascos esterilizados, sendo mantidos a 4°C após a coleta e imediatamente enviados ao laboratório para análise em até 24 horas.

Parâmetros físico-químicos

A temperatura, o pH, a turbidez, a cor, a alcalinidade e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) da água foram avaliados imediatamente após a coleta das amostras, de acordo com os métodos descritos em *American Public Health Association* - APHA (2005), nos laboratórios de análises físico-químicas da empresa de Saneamento de Goiás (SANEAGO), situados nas respectivas ETAs e ETE avaliadas.

Parâmetros Microbiológicos: Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CTe) e Escherichia coli (EC)

As análises foram realizadas pelo método dos tubos múltiplos, utilizando-se diluições de 10^{-1} a 10^{-4} , de acordo com APHA (2005).

Salmonella spp: Um litro de cada amostra de água e esgoto foi filtrado utilizando-se membranas de nitrocelulose de $0,45\mu\text{m}$ (Millipore). O pré-enriquecimento, o enriquecimento seletivo e o isolamento e identificação das cepas de *Salmonella* spp foram realizados conforme APHA(2005).

Densidade Pluviométrica

Dados concernentes à densidade pluviométrica mensal na cidade de Goiânia foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (Brasil, 2009b).

Análise Estatística

A correlação entre as contagens de coliformes (CT, CTe e EC) (valores absolutos) e a densidade pluviométrica ocorrida no período (acumulado mensal) nas amostras de água bruta foram analisadas pela correlação linear de Pearson. Utilizou-se como valor de referência r (índice de correlação) $\geq 0,50$ e nível de significância (p) $\leq 0,05$. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa SPSS 15.0.

RESULTADOS

Na água do rio Meia Ponte, no ponto de captação da ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva, foi observada uma flutuação relativamente pequena nas contagens de CT, CTe e EC durante o período de maio a dezembro (< 2 a 10^2 NMP/100mL), não sendo detectada no mês de agosto (Tabela 1). *Salmonella* spp foi isolada em junho, quando os CTe não foram detectados. Quanto aos parâmetros físico-químicos, a cor da água manteve-se com valores elevados durante todo o período de análise, exceto no mês de agosto. No mês de dezembro, foram observados valores elevados de turbidez, cor e DBO (Tabela 2).

A água do ribeirão João Leite, no ponto de captação da ETA Jaime Câmara, apresentou contagem de CT, CTe e EC com elevada variação durante o período do estudo (< 2 a 10^4 NMP/100mL) (Tabela 3). Assim como no rio Meia Ponte, CTe e EC não foram detectados no mês de agosto. *Salmonella* spp não foi isolada em nenhuma amostra. A turbidez e a cor apresentaram contagens acima da média anual nos meses de novembro e dezembro, porém os valores não foram tão elevados quanto os do rio Meia Ponte (Tabela 4).

Comparando-se a qualidade da água bruta do rio Meia Ponte e do ribeirão João Leite, nos seus respectivos pontos de captação das ETAs, nota-se um maior nível de contaminação fecal nas águas do ribeirão João Leite.

O tratamento da água de ambos os mananciais nas ETAs Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva e Jaime Câmara revelou-se satisfatório, não sendo detectados coliformes ou *Salmonella* spp (Tabelas 1 e 3, respectivamente).

O efluente da ETE apresentou contagens de CT, CTe e EC variando de 10^4 a 10^8 MPN/100mL e *Salmonella* spp esteve presente em 55,6% (5/9) das amostras de esgoto. Após o tratamento primário, a redução máxima nos índices de coliformes foi de dois logs e a presença de *Salmonella* spp ocorreu em 50% (3/6) das amostras (Tabela 5).

Verificou-se correlação positiva e significativa entre a densidade pluviométrica mensal e turbidez, cor e matéria orgânica da água bruta do rio Meia Ponte, sendo positiva a correlação com CTe, porém não significativa ($p > 0,05$). Também foi encontrada forte correlação entre densidade pluviométrica e turbidez, cor e CTe da água bruta do ribeirão João Leite (Tabela 6).

Tabela 1. Contagens de coliformes e presença de *Salmonella* spp em água bruta e tratada do rio Meia Ponte em Goiânia, Goiás, 2005

	Água Bruta				Água Tratada			
	Coliformes Totais ^a		Coliformes Termotolerantes ^a		Coliformes Totais ^a		Coliformes Termotolerantes ^a	
	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b
Maió	1,1X10 ²	4,0X10	2,0X10	Ausência	-	-	-	-
Junho	2,2X10 ²	<2	<2	Presença	-	-	-	-
Julho	2,0X10 ²	2,0X10 ²	<2	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Agosto	<2	<2	<2	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Setembro	4,5X10	2,0X10	2,0X10	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Outubro	2,2X10 ²	7,8X10	2,0X10	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Novembro	2,7X10 ²	1,1X10 ²	1,1X10 ²	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Dezembro	2,0X10 ²	2,0X10 ²	<2	Ausência	<2	<2	<2	Ausência

a: Número Mais Provável (NMP)/100mL ; b: Presença/Ausência em 1L.

Tabela 2. Dados físico-químicos da água bruta do rio Meia Ponte e de densidade pluviométrica em Goiânia, Goiás, 2005

Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Cor Verdadeira (mg Pt/L)	pH	Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	DBO (mg/L O ₂)	Densidade pluviométrica (mm)
Maió	38,4	200	7,5	43	1,8	44
Junho	23,5	22,4	7,6	44	1,2	3
Julho	21	12,3	7,5	43	1,7	0
Agosto	26	9,85	7,5	35	1,6	3
Setembro	-	-	-	-	-	56
Outubro	28,5	17,8	7,5	56	2,2	90
Novembro	27	15,2	7,4	50	2,6	276
Dezembro	26	104	6,9	39	8,4	482

Tabela 3. Contagens de coliformes e presença de *Salmonella* spp em água bruta e tratada do ribeirão João Leite em Goiânia, Goiás, 2005

	Água Bruta			Água Tratada				
	Coliformes Totais ^a	Coliformes Termotolerantes ^a	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b	Coliformes Totais ^a	Coliformes Termotolerantes ^a	<i>E. coli</i> ^a	<i>Salmonella</i> spp ^b
Máio	3,3X10 ³	1,7X10 ³	1,1X10 ³	Ausência	-	-	-	-
Junho	3,3X10 ³	2,3X10 ³	4,5X10 ²	Ausência	-	-	-	-
Julho	3,3X10 ³	2,3X10 ³	1,3X10 ³	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Agosto	7,0X10 ³	<2	<2	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Setembro	3,3X10 ³	3,3X10 ³	6,8X10 ²	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Outubro	9,2X10 ³	2,8X10 ³	1,1X10 ²	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Novembro	1,6X10 ⁴	7,2X10 ²	2,0X10 ²	Ausência	<2	<2	<2	Ausência
Dezembro	1,6X10 ⁴	1,6X10 ⁴	1,8X10 ³	Ausência	<2	<2	<2	Ausência

a: Número Mais Provável (NMP)/100mL.; b: Presença/Ausência em 1L.

Tabela 4. Dados físico-químicos da água bruta do ribeirão João Leite e de densidade pluviométrica, Goiânia, Goiás, 2005

	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)	Cor Verdadeira (mg Pt/L)	pH	Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	DBO (mg/L O ₂)	Densidade pluviométrica (mm)
Máio	20	35	188	8,6	51	2,6	44
Junho	20	18	108	7,6	50	2,4	3
Julho	19	16	102	7,9	48	2,0	0
Agosto	21,5	9,6	69	7,5	51	1,2	3
Setembro	-	-	-	-	-	-	56
Outubro	25	27	136	7,5	57	2,2	90
Novembro	25	46	300	7,4	57	4,3	276
Dezembro	25	62	243	7,8	51	2,6	482

Tabela 5. Contagens de coliformes e presença de *Salmonella* spp em esgoto e efluente tratado da Estação de Tratamento de Esgoto Dr. Hélio Seixo de Brito, Goiânia, Goiás, 2005

	Esgoto			Efluente tratado				
	Coliformes Totais ^a	Coliformes Termotolerantes ^a	<i>E. coli</i> ^b	<i>Salmonella</i> spp ^b	Coliformes Totais ^a	Coliformes Termotolerantes ^a	<i>E. coli</i> ^b	<i>Salmonella</i> spp ^b
Abril	2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	1,2X10 ⁶	Presença	-	-	-	-
Mai	>2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	2,8X10 ⁵	Ausência	-	-	-	-
Junho	>2,4X10 ⁷	>2,4X10 ⁷	7,2X10 ⁵	Ausência	-	-	-	-
Julho	2,4X10 ⁸	2,4X10 ⁸	4,1X10 ⁶	Presença	2,8X10 ⁷	4,7X10 ⁶	1,7X10 ⁶	Presença
Agosto	2,4X10 ⁶	2,4X10 ⁶	8,1X10 ⁴	Presença	2,4X10 ⁶	2,4X10 ⁶	1,8X10 ⁵	Ausência
Setembro	4,5X10 ⁵	4,5X10 ⁵	2,0X10 ⁵	Ausência	2,4X10 ⁷	8,1X10 ⁵	1,5X10 ⁵	Ausência
Outubro	2,4X10 ⁸	2,4X10 ⁸	3,6X10 ⁵	Presença	2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	5,4X10 ⁵	Presença
Novembro	2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	2,1X10 ⁶	Ausência	1,6X10 ⁷	1,6X10 ⁷	4,7X10 ⁵	Ausência
Dezembro	2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	2,4X10 ⁷	Presença	5,4X10 ⁶	5,4X10 ⁶	3,5X10 ⁶	Presença

a:Número Mais Provável (NMP)/100mL; b: Presença/Ausência em 1L.

Tabela 6. Valores da análise de correlação de Pearson entre densidade pluviométrica e fatores físico-químicos e parâmetros microbiológicos da água bruta do rio Meia Ponte, ribeirão João Leite, Goiânia, Goiás, 2005.

Rio Meia Ponte	Dens. Pluv.		Temp. da água		Turbidez	Cor	pH	Alcalinidade	DBO	CT	CTe	EC
	r	p	Temp. Ambiental	Temp. água								
	0,286	0,301	0,781	0,830	0,830	-0,921	-0,103	0,903	0,420	0,613	0,311	
	0,535	0,511	0,038	0,021	0,003	0,827	0,005	0,300	0,106	0,454		
Ribeirão João Leite	Dens. Pluv.		Temp. água		Turbidez	Cor	pH	Alcalinidade	DBO	CT	CTe	EC
	r	p	Temp. Ambiental	Temp. água								
	0,366	0,681	0,905	0,786	-0,164	0,213	0,528	-0,335	0,779	0,463		
	0,420	0,092	0,005	0,036	0,726	0,647	0,223	0,417	0,023	0,248		

Dens. Pluv.: Densidade pluviométrica; Temp.: Temperatura; CT: Coliformes totais; CTe: Coliformes Termotolerantes; EC: *Escherichia coli*

DISCUSSÃO

A água bruta do rio Meia Ponte, no ponto de captação da ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva, apresentou boa qualidade microbiológica durante o período analisado, confirmando seu enquadramento como corpo d'água de classe I, conforme a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 17 de março de 2005, que classifica os corpos d'água brasileiros e determina os padrões para o lançamento de efluentes em corpos d'água (Brasil, 2005b). Contudo, apesar das contagens de CT, CTe e EC terem se mantido baixas durante o período do estudo (<2 a 10^2 NMP/100ml), houve o isolamento de *Salmonella* spp no mês de junho. Embora a resolução citada permita o uso da água de classe I para atividades recreativas de contato primário, como a natação, além da pesca e da irrigação de hortaliças, a eventual presença de *Salmonella* spp na água não deve ser desconsiderada, havendo a necessidade de maiores cuidados quanto aos usos da água bruta deste rio.

Outro estudo sobre a qualidade da água do rio Meia Ponte, realizado em 1999, demonstrou que, no ponto de captação da ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva, a água apresentava má qualidade, com contagem média de $1,1 \times 10^4$ e $2,0 \times 10^3$ NMP/100ml de CT e CTe, respectivamente (Vasconcelos & Serafini, 2002). Entretanto, em outra pesquisa realizada no período de 2003 a 2005, neste mesmo ponto, foi observada uma contagem média de CTe de $8,1 \times 10^2$ NMP/100mL (Morais et al., 2006). Comparando-se esses resultados aos do presente estudo, observa-se uma considerável melhora na qualidade da água deste rio no ponto de captação da ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva, nos últimos anos, o que pode ser atribuído, provavelmente, às ações desenvolvidas pelo órgão de saneamento local com o intuito de prevenir a poluição da água do rio (SANEAGO, 2003).

A água do ribeirão João Leite apresentou uma má qualidade microbiológica, o que o faz ser enquadrado como corpo d'água de classe III, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Seis das oito amostras analisadas continham contagens de CTe acima de 10^3 NMP/100mL. Porém, não houve isolamento de *Salmonella* spp durante o período analisado, como ocorreu com a água do rio Meia Ponte. Conforme a referida resolução, esta água não deve ser utilizada para as atividades recreativas de contato primário, como a natação, tampouco para irrigação de hortaliças.

De acordo com Vasconcelos e Serafini (2002), neste ponto do ribeirão João Leite, a contagem média de CT e CTe foi de $1,0 \times 10^4$ e $9,0 \times 10^3$ NMP/100mL, respectivamente. Conforme foi observado nesses estudos, houve uma melhora na qualidade microbiológica das águas do ribeirão, contudo este corpo d'água requer muita atenção por parte dos órgãos responsáveis por sua preservação, visto que ainda apresenta índices altos de contaminação fecal.

O monitoramento da qualidade da água do rio Meia Ponte e do ribeirão João Leite tem sido realizado pela Agência Ambiental estadual desde 2003

(Agência Ambiental de Goiás, 2009) e os resultados das contagens de CT, CTe e EC e a maior parte dos parâmetros físico-químicos, nos pontos de captação para as ETAs, concordam com as observações deste estudo.

A forte correlação verificada entre a densidade pluviométrica e a contagem CTe no ribeirão João Leite, no ponto de captação da ETA, indica que a contaminação da água é decorrente de fontes dispersas de poluição na área, como o escoamento superficial. Já no rio Meia Ponte, essa correlação não foi significativa, apresentando menor oscilação nas contagens de CTe na água, sendo, possivelmente, um efeito de fontes poluidoras eventuais.

Em outra pesquisa no ribeirão João Leite, observou-se uma correlação positiva da contagem de CT com a densidade pluviométrica, entretanto não houve esta correlação com a contagem de CTe (Machado & Santos, 2000). Vasconcelos e Serafini (2002) relataram haver correlação entre estas contagens apenas no rio Meia Ponte.

Embora a amostragem seja pequena, observou-se que os indicadores de contaminação fecal não estão necessariamente relacionados à qualidade microbiológica da água. Alguns estudos têm demonstrado a ausência de correlação entre indicadores e patógenos (Leclerc et al., 2001; Lemarchand & Levaron, 2003; Tiagy et al., 2006).

A água tratada na ETA Jaime Câmara e na ETA Engenheiro Rodolfo José da Costa e Silva não apresentou contaminação com coliformes (CT, CTe e EC), estando de acordo com os parâmetros da Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004), que determina o padrão de potabilidade para a água de consumo humano. No entanto, a pesquisa de outros agentes patogênicos é recomendada, especialmente de cistos de *Giardia intestinalis*, oocistos de *Cryptosporidium parvum* e diversos vírus entéricos, já que é reconhecida a resistência desses microrganismos às diversas condições ambientais e à desinfecção da água, como também a ocorrência de surtos epidêmicos ocasionados pelo consumo de água potável (Payment et al., 1991; Mackenzie et al., 1994; Lee et al., 2002).

No caso da ETA do ribeirão João Leite, abastecida pelo manancial de pior qualidade microbiológica, a pesquisa desses agentes na água tratada é fundamental, pois pode revelar a necessidade de um tratamento mais rigoroso da água. Além disso, o monitoramento da qualidade microbiológica da água que chega à população deve ser realizado constantemente, pois as rupturas na rede de abastecimento e a falta de higienização adequada dos reservatórios domiciliares contribuem para a degradação da qualidade da água, como tem sido evidenciado em alguns estudos no Brasil (David et al., 1999; d'Aguila et al., 2000; Okura & Siqueira, 2005; Michelina & Bronharo, 2006).

Atualmente, a análise de riscos microbiológicos tem sido utilizada como um método para identificar os riscos inerentes ao uso da água de consumo humano ou recreacional e orientar as ações necessárias para minimizá-los ou eliminá-los, assegurando a saúde da população (Gale, 2001; Razzolini & Nardocci, 2006).

Na ETE Dr. Hélio Seixo de Britto, o tratamento primário não conseguiu reduzir significativamente as contagens de coliformes do esgoto. Apesar de a Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelecer critérios microbiológicos para avaliação de efluentes a serem descarregados em um corpo d'água, em virtude da baixa eficiência verificada no tratamento primário realizado na ETE, no tocante à redução de carga fecal e de patógenos, pode-se deduzir que o lançamento deste efluente no rio Meia Ponte continua sendo um potencial contribuidor para a degradação de sua qualidade. Em alguns países como os Estados Unidos e o Reino Unido, o uso do cloro na desinfecção do efluente, usualmente após o tratamento secundário, mas também após o tratamento primário, tem sido realizado para garantir a qualidade da água (Tree et al., 2003). Tal medida tem por fim a adequação às diretivas dos Estados Unidos e da União Europeia relacionadas à proteção dos mananciais utilizados para abastecimento da população, recreação, aquacultivo e manutenção do ecossistema (CEC, 2000; USEPA, 2002). No caso da ETE Dr. Hélio Seixo de Britto, há a necessidade de se buscar alternativas para otimizar o resultado do tratamento, já que esta ETE trata o maior volume do esgoto municipal (1.100 L/s), evitando-se o aporte ao rio Meia Ponte de uma carga excessiva de matéria orgânica e de agentes patogênicos que podem dificultar o tratamento nas ETAs e prejudicar a saúde da população.

CONCLUSÃO

Na avaliação da qualidade microbiológica da água dos dois principais mananciais de abastecimento da cidade de Goiânia, o rio Meia Ponte e o ribeirão João Leite, observou-se que, no ano de 2005, o primeiro manancial apresentou uma boa qualidade no ponto de captação, permitindo classificá-lo como corpo d'água doce de classe I, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005; o segundo manancial, por sua vez, teve contagens de coliformes (CT, CTe EC) elevadas, sendo enquadrado no período como de classe III.

A qualidade da água tratada nas ETAs que captam a água de ambos os mananciais atendeu às exigências da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, durante o período analisado.

No ribeirão João Leite, no ponto de captação da ETA, observou-se uma influência sazonal na sua contaminação fecal, proveniente de fontes dispersas de poluição mais difíceis de serem identificadas. Esta influência sazonal relacionada à densidade pluviométrica não foi verificada no rio Meia Ponte.

Os indicadores de qualidade tradicionalmente utilizados na determinação da qualidade microbiológica da água não se mostraram bons indicadores da presença de *Salmonella* spp, tanto na água bruta como no esgoto e efluente, sugerindo um baixo poder de indicação da presença de patógenos.

O tratamento da maior parte do esgoto coletado na cidade de Goiânia não se mostrou muito eficiente na redução da carga fecal e de patógenos.

ABSTRACT

Microbiological quality of affluent and effluents of water and sewage treatment plants in Goiania city, Goias State, Brazil

This study was conducted to evaluate microbiological quality of two important surface water from Meia Ponte river and João Leite stream, which are used for drinking purposes in Goiania city, Goias State. In addition, treated water, wastewater and treated effluent from municipal Water and Sewage Treatment Plants were analyzed. The study also aimed to correlate pluviometric density and the physical, chemical, and microbiological parameters in water, by Pearson Correlation statistical test. The coliforms concentration, *Salmonella* presence, and the physical and chemical parameters were evaluated in raw and treated water, wastewater, and treated effluent samples collected in municipal Water and Sewage Treatment Facilities in 2005. According to the results obtained, Meia Ponte river was classified as Class I and João Leite stream as Class III, during the analyzed period. Pluviometric density was correlated to fecal contamination and some physical and chemical parameters of water (color and turbidity) in Meia Ponte river and João Leite stream. Water treatment was considered satisfactory; however, the primary treatment in the Sewage Treatment Facility was not able to decrease significantly the fecal load of wastewater, being an important source of contamination to the Meia Ponte river.

KEYWORDS: Microbiological quality. Water supply. Sewage. Wastewater. *Salmonella*.

REFERÊNCIAS

1. Agência Ambiental de Goiás. Monitoramento da Qualidade das Águas do Alto do Rio Meia Ponte. Disponível em http://www3.agenciaambiental.go.gov.br/prod/_pubmonitoramento (Acesso em 19/06/2009)
2. American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 21^a ed. Washington, 2005.
3. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb/pnsb.pdf> (Acesso em 19/06/2009)a.
4. Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. Chuva acumulada mensal. Disponível em http://www.inmet.gov.br/sim/abre_Graficos.php?data=05/2005 &data2=2005&lista=12,&est=83423&uf=GO (Acesso em 19/06/2009)b.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. Série histórica de óbitos e casos de Doenças de Notificação Compulsória no Brasil (1980 - 2005). Disponível em http://portal.saude.gov.br/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=25340 (Acesso em 19/06/2009)c.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Bol Eletr Epidem* 5, 2005a.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria Nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 2004.

8. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005b.
9. Commission of European Communities – CEC. Directive 2000/60/EC. *Off J Eur Comm L327*: 1-72, 2000
10. d’Aguila PS, Roque OCC, Miranda CAS, Ferreira AP. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. *Cad Saúde Públ* 16 : 791-798, 2000.
11. David PRBS, Mendes ACR, Cunha Neto A, Costa SMS. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais e de abastecimento de alguns pontos da cidade do Recife, PE. *Hig Alim* 13: 36-41, 1999.
12. Fundação Estadual de Meio Ambiente de Goiás. *Índice de qualidade das águas do rio Meia Ponte*. Goiânia. FEMAGO, 1991. 53p
13. Gale PA. Review – Development in microbiological risk assessment for drinking water. *J Appl Microbiol* 91: 191-205, 2001.
14. Gomez-Couso H, Mendez-Hermida F, Castro-Hermida JA, Ares-Mazas E. *Giardia* in shellfish areas: detection in mussels, river water and waste waters. *Vet Parasitol* 133: 13-18, 2005.
15. Ha SR, Bae MS. Effects of land use and municipal wastewater treatment changes on stream water quality. *Environ Monit Assess* 71: 211-213, 2002.
16. Kelsey H, Porter De, Scott G, Neet M, White D. Using geographic information systems and regression analysis to evaluate relationships between land use and faecal coliform bacterial pollution. *J Exp Mar Biol Ecol* 298: 197-209, 2004.
17. Leclerc H, Mossel DA, Edberg SC, Struijk CB. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. *Ann Rev Microbiol* 55: 201-234, 2001.
18. Lee SH, Levy DA, Craun GF, Beach MJ, Calderon RL. Surveillance of waterborne disease outbreaks - United States, 1991-2000. *MMWR* 51: 1-28, 2002.
19. Lemarchand K, Levaron P. Occurrence of *Salmonella* spp and *Cryptosporidium* spp in a French coastal watershed: relationship with faecal indicator. *FEMS Microbiol Lett* 218: 203-209, 2003.
20. Machado LSM, Santos CRA. Avaliação do nível de contaminação da água em um sistema lótico de cerrado e sua relação com alguns fatores abióticos. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária. Anais. Porto Alegre: ABES, 2000.
21. Mackenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, James J. Kazmierczak, David G. Addiss, Kim R. Fox, Joan B. Rose, and Jeffrey P. Davis. A Massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *New Engl J Med* 331: 161-167, 1994.
22. Michelina AF, Bronharoa TM. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público da região de Araçatuba, SP. *Hig Alim* 20: 90-94, 2006.
23. Morais LB, Vasconcelos SMS, Marques RG. Estudo comparativo da qualidade bacteriológica da água do rio Meia Ponte em função da implantação da ETE de Goiânia. In: XXX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária – AIDIS. Anais. Punta Del Este, Uruguai, 2006.
24. Nascimento MALS. Bacia do ribeirão João Leite: influência das condições ambientais naturais e antrópicas na perda de terra por erosão laminar. [tese de doutorado]. Rio Claro-SP: Universidade Estadual de São Paulo; 1998.
25. Okura MH, Siqueira KB. Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de minas. *Hig Alim* 19: 86-91, 2005.
26. Payment P, Berte A, Prévost M, Ménard B, Barbeau B. Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water. *Can J Microbiol* 46: 565-576, 2000.
27. Payment P, Richardson L, Siemiatycki J, Dewar R, Edwardes M, Franco E. A Randomized trial do evaluate the risk of gastrointestinal disease due to the consumption of drinking water meeting currently accepted microbiological standards. *Am J Publ Health* 81: 703-708, 1991.

28. Razzolini MTP, Nardocci AC. Avaliação de risco microbiológico: etapas e sua aplicação na análise da qualidade da água. *Interfacehs 1*: 1-12, 2006.
29. Saneamento de Goiás. Estações de Tratamento de Água e Sistemas de Tratamento de Esgoto. Disponível em <http://www.saneago.com.br> (Acesso em 19/06/2009).
30. Saneamento de Goiás. Projeto Modelo de Reflorestamento das Captações da SANEAGO. Goiânia: SANEAGO, 2003.
31. Tiagy VK, Chopra AK, Kasmi AA, Kumar A. Alternative microbial indicators of faecal pollution: current perspective. *Iran J Environ Health Sci Eng 3*: 205-216, 2006.
32. Touron A, Berthe T, Gargala G, Fournier M, Ratajczak M, Servais P, Petit F. Assessment of faecal contamination and the relationship between pathogens and faecal bacterial indicators in an estuarine environment (Seine, France). *Mar Poll Bull 54*: 1441-1450, 2007.
33. Tree JA, Adams MR, Lees DN. Chlorination of indicator bacteria and viruses in primary sewage effluent. *Appl Environ Microbiol 69*: 2038-2043, 2003.
34. US Environmental Protection Agency. *Federal Water Pollution Control Act*. USEPA, Washington DC, 2002.
35. Vasconcelos SMS, Serafini AB. Ocorrência de indicadores de poluição no rio Meia Ponte e ribeirão João Leite, Goiás: Coliformes Totais e Fecais. *Rev Patol Trop 31*: 175-193. 2002.

PRÓXIMOS EVENTOS NA ÁREA DE PATOLOGIA TROPICAL E SAÚDE PÚBLICA

MEETINGS TO BE HELD ON THE AREA OF TROPICAL PATHOLOGY AND PUBLIC HEALTH

V Congresso da Sociedade Paulista de Parasitologia, Centro da Universidade de Guarulhos, Guarulhos, SP, 30 de julho a 1º de agosto de 2010. Informações: www.ung.br/parasitologia

International Congress for Parasitology (ICOPA), Melbourne, Austrália, 15 to 20 august 2010. Information: www.icopaxii.org

Entomol4, Recife, PE, 13 de setembro de 2010. Informações: www.cpqam.fiocruz.br/entomol4

Neglected Protozoan diseases. Institut Pasteur, Paris, France, 24th september 2010. Information: www.pasteur.fr/eu-conference-neprodi

XXIV Reunión Científica Anual, Sociedad Argentina de Protozoología, Ascochinga, Córdoba, Argentina, 4 al 6 de octubre de 2010. Informaciones: secretaria-sap@protozoologia.org.ar

12th International Symposium on Schistosomiasis, Rio de Janeiro, RJ, 5 a 8 de outubro de 2010. Information: opieri@ioc.fiocruz.br

XVI Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, Campo Grande, MS, 11 a 14 de outubro de 2010. Informações: www.cbpv.com.br

XXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Protozoologia e XXXVI Reunião Anual sobre Pesquisa Básica em doença de Chagas, Foz do Iguaçu, PR, 25 a 27 de outubro de 2010.

26ª Reunião de Pesquisa Aplicada em doença de Chagas e 14ª Reunião de Pesquisa Aplicada em Leishmanioses, Uberaba, MG, 26 a 29 de outubro de 2010. Informações em: www.chagasleish2010.ioc.fiocruz.br (ver mais informação na página 220)

10th International Symposium Yersinia 2010, Recife, PE, 23 to 28th October 2010. Information: www.factos.com.br/yersinia2010.

59th Annual meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene, Atlanta, Georgia, USA, 3rd to 7th November, 2010. Information: www.astmh.org/meetings

XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Natal, RN, 23 a 26 de março de 2011. Informações: www.medtrop2011.com.br

XX Congreso de la FLAP (Federación Latino Americana de Parasitología) y XV Congreso Colombiano de Parasitología y Medicina Tropical, Bogotá, Colombia, 27 de septiembre a 1º de octubre de 2011. Informaciones: xxcongresoflap2011@uniandes.edu.co

XVIII International Congress for Tropical Medicine and malaria and XLVIII Congress of the Brazilian Society for Tropical Medicine, Rio de Janeiro, September 2012.