



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

OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli* MULTIRRESISTENTES A ANTIMICROBIANOS NAS PRINCIPAIS PRAIAS DO RESERVATÓRIO DE LAJEADO – TO

Kleverson Wessel de Oliveira¹; Fátima de Cássia Oliveira Gomes²; Paula Benevides de Moraes³

RESUMO

A exposição humana à água contaminada por material fecal, seja por ingestão ou por atividades recreacionais, é importante mecanismo de transmissão de patógenos gastrintestinais, sendo a *Escherichia coli* considerada um dos principais patógenos responsáveis por gastroenterite em crianças no Brasil. Este trabalho tem por objetivo detectar e quantificar *Escherichia coli* nas principais praias do reservatório da UHE Lajeado e verificar o perfil de resistência a antimicrobianos das cepas isoladas. Para a detecção e contagens de coliformes totais e *Escherichia coli* foi utilizada a técnica do substrato cromogênico e colônias típicas foram identificadas utilizando o kit API20E. A suscetibilidade a antimicrobianos foi testada utilizando a técnica de difusão em discos de papéis impregnados com antibióticos. Os maiores índices de contaminação fecal foram obtidos em praias urbanas, com o número mais provável de *Escherichia coli* entre 95,8/100 mL e 133,2/100 mL. Estes valores estão abaixo dos limites preconizados pela legislação brasileira. Pode-se observar uma elevada frequência de resistência a Tetraciclina (69%), Sulfametaxazol/trimetoprim (44 %) e Ampicilina (21%). A contaminação fecal das praias fluviais no reservatório são balneáveis, de acordo com a legislação. O isolamento de cepas de *E. coli* multirresistentes, no entanto, aponta riscos à saúde humana que requerem ser melhor monitorados.

Palavras-chaves: contaminação fecal; *Escherichia coli*; resistência a antimicrobianos e praias fluviais.

ABSTRACT

Human exposure to water contaminated by fecal material, either by ingestion or recreational activities, is an important mechanism of transmission of gastrointestinal pathogens, *Escherichia coli* being considered on of the main pathogens responsible for gastroenteritis in children in Brasil. This study aims to detect and quantify *Escherichia coli* and to verify potential risks for human health by determining its antimicrobial resistance profile. The detection of total coliform and *Escherichia coli* used the chromogenic substrate technique and typical colonies of *E. coli* were identified using API20E kits. Susceptibility to seventeen antimicrobials was tested in 149 strains of *E. coli* using the disc diffusion technique with paper discs impregnated with antibiotics. The highest levels of faecal contamination were obtained at urban beaches, showing the most probable number from 133.2/100 mL to 95.8/100 mL. These values are below the limits recommended by Brazilian legislation. The strains showed high frequency of resistance to tetracycline (69%), sulfamethoxazole (44%), and ampicillin (21%). Fecal counts in the reservoir waters indicate that beaches are suitable for bathing, according to standards. The isolation of multiresistant *E. coli* points to risks to the human health that must be otherwise monitored.

Keywords: faecal contamination; *Escherichia coli*; antimicrobial resistance; river beaches

Trabalho recebido em 16/10/2011 e aceito para publicação em 29/07/2012.

1. INTRODUÇÃO

A exposição humana à água contaminada por material fecal, seja por ingestão ou por atividades recreacionais, é importante mecanismo de transmissão de patógenos gastrintestinais. A contaminação de águas por coliformes fecais é um assunto de Saúde Pública, sendo monitorada pela detecção de *Escherichia coli* nos ambientes aquáticos e alimentos (COLLIN *et al.*, 2008), já que esta bactéria ocorre em grande número na microbiota intestinal de humanos e animais, sendo facilmente carregada para ambientes aquáticos (VIEIRA *et al.*, 2010). Atualmente, *E. coli* é considerada um dos principais patógenos responsáveis por gastroenterite em crianças no Brasil, e está especialmente associada a infecções entéricas causada pela água contaminada em grupos populacionais que não dispõem de sistema de saneamento, ou se apresentam vulneráveis como os idosos e crianças imunocomprometidos (VIEIRA *et al.*, 2010).

A resistência a antibióticos tem sido detectada em vários ambientes, incluindo-se rios, esgotos, águas marinhas e mesmo água potável (AMARAL *et al.*, 2003; ASH *et al.*, 2002; REINTHALER *et al.*, 2003; SCHWARTZ *et al.*, 2003) uma vez que a maioria dos

antibióticos são excretados inalterados para o meio ambiente (ZHANG *et al.*, 2009). A crescente introdução de agentes antimicrobianos no ambiente através de terapias médicas, práticas agrícolas e como aditivo em rações animais, resultou em pressões seletivas sobre as populações bacterianas (CERNAT *et al.*, 2007). Segundo OSGUMUZ *et al.* (2009), o principal risco à Saúde Pública é que genes de resistência são transferidos de bactérias ambientais para patógenos humanos. Assim, o estudo da resistência a antimicrobianos dos organismos no ambiente aquático tem crescido em importância, pois a maioria dos antibióticos está ativa quando excretada (KEMPER, 2008; SARMAH *et al.*, 2006; WRIGHT, 2007).

Em águas superficiais, é difícil encontrar uma área onde antibióticos não são detectados, exceto em nascentes em áreas montanhosas de difícil acesso, em regiões sem atividades agrícolas (YANG & CARLSON, 2003). Alguns antibióticos podem ser encontrados mesmo em águas subterrâneas a mais de 10 m (BATT *et al.*, 2006).

Bactérias resistentes a antibióticos podem ser encontradas em diferentes

nichos ecológicos, sendo o ambiente aquático considerado como o mais eficiente para seleção de populações bacterianas resistentes, bem como para recombinação de genes de resistência. *E. coli* é considerada o veículo prevalente para a disseminação de genes de resistência no ambiente aquático devido à sua abundância em tais ecossistemas (CARDONHA *et al.*, 2004). Atualmente linhagens de *Escherichia coli* isoladas de humanos e animais apresentam-se comumente resistentes a duas ou mais classes de antibióticos, o que acarreta um impacto crescente nas opções terapêuticas disponíveis (BALDINI *et al.*, 1999). *E. coli* é um microrganismo versátil no que se refere a aceitar e transmitir genes de resistência, mesmo de microrganismos filogeneticamente distantes, o que lhe confere uma enorme importância ecológica na dispersão destes genes (MOTA *et al.*, 2005). Assim, o interesse crescente em testes de susceptibilidade a antimicrobianos para linhagens de *E. coli* isoladas de compartimentos ambientais.

Este trabalho avaliou o grau de contaminação fecal da água do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães em cinco praias, através da detecção e contagens de *E. coli* e verificou o perfil de resistência a antibióticos de 129 cepas isoladas durante o período de seca e chuva.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1. Caracterização da área

O reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães está localizado no Médio rio Tocantins, ocupando uma área de 620 km² e 172 km de extensão, profundidade média de 3 metros e volume aproximado de 5,5 bilhões m³, e recebe a influência direta dos municípios de Brejinho de Nazaré, Ipueiras, Porto Nacional, Palmas, Lajeado, Miracema e Tocantínia, que apresentam em conjunto uma população de 220.147 habitantes. Neste reservatório, foram construídas praias permanentes: Praia de Porto Real, em Porto Nacional e Praias do Buriti, do Caju, da Prata, Graciosa e ARNO, em Palmas. Estas praias são consideradas atrações turísticas, sendo que a pressão antrópica aumenta com o período da temporada de praia, entre junho e agosto, em que ocorre intenso uso pela população residente e por turistas; podendo comprometer a qualidade da água e aumentar os riscos das doenças de veiculação hídrica.

2.2. Amostragem

Foram realizadas cinco coletas de água em intervalos semanais nos meses de junho a agosto de 2008, correspondente à estação seca, e cinco coletas nos meses de novembro de 2008 a fevereiro de 2009,

período chuvoso, em que a frequência de banhistas é baixa e há intenso escoamento superficial vindo das áreas urbanas

pavimentadas. A localização das praias em relação às áreas urbanas de Palmas e Porto Nacional encontra-se na Figura 1.

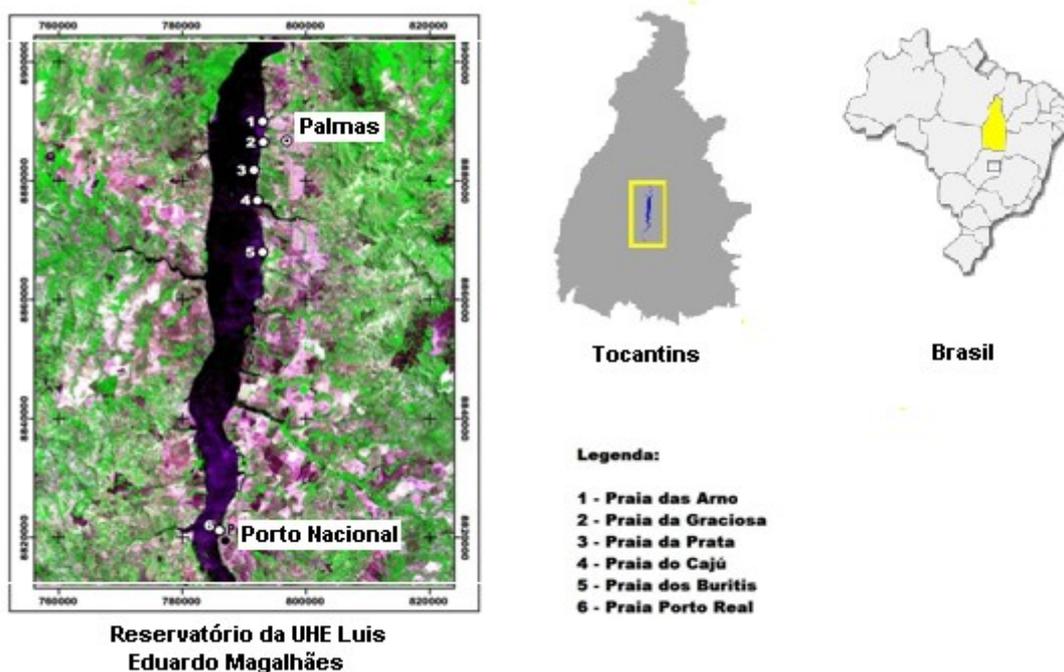


Figura 1 – Localização da área de estudo, no Reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, e sua situação no Estado do Tocantins e Brasil. (Fonte: Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia/2008).

As amostras foram coletadas subsuperficialmente (entre 0,20 a 0,50 cm de profundidade), a cerca de 3 a 5 metros da margem, acondicionadas em frascos de vidro borossilicato de 250 mL estéreis, e transportadas em caixas térmicas, sob refrigeração até o Laboratório de Microbiologia Ambiental e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins onde foram processadas em até 24 horas.

2.3. Detecção e identificação de *Escherichia coli*

Foi utilizada a técnica de substrato cromogênico, utilizando-se cartelas Colilert® QuantiTray de 98 poços (IDEEX, Westbrook, ME) de acordo com CLESCERI *et al.*, 2005. De cada amostra inoculada na cartela Colilert® em que foram detectados poços positivos foram selecionados até 5 poços cujo conteúdo foi inoculado com alça de platina em placas de Petri contendo meio Agar Eosina-Azul de

Metileno e incubados a 37° C por 24 horas. Colônias típicas de *E. coli* foram submetidas a coloração de Gram, testes de identificação e resistência a antimicrobianos. A identificação de todos os isolados foi feita utilizando o Kit API20E da BioMerieux™

2.4. Prova de sensibilidade a antimicrobianos

Cento e quarenta e nove cepas de *E. coli* isoladas de amostras das praias do reservatório foram submetidas a prova de sensibilidade a antimicrobianos, pela técnica de difusão de discos, método de Kirby-Bauer (NCCLS, 2009). Os antibióticos e respectivas concentrações

selecionados para serem testados contra as cepas de *E. coli* foram: Amicacina (AMI 30µg), Ampicilina (AMP 10µg), Amoxicilina + Clavulanato (AMC 20/10µg), Cefalotina(CFL 30µg), Cefepime(CPM 30µg), Ceftazidima (CAZ 30µg), Cefotaxima (CTX 30µg), Cefoxitina (CFO 30µg), Ceftriaxona (CRO 30µg), Cefuroxima (CRX 30µg), Ciprofloxacina (CIP 5µg), Cloranfenicol (CLO 30µg), Gentamicina (GEN 10µg), Sufazotrim (SUT 25µg), Tetraciclina (TET 30µg), Ticarcilina + Clavulanato (TAC 75/10µg), Tobramicina (TOB 10µg), listados pelo U.S. Food and Drug Administration.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As contagens de *E. coli* expressas como número mais provável (NMP) por amostra de 100 mL em cada praia e estação do ano estão apresentadas na Figura 2. Durante a estação seca, as maiores contagens foram obtidas nas praias ARNO, da Prata e do Caju. Nesta estação, as contagens variaram entre 5,6 NMP/100mL (de Porto Real) e 133,2 NMP/100 mL (ARNO). Na estação chuvosa, as maiores contagens ocorreram nas praias ARNO e Prata, 76,7 NMP/100mL e 64 NMP/100mL, respectivamente. Nesta estação, as

menores contagens de *E. coli* ocorreram nas praias Graciosa (9,5 NMP/100mL) e do Caju (6,4 NMP/100mL).

As praias de Porto Real e do Buriti apresentaram maiores valores na estação chuvosa, num padrão inverso ao encontrado nas outras praias. Todas as praias em estudo se enquadram na categoria “excelente para balneabilidade”, de acordo com a Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2000), tanto na estação seca quanto na estação chuvosa de 2008/2009, sendo que foram isoladas cepas resistentes a antibióticos em todas as praias e nos dois

períodos do ano. No reservatório de Ilha Solteira, em São Paulo, VASILIO (2006) mostrou que a balneabilidade das praias foi enquadrada como “muito boa” e “excelente” em 70% das amostras coletadas durante um ano, sendo condicionada pelo nível de água do reservatório. O reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães não apresenta variações sazonais de nível de água por ser um reservatório a fio d’água, e não de acumulação, caso de Ilha Solteira. Assim, as flutuações sazonais não estão associadas a variações hidrodinâmicas. As maiores contagens de *E. coli* nas praias ARNO, Prata e Caju provavelmente se devem à localização na capital do Estado, e terem maior frequência de banhistas, tanto no período seco, considerado a temporada de praias, quanto no período chuvoso no caso das duas praias urbanizadas, ARNO e Prata. ALM *et. al.* (2006) afirmam que atividades recreacionais podem ressuspender os sedimentos do fundo, junto com as bactérias fecais e elevar as contagens na superfície da água.

O sedimento aquático pode constituir um reservatório para diferentes poluentes, incluindo bactérias patogênicas (HALLER *et al.*,2009). Também é relevante o fato de que há um aporte de efluentes de estações de tratamento de

esgotos, logo após as praias ARNO e do Caju, derivados do tratamento de lagoas aeróbias e anaeróbias. Com a possível movimentação lateral das águas do reservatório, estes efluentes podem atingir estas praias. As praias de Porto Real, em Porto Nacional e Graciosa, em Palmas, apresentaram baixos valores de NMP/100mL de *E. coli*, provavelmente devido a menor frequência de banhistas, já que o turismo é, principalmente, de visitação. Ainda, a praia do Buriti também apresentou valores baixos, provavelmente pelo acesso mais difícil e frequência mais localizada. O padrão de contagens mais elevadas no período chuvoso, em duas praias (de Porto Real e do Buriti) pode se dever ao aporte de material advindo da pecuária extensiva na bacia do Ribeirão São João, em Porto Nacional, e da área adjacente à praia do Buriti, em Palmas, conforme aponta VASILIO (2006) para o Reservatório de Ilha Solteira.

Foram isoladas 149 cepas de *E. coli* a partir de 146 poços positivos (nas cartelas Colilert) semeados a partir de amostras de todas as praias, em todas as estações do ano. Destas, 29 (19,46%) apresentaram resistência ou multirresistência a onze dos dezessete antibióticos testados, e seu perfil está apresentado na Tabela 1.

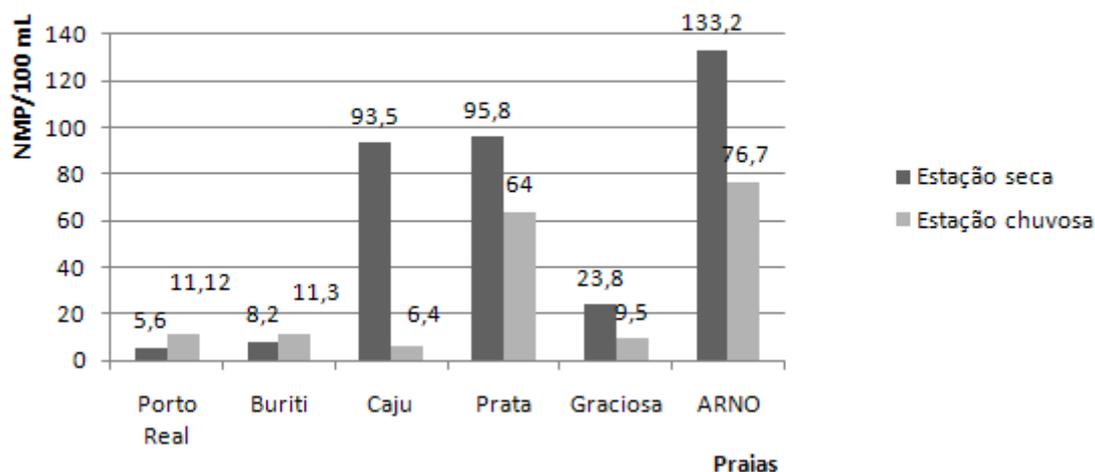


Figura 2 – Média Geométrica do Número Mais Provável - NMP/100mL de *Escherichia coli* das praias do Reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, nas estações seca (junho a agosto de 2008) e chuvosa (novembro de 2008 a fevereiro de 2009).

Quatorze cepas (44,83%) apresentaram resistência a apenas um antibiótico e quinze (55,17%) apresentarem perfil de multirresistência de dois a sete dos antibióticos testados. Vinte cepas foram resistentes a Tetraciclina (69%), 13 resistentes a Sulfametaxazol/trimetoprim (44 %) dezesseis a Ampicilina (21%). O número de cepas de *E. coli* isoladas (129 em 60 amostras de água) foi superior ao encontrado por CARDONHA *et al.* (2004)

(64 cepas em 37 de amostras de esgoto e 27 de água) em praias oceânicas de Natal. Em rios da Turquia, OSGUMUZ *et al.* (2009) detectaram *E. coli* em 199 amostras (43.51%) entre 457 coletadas durante o estudo. VIEIRA *et al.* (2010) isolaram 43 cepas de *E. coli* de amostras de água provenientes do açude Santo Anastácio (Fortaleza, CE), no período de janeiro a abril de 2007.

Tabela 1 – Número de isolados segundo os perfis de resistência detectados entre 29 cepas de *Escherichia coli*, em amostras de água das praias do Reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, Tocantins.

Antibióticos	Nº de isolados	Percentual (%)
TET*	7	24,14
AMP, SUT,TET	5	17,24
CFL	4	13,79
SUT	1	3,45
AMC	1	3,45
TOB	1	3,45
GEN e TOB	1	3,45
AMP e TET	1	3,45
CFL e CFO	1	3,45
SUT e TET	1	3,45
CFL, SUT, TET	1	3,45
AMP, CIP, SUT, TET	1	3,45
AMP, CLO, SUT, TET	1	3,45
AMC, AMP SUT, TAC, TET	1	3,45
AMC, AMP, CFL, SUT, TAC, TET	1	3,45
SUT, TET, AMC, TAC, AMP, CFL e CLO	1	3,45
Total	29	100,00

* AMC=Amoxicilina + Clavulanato, AMP=Ampicilina, CFL =Cefalotina, CFO=Cefoxitina, GEN=Gentamicina, CIP=Ciprofloxacina, CLO=Cloranfenicol, SUT=Sufazotrim, TAC=Ticarcilina + Clavulanato, TET=Tetraciclina, TOB=Tobramicina.

A Tabela 2 mostra a distribuição das cepas resistentes nas diferentes praias em cada período de coleta. A maioria das cepas resistentes (79,31 %) foi isolada na estação seca, enquanto 20,69% foram isolados na estação chuvosa. O maior número de cepas resistentes (sete) ocorreu em amostras de água da Praia ARNO, das quais cinco foram resistentes a tetraciclina, e destas, três também apresentaram resistência a outros antibióticos testados (tabela 2). Seis cepas resistentes foram isoladas de água da Praia Graciosa, sendo que três foram resistentes a um antibiótico e uma multirresistente a três antibióticos: Sulfametaxazol/trimetoprim, Tetraciclina e Ampicilina. Cinco cepas isoladas de águas da praia de Porto Real apresentaram perfil

de multirresistência de dois a sete antibióticos. Quatro cepas de amostras da Praia do Buriti apresentaram perfil de multirresistência. Duas, entre três cepas isoladas de amostras de água da Praia do Caju apresentaram perfil de multirresistência, sendo uma resistente a três antibióticos. Na praia da Prata, foram isoladas quatro cepas, nenhuma das quais multirresistente.

Tabela 2 – Ocorrência de cada perfil de resistência por local de coleta e período de cepas de *Escherichia coli* isoladas das praias do Reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, Tocantins

Período	Antibióticos*	Nº cepas	Praia
Estação chuvosa	AMP, CIP, SUT, TET	1	Buriti
	SUT	1	Prata
Estação seca	AMC	1	Graciosa
	CFL	4	Graciosa, Prata
	TOB	1	Prata
	CFL, CFO	1	Caju
	GEN, TOB	1	Buriti
	AMC, AMP, SUT, TAC, TET	1	Buriti
	SUT e TET	1	Porto Real
	CFL, SUT, TET	1	Porto Real
	AMP, CLO, SUT, TET	1	Porto Real
	AMC, AMP, CLO, CFL, SUT, TAC, TET	1	Porto Real
	AMP, TET	1	ARNO
	AMC, AMP, CFL, SUT, TAC, TET		ARNO
	Todo o período	AMP, SUT, TET	5
TET		7	Porto Real (chuvosa) Caju (seca) ARNO (seca) Graciosa, (seca) ARNO (chuvosa)

* AMC=Amoxicilina + Clavulanato, AMP=Ampicilina, CFL =Cefalotina, CFO=Cefoxitina, GEN=Gentamicina, CIP=Ciprofloxacina, CLO=Cloranfenicol, SUT=Sufazotrim, TAC=Ticarcilina + Clavulanato, TET=Tetraciclina, TOB=Tobramicina.

O perfil de resistência e multirresistência das cepas de *E. coli*, isoladas das águas das praias do reservatório está relacionado àqueles antibióticos com maior uso na prática médica, Tetraciclina, Ampicilina, Sulfametaxazol/trimetoprim. Segundo MOTA *et al.* (2005), o uso de drogas antimicrobianas, tanto em animais quanto no homem, pode determinar aumento na resistência antimicrobiana na microbiota normal e em bactérias patogênicas. Observou-se também que a maioria das cepas resistentes foi isolada durante a estação seca, quando a pressão antrópica é maior nos corpos hídricos e as vazões dos rios diminuem, na região centro Norte do Brasil, provavelmente diminuindo a capacidade de diluição de poluentes. PARVEEN *et al.* (1997) relatam que o perfil de resistência a antimicrobianos em *E. coli* está associado à poluição. Este autor observou que 82 % das cepas *E. coli* isoladas de água residual urbana e rural na Reserva Estuarina de Apalachicola, no estado americano da Florida, apresentaram resistência a vários antibióticos testados. BOON & CATTANACH (1999) isolaram linhagens de *E. coli* resistentes a antibióticos de aquíferos com diferentes origens de poluição, encontrando maior número de linhagens resistentes naqueles com contaminação fecal de origem humana

do que em outros com contaminação fecal de origem animal.

Pôde-se verificar que a maioria das cepas monorresistentes isoladas de água do Reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães mostrou resistência a Tetraciclina, seguido de Sulfametaxazol/trimetoprim. Para SAYAH *et al.* (2005), este é um antimicrobiano de primeira linha, sendo frequentemente utilizado previamente à determinação do perfil de resistência do patógeno. WATKINSON *et al.* (2007) verificaram alta incidência de *E. coli* resistentes à Tetraciclina (51%) e a Sulfametaxazol (32%), nos rios Bremer e Cabbage Tree Creek, ao leste da Austrália, sendo que os níveis de resistência foram mais altos próximos a áreas que receberam efluentes das estações de tratamento de esgoto – ETE, em comparação com aquelas regiões distantes das áreas de influência das ETES. Em amostras de água e ostras em Maputo, COLLIN *et al.* (2008) mostraram uma alta ocorrência de cepas de *E. coli* e *Salmonella* resistentes a Tetraciclina, β -lactâmicos, Cefadroxil e Ampicilina. CARDONHA *et al.* (2004) mostraram que 35,9% das cepas bacterianas isoladas de águas de praias em Natal foram resistentes a um ou mais antibióticos. As maiores taxas de resistência foram a Ampicilina, seguida de Cefalotina e Sulfametoxazol/trimetoprim, além de Tetraciclina. VIEIRA *et al.* (2010)

isolaram cepas de *E. coli* resistentes a Tetraciclina, Sulfazotrim, Ácido nalidixíco e Ciprofloxacina, além de cepas multirresistentes.

A presença de cepas de *E. coli* com perfil de multirresistência variando de dois a sete antibióticos neste trabalho possui um importante significado clínico e ambiental. O percentual de cepas multirresistentes foi mais alto (53%) em relação a outros trabalhos. Em relação ao perfil de multirresistência, foi observado que 84% dos isolados apresentaram combinação de resistência com a tetraciclina. O mesmo perfil foi verificado por Vieira *et al.* (2010) estudando o perfil de resistência em *E. coli* isolados do açude Santo Anastácio no Ceará. Em um riacho de floresta tropical em Porto Rico, CARRASCO *et al.* (1997) mostraram que a multirresistência a antibióticos foi maior em cepas de amostras coletadas mais próximas à foz (17.6%) que em amostras da nascente (6%). OSGUMUZ *et al.* (2009) testaram 117 cepas de *E. coli* provenientes de água de rios na Turquia, das quais quarenta e nove cepas (41,8%) expressaram multirresistência a três ou mais antibióticos.

Não foi observada resistência aos antibióticos Ceftriaxona, Ceftazidima e Cefepime, provavelmente por serem Cefalosporinas de terceira e quarta geração. A resistência ao Ciprofloxacino

só foi observada em apenas um isolado, e pode dever-se a essas drogas serem semelhantes às quinolonas de terceira geração com potencia diferenciada, principalmente contra as enterobactérias (CARDONHA *et al.*, 2004).

4 CONCLUSÕES

A análise da resistência a antimicrobianos em bactérias de origem fecal, especialmente *E. coli*, pode ser usada para determinar as fontes de contaminação fecal e auxiliar no monitoramento da qualidade das águas. No Reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães, a ocupação humana das margens é ainda incipiente, e a qualidade da água permite a recreação durante todo o ano. No entanto, fontes importantes de contaminação existem e podem colocar em risco a saúde dos banhistas, já que trazem bactérias multirresistentes às águas. A maior incidência de cepas multirresistentes ocorreu na praia de Porto Real, provavelmente por influência do Córrego São João, que recebe aporte de esgoto de Porto Nacional. Vários fatores podem estar envolvidos para o lançamento de cepas resistentes no meio ambiente tais como condições de saneamento precárias, uso indiscriminado de antibióticos e a falta de sistemas de esgotos. A ocorrência de bactérias com altos níveis de resistência a antibióticos torna mais difícil o tratamento

de infecções e contribui para o crescimento dos custos dos cuidados de saúde.

5. REFERENCIAS

- ALM, E.W.; BURKE, J.; HAGAN, E. Persistence and potential growth of the fecal indicator bacteria, *Escherichia coli*, in shoreline sand at Lake Huron. *Journal Great Lakes Research*, v.32, p.401-405, 2006.
- AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, p.37-40, 2003.
- ASH, R.J.; MAUCK, B.; MORGAN, M. Antibiotic resistance of Gram-negative bacteria in rivers, United States. **Emerging Infectious Diseases**, v.8, p.713-16, 2002.
- BALDINI, M.D.; CUBBITO, M.A.; CHIARELLO, C.B.; CABEZALI, C.B. Water quality for aquaculture development in Bahia Blanca estuary, Argentina. **Bacteriological studies. Revista Argentina de Microbiologia**, v.3, p.19-24, 1999.
- BATT, A.L.; SNOW, D.D.; AGA, D.S. Occurrence of sulfonamide antimicrobials in private water wells in Washington County, Idaho, USA. **Chemosphere**, v.64, p.1963-1971, 2006.
- BOON, P.I.; CATTANACH, M. Antibiotic resistance of native and faecal bacteria isolated from rivers, reservoirs and sewage treatment facilities in Victoria, south-eastern Australia. **Letters and Applied Microbiology**, v.28, p.164-168, 1999.
- CARDONHA, A.M.; VIEIRA, R.H.; RODRIGUES, D.P.; MACRAE, A.; PERIANO, G.; TEOFILO, G.N. Fecal pollution in water from storm sewers and adjacent seashores in Natal. **International Microbiology**, v.7, p.213-218, 2004.
- CARRASCO, C.E.; ALVARES, J.H.; ORTIZ, N.; BISBAL, M.; ARIAS, W.; SANTO DOMINGO, J.H. Multiple antibiotic resistant *Escherichia coli* from a tropical rain forest stream in Puerto Rico. **Caribbean Journal Science**, v.33, p.191-197, 1997.
- CERNAT, R.; BALOTESCU, C.; IVANESCU, D.; NEDELCU, D.; LAZAR, V.; BUCUR, M. Mechanisms of resistance in multiple-antibiotic-resistant *Escherichia coli* strains isolated from drinking and recreational, salmaster waters. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.29, p.S274, 2007.
- CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. (ed.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. EUA: American Public Health Association (APHA), 21 ed, 2005.
- COLLIN, B.; HOLM, A.R.; HERNROTH, B. Faecal contaminants in edible bivalves from Maputo Bay, Mozambique: seasonal distribution, pathogenesis and antibiotic resistance. **Open Nutrition Journal**, v.2, p.86-93, 2008.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000.
- HALLER, L.; AMEDEGNATO, E.; POTÉ, J.; WILDI, W. Influence of freshwater sediment characteristics on persistence of fecal indicator bacteria. **Water, Air & Soil Pollution**, v.203, p.217-27, 2009.
- KEMPER, N. Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment.

- Ecological Indicators** v.8, p.1–13, 2008.
- MOTA, R.A.; SILVA, K.P.C.; FREITAS, M.F.L.; PORTO, W.J.N.; SILVA, L.B.G. Utilização indiscriminada de antimicrobianos e sua contribuição a multirresistência bacteriana **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.42, p.465-470, 2005.
- NCCLS (National Committee of Laboratory Standards) **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, fouteenth informational supplement**. M 100-S 19, 29, NCCLS, Wayne, PA, USA, 2009.
- OZGUMUS, O.B.; SANDALLI, C.; SEVIM, A.; SEVIM; E.C.; SIURI, N. Class 1 and class 2 integrons and plasmid-mediated antibiotic resistance in coliforms isolated from ten rivers in Northern Turkey. **Journal Microbiology**, v.47, p.19-27, 2009.
- PARVEEN, S.; MURPHREE, R.L.; EDMISTON, L.; KASPAR, C.W.; PORTIER, K.M.; TAMPLIN, M.L. Association of multiple-antibiotic resistance profiles with point and nonpoint sources of *Escherichia coli* in Apalachicola bay. **Applied and Environmental Microbiology**, v.63, p.2607-2612, 1997.
- REINTHALER, F.F., POSCH, J.; FEIERL, G.; WÜST, G.; HAAS, D.; RUCKENBAUER, G.; MASCHER, F.; MARTH, E. Antibiotic resistance of *E. coli* in sewage and sludge. **Water Research**, v.37, p.1685-1690, 2003.
- SARMAH, A.K.; MEYER, M.T.; BOXALL, A.B.A. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. **Chemosphere**, v.65, p.725–59, 2006.
- SAYAH, R.S.; KANEENE, J.B.; JOHNSON, Y.; MILLER R. Patterns of antimicrobial resistance observed in *Escherichia coli* isolates obtained from domestic- and wild-animal fecal samples, human septage, and surface water. **Applied and Environmental Microbiology**, v.71, p.1394-404, 2005.
- SCHWARTZ, T.; KOHNEN, W.; JANSEN, B.; OBST, U. Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. **FEMS Microbiology Ecology**, v.43, p.325-335, 2003.
- VASÍLIO, V.A.A. Balneabilidade, índice da qualidade da água e bioensaios de toxicidade nas praias do reservatório de Ilha Solteira/SP. 2006. 145f. **Dissertação** (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade estadual Paulista Júlio de Mesquita UNESP, São Paulo, 2006.
- VIEIRA, R.H.S.F.; VASCONCELOS, F.R.; REBOUÇAS, R.H.; EVANGELISTA-BARRETO, N.S. Perfil de resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isoladas do açude Santo Anastácio, Ceará, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico** (São Paulo), v.77, p.405-410, 2010.
- WATKINSON, A.J.; MICALIZZI, G.B.; GRAHAM, G.M.; BATES, J.B.; COSTANZO, S.D. Antibiotic resistant *Escherichia coli* in wastewaters, surface waters and oysters from an urban riverine system. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p. 5667-5670, 2007.
- WRIGHT GD. The antibiotic resistome: the nexus of chemical and genetic diversity. **Nat Rev Microbiol**.

- 2007;5:175–86.
DOI:10.1038/nrmicro1614
- YANG, S.; CARLSON K. Evolution of antibiotic occurrence in a river through pristine, urban and agricultural landscapes. **Water Research**, v.37, p.4645–56, 2003.
- ZHANG, X.; ZHANG, T.; FANG, H.H.P. Antibiotic resistance genes in water environment. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.82, p.397-414, 2009.