

## **ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE ÁGUAS ESTUARINAS NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO NORTE E CEARÁ**

Microbiological aspects of estuarine waters in Rio Grande do Norte and Ceará States

Regine H. Silva dos Fernandes Vieira<sup>1</sup>, Hilda Maria P. de Castro<sup>1</sup>, Christiane M. Falavina dos Reis<sup>1</sup>, Eliane M. Falavina dos Reis<sup>2</sup>, Raul M. Madrid<sup>3</sup>, Ernesto Hofer<sup>4</sup>

### RESUMO

*Aspectos microbiológicos de águas estuarinas das bacias dos rios Jaguaribe (Ceará) e Curimataú e Açu (Rio Grande do Norte) foram avaliados através da estimação do teor de coliformes totais e fecais, e de vibrios, bem como da pesquisa de ocorrência de salmonelas. As áreas mais contaminadas do Rio Jaguaribe com coliformes fecais foram os pontos 5, e 7; do Rio Açu, os pontos 1, 3, 6, 3 e 7; e do Rio Curimataú, os pontos 1, 3 e 4. Nesses estuários foram detectados vários sorovares de Salmonella enterica subsp. enterica. Dentre as espécies do foram isoladas as seguintes: Rio Jaguaribe - V. carchariae; V. alginolyticus e V. cholerae não O1 e não O139; Rio Açu - V. cholerae não O1 e não O139, V. alginolyticus e V. parahaemolyticus; Rio Curimataú - V. parahaemolyticus, V. cholerae - não O1 e não O139, V. vulnificus, V. harveyi, V. alginolyticus e V. mimicus. Diante dos resultados obtidos, alerta-se para a adoção de medidas preventivas voltadas para a educação sanitária associadas à implantação de um sistema de saneamento básico eficiente. Os resultados desta pesquisa devem servir de subsídio para adoção de políticas de saneamento, através de programas voltados para a educação sanitária e prevenção dos efeitos antrópicos causadores de poluição.*

**Palavras-chaves:** poluição microbiológica, Salmonella, coliformes fecais e totais, vibrios, carcinicultura, estuário, rios Jaguaribe, Açu e Curimataú.

### ABSTRACT

*Microbiological aspects as to quality of estuarine waters of Jaguaribe River (Ceará State), and Curimataú and Açu Rivers (Rio Grande do Norte State) were assessed by means of the estimation of fecal and total coliforms, vibrios and salmonelas. The most coliform-infected sites were found to be points 5 and 7 at Jaguaribe River, points 1, 3, 6, 3 and 7 at Açu River and points 1, 3 and 4 at Curimataú River. Several serovars of Salmonella enterica subsp. enterica were detected in those estuaries. The Vibrio species isolated were V. carchariae, V. alginolyticus and non-O1, non-O139 V. cholerae, at Jaguaribe River; non-O1, non-O139 V. cholerae, V. alginolyticus and V. parahaemolyticus, at Açu River; and V. parahaemolyticus, V. cholerae non-O1, non-O139, V. vulnificus, V. harveyi, V. alginolyticus and V. mimicus, at Curimataú River. The results of this research should be used as background information to health-oriented policies through programs meant for sanitary education as a first step towards establishing an efficient system of basic sanitation in the region.*

**Key words:** microbiological pollution, Salmonella, fecal and total coliforms, Vibrio, shrimp farming, estuary, Jaguaribe, Açu and Curimataú rivers.

<sup>1</sup> Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

<sup>2</sup> Departamento de Bacteriologia/Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

<sup>3</sup> Pesquisador do IBAMA no Instituto de Ciências do Mar.

<sup>4</sup> Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

## INTRODUÇÃO

A globalização dos mercados e a evolução do nível de exigências do consumidor avançam em velocidade acelerada, obrigando os países a estabelecer novas regras com relação a tudo aquilo que o homem usa, produz e consome a partir do meio aquático (Meirelles, 2000). A preocupação com a questão ambiental é um assunto que cresce a cada dia, uma vez que a disponibilidade de muitos recursos naturais já se encontra comprometida devido à contaminação do meio ambiente. Este fato é nitidamente observado em ambientes aquáticos, nos quais se encontram muitos rios e estuários apresentando queda acentuada na produção pesqueira em função da degradação do meio (Moraes, 2001). No entanto, há interesse das autoridades em se melhorar esses ambientes, ao estabelecerem exigências específicas como, por exemplo, do setor agropecuário a normas e a legislações cada vez mais severas, com multiplicação de alertas para os alimentos, o que de certo modo é traduzido em confiança por parte do consumidor (INFO, 2003).

Os estuários dos rios Jaguaribe (Ceará), e Açu e Curimataú (Rio Grande do Norte) abastecem inúmeras fazendas de camarão e cultivos extensivos de ostras, e são responsáveis pela irrigação de áreas de horti e fruticulturas. Todas estas atividades usam suas águas, muitas das vezes sem nenhum tratamento, com risco de contaminação dos animais e plantas cultivados. O grande problema do lançamento de dejetos sem tratamento num fluxo de águas está representado pela veiculação hídrica de microrganismos aos usuários humanos e animais. Salienta-se que inúmeras bactérias, patogênicas ou não, são favorecidas em seu crescimento pela presença de concentrações mais elevadas de matéria orgânica no meio aquoso, criando sérios problemas nas esferas sanitária e econômica.

Uma das situações mais críticas enfrentada por administrações municipais é o destino de efluentes dos esgotos urbanos, que exigem tratamento para evitar que os mesmos entrem nos sistemas hídricos das grandes cidades. Além disso, deve-se chamar a atenção para as descargas clandestinas de matadouros, criatórios de aves, suínos e bovinos, cujo efeito agregado contribui para aumentar a poluição microbiológica dos estuários.

O objetivo desse trabalho foi o de avaliar os principais pontos de contaminação das bacias dos rios Jaguaribe, Curimataú e Açu,

quantificando a concentração de coliformes totais e termotolerantes (CT), identificando vibrios potencialmente patogênicos para o homem e animais nos estuários, e pesquisando a ocorrência de sorovares de *Salmonella*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os locais de coleta de amostras, cuja localização geográfica foi efetuada através de um aparelho GPS, estão distribuídos de acordo com o seguinte esquema (Tabela I; Figura1): nove pontos no estuário do Rio Jaguaribe; seis pontos (a maioria em água doce), na primeira coleta, e nove pontos, sendo três em água salgada, no estuário do Rio Açu; nove pontos, no estuário do Rio Curimataú.

As amostras de água foram coletadas em frascos de vidro âmbar, com capacidade de 1 litro, esterilizadas em autoclave e trazidas para laboratório em caixa isotérmica com gelo, onde foram imediatamente inoculadas.

Tabela I - Posições geográficas e medidas de pH e salinidade dos locais de amostragem microbiológica, no estuário dos rios Jaguaribe/CE, Açu/RN e Curimataú/RN.

Locais de coleta	Pontos	Coordenadas		pH	Salinidade
		Latitude	Longitude		
Jaguaribe	1	4° 25'54,8 S	37°46'24''W	7,69	40
	2	4°28'05,7''S	37°47'21,8W	7,61	41
	3	4°30'000''S	37°47'10,7W	7,72	38
	4	4° 27'12,0 S	37°47'38,7W	7,09	39
	5	4° 33'10,5S	37°46'24,1 W	6,07	7
	6	4° 40'16,0S	37° 48'57,9 W	7,94	1
	7	4° 40'22,9S	37°49'10,3W	7,48	28
	8	4°35'34,5S	37°47'20,0W	7,65	39
	9	4° 34'35,1 S	37°47'17,8W	7,73	39
Açu	1	5° 04'04,0'' S	36° 46'42,6'' W	8,13	39
	2	5° 20'48,3'' S	36° 48'44,3'' W	8,67	0
	3	5° 17'5,7'' S	36° 45'57,5'' W	7,83	0
	4	5° 15' 18,2'' S	36° 43'23,5'' W	7,66	0
	5	5° 07'4,8'' S	36° 37'56,6'' W	8,05	42
	6	5° 15'34,7'' S	36° 40'32,5'' W	8,32	0
	7	5° 10'47,8'' S	36° 45'1,6'' W	7,85	41
	8	5° 09'21,4'' S	36° 42'33,3'' W	7,91	44
	9	5° 08'46,7'' S	36° 46'20,2'' W	7,89	48
Curimataú	1	6° 24'43,6''S	35° 07'45,7'' W	7,46	4
	2	6° 24'11,4'' S	35° 08'03,7'' W	7,74	0
	3	6° 23'01,3'' S	35° 07'46,4'' W	7,56	19
	4	6° 22'59,8'' S	35° 07'40,0'' W	7,42	31
	5	6° 22'45,0'' S	35° 07'26,2'' W	7,42	31
	6	6° 22'30,6'' S	35° 07'29,2'' W	7,04	3
	7	6° 21'58,8'' S	35° 06'57,1'' W	7,58	32
	8	6° 21'17,6'' S	35° 04'55,9'' W	8,01	36
	9	6° 20'13,5'' S	35° 03'39,1'' W	8,22	36
	10	6° 19'01,1'' S	35° 02'44,5'' W	8,40	36

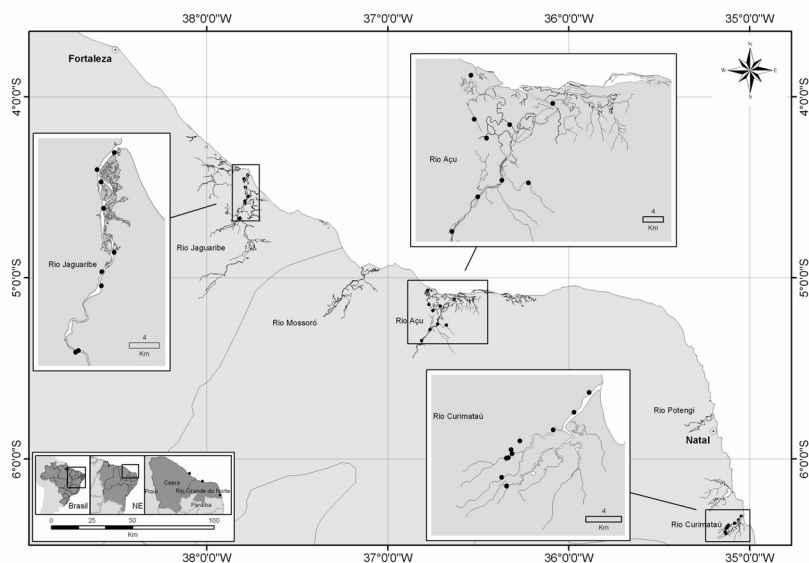


Figure 1 - Mapa de localização dos pontos de coleta de microrganismos ao longo dos rios Jaguaribe (CE), Açu (RN) e Curimataú (RN).

Para a colimetria das águas retirou-se, após agitação por 30 a 60 segundos, 1 mL da amostra de água e distribuiu-se em 9 mL do diluente ( $10^{-1}$ ), efetuando-se diluições sucessivas até  $10^{-5}$ . Os tubos foram incubados em estufa a  $35^{\circ}\text{C}/48\text{h}$  e a metodologia seguiu as instruções do Standard Methods for Water and Wastewater Analysis (Greenberg *et al.*, 1992). O cálculo do NMP para coliformes totais (Ct) e termotolerantes (CT) foi determinado pela tabela de Número Mais Provável (NMP), segundo Garthright (2001). Por causa da distância dos estuários até o laboratório de análise, foi usado enriquecimento em água peptonada alcalina pH 8,5 para a contagem dos vibrios.

Em cada ponto dos três estuários, foram coletadas dez amostras de água em frascos âmbar, esterilizados, trazidos em caixas de isopor com gelo para o laboratório, onde se procedia à inoculação nos tubos de Água Peptonada Alcalina (APA) pH 8,5 para a contagem de vibrios e, posteriormente, uma alíquota (volume conhecido) dos tubos positivos foi inoculada em placas de TCBS e incubadas a 35 por 24 horas. Após esse período de tempo, as placas foram contadas e delas foram isoladas 3 a 4 colônias sacaroses positiva e negativa para, em seguida, proceder-se à identificação (Twedt, 1984; Elliot *et al.*, 2001).

Para a pesquisa de *Salmonella* spp., inicialmente, foram adicionados 25 mL e homogeneizadas em 225 mL de caldo lactosado e incubados a  $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ . Após o período de incubação, com o auxílio de uma pipetador automático calibrado, transferiu-se um inóculo de 0,1 mL do crescimento para 10 mL do meio Rappaport-Vassiliadis-Difco, assim como, 1,0 mL do caldo lactosado, para 10 mL do caldo Te-

trationato-Difco. Os tubos foram incubados a  $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ , procedendo-se à semeadura dos crescimentos nos meios seletivos indicadores de Ágar MacConkey-Difco e Ágar Entérico de Hektoen-Difco. As placas foram incubadas a  $35^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ , sendo em seguida, de cada placa isoladas 3 a 5 colônias compatíveis de *Salmonella* e inoculadas individualmente em tubos com ágar TSA inclinado, para posteriormente serem realizadas as seguintes observações: passagem nos meios de triagem Ágar três açúcares-Difco (TSI) e Ágar Lisina Ferro -Difco (LIA). As colônias que apresentaram perfis característicos de *Salmonella* no TSI e no LIA foram passadas para um TSA inclinado e submetidas a aglutinação rápida com o soro polivalente O:H de

*Salmonella*. Todas as cepas que apresentaram aglutinação foram encaminhadas para o Departamento de Bacteriologia do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, RJ), para a caracterização definitiva dos grupos sorológicos e respectivos sorovares (Andrews *et al.*, 2001).

A temperatura e a salinidade das amostras de água foram medidas com auxílio de termômetro (Incoterm) e refratômetro (Atago S/MILL), respectivamente, no próprio local da coleta, enquanto o pH foi determinado em laboratório através de um medidor de Micronal, B-347.

Para a análise estatística os dados de contaminação microbiológica obtidos no teste do NMP/100 mL foram logaritimizados e, através do software Statistics Package for the Science (SPSS), foi aplicado o delineamento Fatorial Completamente Casualizado para verificar a existência de diferença significativa, ao nível de  $\alpha = 0,05$ , entre os diferentes pontos de coleta de cada rio. No caso da ocorrência de significância estatística entre os tratamentos, foi usado o Teste de Tukey, baseado na distribuição de "q estudentizada", para a análise discriminatória das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos valores de NMP/100 mL dos tipos de microrganismos considerados mostra a distribuição espacial da contaminação nos três estuários, com os seguintes resultados (Tabelas I e II): (a) no Rio Jaguaribe, os pontos 5 e 7 foram os mais contaminados por coliformes termotolerantes (CT), tendo como fator causal um esgoto ao lado de uma indústria e a barragem do Itaiçaba (água salgada); (b) no Rio Açu,

Tabela II - Número Mais Provável (NMP/100mL) de coliformes fecais nos pontos de amostragem da água, no estuário dos rios Jaguaribe/ CE, Açú/RN e Curimataú/RN.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
JAGUARIBE										
1	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	79x10 <sup>3</sup>	>1.600	170 x10 <sup>3</sup>	34x10 <sup>3</sup>
2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	220 x10 <sup>3</sup>	>1.600	920x10 <sup>3</sup>	33x10 <sup>3</sup>	>1.600
3	<1,8	<1,8	2,0	<1,8	<1,8	12x10 <sup>3</sup>	540x10 <sup>3</sup>	1.600x10 <sup>3</sup>	17x10 <sup>3</sup>	>1600
4	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	49x10 <sup>3</sup>	920x10 <sup>3</sup>	7,8x10 <sup>3&lt;</sup>	<1,8	13x10 <sup>3</sup>
5	220x10 <sup>3</sup>	140x10 <sup>3</sup>	<1,8	6,8x10 <sup>3</sup>	220x10 <sup>3</sup>	>1.600	>1.600	>1.600	>1.600	350x10 <sup>3</sup>
6	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	540x10 <sup>3</sup>	49x10 <sup>2</sup>	1.600x10 <sup>3</sup>	<1,8	110x10 <sup>3</sup>
7	<1,8	2,0x10 <sup>2</sup>	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	540x10 <sup>3</sup>	140x10 <sup>3</sup>	920x10 <sup>3</sup>
8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	540x10 <sup>3</sup>	<1,8	6,8 x10 <sup>2</sup>	<1,8	14x10 <sup>2</sup>
9	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	1.600x10 <sup>3</sup>	<1,8
AÇÚ										
1	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	79x10 <sup>3</sup>	>1.600	170 x10 <sup>3</sup>	34x10 <sup>3</sup>
2	400	3800	>1600	200	200	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
3	2	2300	<1,8	14 x10 <sup>4</sup>	>1.600	4,5	350 x 10 <sup>3</sup>	240 x10 <sup>3</sup>	>1600	>1600
4	<1,8	200	1.400	<1,8	<1,8	<1,8	4,5	<1,8	<1,8	4,5
5	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	2.300	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
6	780	>1.600	>1.600	280x10 <sup>4</sup>	20x10 <sup>4</sup>	21 x10 <sup>3</sup>	540 x10 <sup>2</sup>	920 x10 <sup>3</sup>	<1,8	<1,8
7	-	-	-	-	-	>1600	79 x10 <sup>3</sup>	>1600	350 x10 <sup>3</sup>	<1,8
8	-	-	-	-	-	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
9	-	-	-	-	-	27x10 <sup>3</sup>	2	<1,8	21 x10 <sup>2</sup>	<1,8
CURIMATAÚ										
1	540x10 <sup>4</sup>	>1600	>1600	920 x10 <sup>4</sup>	>1600	4,5 x10 <sup>2</sup>	13 x10 <sup>2</sup>	12 x10 <sup>2</sup>	17 x10 <sup>2</sup>	13 x10 <sup>2</sup>
2	12 x10 <sup>2</sup>	23 x10 <sup>2</sup>	13 x10 <sup>2</sup>	20 x10 <sup>2</sup>	140 x10 <sup>2</sup>	6,8 x10 <sup>2</sup>	17 x10 <sup>2</sup>	11 x10 <sup>2</sup>	7,8 x10 <sup>2</sup>	49 x10 <sup>2</sup>
3	33 x10 <sup>4</sup>	>1600	>1600	280 x10 <sup>4</sup>	>1600	33 x10 <sup>3</sup>	33 x10 <sup>3</sup>	27 x10 <sup>3</sup>	33 x10 <sup>3</sup>	23 x10 <sup>3</sup>
4	>1600	17 x10 <sup>4</sup>	14 x10 <sup>4</sup>	920 x10 <sup>2</sup>	130 x10 <sup>2</sup>	17 x10 <sup>2</sup>	6,8 x10 <sup>2</sup>	49 x10 <sup>2</sup>	6,8 x10 <sup>2</sup>	7,8 x10 <sup>2</sup>
5	>1600	70 x10 <sup>2</sup>	>1600	>1600	49 x10 <sup>4</sup>	2 x10 <sup>2</sup>	4,5 x10 <sup>2</sup>	7,8 x10 <sup>2</sup>	4 x10 <sup>2</sup>	9,3 x10 <sup>2</sup>
6	23 x10 <sup>2</sup>	94 x10 <sup>2</sup>	180 x10 <sup>2</sup>	26 x10 <sup>2</sup>	110 x10 <sup>2</sup>	49 x10 <sup>3</sup>	<1,8	33 x10 <sup>3</sup>	79 x10 <sup>3</sup>	110 x10 <sup>3</sup>
7	49 x10 <sup>4</sup>	2 x10 <sup>2</sup>	<1,8	9,3 x10 <sup>2</sup>	<1,8	<1,8	<1,8	2	<1,8	<1,8
8	27 x10 <sup>4</sup>	<1,8	11 x10 <sup>2</sup>	17 x10 <sup>2</sup>	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
9	170 x10 <sup>4</sup>	12 x10 <sup>2</sup>	21 x10 <sup>4</sup>	79 x10 <sup>2</sup>	240 x10 <sup>2</sup>	<1,8	<1,8	2	<1,8	2
10	130 x10 <sup>2</sup>	>1600	130 x10 <sup>4</sup>	33 x10 <sup>4</sup>	11x10 <sup>4</sup>	17 x10 <sup>2</sup>	13 x10 <sup>2</sup>	13 x10 <sup>2</sup>	7,8 x10 <sup>2</sup>	4,5 x10 <sup>2</sup>

os pontos mais contaminados com CF foram 1, 3, 6 e 7 correspondentes ao Porto do Mangue, Alto do Rodrigues, Represa Açude Armando Gonçalves e ao acesso da fazenda de cultivo, respectivamente; os pontos 1 e 7, dois dos pontos de maior contaminação do estuário, são considerados salinos (39‰ e 41‰, respectivamente) segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005), enquanto os pontos 3 e 6 estão em água doce; (c) no Rio Curimataú, os pontos mais contaminados foram 1, 3 e 4, correspondentes às pontes sobre os rios Curimataú e Pituacu, e à Poçilga, com salinidades de 4, 19, 31 ppm, sendo somente o ponto 4 considerado salino.

A análise estatística produziu os seguintes resultados; (a) no Rio Jaguaribe não existem diferenças significativas para CT, entre os pontos de coleta 7, 8, 9, 2 e 6 (menos contaminados) e os pontos 9, 6, 4, 10, 5 e 2, 6, 4, 10, 5, 1, 3 (mais contaminados); (b) no Rio Açú não existem diferenças significativas para CT entre os pontos de coleta 8, 5, 4, 9, 2, 1 (menos contaminados) e os pontos 4, 9, 2, 1, 3 e 9, 2, 1, 3, 6, 7 (mais contaminados); (c) não houve diferenças significativas para as contagens de CT entre os pontos de

coleta 7, 8, 9, 2, 6 (menos contaminados) e os pontos 9, 2, 6, 4, 10, 5 e 2, 6, 4, 10, 5, 1, 3 (mais contaminados), no estuário do Rio Curimataú.

Analisando-se as médias dos valores de NMP/100 mL, pode-se concluir que a contaminação ocorreu na seguinte ordem decrescente dos estuários: Curimataú, Jaguaribe e Açú. No entanto, por ser o estuário do Rio Jaguaribe um sistema alimentador de muitas fazendas de camarão, de cultivos de ostras, e de horti e fruticulturas, além de receber esgotos das cidades circunvizinhas, faz-se necessário uma maior vigilância das autoridades sanitárias nos sistemas desses despejos clandestinos ou não, tendo em vista que estas águas carreando microrganismos patogênicos se tornam um fator de contaminação dos animais e vegetais.

Vários fatores têm sido comentados como capazes de reduzir as taxas de sobrevivência das bactérias fecais no meio aquático, com destaque para a luz solar, através do efeito de suas radiações (Chamberlin & Mitchell, 1978), mas já foi provado, também, que esses microrganismos são capazes de resistir ao meio salino, inclusive multiplicando-se

nesse ambiente (LaLiberte & Grimes, 1982) As bactérias adsorvidas às partículas de sedimento podem ser protegidas da influência de uma série de fatores, tais como radiações UV, alta salinidade, toxidez de metais pesados e ataque por bacteriófagos (Ghoul *et al.*,1986; Marino & Gannon, 1991).

A presença de CT é um sinal de contaminação fecal indicando a possibilidade da detecção de microrganismos enteropatogênicos. Assim, os agentes das infecções intestinais ou entéricas são, em geral, transmitidos ao homem através da veiculação por alimentos ou pela água contaminada (Grabow, 1996).

Na maioria dos estudos de sobrevivência, *Escherichia coli* é o único dos organismos estudados, embora a sua utilização como um indicador de contaminação fecal tenha sido longa e exaustivamente questionada (Burton *et al.*1987). Muitos estudos indicam que *E.coli* morre mais rapidamente do que *Salmonella* (Temple *et al.*,1980; Vasconcelos & Swartz, 1976). Saliencia-se que Burton *et al.*, (1987) não confirmaram esta assertiva quando avaliaram a sobrevivência de *E.coli* e *Salmonella* Newport em sedimentos de água doce. Nos depósitos contendo 25% de argila (barro) a sobrevivência de *E.coli* foi superior a de *Salmonella*.

Nos estuários dos rios também foram isolados e caracterizados diversos sorovares de *Salmonella*; representados no rio Jaguaribe por *Salmonella* Braenderup no ponto 5 e *Salmonella* Carrau na barragem do Itaiçaba; no rio Açú, foram identificados *Salmonella* Freetown e *Salmonella* Newport em Carnaubais e Pendências, acrescidos de *Salmonella enterica* subsp *enterica* e *Salmonella* Carrau no Alto do Rodrigues. No mesmo estuário, foi isolada uma cepa rugosa de *Salmonella enterica* subsp *enterica* no acesso de uma Fazenda D. No rio Curimataú, apesar de ter sido o mais contaminado com material fecal só foi possível reconhecer o sorovar *Salmonella* Braenderup.

Convém destacar que as salmonelas são relativamente resistentes aos vários elementos ambientais, evidente por sua capacidade de proliferar em faixa de pH entre 4,0 e 9,0 (Franco & Landgraft,1996), faixa de pH encontrada nas amostras (Tabela I).

Segundo Rodrigues *et al.*(1989), estudo de algumas praias do município do Rio de Janeiro, identificaram contaminação por *Salmonella* em 13,2% das 53 amostras de água analisadas. Essa bactéria, dentre os vários patógenos bacterianos, tem sido sugerida como um verdadeiro parâmetro para a avaliação sa-

Tabela III - Dados de contagens de Vibrios sacaroses positiva e negativa, isolados do estuário dos rios Jaguaribe/CE), Açú/RN e Curimataú/RN em Unidades Formadoras de Colônias (UFC)/mL.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
JAGUARIBE										
1	<10	<10	<10	<10	<10	150	250	750	200	50
2	<10	350	100	<10	<10	400	850	50	50	<10
3	<10	50	<10	<10	<10	250	<10	50	<10	<10
4	10	<10	10	<10	1000	<10	100	10	1700	200
5	2.950	3.850	250	2.000	1.350	300	200	<10	400	250
6	100	10	250	200	<10	600	350	750	650	250
7	<10	<10	<10	<10	<10	50	200	100	100	250
8	<10	<10	<10	<10	<10	300	50	2.650	18.100	800
AÇÚ										
1	<10	<10	<10	<10	<10	4.200	7.050	<10	<10	<10
2	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
3	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
5	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	3.250	800
6	-	-	-	-	-	<10	<10	<10	<10	<10
7	-	-	-	-	-	2.050	<10	1.400	200	150
8	-	-	-	-	-	14.500	42x 10 <sup>5</sup>	>250	<10	2.850
9	-	-	-	-	-	500	114 x 10 <sup>1</sup>	13 x 10 <sup>4</sup>	7.650	6.950
CURIMATAÚ										
1	165x10 <sup>4</sup>	170x10 <sup>4</sup>	40x10 <sup>4</sup>	23x10 <sup>4</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
2	48x10 <sup>3</sup>	90 x10 <sup>3</sup>	37x10 <sup>4</sup>	52x10 <sup>5</sup>	35,5x10 <sup>4</sup>	<10	<10	<10	<10	<10
3	>250	123x10 <sup>4</sup>	41,5x10 <sup>4</sup>	106x10 <sup>5</sup>	122x10 <sup>5</sup>	<10	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	<10
4	208x10 <sup>5</sup>	117x10 <sup>4</sup>	21,1x10 <sup>5</sup>	17,5x10 <sup>4</sup>	43,5x10 <sup>4</sup>	10x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	5 x10 <sup>1</sup>	<10
5	26,5x10 <sup>5</sup>	>250	50,5x10 <sup>5</sup>	37 x10 <sup>4</sup>	>250	60x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	<10	10x10 <sup>1</sup>
6	30,2x10 <sup>5</sup>	14,5x10 <sup>4</sup>	124x10 <sup>5</sup>	64x10 <sup>5</sup>	64x10 <sup>5</sup>	<10	<10	<10	<10	<10
7	189x10 <sup>4</sup>	31x10 <sup>5</sup>	515x10 <sup>4</sup>	85x10 <sup>4</sup>	135 x10 <sup>4</sup>	115x10 <sup>1</sup>	20x10 <sup>1</sup>	20x10 <sup>1</sup>	10x10 <sup>1</sup>	30x10 <sup>1</sup>
8	139 x10 <sup>3</sup>	500 x10 <sup>4</sup>	96,5x10 <sup>5</sup>	106,5x10 <sup>4</sup>	43 x10 <sup>4</sup>	40 x10 <sup>1</sup>	55x10 <sup>1</sup>	55x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	30x10 <sup>1</sup>
9	36 x10 <sup>4</sup>	56,5x10 <sup>3</sup>	>250	108,5x10 <sup>4</sup>	144 x10 <sup>4</sup>	30 x10 <sup>1</sup>	70x10 <sup>1</sup>	70x10 <sup>1</sup>	20x10 <sup>1</sup>	10x10 <sup>1</sup>
10	>250	300 x10 <sup>4</sup>	>250	172 x10 <sup>5</sup>	44,5x10 <sup>4</sup>	45 x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>	15x10 <sup>1</sup>

nitária de águas, principalmente por sua capacidade de sobrevivência ou resistência nos diversos sistemas aquáticos, o que certamente representa um risco adicional de contaminação de pescados.

Em relação aos víbrios, os maiores valores foram obtidos no estuário do Rio Curimataú (Tabela III), mas estes podem ter sido sobrestimados por causa da necessidade de um pré-enriquecimento em APA. *Vibrio* spp. tem sido a bactéria mais implicada em infecções e doenças em camarões cultivados, com destaque para o *Litopenaeus vannamei* (Lightner 1988; Brock & Lightner 1990; Sindermann, 1990). Mohny *et al.* (1994) relataram uma epizootia ocorrida em fazendas de camarão no Equador, onde a vibriose atacou tanques de cultivo de larvas e de animais adultos chegando, em alguns casos, a matar 90% dos indivíduos de um mesmo tanque. A capacidade em causar doenças varia extraordinariamente entre espécies, e por vezes, na mesma espécie, mas geralmente constata-se o estresse do camarão de alguma forma precedendo ao desenvolvimento da vibriose (Vieira *et al.*, 2000).

A importância da análise objeto deste trabalho reside na identificação da predominância de espécies em cada estuário. Assim, *V. carchariae* foi isolado no estuário do rio Jaguaribe, na barra do Fortim, na saída do Canavieiras e na ponte Beira-rio; *V. alginolyticus* na margem oposta à rampa da indústria, na rampa dessa mesma indústria e ao lado da Fazenda A; *V. cholerae* não O1, não O139, no esgoto ao lado da Indústria A e na barragem do Itaiçaba. No estuário do Rio Açu foram identificados *V. cholerae* não O1 não O139 em Carnaubais; *V. alginolyticus* em Macau; e *V. parahaemolyticus* Kanagawa negativo no acesso às Fazendas B, C e D. No estuário do rio Curimataú-RN foram isolados *V. parahaemolyticus* Kanagawa negativo na ponte do rio Curimataú, no Antigo Porto, na Barra do Rio Cunhaús, na Ponte sobre o rio Pituauçu, na Pocilga, ao lado das Fazendas E, F e G; *Vibrio cholerae* não O1 não O139 no rio Espinho; *Vibrio vulnificus* no rio Pituauçu, na Pocilga, ao lado das Fazendas E e G; *Vibrio harveyi* no rio Pituauçu, no Matadouro, ao lado das Fazendas E, G e F; *V. alginolyticus* na barra do Cunhaús e *V. mimicus* no acesso à Fazenda F.

Owens & Edgerton (1997) relatam que *V. mimicus* é de grande interesse para as fazendas de cultivo de lagostim, tendo em vista que essa espécie foi letal em doses de  $1 \times 10^5$  a  $1 \times 10^6$  UFC/g para indivíduos sadios (Wong & Desmarchelier, 1995), mas sua frequência de ocorrência foi muito baixa, corroborando com a presente investigação, que teve um único isolamento, no estuário do Curimataú.

Concluimos, com base nas observações laboratoriais realizadas neste curto período de tempo,

que não cobriram um período sazonal de duas situações climáticas (chuvoso e não chuvoso), que os três estuários sofrem a poluição fecal, tanto de origem humana como animal. A detecção de vários sorovares de *Salmonella* sugerem esta condição epidemiológica, destacando-se um relato da ocorrência de *S. Newport*, sorotipo relativamente comum no homem e em algumas espécies animais (Hofer, 1972; Ferreira *et al.*, 1984; Hofer & Reis, 1994; Taunay *et al.*, 1996; Hofer *et al.*, 1997; Lázaro *et al.*, 1997; Hofer *et al.*, 1998 e 2000). A detecção dos outros sorovares como *S. Braenderup*, verificada também em fontes animais, particularmente suínos (Lázaro *et al.*, 1997) e *S. Carrau* com referência em equídeos do Nordeste, reflete a importância sanitária das salmonelas (Hofer *et al.*, 2000), que também podem ser propagadas ao consumidor humano através de pescado, no caso, o camarão. A poluição orgânica de natureza fecal (gerando aumento do teor de cloretos) favorecerá a multiplicação dos víbrios que, oportunistas, poderão infectar animais cultivados nessas águas e posteriormente, se propagar ao consumidor.

Os resultados desta pesquisa devem servir de subsídio para adoção de regras e políticas de saneamento das cidades ribeirinhas e das bacias hidrográficas analisadas, através de programas voltados para a educação sanitária e prevenção de efeitos antrópicos causadores de poluição.

**Agradecimentos** - Este projeto foi financiado pela Associação Brasileira dos Cultivadores de Camarão - ABCC, a quem a equipe agradece.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, W.H; Flowers, R.S; Silliker, J. & Bailey, J.S. *Salmonella*, p.357-376, in Downes, F.P. & Ito, K. (eds.), *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. APHA, 14<sup>th</sup> edition, Washington, 2001.
- BRASIL. CONAMA, *Resolução 357 de 17 de março de 2005*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 23 p., Brasília, 2005.
- Brock, J.A. & Lightner, D.V. Diseases caused by microorganisms, p. 245-349, in Kine, O. (ed.), *Diseases of marine animals*. Vol. 3. John Wiley & Sons, New York, 1990.
- Burton, Jr. G.A.; Gunisson, D. & Lanza, G.R. Survival of pathogenic bacteria in various freshwater sediments. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.53, p.633-638, 1987.
- Chamberlain, C.E & Mitchell, R. A decay model for enteric bacteria in natural waters. p 325-348, in Mitchell, R. (ed.), *Water pollution microbiology*. Vol.2. Wiley and Sons, New York, 1978.

- Ferreira, M.D.; Pinto, V.L.L. & Hofer, E. Manipuladores de alimentos em restaurantes de Belo Horizonte, portadores de *Salmonella*. *Rev. Microbiol.*, São Paulo, v.15, p.54-59,1984.
- Franco, B.D.G.M. & Landgraft, M. Microrganismos patogênicos de importância em alimentos, p. 55-60, in *Microbiologia dos alimentos*. Atheneu, 182 p., São Paulo, 1996.
- Ghoul, M.; Bernard, T. & Cormier, M. Evidence that *Escherichia coli* accumulates glycine betaine from marine sediment. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.56, p.551-554, 1986.
- Grabow, W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. *Wat. As.*, v. 22, p.193-202, 1996.
- Greenberg, A.E.; Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, 18<sup>th</sup> edition, p.9.1-9.132, New York, 1992.
- Hofer, E. Investigação sobre a ocorrência de *Salmonella* em esgotos sanitários da cidade do Rio de Janeiro. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*, v.70, p.221-236,1972.
- Hofer, E. & Reis, E.M.F. *Salmonella* serovars in food poisoning episodes recorded in Brazil from 1982 to 1991. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo, v. 36, p. 7-9, 1994.
- Hofer, E.; Reis, E.M.F.; Silva-Filho, S.J. Prevalência de sorovares de *Salmonella* isolados de aves no Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.17, p.55-62, 1997.
- Hofer, E.; Silva-Filho, S.J. & Reis, E.M.F. Sorovares de *Salmonella* isolados de matéria-prima e de ração para aves no Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.18, p.21-2,1998.
- Hofer, E.; Zamora, M.R.N.; Lopes, A.E.; Moura, A.M.; Araújo, H.I.; Leite, J.D.A.D.; Leite, M.D.D. & Silva-Filho, S.J. Sorovares de *Salmonella* em carne de equídeos abatidos no oeste do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.20, p.80-84, 2000.
- INFO. *Comisión Europea. Seguridad alimentaria y riesgos para la salud: las paradojas del progreso*. Investigación Europea, 2003.
- LaLiberte, P. & Grimes, D.J. Survival of *Escherichia coli* in lake bottom sediment. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.43, p.623-628, 1982.
- Lázaro, N.S.; Tibana, A.; Hofer, E. *Salmonella* spp. in healthy swine and in abattoirs environments in Brazil. *J. Food. Prot.*, v.9, p.1029-1033, 1997.
- Lightner, D.V. Diseases of cultured shrimp and prawns, p. 8-127, in Sindermann, C.J. & Lightner, D.V. (eds.), *Diseases diagnosis and control in North American marine aquaculture*. Elsevier, Amsterdam, 1988.
- Marino, R.P & Gannon, J.J. Survival of faecal coliforms and faecal streptococci in storm drain sediment. *Water Res.* v. 25, p.1089-1098, 1991.
- Meirelles, J.C.S. Impactos decorrentes nos principais setores usuários. Setor agrícola- certificação da qualidade da água, insumo fundamental da agropecuária, p. 193-196, in Thame, A.C.M.(org.), *A cobrança pelo uso da água*. Melhoramentos, 255 p., São Paulo, 2000.
- Mohney, L.L.; Lightner, D.V. & Bell, T.A. An epizootic of vibriosis in Ecuatorian pond-reared *Penaeus vannamei* Boone (Crustacea: Decapoda). *J.World aquatic. Soc.*, v.25, p.116-125, 1994.
- Moraes, R.; Crapez, M.; Pfeiffer, W.; Farina, M.; Bainy, A. & Teixeira, V. *Efeitos de poluentes em organismos marinhos*. Villipress ed., São Paulo, 286 p, 2001.
- Owens, L. & Edgerton, B.A. Review of recent information on freshwater crayfish diseases. In Flegęç TW & MacRae IH (eds.), *Diseases in asian aquaculture III*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, 1997.
- Rodrigues, D.P; Solari, C.A; Ribeiro, R.V; Costa, J.E.C.M.; Reis, E.M.F.; Silva Filho, S.J. & Hofer, E. *Salmonella* em águas de Praias do Município do Rio de Janeiro, RJ. *Rev.Microbiol.*, v. 20, p.12-17,1989.
- Sindermann, C.J. *Principal diseases of marine fish and shellfish*, vol.2 Academic Press, New York, 2<sup>nd</sup> edition, 516 p, 1990.
- Taunay, A. E; Fernandes, A.T.; Tavechio, A.T; Neves, B.C; Dias, A.M.G. & Irino, K. The role of Public Health Laboratory in the problem of Salmonellosis in São Paulo, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo, v. 38, p.119-127,1996.
- Temple, K.L.; Camper, A.K. & McFeters, G.S. Survival of two enterobacteria in feces buried in soil under field conditions. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 40, p.794-797,1980.
- Twedt, R.M. Recovery of *Vibrio parahaemolyticus* and related halophilic vibrios, p.1-8, in Read Jr., R.B. (ed.), *Bacteriological analytical manual*. Division of Microbiology Center for Food and Drug Administration, 1984.
- Vasconcelos, G.J. & Swartz, R.G. Survival of bacteria in seawater using a diffusion chamber apparatus in situ. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 31, p.913-920, 1976.
- Vieira, R.H.S.F.; Gesteira, T.C.V.; Marques, L.C.; Martins, P.C.C.; Monteiro, C.M. & Carvalho, R.L. *Vibrio* spp. e suas implicações sobre larvicultura de camarões marinhos. *Arq. Ciên. Mar.*, v.33, p.107-112, 2000.
- Wong, F.Y.K. & Desmarchelier, P.M. *Vibrio mimicus* as the agent of vibriosis in aquacultured freshwater crayfish. *Australian Microbiologist*, v.16, p.1-141, 1995.