

INFLUÊNCIA DAS ÁGUAS DAS GALERIAS PLUVIAIS COMO FATOR DA POLUIÇÃO COSTEIRA, FORTALEZA, CEARÁ

Influence of the stormwater drain system as a factor of the seashore pollution

Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira¹, Sandra Carla Oliveira do Nascimento², Francisca Gleire Rodrigues de Menezes³, Susy Margella Melo do Nascimento⁴, Luiz Henrique Lima de Lucena⁵

RESUMO

As galerias pluviais são sistemas usados para o escoamento de águas de chuvas, no entanto, muitas vezes são conectados à sua canalização, tubulações clandestinas de esgotos. Esse escoamento de material orgânico diretamente para o mar, polui de forma pontual a costa de Fortaleza, Ceará. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o grau de contaminação fecal das águas de deságue de duas galerias pluviais da costa fortalezense: uma em frente à Igreja de São Pedro, no Mucuripe e outra na Praia do Meireles. Foram ainda estudadas as areias molhadas por essas galerias, bem como as águas do mar adjacentes às galerias.

Palavras-chaves: galerias pluviais, poluição, coliformes fecais.

ABSTRACT

Though stormwater drainage systems are intended solely to drain the city's rainwater runoff, in many cases irregular sewage drainages are connected to them. The drainage of this organic matter directly into the sea causes a point source contamination over the coastal area of Fortaleza, State of Ceará, Brazil. This study aims to assess the degree of fecal contamination of the outcoming waters of two rainwater drainage galleries, one of them located in front of the Sao Pedro church, in the Mucuripe neighborhood, and the second one in Meireles beach. Furthermore, the sands affected by the water outfall and the nearby marine waters were also tested for fecal contamination.

Keywords: stormwater drainage system, pollution, fecal coliform.

¹ Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado, Instituto de Ciências do Mar - Universidade Federal do Ceará. Av. da Abolição 3207, Fortaleza, CE 60165-081. E-mail: <regine@labomar.ufc.br>

² Bolsista de graduação do Conselho Nacional de Pesquisa-CNPq.

³ Mestranda de Ciências Marinha Tropical- Instituto de Ciências do Mar - Universidade Federal do Ceará.

⁴ Mestre em Tecnologia de Alimentos- Universidade Federal do Ceará;

⁵ Estudante de Graduação em Engenharia de Pesca- Universidade Federal do Ceará.

INTRODUÇÃO

Os esgotos pluviais, através da rede de drenagem urbana, contribuem de forma pontual para a poluição das águas e podem apresentar um impacto significativo sobre o meio ambiente. Além de ligações domiciliares, muitas delas clandestinas, é importante ressaltar que as águas pluviais drenam áreas de favelas ou carentes, onde a limpeza pública e a coleta de lixo não são regularmente praticadas. Nessas áreas carentes de saneamento básico, a lavagem das ruas após as chuvas constitui uma contribuição equivalente a de esgotos primários (Jordão & Pessoa, 1995).

Os sistemas de drenagem deságuam no mar poluindo as águas e carreando agentes etiológicos de doenças para os usuários das praias. Adjacente às galerias pluviais estão as areias, que são molhadas por suas águas, e se tornarão, sem dúvida, poluídas, sendo mais uma fonte de contaminação para os banhistas.

O indicador microbiológico de poluição fecal mais empregado é o grupo coliforme, que abrange espécies de enterobactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*.

A espécie *Escherichia coli* é considerada como sendo unicamente de origem fecal e diante de sua pouca tolerância à toxicidade da água do mar em relação a alguns patógenos mais resistentes, sua presença nessas águas implica em despejo contínuo de dejetos na área (Hagler & Hagler, 1988).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o grau de contaminação fecal (coliformes totais e fecais) das águas de deságüe de duas galerias pluviais da costa leste de Fortaleza através do método Colilert e o grau de contaminação fecal das areias adjacentes às galerias pluviais através do método tradicional de tubos múltiplos, quantificação pelo Número Mais Provável-NMP. Foram também determinados: salinidade, pH e temperatura das águas das galerias e do mar.

MATERIAL E MÉTODOS

A técnica da colimetria foi aplicada ao seguinte material de análise, no período de outubro de 2001 a fevereiro de 2002: (a) 15 amostras de água de duas galerias pluviais da costa leste de Fortaleza, a primeira coletada em frente à Igreja de São Pedro no Mucuripe (IG) e a Segunda na Praia Meireles (MG); (b) 15 amostras de areia molhadas pelas águas dessas galerias; (c) 15 amostras da água do mar adjacente às galerias (IM e MM).

Tratamento das amostras

Água

Foram coletadas 500 mL das águas na saída das galerias pluviais e do mar receptor das galerias. As amostras eram recolhidas sempre no período da manhã a uma profundidade de aproximadamente 50 cm, acondicionadas em vidros âmbar estéreis e nessa ocasião, eram então medidas a salinidade e temperatura com a ajuda de um refratômetro (Atago S/MILL) e um termômetro (incoterm), respectivamente. Depois, então as amostras de água eram transportadas ao laboratório, em caixa isotérmica, onde media-se o pH das amostras através de um medidor de pH (Micronal, B-347).

O meio colilert reidratado com água destilada estéril foi distribuído em tubos também estéreis (10 ml em cada tubo). Os tubos, dispostos em triplicata, foram inoculados com as diluições da amostra (10^{-1} a 10^{-4}) e incubados a $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$.

Dos tubos positivos para *E.coli* foram retirados inóculos e semeados em placas de Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubadas a $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$. As colônias típicas de *E.coli*, de 2 a 5 mm de diâmetro, centro negro com ou sem brilho metálico, foram repassadas para tubos de ensaio contendo Ágar Triptona Soja (TSA)- Merck inclinado, e incubados a $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$. Estas culturas foram usadas para as provas bioquímicas de identificação, segundo Mehlman et al. 1984.

Areia

A areia foi retirada com uma colher de metal desinfetada e colocada em Becker estéril de 250 ml, sendo retiradas amostras de areia úmida adjacentes às galerias pluviais.

Vinte e cinco gramas de areia úmida (molhada pelas águas da galeria) foram suspensas em 225 mL de salina a 0,85%, correspondendo à concentração de 10^{-1} . Desta, procedia-se as demais diluições (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}) e alíquotas de 1mL de cada diluição, em triplicata, foram transferidas para Caldo Lactosado e incubados a $35^{\circ}\text{C}/48\text{h}$. Dos tubos positivos (turvos e com gás nos tubos de Durham) os crescimentos foram inoculados em caldo EC, e incubados em banho-maria a $44,5^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ e Caldo BVB (incubados a $35^{\circ}\text{C}/48\text{h}$). Pelos resultados se consultava a tabela de Hoskins (1933) modificada no Bacteriological Analytical Manual online- FDA (2001) e se calculava o NMP/g.

Os crescimentos do Caldo EC foram transferidos para placas de Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB)

e incubadas a 35°C/24h. As colônias típicas de *E.coli*, foram repassadas para tubos contendo Agar Triptona Soja (TSA, Merck) inclinado, e incubados a 35°C/24h (Mehlman et al., 1984).

Provas bioquímicas

Para diferenciação das espécies do grupo dos coliformes foram utilizados os testes bioquímicos clássicos, IMViC (Pelczar et al., 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores para coliformes totais (CT) e *E. coli* nas amostras de água da galeria que fica na Praia Meireles (MG) variaram de 9 a >1.100/100mL e <3 a >1.100/00mL, respectivamente. Para as amostras de água do mar, os índices para os mesmos parâmetros ficaram entre 4 e >1.100/100mL, e entre 7 e 460/100mL, enquanto que, nas amostras de areia do mesmo ponto, os valores de CT e CF variaram de 230 a >11.000/100mL e de 90 a >11.000/g da amostra, respectivamente (Tabela I);

De 15 amostras, sete apresentaram um NMP para *E. coli* ≥ 1.100 /100mL. Vieira et al. (2002) trabalharam com a mesma galeria e encontraram 100 % do mesmo número de amostras (15) com CF acima de 1.100/100mL, fato admissível uma vez que *E. coli* é uma bactéria contida no grupo das CF. Segundo Hagler & Hagler (1988), em águas superficiais o teste de CT inclui uma população de *E.coli* de 20%, enquanto no teste de CF esta população atinge cerca de 70%. No teste de Colilert se numera *E.coli* baseada na presença da β - glucuronidase, enzima presente somente nessas bactérias coliformes e que forma um composto final fluorescente na hidrólise do 4-metilumbeliferil- β -D- glucuronide (Toranzos & McFeters, 2000).

Para as amostras de água da galeria situada no Mucuripe IG, o NMP para CT e *E.coli* variou de <3 a >1100/100 mL, enquanto que, na água do mar receptora dessa galeria os índices se apresentaram entre 43 e >1.100 para CT e 9 e >1.100 para *E.coli*/100 mL. Nas amostras de areia os valores para CT variaram de 70 a >11.000 e para CF ficaram entre 40 a >11.000/g da amostra (Tabela I).

As águas dessa galeria apresentaram sete amostras com CF >1.100/100mL portanto, tão poluídas quanto as águas da MG. No caso das águas do mar a poluição foi menor. Somente três amostras apresentaram valores para CF ≥ 1.100 /100mL. Este fato é explicável pela distância que as águas da galeria MG percorrem até alcançar o mar, porém ambas

são esgotos abertos, apresentando-se com mal cheiro, sinal perceptível pelo olfato de recepção de esgotos.

As areias banhadas pelas águas da MG foram mais poluídas com CF que as banhadas pela IG, no Mucuripe (Tabela I). As areias circundantes da MG apresentaram oito (>50%) das amostras com o NMP de CF ≥ 11.000 /g enquanto que este número para as amostras de areia molhada pelas águas da IG foram de apenas duas. As areias são filtros da poluição das águas das galerias. Vieira et al.(2001) isolaram de 30 amostras de areia molhada da Praia do Caça e Pesca(Fortaleza), 103 colônias de coliformes. Destas, 48% eram de *E.coli*.

Tabela I- Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais e *Escherichia coli* nas amostras de águas provenientes da galeria, do mar e areia molhada pela galeria situada nas Praia do Meireles e Mucuripe, Fortaleza, Estado do Ceará.

Coletas	Galeria		Mar		Areia	
	CT/100ml	EC/100ml	CT/100ml	EC/100ml	CT/g	CF/g
Praia do Meireles						
1ª	>1.100	>1.100	15	7	>11.000	11.000
2ª	>1.100	>1.100	23	23	>11.000	>11.000
3ª	>1.100	>1.100	23	23	2.400	2.400
4ª	>1.100	>1.100	23	43	>11.000	>11.000
5ª	9	460	460	9	>11.000	4.600
6ª	>1.100	1.100	4	23	>11.000	>11.000
7ª	240	43	43	23	>11.000	>11.000
8ª	1.100	4	23	23	>11.000	4.600
9ª	240	7	75	7	4.600	930
10ª	1.100	<3	23	9	930	90
11ª	1.100	460	>1.100	460	230	2.400
12ª	1.100	75	>1.100	460	4.600	4.600
13ª	>1.100	>1.100	>1.100	7	>11.000	>11.000
14ª	75	9	1.100	43	>11.000	>11.000
15ª	>1.100	150	23	9	>11.000	>11.000
Praia do Mucuripe						
1ª	>1.100	>1.100	>1.100	23	>11.000	930
2ª	>1.100	>1.100	460	93	2.400	230
3ª	>1.100	>1.100	43	93	4.600	110
4ª	>1.100	>1.100	150	43	2.400	930
5ª	>1.100	>1.100	460	9	750	750
6ª	>1.100	>1.100	93	9	4.600	150
7ª	460	23	1.100	120	4.600	930
8ª	360	43	>1.100	1.100	>11.000	230
9ª	240	43	>1.100	240	70	40
10ª	240	93	1.100	240	4.600	4.600
11ª	460	460	>1.100	240	90	40
12ª	460	4	>1.100	93	11.000	750
13ª	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>11.000	>11.000
14ª	240	23	460	23	11.000	11.000
15ª	1.100	<3	>1.100	1.100	>11.000	2.400

Nas provas bioquímicas foram isoladas 344 cepas das amostras de água marinha, das quais 27% foram confirmadas como *E.coli*. O menor número de cepas da bactéria *E.coli* foi isolada da água do mar MM, em frente à galeria MG (6,10%) e o maior foi das amostras de água do mar IM, no Mucuripe (7,26%). Das água da galeria MG o número de cepas de *E.coli* foi de 6,67% enquanto que das água da IG foi de 6,97%.

Das amostras de areia foram isoladas 208 cepas de coliformes das quais 82,2% foram confirmadas como *E. coli*. Dentre essas, 29,3% foram identificadas a partir das amostras das areias da IG e 52,9% ,a maioria, foi isolada das areias da MG. La Liberte & Grimes (1982) demonstraram que a estensiva sobrevivência de *E.coli* em sedimentos pode ser atribuída às finas partículas no solo e a alta quantidade de material orgânico.

A maior temperatura foi medida nas águas do mar em frente à galeria MG (33°C) e a menor foi de 29°C alcançada em todos pontos (águas das galerias e do mar) (tabela II). A oscilação na temperatura, de uma coleta para outra, deve-se à diferença de horário das coletas. Segundo Castro (2003) a temperatura das águas não se correlaciona com a grandeza da população de *E.coli* em água do mar, sendo a ausência de luz mais importante como fator de redução numérica dessa bactéria.

O maior pH medido foi 8,4 (nas águas da MG) e o menor foi 6,0 (nas águas da IG). Segundo o relatório da CETESB (1977) a faixa ótima para proliferação dos organismos aquáticos de interesse em Engenharia Sanitária é 6,7 a 8,7.

Em relação à salinidade, nas águas do mar tanto em frente à Igreja de São Pedro como na Praia Meireles foram encontrados valores de 35 a 38 ppm. Na águas da galerias OG e IG foram medidas salinidade de 0 a 16 ppm (Tabela II). Os altos valores de salinidade encontrados nas águas das galerias deve-se ao fato de terem ocorrido, em dias anteriores às coletas, ressacas na orla de Fortaleza, principalmente na MG, pois esta fica em maior contato com o mar do que a IG.

Tabela II - Parâmetros físico- químicos (temperatura, pH e salinidade) das águas das galerias (MG e IG) e mar (MM e IM) na Praia do Meireles e na Praia do Mucuripe, Fortaleza, Estado do Ceará.

Valores	Temperatura(C°)				pH				Salinidade(‰)			
	MG	MM	IG	IM	MG	MM	IG	IM	MG	MM	IG	IM
Mínimo	29	29	29	29	7,0	7,7	6,0	7,1	0	35	0	30
Máximo	33	31	31	31	8,4	8,3	7,4	8,2	16	38	3	38

Davies & Evison (1991), analisando a sobrevivência de *E.coli* e *Salmonella Typhimurium* expostas à água do mar, observaram uma associação estatisticamente significativa entre a redução bacteriana e a salinidade. Resultados apresentados neste trabalho demonstram que a quantidade de coliformes fecais é diminuída com o aumento da salinidade. De um modo geral, as águas do mar apresentaram valores para este grupo bacteriano menores que as águas das galerias.

As águas tanto do mar quanto da IG (Mucuripe) são muito contaminadas. A areia mais contaminada foi a adjacente à galeria da Praia Meireles. Nas marés secas é possível se visualizar uma poça na MG poluindo a praia e trazendo risco de doenças aos usuários dessa área de lazer.

Concluimos que as águas coletadas pelas galerias pluviais se constituem num dos principais veículos de poluição da zona costeira cearense, local povoado por hotéis e umas das áreas mais frequentadas para a recreação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, H.M.P. *Efeito da radiação solar e da salinidade sobre o crescimento de Escherichia coli*. Dissertação de Mestrado, Curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, 51 p., Fortaleza, 2003.
- CETESB. *Caracterização e origem dos despejos líquidos de indústrias de laticínios- Sistemas tradicionais de tratamento e disposição*. Relatório R.42, partes I e II, São Paulo, 1977.
- Davies, C. M. & Evison, L. M. Sunlight and the survival of enteric bacteria in natural waters. *J. Appl. Bacter.*, Oxford, n.70, p.265-274,1991.
- FDA. *Bacteriological analytical manual on line*. Food and Drug Administration/Center for Food Safety and Applied Nutrition-CFSAN, 2001. Disponível em :<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>. Acesso em 10/06/2002.
- Hagler, A. N. & Hagler, L. C. S. M. Indicadores microbiológicos de qualidade sanitária, p. 88- 96, in Roitman, I.; Travassos, L. R. & Azevedo, J. L. (eds.), *Tratado de Microbiologia – Vol. 1*, São Paulo, 1988.
- Hoskins, J. K. The most probable numbers of *Escherichia coli* in water analysis. *J.Am. Water Ass.*,v.25, n.6, p. 88-96, 1933.
- Jordão, E.P. & Pessôa, C. A. Poluição das águas e saneamento, p. 9-10, in *Tratamento de esgotos*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental -ABES, 2ª edição, 1995.
- La Liberte, P. & Grimes, D. J. Survival of *Escherichia coli* in lake bottom sediments. *Appl. Envir. Microbiolog.*, v.43, p.623-628,1982.
- Mehlman, I. J.; Andrews, W. H. & Wentz, B. A. Coliform bacteria, p. 5.01-5.07 in *Bacteriological Analytical Manual*. Association of Official Analytical Chemists, 6th edition, Arlington, 1984.
- Pelczar, M.; Reid, R. & Chan, E. C. S. *Testes Bioquímicos para diferenciação de Espécies bacterianas*. Editora Makron Books, São Paulo, 1997.

Sato, M. I. Z. *et al.* *Estudo preliminar para avaliação de areias das praias do litoral paulista*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES.

Toranzos, I. & McFeters, G. A. Detection of indicator microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters, p.184-194, in Hurst, C.J. *et al.* (eds.), *Manual of Environmental Microbiology*, 2000.

Vieira, R. H. S. F.; Rodrigues, D. P.; Menezes, E. A.; Evangelista, N. S. S.; Reis, E. M. F. Barreto, L. M. &

Gonçalves, F. A. Microbial contamination of sand from major beaches in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Braz. J. of Microbiol.*, v.32, p.77-80, 2001.

Vieira, R. H. S. F.; Catter, K.M.; Saker-Sampaio, S.; Rodrigues, D. P.; Theophilo, G. N. D.; Fonteles-Filho, A. A. The stormwater drain system as a pollution vector of the seashore in Fortaleza (Ceará State, Brazil). *Braz. J. of Microbiol.*, v.33:294-298, 2002.