

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

**EFEITOS DA EMISSÃO DOS EFLUENTES
DOMÉSTICOS NA PROLIFERAÇÃO DE
Aeromonas sp. EM ÁGUAS DE SUPERFÍCIE E
PESCADO DO ESTUÁRIO DO RIO
BACANGA, SÃO LUÍS/MA**

ANDRÉ GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA MARTINS

FORTALEZA – CE
Março/2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

**EFEITOS DA EMISSÃO DOS EFLUENTES
DOMÉSTICOS NA PROLIFERAÇÃO DE
Aeromonas sp. EM ÁGUAS DE SUPERFÍCIE E
PESCADO DO ESTUÁRIO DO RIO
BACANGA, SÃO LUÍS/MA**

ANDRÉ GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA MARTINS

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: Prof. Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira

FORTALEZA – CE
Março/2005

*Aos meus pais, Auricélia e Rubens Martins
pelo apoio e amor incondicional em todos os
momentos de minha vida.*

DEDICO.

Agradecimentos

A Deus, criador de todas as coisas.

Aos meus pais, Auricélia e Rubens Martins pelos seus ensinamentos e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida. Aos meus irmãos Alan, Alex e Rubens Júnior pelo o apoio e incentivo.

À professora Dra. Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira pela orientação segura durante a realização desta pesquisa.

À professora Dra. Adenilde Ribeiro Nascimento primeiramente pela amizade, e por todo aprendizado que tenho adquirido durante este tempo de convivência e ainda pela disponibilização dos laboratórios de microbiologia para a realização da parte experimental desta pesquisa.

Ao Dr. Ernesto Hofer, pesquisador do Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ/RJ) pela sua valiosa contribuição neste trabalho.

Ao professor Dr. Ricardo Barbieri, Coordenador do Laboratório de Hidrologia da Universidade Federal do Maranhão por ter viabilizado a lancha de pesquisa para a realização das coletas.

Aos técnicos do Laboratório de Limnologia da UFMA, especialmente Silvia Cristina, Evandro e Henrique pela sua valiosa contribuição neste trabalho. Agradeço também ao Sr. Davi (condutor da lancha de pesquisa) pela sua amizade e profissionalismo.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia da UFMA especialmente, Francisca Amaya Castillo, Silvio Marinho, Martha Reis, Lia Gracy, Leonildes Aguiar, Thâmara de Paula, Waldênia Ascensão, Francisca das Chagas, Marlucy Oliveira, Liana Ferraz, Luzinete Teixeira, Paulo Carvalho, Sra. Dica, José Walter, José Ribamar e a Sra. Núbia pela amizade e pela colaboração imprescindível na realização deste trabalho.

Agradeço imensamente aos meus amigos de turma do Curso de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais e aos funcionários do Instituto de Ciências do Mar (UFC/CE) pela receptividade, apoio e amizade a mim dispensada durante nosso período de convivência.

Aos professores: Dr. João Elias Mouchrek, Dr. Victor Mouchrek Filho e Ms. Nestor Everton Mendes Filho pelo incentivo e amizade.

À UFMA e a CAPES pelo incentivo à pesquisa em nosso País.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para viabilização, desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.



*"Minha terra tem palmeiras,
Onde canta o Sabiá.
As aves , que aqui gorjeiam,
Não gorjeiam como lá.
Nosso céu tem mais estrelas.
Nossas várzeas têm mais flores,
Nossos bosques têm mais vida
"Nossa vida mais amores.*

*Em cismar, sozinho, à noite,
Mais prazer encontro eu lá.
Minha terra tem palmeiras,
Onde canta o Sabiá.*

*Minha terra tem palmeiras,
Que tais não encontro eu cá:
Em cismar:- sozinho, à noite -
Mais prazer encontro eu lá:
Minha terra tem palmeiras.
Onde canta o Sabiá.*

*Não permita Deus que eu morra,
Sem que eu volte para lá:
Sem que desfrute os primores
Que não encontro por cá: "
Sem qu'inda aviste as palmeiras,
Onde canta o Sabiá.*

Gonçalves Dias (1823-1864)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Estuários e poluição dos recursos hídricos.....	4
2.2 Esgotos domésticos	8
2.2.1 Característica dos esgotos.....	8
2.2.2 Características físicas	9
2.2.2.1 Matéria sólida total	9
2.2.2.2 Temperatura.....	9
2.2.2.3 Odor	10
2.2.2.4 Cor e turbidez	10
2.2.3 Características químicas	11
2.2.3.1 Substâncias orgânicas	11
2.2.3.2 Substâncias inorgânicas	12
2.2.4 Características biológicas	13
2.3 O gênero <i>Aeromonas</i>	13
2.4 Fatores de virulência e mecanismos de patogenicidade.....	17
2.4.1 Gastrenterites	18
2.4.2 Septicemia	19
2.4.3 Feridas infecciosas.....	20
2.4.4 Trato respiratório	22
2.4.5 Infecções oculares.....	23
2.4.6 Osteomielites	24
2.5 Infecções em humanos.....	24
2.6 Infecções em pescado.....	27
2.7 Ocorrência em alimentos	29
2.8 Ocorrência ambiental.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	32

3.1 Área de estudo	32
3.2 Coleta das amostras	34
3.3 Preparo das amostras	36
3.3.1 Amostras de água.....	36
3.3.2 Amostras de pescados.....	36
3.3.3 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de <i>Aeromonas sp.</i>	39
3.4 Contagem Padrão em Placas de <i>Aeromonas sp.</i>	39
3.5 Isolamento e identificação das cepas suspeitas de <i>Aeromonas sp.</i>	40
3.6 Antibiograma	43
3.7 Determinações dos parâmetros físico-químicos	44
3.7.1 Temperatura.....	44
3.7.2 Salinidade	44
3.7.3 pH	44
3.7.4 Oxigênio Dissolvido	44
3.7.5 Nitrogênio amoniacal (N-NH ₄ ⁺).....	45
3.7.6 Nitrito (N-NO ₂ ⁻).....	45
3.8 Análise estatística	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A. Resultados das correlações estatísticas.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de estuário segundo a classificação de Pritchard (1952).	5
Figura 2. Classificação de estuários proposta por Hayes (1975).....	5
Figura 3. Esgoto doméstico lançado <i>in natura</i> no estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.	8
Figura 4. Celulites causadas por <i>Aeromonas</i> sp.	25
Figura 5. Infecções com bolhas causadas por <i>Aeromonas</i> sp.....	26
Figura 6. Eritema gangrenoso.	26
Figura 8. Ulceração dermal causada por <i>Aeromonas</i> sp.....	28
Figura 9. Transmissão de <i>Aeromonas</i> sp. pelo contato direto com animais contaminados. ...	29
Figura 10. Localização dos pontos de amostragem no estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.	33
Figura 11. Espécies de peixes analisados.	35
Figura 12. Enumeração (NMP/100mL) e contagem (UFC/mL) de <i>Aeromonas</i> sp. em amostras de água.....	37
Figura 13. Enumeração (NMP/g) e contagem (UFC/g) de <i>Aeromonas</i> sp. em amostras de pescados.....	38
Figura 14. Placa contendo o Agar GSP com crescimento de <i>Aeromonas</i> sp.	40
Figura 15. Distribuição espaço temporal da temperatura medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.....	50
Figura 16. Distribuição espaço temporal da salinidade medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.....	52
Figura 17. Comportamento das <i>Aeromonas</i> sp. frente a salinidade medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.	53
Figura 18. Distribuição do pH medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.....	54

Figura 19. Distribuição espaço temporal do oxigênio dissolvido medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.	57
Figura 20. Distribuição espaço temporal do N-amoniaco (N-NH_4^+) medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.	58
Figura 21. Distribuição espaço temporal do nitrito medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.	61
Figura 22. Sensibilidade das cepas de <i>A. hydrophila</i> e <i>A. caviae</i> frente a cefalotina (CFL)...	67
Figura 23. Sensibilidade das cepas de <i>A. hydrophila</i> e <i>A. caviae</i> frente a cefotaxima (CTX)...	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/L) no esgoto sanitário.....	13
Tabela 2. Frequência relativa da ocorrência de infecções humanas associadas com <i>Aeromonas</i> mesófilas ^a	16
Tabela 3. Características de feridas infecciosas provocadas por <i>Aeromonas</i> sp.....	21
Tabela 4. Números típicos das espécies de <i>Aeromonas</i> quantificadas em ambientes aquáticos...	31
Tabela 5. Produção de esgoto pela Unidade Centro em São Luís/MA no ano de 2004.....	34
Tabela 6. Resultados referentes ao Número Mais Provável (NMP/100mL) e a contagem padrão em placas (CPP) em Agar Gelatina Fosfato Sal (GSP) (UFC/mL) de <i>Aeromonas</i> em 90 amostras de água de superfície do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.	46
Tabela 7. Valores dos parâmetros físico-químicos medidos nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.	49
Tabela 8. Resultados referentes ao Número Mais Provável (NMP/g) e a contagem padrão em placas (CPP) em Agar GSP (UFC/g) de <i>Aeromonas</i> em 30 amostras de peixes oriundos do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.	62
Tabela 9. Dados referentes ao número de cepas e ao percentual de positividade para <i>Aeromonas</i> isoladas a partir de amostras de água e pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.	63
Tabela 10. Percentual de espécies de <i>Aeromonas</i> sp. identificadas nas águas de superfície e pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.....	64
Tabela 11. Resultados dos testes de susceptibilidade a antimicrobianos realizados em cepas de <i>Aeromonas hydrophila</i> e <i>Aeromonas caviae</i> , isoladas de amostras de água de superfície e de pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.	67

RESUMO

Para a detecção de *Aeromonas* foram coletadas 90 amostras de água de superfície e 30 de peixes no estuário do rio Bacanga em São Luís/MA, no período de março a outubro de 2004. As amostras foram submetidas, simultaneamente, ao método de plaqueamento direto em Agar Gelatina Fosfato Sal (Agar GSP acrescido de 20µg/mL de ampicilina) para a contagem (UFC/mL ou g) e a determinação do Número Mais Provável (NMP/100mL ou g) pela técnica dos tubos múltiplos, utilizando-se o Caldo Trypticase Soja (Caldo TSB com 20µg/mL de ampicilina). As espécies de peixes analisadas foram: Bagre (*Pimelodus maculatus*), Tainha (*Mugil cephalus*), Solha (*Pleuronectes platessa*), Prata (*Hemigrammus rodwayi*), Sardinha (*Opisthonema oglinum*). Os resultados obtidos retratam uma ampla disseminação de *Aeromonas* no estuário. Para as amostras de água e peixes as contagens variaram de 40 a $1,3 \times 10^8$ UFC/mL e de $3,2 \times 10^2$ a $5,8 \times 10^6$ UFC/g respectivamente, sendo que os maiores índices foram obtidos nos pontos próximos às emissões de esgotos domésticos. Os valores para o NMP/100mL de água oscilaram entre $2,3 \times 10^4$ e $1,6 \times 10^7$ e de 230 a 24000/g para peixe. Os maiores índices de *Aeromonas* foram constatados no mês de maior intensidade de chuvas, abril, e os menores em outubro, correspondente ao pico de estiagem na região, evidenciando assim uma possível sazonalidade na incidência da bactéria no ambiente estudado. Das 751 cepas isoladas das amostras de água, 582 foram positivas para *Aeromonas*, sendo que 52,7% eram *A. caviae*, 23,8% *A. hydrophila*, 19,5%, *A. veronii* e 3,7% *A. sobria*. Para as isoladas do pescado (245 cepas) 184 foram identificadas como *Aeromonas* sendo 43,4% de *A. caviae*, 28,2% de *A. hydrophila*, 26,6% *A. veronii* e 1,6% de *A. sobria*. Com relação aos parâmetros físico-químicos medidos nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, apenas a temperatura, a salinidade e o pH, tiveram correlações significativas. De modo geral, as cepas de *Aeromonas* sp. foram sensíveis a maioria dos antimicrobianos testados, com exceção de ampicilina, ao qual 100% das cepas foram resistentes.

Palavras-chave: *Aeromonas*. Estuário. Efluentes domésticos.

ABSTRACT

This research work was designed to detect the presence of *Aeromonas* in the Bacanga River estuary, São Luís, Maranhão State, Brazil. The database consisted of 90 samples of the river's surface water and 30 samples of fish, in the period from March to October, 2004. They were amenable, simultaneously, to counting of bacteria on Agar Gelatin Phosphate Salt (GSP) plus 20µg/mL of ampicilim (UFC/mL or UFC/g) and to the determination of the Most Probable Number (MPN/100mL or MPN/g), through the multiple test-tube technique using the Trypticase Soy Broth (TSB) plus 20µg/mL of ampicilim. The analyzed fish species were: catfish (*Pimelodus maculatus*), mullet (*Mugil cephalus*), flatfish (*Pleuronectes platessa*), golden tetra (*Hemigrammus rodwayi*) and Atlantic thread-herring (*Opisthonema oglinum*). The results showed dissemination of *Aeromonas* in the estuary. The counts for the water and fish samples varied from 40 to 1.3×10^8 UFC/mL and from 3.2×10^2 to 5.8×10^6 UFC/g, respectively, with the highest indices being registered at points next to domestic sewage outlets. The values for the MPN/100mL in water samples varied from 2.3×10^4 to 1.6×10^7 and for the MPN/g in fish samples from 230 to 24×10^3 . The occurrence of the greatest indices of *Aeromonas* in April, at the height of the rainy season, and the lowest in October, at the height of the dry season, suggests there to be a probable seasonality of bacteria density in the studied environment. Out of the 751 isolated strains from water samples, 582 were positive for *Aeromonas*, being 52.7% *A. caviae*, 23.8% *A. hydrophila*, 19.5% *A. veronii* and 3.7% *A. sobria*. Out of the ones isolated from the fish (245 strains) 184 were identified as *Aeromonas*, being 43.4% *A. caviae*, 28.2% *A. hydrophila*, 26.6% *A. veronii* and 1.6% *A. sobria*. As concerns the physical and chemical parameters measured in surface waters of the Bacanga River's estuary, temperature, salinity and pH only showed significant correlations. In general, strains of *Aeromonas* sp. were found to be sensitive to most of the tested antimicrobians, except for ampicillim, to which they showed 100% resistance.

Key words: *Aeromonas*. Estuary. Domestic sewage.

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, dentre as quais se destacam: o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aqüicultura e a harmonia paisagística. No entanto, nas últimas décadas, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem, o que acaba resultando em prejuízo para a própria humanidade (Moraes & Jordão, 2002).

A água, apesar de importante à vida do homem, quando poluída, pode ser responsável também pela transmissão de uma variedade de doenças através de sua ingestão ou do seu emprego para a irrigação, pesca e recreação. Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% de todas as doenças que afetam os países em desenvolvimento provêm de água de má qualidade (Macêdo, 2001).

As ocupações populacionais ao longo das regiões costeiras aumentam o risco de contaminação dos recursos hídricos por esgotos domésticos e outros agentes poluentes, incluindo organismos patogênicos, substâncias orgânicas, metais pesados e elementos traço, possuindo desta forma efeitos diretos ou indiretos sobre os ecossistemas e organismos aquáticos, propagando doenças através da água e alimentos contaminados (Torres, 2004).

Atualmente, os problemas de saúde pública associados à poluição dos recursos hídricos não estão ligados apenas aos organismos entéricos ou de origem fecal, mas, também aos organismos que ocorrem naturalmente nos ambientes aquáticos, relacionados como possíveis causas de doenças de veiculação hídrica (Islam & Tanaka, 2004).

As gastroenterites e as feridas infecciosas são geralmente causadas por bactérias autóctones de ambientes aquáticos tais como: *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio* sp., *Pseudomonas* e *Aeromonas*, as quais em função dos altos níveis de nutrientes na água, provenientes do aporte de material orgânico, em função do esgoto doméstico, têm seu crescimento favorecido juntamente com outros microrganismos heterotróficos (Chopra *et al.*, 1999).

Nos últimos anos, o interesse em *Aeromonas* tem aumentado em função do elevado número de doenças causadas por essas bactérias em humanos, onde as mesmas podem atuar como patógenos oportunistas em indivíduos imunodeprimidos (Bottarelli & Ossiprandi, 1999). Além disso, neste papel de “patógeno secundário”, as aeromonas têm sido implicadas como potenciais causadoras de gastroenterites e infecções extraintestinais, incluindo infecções com feridas, pneumonia, síndrome urêmica hemolítica, peritonites, sépsis biliares e septicemias (Chan *et al.*, 2000).

São amplamente distribuídas em ambientes aquáticos sendo isoladas de águas doces, salgadas, tratadas, estuários e esgotos domésticos (Isonhood *et al.*, 2002). Essas bactérias também têm sido isoladas de vegetais e de uma variedade de produtos de origem animal incluindo, carne bovina, aves, peixes, camarões, leite, etc. (Galbis *et al.*, 2002).

Várias espécies de *Aeromonas* capazes de produzir exotoxinas e hemólises têm sido isoladas da água (considerada como fonte de doenças entéricas para o homem e animais) e de fezes de pessoas doentes e saudáveis; dentre estas estão: *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. veronii* biotipo sobria, *A. veronii* biotipo veronii, *A. jandaei* e *A. schubertii* (Kirov, 1993).

A poluição do meio ambiente tornou-se de interesse público em todo o mundo, já que muitos países vêm sendo afetados por seus graves impactos sendo que um dos principais problemas ambientais é a utilização dos rios como principal receptor de esgotos, seja de origem doméstica ou industrial (Torres, 2004).

Os esgotos não tratados, lançados em ambientes aquáticos, podem causar uma série de impactos ao corpo hídrico e à fauna, sendo o principal a redução do oxigênio dissolvido na água, devido ao seu consumo pelos microrganismos (especialmente bactérias) para a degradação da matéria orgânica, o que prejudica peixes e outros organismos aquáticos (Moraes & Jordão, 2002).

Um aspecto que deve ser levado em consideração, quando se fala em poluição ambiental, é o risco de contaminação do pescado capturado nessas áreas, sendo que a qualidade do mesmo está intimamente ligada à qualidade do ambiente (Feldhusen, 2000).

Nos últimos anos, o consumo de pescado no Brasil tem aumentado significativamente em função de sua importância nutricional. O pescado, por ser um alimento rico em nutrientes, principalmente proteínas, é bastante suscetível ao ataque e desenvolvimento microbiano, além de sofrer alterações de natureza físico-química, as quais irão refletir geralmente em sua cor, consistência, odor e sabor podendo, além de acarretar perdas do produto, ocasionar riscos à saúde dos consumidores (Hoffman *et al.*, 1999).

Dentre as bactérias que atuam desfavoravelmente sobre o pescado e derivados estão as bactérias pertencentes aos gêneros: *Salmonella*, *Clostridium*, *Staphylococcus* e *Vibrio*, além daquelas pertencentes ao grupo coliformes, sendo que um aspecto pouco divulgado é a patologia infecciosa ocasionada por bactérias autóctones de ambientes aquáticos pertencentes à família Aeromonadaceae. Dentre as espécies desse gênero destacam-se as cepas de *A. hydrophila*, capazes de causar septicemias em peixes e anfíbios, e as da espécie *A. salmonicida*, que é a mais conhecida como patógeno de peixes, não tendo significância como patógeno de humanos (ICMSF, 1998).

A cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão, está localizada no Nordeste do Brasil a 2° ao Sul do Equador, a 2°31' de latitude Sul e 44°16' longitude Oeste. Possui uma área de 831,7 km², e uma população de aproximadamente 870.028 habitantes com uma densidade populacional de 1.007,08 hab/km² e uma produção anual de esgoto estimada em 30 milhões de m³. Como toda cidade situada às margens de rios, mar, etc., a quase totalidade do esgoto doméstico produzido é lançado diretamente, sem qualquer tratamento prévio, nos rios que circundam a cidade (IBGE, 2004; CAEMA, 2005).

Um dos principais corpos receptores desses efluentes domésticos é o rio Bacanga, localizado na parte ocidental da Ilha de São Luís, que juntamente com seus afluentes formam o estuário do Bacanga, um estuário tipicamente urbano, muito rico em manguezais e águas, locais de onde provém alimentos (pesca artesanal) e parte do suplemento hídrico para a capital e para a população ribeirinha (UFMA/LABOHIDRO, 1998).

Apesar de todas estas vantagens, o estuário do Bacanga vem sendo degradado, por causa do desmatamento dos mangues, e principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos efetuados pelas populações dos bairros localizados nas proximidades do estuário. Tudo isto tem colocado em risco a fauna e a flora desta área, o que afeta de forma direta ou indiretamente a saúde de seus moradores (SEMATUR-MA, 1991).

No aspecto de saúde pública, as *Aeromonas* demonstram uma grande importância, sendo necessário um maior conhecimento a respeito de sua presença e distribuição, pois a eventual constatação de sua ocorrência freqüente, poderá fornecer subsídios de valia para estudos epidemiológicos, envolvendo alimentos tais como: o pescado, hortaliças, etc., responsáveis por surtos de toxinfecções de origem alimentar, possibilitando também o controle e a recuperação dos ecossistemas.

Esta pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de avaliar os efeitos das emissões de efluentes domésticos na proliferação de *Aeromonas* sp. em águas de superfície e pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Estuários e poluição dos recursos hídricos

O termo estuário tem origem do latim *aestus*, significando calor, fervura ou maré. O adjetivo *aestuarium*, especificamente quer dizer tidal ou relativo a maré. A definição mais clássica de estuário diz que: “estuário é um corpo d’água costeiro, semifechado o qual tem livre comunicação com o mar aberto e dentro do qual a água do mar é mensuravelmente diluída com a água doce proveniente da bacia de drenagem” (Cameron & Pritchard, 1963).

Segundo Ré (2000), “estuário é um corpo aquoso, costeiro, semifechado que se estende até o limite efetivo da influência de maré, dentro do qual a água salina que adentra por uma ou mais conexões livres com o mar aberto, ou qualquer outro corpo salino costeiro, é significativamente diluída com água doce derivada das drenagens continentais, e podem sustentar espécies biológicas, que se adaptam às variações de salinidade, em parte ou em um ciclo de vida completo”.

Na literatura existem diferentes classificações de estuário, baseadas nas variações de salinidade ou de densidade da água, nas amplitudes de maré da área oceânica adjacente e nas características geomorfológicas. Não existe qualquer consenso sobre qual das classificações é a mais completa ou sucinta, e sem dúvida as variadas proposições refletem os diferentes interesses profissionais daqueles que trabalham com a ciência marinha.

A classificação baseada nos padrões de variação de salinidade foi introduzida por Pritchard (1952), baseada na definição oceanográfica de estuário. Os estuários foram classificados por Pritchard como: a) de cunha salina; b) parcialmente misturados e c) verticalmente homogêneos (Figura 1).

Na Figura 1 o volume relativo do fluxo de maré cresce de a para c, junto à magnitude das correntes de maré. A turbulência na coluna d’água é diretamente proporcional à velocidade do fluxo junto ao fundo, de forma que com o aumento da velocidade da maré expandem-se os processos de mistura. Conseqüentemente, as duas camadas que caracterizam os estuários de cunha salina (Figura 1a) perdem gradualmente a distinção, até a camada d’água se tornar verticalmente homogênea (Figura 1c).

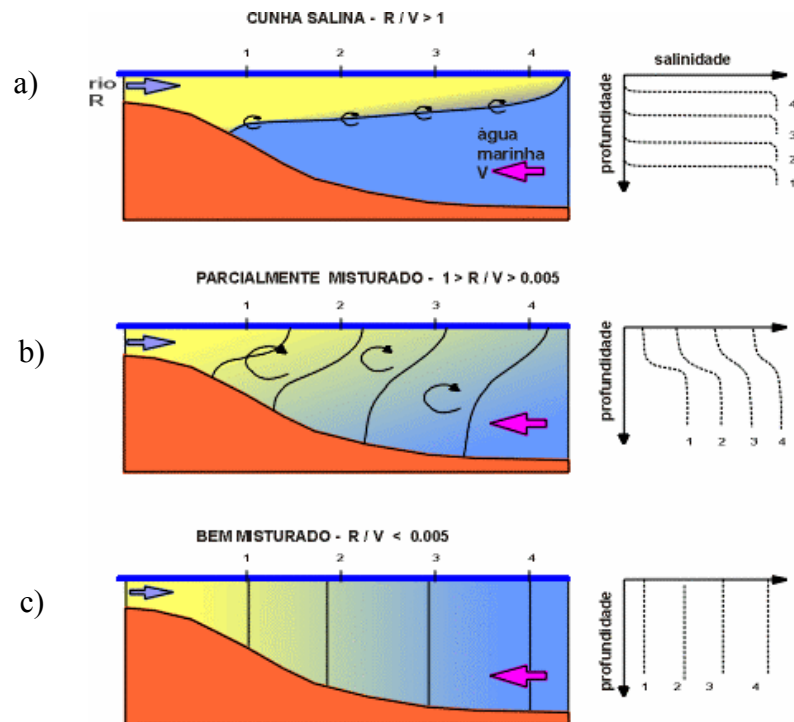


Figura 1. Tipos de estuário segundo a classificação de Pritchard (1952).

Hayes (1975) propôs uma classificação geomorfológica baseada na altura da maré. Esta classificação se baseou em formas deposicionais distintas observadas na embocadura de canais estuarinos e lagunares ao longo de costas de restinga apresentando variações longitudinais na altura das marés (Figura 2). Esta classificação foi baseada na classificação de alturas de maré proposta por Davies (1964), onde o termo micromaré se refere a marés com altura menor que 2 m, mesomars, aquelas com alturas variando de 2 a 4m e macromars as com alturas maiores que 4m.

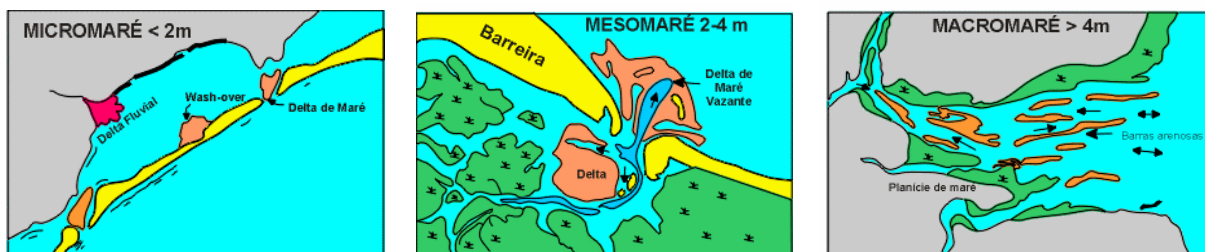


Figura 2. Classificação de estuários proposta por Hayes (1975).

Na classificação de Hayes (1975), estuários de micro e mesomaráis estão associados a restingas e ocasionais canais de conexão entre o estuário ou laguna, à retaguarda, e ao mar. Estuários largos, com ampla desembocadura e forma longitudinal em funil são característicos de regiões de macromaráis.

Os estuários com suas florestas de mangue servem de habitat para diversos animais desde formas microscópicas até grandes peixes, aves, répteis e mamíferos e apresentam condições ideais para alimentação, proteção e reprodução de representantes de todos os elos da cadeia alimentar, sendo assim zonas de grande produtividade biológica. Nos estuários, as condições ambientais são muito especiais e adversas, o que os torna altamente vulneráveis, podendo ser destruídos se houver alterações abruptas em alguns dos seus parâmetros ambientais. A dinâmica dos estuários é particularmente complexa, devido às influências de cheias e vazantes dos rios, bem como das marés (Ré, 2000).

Atualmente, vários estudos ecológicos sobre o ciclo de vida dos animais aquáticos em regiões estuarinas vêm sendo desenvolvidos por se tratar de áreas de grande fertilidade. Estes estudos são de fundamental importância quando se quer definir a qualidade de vida dos organismos, bem como a avaliação do potencial de exploração dos recursos e de sua correta administração (Troussellier *et al.*, 2004).

Os estuários apresentam características ambientais únicas que resultam em elevada produtividade biológica. Esses ecossistemas desempenham papéis ecológicos importantes, como exportadores de nutrientes e matéria orgânica para águas costeiras adjacentes, habitats vitais para espécies de importância comercial, além de gerarem bens e serviços para comunidades locais (Lapointe & Clark, 1992).

Os assentamentos urbanos e o desenvolvimento de atividades industriais, portuárias, pesqueiras, de exploração mineral, turísticas, entre outras, sem planejamento adequado, vêm colocando em risco os atributos básicos dos estuários brasileiros e ecossistemas associados; resultando na diminuição da qualidade de vida da população local (Troussellier *et al.*, 2004).

A poluição das águas constitui um dos mais sérios problemas ecológicos da atualidade. As fontes de poluição da água mais uma vez decorrem, principalmente, da atividade humana, esgotos domésticos e industriais são alguns exemplos. O esgoto é um dos maiores problemas a nível global, seja em volume de material poluente despejado, seja pelos problemas concretos trazidos à saúde pública (Almeida *et al.*, 2001).

Os resíduos fecais constituem os principais poluentes presentes nos esgotos domésticos. Eles contêm principalmente restos orgânicos e bactérias do grupo coliformes. Tais poluentes causam distúrbios intestinais, diarreia e intoxicações. O grande acúmulo de

restos orgânicos facilita a proliferação de bactérias aeróbias, consumidoras de oxigênio. Com o consumo do oxigênio, desenvolvem-se bactérias anaeróbias, produção de gases de putrefação responsáveis pelo cheiro da água, os quais são tóxicos para os seres vivos (Neill, 2004).

Em São Luís, os estuários e manguezais têm sido os ecossistemas costeiros mais comprometidos, frente à acentuada expansão urbana que a cidade tem experimentado na atualidade. Os principais estuários da Ilha de São Luís são formados pelos rios Tibiri, Bacanga, Anil e Paciência e são circundados por manguezais e matas de várzea (Jornal O Estado do Maranhão, 2004).

Desta forma, a cidade vem sofrendo com a poluição dos quatro rios mais importantes para a cidade que são Anil, Bacanga, Itapiracó e das Bicas. Todos eles mostram indícios de poluição, com muito lixo espalhado pelas suas margens e com saídas de esgoto que derramam dejetos em seu leito. A ocupação desordenada destas áreas também contribui para a situação ambiental precária. Os próprios moradores dos bairros, que cresceram em volta destes cursos d'água, não respeitam a legislação brasileira, que estabeleceu que não se pode construir numa faixa de 15 metros das margens (Jornal O Estado do Maranhão, 2004).

Apesar de cerca de 95% da população em São Luís ter água encanada, a cobertura de rede de esgoto sanitária, atinge apenas 38,8% dos lares, mesmo assim 100% do esgoto produzido é lançado *in natura* nos rio e praias da ilha (Jornal O Imparcial, 2004).

O rio Bacanga, objeto da nossa pesquisa, vem sofrendo ao longo dos anos, um acelerado processo de degradação ambiental. Muito lixo vem se acumulando ao longo das margens do estuário, provocando aterro e assoreamento do leito. Além de esgotos sem tratamento, também são lançados nas margens e leito do rio embalagens plásticas, vidros, latas, pneus, animais mortos, sucatas de eletrodomésticos e de carros, e restos de material de construção. A maioria desses produtos, conforme especialistas, precisa de centenas de anos para se decompor (UFMA/LABOHIDRO, 1998).

O Bacanga recebe esgoto de diversos bairros (Figura 3). Sua água está negra e grossa e em determinados pontos exala forte mau cheiro em consequência da falta de oxigênio. Varias pesquisas realizadas na área detectaram níveis altíssimos de poluição por material fecal tanto na água quanto nos peixes, o que significa sérios riscos à saúde das pessoas quando da ingestão de peixes mal cozidos (Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004).



Figura 3. Esgoto doméstico lançado *in natura* no estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Deve-se ressaltar também que, o lançamento indiscriminado de esgotos nos rios, promove a desoxigenação das águas acelerando o desenvolvimento de organismos patogênicos (autóctones ou contaminantes dos ambientes aquáticos) que podem causar infecções na pele, gastrintestinais, dentre outras enfermidades em indivíduos imunodeprimidos através do contato direto com a água ou pelo consumo de alimentos regados ou lavados com ela.

2.2 Esgotos domésticos

2.2.1 Característica dos esgotos

A palavra esgoto costuma ser usada para definir tanto a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, como também o próprio líquido que flui por estas canalizações. Hoje este termo é usado para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais, e outros efluentes sanitários (Jordão & Pessoa, 1995).

Os esgotos costumam ser classificados em dois grupos principais: os esgotos sanitários e os industriais. Os primeiros são constituídos essencialmente de despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais, águas de infiltração e eventualmente uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas (Viel, 1994).

Os esgotos domésticos ou domiciliares provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos. Compõem-se essencialmente da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem (Torres, 2004).

Os esgotos industriais são aqueles que provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares (Nuvolari, 2003).

2.2.2 Características físicas

As características físicas do esgoto podem ser interpretadas pela obtenção das grandezas correspondentes às seguintes determinações: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez.

Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A remoção da matéria sólida é fonte de uma série de operações unitárias de tratamento, ainda que represente apenas cerca de 0,08% dos esgotos (água compõe os restantes 99,92%) (CETESB, 1985).

2.2.2.1 Matéria sólida total

A matéria sólida total do esgoto pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103°C. O conhecimento da fração de sólidos voláteis apresenta particular interesse nos exames dos lodos dos esgotos (para se saber sua estabilidade biológica) e nos processos de lodos ativados (para se saber a quantidade de matéria orgânica que toma parte no processo) (Andreoli *et al.*, 1994).

A matéria em suspensão, para efeito de controle da operação de sedimentação, costuma ser classificada em: sedimentável (aquela que sedimenta num período razoável de tempo, tomado arbitrariamente entre 1 ou 2 horas) e não sedimentáveis (finamente dividida e que não sedimenta no tempo arbitrário de 2 horas). Em termos práticos, a matéria não sedimentável só será removida por processos de oxidação biológica e de coagulação seguida de sedimentação (Jordão *et al.*, 1995).

2.2.2.2 Temperatura

A temperatura dos esgotos é, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento (pela contribuição de despejos domésticos que tiveram as águas aquecidas). Pode, no entanto,

apresentar valores reais elevados, pela contribuição de despejos industriais. Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, à exceção dos meses mais quentes do verão, sendo típica a faixa de 20 a 25°C (Roque, 1997).

Em relação aos processos de tratamento sua influência se dá, praticamente: nas operações de natureza biológica (a velocidade de decomposição do esgoto aumenta com a temperatura, sendo a faixa ideal para a atividade biológica 25 a 35°C, sendo ainda 15°C a temperatura abaixo da qual as bactérias formadoras do metano se tornam inativas na digestão anaeróbia); nos processos de transferência de oxigênio (a solubilidade do oxigênio é menor nas temperaturas mais elevadas); e nas operações em que ocorre o fenômeno da sedimentação (o aumento da temperatura faz diminuir a viscosidade melhorando as condições de sedimentação) (Chagas, 2000).

2.2.2.3 Odor

Os odores característicos dos esgotos são causados pelos gases formados no processo de decomposição. Quando ocorrem odores diferentes e específicos, o fato se deve à presença de despejos industriais. Nas estações de tratamento o mau cheiro eventual pode ser encontrado não apenas no esgoto em si, se ele chega em estado séptico, mas principalmente em depósitos de material gradeado, de areia, e nas operações de transferência e manuseio do lodo. Assim, uma atenção especial deverá ser dada às unidades que mais produzem esses odores desagradáveis, como é o caso das grades na entrada da estação de tratamento de esgoto, das caixas de areia e dos adensadores de lodo (Jordão & Pessoa, 1995).

2.2.2.4 Cor e turbidez

A cor e a turbidez indicam de imediato, e aproximadamente, o estado de decomposição do esgoto ou sua “condição”.

A tonalidade acinzentada da cor é típica do esgoto fresco. A cor preta é típica do esgoto velho e de uma decomposição parcial. Os esgotos podem, no entanto, apresentar qualquer outra cor, nos casos de contribuição importante de despejos industriais, como por exemplo, dos despejos de indústrias têxteis ou de tintas. A turbidez não é usada como forma de controle do esgoto bruto, mas pode ser medida para caracterizar a eficiência do tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada à concentração de sólidos em suspensão (Nuvolari, 2003).

2.2.3 Características químicas

A composição química das diversas substâncias presentes nos esgotos domésticos é extremamente variável, dependendo dos hábitos da população e diversos outros fatores. Esta variação vem sendo verificada devido a utilização de modernos produtos químicos de limpeza utilizados nas residências. O grau de complexidade da composição química de tais substâncias vem aumentando significativamente, sendo exemplo notório a presença de detergentes em concentrações cada vez maiores, bem como alguns inseticidas e bactericidas, que já merecem estudos específicos de região para região (Roque, 1997).

A origem dos esgotos permite classificar as características químicas em dois grandes grupos: da matéria orgânica e da matéria inorgânica.

2.2.3.1 Substâncias orgânicas

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos principalmente por compostos de proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gordura e óleos (10%), uréia, surfactantes, fenóis e pesticidas.

Proteínas:

As proteínas são produtoras de nitrogênio e contém carbono, hidrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforo, enxofre e ferro. As proteínas são o principal constituinte de organismos animais, mas ocorrem também em plantas. O gás sulfídrico presente nos esgotos é proveniente do enxofre fornecido pelas proteínas (Jordão *et al.*, 1995).

Carboidratos:

Os carboidratos contém carbono, hidrogênio e oxigênio. São as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com produção de ácidos orgânicos. Entre os principais exemplos de carboidratos pode-se citar os açúcares, o amido, a celulose e a fibra da madeira (Nuvolari, 2003).

Gordura:

A gordura é um termo que normalmente é usado para se referir à matéria graxa, aos óleos e às substâncias semelhantes encontradas no esgoto. A gordura está sempre presente no esgoto doméstico proveniente do uso de manteiga e óleos vegetais em cozinhas, podendo estar presente também sob a forma de óleos minerais derivados do petróleo e neste caso sua presença é altamente indesejável, pois geralmente são contribuições não permitidas que chegam às canalizações em grande volume ou grande concentração aderindo às paredes das mesmas provocando seu entupimento. As gorduras e muito particularmente os óleos minerais, não são desejáveis nas unidades de transporte e de tratamento dos esgotos: aderem as paredes, produzindo odores desagradáveis além de diminuir as seções úteis; formam “escumas”, uma camada de material flutuante nos decantadores, o que poderá vir a entupir os filtros, interferem e inibem a vida biológica e trazem problemas de manutenção. Em vista disso, costuma-se limitar o teor de gordura nos efluentes (Coraucci, 1991).

Detergente:

Os surfactantes são constituídos por moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor ou na estação de tratamento em que o esgoto é lançado. Tendem a se agregar à interface ar-água, e nas unidades de aeração aderem à superfície das bolhas de ar, formando uma espuma muito estável e difícil de ser quebrada. O tipo mais comum é o chamado ABS (Alquil – Benzeno – Sulfonado), típico dos detergentes sintéticos e que apresenta resistência à ação biológica; este tipo vem sendo substituído pelos do tipo “LAS” (Arquil – Sulfonado – Linear) que é biodegradável (Jordão & Pessoa, 1995).

2.2.3.2 Substâncias inorgânicas

A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada, principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas. A areia é proveniente de águas de lavagem das ruas e de águas de subsolo, que chegam as galerias de modo indevido ou que se infiltram através das juntas das canalizações (Smith, 1996).

Raramente os esgotos são tratados para remoção de constituintes inorgânicos, à exceção de alguns despejos industriais. Na Tabela 1 são mostrados valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/L) no esgoto sanitário.

Tabela 1. Valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/L) no esgoto sanitário.

Parâmetros	Condições do Esgoto		
	Forte	Médio	Fraco
DBO ₅ (20°C)	300	200	100
O. D.	0	0	0
Nitrogênio Total	85	40	20
Nitrogênio Orgânico	35	20	10
Amônia Livre	50	20	10
Nitrito, NO ₂	0,10	0,05	0
Nitratos, NO ₃	0,40	0,20	0,10
Fósforo Total	20	10	5
Orgânico	7	4	2
Inorgânico	13	6	3

Fonte: Jordão & Pessoa (1995).

2.2.4 Características biológicas

Os principais grupos de microrganismos importantes para os processos de tratamento são aqueles utilizados nos processos biológicos, os indicadores de poluição e especialmente os patógenos, capazes de transmitir doenças por veiculação hídrica. Os principais organismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e alguns grupos de plantas e animais (Viel, 1994).

As bactérias constituem talvez o elemento mais importante do grupo de microrganismos, responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas unidades de tratamento biológico (CETESB, 1985).

2.3 O gênero *Aeromonas*

Os representantes do gênero *Aeromonas* (do grego *aer-aire* = ar ou gás e *monas* = unidade, portanto, unidade produtora de gás), são bactérias gram negativas de forma bacilar, não formadoras de esporos, anaeróbias facultativas, monotríquias, que utilizam a glicose como única fonte de energia e ocorrem de forma autóctone em ambientes aquáticos (água doce, costeira, salobras, esgotos, etc.) (Maalej *et al.*, 2003). A morfologia celular das espécies de *Aeromonas* é muito variável. Os bacilos podem variar desde formatos cocóides até formas

finas e filamentosas. Em geral, as células se descrevem como retas e de forma bacilar com extremidades arredondadas, apresentando-se isoladas, aos pares ou em cadeias curtas (ICMSF, 1998).

O gênero *Aeromonas* foi proposto pela primeira vez por Kluver & Van Niel (Popoff, 1984) em 1936 para enquadrar as bactérias de forma bacilar que possuíam as propriedades semelhantes as Enterobacteriaceae, porém móveis por meio de um flagelo polar. O primeiro isolamento notificado de *Aeromonas* foi realizado em ovos em 1937, quando Ewing *et al.* (1961) e Altwegg & Geiss (1989) chegaram à conclusão de que as primeiras bactérias isoladas por Sanarelli em rãs em 1891 e as isoladas por Zimmermann na água em 1890 eram *Aeromonas* sp. (ICMS, 1998).

Embora historicamente o gênero *Aeromonas* tenha sido colocado na família Vibrionaceae (Popoff *et al.*, 1984), após inúmeros estudos baseados principalmente em dados sobre a hibridização RNA-DNA, análises seqüenciais 5SrRNA, catalogação de 16rRNA, e as diferenças imunológicas, indicam que as bactérias que atualmente compreendem o gênero *Aeromonas* são suficientemente distintas dos membros da família Enterobacteriaceae e Vibrionaceae, o que garante a sua classificação dentro de um grupo diferente. Colwell *et al.* (1986), então, sugeriram a criação de uma nova família, a Aeromonadaceae (Kämpfer & Altwegg, 1992; Altwegg & Lüthy-Hottenstein, 1991).

Desde os primeiros estudos de hibridização DNA-DNA em *Aeromonas* (Popoff *et al.*, 1981) e da descrição do gênero com quatro fenoespécies (*A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. salmonicida* e *A. sobria*) no Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Popoff *et al.*, 1984), dezessete grupos de hibridização foram definidos: *A. hydrophila* HG1, *A. bestiarum* HG2, *A. salmonicida* HG3, *A. caviae* HG4, *A. media* HG5, *A. eucrenophila* HG6, *A. sobria* HG7, *A. veronii* biotipo sobria HG8, *A. jandaei* HG9, *A. veronii* biotipo veronii HG10, unnamed HG11, *A. schubertii* HG12, unnamed HG13, (grupo entérico 501), *A. trota* HG14, *A. allosaccharophila* HG15, *A. encheleia* HG16 e *A. popofii* (Galbis *et al.*, 2002).

Quatro novas espécies de *Aeromonas* foram subsequente introduzidas: *A. allosaccharophila* HG15 (Martinez-Murcia *et al.*, 1992), *A. encheleia* HG16 (Esteves *et al.*, 1995), *A. bestiarum* HG2 (Ali *et al.*, 1996); e *A. popofii* HG17 (Huys *et al.*, 1997); duas espécies adicionais (*A. ichthiosmia* e *A. enteropelogenes*) aparecem como sendo sinônimos subjetivos de espécies anteriormente publicadas (Bottarelli & Ossiprandi, 1999).

Dentre as dezessete espécies atualmente descritas no gênero *Aeromonas*, somente cinco (*A. hydrophila*, *A. veronii*, *A. caviae*, *A. jandaei* e *A. schubertii*) são reconhecidas como patógenos humanos, sendo associadas principalmente a gastroenterites em crianças e

imunodeprimidos (Janda & Abott, 1998). Outras espécies tais como *A. salmonicida* são bastante conhecidas como patógenos de peixes causando mortalidade em massa em várias espécies. Esse patógeno emergente, comumente, produz fatores de virulência tais como citotoxinas, enterotoxinas e hemólises sobre humanos e animais aquáticos (Trower *et al.*, 2000).

Embora predominantemente isoladas de ecossistemas aquáticos, estas bactérias não são restritas a este habitat, podendo ser isoladas do trato gastrintestinal de animais de sangue quente e frio, de produtos cárneos (bovino, aves, peixes, etc.), leite e vegetais *in natura* (Leitão & Silveira, 1991). Crescem em temperaturas que variam de 0°C a 45°C, sendo que as espécies que apresentam patogenicidade para humanos (mesófilas) crescem entre 10°C a 42°C, com temperatura ótima de 37°C (Rodrigues & Ribeiro, 2004).

Este gênero também apresenta espécies psicotróficas, imóveis, que crescem a uma temperatura máxima de 30°C (*A. media*) ou inferiores (*A. salmonicida*). De modo geral, a temperatura ótima para o crescimento das *Aeromonas* sp. é em torno de 28°C (Macêdo, 2001). Essas bactérias são também resistentes ao agente vibriostático O/129 (2,4-diamino-6,7-diisopropiliteridina), podendo ainda crescer e produzir enterotoxinas e hemolisinas à temperatura de refrigeração, aproximadamente 4°C (Martins *et al.*, 2002).

Segundo Mateos *et al.* (1993), a capacidade de crescer em temperaturas extremas varia entre as cepas e parece estar intimamente relacionada com a sua origem.

As *Aeromonas* são ainda, potencialmente significantes como agentes causadores de doenças de origem alimentar (Krovacek *et al.*, 1992). Várias espécies têm sido associadas a casos de gastroenterites, septicemias e feridas em humanos. Além disso, a presença desta bactéria pode ser fatal para pacientes imunodeprimidos (Austin *et al.*, 1996).

As aeromonas mesófilas têm sido comumente isoladas de pacientes com gastroenterites embora seu papel na produção de doenças ainda não tenha sido elucidado. Elas também estão associadas com sépsis, feridas e com infecções oculares, do trato respiratório e outras infecções sistêmicas, as quais aparecem após contágio de fraturas e lacerações com águas contaminadas com a bactéria (Carnahan *et al.*, 1991). A Tabela 2 apresenta a frequência relativa de ocorrência de infecções causadas por *Aeromonas* mesófilas em humanos.

Tabela 2. Frequência relativa da ocorrência de infecções humanas associadas com *Aeromonas* mesófilas^a.

Tipo de infecção	Características	Frequência relativa^b
Diarréia secretora	Diarréia aguda aquosa, vômito	Muito comum
Diarréia disenteria	Diarréia aguda com sangue mucos.	Comum
Diarréia crônica colérica	Diarréia com mais de dez dias de duração, fezes tipo “água de arroz”	Raramente comum
Celulites sistêmicas	Inflamação do tecido conectivo	Comum
Mionecroses	Hemorragia, necroses com/ sem gás	Raro
Eritema gangrenoso	Lesões na pele com pontos necróticos, sépsis	Incomum
Septicemia	Febre, calafrios, Hipotensão, alta mortalidade	Comum
Peritonites	Inflamação do peritônio	Incomum
Pneumonia	Pneumonia com septicemia, algumas vezes necroses	Raro
Osteomielites	Inflamação do osso seguida de uma Infecção do tecido mole	Raro
Colecistites	Infecção aguda da vesícula biliar	Raro
Infecções oculares	Conjuntivites, ulcera corneal e endoftalmites	Raro

^a Modificado por Janda & Duffey (1988).

^b Frequência de ocorrência relativa de todos os casos de infecção por *Aeromonas*.

O entendimento da significância clínica dos isolados entéricos de *Aeromonas* tem sido complicado pelo fato de alguns estudos demonstrarem similar frequência de isolamento em adultos sintomáticos e assintomáticos, enquanto outros têm demonstrado significativa correlação entre diarréia e produção de enterotoxinas pela bactéria (Bloom & Bottone, 1990; Knochel, 1990).

As evidências indicam que as pessoas geralmente são afetadas por *Aeromonas* entéricas e que as mesmas podem ser uma parte natural da microbiota intestinal, de forma transitória ou por períodos longos. Um número de fatores incluindo idade, sistema imunológico, dose de infecção e doenças implícitas, afetam a habilidade das *Aeromonas* em causar infecções (Rhodes & Kator, 1994).

As espécies de *Aeromonas* produzem também uma variedade de fatores de virulência, incluindo toxinas extracelulares e enzimas. Dentre as toxinas produzidas estão as hemolisinas, enterotoxinas, citotoxinas e adesinas. A enterotoxina citotóxica, também conhecida como “aerolisinas” com atividade enterotóxica, citotóxica e hemolítica, tem sido

descrita como o mais poderoso fator de virulência associado com doenças gastrintestinais mediadas por *Aeromonas* (Martins *et al.*, 2002).

Dentre as principais doenças causadas por *Aeromonas* em humanos destacam-se dois grupos: as septicemias (causadas por cepas de *A. veronii* subsp. *sobria* e *A. hydrophila*), e as gastroenterites, provocadas por algumas *Aeromonas* mesófilas como *A. hydrophila* e *A. caviae* (Moyer, 1987).

2.4 Fatores de virulência e mecanismos de patogenicidade

As *Aeromonas* são patógenos emergentes conhecidos por produzirem vários fatores de virulência. Dentre os principais fatores que podem ser associados com a produção de doenças estão: a secreção de exotoxinas, endotoxinas ou lipopolisacarídeos (LPS), presença de uma camada S, as fímbrias ou pêlos adesivos, hemolisinas e a produção de cápsulas em meio rico em glicose (Merino *et al.*, 1995). A endotoxina que compõe a membrana externa de muitos patógenos gram-negativos, tóxico para humanos e para várias espécies de animais (Moyer, 1987). As hemolisinas são proteínas citolíticas extracelulares que agem formando perfurações na membrana celular por sua inserção na camada bi-lipídica destruindo a barreira de permeabilidade da membrana e dissolvendo as células vermelhas do sangue (Kühn *et al.*, 1997).

As citotoxinas e as enterotoxinas, incluindo aquelas com atividade hemolítica, são as mais importantes para a patogenicidade das *Aeromonas* (Bottarelli & Ossiprandi, 1999). As enterotoxinas são produtos extracelulares, excretados para fora da célula bacteriana, que podem agir sobre o epitélio intestinal, produzindo inflamação. As *Aeromonas* também podem produzir substâncias extracelulares, com significantes fatores de difusão: proteases, amilases, citinases, nucleases e outras com papel de patogenicidade desconhecida. As proteases podem contribuir para a patogenicidade causando danos diretos aos tecidos ou aumentando a capacidade de invasão (Merino *et al.*, 1995).

Em estudos sobre fatores de virulência envolvendo as proteases e outras exotoxinas, em infecções causadas por *Aeromonas* móveis, Delcorral *et al.* (1990) investigaram a capacidade das células bacterianas em aderir aos eritrócitos, baseados na hipótese de que esta habilidade era um dos pré-requisitos para a infecção. No entanto, concluíram que a habilidade de uma determinada linhagem em produzir doença, não estava diretamente relacionada a sua capacidade de aderência, mas pode estar relacionada a múltiplos marcadores fisiológicos e biológicos.

Inúmeros trabalhos já foram realizados com o objetivo de identificar os fatores de virulência ou os mecanismos de patogenicidade de cepas de *Aeromonas* para homens e animais; mas atualmente somente um fator, produzido por cepas de *A. salmonicida*, *A. hydrophila*, *A. veronii* e em *A. sobria* – a camada “S”, comumente conhecida como camada “A”, a qual possui várias atividades biológicas, está sendo relacionada à virulência dessa espécie (Bottarelli & Ossiprandi, 1999; Ingham, 1990). A camada “S” é uma estrutura composta por proteínas ou glicoproteínas ligadas à parede celular bacteriana cujas funções são: servir como reservatório de água e nutrientes, aumentar a aderência a superfícies através da formação de biofilmes e do poder infectante, aumentar a capacidade invasiva das bactérias patogênicas que escapam mais facilmente à ação dos fagócitos e aumentar a resistência microbiana a biocidas (Schiavano *et al.*, 1998).

Existem duas categorias de infecções associadas a *Aeromonas*: as de localização intestinal (gastrenterites) e as extraintestinais (septicemias, ferimentos, infecções oculares, óssea, articulações intra-abdominais, infecções obstétricas/ginecológicas, etc.) (Rodrigues & Ribeiro, 2004). As infecções podem ser adquiridas através do contato direto com ambientes ou pela ingestão de água ou alimentos contaminados (Knochel & Jeppesen, 1990).

Aeromonas são comumente recuperadas de culturas de fezes, de misturas de culturas de feridas, abscessos, do trato respiratório, de injúrias traumáticas, de infecções pós-operatório e após a exposição a fontes ambientais contaminadas por essas bactérias. São isoladas também de culturas de sangue e outros fluídos corporais, tais como a bile, fluído peritoneal e efluentes de diálises (Kuhn *et al.*, 1997).

2.4.1 Gastrenterites

Desde os primeiros casos relatos por Lautrop e Rosner em meados dos anos 60, as espécies de *Aeromonas* têm sido suspeitas de serem a causa de gastrenterites bacterianas agudas. Com o aumento das informações científicas, as espécies desse gênero foram incluídas no grupo dos patógenos gastrintestinais (Janda & Duffey, 1988).

O primeiro relato de gastrenterites associadas a *Aeromonas* veio da Jamaica em 1958, mas, evidências desta habilidade em causar a doença em diferentes indivíduos não estão muito claras (Adams & Moss, 2000).

Investigações epidemiológicas em vários países têm relatado elevados índices de *Aeromonas* isoladas de pacientes com diarréia, embora isto não necessariamente indique uma relação causal. Embora a incidência de diarréias atribuídas a *Aeromonas* sp. permita variar

levemente com a localidade, recentes estudos têm indicado que as mesmas podem ser a causa comum de gastroenterites bacterianas em algumas populações concorrendo com a mesma frequência de outros patógenos entéricos tradicionais tais como *Campylobacter*, *Salmonella* e espécies de *Shigella* (Janda & Duffey, 1988). Krovacek *et al.* (1992) afirmam haver uma relação direta entre o alimento contaminado e o desenvolvimento de doenças gastrintestinais, o que dá suporte ao significado clínico.

Vários estudos de casos controlados envolvendo gastroenterites aeromonadais demonstram estatisticamente uma significativa associação entre a recuperação de *Aeromonas* e a representação sintomática (Sechi *et al.*, 2002). Um estudo significativo a esse respeito foi realizado por Burke & Gracey (1986), os quais avaliaram a recuperação de patógenos entéricos em dois grupos de seis crianças de mesma idade no Oeste da Austrália. Neste estudo, 118 (10,8%) de 1.156 crianças sintomáticas tiveram *Aeromonas* enterotoxigênicas isoladas de suas fezes, e somente 0,6% das 1.156 crianças assintomáticas hospedavam cepas similares. Além dessas evidências, diferentes laboratórios têm demonstrado que muitas espécies de *Aeromonas* (principalmente, *A. hydrophila* e *A. sobria*) são capazes de elaborar uma ou mais enterotoxinas *in vitro* (Imzilin *et al.*, 1998).

Através dos inúmeros casos relatados na literatura, a determinação da sintomatologia gastrintestinal tem ocorrido subsequente à administração de uma terapia antimicrobiana, especificamente direcionada contra as cepas de *Aeromonas* (Bloom & Bottone, 1990). As espécies *A. hydrophila* e *A. sobria* são as principais cepas enteropatogênicas isoladas de pacientes com gastroenterites; embora *A. caviae* tenha sido implicada em alguns casos de diarreias (Chopra & Houston, 1999).

A literatura sugere ainda que, *Aeromonas*, outrora considerada um patógeno oportunista em imunodeprimidos, são agora implicadas como agentes etiológicos em numerosas situações clínicas envolvendo indivíduos sadios de todos os grupos (Sousa & Souza, 2001).

2.4.2 Septicemia

A septicemia é a doença mais invasiva causada por espécies de *Aeromonas*. Embora, originalmente descrita em indivíduos imunodeprimidos, essa doença foi detectada também em pessoas sadias e de todas as idades (Corredoria *et al.*, 1994).

Os indivíduos que se apresentam com septicemia, desenvolvem sintomas semelhantes àqueles observados em pessoas infectadas com outras bactérias gram negativas,

tais como: febre, calafrios, hipertensão e (pouco comum) manifestações gastrintestinais e pulmonares. Os pacientes acometidos de septicemia geralmente possuem uma história de contato direto com água ou pescado contaminado (Chan *et al.*, 2000).

Lee *et al.* (1986) revisando 40 casos de bacteremia em hospitais durante um período de três anos, constataram que espécies de *Aeromonas* ocorreram em 2,3% de todas as septicemias relatadas.

Varias condições clínicas diferentes predisõem certos indivíduos ao desenvolvimento de septicemias, dentre estas estão: tumores sólidos, disfunções hepáticas, desordem hepatobiliares e injúrias traumáticas. Indivíduos acometidos por leucemia, linfomas e/ou mielomas ocasionalmente desenvolvem septicemia (Krovacek *et al.*, 1993).

2.4.3 Feridas infecciosas

A segunda forma de doença produzida por *Aeromonas* mesófilas que mais prevalece são as feridas infecciosas. Uma importante distinção entre esta doença e as gastroenterites, é que a fonte da cepa infectante é usualmente conhecida em feridas infecciosas e é quase invariavelmente de origem ambiental (Pereira *et al.*, 2002). Casos notificados de feridas infecciosas brandas ou fulminantes, causadas por *Aeromonas*, relatam que essas infecções eram precedidas por um evento traumático, durante o qual a pessoa era infectada através do contato direto com água ou objetos contaminados (Bottarelli & Ossiprandi, 1999).

As infecções na pele podem ocorrer sobre a superfície cutânea ou mucocutânea principalmente nas pernas e nas mãos. Um número de manifestações clínicas pode ocorrer partindo-se de uma celulite suave a uma mionecrose fulminante (Mahon, 1988).

Diferentes representações clínicas podem ser relatadas para diferentes indivíduos, incluindo o local de contaminação, subordinado ao estado imunológico do hospedeiro, concentração e tamanho do inóculo e o potencial de virulência do organismo infectante (Merino *et al.*, 1995). A Tabela 3 mostra alguns aspectos referentes às feridas infecciosas causadas por *Aeromonas* sp.

Tabela 3. Características de feridas infecciosas provocadas por *Aeromonas* sp.

Tipo de Infecção	Frequência Clínica	Patologia	Recuperação de Pacientes
Celulites	Comum	Infecção do tecido conectivo parecendo às vezes com celulites β -hemolítica estreptocócica; ocasionalmente vistas como úlceras granulomatosas.	Usualmente completa.
Mionecrose com ou sem produção de gás.	Raro	Hemorragias, necroses e liquefação do tecido mole (músculo); formação de gás subcutâneo, separação de fibras musculares.	Na maioria das vezes requer amputação do membro infectado; alta mortalidade associada com culturas de sangue positivas; às vezes fatal; requer cirurgia com amputação do membro afetado e terapia antimicrobiana.
Eritema gangrenoso	Incomum	Associada a sépsis aeromonadais; típicas lesões de eritemas com bordas eritematosas e centros necróticos.	Muitas vezes fatal.

Fonte: Janda & Duffey (1988).

Vários casos de mionecroses têm sido relatados na literatura. Bottarelli & Ossiprandi (1999) relataram inúmeros casos de isolamentos de *Aeromonas* associadas a mionecroses, dentre estes o de um jovem de 19 anos, que teve sua perna amputada por um motor de propulsão de bordo e que posteriormente foi infectado por *Aeromonas*. Quando uma mionecrose fulminante acontece necessita-se aplicar a combinação cirúrgica com a terapia antimicrobiana. As mionecroses podem ocorrer acompanhadas por gangrena e gás (semelhantes a mionecrose produzida pelo *Clostridium* sp.) (Chan *et al.*, 2000).

Durante o desenvolvimento da gangrena gasosa, aparecem lesões denominadas de eritema gangrenoso. Estas lesões são comumente associadas a pacientes imunodeprimidos (Bottarelli & Ossiprandi, 1999). Minnaganti *et al.* (2000) encontraram lesões típicas de eritema em dois dos nove pacientes com doença neoplástica, os quais apresentavam bacteremia aeromonadal. Mahon (1988) descreveu o histórico de um homem de 58 anos que sendo portador de cirrose hepática, desenvolveu celulites e necroses nas pernas e pés, subseqüentemente as sépsis aeromonadais.

A. hydrophila é uma das espécies mais comumente recuperadas do sangue e das erupções purulentas dos músculos de pacientes portadores de gangrena gasosa. Dois mecanismos têm sido propostos para explicar a expansão e o ataque de *A. hydrophila* durante uma infecção no tecido mole. O primeiro postulado diz que a bactéria invade completamente o trauma e causa primeiramente uma infecção do tecido e depois desenvolve as sépsis. De acordo com o segundo mecanismo, a sépsi é primeiramente induzida pelo patógeno e em seguida promove as lesões metastáticas no tecido mole (Corredoria *et al.*, 1994).

A terapia antimicrobiana apropriada (uso de antibióticos) juntamente com a fragmentação do tecido e/ou amputação do membro, auxilia na recuperação dos indivíduos acometidos por essa doença que na maioria das vezes é fatal (Martins *et al.*, 2002).

2.4.4 Trato respiratório

Embora comumente isolada de espécimes envolvendo o trato respiratório (saliva e garganta), as aeromonas recuperadas de cada local são clinicamente insignificantes, baseado em seu esporádico isolamento de consecutivas culturas de saliva, no baixo número presente e na presença de outros patógenos. Na maioria dos casos, esses isolados aparecem representando só uma colonização transitória (Baddour & Baselski, 1988).

Inúmeros casos de *Aeromonas* associadas a pneumonias têm sido descritos pela literatura, e a maior parte desses casos tem sido caracterizados clínica e epidemiologicamente (Ender *et al.*, 1996). Murata *et al.* (2001) relatam o caso de um homem de 40 anos que foi admitido na hemodiálise devido a dores no tórax, sendo diagnosticado com pneumonia e pericardites. O paciente foi medicado com ampicilina, mas em seguida, desenvolveu severo choque séptico. Um tipo fulminante de pneumonia progrediu rapidamente, levando o homem à morte 48 horas após o início dos sintomas. A autópsia e uma cultura de secreções revelou pneumonia causada por *Aeromonas hydrophila*.

Um outro estudo foi desenvolvido por Takano *et al.* (1996), que descreveram o caso de um homem de 69 anos, alcoólatra, com pneumonia e sépsis devido a *Aeromonas hydrophila*. Esta infecção também foi letal para este paciente, que morreu por asfixia 6 horas após os primeiros sintomas de dores abdominais e diarreia. *Aeromonas hydrophila* foi isolada do sangue e de secreção brônquial. A forma de pneumonia fulminante pode se desenvolver em pacientes com condições de predisposição, tais como alcoolismo com hepatites crônicas e diabetes.

Gonçalves *et al.* (1992) também relatam o caso de um rapaz de 24 anos que contraiu pneumonia um dia após ter nadado no mar. Apesar da assistência na unidade de terapia intensiva, ele faleceu 4 horas após a sua admissão e 21 horas após os primeiros sintomas. A necrópsia demonstrou como causa do óbito, pneumonia hemorrágica necrosante. *Aeromonas hydrophila* foi isolada de culturas de sangue. A infecção pode ter começado a partir da água do mar contaminada.

2.4.5 Infecções oculares

A endoftalmite é definida como uma inflamação da cavidade interna ocular, mas na prática clínica, ela é usualmente um meio de levar uma inflamação secundária a uma infecção intra-ocular. Embora rara, a endoftalmite é potencialmente uma infecção devastadora resultando na perda progressiva da visão para a maioria dos pacientes (Jackson *et al.*, 2003). Conforme a via de contaminação é classificada como exógena e endógena. A endoftalmite exógena pode ser pós-cirúrgica (principalmente após cirurgia de catarata, de córnea), pós-trauma não cirúrgico. A endoftalmite endógena, também chamada de metastática, é decorrente de foco infeccioso que atinge o olho por via hematogênica (Freda & Gama, 1995).

A endoftalmite pode ser causada por inúmeros microrganismos, a mais comum é a pós-cirúrgica provocada por bactérias, embora, a literatura nacional seja carente de estatísticas a este respeito. Já as endoftalmites pós-traumáticas podem estar associadas à presença de corpos estranhos intra-oculares, partículas do solo e vegetais. Os sintomas clínicos e a evolução da infecção são variáveis, dependendo do tipo de endoftalmite e do microrganismo envolvido. De modo geral o paciente apresenta dor, sinais inflamatórios do segmento anterior e/ou posterior dos olhos associados a antecedentes de traumas cirúrgicos ou se o paciente é portador de doenças sistêmicas debilitantes como o diabetes (Shrader *et al.*, 1990).

As infecções, envolvendo os olhos, podem partir desde uma conjuntivite branda até uma devastadora endoftalmite, tendo sido atribuídas em alguns casos a espécies de *Aeromonas* (Okada *et al.*, 1994). Carta *et al.* (1994) relataram a ocorrência de úlcera corneal em dois homens, causada por *Aeromonas*. As infecções nos dois pacientes foram o resultado de um trauma causado por um corpo estranho nos olhos. O tratamento com gentamicina resolveu a infecção em ambos os casos. Smith (1980), similarmente, analisou dois casos de conjuntivite aeromonadal, onde os olhos aparentemente, não sofreram injúrias. As lentes ou soluções de lentes de contato foram às fontes potenciais dessas infecções em cada caso. Cohen *et al.* (1983) descreveram um caso de endoftalmite em um menino de oito anos, o qual

teve um dos olhos injuriados por um anzol enquanto pescava, sendo que a cultura do material purulento obtido da cavidade anterior dos olhos revelou a presença de *Aeromonas* e de *Plesiomonas shigelloides*.

2.4.6 Osteomielites

Osteomielite é a denominação de uma infecção provocada por bactérias em um tecido ósseo, não transmissível de pessoa para pessoa, com aparecimento súbito (aguda) ou com evolução longa, que é a osteomielite crônica. Os microrganismos causadores podem chegar ao tecido de várias formas: através de infecções originadas em lesões cirúrgicas ou acidentais (fraturas expostas), através de áreas infeccionadas em alguma região do corpo que atingem o osso pela sua proximidade (úlceras de decúbito, úlceras varicosas), ou através da circulação do sangue (disseminação hematogênica), podendo provocar uma infecção em ossos distantes do ponto de entrada da bactéria, a partir de uma simples amigdalite ou de um furúnculo (Lew & Waldvogel, 2004).

Sob condições raras, as aeromonas podem estar envolvidas em sérias infecções envolvendo os ossos. Alguns casos são exemplificados pela literatura, como o de um homem de 38 anos que procurou assistência médica após ferir o seu pé em um objeto submerso, enquanto caminhava descalço às margens de um rio. Após uma fracassada automedicação, a infecção progrediu para uma osteomielite que necessitou de uma prolongada terapia antimicrobiana (Larka *et al.*, 2003). Os sintomas da osteomielite dependem da localização da infecção, porém os mais comuns são dor no local da infecção, calor e vermelhidão, restrição dos movimentos, perda da sensibilidade no local afetado, febre, etc. Em casos crônicos, pode-se observar a eliminação de fragmentos ósseos pela pele sobre o local infectado. Casos de septicemia podem ocorrer a partir dessas infecções (Rafe, 2005).

Karam *et al.* (1983) relataram dois casos de osteomielites em adultos que sofreram injúrias no tornozelo enquanto se aproximavam das águas de um rio. A solução de ambas as infecções foi acompanhada por curetagem e a administração de antibióticos de aspectos gerais (gentamicina, tetraciclina, etc.).

2.5 Infecções em humanos

A bacteremia é uma das manifestações patogênicas mais comuns de *Aeromonas* em humanos. Os sintomas brandos incluem, febre e calafrios, mas pacientes que se tornam

sépticos ou debilitados pela infecção bacteriana, frequentemente exibem dores abdominais, náusea, vômito e diarreias (Bottarelli & Ossiprandi, 1999).

Relatos de feridas infecciosas causadas por *Aeromonas* têm sido divulgados amplamente na literatura. Diversas gastroenterites e infecções podem levar sérios problemas ao indivíduo infectado, como por exemplo, amputação do membro afetado ou a morte. As feridas causadas por cepas de *Aeromonas* estão dentro de três categorias, listadas em ordem de aumento de severidade e danos causados: celulites, mionecroses e eritema gangrenoso (Corredoria *et al.*, 1994).

As celulites são as mais frequentemente encontradas em infecções causadas por *Aeromonas*. Constitui-se de uma inflamação do tecido subcutâneo, caracterizada por um vermelhidão e endurecimento do mesmo podendo progredir de uma injúria ou infecção secundária para sépsis (Duthie *et al.*, 1995) (Figura 4).



Fonte: Hayes (2004)

Figura 4. Celulites causadas por *Aeromonas* sp.

As mionecroses e os eritemas são os dois tipos menos comuns de infecções ocasionadas por *Aeromonas* e são tipicamente encontrados em pacientes imunodeprimidos. A mionecrose ou lesões com bolhas é caracterizada pela liquefação dos músculos seguido do enegrecimento do tecido, o qual pode ser gangrenoso com produção de gás (Figura 5). Esses pacientes necessitam de uma terapia antimicrobiana intensa, com retirada do tecido lesado daqueles indivíduos que deixam de responder ao tratamento, e em último caso procede-se a retirada do membro afetado (Haburchak, 1996).



Fonte: Hayes (2004)

Figura 5. Infecções com bolhas causadas por *Aeromonas* sp.

O terceiro tipo, o eritema gangrenoso, é um necrótico cutâneo que ocorre secundariamente as sépsis (Figura 6). As lesões têm uma borda eritematosa envolvendo uma vesícula que pode progredir para necrose do tecido mole dentro de 24 horas. Este tipo de infecção geralmente é fatal (Stephen, 1996).



Fonte: Hayes (2004)

Figura 6. Eritema gangrenoso.

As infecções causadas por *Aeromonas* requerem pronta atenção desde o primeiro sinal de ataque. A maioria das infecções é tratada com antibióticos (Mani *et al.*, 1995). Na maioria das vezes, se desenvolve após injúrias traumáticas com posterior contato com água e solo contaminados. Infecções do tecido mole ocasionadas por essa espécie assemelham-se clinicamente a típicas celulites. Todavia, as infecções causadas por *Aeromonas* sp. podem se tornar invasivas com formação de abscessos, eritema gangrenoso e mionecroses como citados anteriormente (Gold & Salit, 1993).

2.6 Infecções em pescado

Aeromonas sp. são contaminantes comuns de peixes e frutos do mar, podendo causar diversas condições patológicas, incluindo infecções agudas e crônicas. A severidade da doença é influenciada por inúmeros fatores interrelacionados, incluindo a virulência da bactéria, a condição fisiológica do hospedeiro, o grau de resistência genética e ao tipo e o grau de estresse exercido sobre os organismos (Cipriano *et al.*, 2001).

As condições de estresse estão associadas principalmente às mudanças ambientais. Os fatores estressantes incluem a super população, aumento da temperatura, baixos índices de oxigênio dissolvido, aumento nas concentrações de amônia e dióxido de carbono. Nutrição deficiente, infecções causada por fungos e parasitas contribuem para mudanças fisiológicas nos peixes. O peixe em estado de estresse aumenta a produção de corticosteróides, que em contrapartida aumenta a sua suscetibilidade a infecções (Sugita *et al.*, 1996). Peixes e rãs doentes podem tornar-se reservatórios de infecções. Certamente algas e protozoários que são ingeridos pelos peixes podem também abrigar *Aeromonas* móveis (Olsson *et al.*, 1992).

Os peixes possuem uma variedade de bactérias dentro do seu trato intestinal oriundas da água, sedimento e/ou alimentos. A maioria dessas bactérias é residente temporária e desaparece do intestino imediatamente após a invasão (Cahill, 1990).

Algumas bactérias possuem a habilidade de tolerar valores baixos de pH como os do suco gástrico, resistir a ação do ácido biliar e da lisozima secretada no intestino respondendo de forma imune, aderindo assim aos mucos e/ou à superfície da parede entérica, podendo persistir por um período relativamente longo, e eventualmente compor a microbiota intestinal específica de cada animal (Cipriano *et al.*, 2001).

Geralmente os peixes de água doce abrigam no trato intestinal uma série de bactérias patogênicas ao homem, incluindo *Aeromonas caviae*, *A. hydrophila*, *A. jandaei*, *A. sobria*, *A. veronii*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus*. Dentre essas bactérias, algumas são tidas como autóctones e outras temporárias (Romero *et al.*, 1994).

A presença de microrganismos em órgãos internos de peixes poderá indicar uma falha no mecanismo de defesa (Cahill, 1990), mas, McVicar (1997), relata que a ocorrência de uma infecção em um peixe poderá não ser necessariamente um evento que conduza a uma situação de doença, além disso, sob condições naturais, a maioria dos agentes infecciosos coexiste com seu hospedeiro sem causar doença significativa.

Dentre as patologias atribuídas aos membros do gênero *Aeromonas* associadas a doenças em peixes estão incluídas as ulcerações dermais, a deterioração da cauda e nadadeiras, ulcerações oculares, eritrodermatites e septicemias hemorrágicas – Figuras 7 e 8 (Sousa *et al.*, 2001).

Dentre as cepas de *Aeromonas* associadas a infecções em peixes estão a *A. salmonicida*, *A. hydrophila* e *A. caviae*. *A. salmonicida* é o patógeno mais comum em peixes não sendo associado a infecções em humanos (Escarpulli *et al.*, 2003). Esta bactéria é o agente causador de furunculoses, uma doença debilitante e letal encontrada em fazendas de criação de peixe. As doenças usualmente ocorrem durante o verão, correlacionadas com o aumento da temperatura da água (Massada, 2004).



Fonte: Cipriano (2001)

Figura 7. Hemorragias provocadas por *Aeromonas* sp.



Fonte: Cipriano (2001)

Figura 8. Ulceração dermal causada por *Aeromonas* sp.

Outra espécie do gênero *Aeromonas* que tem sido associada a doenças severas em pescado é *A. hydrophila*, a qual provoca a degeneração da cauda e barbatanas com posterior aparecimento de septicemias hemorrágicas (Hayes, 2004). A septicemia hemorrágica, é caracterizada pela presença de pequenas lesões superficiais, às vezes precedidas pelo levantamento das escamas, hemorragias nas guelras, úlceras, abscessos, exoftalmia e aumento do abdômen (Paniagua *et al.*, 1990). Outra condição causada pela *A. hydrophila*, conhecida como doença da “nadadeira vermelha”, é a presença de hemorragias superficiais e queda das escamas do peixe (Janda, 1991).

A. hydrophila dentro do intestino dos peixes, multiplica-se causando uma hemorragia mucosa descamativa (excesso de secreção mucosa), onde os metabólitos tóxicos são absorvidos pelo intestino induzindo ao envenenamento (Sousa *et al.*, 1996).

Finalmente, um dos mais importantes fatos que deve ser lembrado sobre infecções causadas por *Aeromonas* em peixes é que é uma doença zoonótica, isto é, uma doença que

pode ser transmitida de animais para o homem e vice-versa (Swann & White, 1989) (Figura 9).

Indivíduos saudáveis expostos a essas bactérias não são muito susceptíveis a contrair infecções. Os acidentes durante o abate de peixes contaminados ou ferir a mão em uma barbatana afiada, são seguramente um meio de ser contaminado por cepas de *Aeromonas* (Merino *et al.*, 1995).



Fonte: HADDAD, 2004.

Figura 9. Transmissão de *Aeromonas* sp. pelo contato direto com animais contaminados.

As boas práticas de higiene, juntamente com os procedimentos de sanitização satisfatórios, podem ser úteis para prevenir o homem exposto à doença. Essas práticas incluem o uso de luvas durante a manipulação de pescados contaminados, a procura de atendimento médico para qualquer acidente e o enfaixamento de feridas abertas (González-Serrano *et al.*, 2002). Embora as infecções provocadas por *Aeromonas* sp. em humanos sejam geralmente infecções localizadas, o indivíduo é instruído a procurar atendimento médico ao primeiro sinal da doença (Swann *et al.*, 1989).

2.7 Ocorrência em alimentos

Embora o isolamento das espécies de *Aeromonas* seja predominantemente a partir de ambientes aquáticos (águas doces, costeiras, esgotos, águas tratadas e salobras), elas podem ser isoladas também do trato gastrointestinal de animais de sangue quente e frio e de diferentes alimentos como carnes, leite, vegetais, etc. (Krovacek *et al.*, 1992). Outro reservatório importante é representado pelos moluscos e particularmente por ostras (Abeyta *et al.*, 1986). No que se refere a sua possível relação com gastroenterites tem-se nos alimentos e na água as

prováveis fontes de várias infecções intra e extraintestinais causadas por *Aeromonas* sp. (Adams *et al.*, 2000).

A importância das *Aeromonas* nos alimentos permanece indefinida, estando relacionada ao consumo de alimentos contaminados por indivíduos imunodeprimidos. São desconhecidas as doses infecciosas (Singh, 1997).

A habilidade de algumas cepas de crescerem a baixas temperaturas pode levar ao desenvolvimento de um elevado número de bactérias sob condições de resfriamento, tornando-as uma parte importante da microbiota deteriorante de alimentos resfriados (Tsai & Chen, 1996). O número de bactérias pode aumentar de 10-1000 vezes em amostras de carnes e pescado durante uma semana de armazenamento sob refrigeração (ICMSF, 1998).

Além da multiplicação lenta em produtos refrigerados e embalados a vácuo, *Aeromonas* podem também crescer em ambientes com valores baixos de pH ou em elevadas concentrações de NaCl (5%) (Bottarelli & Ossiprandi, 1999). A temperatura média de crescimento de cepas de *Aeromonas* isoladas de produtos armazenados a baixas temperaturas varia de 1 a 2°C, sendo que a média de crescimento de *A. hydrophila* em alimentos é de -2°C (Mano *et al.*, 2000). Além disso, a presença dessas bactérias nos alimentos pode representar um fator de mais interesse no controle das doenças de origem alimentar (Martins *et al.*, 2002).

O consumo de alimentos marinhos contaminados por espécies de *Aeromonas* tem sido implicado como possíveis fontes de septicemias (Chan *et al.*, 2000). Em Taiwan, espécies de *Aeromonas* móveis foram encontradas em 88% dos frutos do mar comercializados nos mercados varejistas e supermercados. O consumo habitual de frutos do mar *in natura* na Ásia pode ser responsável pelo aumento da presença de uma série de espécies de *Aeromonas* de origem fecal (Yaun & Lin, 1993).

O mecanismo utilizado por estas bactérias para o desencadeamento de gastroenterites não está bem esclarecido. Nos alimentos, cada toxina produzida (citotoxinas ou hemolisina) é considerada como uma causa potencial da patogenicidade de *Aeromonas* (Tsai & Chen, 1996).

2.8 Ocorrência ambiental

As *Aeromonas* ocorrem naturalmente em ambientes aquáticos e são facilmente isoladas tanto de ambientes ricos quanto pobres em nutrientes (Hänninen *et al.*, 1995).

Números típicos de *Aeromonas* em uma série de ambientes aquáticos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Números típicos das espécies de *Aeromonas* quantificadas em ambientes aquáticos.

Ambiente	Contagem típica (UFC/mL)
Esgoto doméstico	$> 10^8$
Esgoto tratado	$10^3 - 10^5$
Água de esgoto	$10^6 - 10^8$
Rios recebendo descarga de esgoto	$10 - 10^4$
Rios claros, lagos e reservatórios	$1 - 10^2$
Água salgada	$10^{-2} - 10^2$
Água de consumo, pós-tratamento	$10^{-2} - 10$
Água de consumo em sistema de distribuição	$10^{-2} - 10^3$
Lençol freático / água de poço	< 1

Fonte: HOLMES *et al.* (1996).

Aeromonas são autóctones de águas doces e marinhas, contudo um aumento nos níveis de poluição pode resultar em um aumento substancial dessa bactéria, podendo também afetar a distribuição desses organismos no ambiente (Marcel *et al.*, 2002). Vários estudos têm demonstrado que *A. caviae* tende a predominar em águas com elevado nível de contaminação fecal, e é a espécie mais freqüentemente isolada em fezes humanas (Stecchini & Domenis, 1994); já *A. hydrophila* é freqüentemente isolada de água doce (nascentes, rios, lagos), bem como de águas salobras e salgadas; esta espécie não é indígena de ambientes salinos, mas de qualquer forma pode ser isolada em consequência do esgoto ou do fluxo dos rios no mar. *A. sobria* é mais freqüente em águas salobras e não poluídas (Hänninen *et al.*, 1995).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estuário de rio Bacanga está localizado no Parque Estadual do Bacanga com as seguintes coordenadas geográficas: 2°32'26" - 2°38'7" latitude S e 44° 16' 00" - 44° 19' 16" de longitude W (Figura 10). Fica situado na parte ocidental da Ilha de São Luís/MA, possui 9,5 km de extensão e as suas águas são drenadas para áreas cobertas de mangues, cuja hidrodinâmica é influenciada pelas marés, controladas pelas comportas da barragem, que podem alterar todo o ecossistema (Carvalho *et al.*, 2000).

O Parque Estadual do Bacanga foi criado pelo Decreto Estadual nº 7.545 de 2 de março de 1980, com uma área de 3.065 ha, correspondendo à parte restante da antiga Floresta Protetora dos Mananciais da Ilha de São Luís (criada pelo Decreto Federal nº 6.833 de 26 de agosto de 1944) (Andrade, 2004).

O rio Bacanga nasce na região Maracanã e percorre uma distância de aproximadamente 22 km de suas nascentes até o ponto onde ocorre a comunicação de suas águas com o mar (Baía de São Marcos). Tem um curso de pequeno porte, com reduzida contribuição de água doce e expressiva influência das marés, cujas elevadas amplitudes (da ordem de 7,0 m) condicionam a formação de um prisma de água salgada no interior da barragem por ocasião das preamares. Esse rio vem sendo utilizado como depurador de esgotos de parte do centro da cidade de São Luís e bairros situados no entorno do corpo hídrico (Melo, 1998).

Com uma área total de 150 km², a bacia hidrográfica do Bacanga é formada pelas sub-bacias do Alto Bacanga, Igarapé do Coelho, Represa do Batatã e do rio das Bicas. O rio das Bicas, principal afluente do rio Bacanga, é o mais exposto à degradação ambiental e o mais poluído por estar circundado pelos bairros Coheb, Sacavém, parte do Parque dos Nobres, Parque Timbira e Pindorama, além do Coroadinho e parte do Coroado, cujas áreas pavimentadas contribuíram para o menor escoamento superficial da sub-bacia bem como para alteração da qualidade de suas áreas pelas descargas de esgotos (SEMATUR, 1992).

A Figura 10, mostra a localização dos cinco pontos de amostragem de água no estuário do rio Bacanga, ou seja: 1- Parque Timbira; 2- Parque dos Nobres; 3 - Macaúba; 4- Sá Viana e 5- Barragem.

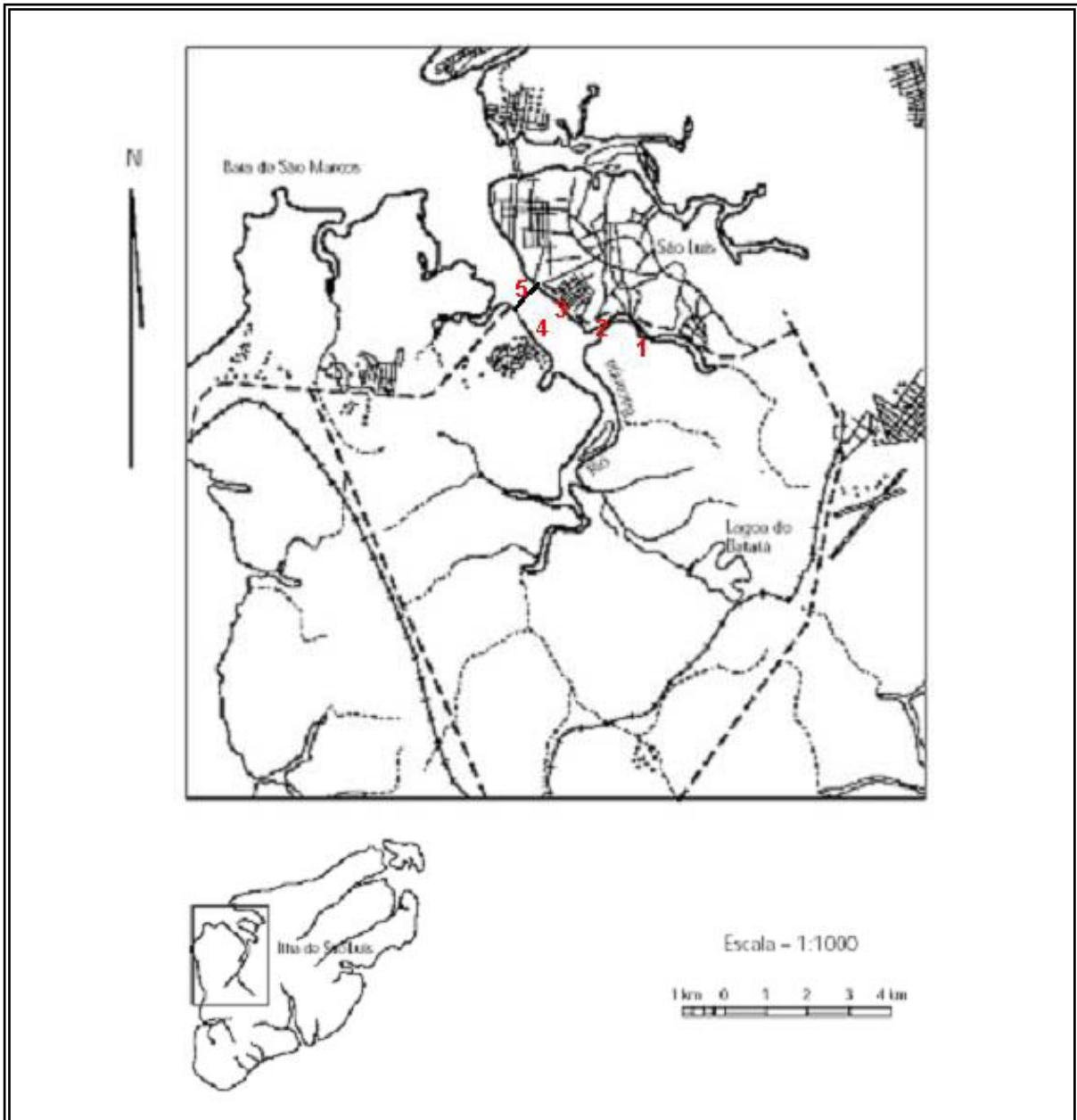


Figura 10. Localização dos pontos de amostragem no estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Segundo dados da Companhia de Água e Esgotos do Maranhão (CAEMA, 2005), a cidade de São Luís, em relação à produção de esgoto está dividida em quatro unidades, a saber: Centro, Cidade Operária, Vinhais e Cohab. Os bairros citados anteriormente, dentre os quais então incluídos os pontos de amostragens desta pesquisa, fazem parte da Unidade Centro cuja produção de esgoto durante o ano de 2004 foi de aproximadamente $8.150.954 \text{ m}^3$. A Tabela 5 expressa a produção de esgoto nesta unidade no decorrer dos meses de janeiro a dezembro de 2004. O total de esgoto doméstico produzido pela cidade de São Luís/MA, no ano de 2004, considerando-se as quatro Unidades (Centro, Cidade Operária, Vinhais e Cohab) foi de $27.796.419 \text{ m}^3$.

Tabela 5. Produção de esgoto pela Unidade Centro em São Luís/MA no ano de 2004.

Meses	Produção de esgoto doméstico em m³
Janeiro	679.254
Fevereiro	659.348
Março	671.861
Abril	693.629
Maio	671.360
Junho	674.714
Julho	659.490
Agosto	719.620
Setembro	695.859
Outubro	670.241
Novembro	676.250
Dezembro	679.238
Total	8.150.954

Fonte: CAEMA (2005).

3.2 Coleta das amostras

Foram coletadas, mensalmente, três amostras de água em cinco pontos distintos localizados ao longo da extensão do estuário do rio Bacanga durante os meses de março a outubro de 2004. Cada coleta consistia de 15 amostras, totalizando ao final dos meses de amostragem 90 amostras.

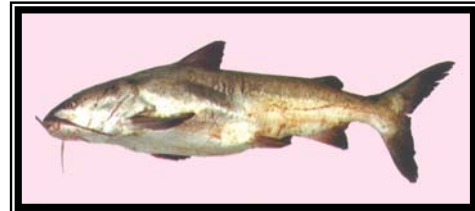
As amostras de pescado foram adquiridas de pescadores locais às margens do estuário. Durante os meses de coletas, foram analisadas 30 amostras de peixe. Foram estudadas as seguintes espécies: Bagre (*Pimelodus maculatus*; 6 amostras), Tainha (*Mugil cephalus*; 6 amostras), Solha (*Pleuronectes platessa*; 6 amostras), Prata (*Hemigrammus rodwayi*; 6 amostras), Sardinha (*Opisthonema oglinum*; 6 amostras) – Figura 11.

A - Sardinha (*Opisthonema oglinum*)Classe: *Actinopterygii*Ordem: *Clupeiformes*Família: *Clupeidae*

Fonte: CTTMar (2004).

B - Tainha (*Mugil cephalus*)Classe: *Actinopterygii*Ordem: *Mugiliformes*Família: *Mugilidae*

Fonte: Katembe (2004).

C - Bagre (*Pimelodus maculatus*)Classe: *Osteichthyes*Ordem: *Siluriformes*Família: *Ariidae*

Fonte: Famille Ariidae (2004)

D - Solha (*Pleuronectes platessus* - Linnaeus, 1758)Classe: *Actinopterygii*Ordem: *Pleuronectiformes*Família: *Bothidae*

Fonte: Planeta Pesca (2004).

E - Prata (*Hemigrammus rodwayi*)Classe: *Actinopterygii*Ordem: *Characiformes*Família: *Characidae*

Fonte: Avila (2004)

Figura 11. Espécies de peixes analisados.

As coletas de água foram realizadas a uma profundidade de aproximadamente 30cm abaixo da superfície da água, utilizando-se frascos esterilizados de boca larga com tampas esmerilhadas, enquanto que as amostras de pescados foram acondicionadas em sacos de polietileno esterilizados. Após as coletas, as amostras foram transportadas ao Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Maranhão (PCQA – UFMA) em caixas isotérmicas contendo gelo para a execução das análises pertinentes.

3.3 Preparo das amostras

3.3.1 Amostras de água

A partir das amostras de água, foram preparadas diluições decimais sucessivas (10^{-1} a 10^{-5}) em Água Peptonada Alcalina (APA), com posterior distribuição de alíquotas de 1mL em cinco séries de cinco tubos contendo o Caldo Trypticase Soja (Caldo TSB) (enriquecimento) e 0,1 mL em placas contendo o meio seletivo, o Agar Gelatina Fosfato Sal (Agar GSP) (duplicatas), ambos acrescidos de $20\mu\text{g/mL}$ de ampicilina, um antibiótico utilizado como inibidor da microbiota acompanhante das *Aeromonas* (Figura 12).

3.3.2 Amostras de pescados

Para a análise do pescado, foram pesadas asepticamente 25g da amostra em um erlenmeyer contendo 225 mL de Água Peptonada Alcalina (APA) esterilizada. Para a composição da amostragem, utilizou-se parte dos músculos, barbatanas, guelras e cauda de cada espécie estudada. Após a pesagem, fez-se a homogeneização em homogeneizador estéril, por cerca de 1 minuto. A partir do homogeneizado obteve-se a primeira diluição (10^{-1}), e em seguida, foram preparadas diluições decimais sucessivas até 10^{-4} . Em seguida foram inoculadas alíquotas de 1mL em quatro séries de quatro tubos contendo o caldo de enriquecimento (Caldo TSB) e de 0,1mL na superfície de placas contendo o meio seletivo (Agar GSP), adicionados de $20\mu\text{g/mL}$ de ampicilina (Palumbo *et al.*, 1992) (Figura 13).

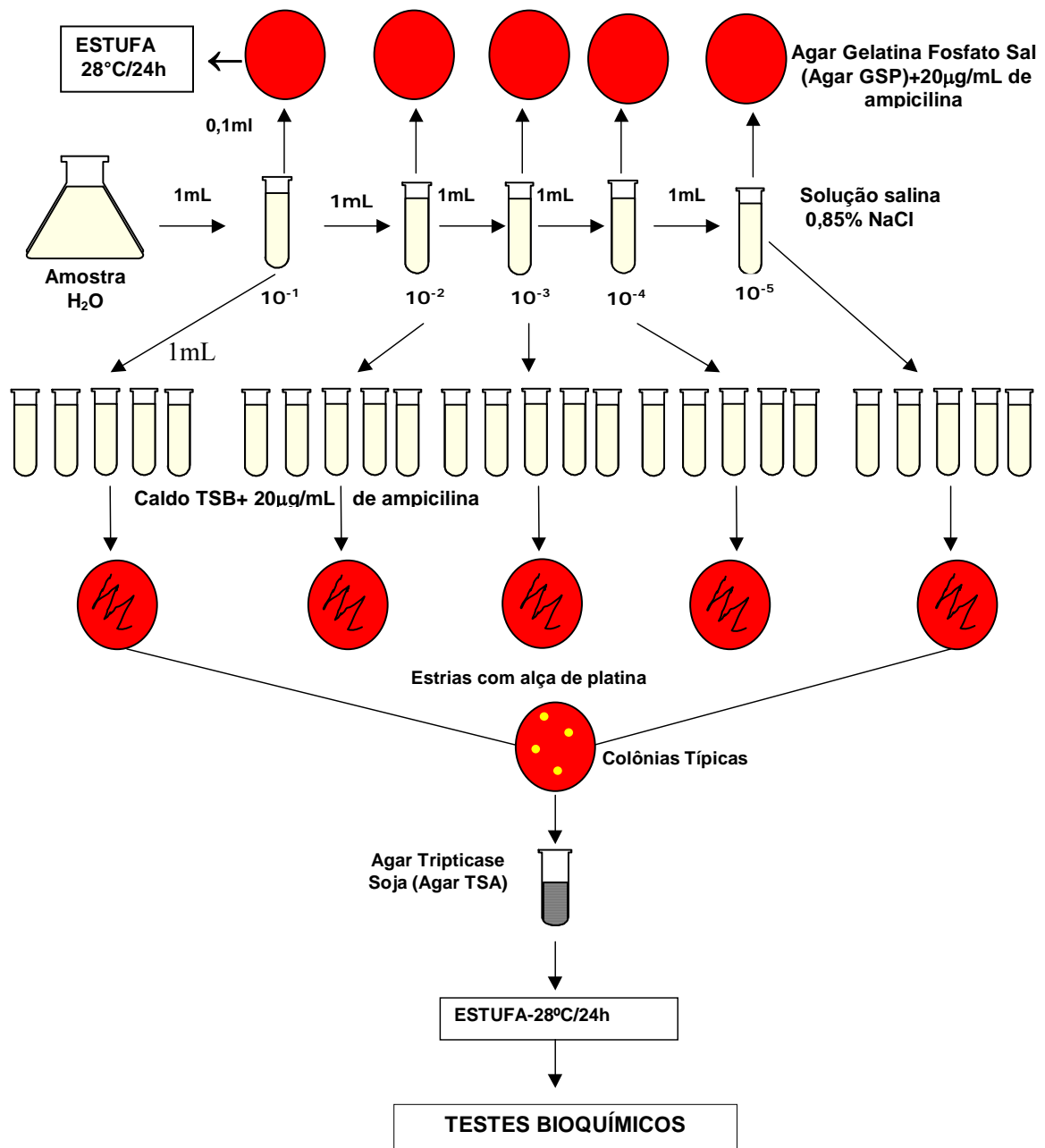


Figura 12. Enumeração (NMP/100mL) e contagem (UFC/mL) de *Aeromonas* sp. em amostras de água.

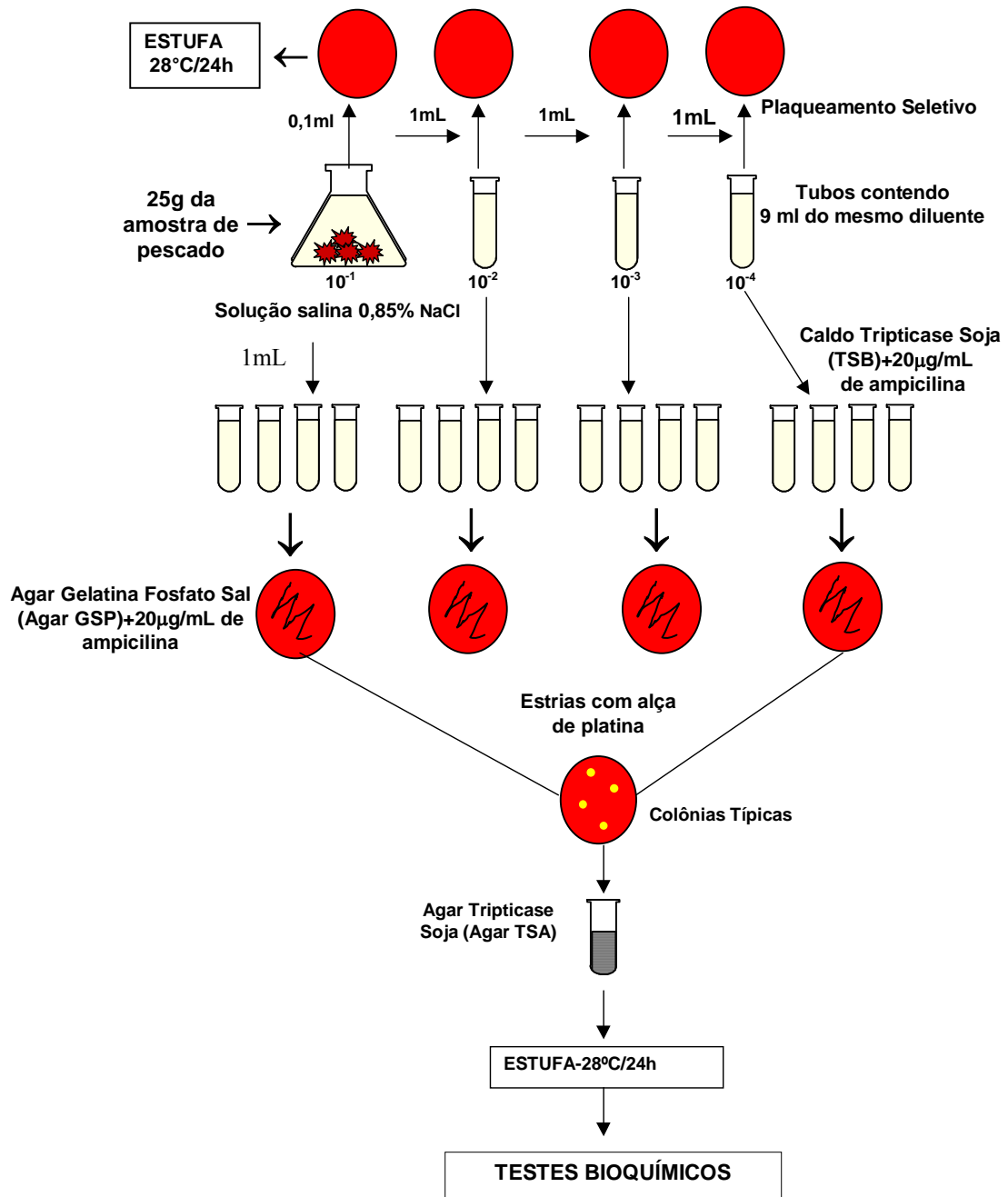


Figura 13. Enumeração (NMP/g) e contagem (UFC/g) de *Aeromonas* sp. em amostras de pescados.

3.3.3 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de *Aeromonas* sp.

Para a determinação do Número Mais Provável (NMP/100mL e g) de *Aeromonas* sp., utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos, adicionando-se alíquotas de 1mL de cada diluição a uma série de tubos contendo 10mL de Caldo Trypticase Soja (Caldo TSB) adicionado de ampicilina na concentração de 20 µg/mL. Os tubos foram incubados a 28°C por 24 horas. Após esse período, a partir de cada cultura positiva (tubos turvos), fez-se estrias através da técnica de esgotamento com o auxílio de uma alça de platina na superfície do Agar GSP adicionado de 20 µg/mL de ampicilina. As placas foram incubadas a 28°C por 24 horas (Figuras 12 e 13).

Após o período de incubação, as colônias crescidas nas placas, características de *Aeromonas* foram isoladas e testadas bioquimicamente e os tubos positivos correspondentes foram usados para se computar o NMP de *Aeromonas*/100mL ou g através da tabela do NMP, proposta pelo Bacteriological Analytical Manual (2004).

3.4 Contagem Padrão em Placas de *Aeromonas* sp.

Para a contagem das colônias típicas do gênero *Aeromonas*, utilizou-se o Agar Gelatina Fosfato Sal (Agar GSP), conforme Huguet *et al.* (1991), acrescido de 20µg/mL de ampicilina, como meio seletivo de isolamento. As placas preparadas em duplicatas foram inoculadas superficialmente com volumes de 0,1mL a partir das diluições decimais realizadas nas amostras de água e de pescado, seguidas de espalhamento com auxílio da alça de Drigalski e em seguida, incubadas a 28°C por 24 horas.

As contagens das colônias foram realizadas em um contador de colônias a partir das placas contendo entre 30-300 colônias. Devido à produção de amilase, as colônias suspeitas de *Aeromonas* no Agar GSP mostram-se de cor amarela com um halo claro ao redor da colônia (Figura 14).

Para o cálculo do número presuntivo de UFC/mL ou g (Unidades Formadoras de Colônias) de *Aeromonas* sp., o número de colônias contadas foi multiplicado por 10 e o resultado multiplicado pelo inverso do fator de diluição da respectiva placa de contagem.

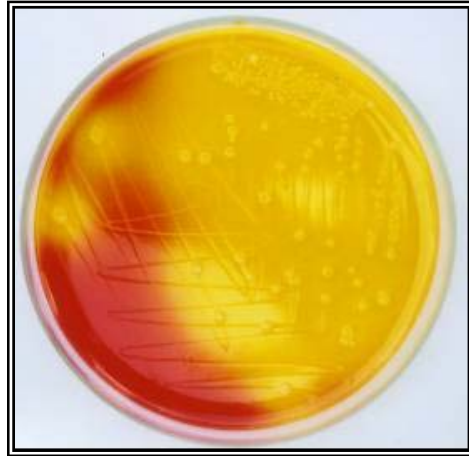


Figura 14. Placa contendo o Agar GSP com crescimento de *Aeromonas* sp.

3.5 Isolamento e identificação das cepas suspeitas de *Aeromonas* sp.

As colônias suspeitas de *Aeromonas* foram semeadas em tubos de Agar Tripticase Soja (Agar TSA) inclinado, seguido de incubação a 28°C por 24 horas. Decorrido esse período as culturas em Agar TSA foram submetidas às provas bioquímicas para a identificação das espécies.

a) Prova da oxidase:

A partir da cultura em Agar TSA, uma pequena porção do crescimento foi transferida, por meio de uma alça de platina, para um papel de filtro embebido com o reagente para oxidase. Logo a seguir realizou-se a leitura.

A prova foi considerada positiva mediante a produção de coloração violeta na região do papel de filtro contendo o inóculo.

b) Prova da catalase:

A partir do crescimento de 24 horas em Agar TSA uma pequena porção da cultura foi transferida para uma lâmina de vidro limpa, com o auxílio de uma alça de platina. Em seguida, a cultura foi coberta com uma gota de água oxigenada 3,0%. A prova positiva foi revelada através da visualização da liberação de bolhas.

As cepas que se apresentassem positivas frente a estas provas, foram consideradas suspeitas de *Aeromonas* sp. e então procedia-se as identificações definitivas.

c) Produção de gás a partir da glicose:

As cepas foram semeadas em tubos contendo caldo vermelho de fenol contendo 0,5% de D-glicose e tubos de Durham invertidos. Após incubação por 24 horas a 28°C, foram considerados positivos os testes que apresentassem cor amarela, devido a acidificação a partir da fermentação da glicose e presença de gás no interior do tubo de Durham.

d) Produção de Indol:

Neste teste, as cepas foram semeadas em tubo contendo o meio semi-sólido SIM. Após incubação por 24 horas a 28°C, adicionou-se, cuidadosamente, algumas gotas do reativo de Kovács. O teste positivo foi revelado pela formação de um anel púrpura/vermelho na superfície do meio.

e) Resistência ao O/129:

Foram estriados, com o auxílio de uma alça de platina, inóculos das cepas suspeitas em placas contendo Agar TSA. Em seguida, discos de papel de filtro impregnados com 10 e 150 µg/mL do agente vibriostático O/129 foram depositados, na superfície do agar, com o auxílio de uma pinça esterilizada. As placas foram então, incubadas a 28°C por 24 horas. O teste foi considerado positivo quando se observou o crescimento de *Aeromonas* sp. em toda a superfície da placa, sem a presença de halo de inibição ao redor dos discos. A bactéria é resistente às duas concentrações desse agente.

f) Descarboxilação de aminoácidos:

Neste teste cada cepa foi inoculada em tubos contendo o meio base (Caldo Vermelho de Fenol) acrescido de 0.5% de lisina, arginina e ornitina, respectivamente. Todos os tubos receberam uma camada de óleo mineral estéril e em seguida foram incubados a 28°C por até 96 horas. A prova foi considerada positiva, quando a cor do meio nos tubos permanecia inalterada (violeta), devido a descarboxilação das aminas, ocorrendo a neutralização do pH ácido, causado pela degradação da glicose. Nas provas negativas o meio base alterava sua cor para amarelo, devido somente a utilização da glicose.

g) Teste em Agar Tríplice Açúcar e Ferro (Agar TSI):

Neste teste, as cepas foram inoculadas por meio de picadas em profundidade e em estrias com o auxílio de uma agulha de níquel-cromo, em tubos contendo o Agar Tríplice Açúcar e Ferro (Agar TSI). O período de incubação foi de 24-48 horas a 28°C. O teste positivo era caracterizado pela acidificação do meio no ápice (sacarose +) e acidificação na base (glicose +). A produção de gás (podendo ser o H₂S) pode ocorrer ou não.

h) Motilidade:

Com o auxílio de uma agulha de níquel-cromo, realizou-se este teste inoculando-se a cepa em meio semi-sólido, até $\frac{3}{4}$ de sua altura. Incubou-se os tubos a 28°C por 24 horas. Após o período de incubação, fez-se a leitura do teste. O resultado foi considerado positivo pela turvação do meio e pela migração da bactéria a partir da linha inoculada.

i) Redução de Nitrato:

As cepas a serem testadas foram inoculadas em tubos contendo o caldo nitrato. Após a incubação de 24 horas a 28°C, adicionou-se 0,5mL da solução A (ácido sulfanílico) e 0,5mL da solução B (α -naftilamina), do reativo de Greiss e Islova. Considerou-se prova positiva os tubos que apresentaram uma cor vermelha.

j) Hidrólise da Esculina:

Para este teste, as cepas foram inoculadas por picadas em profundidade e em estrias com o auxílio de uma agulha de níquel-cromo, em tubos contendo o Agar Bile-Esculina com uma parte inclinada e outra em coluna. O período de incubação foi de 24-48 horas a 28°C. O teste positivo era caracterizado pelo escurecimento do meio que passava a apresentar uma cor marrom escura ou preta.

l) Prova de Voges-Proskauer:

As cepas foram inoculadas em tubos contendo caldo MR-VP; em seguida foram incubados em estufa bacteriológica a 28°C por até 96 horas. Após este período, adicionava-se a 1mL da cultura, 0,6mL de uma solução de α -naftol e 0,2mL de solução de hidróxido de potássio 40% e agitava-se levemente. A prova era considerada prova positiva quando os tubos apresentavam uma coloração vermelha.

m) Fermentação de carboidratos:

Semeou-se as cepas em tubos com o caldo vermelho de fenol acrescido de diferentes açúcares em concentração de 0,5%, dentre os quais utilizou-se: arabinose, sacarose, salicina, manitol, inositol. Incubou-se os testes a 28°C por 24-48 horas. A positividade dos testes era confirmada pela mudança da cor de vermelha para amarela em função da acidificação do meio.

n) Crescimento a 3% e 6% de Cloreto de Sódio (NaCl):

Neste teste, as cepas a serem testadas foram inoculadas em caldo nutriente contendo concentrações de 3% e 6% de cloreto de sódio (NaCl). Após o período de incubação, 28°C por 24 horas, fez-se a leituras dos testes. A prova era tida como positiva quando ocorria a turvação do meio.

3.6 Antibiograma

A atividade antimicrobiana de agentes quimioterápicos foi verificada através dos testes de inibição do crescimento bacteriano. Os padrões de sensibilidade e resistência a antibióticos foram determinados pelo Método de Difusão de Disco de Bauer-Kirby (1966), envolvendo o uso dos seguintes antibióticos comerciais: ampicilina (AMP) (10 μ g), tetraciclina (TET) (30 μ g), cefotaxima (CTX) (30 μ g), lincomicina (LIN) (2 μ g), cloranfenicol (CLO) (30 μ g), gentamicina (GEN) (10 μ g), cefalotina (CFL) (30 μ g), sulfazotrin (SUT) (25 μ g), ácido pipemídico (PIP) (20 μ g), vancomicina (VAN) (30 μ g), oxacilina (OXA) (1 μ g), eritromicina (ERI) (15 μ g).

Os discos contendo os antibióticos foram colocados sobre a superfície de Agar Müller-Hinton, previamente inoculado com 0,25mL de suspensão das bactérias em teste, cultivadas em Caldo Infusão Cérebro e Coração (Caldo BHI) (28°C por 24 horas). Após o período de incubação procedeu-se à leitura das placas medindo-se, em milímetros, o diâmetro da zona de inibição do crescimento das colônias. As cepas foram caracterizadas como resistentes, de sensibilidade intermediária ou sensíveis de acordo com uma tabela de mensuração dos halos para cada antimicrobiano usado, fornecido pelo fabricante dos discos impregnados.

3.7 Determinações dos parâmetros físico-químicos

3.7.1 Temperatura

Para a medida da temperatura da água (°C) *in situ*, utilizou-se um termômetro de mercúrio comum da marca Incoterm.

3.7.2 Salinidade

As medidas da salinidade foram realizadas *in situ* através do YSI Scientific Instrument.

3.7.3 pH

Fez-se as medida de pH (*in situ*) através do método potenciométrico utilizando-se um medidor de campo (marca Hanna, modelo 8316) calibrado com padrões de 4,0 e 9,0, segundo Aminot e Chaussepied (1983).

3.7.4 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (O.D. em mg/L) foi medido em laboratório através do método de Winkler, segundo Aminot e Chaussepied (1983). A fixação foi feita em campo (solução de manganês II e iodeto alcalino) e a titulação em laboratório. Essa análise foi realizada pelo Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Maranhão.

3.7.5 Nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺)

Para as medidas do N-amoniaco, utilizou-se o método citado por Aminot e Chaussepied (1983). Este método baseia-se na reação do amoníaco em solução alcalina de hipoclorito, produzindo monocloraamina que reagindo com o fenol resulta em uma coloração azul intenso em presença do excesso de hipoclorito. Para este parâmetro as amostras foram fixadas em campo com posterior leitura através do espectrofotômetro (espectrofotômetro DR-2000, $\lambda = 543\text{nm}$). Realizou-se essa análise no Laboratório de Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

3.7.6 Nitrito (N-NO₂⁻)

Para a detecção da presença de nitrito na água, fez-se uso do método espectrofotométrico de Bendschneider & Robinson, citado por Aminot & Chaussepied (1983). A reação do nitrito presente na amostra era observada com sulfanilamida em meio ácido formando um íon diazônio que em presença de N-naftil-etilenodiamina produzia um composto de coloração rosa, cuja intensidade da cor era proporcional à concentração do nitrito. A análise desse parâmetro foi realizada no Laboratório de Limnologia da Universidade Federal do Maranhão.

Os parâmetros oxigênio dissolvido, N-amoniaco e nitrito foram utilizados para evidenciar a presença de esgotos domésticos nas águas do estuário do rio Bacanga.

3.8 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas através do uso de um sistema computacional *Statistic Software*. Múltiplas correlações (Teste de *Pearson*) foram usadas para se determinar a relação entre os diferentes parâmetros físico-químicos medidos nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga e as contagens (UFC/100mL) de *Aeromonas* sp.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao NMP/100mL e a contagem em placas de *Aeromonas* sp. em águas de superfície do estuário do rio Bacanga, no decorrer de seis meses de análises, estão expressos na Tabela 6.

Todos os pontos do estuário apresentaram valores elevados, oscilando entre um NMP de $2,3 \times 10^4$ e $1,6 \times 10^7$ /100mL.

Tabela 6. Resultados referentes ao Número Mais Provável (NMP/100mL) e a contagem padrão em placas (CPP) em Agar Gelatina Fosfato Sal (GSP) (UFC/mL) de *Aeromonas* em 90 amostras de água de superfície do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.

Meses de amostragem	NMP/100mL*					CPP (UFC/mL)*				
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Março	** $2,4 \times 10^6$ a $1,6 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$ a $1,6 \times 10^7$	$2,3 \times 10^4$ a $2,4 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$ a $1,6 \times 10^7$	40,0 a 90×10^2	$3,0 \times 10^2$ a $5,6 \times 10^2$	$3,2 \times 10^4$ a $5,0 \times 10^4$	$4,1 \times 10^3$ a $1,7 \times 10^4$	$1,8 \times 10^2$ a $2,1 \times 10^3$
Abril	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$9,8 \times 10^4$ a $3,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^6$ a $8,8 \times 10^6$	$7,1 \times 10^4$ a $8,2 \times 10^6$	$4,1 \times 10^6$ a $1,1 \times 10^7$	$5,1 \times 10^6$ a $7,7 \times 10^6$
Junho	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$3,0 \times 10^3$ a $1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$ a $7,0 \times 10^5$	$3,5 \times 10^4$ a $1,2 \times 10^5$	$4,1 \times 10^3$ a $5,0 \times 10^3$	$5,8 \times 10^4$ a $5,1 \times 10^6$
Julho	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$1,6 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^3$ a $4,0 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$ a $3,2 \times 10^6$	$2,0 \times 10^3$ a $8,9 \times 10^3$	$3,1 \times 10^5$ a $3,7 \times 10^5$	70,0 a $1,7 \times 10^4$
Agosto	$2,4 \times 10^6$ a $1,6 \times 10^7$	$2,3 \times 10^4$ a $2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$ a $1,6 \times 10^7$	$2,3 \times 10^5$ a $2,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$ a $2,4 \times 10^6$	$1,1 \times 10^3$ a $4,7 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$ a $2,6 \times 10^4$	$4,7 \times 10^3$ a $5,1 \times 10^4$	50,0	50,0 a $2,5 \times 10^3$
Outubro	$2,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$ a $2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$ a $2,4 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$2,3 \times 10^3$ a $1,3 \times 10^8$	$2,0 \times 10^2$ a $4,6 \times 10^2$	$3,6 \times 10^3$ a $2,7 \times 10^4$	0	0

*UFC/mL = Unidade Formadora de Colônia por mL

**Valores mínimos e máximos de cada ponto.

Observa-se que no mês de abril, pico do período chuvoso, ocorreram as maiores contagens de *Aeromonas* sp., com valores oscilando entre um mínimo de $9,8 \times 10^4$ UFC/mL e um máximo de $3,0 \times 10^7$ UFC/mL e um NMP de $1,6 \times 10^7$ /100mL. Enquanto que no mês de outubro, o pico do período seco, obteve-se os menores índices nas CPP, principalmente nos

pontos 4 e 5 (Sá Viana e Barragem) (Tabela 6). Este declínio pôde ser observado a partir do mês de agosto quando as chuvas diminuem.

É possível que os elevados índices de *Aeromonas* sp. no mês de abril se deva ao aumento no fluxo de esgotos domésticos em decorrência da intensidade das chuvas, que lixiviam o material e os depositam diretamente nas águas do estuário. Além disso, a diminuição da temperatura e a diluição das águas do estuário com a conseqüente diminuição da salinidade (fator limitante para a proliferação das *Aeromonas*) pode ter favorecido o aumento desta bactéria no estuário nesse referido mês (Tabela 7).

Em contrapartida, no mês de outubro, quando ocorre uma diminuição na intensidade das chuvas, um aumento na temperatura e um posterior aumento na salinidade, houve uma diminuição acentuada no número de *Aeromonas* sp., principalmente nos pontos mais distantes das emissões de esgoto. Constata-se então, uma distribuição sazonal das *Aeromonas* no estuário do Bacanga, em relação à intensidade de chuvas e da proximidade com os pontos de emissão de esgotos domésticos.

Alguns estudos comprovam a ocorrência de variação sazonal das espécies de *Aeromonas* sp. em ambientes aquáticos. Seidler *et al.* (1980) em um estudo com o objetivo de enumerar e isolar bactérias do gênero *Aeromonas* na água e no sedimento de um rio situado no Estado de Washington DC, Estados Unidos, observaram que a maior contagem de *Aeromonas* ocorreu no período em que a temperatura da água era mais elevada. As contagens máximas obtidas em seu estudo foram de $4,0 \times 10^5$ UFC/g no sedimento e de 300 UFC/mL na água.

Pathak *et al.* (1988) ao investigarem a distribuição sazonal de *Aeromonas hydrophila* em rios localizados na Índia, encontraram valores entre $1,1 \times 10^3$ e $1,6 \times 10^4$ UFC/mL, nos meses mais quentes. Kaper *et al.* (1981) encontraram também contagens máximas de $5,0 \times 10^5$ UFC/mL em águas com temperaturas mais elevadas.

Com relação às contagens de *Aeromonas* sp. os maiores valores foram obtidos nos pontos 1 (Parque Timbira), 2 (Parque dos Nobres) e 3 (Macaúba), variando de 40,0 a $1,3 \times 10^8$ UFC/mL no decorrer das análises. Isto se deve principalmente à proximidade dos pontos de lançamento de esgotos domésticos, o que contribui com altos níveis de nutrientes, favorecendo o crescimento de bactérias autóctones, tais como *Aeromonas*, bem como outros microrganismos heterotróficos.

As contagens obtidas neste estudo assemelham-se às encontradas por Poffé & Debeeck (1991) em estudo sobre a enumeração de *A. hydrophila* em águas de estações de tratamento de esgotos domésticos e em águas de superfície que recebiam esgotos. Os autores

encontraram valores da bactéria que oscilavam de 10^4 a 10^6 UFC/mL nas águas que recebiam esgotos, e uma média de 10^4 UFC/mL em efluentes secundários.

Da mesma maneira, Pathak *et al.* (1988) ao investigarem a distribuição sazonal de *Aeromonas hydrophila* em rios localizados na Índia, encontraram valores entre $1,1 \times 10^3$ e $1,6 \times 10^4$ UFC/mL, nos meses mais quentes.

A presença de *Aeromonas* sp., em diferentes tipos de água, tem sido relatada por diferentes autores. Falcão *et al.* (1998) estudaram a presença de *Aeromonas* sp., *Plesiomonas shigelloides* e *Vibrio cholerae* em água doce de diferentes fontes em Araraquara, São Paulo, Brasil, isolaram diferentes espécies de *Aeromonas* e *Vibrio cholerae* não-O1. Observaram também que, todas as cepas de *Aeromonas* e *Vibrio cholerae* não-O1 produziam β -hemólises e algumas cepas de *Aeromonas* exibiam atividade citotóxica.

Em uma pesquisa realizada por Bernagozzi *et al.* (1995) na qual estudaram a prevalência de *Aeromonas* sp. em águas de superfície de fontes doces, salobras e salgadas com diferentes níveis de poluição, constataram que todas as amostras apresentaram números elevados de *Aeromonas* com predominância da espécie *A. hydrophila*.

A ocupação populacional ao longo das regiões costeiras aumenta os riscos de contaminação dos recursos hídricos por esgotos domésticos e outros agentes poluentes, incluindo organismos patogênicos, substâncias orgânicas, metais pesados e elementos traço, possuindo desta forma efeitos diretos ou indiretos sobre os ecossistemas e organismos aquáticos, propagando doenças através da água e alimentos contaminados (Torres, 2004).

Atualmente, bactérias autóctones dos ambientes aquáticos, tais como as *Aeromonas*, têm sido consideradas como possíveis causadores de doenças de veiculação hídrica, incluindo as gastroenterites e as feridas infecciosas (Islam & Tanaka, 2004).

Vários fatores ambientais (matéria orgânica, nutrientes inorgânicos, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, temperatura, etc.) agem nos ecossistemas aquáticos, influenciando não somente na quantidade e na composição da microbiota, mas também na morfologia e fisiologia dos microrganismos: temperatura acima ou abaixo da ótima, concentrações de sais ou valores de pH abaixo ou acima do valor ótimo levando algumas espécies a consideráveis variações no metabolismo, na morfologia e reprodução (Fiorentini *et al.*, 1998). Os resultados referentes às medidas dos parâmetros físico-químicos medidos, durante os meses de março a outubro de 2004, em amostras de águas superficiais do estuário do rio Bacanga estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Valores dos parâmetros físico-químicos medidos nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.

Meses de Amostragem	Parâmetros*					
	Temperatura da água (°C)	Salinidade (‰)	pH	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	N-NH ₄ ⁺ (µM/L)*	NO ₂ ⁻ (µM/L)*
Março	* 29 a 30,5	18,9 a 29,2	7,4 a 8,5	2,68 a 5,27	2,35 a 17,50	0,45 a 1,31
Abril	28 a 30	4,1 a 7,8	6,3 a 8,2	1,41 a 4,63	27,28 a 81,21	0,07 a 0,85
Junho	29 a 30,5	13,2 a 19,6	7,6 a 8,2	2,05 a 4,70	20,14 a 147,07	0,07 a 0,85
Julho	28,5 a 30,5	17,3 a 23,8	6,8 a 7,5	2,00 a 4,25	37,07 a 66,21	1,09 a 1,32
Agosto	29,5 a 31	19,7 a 24,2	7,3 a 8,6	3,92 a 5,02	39,14 a 99,57	1,72 a 3,26
Outubro	28,5 a 31,5	23,1 a 27,4	7,6 a 8,5	3,17 a 5,05	3,57 a 107,85	0,34 a 1,34

*N-NH₄: Nitrogênio Amoniacoal; NO₂⁻: Nitrito.

**Valores mínimos e máximos em cada mês.

Pelo fato do gênero *Aeromonas* ser autóctone de ambientes aquáticos, essas bactérias possuem a capacidade de se adaptar e sobreviver às mudanças ambientais como pH, temperatura, salinidade e baixa disponibilidade de nutrientes, mas em condições adequadas podem multiplicar-se rapidamente, podendo ser usadas como indicadoras do estado trófico das águas (Isonhood *et al.*, 2002).

Com relação à temperatura da água de superfície do estuário do rio Bacanga, o que se constatou é que esse fator não sofreu variação significativa, oscilando entre 28°C e 31,5°C durante os meses de coleta, com a temperatura da água acompanhando a variação da temperatura do ar. Os menores valores de temperatura foram registrados nos meses de abril, correspondente ao pico do período chuvoso na região, enquanto as maiores medidas foram observadas no mês de outubro, correspondente ao máximo da estiagem. A distribuição espaço temporal da temperatura nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA, 2004, está expressa na Figura 15.

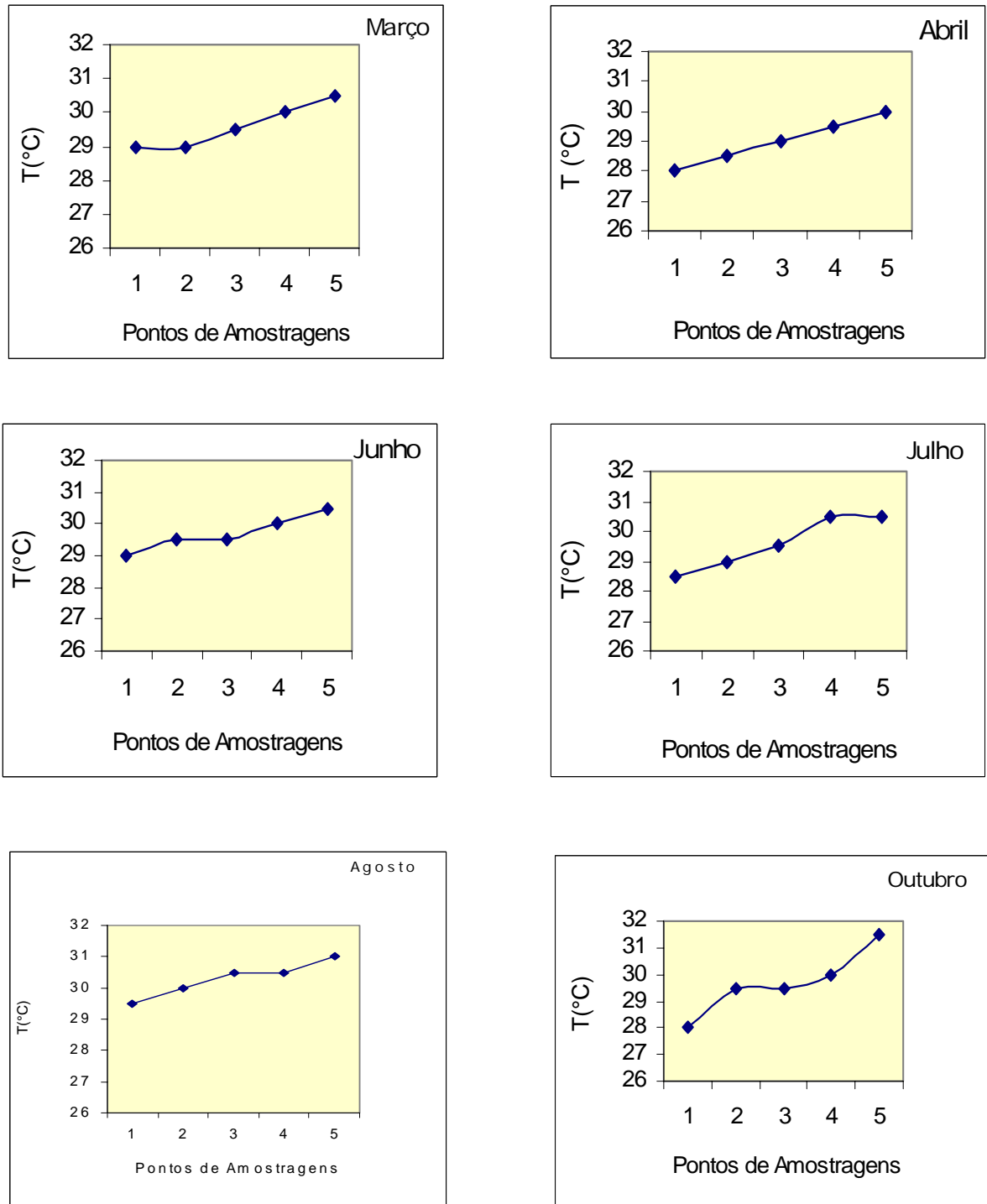


Figura 15. Distribuição espaço temporal da temperatura medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

A temperatura exerce influência sobre os processos biológicos, químicos e bioquímicos que ocorrem na água, influenciando também no crescimento microbiológico, uma vez que cada microrganismo cresce melhor numa determinada temperatura (Macêdo, 2001).

A capacidade de crescer em temperaturas extremas varia entre as cepas de *Aeromonas* e parece estar intimamente relacionada à origem das cepas. Mateos *et al.* (1993) constataram que cepas isoladas de amostras ambientais produzem mais toxinas a 28°C, enquanto que, as isoladas de humanos possuem características mesófilas e produzem toxinas a 37°C (Tsai *et al.*, 1997).

O que se observou durante os meses de coleta é que não houve variações significativas na temperatura (na maioria das vezes, o mínimo no estuário foi de 28°C, correspondente à temperatura ótima de crescimento de *Aeromonas* sp.) portanto, podendo-se afirmar que este parâmetro tem influência significativa no crescimento da bactéria. A variável de correlação da temperatura com relação às contagens de *Aeromonas* sp. foi de $r = -0,39$; $p \leq 0,05$ (Apêndice A; Tabela A2 e Figura A1).

A distribuição espaço temporal da salinidade medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga está representada na Figura 16. Este fator salinidade está sujeito às variações dos parâmetros ambientais, principalmente no que diz respeito ao aporte fluvial, à precipitação pluviométrica, à evaporação e à contribuição marinha por parte da Baía de São Marcos. Os menores valores de salinidade (4,1 a 7,8‰) foram registrados no mês de abril, meses de chuva; enquanto que os maiores valores foram obtidos em outubro (23,1 a 27,4‰), o máximo de evaporação (pico do período seco).

Os pontos 1 e 2 (correspondentes aos bairros Parque Timbira e Parque dos Nobres), por estarem mais distantes da barragem, apresentaram os menores valores para a salinidade, nos meses de abril e junho, quando comparados com os pontos 3,4 e 5 (correspondentes aos bairros Sá Viana, Macaúba e a Barragem), que revelaram valores mais elevados nos meses de agosto e outubro por estarem situados próximos a barragem e serem influenciados pela maré salina.

De modo geral, as aeromonas não toleram salinidades >5% de NaCl, e dependendo da temperatura, a salinidade pode atuar como um fator limitante na proliferação da bactéria (Knochel, 1990). No entanto, Delamare *et al.* (2000) ao conduzirem estudo para avaliar o crescimento de dezesseis cepas de *Aeromonas* em diferentes concentrações de cloreto de sódio, observaram que todas as cepas avaliadas, independente da espécie, cresceram na presença de 0,34M (molar) de NaCl, podendo ser consideradas halotolerantes.

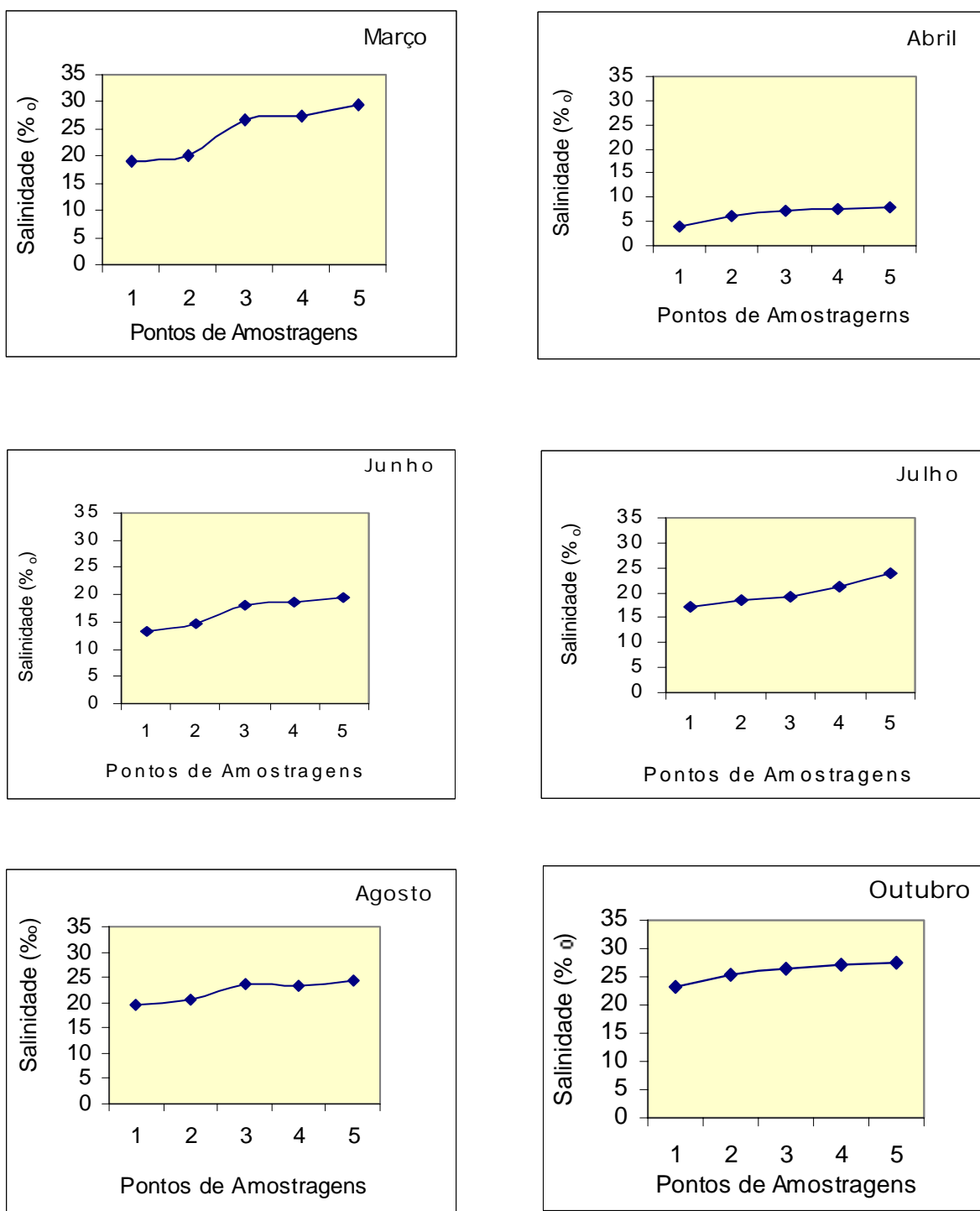


Figura 16. Distribuição espaço temporal da salinidade medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

A Figura 17 mostra o comportamento da *Aeromonas* sp. frente a salinidade medida nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga durante os meses de amostragem. Pode-se constatar uma variação no crescimento (NMP/100mL) da bactéria, inversamente proporcional à salinidade.

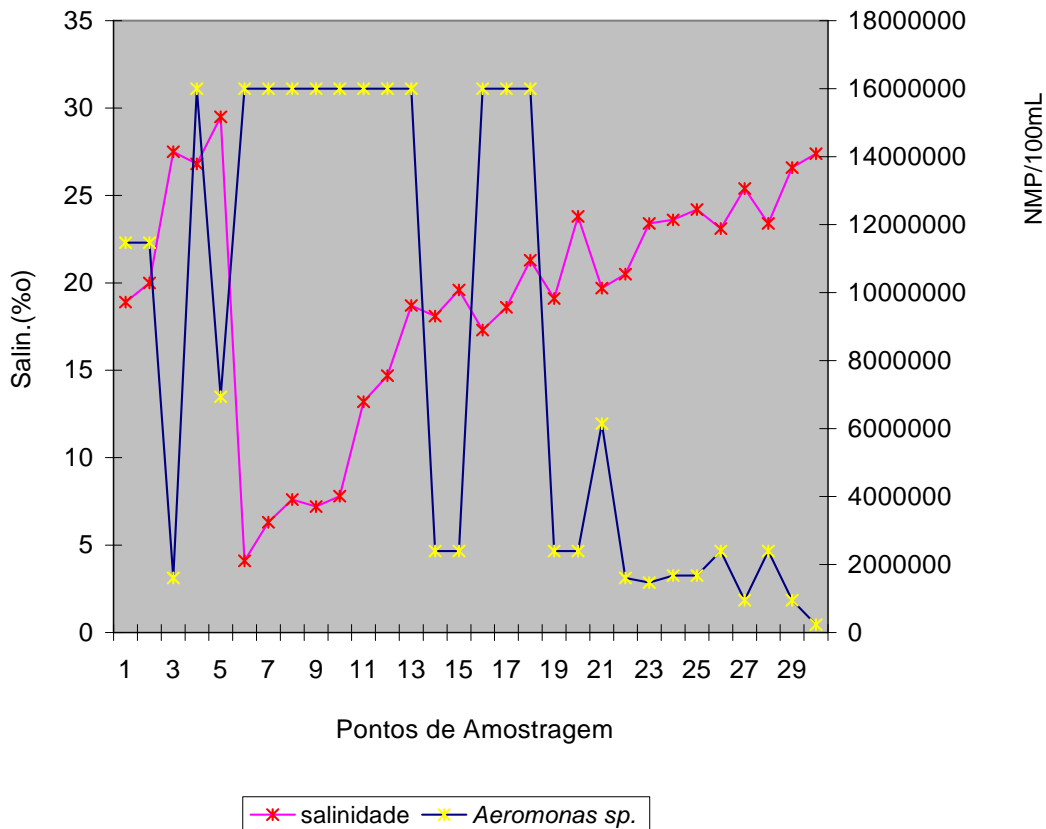


Figura 17. Comportamento das *Aeromonas* sp. frente a salinidade medida nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Em estudo realizado por Marcel *et al.* (2002) com espécies de *Aeromonas* em um estuário tropical eutrófico, observou-se que a maior frequência de isolamento de espécies de *Aeromonas* ocorreu na área urbana do estuário (82,53%), durante as estações chuvosas quando a salinidade da água ficava abaixo de 10‰. *A. hydrophila* só era recuperada durante essa estação. Neste mesmo estudo, a menor frequência de isolamento foi verificada durante a estação seca, na qual a salinidade era acima de 10‰.

A salinidade apresentou uma correlação significativa em relação a *Aeromonas*, com $r = -0,16$; $p \leq 0,05$ (Apêndice A; Figura A2).

O pH medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga tem sua distribuição espaço temporal representada na Figura 18.

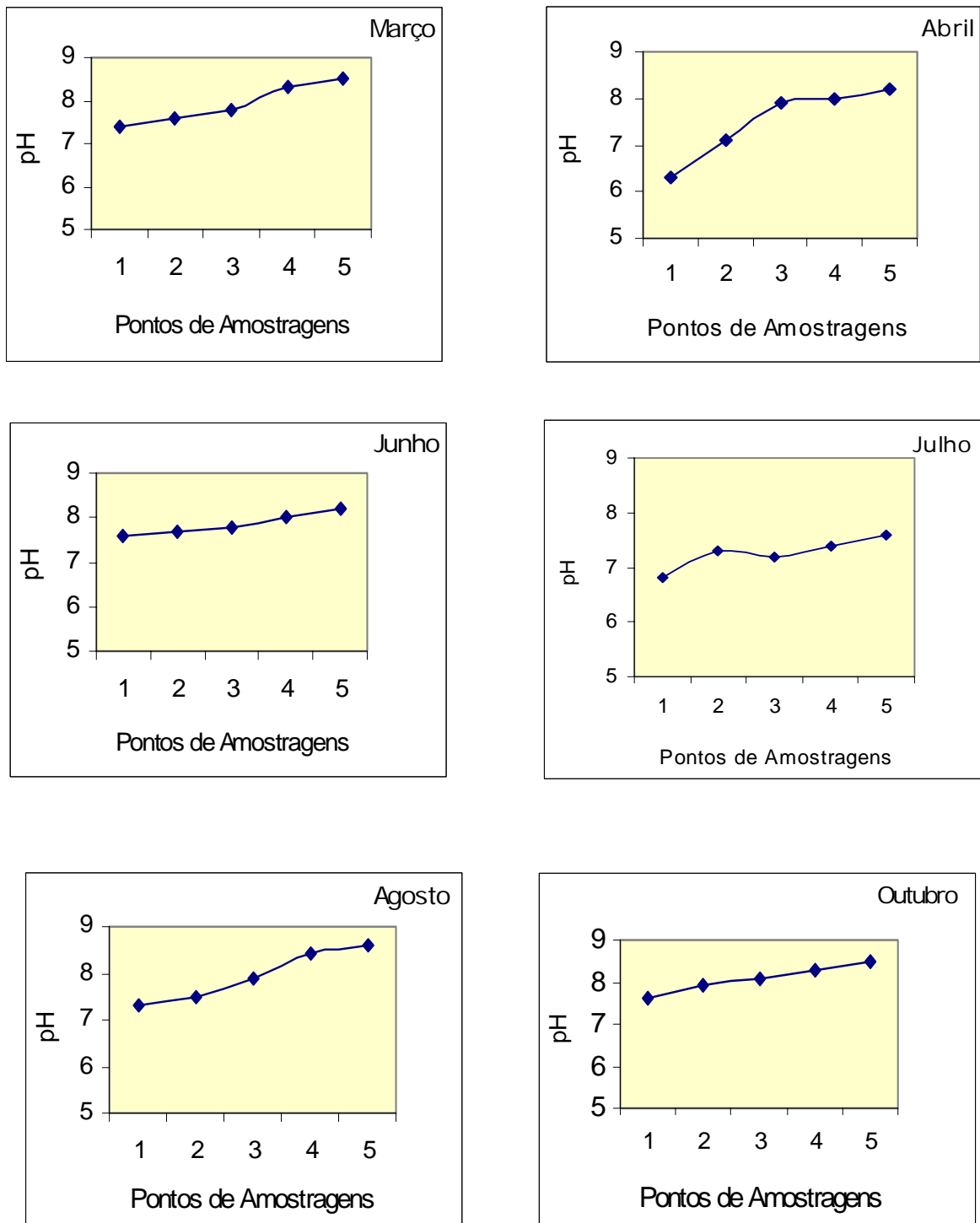


Figura 18. Distribuição do pH medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

Os valores mais elevados (8,5 a 8,6) foram registrados no ponto 5 nos meses de agosto e outubro, e os menores (6,3 a 7,1) nos pontos 1 e 2 no mês de abril, correspondente ao período de aumento na intensidade pluviométrica na região. Os valores de pH, ao longo dos pontos variaram de 6,3 a 8,6. O que se observa também, é que nos pontos 3, 4 e 5, foram registrados valores de pH que variaram de ligeiramente alcalinos a alcalinos (7,2 a 8,6), e isto é atribuído ao fato destes pontos estarem localizados mais próximos à barragem e sofrerem influência marinha, diferentemente dos pontos 1 e 2 (6,3 a 7,9) os quais não sofrem essas interferências por estarem mais distantes da mesma.

Deste modo, o pH variou de uma faixa ligeiramente ácida, devido à contribuição fluvial, até ligeiramente alcalina, em função da influência marinha. A variação deste parâmetro no estuário ocorreu de modo semelhante a da salinidade, mostrando uma correlação positiva e significativa ($p = 0,48$; $p \leq 0,05$) (Apêndice A, Tabela A1).

É importante ressaltar que os resultados apresentados aqui são referentes às amostras de águas de superfície, onde existe um equilíbrio no sistema gás carbônico-bicarbonatos-carbonatos, entre a água superficial e a atmosfera; conferindo as águas do estuário um apreciável poder tampão. Esse parâmetro pode ser considerado conservativo com valores baixos na parte fluvial e altos na parte marinha, obedecendo ao modelo teórico de Liss (1976).

As aeromonas toleram bem valores altos de pH, razão por que se usa Água Peptonada Alcalina (APA) (pH 8,5-8,8) como um método de enriquecimento.

Khadori & Fainstein (1988) analisando *Aeromonas* e *Plesiomonas* como agentes etiológicos, constataram que as *Aeromonas* crescem em faixas de pH que variam de 5,5 a 9,0, entretanto, observaram também que sua tolerância ao pH parece variar com a temperatura de incubação das cepas.

Segundo Palumbo *et al.* (1985), em uma temperatura de incubação de 28°C, considerada ótima de crescimento, *Aeromonas* multiplicam-se bem em meios com pH variando de 6,5 a 7,2, porém, em pH 5,5 apresentam crescimento retardado.

Portanto, os resultados obtidos para os valores de pH medidos nas águas de superfície do rio Bacanga são favoráveis ao crescimento das *Aeromonas*. Este parâmetro, também apresentou uma correlação significativa negativa com relação às contagens de *Aeromonas* sp. ($r = -0,15$; $p \leq 0,05$) (Apêndice A; Figura A3).

A distribuição espaço temporal, do oxigênio dissolvido, medido nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga está expressa na Figura 19, sendo que os valores variaram de 1,41 a 5,27 mg/L nos pontos 1 (abril) e 5 (outubro), respectivamente. Os menores valores foram medidos nos pontos 1, 2 e 3, onde o consumo de oxigênio pelo processo de

decomposição da matéria orgânica é bem mais elevado, principalmente em função do esgoto doméstico e do material orgânico oriundo de manguezais adjacentes. Já os valores mais elevados foram observados nos pontos 4 e 5 (Sá Viana e Barragem), mais distantes das emissão de esgotos e onde, em função da turbulência provocada pela ação da barragem, ocorre uma maior troca gasosa com a atmosfera juntamente com uma elevada produção primária.

O oxigênio dissolvido é um dos gases mais importantes para o sistema aquático, tanto por ser vital aos organismos aeróbios no processo de respiração, quanto na participação de vários processos biogeoquímicos, podendo ser considerado também como um bom indicador da qualidade ambiental (Chester, 1996).

No caso do rio Bacanga, que recebe diariamente grandes quantidades de esgotos domésticos, a diminuição de oxigênio dissolvido ocorre de maneira expressiva com posterior produção de gás sulfídrico (H_2S) que é tóxico para os organismos aquáticos.

Além de um importante indicador de poluição, as taxas de oxigênio dissolvido evidenciam também a redução de substâncias orgânicas e a intensidade de autodepuração. Alterações na concentração de oxigênio dissolvido podem originar-se de mudanças bruscas na temperatura da água, bem como de processos físico-químicos, químicos e bioquímicos (oxidação aeróbica de substâncias orgânicas) (Marques, 1993).

No sistema Bacanga, os processos de circulação e mistura são deficientes em função da barragem do mesmo nome, o que impede o fluxo e refluxo das águas pela ação das marés. Isto impede a renovação das águas e faz com que ocorra um acúmulo de matéria orgânica de origem natural (manguezal) e antropogênica (esgoto e lixo doméstico); fazendo com que o consumo de oxigênio seja intenso nos processos de oxidação química e biológica da matéria orgânica.

O oxigênio dissolvido mostrou uma correlação negativa e pouco significativa em relação às contagens de *Aeromonas*, $r = -0,08$; $p \leq 0,05$ (Apêndice A; Figura A4).

As medidas do N-amoniaco realizadas nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga estão expressas na Figura 20. A variação sazonal mostrou um aumento considerável a partir do mês de abril até junho, nos pontos 1 e 3, nos quais ficam situados os principais pontos de lançamentos de esgotos domésticos.

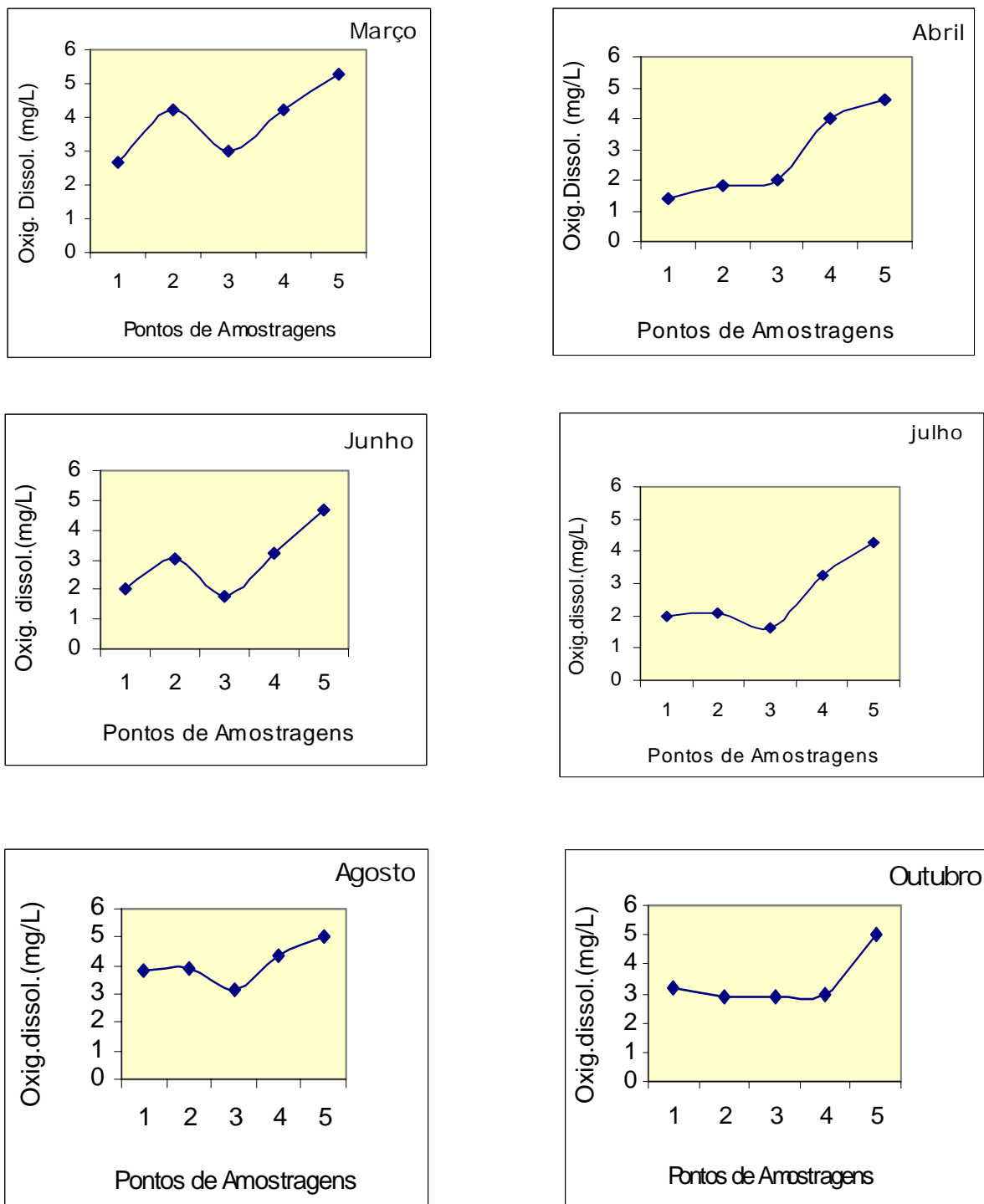


Figura 19. Distribuição espaço temporal do oxigênio dissolvido medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

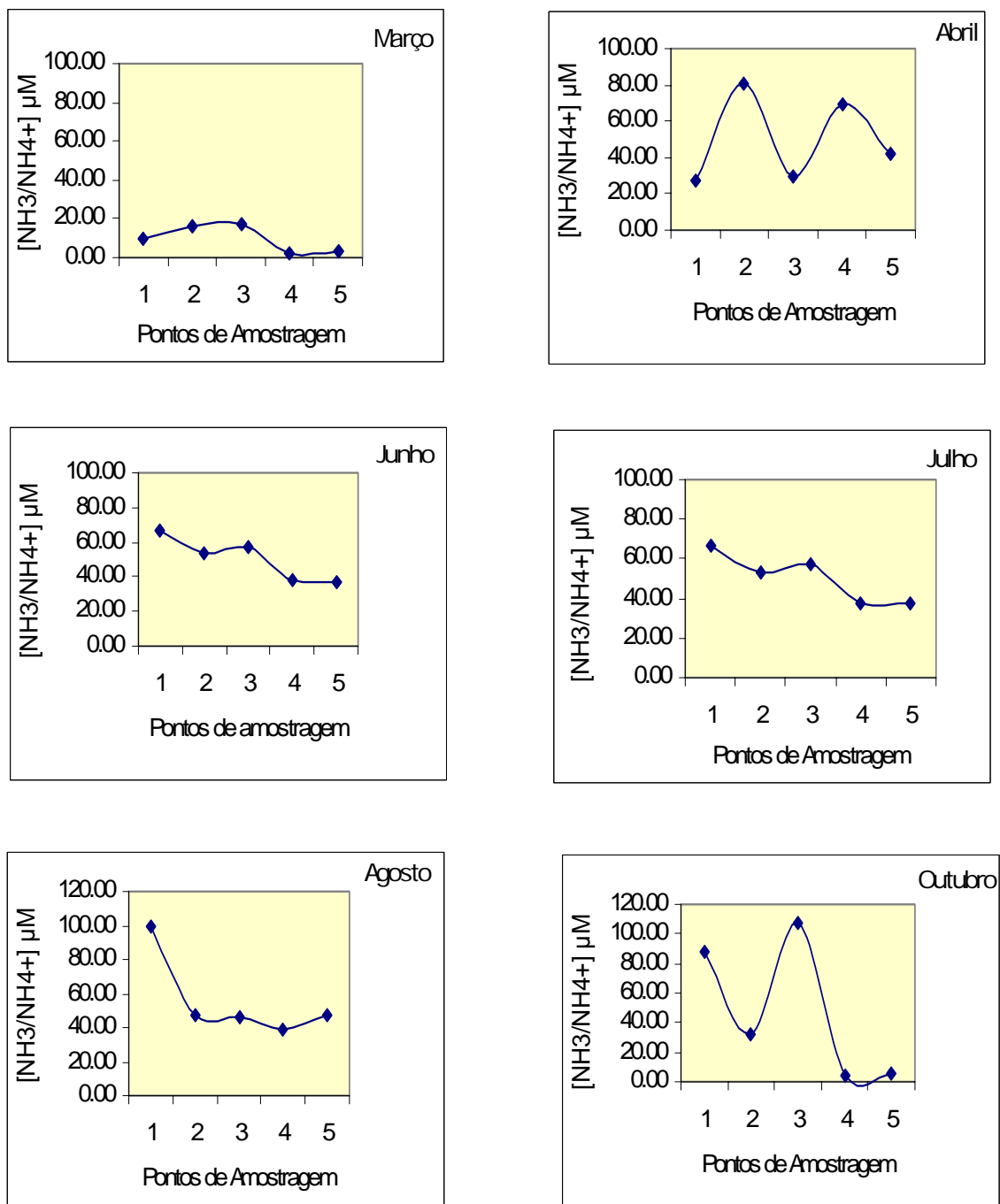


Figura 20. Distribuição espaço temporal do N-amoniaco (N-NH_4^+) medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

Durante o período chuvoso (março, abril e junho), os valores obtidos foram relativamente menores, comparados com os dos meses de estiagem, embora possa se observar uma ligeira elevação no mês de junho. De modo geral, as maiores influências sobre as concentrações do íon amônio foram observadas nos pontos situados próximos aos lançamentos de esgotos (pontos 1, 2 e 3), e menores nos pontos mais distantes (pontos 4 e 5).

No decorrer da pesquisa, o valor mínimo obtido para o N-amoniacoal ficou em torno de $2,36\mu\text{M}$ no ponto 3, no mês de março, sendo que o máximo obtido foi de $147,0\mu\text{M}$ no mesmo ponto, no mês de junho. Observou-se também que houve uma variação temporal, isto é, um aumento no decorrer dos meses de coleta.

A presença de amônia orgânica/ NH_3 e amônia inorgânica/ NH_4^+ nos ambientes aquáticos caracteriza poluição recente por esgotos domésticos, enquanto a presença de nitrato/ NO_3^- caracteriza uma poluição remota, em função do nitrogênio apresentar-se no seu último estágio. A forma livre de amônia/ NH_3 é tóxica, porém muito volátil. Sua conversão a nitrito e depois a nitrato consome oxigênio dissolvido, alterando as condições bioquímicas do sistema aquático. A amônia é, portanto um bom traçador de poluição urbana (Görgényi *et al.*, 2005).

Esperava-se que os valores mais altos para o N-amoniacoal no estuário do rio Bacanga fossem encontrados durante os períodos chuvosos e baixos no período secos, pois no período chuvoso existe a lixiviação das áreas marginais, maior fluxo de água doce e a contribuição da atmosfera pela precipitação pluviométrica. Mas, esta hipótese não se confirmou e, valores mais altos foram obtidos no período seco, com exceção de um ligeiro aumento no mês de junho, correspondente ao final do período chuvoso e ao início do período de estiagem.

Esses valores elevados, no período seco, são explicados devido ao efeito da concentração de amônia, isto é, diminuição do escoamento fluvial e, ainda, da contribuição das águas intersticiais (processo de difusão a partir do sedimento).

A amônia pode ser considerada mais ou menos tóxica, dependendo do pH, temperatura e salinidade, variáveis que influenciam na capacidade de contenção da “fração tóxica” no meio. Altas concentrações de amônia podem causar asfixia em peixes (Randall & Tsui, 2002).

Através dos dados apresentados, o ambiente estuarino estudado (estuário do rio Bacanga) pode ser caracterizado como sendo um ambiente poluído, evidenciando ainda que, o principal fornecedor de nitrogênio amoniacoal e de outros nutrientes para o sistema estuarino é o esgoto doméstico lançado pelos bairros situados nos arredores do estuário. Os valores encontrados podem ser considerados fora da faixa esperada para ambientes estuarinos,

conforme a Resolução CONAMA n° 20, de 18 de junho de 1986, que rege que um ambiente estuarino deve apresentar valores de até 0,4 mg/L NH_3 . Então segundo essa Resolução o ambiente estuarino em questão pode ser considerado poluído.

Com relação à influência da amônia na proliferação de *Aeromonas* sp. no estuário do rio Bacanga, observou-se correlações significativas, com $r = 0,17$; $p \leq 0,05$ (Apêndice A; Figura A5).

Os valores correspondentes à distribuição espaço temporal do nitrito nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga estão expressos na Figura 21. Nesse sistema estuarino, os valores foram, na maioria das vezes, baixos, variando de $0,07\mu\text{M}$ a $3,86\mu\text{M}$, sendo que os menores foram obtidos nos pontos 4 e 5, os quais sofrem pouca influência dos esgotos domésticos; sendo os valores mais elevados medidos nos pontos 1, 2 e 3, onde a influência antrópica (esgoto doméstico) é mais acentuada, variando de $1,05\mu\text{M}$ a $3,26\mu\text{M}$ (Figura 21).

A variação sazonal no estuário em relação a este parâmetro foi pouco evidenciada, isto é, foram detectados valores baixos tanto no período chuvoso, quanto no período de estiagem. Entretanto, houve uma tendência de aumento do nitrito a partir do mês de julho, em todos os pontos, com valores oscilando entre de $1,09\mu\text{M}$ e $3,26\mu\text{M}$, e um decréscimo súbito no mês de outubro. Os valores baixos de nitrito podem ser explicados em razão do seu consumo por algumas espécies de fitoplâncton e/ou bactérias e pelo processo de redução ou oxidação; já, os valores elevados ocorrem em função da desnitrificação (redução dos íons nitrato ou oxidação do amônio).

O nitrito/ NO_2^- é uma forma transitória, sendo rapidamente oxidado à nitratos/ NO_3^- , sua persistência indica despejo contínuo de matéria orgânica. Nas águas naturais, não se pode esperar concentrações acima de 0,2 mg/L. O íon nitrito pode ser utilizado pelas plantas como uma fonte de nitrogênio (Panswad & Anan, 1999).

O nitrito não apresentou correlação significativa com as contagens de *Aeromonas* no decorrer dos meses de pesquisa ($p = -0,02$; $p \leq 0,05$) não apresentando, portanto, influência sobre o desenvolvimento da bactéria *Aeromonas* no ambiente estudado (Apêndice A; Figura A6).

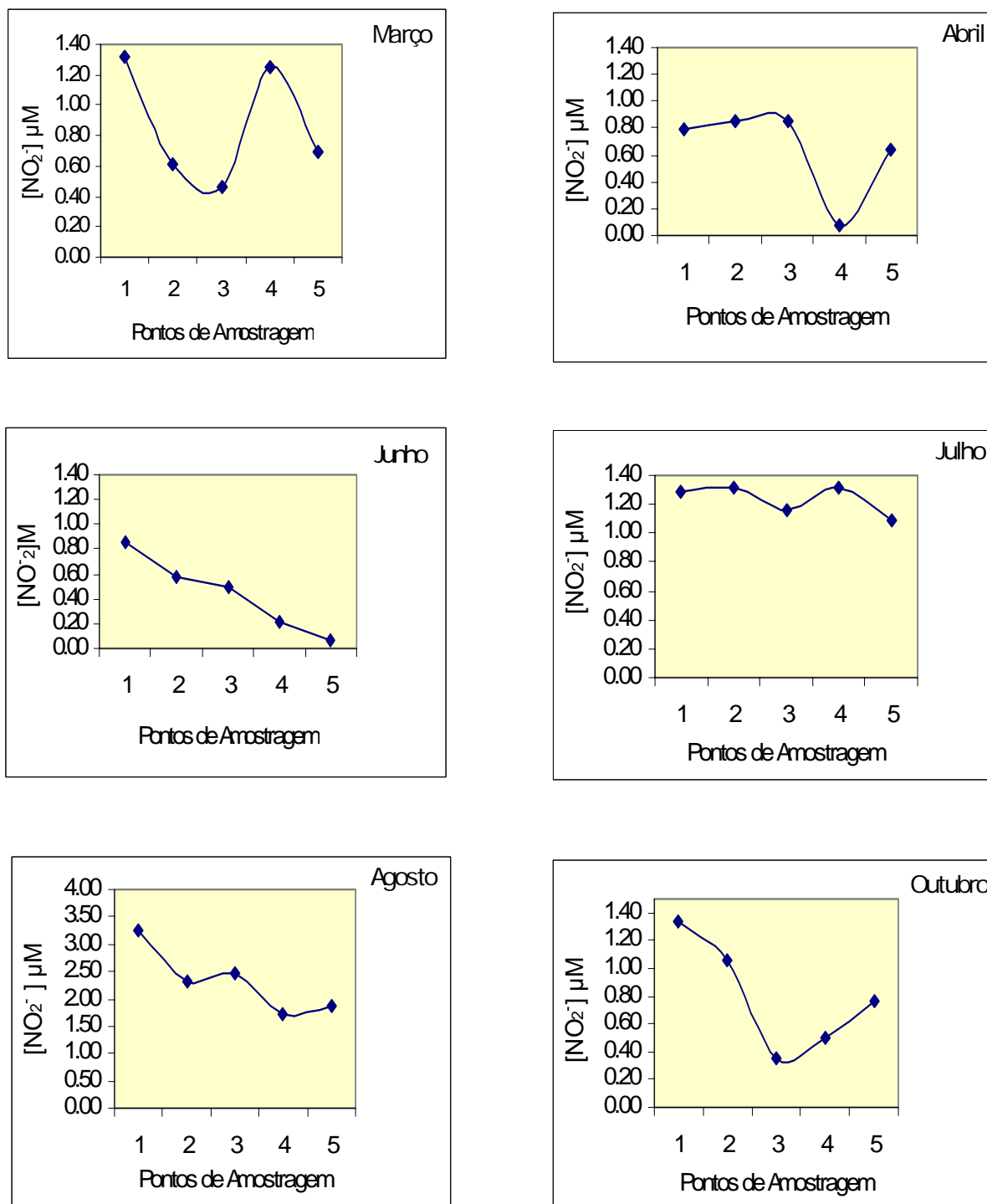


Figura 21. Distribuição espaço temporal do nitrito medido nas águas superficiais do estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís/MA.

Mores (1994) comenta que, além da água, há relatos de que *Aeromonas* sp. são também, freqüentemente, isoladas de peixes, frutos do mar, vegetais e de alimentos processados. Segundo a Tabela 8, onde são apresentados os resultados das contagens das UFC/g e o NMP/g de 30 amostras de peixe, esses relatos são confirmados.

Na referida tabela todas as amostras apresentaram elevada contaminação por *Aeromonas* sp. com valores que oscilaram de um mínimo de 230 a um máximo de 24.000 para o NMP/g e para o teste de CPP, variações entre $3,2 \times 10^2$ e $5,8 \times 10^6$ UFC/g.

Tabela 8. Resultados referentes ao Número Mais Provável (NMP/g) e a contagem padrão em placas (CPP) em Agar GSP (UFC/g) de *Aeromonas* em 30 amostras de peixes oriundos do estuário do rio Bacanga, no período de março a outubro de 2004.

Meses de amostragem	NMP/g					CPP (UFC/g)				
	Bagre	Prata	Tainha	Solha	Sardinha	Bagre	Prata	Tainha	Solha	Sardinha
Março	24000	24000	24000	24000	24000	1.0×10^4	1.2×10^4	1.9×10^4	3.1×10^4	2.8×10^4
Abril	24000	24000	24000	24000	24000	2.9×10^3	6.3×10^3	2.0×10^4	2.7×10^4	2.8×10^3
Junho	24000	24000	24000	24000	24000	4.8×10^3	1.5×10^3	1.2×10^4	2.0×10^4	2.3×10^3
Julho	24000	24000	24000	24000	24000	9.8×10^3	3.8×10^5	5.2×10^3	5.7×10^4	3.2×10^2
Agosto	230	2400	2400	24000	2400	1.9×10^6	5.8×10^6	4.6×10^5	1.2×10^6	6.1×10^5
Outubro	230	24000	24000	24000	230	4.1×10^4	2.7×10^6	3.6×10^5	1.6×10^4	1.2×10^4

UFC/g = Unidade Formadora de Colônia por grama.

Inúmeros relatos sobre o isolamento de *Aeromonas* sp. em amostras de peixes de água doce são registrados na literatura científica; no Japão (Nishikawa & Kishi, 1988), na Inglaterra (Fricker & Tompsett, 1989), na Espanha (Paniagua *et al.*, 1990) e na Suíça (Krovacek *et al.*, 1992; Gobat & Jemmi, 1993).

O peixe é um dos alimentos protéicos mais susceptíveis à deterioração por microrganismos. Sua carne é considerada altamente perecível devido às autólises rápidas causadas por suas enzimas proteolíticas. Os principais estágios que ocorrem durante a deterioração do pescado são: hiperemia e/ou liberação do muco, *rigor mortis*, autólise e decomposição bacteriana. As bactérias presentes na superfície do corpo, nas guelras e no intestino após a morte do peixe, migram para o interior dos músculos através das brânquias, pele externa e epitélio da cavidade abdominal (Sá, 2004).

Fazendo parte da microbiota natural da água de rios, as aeromonas podem intensificar seu potencial patogênico quando as condições físicas e químicas do ambiente estiverem alteradas (Walters & Plumb, 1980). A maioria desses organismos é naturalmente saprófito, utilizando a matéria orgânica e mineral do ambiente aquático para o seu crescimento e multiplicação. Entretanto, quando surge oportunidade, esses organismos são capazes de invadir o ambiente nutricionalmente vantajoso dos tecidos dos peixes e iniciarem um processo de doenças (Frerichs, 1989).

No decorrer dos seis meses de análises, foram isoladas cerca de 751 cepas isoladas das amostras de água, das quais 582 (77,5%) foram positivas para *Aeromonas*; já das amostras de pescado foram isoladas 245 cepas, sendo 184 (75,1%) identificadas como *Aeromonas* (Tabela 9).

Tabela 9. Dados referentes ao número de cepas e ao percentual de positividade para *Aeromonas* isoladas a partir de amostras de água e pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Amostras	Nº de cepas isoladas	Nº de cepas positivas para <i>Aeromonas</i>	Nº de cepas de <i>Aeromonas</i> sp.
Água	751	582 (77,5%)	60 (10,3%)
Peixe	245	184 (75,1%)	30 (16,3%)

Durante os meses de análises foram isoladas do pescado cepas das quatro espécies mais conhecidas do gênero *Aeromonas*, *A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. veronii* e *A. sobria*, sendo que *A. caviae* foi a mais freqüentemente isolada com cerca de 43,4% do total de 184 cepas positivas para *Aeromonas* sp. (Tabela 10). É importante ressaltar que, de uma mesma amostra, obteve-se o isolamento de duas ou mais espécies.

Nossos resultados concordam com os de Mores (1994), que analisando a presença de espécies do gênero *Aeromonas* em peixe pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) e alguns fatores de virulência das mesmas, verificou que de um total de 50 amostras analisadas, 38% foram positivas para *A. caviae*, a mais predominante, seguida de *A. hydrophila* com 32% e *A. sobria* com 10%.

Tabela 10. Percentual de espécies de *Aeromonas* sp. identificadas nas águas de superfície e pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Espécies	Percentual de identificação (%)	
	Água	Pescado
<i>Aeromonas caviae</i>	52,7 (307)	43,4 (80)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	23,8 (139)	28,2 (52)
<i>Aeromonas veronii</i>	19,5 (114)	26,6 (49)
<i>Aeromonas sobria</i>	3,7 (22)	1,6 (3)
<i>Aeromonas</i> sp.	10,3 (60)	16,3 (30)

Nas investigações de Hänninen *et al.* (1997) com pescado e água doce, *Aeromonas* foram identificadas em 93% e 100% do total de amostras analisadas, respectivamente. Segundo esta mesma pesquisa, as espécies com maiores frequências de isolamentos foram *A. hydrophila*, *A. caviae* e *A. veronii* respectivamente, conhecidas por serem comumente associadas a diarreias em humanos.

As espécies de *Aeromonas* isoladas das amostras de pescado coincidem com as isoladas das amostras de água, comprovando que a microbiota apresentada pelo pescado reflete a qualidade microbiológica do ambiente em que ele é capturado.

Dentre as espécies de *Aeromonas* isoladas das amostras de água constatou-se que *A. caviae* foi identificada em 52,7%, *A. hydrophila* em 23,8 %, *A. veronii* em 19,5% e *A. sobria* 3,7% do total das cepas testadas. No que diz respeito às amostras de pescado, a espécie de *Aeromonas* mais comum em sua microbiota foi também *A. caviae* com 43,4%, seguida pela *A. hydrophila* 28,2%, *A. veronii* com 26,6% e por último, *A. sobria* com 1,6% do total de cepas testadas (Tabela 10).

Muito embora a espécie *Aeromonas hydrophila* seja a mais preocupante em termos de patogenicidade, não se deve esquecer que *Aeromonas caviae*, isolada de todas as amostras estudadas, também produz fatores de virulência. Gautam *et al.* (1992) afirmam que a *A. caviae* tem menor patogenicidade, mas em algumas áreas geográficas tem grande importância por estar associada a casos de diarreia.

Uma análise comparativa entre a incidência de *Aeromonas* sp. nas amostras de água e pescado, evidencia elevados níveis de contaminação em ambas as amostras, sendo a contaminação presente na água um pouco superior àquela detectada nas amostras de pescado (77,5% e 75,1% respectivamente).

Nossos dados concordam com os obtidos por Fiorentini *et al.* (1998), que após avaliarem a ocorrência, densidade e patogenicidade de *Aeromonas* sp. em águas de dois estuários na costa italiana, constataram que *A. caviae* foi a espécie predominante (46% das cepas) em ambos os estuários estudados, seguida pela *A. sobria* (22%), *A. hydrophila* (16%) e *A. veronii* (12%). Nesta mesma pesquisa, os autores observaram que *A. hydrophila* e *A. caviae* foram respectivamente as fenoespécies mais freqüentes nas áreas com e sem sistemas de tratamento de esgoto. Esses dados assemelham-se aos de Araújo *et al.* (1991) e Monfort & Baleux (1991), os quais relataram que *A. hydrophila* é adaptada para águas não poluídas e *A. caviae* para águas com elevados níveis de poluição fecal.

Embora *A. caviae* seja considerada de pouco significado enteropatogênico por alguns autores (Watson *et al.*, 1986; Kirov *et al.*, 1986), Namdari & Bottone (1990) afirmam que *A. caviae* foi o único patógeno entérico isolado de fezes de quatorze crianças com diarreia. Entretanto, quando essas cepas foram submetidas ao teste de adesão, os autores observaram respostas positivas, porém sem internalização das bactérias (invasão negativa). Segundo esses pesquisadores, somente a ocorrência de adesão já poderia servir como mecanismo de virulência para *A. caviae* assim como é para *Escherichia coli*.

Grey & Kirov (1993) e Carrelo *et al.* (1988) sugerem uma associação entre a habilidade de causar diarreia e altos níveis de adesão. Esses autores observaram que *A. sobria* e *A. caviae* compreendem a maioria (90%) das cepas com capacidade de aderir às células.

Nossos dados discordam dos obtidos por Leitão & Silveira (1991), que utilizando o método de plaqueamento direto em Agar Amido-Ampicilina, constataram 77% das amostras de água e pescado de origem marinha e doce positivas para *Aeromonas* sp. com maior freqüência da espécie *A. hydrophila*. Diferem ainda dos encontrados por Matté *et al.* (1995), que ao analisarem 64 amostras de água de superfície e 24 de sedimento da Represa de Guarapiranga em São Paulo, verificaram que em 76,6% das amostras foram isoladas *A. jandaei*, 43,7% *A. sobria*, 31,2% *A. caviae* e 14,7% de *A. hydrophila*.

Todos estes dados permitem inferir que diferentes espécies de *Aeromonas* sp. podem estar presentes nos ambientes aquáticos, e que cada ambiente apresenta características distintas que podem influenciar nos resultados.

Portanto, sendo a *A. caviae* predominante em ambientes poluídos, juntamente com o fato de ter sido a espécie mais isolada em todas as amostras de água e pescado analisado, reforça ainda mais a hipótese de que a emissão de esgotos domésticos *in natura* nas águas do estuário do rio Bacanga contribui significativamente para a proliferação desta e de outras espécies do gênero *Aeromonas*.

Muito embora não exista legislação para a presença de *Aeromonas* em águas e alimentos, a alta prevalência ambiental dessa bactéria pode ser considerada como um importante ameaça a saúde pública, desde que as infecções provocadas por este patógeno geralmente acontecem através do contato direto com água e alimentos contaminados (Chopra & Houston, 1999). Borrel *et al.* (1998) relataram que muitas *Aeromonas* patogênicas para o homem foram predominantes em amostras ambientais, com *A. veronii* biotipo sobria sendo a mais comum em lagos e reservatórios (42%) e em água tratada (25%), e *A. caviae* foi a mais comum em água do mar (26%) e produtos lácteos (36%). *A. hydrophila* foi a segunda espécie mais dominante (18%) em águas não tratadas.

Apesar das *Aeromonas* não pertencerem a microbiota intestinal normal do homem, essa bactéria passou a ser considerada como um residente temporário sendo eliminada nas fezes dos indivíduos (Chopra & Houston, 1999). Vários estudos já foram realizados para constatar uma possível relação entre o número de bactérias indicadoras de poluição fecal (coliformes fecais) e o número de *Aeromonas* isoladas de amostras de águas. A este respeito, Neves *et al.* (1990) realizaram estudo em ambientes aquáticos no Rio de Janeiro e obtiveram elevadas contagens de *Aeromonas* simultaneamente às altas contagens de coliformes.

Pettibone (1998), também, relata uma possível associação entre coliformes fecais e os níveis de *Aeromonas* em águas doces, embora a relação entre poluição fecal e *Aeromonas* não esteja muito clara.

Os resultados referentes à susceptibilidade a antimicrobianos comerciais, das cepas de *A. hydrophila* (5) e *A. caviae* (5) isoladas de águas superficiais e pescados, são apresentados na Tabela 11, constatando-se que todas as cepas de *Aeromonas* testadas mostraram-se resistentes a ampicilina. Esta alta resistência acontece em função da produção de β -lactamases pelas aeromonas, as quais hidrolisam o anel β -lactâmico do antibiótico, tornando-o inativo (Goñi-Urriza *et al.*, 2000).

Tabela 11. Resultados dos testes de susceptibilidade a antimicrobianos realizados em cepas de *Aeromonas hydrophila* e *Aeromonas caviae*, isoladas de amostras de água de superfície e de pescado do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Antimicrobianos	<i>A. hydrophila</i> (halo em mm)			<i>A. caviae</i> (halo em mm)		
	R	S	I	R	S	I
Ampicilina (AMP)	0			0		
Cefalotina (CFL)		21		0		
Lincomicina (LIN)	0			0		
Oxacilina (OXA)	0			0		
Cefotaxima (CTX)		31			32	
Gentamicina (GEN)		21			20	
Cloranfenicol (CLO)		29			23	
Ácido pipemídico (PIP)		26			25	
Tetraciclina (TET)		29			28	
Vancomicina (VAN)			11			13
Eritromicina (ERI)	17			19		
Sulfazotrin (SUT)		24			23	

R: Resistência; S: Sensível; I: Sensibilidade Intermediária.

Elevados níveis de resistência de *A. caviae* foram observados quando cepas dessa espécie foram submetidas à ação da cefalotina, o que não aconteceu para as cepas de *A. hydrophila* testadas para o mesmo antimicrobiano. Estas apresentaram halos de inibição de 21mm, evidenciando assim um ótimo grau de sensibilidade ao antibiótico (Figura 22).

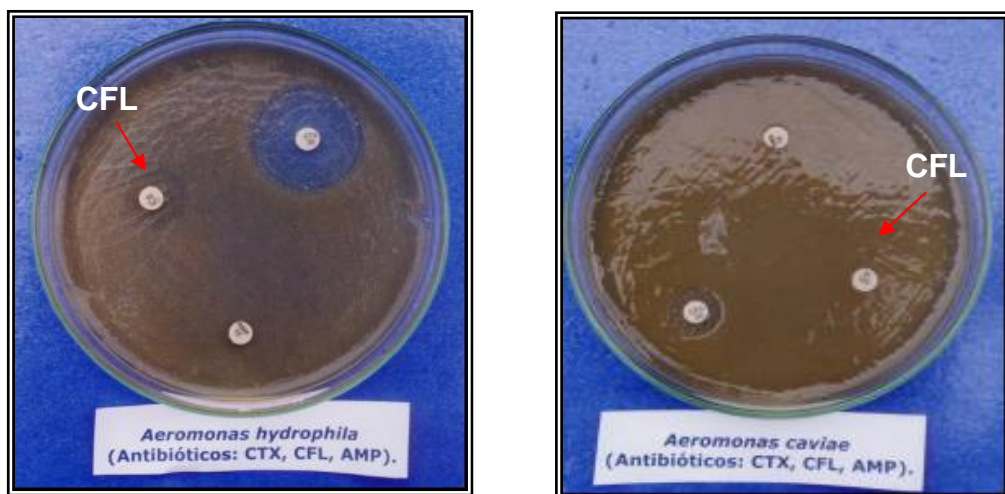


Figura 22. Sensibilidade das cepas de *A. hydrophila* e *A. caviae* frente a cefalotina (CFL).

Bakken *et al.* (1988) relataram que a resistência de *Aeromonas* sp. a cefalotina pode estar também associada à produção de β -lactamase. Esses resultados estão em conformidade com os encontrados por Motyl *et al.* (1985), Gosling (1986) e Borrego *et al.* (1991) que também demonstraram resistência de cepas de *Aeromonas* à penicilina e cefalotina.

Segundo Goñi-Urriza *et al.* (2000), a maioria das cepas de *Aeromonas* sp. recuperadas de amostras de águas coletadas em pontos próximos a descargas de esgotos em dois rios europeus (Arga, na Espanha e Garonne, na França), foram resistentes a ampicilina (99%), cefalotina (93%) e cefatoxima (56%).

As cepas testadas também foram altamente resistentes frente a ação da lincomicina e da oxalicina.

Todas as cepas testadas foram sensíveis a cefotaxima (Figura 23) e a gentamicina, (um aminoglicosídeo). Esses resultados estão em conformidade com os obtidos por Mascher *et al.* (1988) e com Vila *et al.* (2002), os quais constataram que 93% das cepas de *A. veronii*, 100% das *A. caviae* e 100% da *A. hydrophila* de origem clínica foram resistentes a esses antibióticos.

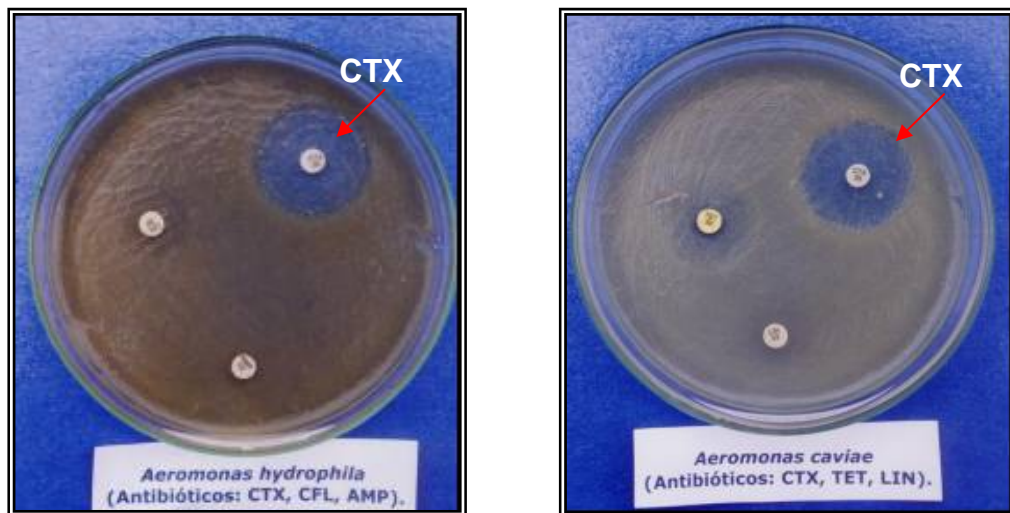


Figura 23. Sensibilidade das cepas de *A. hydrophila* e *A. caviae* frente a cefotaxima (CTX).

As espécies de *Aeromonas* sp. testadas mostraram-se bastante sensíveis ao cloranfenicol, sendo que *A. hydrophila* apresentou sensibilidade um pouco mais acentuada ao antimicrobiano em relação à cepa de *A. caviae*.

Nossos resultados concordam com os encontrados por Koehler & Ashdown (1993), que após testarem cerca de 22 antibióticos em espécies de *Aeromonas* isoladas de humanos

(feridas, fezes e sangue) em Queensland, Austrália, detectaram que todas as cepas testadas foram sensíveis a este antibiótico.

A resistência ao cloranfenicol é uma característica extremamente rara em *Aeromonas* sp. Contudo, Montoya *et al.* (1992) relataram um caso de que uma única cepa, isolada de dois sistemas estuarinos no Chile, a qual era altamente resistente ao cloranfenicol (128 mg/L).

De acordo com um estudo realizado por Schadow (1993) níveis de resistência podem ocorrer em relação a este antimicrobiano devido à produção de uma enzima, a cloranfenicol acetiltransferase, cuja síntese é medida por plasmídios. A resistência para o cloranfenicol, eritromicina, tetraciclina, ácido nalidixico e a estreptomicina foi observada também entre cepas de *A. hydrophila* isoladas de tilápias (*Telapia mossambica*) na Malásia (Son *et al.*, 1997).

Todas as cepas testadas (100%) foram sensíveis ao ácido pipemídico concordando com as observações feitas por Dupont *et al.* (1986). Segundo os autores, este antimicrobiano pode ser aplicado com sucesso no tratamento da “diarréia do viajante”, causada por *Aeromonas* sp.

Nossos dados diferem dos encontrados por Goñi-urriza *et al.* (2000) os quais testaram cepas de *Aeromonas* mesófilas isoladas de amostras de águas de rio frente a diferentes antimicrobianos, e verificaram que 67% das cepas foram resistentes ao ácido pipemídico.

Observou-se ainda que 100% das cepas de *A. hydrophila* e *A. caviae* foram sensíveis à tetraciclina, com halos que variaram entre 29mm e 28mm, respectivamente. Em uma pesquisa realizada por Janda *et al.* (1994) com cepas isoladas de septicemias na Califórnia, Estados Unidos, foi constatado um percentual de *A. hydrophila* (98%) sensíveis à tetraciclina, semelhante ao observado no presente estudo.

Nossos resultados discordam dos encontrados por Miranda & Castillo (1998) que, ao testarem resistência de *Aeromonas* móveis isoladas de amostras de água doce no Chile frente a antibióticos e metais pesados observaram que, mesmo em menor número, as cepas demonstraram resistência à tetraciclina.

Contudo, a tetraciclina e o trimetropim-sulfametoxazole, têm sido recomendados como boas escolhas para o tratamento de infecções provocadas por *Aeromonas* em humanos (Gold & Salit, 1993). Hedges *et al.* (1985) sugeriram que a resistência das cepas de *Aeromonas* sp. à tetraciclina pode estar relacionada com a presença de plasmídios.

No que diz respeito a vancomicina, as cepas de *A. hydrophila* e *A. caviae* apresentaram sensibilidade intermediária com halos de inibição de 11 e 13 mm, respectivamente.

Quando submetidas à ação do sulfazotrin, as cepas apresentaram alta sensibilidade, com halos de 24 mm e 23 mm. Já frente a eritromicina, as cepas de *Aeromonas* apresentaram halos de inibição de 17 mm e 19 mm, sendo, portanto resistentes a este antimicrobiano segundo a tabela de sensibilidade aos discos de antibióticos.

Em conformidade com os nossos resultados Vivekanandhan *et al.* (2002) ao avaliarem a resistência de *Aeromonas* isoladas de peixes e camarões coletados em feiras no sul da Índia, constataram que cerca de 95% das cepas isoladas eram resistentes a eritromicina, a neomicina, a novobiocina, a polimixina-B e a rifampicina. Em consideração a vancomicina, de um total de 319 cepas de *A. hydrophila* testadas, no mesmo estudo, cerca de 83,2% das cepas eram resistentes. As maiores sensibilidades foram detectadas para o cloranfenicol (3,7%), gentamicina (7,5%), estreptomicina (8,7%) e para ácido nalidíxico (16,9%).

A descarga de efluentes domésticos de origem humana e animal em águas fluviais, provavelmente, exerce uma ação seletiva e bactérias resistentes e comensais são capazes de transferir sua resistência para as bactérias autóctones. Conseqüentemente, a microbiota autóctone de água doce pode torna-se um reservatório de genes resistentes a antimicrobianos e a utilização dessas águas por humanos e animais pode contribuir para a limitação da eficiência dos antimicrobianos (Goñi-Urriza *et al.*, 2000).

Chaudhury *et al.* (1996) relatam sobre um aumento na incidência de cepas de *Aeromonas* sp. multi-resistentes isoladas tanto de fontes clínicas quanto ambientais. Existe em todo o mundo um grande interesse no que diz respeito a alta prevalência de bactérias resistentes a antibióticos e atualmente já se aceita a idéia de que o principal fator de risco para o aumento na resistência de bactérias patogênicas é o uso indiscriminado de antibióticos.

5 CONCLUSÕES

O estuário do rio Bacanga encontra-se contaminado com *Aeromonas* em razão de atuar como uma bacia de recepção de esgotos da cidade, representando assim, um risco para a saúde dos pescadores que trabalham em suas águas e para o consumidor dos pescados capturados lá e que são comercializados na cidade de São Luís. Este problema é mais sério, uma vez que cepas da bactéria resistentes a antimicrobianos, usados no combate desses microrganismos, foram isoladas da água e dos peixes capturados no rio. Desta forma, o fato da presença dessas bactérias patogênicas e a falta de monitoramento das águas do rio tornam-se um problema de saúde pública na capital do Estado do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- ABEYTA,C.; KAYSNER,C.A.; WEKELL,M.M.; SULLIVANJ.J.; STELMA,G.N. Recovery of *Aeromonas hydrophila* from oyster implicated in an outbreak of foodborne illness. **Journal Food Protection** ,v.49, p. 643,1986.
- ADAMS, M.R. & MOSS, M.O. **Food Microbiology**. The Royal society of Chemistry. 2000. p. 184-186.
- ALI, A.;CARNAHAN,A.M.;ALTWEGG,M.;LÜTHYHOTTENSTEIN,J.;JOSEPH,S.W. *Aeromonas bestiarum* sp. Nov. (formerly genomospecies DNA group 2 A . *hydrophila*), a new species isolated from non-human sources. **Medical Microbiology Letters**,v. 5, p.156-165,1996.
- ALMEIDA, M.A., CUNHA, M.A .,ALCANTARA, F. Factors influencing bacterial production in a shallow estuarine system. **FEMS Microbiology Ecology**, v.42, p.416-426, 2001.
- ALTWEGG, M. & LÜTHY-HOTTENSTEIN, J. Methods for the identification of DNA hybridization groups in the genus *Aeromonas*. **Experientia**, v. 47, p.403-406, 1991.
- ALTWEGG, M. & GEISS,H.K. *Aeromonas* as a human pathogen. **CRC Critical Reviews in Microbiology**, v.16, p.253-286,1989.
- AMINOT,O. & CHAUSSEPIED, M. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO. BREST-FRANCE. 395p.,1983.
- ANDRADE,A .A .S. Estado Atual de Conservação do Parque Estadual do Bacanga, São Luís-MA. VI Congresso de Ecologia do Brasil. **Anais de trabalhos completos: Biodiversidade, Unidades de Conservação, Indicadores Ambientais**, Fortaleza/Ceará, realizado de 9 a 14 de 2003 ,p.4-8.Disponível em: <http://www.viceb.com/downloads/volume_i/indice_volume_i.pdf>. Acesso em:10 juh. 2004.
- ANDREOLI, C.V.; BARRETO,C.L.G.;BONNET,B.R.P. Tratamento e disposição do lodo de esgoto no Paraná – SENARE, Curitiba, v.1,nº 1,p.10-15,1994.

ARAÚJO, R.M.; ARRIBAS, R.M.; PARES, R. Distribution of *Aeromonas* species in waters with different levels of pollution. **Journal of Applied Bacteriology**, v.71, p.182-186, 1991

AUSTIN, B.;ALTWEGG,M.;GOSLING,P.J.;JOSEPH,S. The genus *Aeromonas*. **Journal Clinical Microbiology**, v.24, p.228-232,1996.

AVILA,M. Pratinha (*Hemigrammus rodwayi*). Disponível em: <http://www.aquahobby.com/gallery/b_goldt.php>. Acesso em 15 jul. 2004.

BADDOUR, L.M. & BASELSKI, V.S. Pneumonia due to *Aeromonas hydrophila* complex epidemiologic clinical, and microbiologic features. **Southern Medical Journal**, v.81, n° 4, p. 461-463, 1988.

BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL (BAM). Most Probable Number from Serial Dilutions. Disponível em: < <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-a2t4.html> >. Acesso em 26 mar. 2004.

BAKKEN,J.S.; SANDERS,C.C.; CLARK, R.B.; HORI,M. Betalactam resistance in *Aeromonas* sp. caused by inducible beta lactamases active against penicillins, cephalosporins and carbapenems. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 32, p. 1314-1419, 1988.

BAUER, A.W.; KIRBY, W.M.M.;SHERRIS, J.C.;TURCK,M. Antibiotic susceptibility testing by a standardised single disk method. **American Journal Clinical Pathology**, v.45, n° 4, p.493-496, 1966.

BERNAGOZZI, M.; BIANUCCI,F.; SACCHETTI,R. Prevalence of *Aeromonas* sp. in surface water. **Water Environment Research**, v. 67, n° 7, p. 1060-1064, 1995.

BLOOM, H.G. & BOTTONE E.J. *Aeromonas hydrophila* diarrhoea in a long-term care setting. **Journal of the American Geriatrics Society**, v.38, p.804-806,1990.

BORREGO, J.J.; MORISSIGO, M.O.; MARTINEZ-MANZANARES, P.; BOSCA,M; CASTRO,D. BARJA,J.L.; TORANGO,A . Plasmid associated virulence properties of environmental isolates of *Aeromonas hydrophila*. **Journal Medice Microbiology**, v.35, p.264-9, 1991.

- BORRELL, N., FIGUERRAS, M.J., GUARRO, J. Phenotypic identification of *Aeromonas* genomospecies from clinical and environmental sources. **Canadian Journal Microbiology**, v.44, p.103-108, 1998.
- BOTTARELLI, E. & OSSIPRANDI, M.C. *Aeromonas* infections: an update. Artigo apresentado no Curso: “A nova cultura da produção animal no contexto da União Européia”, Universidade de Parma, Faculdade de Medicina Veterinária, Parma, 1999. Disponível em: <<http://www.unipr.it/arpa/facvet/annali/1999/bottarelli2/bottarelli.htm>>, p.1-10. Acesso em: 20 out.2004.
- BURKE, V. & GRACEY, M. *Aeromonas* species in human diarrhoeal disease. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v.1, p.237-49, 1986.
- CAEMA, Companhia de Água e Esgoto do Maranhão. Produção anual de esgoto em 2004. São Luís, 2005.
- CAHILL, M.M. Bacterial flora of fish: a review. **Microbiology Ecology**, v.19, p.21-41, 1990.
- CAMERON, W.M. & PRITCHARD, D.W. Estuaries. In: HILL, M.N. (ed). The sea ideas and observations on progress in the study of the seas. New York, Wiley. v.2, p.306-324, 1963.
- CARNAHAN, A. M. Update on *Aeromonas* identification. **Clinical Microbiology Newsletter**, v.13, nº 22, p.169-172, 1991.
- CARTA, F.; PINNA, A.; ZANETTIS, S.; CARTA, A.; SOTGIU, M.; FADDA, G. Corneal ulcer by *Aeromonas* species. **American Journal of Ophthalmology**, v, 118, nº 4, p. 530-531, 1994.
- CARVALHO, G.P.; CAVALCANTE, P.R.S.; CASTRO, A. C.L.; ROJAS, M. O. A. I. Preliminary assessment of heavy metal levels in *Mytella falcata* (Bivalvia, Mytilidae) from Bacanga river estuary, São Luís, State Maranhão, Northeastern Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 60, nº 1, p. 11-16, 2000.
- CARRELO, A.; SILBURN, K. A.; BUDDEN, J. R.; CHANG, B.J. Adhesion of clinical and environmental *Aeromonas* isolates to Hep-2 cells. **Journal Medical Microbiology**, v.26, p.19-27, 1988.
- CETESB, Séries Manuais ATAS. Resíduos sólidos industriais, São Paulo, 1985.179p.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: Rio Bacanga sofre acelerado processo de degradação ambiental. Disponível em:<http://www.radiobras.gov.br/ct/1999/materia_300799_6.htm> . Acesso em 02 abr.2004.

CIPRIANO, R.C.;BULLOCK,G.L.,PYLE,S.W. *Aeromonas hydrophila* and motile Aeromonad septicemias of fish. **Fish Disease Leaflet**, v.68, p. 1-24, 2001.

GHAGAS, W.F. **Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da Ilha do Governador e da Penha no Estado do Rio de Janeiro**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências e Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz/Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 102.

CHAN, F.K.L., CHING, J.Y.L., LING,T.K.W.,CHUNG,S.C.S.,SUNG,J.J.Y. *Aeromonas* infection in acute suppurative cholangitis: review of 30 cases. **Journal of Infection**, v.40, p.69-73, 2000.

CHAUDHURY, A.;NATH, G.; SHUKLA, B.N.; SANYAL, S. C. Biochemical characterization enteropathogenicity and antimicrobial resistance plasmids of clinical and environmental *Aeromonas* isolates. **Journal Medicine Microbiology**, v.44, p.434-437, 1996.

CHESTER, R. Marine Geochemistry. London. Unwin Hyman, 1996, 698p.

CHOPRA, A .K. & HOUSTON, C.W. Enterotoxins in *Aeromonas* associated gastroenteritis. **Microbes and Infection**, v.1, p.1129-1137, 1999.

COHEN, K.L.; HOLYK, P.R.; MCCARTHY, L.R.; PEIFFER, R.L. *Aeromonas hydrophila* and *Plesiomonas shigelloides* endophthalmitis. **American Journal Ophthalmology**, v.96, p.403-4, 1983.

COLWELL, R.R., MACDONELL, M.T., DE LEY,J. Proposal to recognize the family *Aeromonadaceae* fam. Nov. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.36,p. 473-7,1986.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) – Leis, decretos, etc., Resolução CONAMA, Nº 20, de 18 de junho de 1986. Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Diário Oficial/RF do Brasil, Brasília, p.11356-11361, 30/07/1986, Seção 1.

CORAUCCI FILHO, B. Tratamento de esgotos domésticos no solo pelo método de escoamento superficial. USP. 1991. Vol.I, 400p. Tese (Doutorado – Escola Politécnica da USP). 1991.

CORREDORIA, J.M., ARIZA,J., PALLARES,R. Gram-negative bacillary cellulitis in patients with hepatic cirrhosis. **European Journal Clinical Microbiology Infectious Diseases**, v.13, p.19-25,1994.

CTTMar, Centro de Ciências da Terra e do Mar. Disponível em: <http://www.gep.cttmar.univali.br/index_esp.php?id=16>. Acesso em 25 abr., 2004.

DAVIES, J.L. A morphogenic approach to world shorelines. **Zeitschrift für Geomorphologie**, v.8, p. 27-42, 1964.

DELAMARE, P.L., COSTA, S.O.P.,SILVEIRA,M.M.,ECHEVERRIGARAY. Growth of *Aeromonas* species on increasing concentrations of sodium chloride. **Letter in Applied Microbiology**, v.30, p. 57-60, 2000.

DELCORRAL, F., SHOTTS, E.B., BROWN, J. Adherence haemagglutination and cell surface characteristics of motile *Aeromonads* virulent for fish. **Journal of Fish Diseases**, v.13, p. 255-268, 1990.

DUPONT, H.L; ERICSSON, E.D.;REVES, R.R.;GALINDO,E.A. Antimicrobial therapy for travelers diarrhea. **Reviews of Infectious Disease**, v. 8, p.217, 1986.

DUTHIE, R., LING, T.W., CHENG,A .F.B., FRENCH,G.L. *Aeromonas* septicaemia in Hong Kong species distribution and associated disease. **Journal of Infection**, v.30, p. 241-244, 1995.

ENDER, P.T.; DOLAN, M.J.; DOLAN,D. FARMER,C.F.;MELCHER,G.P. Near drowning associated *Aeromonas* pneumonia. **The Journal of Emergency Medicine**, v. 14, nº 6, p.737-741, 1996.

ESCARPULLI,G.C.,FIGUERAS,M.J.,ARREOLA,G.A.,SOLER,L.,RENDÓN,E.F.,APARICIO,G.O .,GUARRO,J.,CHACÓN,M.R. Characterization of *Aeromonas* sp. isolated from frozen fish intended for human consumption in Mexico. **International Journal Food Microbiology**, v.84, p. 41-49, 2003.

ESTEVEZ, C.; GUTIÉRREZ, M.C., VENTOSA, A. *Aeromonas encheleia* sp. nov., isolated from European eels. **International Journal Systematic Bacteriology**, v.45,p. 462,1995.

EWING, W.H., HUGH, R., JOHNSON, J.G. Studies on the *Aeromonas* group. Atlanta, Ga: **Communicable Disease Center**, 1961.

FALCÃO, D. P., LUSTRI, W.R., BAUAB, T.M. Incidence of non-01 *Vibrio cholerae* and *Aeromonas* sp. in fresh water in Araraquara, Brasil. **Current Microbiology**, v.37, p. 28-31, 1998.

FAMILLE ARIIDAE. Disponível em: <<http://perso.wanadoo.fr/pgfguyane/Ariidae.htm>>. Acesso em 15 jul. 2004.

FELDHUSEN, F. The role of seafood in bacterial foodborne diseases. **Microbes and Infection**, v.2, p.1651-1660, 2000.

FIorentini, C.; BARBIERI, E.; FALZANO, L.; MATARESSE, P.; BAFONNE, W.; PIANETTI, A.; KATOULI, M.; KUHN, I.; MOLLBY, R.; BRUSCOLINI, F.; CASIERE, A.; DONELLI, G. Occurrence, diversity and pathogenicity of mesophilic *Aeromonas* in estuarine waters of the Italian coast of the Adriatic Sea. **Journal Applied Microbiology**, v.85, p.501-511, 1998.

FREDA, R. & GAMA, J.D.C. Endoftalmite-revisão. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v.54, p. 35-40, 1995.

FRERICHS, G.N. Bacterial diseases of marine fish. **Veterinary Record**, v.125,p. 315-318,1989.

GALBIS, D.M., FARFÁN, M., LORÉN, J.G., FUSTÉ, M.C. Biochemical identification and numerical taxonomy of *Aeromonas* sp. isolated from environmental and clinical samples in Spain. **Journal of Applied Microbiology**, v. 93,p. 420-430, 2002.

GAUTAM, A .R., PATHAK, S., P., RAMITEKE, P.W. Virulence factors in environmental isolates of *Aeromonas* sp. **Journal General Applied Microbiology**, v.38,p.185-191,1992.

GOBAT, P.F. & JEMMI, T. Distribution of mesophilic *Aeromonas* species in raw and ready-to-eat fish and meat products in Switzerland. **International Journal of Food Microbiology**, v.20, p.117-20, 1993.

GOLD, W.L. & SALIT, L.E. *Aeromonas hydrophila* infections of skin and soft tissue: report of 11 cases and review. **Clinical Infectious Diseases**, v.16, p.69-74, 1993.

GONÇALVES, J.R.; BRUM, G.; FERNANDES, A.; BISCAIA, I.; CORREIA, M.J.S.; BASTARDO, J. *Aeromonas hydrophila* fulminant pneumonia in a young man. **Thorax**, v.47, nº 6, p. 482-483, 1992.

GOÑI- URRIZA, M.; CAPDEPUY, M.; ARPIN, C.; RAYMOND, N.; CAUMETTE, P.; QUANTIN, C. Impact of an urban effluent on antibiotic resistance of riverine Enterobacteriaceae and *Aeromonas* sp. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, p.125-132, 2000.

GOÑI-URRIZA, M.; PINEAU, L.; CAPDEPUY, M.; ROQUES, C.; CAUMETTE, P.; QUENTIN, C. Antimicrobial resistance of mesophilic *Aeromonas* sp. isolated from two European rivers. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 46, p. 297-301, 2000.

GONZÁLEZ-SERRANO, C.J., SANTOS, J.A., GARCÍA-LÓPEZ, M.L., OTERO, A. Virulence markers in *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* biovar sobria isolates from freshwater fish and from a diarrhea case. **Journal of Applied Microbiology**, v.93, p. 414-419, 2002.

GÖRGÉNYI, M., DEWULF, J., LANGENHOVE, H.V., KIRÁLY, Z. Solubility of volatile organic compounds in aqueous ammonia solution. **Chemosphere**, p.1-8, 2005.

GOSLING, P.J. Biochemical characteristics, enterotoxigenicity, susceptibility to antimicrobial agents of clinical isolates of *Aeromonas* species encountered in the western region of Saudi Arabia. **Journal Medical Microbiology**, v.22, p.51-55, 1986.

GREY, P.A. & KIROV, S.M. Adherence to Hep-2 cells and enteropathogenic potential of *Aeromonas* sp. **Epidemiology and Infection**, v.110, p.279-287, 1993.

HABURCHAK, D.R. *Aeromonas hydrophila*: an underappreciated danger to fisherman. **Infections in Medicine**, v.13, nº 10, p. 893-896, 1996.

HADDAD, V. Animais aquáticos perigosos do Brasil. Disponível em: <<http://www.dangerousaquaticanimals.com.br/Default.aspx>>. Acesso em: 10 out. 2004.

HÄNNINEN, M.L., OIVANEN, P., KOSKI, V.H. *Aeromonas* species in fish, fish-eggs, shrimp and freshwater. **International Journal of Food Microbiology**, v. 34, p.17-26, 1997.

HÄNNINEN, M.L.,SALMI,S.,SIITONEN,A . Maximum growth temperature ranges of *Aeromonas* sp. isolated from clinical or environmental sources. **Microbial Ecology**, v.29,p. 259-267,1995.

HÄNNINEN, M.L.; SALMI,S.; MATTILA, L.; TAIPALINEN,R.; SIITONEN,A .Association of *Aeromonas* sp. with travellers diarrhea in Finland. **Journal of Medical Microbiology**, v. 42, p. 26-31, 1995.

HAYES, M.O. Morphology of sand accumulation in estuaries. In: L.E. Cronin (Ed), **Estuarine Research**. Academic Press, New York, vol. 2, p. 3-22,1975.

HAYES,J. *Aeromonas hydrophila-Diseases of fish*. Disponível em:
<<http://hmsc.oregonstate.edu/classes/MB492/hydrophilahayes/>. Acesso em: 09 jul.2004.

HEDGES, R.W.;SMITH,O.; BRAZIL,G. Resistance plasmids of aeromonads. **Journal General Applied Microbiology**, v.13, p.2191-5,1985b.

HOFFMAN, F. L, CRUZ, C. H. G. VINTURIM, T. M. FÁZIO, M. L. S. Levantamento da Qualidade Higiênico-Sanitária de Pescado Comercializado na Cidade de São José do Rio Preto (SP). **Revista Higiene Alimentar**, set. 1999, p. 45-48.

HOLMES, P.; NICCOLLS,L.M.;SARTORY,D.P. The ecology of mesophilic *Aeromonas* in the aquatic environment. In: Austin B. *Et al.*, eds. The genus *Aeromonas*. London, Wiley: 127-150, 1996.

HUGUET, J.M., RIBAS, F. SGAP-10C agar for the isolation and quantification of *Aeromonas* from water. **Journal Applied Bacteriology**, v.70, p. 81-88, 1991.

HUYS,G.,KÄMPFER,P.,ALTWEGG,M.,KERSTERS,I.,LAMB,A.,COOPMAN,R.,LUTHY-HOTTENSTEIN,J.,VANCANNEYT,M.,JANSSEN,P.,KERSTERS,K. *Aeromonas popoff* sp. nov., a mesophilic bacterium isolated from drinking water production plants and reservoirs. **International Journal Systematic Bacteriology**, v.47, p.1165, 1997.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. Censo populacional. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 20 jul. 2004.

ICMSF, International Commission on Microbiological Specifications for Foods.

Microbiologia de los Alimentos: Características de los Patógenos Microbianos. 4^a Ed. Zaragoza, España: Acribia, 1998.

IMZILN,B.,KROVACEK,K.,BALODA,S.B.,KÜHN,I.,GONZALEZ-REY,C.,SVENSON,S.B. Characterization of potential virulence markers in *Aeromonas caviae* isolated from polluted and unpolluted aquatic environments in Marocco. **FEMS Microbiology Ecology**, v.27, p. 153-161,1998.

INGHAM, S.C. Growth of *Aeromonas* and *Plesiomonas shigelloides* on cooked crayfish tails during cold storage under air, vacuum and modified atmosphere. **Journal of Food Protection**, v.53, n° 8, p.665, 1990.

ISLAM, M.S. & TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. **Marine Pollution Bulletin**, v.4, p.624-649, 2004.

ISONHOOD, J.H., GERARD,P., LEENANON,B.,DRAKE,M. Stress response of *Aeromonas hydrophila* following environmental challenges. **Food Microbiology**, v.19, p. 285-293, 2002.

JACKSON,T.L.;EYKYN,S.J.;GRAHAM,G.M.;STANFORD,M.R. Endogenous bacterial endophthalmitis: A 17-year. Prospective series and review of 267 reported cases. **Survey of Ophthalmology**, v.48, n° 4, p.403-423, 2003.

JANDA, M. J. & DUFFEY, P.S. Mesophilic Aeromonads in human disease: current taxonomy, laboratory identification, and in infectious disease Spectrum. **Reviews of Infectious Disease**, v.10,p. 980-997,1988.

JANDA, J.M. Recent advances in the study of the taxonomy, pathogenicity, and infectious syndromes associated with the genus *Aeromonas*. **Clinical Microbiology Reviews**, v.4, p. 397-410, 1991.

JANDA, J.M. & ABOIT, S. L. Evolving concepts regarding the genus *Aeromonas*: an expanding panorama of species, disease presentations, and unanswered questions. **Reviews of Infectious Disease**, v.27, p. 332-44, 1998.

JANDA, J.M.; GUTHERTZ, L.S.; KOKKA,R.P.;SHIMADA,T. *Aeromonas* species in septicemia: laboratory characteristics and clinical observations. **Reviews of Infectious Disease**.v.19, p.77-83, 1994.

JORDÃO, E.P. & PESSOA,C.A . **Tratamento de esgotos domésticos**. 3^a ed., Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, 1995 – 681p.

JORNAL O IMPARCIAL. Esgoto Sanitário: São Luís possui um sistema de esgoto sanitário fora dos padrões estabelecidos pela OMS. Disponível em: <<http://www.maranhaodosul.com/nimp14.htm>> Acesso em: 22 nov. 2004.

JORNAL O ESTADO DO MARANHÃO. Rios da capital sofrem com poluição e ocupação desordenada. Disponível em: <<http://imirante.globo.com/plantaoi/plantao.asp?codigo1=35564>> Acesso em 22 mar. 2004.

KÄMPFER, P. & ALTWEGG, M. Numerical classification and identification of *Aeromonas* genospecies. **Journal of Applied Bacteriology**, p.72: 341-351,1992.

KAPER,J.B.; SEIDLER,R.L.; LOCKMAN,H.;COLWELL,R.R. *Aeromonas hydrophila*: ecology and toxigenicity of isolation from an estuary. **Journal of Applied Bacteriology**, v.50, p.359-377, 1981.

KARAM, G.H.;ACKLEY,A .M.;DISMUKES,W.E. Posttraumatic *Aeromonas hydrophila* osteomyelitis. **Archives Internal Medicine**, v.143, p.2073-2074, 1983.

KHARDORI,N. & FAINSTEIN,V. *Aeromonas* and *Plesiomonas* as etiological agents. **Anais in Veterinary Microbiology**, v.42, p. 345-419, 1988.

KIROV, S.M. The public health significance of *Aeromonas* sp. in foods. **International Journal of Foods Microbiological**, v.20, p. 179-198, 1993.

KIROV, S.M.; REES, B.; WELLOCK, R.C.; GOLDSMID, M.; VAN-ALEN, A. D. Virulence characteristics of *Aeromonas* sp. in relation to source and byotipe. **Journal Clinical Microbiology**, v.24, p.827-34, 1986.

KJERFVE, B. & MAGILL, K.E. Geographic and hydrodynamic characteristic of shallow coastal lagoons. **Marine Geology**, v.88, p.187-199, 1989.

KJERFVE, B. Estuarine geomorphology and physical oceanography. In: J. Day Jr; C. Hall; W.M. Kemp and A. Arancibia (Eds), **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, p. 47-78, 1989.

KNOCHEL, S. Growth characteristics of motile *Aeromonas* sp. isolated from different environments. **International Journal of Food Microbiology**, v.10, p. 235-244, 1990.

KNOCHEL, S. & JEPPESEN, C. Distribution and characteristics of *Aeromonas* in food and drinking water in Denmark. **International Journal of Food Microbiology**, v.10, p. 317-322, 1990.

KOEHLER, I.M. & ASHDOWN, L.R. In vitro susceptibilities of tropical strains of *Aeromonas* species from Queensland, Australia, to 22 antimicrobial agents. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v.37, p. 905-907, 1993.

KROVACEK, K., GALDERISI, P., MORELLI, G., POSTIGLIONE, A., DUMONTET, S. Fatal septicaemia caused by *Aeromonas hydrophila* in a patient with cirrhosis. **Comparative Immunology Microbiology Infectious Diseases**, v.16, n° 4, p. 267-272, 1993.

KROVACEK, K.; FARIS, A.; BAIODA, S.B.; PETERZ, M.; LINDBERG, T.; MANSSON, I. Prevalence and characterization of *Aeromonas* sp. isolates from foods in Upsala, Sweden. **Food Microbiology**, v.9, p.29-36, 1992.

KATEMBE. Peixes. Disponível em: < <http://www.katembe.com/> >. Acesso em 21 nov. 2004.

KÜHN, I., ALBERT, M.J., ANSARUZZAMAN, M., BHUIYAN, N.A., ALABI, S.A., ISLAN, M.S., NEOGI, P.K., HUYS, G., JANSSEN, P., KERSTERS, K., MOLLBY, R. Characterization of *Aeromonas* sp. isolated from humans with diarrhea, from healthy controls, and from surface water in Bangladesh. **Journal Clinical Microbiology**, v.35, p. 369-373, 1997.

KÜHN, I., ALLESTAM, G., HUYS, G., JANSSEN, P., KERSTERS, K., KROVACEK, K., STENSTRÖM, T.A. Diversity, persistence, and virulence of *Aeromonas* strain isolated from drinking water distribution systems in Sweden. **Applied Environmental Microbiology**, v.63, p. 2708-2715, 1997.

- LAPOINTE, B.E. & CLARK, M.W. Nutrient inputs from the watershed and coastal eutrophication in the Florida keys. **Estuaries**, v.15, n.4, p. 465-476, 1992.
- LARKA, U.B., ULETT, D., GARRISON, T., ROCKETT, M.S.R. *Aeromonas hydrophila* infections after penetrating foot trauma. **The Journal Foot & Ankle Surgery**, v. 42, n° 5, p. 305-308, 2003.
- LEE, L.N., LUH, K.T., HSIEH, W.C. Bacteremia due to *Aeromonas hydrophila*: a report of 40 episodes. **Journal of the Formosan Medical Association**, v.85, p. 123-32, 1986.
- LEITÃO, M.F.F. & SILVEIRA, N.F.A. *Aeromonas* sp. e *Plesiomonas shigelloides* na água, pescado e hortaliças, no Estado de São Paulo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)**, v.21, n° 1, p.90-99, jan./jun., 1991.
- LEW, D.P. & WALDVOGEL, F. A. Osteomyelitis. **The Lancet**, v. 364, p. 369-379, 2004.
- LISS, P.S. Conservative and non-conservative behaviour of dissolved constituents during estuarine mixing. In: BURTON, J.D. & LISS, P.S. (eds). **Estuarine Chemistry**. London. Academic Press. p.93-130, 1976.
- MAALEJ, S., MAHJOUBI, A., ELAZRI, C., DUKAN, S. Simultaneous effects of environmental factors on motile *Aeromonas* dynamics in an urban effluent and in the natural seawater. **Water Research**, v.37, p. 2865-2874, 2003.
- MACÊDO, J. A.B. **Águas & águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001, p.444-505.
- MAHON, C.R. *Aeromonas hydrophila*-Bacteremia. **Clinical Microbiology Newsletter**, v.10, p.78-79, 1988.
- MANI, S., SADIGH, M., ANDRIOLE, V.T. Clinical spectrum of *Aeromonas hydrophila* infections: Report of 11 cases in a community hospital and review. **Infections Diseases Clinical Practics**, v.4, p.79-86, 1995.
- MANO, S.B., ORDOÑEZ, J.A., GARCIA DE FERNANDO, G.D. Growth/survival of natural flora and *Aeromonas hydrophila* on refrigerated uncooked pork and turkey packaged in modified atmospheres. **Food Microbiology**, v.17, p. 657-669, 2000.

MARCEL, K.A.;ANTOINETTE, A.A.;MIREILLE,D. Isolation and characterization of *Aeromonas* species from an eutrophic tropical estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v.44, p. 1341-1344, 2002.

MARQUES, P.P. A Água em Revista. **Revista Técnica e Informática da CPRM**, Ano I,n.1,p.35-42, nov. 1993.

MARTINEZ-MURCIA,A .J.,ESTEVE,C.,GARY,E.,COLLINS M.D. *Aeromonas allosaccharophila* sp. nov.,a new mesophilic member of the genus *Aeromonas*. **FEMS Microbiology Letters**, v.70, p.199, 1992.

MARTINS, L.M., MARQUEZ, R.F., YANO, T. Incidence of toxic *Aeromonas* isolated from food and human infection. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v.32, p. 237-242, 2002.

MASCHER,F.; REINTHLER,F.F.; STEINZNER,D.; LAMBERGER,B. *Aeromonas* species in a municipal water supply of a central european city: biotyping of strains and detection toxins. **Zentralblatt Bacteriologie Microbiologie Hygiene**, v.186, p.333-7, 1988.

MASSADA, C.L. **Fish Health/Microbiology Team. Current Research-Aeromonas salmonicida**. Disponível em: <<http://www.nwfsc.noaa.gov/resiarch/divisions/reutd/fhm/aero2.cfm>>. Acesso em:13 jun. 2004.

MATEOS, D., ANGUITA, J., NAHARRO, G.,PANIAGUA, C. Influence of growth temperature on the production of extracelular virulence factors and pathogenicity of environmental and human strains of *Aeromonas hydrophila*. **Journal Applied Bacteriology**, v.74, p.111-118, 1993.

MATTÉ, M.H.;MATTÉ,G.R.;BALDASI,L.;NITRINI,S.M. Ocorrência de *Aeromonas* sp. em água da represa destinada à recreação e captação para abastecimento público. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 18.,1995.Santos, Sociedade Brasileira de Microbiologia, **Anais...** Santos, 1995, p.49.

MCVICAR, A .H. Interactions of pathogens in aquaculture with wild fish populations. **Bulletin European Association Fish Pathology**, v.17, nº 6, p.197-200, 1997.

MELO, O. T. Comportamento biogeoquímico de nutrientes no estuário do rio Bacanga, Ilha de São Luís-MA. 1998. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.

MERINO, S. RUBIRES, X., KNOCHER, S., TOMÁS, J. M. Emerging pathogens: *Aeromonas* sp. **International Journal of Food Microbiology**, v.28, p.157-168, 1995.

MINNAGANTI, V.R., PATEL, P.J., IANCU, D., SCHOCH, P.E., CUNHA, B.A. Necrotizing fasciitis caused by *Aeromonas hydrophila*. **Heart & Lung**, July/August, p.306-308, 2000.

MIRANDA, C.D. & CASTILLO, G. Resistance to antibiotic and heavy metals of motile aeromonads from Chilean freshwater. **The Science of the Total Environment**, v.224, p.167-176, 1998.

MONFORT, P. & BALEUX, B. Distribution and survival of motile *Aeromonas* sp. in brackish water receiving sewage treatment effluent. **Applied and Environmental Microbiology**, v.57, p. 2459-2467, 1991.

MONTOYA, R.; DOMINGUEZ, M.; GONZALES, C.; MONDACA, M. A .; ZEMELMAN, R. Susceptibility to antimicrobial agents and plasmid carrying in *Aeromonas hydrophila* isolated from two estuarine systems. **Microbios**, v. 69, p.181-186, 1992.

MORAES D.S.L. & JORDÃO B.Q.O. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, v.36, nº 3, 2002.

MORES, V.L. Bactérias do gênero *Aeromonas* em peixe pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) e pesquisa de alguns fatores de virulência a partir das cepas isoladas. 1994. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP), 91p.

MOTYL, M.R.; MCKINKLEY, G.; JANDA, J.M. *In vitro* susceptibilities of *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* and *Aeromonas caviae* to 22 antimicrobial agents. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 28, p.151-153, 1985.

MOYER, N. P. Clinical significance of *Aeromonas* species from patients with diarrhoea. **Journal of Clinical Microbiology**, v.25, p. 2044-2048, 1987.

- MURATA, H.; YOSHIMOTO, H.; MASUO, M.; TOKUDA, H.; KITAMURA, S.; OTSUKA, Y.; MIURA, Y. Fulminant pneumonia due to *Aeromonas hydrophila* in a man with chronic renal failure and liver cirrhosis. **Archives of Internal Medicine**, v.40, n° 2, p. 118-123, 2001.
- NAMDARI, H. & BOTTONE, E.J. Cytotoxin and enterotoxin production as factors delineating enteropathogenicity of *Aeromonas caviae*. **Journal Clinical Microbiology**. v.28, p. 1796-8, 1990.
- NEILL, M. Microbiological indices for total coliform and *E. coli* bacteria in estuarine waters. **Marine pollution Bulletin**, v. 49, p. 752-760, 2004.
- NEVES, M.S., NUNES, M.P., RICCIARDI, I.D. Incidence of motile *Aeromonas* species in aquatic environments of Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Food Protection**, v.53, n° 1, p. 78-80, 1990.
- NISHIKAWA, Y. & KISHI, T. Isolation and characterization of motile *Aeromonas* from human, food and environmental specimens. **Epidemiology Infection**, v.101, p.213-23, 1988.
- NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Edgard Blücher, 2003, 520p.
- OKADA, A. A. JONHSON, R.P.; LILES, V.C.; D'AMICO, D.J.; BAKER, A .S. Endogenous bacterial endophthalmitis. Report of a ten-year retrospective study. **Ophthalmology**, v. 101, p. 832-8, 1994.
- OLSSON, J.C., WESTERDAHL, A ., CONWAY, P.L., KJELLEBERG, S. Intestinal colonization potential of turbot (*Scophthalmus maximus*) and dab (*Limanda limanda*) associated bacteria with inhibitory effects against *Vibrio anguillarum*. **Applied Environmental Microbiology**, v.58, p.551-556, 1992.
- PALUMBO, S., ABEYTA, C., STELMA, G., WESLEY, I.W., WEI, C., KOBERGER, J.A., FRANKLIN, S.K., TUCKER, L.S., MURANO, E.A. *Aeromonas*, *Arcobacter* and *Plesiomonas*. Cap.30, p.283-290. In: “**Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**”. 3rd edition. Washington: American Public Health Association (APHA), 1992, 1912p.

- PALUMBO, S. A.; MORGAN, D.R.;BUCHANAN, R.L. Influence of temperature, NaCl and pH on the growth of *Aeromonas hydrophila*. **Journal of Food Science**, v.50, p.1417-1421, 1985.
- PANIAGUA,C.;RIVERO,O.;ANGUITA,J.;NAHARRO,G. Pathogenicity factors and virulence for rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of motile *Aeromonas* sp. isolated from a river. **Journal Clinical Microbiology**, v.28, p.350-5, 1990.
- PANSWAD, T. & ANAN, C. Specific oxygen, ammonia, and nitrate uptake rates of a biological nutrient removal process treating elevated salinity wastewater. **Bioresource Technology**, v. 70, p.237-243, 1999.
- PATHAK,S.P.;BHATTACHERJEE,J.W.;KALRA,N.;CHANDRA,S. Seasonal distribution of *Aeromonas hydrophila* in river water and isolation from river fish. **Journal of Applied Bacteriology**, v.65, p.347-352, 1988.
- PEREIRA,F.M.;PEREIRA,A.M.S.;SILVA,M.C.G.;GONÇALVES,V.D.;BRUM,P.R.;CASTRO,E.A .R.;PEREIRA,A.A.;ESTEVEZ,F.A .;PEREIRAJ.A..A. Ecological aspects of the antimicrobial resistance in bacteria of importance to human infections. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.33, p. 287-293, 2002.
- PETTIBONE, G.W. Population dynamics of *Aeromonas* sp. in an urban river watershed. **Journal Applied Microbiology**, v.85, p.723-730, 1998.
- PLANETA PESCA. Disponível em:<www.planetapesca.com/peixes/solha.jpg>.Acesso em 5 jul. 2004.
- POFFÉ, R. & DEBEECK, E.O. Enumeration of *Aeromonas hydrophila* from domestic wastewater treatment plants and surface waters. **Journal of Applied Bacteriology**, v.71, n° 4, p.366-370, 1991.
- POPOFF,M. *Aeromonas*, In: KRIEG, N.R. & HOLT,J.G. eds. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, 8th ed., Baltimore,Williams & wilkins,v.1, p. 545-548, 1984
- POPOFF, M.Y.; COYNAULT, C.; KIREDJIAN, M.;LEMELIN, M. Polynucleotide sequence relatedness among motile *Aeromonas* species. **Current Microbiology**, v.5, p.109-114, 1981.

PRITCHARD, D.W. Estuarine hydrography. In: *Advances in Geophysics*, v.1, Academic Press, New York, p. 243-288, 1952.

RAFE, INFORMAÇÕES E SAÚDE. Disponível em: <http://www.rafe.com.br/sql_vamos_prevenir/index.asp?setor=13&idc=36>. Acesso em 2 jan. 2005.

RANDALL, D.J. & TSUI, T.K.N. Ammonia toxicity in fish. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, p. 17-23, 2002.

RÉ, P. M. A. B. **Biologia Marinha**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2000, p. 13-18. (Apostila).

RHODES, M.W. & KATOR, H. Seasonal occurrence of mesophilic *Aeromonas* sp. as a function of biotype and water quality in temperate freshwater lakes. **Water Research**, v.28, p. 2241-2251, 1994.

ROCHA-BARREIRA, C.A. **Proposta de guia de elaboração da dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza, Ceará.

RODRIGUES, D. P. & RIBEIRO, R. V. *Aeromonas*. In: VIERIA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Livraria Varela, 2004.p.151-174.

ROMERO, A .A .M.,MACHADO,R.A .,SCUSSEL,V.M. Enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in fish and seafood from the southern region of Brazil. **International Journal Food Microbiology**, v.24, p.171-178, 1994.

ROQUE, O .C.C. **Sistemas alternativos de tratamentos de esgotos aplicáveis as condições brasileiras** – Tese (Doutorado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz- FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 1997, 153p.

SÁ, E. Conservação do pescado. **Revista Aqüicultura e Pesca**, v.1.,p.1-14, jun. 2004.

SCHADOW, K.H. Mechanisms of antibiotic resistance in *Aeromonas* sp. In: **Fourth International Symposium on Aeromonas and Plesiomonas**, Atlanta, United States, p.23, 1993.

SCHIAVANO, G.F., BRUSCOLINI, F., ALBANO, A., BRAND, G. Virulence factors in *Aeromonas* sp. and their association with gastrointestinal disease. **New Microbiology**, v.21, p.23, 1998.

SECHI, L. A., DERIU, A., FALCHI, M.P., FADDA, G., ZANETTI, S. Distribution of virulence genes in *Aeromonas* sp. isolated from Sardinian water and from patients with diarrhoea. **Journal Applied Microbiology**, v.92, p. 221-227, 2002.

SEIDLER, R.J.; ALLEN, D.A.; LOCKMAN, H.; COLWELL, R.R.; JOSEPH, S.W.; DAILY, O. P. Isolation, enumeration and characterization of *Aeromonas* from polluted waters encountered in diving operations. **Applied and Environmental Microbiology**, v.39, n° 5, p.1010-018, 1980.

SEMATUR-MA - Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Turismo do Maranhão. **Diagnósticos dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís: LITHOGRAF, Cap. 15. Fauna e Recursos Faunísticos. p. 63-87, 1991.

SEMATUR-MA - Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Turismo do Maranhão. **Plano de manejo do Parque do Bacanga**. São Luís. Governo do Estado do Maranhão, 1992.

SHRADER, S.K.; BAND, J.D.; LAUTER, C.B.; MURPHY, P. The clinical spectrum endophthalmitis incidence, predisposing factors and features influencing outcome. **Journal Infectious Diseases**, v.162, p. 115-20, 1990.

SINGH, U. Isolation and identification of *Aeromonas* sp. from ground meats in eastern Canada. **Journal Food Protection**, v.60, p.125, 1997.

SMITH, S.D.A. The effects of domestic sewage effluent on marine communities at Coff's harbour, New South Wales, Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 33, n° 7, p. 309-316, 1996.

SMITH, J. A. Ocular *Aeromonas hydrophila*. **American Journal Ophthalmology**, v.89, p.449-51, 1980.

SON, R.; RUSUL, G.; SAHILAH, A. M.; ZAINURI, A. ; RAHA, A. R.; SALMAH, L. Antibiotic resistance and plasmid profile *Aeromonas hydrophila* isolates from cultured fish, tilapia (*Telapia mossambica*). **Letters Applied Microbiological**, v.24, p.479-482, 1997.

- SOUSA, J.A. & SOUZA, A .T.S. Bacterial community associated with fish and water from Congonhas river, Sertaneja, Paraná, Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, nº 4, p.373-381, 2001.
- SOUSA, J .A.; ROMALDE, J.L.; LEDO, A .; EIRAS, J.C.; BARJA, J.L.; TORANZO, A .E. Health status of two salmonid aquaculture facilities in North Portugal: characterization of the bacterial and viral pathogens causing notifiable diseases. **Journal Fish Disease**, v.19, p. 83-89, 1996.
- STECCHINI, M.L. & DOMENIS, C. Incidence of *Aeromonas* species in influent and effluent of urban wastewater purification plants. **Letters in Applied Microbiology**, v.19, p. 237-239, 1994.
- STEPHEN, M.B. Gas gangrene: potencial for hyperbaric oxygen therapy. **Journal Postgraduate Medical**, v.99, p. 217-20, 1996.
- SUGITA, H., SHIBUYA, K., SHIMOOKA, H., DEGUCHI, Y. Antibacterial abilities of intestinal bacteria in freshwater cultured fish. **Aquaculture**, v.145, p.195-203, 1996.
- SWANN, L. & WHITE, M.R. **Diagnosis and treatment of *Aeromonas hydrophila* infection of fish**. Aquaculture Extension – A Guide Chemicals in Fish Production and Fishery Resource Mangement, 1989.
- TAKANO, Y.; ASAO, Y.; KOHRI, Y.; OIDA, K.; IMANAKA, T. Fulminant pneumonia and sepsis due to *Aeromonas hydrophila* in a alcohol abuser. **Archives of Internal Medicine**, v.35, nº 5, p. 410-412, 1996.
- TORRES, D.P.C. Aspectos do tratamento biológico de esgotos domésticos. **Revista Científica de IMAPES**, abr., p.68-70, 2004.
- TROUSSELLIER, M.; GOT, P.; BOUVY, M.; ARFI, R.; M'BOUP, M.; LEBIHAN, F.; MONFORT, P.; CORBIN, D.; BERNARD, C. Water quality health status of the Senegal river estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v.48, p. 852-862, 2004.
- TROWER, C.J., ABO, S., MAJEED, K.N., VON ITZSTEIN, M. Production of an enterotoxin by a gastroenteritis associated *Aeromonas* strains. **Journal Medical Microbiology**, v.49, p.121-6, 2000.

TSAI, G.J.; TSAI, F.C.; KONG, Z.L. Effects of temperature, medium composition, pH, salt and dissolved oxygen on haemolysin and cytotoxin production by *Aeromonas hydrophila* isolated from oyster. **International Journal of Food Microbiology**, v.38, p.111-116, 1997.

TSAI,G.J. & CHEN, T.H. Incidence and toxigenicity of *Aeromonas hydrophila* in seafood. **International Journal of Food Microbiology**, v.31, p.121-131, 1996.

UFMA/LABOHIDRO. **Diagnóstico Ambiental do Estuário do Rio Bacanga, Ilha de São Luís-MA: características químicas e biológicas**, 1998, 122p.

VIEL, R. Estudo do Funcionamento da Estação de Tratamento de Esgotos do Campus da Fundação Oswaldo Cruz – Tese (Mestrado em Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz - FioCruz. Rio de Janeiro, 1994, 54p.

VILA, J.; MARCO, F.; SOLER,L.; CHACON, FIGUERAS, M.J. *In vitro* antimicrobial susceptibility of clinical isolates of *Aeromonas caviae*, *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas veronii* biotype sobria. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 49, p. 697-702, 2002.

VIVEKANANDHAN,G.,SAVITHAMANI,K.,HATHA,A.A.M.,LAKSHMANAPERUMALS AMY,P. Antibiotic resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from marketed fish and prawn of south India. **International Journal of Food Microbiology**, v.76, p.165-168, 2002.

WALTERS, G.R. & PLUMB,J.A .Environmental stress and bacterial infection in channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque. **Journal Fish Biology**, v.17, p.177-185, 1980.

WATSON, I.M.; ROBINSON, J.O.; BURKE, V.;GRAVEY, M. Invasiveness of *Aeromonas* sp. in relation to biotype, virulence factors and clinical features. **Journal Clinical Microbiology**, v.22, p.48-51, 1986.

YAUN, S.S. & LIN,L.P. Isolation and characterization of *Aeromonas* from seafoods in Taipei. **Chin Journal Microbiology Immunology**, v.26, p. 78-83, 1993.

APÊNDICE A. Resultados das correlações estatísticas.

Tabela A1 Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e os parâmetros físico-químicos medidos na águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA.

Coefficiente de Correlação (r); p ≤ 0,05						
Variáveis	Temp.	O.D.	Sal.	PH	NH₄⁺	NO₂⁻
O.D.	0,72					
Sal.	0,54	0,43				
pH	0,67	0,59	0,48			
NH₄⁺	-0,35	-0,42	-0,28	-0,17		
NO₂⁻	0,11	0,08	0,23	-0,20	0,11	
<i>Aeromonas</i> sp.	-0,39	-0,08	-0,16	-0,15	0,17	-0,02

Abreviações: Temp.= temperatura; O.D. = oxigênio dissolvido; Sal.= salinidade; NH₄⁺ = N-amoniacal; NO₂⁻ = nitrito.

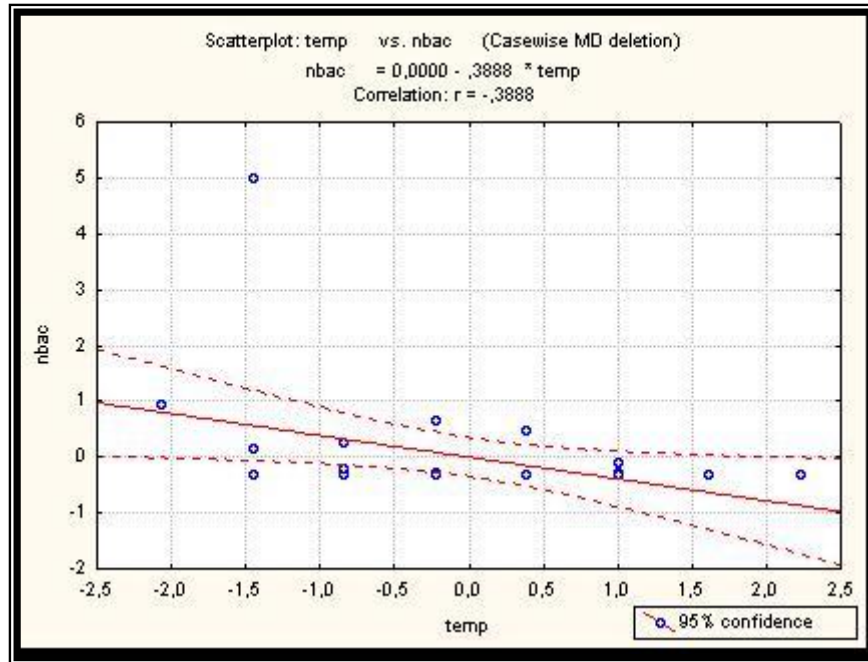


Figura A1. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas das temperaturas nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.

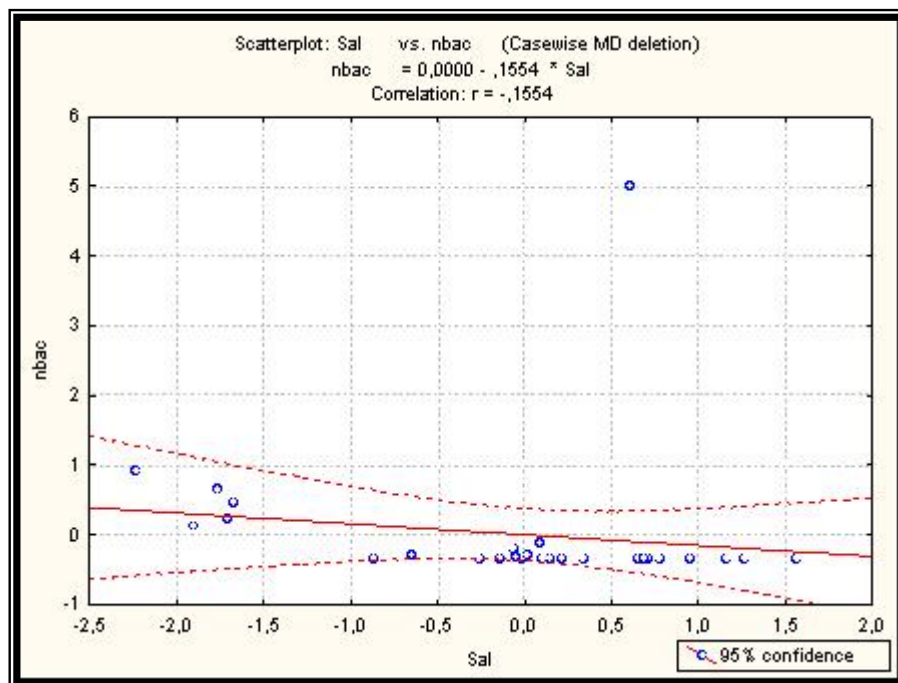


Figura A2. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas das salinidades nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.

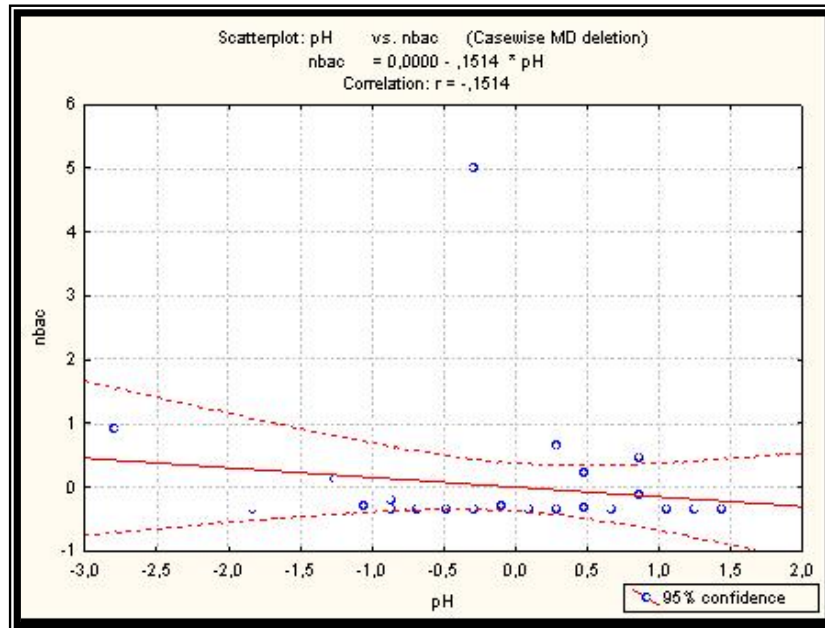


Figura A3. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas do pH nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.

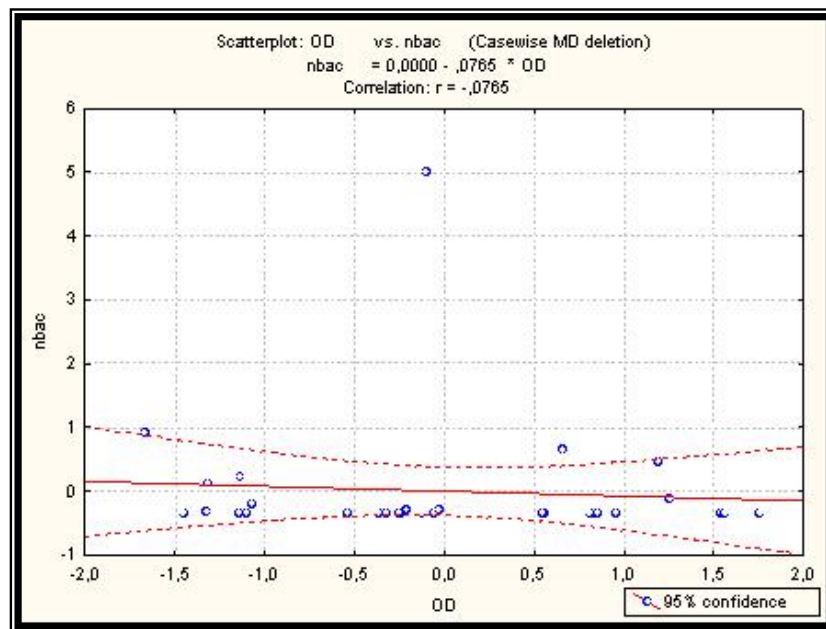


Figura A4. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas do oxigênio dissolvido nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.

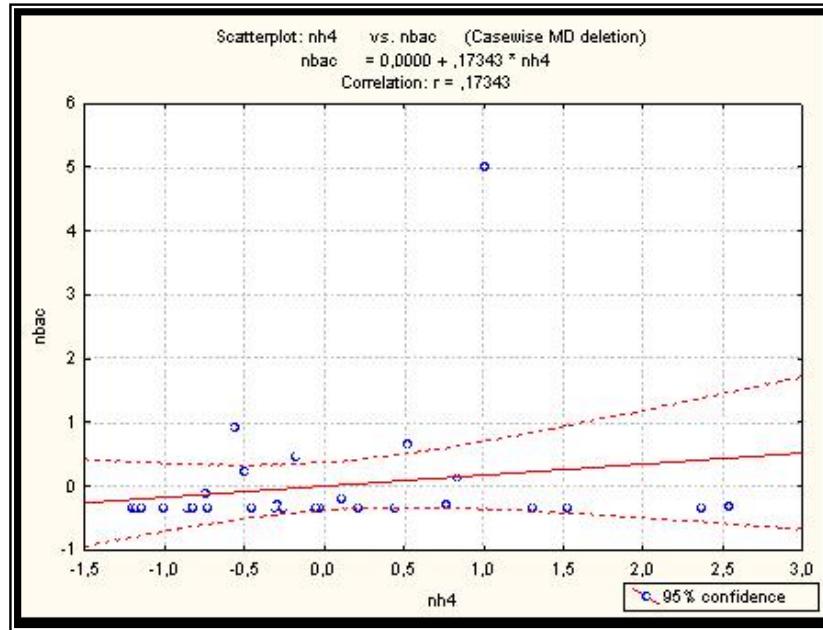


Figura A5. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas do nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺) nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.

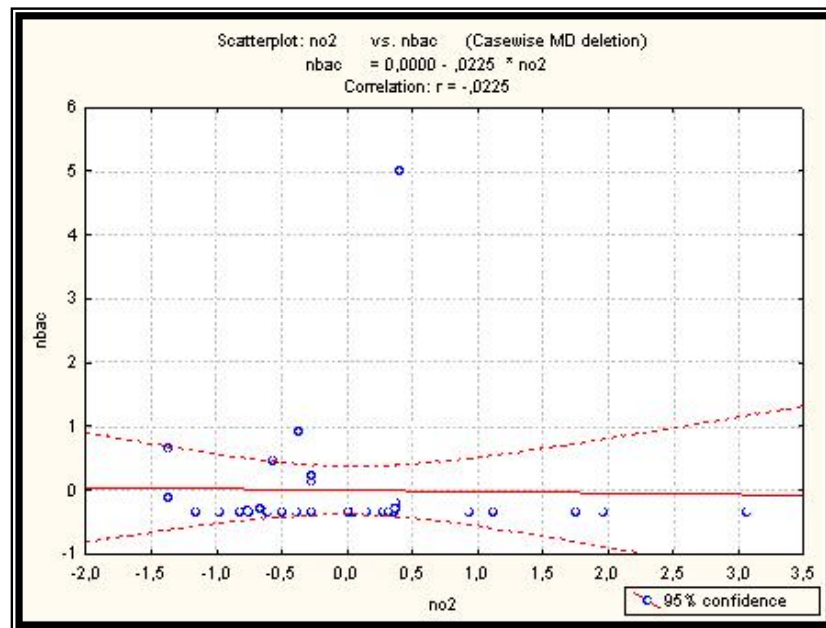


Figura A6. Correlação entre as concentrações de *Aeromonas* sp. e as medidas do nitrito nas águas de superfície do estuário do rio Bacanga, São Luís/MA, 2004.