

ANÁLISE DOS INDICADORES BACTERIANOS DE POLUIÇÃO DOS RIOS ANIL E BACANGA, NA ILHA DE SÃO LUÍS, ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL*

Po-Shiang Deborah Lee Liao**

José de Macêdo Bezerra**

Othon de Carvalho Bastos**

Gilda Maira de Carvalho Barreto***

LEE LIAO, P.-S.D. et al. Análise dos indicadores bacterianos de poluição dos rios Anil e Bacanga, na Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. Rev. Saúde públ., S. Paulo, 18: 278 - 87, 1984.

RESUMO: Para o conhecimento do estado de poluição bacteriológica dos rios Anil e Bacanga, Estado do Maranhão (Brasil), coletaram-se amostras de água em 5 pontos, no Rio Anil, e 3 pontos, no Rio Bacanga, mensalmente, durante 12 meses, nas fases enchente e vazante da maré. Foram determinados números de bactérias totais/ml; índice de coliformes/100ml e índice de coliformes fecais/100ml, em ágar simples, caldo lactosado, verde brilhante - bile e E. C. Os resultados mostraram que os índices bacterianos de poluição dos rios sofrem variações sazonais, diretamente relacionadas às fases da maré. As localidades que apresentaram maiores concentrações bacterianas foram as nascentes. As águas destes rios, de acordo com o padrão ditado pelo Ministério do Interior, demonstraram alto grau de poluição microbiana de origem fecal.

UNITERMOS: Água. Poluição. Bactéria.

INTRODUÇÃO

A cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão, tem aproximadamente 400.000 habitantes. Em média, 51,5% da população infantil, de 0 a um ano, e 33,2%, de um a 4 anos, morreram de doenças infecciosas intestinais no período de 1979 a 1980^{11, 12}. Estes índices foram considerados os mais altos do mundo⁸.

A maior parte das crianças ludovicenses vivem em palafitas, localizadas às margens dos dois grandes rios que banham a ilha: rios Anil e Bacanga. Estes rios não são uti-

lizados como mananciais da cidade, mas servem para lazer e fins profissionais: pesca e lavagem de roupa.

Acreditando que o estado de poluição bacteriológica fluvial possa ser responsável pela causa principal das diarreias infantis nesta cidade do Nordeste brasileiro, iniciamos o presente trabalho com o objetivo de determinar o número de bactérias totais e o índice de coliformes totais e fecais presentes nos rios Anil e Bacanga, ao longo de todas as suas extensões.

* Projeto financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP - Proc. Convênio B/29/81/166/100/00.

** Do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Imunologia da UFMA - Campus Universitário - Bacanga - Bloco 3 - Sala 3A - 65000 - São Luís, MA - Brasil.

*** Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas, mensalmente, amostras de águas do Rio Anil, em cinco pontos distintos (Fig. 1). Da mesma forma, foram coletadas amostras do Rio Bacanga, em três pontos (Fig. 2), estrategicamente distribuídas em todos os seus percursos, durante 12 meses, no período de novembro de 1981 a outubro de 1982, em ambas as fases de enchente e vazante da maré. As águas foram coletadas em profundidade de 15 a 30 cm, abaixo da superfície, com frasco voltado contra o sentido da correnteza. A metodologia utilizada obedeceu as orientações de Bier², Harrigan e McCamce⁷, Guimarães⁶, Taylor¹³ e as normas da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental⁵. As amostras foram analisadas em três etapas principais: na primeira, foi constatado o número total de bactérias e, na segunda, o NMP (número mais provável) de coliformes. A terceira etapa constou da determinação de coliformes fecais de cada amostra coletada.

1. Contagem total de bactérias.

As amostras foram tomadas integrais e diluídas a 1/10; 1/100 e 1/1000. Em seguida, semeadas em ágar simples, incubadas a 37°C, por 24 a 48 horas. A contagem de colônias foi feita com lupas estereoscópicas e determinado o número de bactérias por volume semeado.

2. NMP de coliformes.

As amostras diluídas conforme feitas para a contagem total de bactérias foram semeadas em caldo lactosado simples. Os tubos que apresentaram produção de gás foram considerados positivos e a cultura foi utilizada para a realização de testes confirmativos. Esta análise foi realizada em caldo lactosado-verde brilhante, a 2%, onde, também, verificou-se a produção de gás. O NMP de coliformes por cem mililitros foi determinado pela Tabela de Taylor.

3. NMP de coliformes fecais/100ml.

Os tubos considerados positivos em caldo lactosado simples foram semeados em caldo de EC, meio específico a *Escherichia coli*, utilizado como indicador de bactéria entérica patogênica. Em seguida, foram incubados em banho-maria a 44,5°C, por um intervalo de 18 a 22 horas, onde verificou-se, mais uma vez, a produção de gás. O NMP de coliformes fecais por 100ml foi determinado pela Tabela de Taylor.

RESULTADOS

Análise bacteriológica do Rio Anil.

Os dados referentes aos índices bacterianos encontrados no Rio Anil estão apresentados na Tabela 1, distribuídos por pontos de coleta e fases da maré, durante os anos de 1981 e 1982.

Analisando estes dados, verificamos que o número de coliformes fecais por 100ml apresentou ampla variação em cada uma das fases da maré, em qualquer uma das épocas (Tabela 2). As médias dos valores correspondentes às duas épocas, chuvosa e seca, calculadas por cada ponto de coleta, indicaram maior concentração de coliformes fecais/100ml, na nascente do Rio Anil. Verificase, ainda, que estes valores diminuíram à proporção que os pontos de coleta se aproximaram da foz do rio (Fig. 1). A mesma constatação pode ser feita quanto aos números correspondentes às bactérias totais por ml.

Análise bacteriológica do Rio Bacanga.

Todos os índices determinados nas águas do Rio Bacanga estão transcritos na Tabela 3.

Estudando estes dados, observamos comportamentos distintos entre bactérias totais e coliformes, quanto às épocas chuvosa e seca. A concentração bacteriana por ml de água é maior na estação chuvosa do que na seca, em todos os pontos de coleta, quer seja com a

maré vazante ou enchente. As coliformes e coliformes fecais, com uma única exceção verificada no ponto B1, fase enchente da maré, apresentaram-se, também, com concentrações altas na época invernal. A exemplo do Rio Anil, o Rio Bacanga, em qualquer uma das épocas, apresentou maior concentração bacteriana em sua nascente (Tabela 4).

Análise comparativa entre os dois rios.

Os índices bacteriológicos médios encontrados nas águas dos rios Anil e Bacanga mostram superioridade numérica para o Anil, embora as percentagens encontradas entre coliformes/bactérias totais e coliformes fecais/bactérias totais tenham sido menores (Tabela 5).

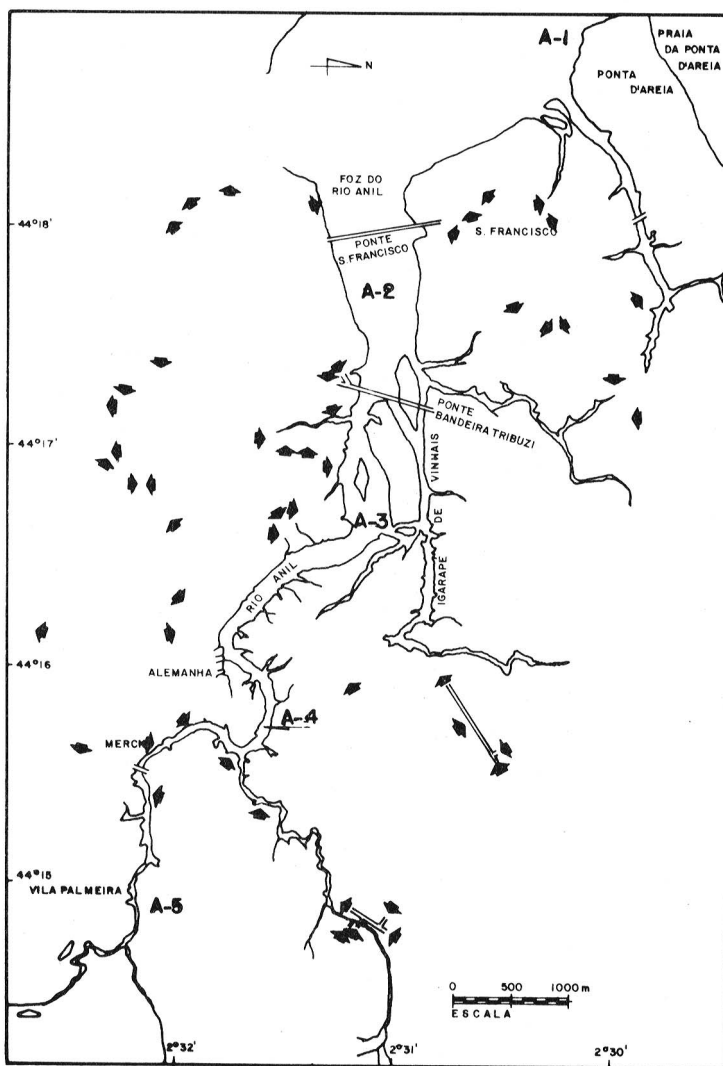


Fig. 1 – Mapa demonstrativo dos pontos de amostragem (A-1 a A-5) no Rio Anil (as setas escuras indicam os pontos de lançamento dos esgotos).

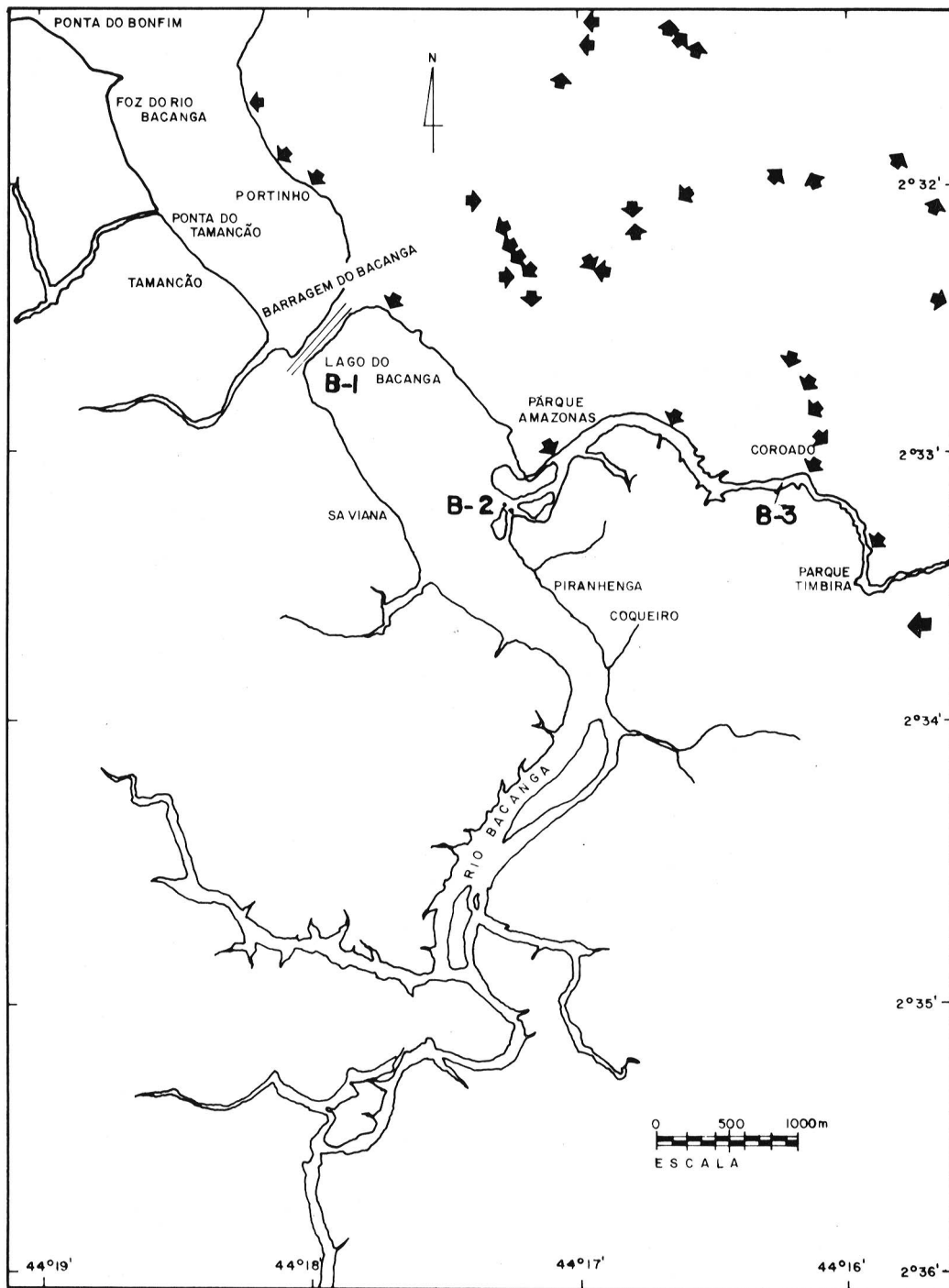


Fig. 2 - Mapa demonstrativo dos pontos de amostragens (B-1 a B-3) no Rio Bacanga (as setas escuras indicam os pontos de lançamentos dos esgotos).

TABELA 1

Número de bactérias totais por ml (a); índice de coliformes por 100 ml (b); índice de coliformes fecais (c), encontrados nos 5 pontos analisados do Rio Anil, durante as diferentes fases da maré: enchente (E) e vazante (V).

Pontos de Coleta	Fases da Maré	Índices Bacterianos	1981												1982													
			Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.		
A1	E	a	—	230	3200	2960	268	1200	300	—	84	44	—	2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	33	8	542	790	130	490	70	—	140	50	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	5	5	221	220	130	110	20	—	70	50	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	2560	40	—	3050	22500	530	290	248	248	615	1360	280	250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	3480	50	—	918	790	170	790	1090	1090	4600	130	20	340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A2	E	c	345	50	—	542	1750	70	490	460	1100	130	0	340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		a	—	800	3200	19100	131	13200	10400	2040	460	800	1280	68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		b	33	1720	5420	2400	230	1700	22100	9180	130	1090	1200	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	5	5	1720	2400	50	900	4900	5420	80	330	200	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	2640	3500	2800	68000	44500	5200	35000	35000	424	680	2400	2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A3	V	b	1410	3480	13000	33000	24000	4900	1300	1300	270	330	230	2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	330	3480	7900	17000	13000	3300	790	790	—	80	130	80	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	1280	747	10200	130500	675	68000	6000	1160	1160	690	1040	2720	260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	1720	1300	16090	54200	790	24000	5420	2400	2400	1300	2300	330	1720	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	260	1300	2780	54200	490	3400	3480	2400	2400	790	340	330	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A4	E	a	8500	370	4000	84000	181500	9600	14000	1600	1515	1800	350	1760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	3480	1090	17200	34800	10900	13000	1750	16090	16090	2780	2780	340	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	3480	1090	7000	13000	4600	1300	1750	16090	1750	22100	700	330	490	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	10800	750	37000	*Incon.	2370	104000	4000	1200	1200	495	3400	27200	5200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	1750	1300	16090	22100	9180	54200	5420	2400	2400	9180	2780	7000	2210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A5	V	c	940	790	16090	10900	1410	17000	240	2400	3480	2780	900	2210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	10800	630	9700	*Incon.	36700	20800	20000	12000	12000	1130	22000	12000	12000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	160900	3480	5420	27000	24000	13000	3400	160900	1410	34000	2780	9400	9400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	3450	3480	5420	27000	3450	1700	3400	54200	940	22000	2210	9400	9400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	*Incon.	*Incon.	1450000	—	12000	*Incon.	220000	2520000	2520000	—	1400000	2240000	800000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A5	E	b	*Incon.	1609000	918000	—	4900	34000	3400	345000	7000	490000	170000	348000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	—	918000	33000	—	2200	34000	2700	345000	7000	110000	90000	348000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		a	*Incon.	830000	1750000	320500	—	1800000	76000	2400000	1880	1520000	*Incon.	800000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		b	160900	345000	348000	348000	1700	109000	33000	*Incon.	10900	120000	220000	918000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		c	34000	345000	221000	172000	1300	70000	17000	17000	17000	110000	220000	542000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Incontáveis

TABELA 2

Valores médios (\bar{X}) dos diferentes índices bacterianos encontrados nos 5 pontos de coleta do Rio Anil durante 12 meses, nas épocas chuvosa (C) e seca (S), influenciada pelas fases enchente (E) e vazante (V) da maré.

Pontos de Coleta	Épocas	Índices Bacterianos																
		Bactérias Totais p/ml					Coliformes p/100ml					Coliformes Fecais p/100ml						
		E	V	\bar{X}	E	V	\bar{X}	E	V	\bar{X}	E	V	\bar{X}	E	V	\bar{X}		
A1	C	1586	5324	2088	404	752	661	140	662	290	S	589	851	50	1437	30	328	290
A2	C	8012	31100	10384	6838	15240	6035	2565	8398	3040	S	682	1740	707	1353	296	902	3040
A3	C	36089	49117	22178	17150	15623	10066	11125	7123	5917	S	1123	2383	1445	6047	720	4698	5917
A4	C	29694	19840	20934	18232	38955	24138	8007	15862	8158	S	7974	26227	4037	35328	1850	6913	8158
A5	C	1050500	1269300	1101943	261060	167340	312250	83380	96260	170743	S	1480000	607970	524800	295800	294600	208733	170743
Média (\bar{X})			231505		706298				37630									

TABELA 3

Número de bactérias totais por ml (a); índice de coliformes por 100ml (b) e índice de coliformes fecais (c) encontrados nos 3 pontos analisados do Rio Bacanga, durante as diferentes fases da maré, enchente (E) e vazante (V).

Pontos de Coleta	Fases da Maré	Índices Bacterianos	1982											
			Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.
B1	E	a	440	5400	6200	2235	2445	8400	3000	430	116	1160	1600	880
		b	22	54200	1720	3480	1300	16090	5420	2400	790	24000	1720	700
		c	17	22100	490	2400	1300	2210	170	2400	490	400	1300	700
	V	a	500	-	3150	2110	-	1640	44000	150	2900	400	110	400
		b	1720	-	16090	5420	-	4900	34800	2400	5420	2210	1300	1700
		c	1090	-	3480	3480	-	200	34800	2400	340	60	270	1700
B2	E	a	360	1500	180000	130000	1380	9600	3100	880	83	1500	760	500
		b	79	34800	160000	350000	2400	3400	9180	5420	2210	3480	1090	1090
		c	49	17200	28000	170000	790	1700	9180	5420	700	260	330	460
	V	a	350	-	180000	25000	685	17200	43000	1200	160	680	170	700
		b	790	-	160000	92000	1090	3300	54200	4900	13000	1300	330	2400
		c	170	-	920000	54000	700	2200	7900	4900	1400	140	130	2400
B3	E	a	3100	34000	260000	76000	22500	*Incon.	140000	23600	260	9200	8400	3200
		b	310	*Incon.	160000	92000	17200	24000	109000	54200	5420	20	13000	3480
		c	17	*Incon.	160000	92000	10900	130000	109000	54200	2400	20	17000	3480
	V	a	5200	-	*Incon.	94000	1790	*Incon.	*Incon.	11600	650	1400	720	4000
		b	5420	-	160000	110000	9180	160900	54200	54200	34800	60	33000	22100
		c	345	-	160000	49000	330	22100	17000	348000	3300	20	1750	14100

* Incontáveis

T A B E L A 4

Valores médios (\bar{X}) dos diferentes índices bacterianos encontrados nos 3 pontos de coleta do Rio Bacanga, durante 12 meses, nas épocas chuvosa (C) e seca (S), influenciada pelas fases enchente (E) e vazante (V) da maré.

Pontos de Coleta	Épocas	Índices Bacterianos												
		Bactérias Totais p/ml					Coliformes p/100ml							
		E	V	\bar{X}	E	V	Fases da Maré	\bar{X}	E	V	Fases da Maré	\bar{X}		
B1	C	3785	10210	4114	5068	12722	8458	1495	8872	3807				
	S	1599	862		13572	2470		4168	692					
B2	C	54493	43981	24918	88217	31058	32491	36148	26950	16778				
	S	784	412		7125	3564		3167	848					
B3	C	103320	35630	37759	59240	272616	62398	92800	99555	50210				
	S	9693	2394		33846	19076		4583	3903					
Média (\bar{X})		22264			45715				23598					

TABELA 5

Índices bacteriológicos médios encontrados nas águas dos Rios Anil e Bacanga.

Índices Bacterianos	Rios	
	Anil	Bacanga
Bactérias totais p/ ml	231505	22264
Índices de coliformes p/100ml	70630	45715
Coliformes/Bactérias totais (%)	0,31	2,05
Coliformes fecais p/100ml	37630	23598
Coliformes fecais/Bactérias totais (%)	0,16	1,06

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A determinação dos índices de contaminação por coliformes fecais nas águas dos rios Anil e Bacanga prende-se ao fato de que estes rios são considerados importantes meios de pesca e utilizados para fins domésticos, pela população ludovicense.

Os pontos de coleta foram distribuídos ao longo de todo o curso dos rios, de modo a refletir a realidade do estado de poluição bacteriológica em que se encontram suas águas (Figs. 1 e 2). Para isto, foram marcados locais de coleta próximo às regiões de maior densidade populacional e as amostras foram tomadas no eixo longitudinal central dos rios, em profundidade de aproximadamente 20cm.

As técnicas utilizadas no presente estudo são comumente aplicadas à bacteriologia de águas em laboratórios de controle de saúde pública e bastante conhecidas^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13}.

A padronização do método que usa *Escherichia coli* como referencial da população por coliformes fecais tem apoio no trabalho de Martins¹⁰, que indica uma relação estreita entre *E. coli* e as outras enterobactérias patogênicas.

A maior contaminação ocorrida nas nascentes dos rios Anil e Bacanga (Tabelas 1 e 2) pode ser justificada pelo menor volume hídrico e menor índice de salinidade, dos

rios nesta região, uma vez que a maré não sobe até a cabeceira, e por se tratar, também, de local onde ocorre o maior lançamento de detritos fecais.

Acreditamos que a elevação do índice de poluição na época invernos, nos dois rios, se deva ao fato do carregamento de bactérias do solo para os córregos, pelas precipitações pluviais.

Comparando os resultados médios dos rios (Tabela 5), constatamos que, embora o Rio Anil tenha apresentado índices superiores ao Rio Bacanga, as percentagens determinadas entre coliformes e coliformes fecais por bactérias totais foram menores. Isto pode ser o reflexo da maior contaminação populacional existente na periferia do Rio Bacanga.

Os resultados que obtivemos durante um ano de experiência mostram que o estado de poluição bacteriológica dos rios estudados sofrem variações sazonais e, também, variações diretamente relacionadas com as fases da maré. Ambas as variações dizem respeito ao volume de água, influenciado quer seja pelas precipitações pluviométricas, quer seja pela maré enchente. As águas destes rios, de acordo com o padrão ditado pelo Ministério do Interior, através da Portaria de 15/01/76, publicada no Diário Oficial da União, pertencem à classe 4, não podem ser utilizadas para abastecimento da cidade. Entretanto, caso

as autoridades de Saúde Pública se dispuserem a tomar providências quanto ao tratamento dos esgotos sanitários, antes do desaguamento nos rios, a população ribeirínea

poderá utilizar os rios Anil e Bacanga para fins de lazer e profissionais: pesca e lavagem de roupa, sem maiores riscos de contaminação.

LEE LIAO, P.-S.D. et al. [Analysis of bacterial pollution indicators in the Anil and Bacanga rivers, on the Island of S. Luís, Maranhão State, Brazil]. *Rev. Saúde públ.*, S. Paulo, 18: 278 - 87, 1984.

ABSTRACT: Sampling of liquids was carried out monthly at both high and low tide, for one year, at 5 sites on the Anil river and at 3 sites on the Bacanga river, for bacteriological pollution study. Total viable bacteria/100ml, MPN (Most Probable Numbers) of coliforms/100ml and MPN fecal coliforms/100ml were determined by the use of nutrient agar, lactose broth, brilliant green - lactose bile broth and E C broth. The results indicated that both rivers contained a higher bacterial concentration at the sources and showed a seasonal bacteriological pollution variation directly related to the tidal phases. According to the Brazilian Ministry of the Interior's standards, the water of both rivers presented a high degree of microbial pollution.

UNITERMS: Water. Pollution. Bacteria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 14th ed., New York, 1975.
2. BIER, O. *Bacteriologia e imunologia*. São Paulo, Ed. Melhoramentos, 1977.
3. BRANCO, S. M. *Biologia de poluição*. São Paulo, CETESB, 1975.
4. BRITO, E. R. de *Os coliformes, esses desconhecidos*. Belo Horizonte, CEDAE, 1977.
5. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). *Análise microbiológica de águas; Normalização Técnica Saneamento Ambiental - NT - 08*. São Paulo, 1978.
6. GUIMARÃES, F. P. Análise de água e esgoto: indicadores bacterianos de poluição. Rio de Janeiro, 1973. [Mimeografado].
7. HARRIGAN, W. F. & McCAMCE, N. E. *Laboratory methods in microbiology*. London, Academic Press, 1977.
8. LACAZ, C. da S.; BARUZZI, R. & SIQUEIRA Jr., W. *Introdução à geografia médica do Brasil*. São Paulo, Ed. Edgard Blucher, 1972.
9. LEVY, J. et al. *Introductory microbiology*. Ottawa, John Wiley & Sons, 1973.
10. MARTINS, M. T. *Estudo da correlação entre organismos indicadores de poluição de origem fecal de patogênicos*. São Paulo, CETESB, 1975.
11. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Divisão Nacional de Epidemiologia. *Estatística de mortalidade; Brasil: 1979*. Brasília, Centro de Documentação, 1982.
12. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Divisão Nacional de Epidemiologia. *Estatísticas de mortalidade; Brasil: 1980*. Brasília, Centro de Documentação, 1983.
13. TAYLOR, J. The estimation of numbers of bacteria tenfold dilution series. *J. appl. Bact.*, 25: 54, 1962.

Recebido para publicação em 03/10/1983
Reapresentado em 04/04/1984
Aprovado para publicação em 11/04/1984