

VIVIANE CORREA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS
DA ÁGUA DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA**

**SÃO LUÍS
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO EM SAÚDE E AMBIENTE**

DM
551.435.32:614.3(812.11)
S 586a

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS
DA ÁGUA DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA**

Viviane Correa da Silva

Dissertação apresentada à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação de
Mestrado em Saúde e Ambiente, do Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, da
Universidade Federal do Maranhão - UFMA,
como requisito para obtenção do Grau de
Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientadora: Prof^ª Dra. Francisca Neide Costa.

**SÃO LUÍS
2006**

Reg. n° 194326-07
Origem doação
Preço _____
F. Financeira 81633
F. Bibliográfica 77147
Data 11 / 06 / 2007

SILVA, Viviane Correa.

Avaliação das condições higiênico-sanitárias da água das praias do município de São Luís-MA. / Viviane Correa da Silva – São Luís, 2006.

46f.:il.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente). Universidade Federal do Maranhão, 2006.

1. Água – praias – balneabilidade. São Luís.
2. Indicadores – *Escherichia coli* – *Enterococcus*. São Luís. I
Título

CDU - 551.434.32:614.78(812.11)

Viviane Correa da Silva

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DA ÁGUA
DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA.**

Dissertação apresentada à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação de
Mestrado em Saúde e Ambiente, do Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, da
Universidade Federal do Maranhão - UFMA,
como requisito para obtenção do Grau de
Mestre em Saúde e Ambiente.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Adenilde Ribeiro Nascimento
Universidade Federal do Maranhão-UFMA

Prof. Dr. Valério Monteiro Neto
Centro Universitário do Maranhão-UNICEUMA

Profa. Dra. Maria Célia Pires Costa
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA

DEDICO ESTE TABALHO

Aos meus pais, Ítalo e Miraci, assim como aos meus irmãos, Cristiane, Erick e Ítalo Júnior; pelo apoio e incentivo constante em todos os dias da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus;

À minha orientadora, Prof^a Dra. Francisca Neide Costa, pela liberdade de desenvolver este tema, por todo conhecimento transmitido e pela atenção a mim dispensada durante este período de estudo.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à Prof^a Dra. Adenilde Ribeiro Nascimento, pela presteza e pelos ensinamentos; e à Prof^a Ms. Lúcia Maria Coêlho Alves, pelo incentivo, pelas sugestões e acima de tudo pelo carinho.

Ao Coordenador do Mestrado Prof Dr. Ístivan Van Deursen Varga, pela compreensão e paciência em todos os momentos.

À estagiária do Laboratório de Microbiologia, Mirela Arouche, pelo apoio técnico durante toda a parte experimental.

Ao meu noivo, Sebastião Neto, pela colaboração durante as difíceis coletas de amostras e pelo carinhoso apoio.

A todos os colegas de turma, em especial a Cristiane Castro e Jeamile.

À Universidade Estadual do Maranhão, pela concessão das instalações do laboratório e das vidrarias para a realização do experimento.

À Universidade Federal do Maranhão, na pessoa do Prof^o Stelito Assis Reis Filho, pela doação dos meios de cultura para as análises laboratoriais.

Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à
sombra do onipotente descansará (SL 91:1).

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é composta por dois artigos que abordam os temas: **“Contaminação por *Enterococcus* da água das praias do município de São Luís-MA”** e **“Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes e pesquisa de *Escherichia coli* na água das praias do município de São Luís-MA”**, ambos com a finalidade de avaliar as condições higiênico-sanitárias das águas destinadas à recreação de contato primário. Visa, ainda, divulgar para a população os resultados obtidos prevenindo os freqüentadores destas praias dos possíveis riscos à saúde quando por ocasião do banho de mar em condições impróprias, bem como, visa fornecer informações às autoridades competentes no controle e manutenção da qualidade destes ambientes.

O mar é uma fonte inesgotável de alimentos e oferece, também, inúmeras opções de entretenimento, entre elas podemos citar a prática de esportes e o banho de mar. Esta última se constitui em uma forma de lazer preferida por uma grande parcela da população, não só aqueles que residem nas cidades litorâneas, mas para a população em geral. Dessa forma considerando-se a preferência da população e a necessidade de fazer a manutenção da saúde e bem-estar humano, o estudo das condições de balneabilidade das praias tem relevante significado sanitário ao considerar a precariedade do saneamento básico encontrado em nosso município.

Os artigos encontram-se adequados às normas de encaminhamento de artigos das revistas para as quais serão encaminhadas pleiteando publicação. Sendo o 1º artigo, **“Contaminação por *Enterococcus* da água das praias do município de São Luís-MA”**, encaminhado para a Revista Acta Scientiarum e o 2º artigo, **“Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes e pesquisa de *Escherichia coli* na água das praias do município de São Luís-MA”**, para a Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Estas duas revistas foram escolhidas por serem especializadas na área de saúde pública e qualidade ambiental, bem como por apresentarem classificação nível “A” (alta qualidade), segundo avaliação realizada pelo Programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

1º ARTIGO

CONTAMINAÇÃO POR *ENTEROCOCCUS* DA ÁGUA DAS
PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA

**CONTAMINAÇÃO POR *ENTEROCOCCUS* DA ÁGUA DAS PRAIAS DO
MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA**

(Condições sanitárias das praias de São Luís-MA)

**WATER CONTAMINATION BY *ENTEROCOCCUS* AT THE BEACHES OF THE
MUNICIPALITY OF SÃO LUÍS, MARANHÃO STATE, NORTHEASTERN
BRAZIL.**

(Sanitary condition of the beaches of São Luís-MA)

Viviane Correa da Silva - Médica Veterinária. Aluna do Curso de Pós-Graduação -
Mestrado em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão/UFMA. Fiscal de
Defesa Animal da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Maranhão/AGED-MA.

E-mail: vivianecorrea@yahoo.com

Prof^a. Dr^a. Adenilde Ribeiro Nascimento – Química Industrial. Doutora em Ciência dos
Alimentos pela Universidade Federal de Lavras. Professora Assistente do Departamento de
Química Industrial da Universidade Federal do Maranhão/UFMA.

E-mail: adenild@bol.com.br

Ana Paula Carvalho Mourão – Universitária. Aluna do Curso de Química Industrial da
Universidade Federal do Maranhão/UFMA. E-mail: fatimamcarvalho@ig.com.br

Prof^a. Dr^a. Francisca Neide Costa * – Médica Veterinária. Doutora em Medicina
Veterinária Preventiva pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho/UNESP. Professora Adjunta do Departamento de Patologia da Universidade Estadual
do Maranhão/UEMA. E-mail: franciscacosta@cca.uema.br

(*) - Endereço para correspondência (profissional):

Prof^a. Dr^a. Francisca Neide Costa

Universidade Estadual do Maranhão, Unidade de Estudos de Medicina Veterinária,
Departamento de Patologia. Campus Universitário Paulo VI. Tirirical. CEP: 65000-000.

São Luis, MA – Brasil. Telefone: (98) 2452688 - Fax: (98) 2451489

E-mail: franciscacosta@cca.uema.br URL da Homepage: <http://www.uema.com.br>

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar as condições higiênico-sanitárias das praias do município de São Luís, utilizando como indicador os *Enterococcus*. Avaliou-se dois períodos distintos, estação chuvosa e seca. A amostragem foi realizada quinzenalmente na estação chuvosa e semanalmente na estação seca. Aferiu-se o pH no local da coleta e no laboratório realizou-se análise microbiológica através do método dos tubos múltiplos, conforme preconiza a American Public Health Association - APHA (1995). O pH mostrou-se dentro do padrão, com índices entre 7 e 8, em todas as praias. Constataram-se altos índices de *Enterococcus*, da ordem de 10^2 a 10^3 NMP/100 mL no período seco, chegando a 10^5 no período chuvoso. Conclui-se que as praias Ponta da Areia e do Calhau caracterizaram-se impróprias para banho no período avaliado, enquanto as praias Olho d'Água e Araçagi enquadraram-se como próprias.

Palavras-chave: Praias, *Enterococcus*, contaminação da água.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the hygienic and sanitary conditions of the beaches of the São Luís municipality, using as an indicator the *Enterococcus*. Two distinct periods were studied: rainy and drought seasons. The samplings were performed fortnightly during the rainy season and weekly at dry season. The pH was measured at the point of the water sampling area and the laboratorial microbiologic analyses were performed by using the method of multiple tubes, as preconized by the American Public Health Association – APHA (1995). The pH was found at the normal standard level, between 7 and 8, for the all examined beaches. High counts of *Enterococcus*, between 10^2 and 10^3 MPN/100 mL, were found to the drought season, and reaching 10^5 MPN/100 mL in the rainy season. It was concluded that the beaches of the Ponta da Areia and Calhau were characterized as improper for swimming at the examined periods, while the Olho d'Água and Araçagi beaches were suitable.

Key words: Beaches, *Enterococcus*, water contamination

INTRODUÇÃO

O Município de São Luís está situado ao norte do estado do Maranhão, na Ilha de São Luís (Latitude S2°31' e Longitude W 44°16'), juntamente com outros 03 (três) municípios (IBGE, 2000). Apresenta uma vasta extensão litorânea composta por belas praias, desempenhando importante papel de lazer e turismo para a população e local e visitante.

Em um cenário mundial no qual a preocupação ambiental se torna a cada dia mais relevante, o Brasil ainda enfrenta problemas básicos com o saneamento ambiental e todas as suas conseqüências para a saúde, economia e bem estar da população (Addas, 1998; Costa, 1994). Em São Luís, esta problemática não é diferente, onde a estrutura de saneamento básico é bastante precária, atendendo a uma pequena parcela da população local, sendo, na maioria das vezes, o despejo do esgoto doméstico realizado diretamente na rede de drenagem e desta muitas vezes para o mar, influenciando diretamente na balneabilidade destas águas.

O termo balneabilidade refere-se à utilização das águas para recreação de contato primário devendo ser sistematicamente monitorada através de análises físico-químicas e/ou microbiológicas, com vistas a avaliar a qualidade destas águas, proteger a saúde e assegurar o bem-estar humano (CETESB, 2004).

O estudo da prevalência de enteropatógenos em águas de praias, tem relevante significado sanitário, considerando-se a precariedade do saneamento básico encontrado em nossa região. A identificação desses enteropatógenos constitui importante indicador epidemiológico (Serra *et al.*, 2003) e demonstra de modo indireto a ocorrência da doença de veiculação hídrica na população (Braz *et al.*, 1999).

Do ponto de vista de saúde pública, é importante considerar não apenas a possibilidade da transmissão de doenças de veiculação hídrica aos banhistas (gastroenterite, hepatite A, cólera, febre tifóide, entre outras), mas, também, a contaminação dos alimentos retirados do mar, uma vez que podem ser consumidos crus ou parcialmente cozidos, como é comum em cidades litorâneas. Os mariscos e mexilhões podem se transformar em veículos, já que filtram grande quantidade de água, bioacumulando bactérias e vírus presentes na água do mar (Azevedo, 2001).

As características do ambiente marinho, tais como, salinidade, densidade, sedimentos, condições de maré e outros, dificultam o isolamento de bactérias patogênicas. Isso explica porque as pesquisas sobre a contaminação microbiana do litoral limitam-se geralmente à determinação das concentrações de bactérias indicadoras da poluição fecal. No mundo todo, o grupo mais utilizado nessas pesquisas é o dos coliformes e, mais recentemente, dos estreptococos fecais que por serem mais resistentes ao ambiente marinho, tornam-se mais adequadas para o monitoramento da qualidade das águas marinhas (Ribeiro, 2002).

Segundo Charriere *et al.* (1994) citado por Cerqueira (1999) para complementar os laudos microbiológicos fornecidos em análises de águas, no sentido de definir tanto a poluição fecal quanto a possibilidade de sua origem, utilizam-se os *Enterococcus*. Os *Enterococcus* são bactérias Gram positivas em forma de cocos de aproximadamente 1µm de diâmetro, que se apresentam em cadeias e inclui as espécies *Enterococcus avium*, *E. casseliflavus*, *E. ecorum*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. gallinarum*, *E. hirae*, *E. malodoratus*, *E. mundtii* e *E. solitarius*. A maioria destas espécies é de origem fecal humana e geralmente são consideradas como indicadores específicos deste tipo de material, embora possam ser isolados de fezes de animais (Ceballos, 2000). Eles crescem a temperaturas entre 10 °C e 45 °C, sobrevivem até 60 °C por 30 minutos e toleram pH 9.6 em 6.5 % de NaCl (Guidelines for Canadian Recreational Water Quality, 1992).

A legislação em vigor que regulamenta a avaliação da qualidade sanitária das águas para balneabilidade é a Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Esta resolução propõe a avaliação da condição de balneabilidade das praias através da medição das concentrações de um ou mais organismos indicadores presentes nos dejetos humanos, ou de animais de sangue quente sendo estes números empregados na classificação do meio como próprio ou impróprio para balneabilidade (CONAMA, 2001).

Considerando-se os riscos oferecidos à saúde dos frequentadores de praias em áreas imprópria para banho, o presente estudo teve como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias das praias mais frequentadas no município de São Luís, no período chuvoso e seco, utilizando como indicador os *Enterococcus fecalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Locais de coleta**

Foram selecionadas as 04 (quatro) praias mais frequentadas por banhistas e turistas no município de São Luís (*Figura 1*): Ponta da Areia (P1), Calhau (P2), Olho d'Água (P3) e Araçagi (P4). Os pontos de coleta das amostras em cada praia foram escolhidos levando-se em consideração a quantidade de banhistas concentrados em determinada área.



Fonte: GOVERNO DO MARANHÃO, 2006.

Figura 1 - Praias selecionadas para o monitoramento dos níveis de *Enterococcus fecalis* no município de São Luís-MA. 2005.

- **Período de avaliação**

Na estação chuvosa realizou-se a coleta das amostras de água em 05 (cinco) pontos diferentes de cada praia, quinzenalmente, aos domingos, entre 8:00 e 9:00 h, no período de 25 de abril a 04 de junho de 2005, perfazendo um total de 20 (vinte) amostras em cada praia. Já na estação seca realizou-se amostragem semanalmente, também aos domingos e nos mesmos horários do período chuvoso, sendo 01 (um) ponto de coleta em cada praia, no período de 10 de julho a 11 de setembro de 2005, perfazendo um total de 10 (dez) amostras em cada praia.

- **Amostragem**

As amostras da água do mar foram coletadas manualmente, a aproximadamente 1 (um) metro de profundidade da superfície, utilizando-se frascos esterilizados com capacidade para 250 mL. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas para o laboratório da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, onde foram analisadas de acordo com metodologia preconizada pela American Public Health Association - APHA (1995).

- **Análise microbiológica**

Determinação do Número Mais Provável (NMP) de Enterococcus

§ Teste presuntivo para *Enterococcus*

Utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos, empregando-se série de 03 e 05 tubos de ensaio, no período chuvoso e seco, respectivamente, com 10 mL do Caldo Dextrose Azida (CDA), sendo a primeira série com concentração dupla e as demais simples. Foram adicionados nos tubos da série inicial 10 mL da amostra de água e 1 mL e 0,1 mL nas series subsequentes, respectivamente. A seguir os tubos foram incubados em estufa bacteriológica à temperatura de 35 °C por 24/48 horas. Considera-se positiva a amostra quando havia turvação do meio e/ou formação de precipitado. O NMP de *Enterococcus*/mL da amostra foi calculado pela tabela de Hoskins (com limite de confiança de 95%), comparando-se o número de tubos positivos com a tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas, sendo o resultado final expresso em NMP/100 mL da amostra.

- **Determinação do pH**

A determinação do pH foi realizada no campo, no momento da coleta através de fitas de medição de pH, que eram introduzidas na água do mar e, posteriormente comparadas com a tabela de cores para leitura do resultado, sendo este anotado em planilhas controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na aferição do pH apresentavam-se dentro da faixa ideal preconizada pelo CONAMA (2001), com valores entre 7 e 8, em todas as praias avaliadas, afastando portanto, o risco de aparecimento de irritação de pele ou de olhos, após o banho nestas áreas .

Valores semelhantes foram encontrados por Brás *et al.* (1999) com pH variando entre 6 e 8, quando avaliavam as condições de balneabilidade do litoral paranaense, e pelo INMETRO (2005), quando em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis-IBAMA desenvolveu estudos para avaliar as condições de balneabilidade das praias do litoral brasileiro, encontrando pH na faixa de 7 a 8,2.

Vale ressaltar a importância da manutenção do pH das águas do mar dentro da variação preconizada pelo CONAMA (2001), uma vez que este não só influencia nas condições de desenvolvimento e sobrevivência dos microrganismos patogênicos, mas também tem correlação direta com problemas dermatológicos que acometem aos banhistas (FATMA, 2005).

Os resultados encontrados utilizando-se os *Enterococcus* como indicadores, na estação chuvosa, estão descritos na Tabela 1. Nesta, observa-se valores elevado de NMP de *Enterococcus*/100 mL em todas as praias, alcançando valores na ordem de $2,4 \times 10^4$ NMP/100 mL. A Praia Ponta da Areia (P1), seguida pela Praia do Calhau (P2) apresentaram os resultados mais elevados durante todo o período de avaliação. Já as Praias Olho d'Água (P3) e Araçagi (P4), registram os menores índices de *Enterococcus*, ambas com 80% das amostras analisadas apresentando resultados abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA (2001), que é de até 400 NMP/100 mL da amostra.

Vale ressaltar que os maiores índices registrados em todas as praias, durante a estação chuvosa, ocorreram na segunda semana de estudo, na qual se observou o maior índice de chuva em até 48 horas antes da amostragem. Estudos confirmam que dentre os fatores diretamente correlacionados com as condições higiênico-sanitárias das praias, destaca-se a ocorrência de chuva, pois constitui uma das principais causas de interferência na qualidade da água das praias, uma vez que os esgotos, lixos e outros detritos são

carreados para as praias através de galerias, córregos e canais de drenagem, produzindo, assim, um aumento considerável na densidade de bactérias nas águas litorâneas (CETESB, 2004).

Tabela 1 – Número Mais Provável (NMP) de *Enterococcus* em 100 mL de água procedente de 04 (quatro) praias do município de São Luís-MA, na estação chuvosa. 2005.

Semanas	Amostras	PRAIAS			
		(P1)	(P2)	(P3)	(P4)
1 ^a	01	4,4x10 ³	3,6x10	3,0x10	3,6x10
	02	4,6x10 ³	9,1x10	3,6x10	1,5x10 ²
	03	4,6x10 ³	3,0x10	2,0x10	2,3x10 ²
	04	4,6x10 ³	3,0x10	2,3x10 ²	9,1x10
	05	2,4x10 ³	1,5x10 ²	2,3x10 ²	1,5x10 ²
2 ^a	01	2,3x10 ²	9,3x10	3,6x10 ²	4,3x10 ²
	02	2,0x10 ²	4,3x10 ²	2,4x10 ³	4,3x10 ²
	03	2,4x10 ⁴	2,3x10 ²	1,1x10 ⁴	2,4x10 ³
	04	2,1x10 ²	4,3x10 ²	4,3x10 ²	2,4x10 ³
	05	9,3x10 ²	2,4x10 ⁴	2,4x10 ³	2,3x10 ²
3 ^a	01	4,3x10 ²	2,3x10 ²	3,0x10	<3,0x10
	02	2,3x10 ²	1,5x10 ²	2,3x10 ²	1,5x10 ²
	03	4,3x10 ²	2,4x10 ³	3,6x10	7,3x10
	04	4,3x10 ²	2,3x10 ²	3,6x10	3,6x10
	05	4,3x10 ²	4,3x10 ²	3,6x10	<3,0x10
4 ^a	01	4,6x10 ³	9,3x10 ²	3,0x10	1,5x10 ²
	02	4,3x10 ²	9,3x10 ²	3,6x10	3,6x10
	03	1,1x10 ⁴	2,3x10 ²	2,3x10 ²	3,6x10
	04	4,6x10 ³	9,3x10 ²	3,6x10	3,6x10
	05	4,3x10 ²	1,5x10 ²	3,6x10	7,2x10

LEGENDA: P1 – Praia Ponta da Areia P2 – Praia do Calhau
P3 – Praia Olho d'Água P4 – Praia Araçagi

Os resultados encontrados nas análises realizadas durante a estação seca estão descritos na Tabela 2, onde se constata a concentração de *Enterococcus* com valores menores que os registrados na estação chuvosa, porém também elevados, na ordem de 1,6x10³ NMP/100 mL. Ribeiro, em 2002, avaliando os indicadores de balneabilidade da praia de Camburi (Vitóri-ES) ao longo de 1 ano, também encontrou valores elevados nos testes de detecção de *Enterococcus*, variando de 10¹ a 10³ no verão, outono e primavera e chegando a 10⁵ no inverno.

No período seco, assim como na estação chuvosa, as praias Ponta da Areia (P1) e do Calhau (P2) foram as que apresentaram os índices mais elevados de concentração de *Enterococcus fecalis*, com 50% das amostras acima de 400 NMP/100 mL. Enquanto os menores índices foram observados nas Praias Olho d'Água e Araçagi, com 40% e 10% das amostras acima 400 NMP/100 mL, respectivamente.

As altas densidades de *Enterococcus* em águas marinhas indicam um elevado nível de contaminação por esgotos, o que pode colocar em risco a saúde dos banhistas e cujas conseqüências são imprevisíveis, variando com o grau de imunidade dos usuários, e com as condições de exposição (CETESB, 2004).

A preocupação com os altos índices de *Enterococcus* justifica-se do ponto de vista da saúde pública, pois estes possuem associação direta com vários sintomas apresentados pelos banhistas após o contato, tais como: febre, “rash” cutâneo, náusea, diarreia, dor de estômago, tosse e nariz escorrendo (Pruss, 1998).

Tabela 2 – Número Mais Provável (NMP) de *Enterococcus* em 100 mL de água procedente de 04 (quatro) praias do município de São Luís-MA, na estação seca. 2005.

Semanas	PRAIAS			
	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)
01^a	1,6x10 ³	3,0x10 ²	9,0x10 ²	3,0x10
02^a	1,6x10 ³	1,6x10 ³	5,0x10 ²	1,4x10 ²
03^a	>1,6x10 ³	1,6x10 ³	>1,6x10 ³	5,0x10 ²
04^a	8,0x10	9,0x10 ²	5,0x10 ²	2,7x10
05^a	>1,6x10 ³	>1,6x10 ³	1,7x10 ²	3,5x10 ²
06^a	2,2x10 ²	1,7x10 ²	3,0x10 ²	2,8x10 ²
07^a	3,0x10 ²	3,0x10 ²	1,3x10 ²	9,0x10
08^a	1,7x10 ²	3,0x10	5,0x10	7,0x10
09^a	2,3x10	2,4x10 ²	1,3x10 ²	0,4x10
10^a	1,6x10 ³	1,6x10 ³	5,0x10	1,4x10 ²

LEGENDA: P1 – Praia Ponta da Areia P2 – Praia do Calhau
P3 – Praia Olho d'Água P4 – Praia Araçagi

Alguns estudos elegem os *Enterococcus* com um indicador de excelência para a classificação das águas salinas, uma vez que apresenta um amplo tempo de sobrevivência e a maior resistência quando comparado com *E.coli* e coliformes termotolerantes (Dufour, 1994).

Durante o estudo foram registradas algumas informações no ato da coleta das amostras, através das quais se constatou: ausência de material suspenso na água (matéria orgânica e/ou inorgânica) em todas as praias e em ambos os períodos avaliados; a água apresentava-se na coloração característica do litoral ludovicence, variando de verde a acinzentado, com pouca agitação e pequenas ondas; presença de alguns córregos de origem desconhecidas, provavelmente proveniente de galerias pluviais, que drenavam diretamente para pequenas poças de água e destas para o mar. Constatou-se ainda que na estação seca não houve a ocorrência de chuvas no período de até 48 horas antes da coleta das amostras.

Em todas as coletas observou-se que as praias apresentavam um considerado fluxo de banhistas, principalmente nas praias do Calhau e Olho d'Água, nesta última com presença significativa de ônibus trazendo banhistas do interior do Estado do Maranhão, sendo portanto elevado o risco de contaminação devido ao maior número de banhistas expostos nesta ocasião.

No município de São Luís não existe um serviço de monitoramento e classificação das condições de balneabilidade das praias do município, dessa forma sugere-se a implantação deste serviço, bem como a sinalização das praias e a divulgação dos resultados para os banhistas, a exemplo do que já é realizado em 14 dos 17 estados costeiros do Brasil, associada a um programa de educação ambiental.

Sugere-se, ainda, a extensão dos estudos realizados a todas as praias da Ilha de São Luís que são freqüentadas por banhistas, visando à identificação de possíveis fontes de contaminação das mesmas e a caracterização de microrganismos patogênicos nos pontos sistematicamente classificados como impróprios.

CONCLUSÃO

Nas condições em que a pesquisa foi realizada e de acordo com os resultados encontrados é possível concluir que:

- § As águas das Praias da Ponta da Areia e do Calhau apresentam altas concentrações de *Enterococcus*/mL, tanto na estação chuvosa e na estação seca, caracterizando-se como impróprias para banho;
- § As praias Olho d'Água e Araçagi apresentam os menores índices de contaminação por *Enterococcus*/mL, com condições satisfatórias para banho;
- § As águas do mar apresentam níveis de contaminação mais acentuados no período chuvoso que no período seco.

REFERÊNCIAS

ADDAS, M. *Panorama Geográfico do Brasil: contradições, impasses e desafios sócio-espaciais*. São Paulo: Moderna, 1998.

APHA, American Public Health Association. Microbiological examination of water. *In: Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19 ed., Washington: APHA, AWWA, WPCF, 1995.

AZEVEDO, M. V. *Estudo da relação entre hepatite a e condições de balneabilidade em cenários de saneamento precário na região de Mangaratiba, Baía de Sepetiba-RJ*. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

BRAZ, V. N. *et al*. Condições de balneabilidade e presença de Enteropatógenos em praias estuarinas do norte do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. *Anais..* Rio de Janeiro, 1999. CD Rom.

CEBALLOS, B. S. O. de. Microbiología sanitaria y ambiental. In: MENDONÇA, Sérgio Rolim. *Sistemas de laguna de estabilización*. Edição. Colombia: 2000. p. 68-106.

CERQUEIRA, D. A. *et al*. Coliformes fecais não existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. *Anais..* Rio de Janeiro, 1999. CD Rom.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias. Série Relatórios*. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: CETESB, 2004.

CHARRIERE, G. D. A. *et al*. Assesment of the marker value of various components of the coli-aerogenes group of Enterobacteriaceae and of a selection of *Enterococcus* spp. For the official monitoring of drinking water supplies. *Journal of Applied Bacteriology*, Londres, p. 336-344, 1994.

CONAMA, *Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil)*. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. *Dispõe sobre a qualidade das águas de balneabilidade e alerta o disposto na Resolução 020, de 18 de junho de 1986*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 08 de Jan. 2001.

COSTA, A. M. *Análise histórica do saneamento no Brasil*. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1994.

DUFOUR, A. P. Bacterial indicators of recreacional water quality. *Canadian Journal Public Health*, v. 75, p. 49-56, 1994.

FATMA, Fundação do Meio Ambiente. *Relatório de balneabilidade das praias catarinenses*. Série Relatórios. Santa Catarina, 2005.

GOVERNO DO MARANHÃO. *Portal do Governo do Estado do Maranhão*. 2006. Disponível em <<http://www.ma.gov.br/cidadao/saoluis/informacao/saoluis.php>>. Acesso em: 20. fev. 2006.

GUIDELINES FOR CANADIAN RECREACIONAL WATER QUALITY - Federal Provincial Working Group. Canadian Government Publishing centre Supply and Services Canada, Ottawa, Canada K1A 0S9, 1992.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sinopse do Censo Demográfico 2000*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 20. fev. 2006.

INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Industrial. *Informações ao Consumidor - Produtos Analisados*. 1998. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.asp>>. Acesso em: 30. nov. 2005.

PRUSS, A. Review of Epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *International J. Epidemiology*, n. 27, p. 1-9, 1998.

RIBEIRO, E.N. *Avaliação de Indicadores Microbianos de Balneabilidade em Ambientes Costeiros de Vitória/ES*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

SERRA, C. L. M. *et al.* Avaliação de parâmetros físicos e químicos e pesquisa de *Vibrio parahaemolyticus* em águas do estuário do rio Anil (São Luís, Estado do Maranhão). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 261-266, 2003.

2º ARTIGO

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL (NMP) DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES E PESQUISA DE *ESCHERICHIA COLI* NA ÁGUA DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA.

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MAIS PROVÁVEL (NMP) DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES E PESQUISA DE *ESCHERICHIA COLI* NA ÁGUA DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA

DETERMINATION OF THE MOST PROBABLE NUMBER (MPN) OF THE THERMOTOLERANT COLIFORMS AND SEARCHING OF THE *ESCHERICHIA COLI* IN THE WATER OF THE BEACHES OF THE SÃO LUÍS MUNICIPALITY, STATE OF MARANHÃO, NORTHEASTERN BRAZIL.

Viviane Correa da Silva - Médica Veterinária. Aluna do Curso de Pós-Graduação-Mestrado em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão/UFMA. Fiscal de Defesa Animal da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Maranhão/AGED-MA.
E-mail: vivianecorrea@yahoo.com

Prof^a Ms. Lúcia Maria Coêlho Alves - Médica Veterinária. Mestre em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Professora Adjunta do Departamento de Patologia da Universidade Estadual do Maranhão/UEMA.
E-mail: luciamcalves@cca.uema.br

Mirela Moema Sousa Arouche – Estudante. Aluna do Curso Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão/UFMA.
E-mail: mirelaarouche@hotmail.com

Prof^a Dr^a Francisca Neide Costa – Médica Veterinária. Doutora em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Professora Adjunta do Departamento de Patologia da Universidade Estadual do Maranhão/UEMA.
E-mail: franciscacosta@cca.uema.br

(*) - Endereço para correspondência (profissional):

Prof^a. Dr^a. Francisca Neide Costa
Universidade Estadual do Maranhão, Unidade de Estudos de Medicina Veterinária,
Departamento de Patologia. Campus Universitário Paulo VI. Tirirical. CEP: 65000-000.
São Luis, MA – Brasil.

Telefone: (98) 2452688 - Fax: (98) 2451489

E-mail: franciscacosta@cca.uema.br

URL da Homepage: <http://www.uema.com.br>

RESUMO

O município de São Luís-MA possui um alto potencial turístico devido a uma vasta área litorânea, formada por belas praias. Foram avaliadas quatro praias quanto a sua balneabilidade no período seco, utilizando-se os padrões de classificação preconizados pela Resolução 274/2000 do CONAMA. A amostragem foi semanal, a metodologia usada para a detecção do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes foi a preconizada pela American Public Health Association – APHA (1995) e para identificação bioquímica utilizou-se o Enterokit B. De acordo com os resultados obtidos, o pH mostrou-se dentro do padrão em todas as praias, com valores entre 7 e 8. A praia Ponta da Areia apresentou-se imprópria para banho durante 4 semanas seguidas do estudo, apresentando altos índices de coliformes termotolerantes ($>1,0 \times 10^3$ NMP/100 mL). As demais praias apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, sendo classificadas como próprias para banho, porém somente a praia Araçagi foi subclassificada como excelente durante 9 (90%) das 10 semanas avaliadas, registrando índices de $<2,5 \times 10^2$ NMP/100 mL. Foi confirmada a presença de *Escherichia coli* em 37 (92,5%) das amostras. Faz-se necessário a monitoração sistemática das águas das praias e divulgação dos resultados para os banhistas.

Palavras-chave: Água, balneabilidade, praias, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

The municipality of São Luís, State of Maranhão, Northeastern Brazil, presents a high potential for tourism exploration due to the wide coastal area, formed by beautiful beaches. The balneability of the water was evaluated during the dry season by choosing four beaches and using the CONAMA's 274/2000 legislation now in force for the interpretation of the results. The samplings were performed weekly and the methods used for the determination of the Most Probable Number (MPN) of the thermotolerant coliforms was according to that of the American Public Health Association – APHA (1995) and “Enterokit B” was used for the biochemical identification. According to the results, the pH was found at the normal standard level between 7 and 8. The Ponta da Areia beach was found improper for swimming activity during the four-week study period, presenting high numbers of thermotolerant coliforms ($>1.0 \times 10^3$ MPN/100 mL). The other beaches were found with acceptable numbers and classified as suitable, according to the CONAMA's legislation, but only the Araçagi beach was subclassified as “excellent” during the 9 (90%) out of 10 weeks of the study period, with bacterial counts $<2.5 \times 10^2$ MPN/100 mL. The presence of the *Escherichia coli* was confirmed in 37 (92.5%) of the samples. The systematic monitoring of the water and the disclosure of the results to the swimmers are deemed necessary.

Key words: Water, balneability, beaches, thermotolerant bacteria, *Escherichia coli*.

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento fundamental à sobrevivência de todos os seres vivos. Seus múltiplos usos são indispensáveis a um largo espectro das atividades humanas, onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação. Entretanto essa mesma água pode veicular diversos microrganismos, inclusive os patogênicos.

Águas recreacionais são águas doces, salobras e salinas destinadas à recreação de contato primário, sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), no qual, existe elevada possibilidade do banhista ingerir quantidades apreciáveis de água (CETESB, 2004).

Já a balneabilidade refere-se à utilização das águas para recreação de contato primário devendo ser sistematicamente monitorada através de análises físico-químicas e/ou microbiológicas, com vistas a avaliar a qualidade destas águas, proteger a saúde e assegurar o bem-estar humano.

O município de São Luís está localizado no litoral norte do Estado do Maranhão, na Ilha de São Luís com uma população estimada de 978.824 habitantes (IBGE, 2006). Possui um alto potencial turístico, pois conta com uma vasta área litorânea formada por belas praias, algumas bastante freqüentadas por banhistas locais e turistas, movimentando assim diversos setores do comércio e da indústria ligados a essas atividades de recreação.

Por outro lado o sistema de saneamento básico do município de São Luís é bastante precário, dispondo somente de uma pequena estação de tratamento. Esta por sua vez tem a capacidade de atender a uma parcela pequena da população local, sendo o despejo do esgoto doméstico do restante da população realizado diretamente na rede de drenagem e desta muitas vezes para o mar (GOVERNO DO MARANHÃO, 2006).

Uma crescente expansão demográfica e industrial vem sendo observada nas últimas décadas, o que trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, mares, lagos e reservatórios. Segundo Matner et al. (1990) e Heller (1997) a presença de microrganismos patogênicos em ecossistemas aquáticos pode ser detectada e enumerada através dos indicadores, sendo os coliformes usados para avaliar a qualidade sanitária da água.

O grupo coliforme é utilizado como indicador de contaminação fecal, pois compreende bactérias entéricas, dentre as quais podem encontrar-se cepas patogênicas ao homem (Caruso, 2000). Já a determinação dos coliformes termotolerantes corresponde praticamente à contagem de *Escherichia coli*, que predomina sobre uma microbiota variada e é usada como indicador de contaminação fecal recente e, conseqüentemente, indicando a possibilidade de presença de patógenos intestinais no meio analisado (De Donno, 2000).

Segundo Fujioka (1997) alguns estudos que foram peças-chaves que levaram às autoridades de saúde pública a aceitar concentrações de bactérias coliformes como o melhor critério para assegurar a qualidade sanitária das águas. Entre eles cita: Escherich que, em 1885 detectou que bactérias coliformes eram numerosas no intestino humano e sempre encontradas nas fezes humanas e esgotos; Klein e Houston que, em 1899 contataram que podia-se diluir o esgoto mais do que 1×10^4 e ainda assim detectar a presença de bactérias coliformes, embora, nessas mesmas condições, os testes físico-químicos não detectassem mais a presença de

esgoto; Scott que, em 1932 propôs que concentrações de coliformes ($<10^3/100$ mL) poderiam ser usadas como padrões de qualidade de águas marinhas da cidade de Connecticut's (EUA); e por último, Stevenson que, em 1953 conduziu um dos primeiros estudos epidemiológicos nos Estados Unidos mostrando uma correlação entre elevadas concentrações ($>2 \times 10^2/100$ mL) de bactérias coliformes em praias e o aumento da incidência de banhistas doentes.

As bactérias do grupo coliforme são definidas como bastonetes Gram negativos, não formadores de esporos que podem crescer em presença de sais biliares e outros agentes tensoativos, fermentam a lactose a 37°C , com produção de ácidos (ácidos orgânicos e aldeídos) e gás em 24 horas. Entre essas propriedades, destaca-se a presença da enzima β -galactosidase. Nas fezes, os coliformes atingem concentrações da ordem de $10^8 - 10^{10}$ microrganismos por grama. (APHA, 1995).

Já os coliformes termotolerantes constituem um subgrupo dos coliformes totais que inclui aqueles que se desenvolvem a temperaturas mais elevadas ($44,5^{\circ}\text{C}$), sejam de origem fecal ou ambiental (Cerqueira, 1997). O grupo de coliformes termotolerantes está formado pela *Escherichia coli* e espécies do gênero *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* (Cerqueira, 1999; Ceballos, 2000) sendo que, apenas *E.coli* é de origem exclusivamente fecal, das fezes humanas e de animais homeotérmicos com percentuais em torno de 96 a 99,5%.

As características do ambiente marinho, como salinidade, sedimento e densidade, dificultam o isolamento de bactérias patogênicas; isso explica porque as pesquisas sobre a contaminação microbiana do litoral limitam-se geralmente à determinação das concentrações de bactérias indicadoras da poluição fecal. No mundo todo, o grupo mais utilizado nessas pesquisas são os coliformes e, mais recentemente, os estreptococos fecais (Ribeiro, 2002).

As condições impróprias de balneabilidade das águas das praias estão diretamente associadas ao crescimento urbano, ausência de saneamento básico, falta de expansão de redes coletoras e de estação de esgoto que acompanhe o crescimento populacional (Eiger, 1999). Portanto faz-se necessário o monitoramento sistematizado de forma a levantar as condições sanitárias, classificar essas águas e divulgar para a população as praias que estão próprias ou impróprias ao banho (Morosine, 1999).

Considerando-se as diversas variáveis intervenientes na balneabilidade das praias e sua relação com a possibilidade de riscos à saúde dos freqüentadores, o presente estudo teve como objetivo determinar os níveis de contaminação microbiológica das principais praias do município de São Luís. Classificando as condições de balneabilidade destas, conforme os parâmetros preconizados pela Resolução nº 274/00 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA (2001), a fim de subsidiar ações para o controle da poluição ambiental no litoral.

2 METODOLOGIA

2.1 Locais de coleta

Foram selecionadas as 04 (quatro) praias mais freqüentadas por banhistas e turistas no município de São Luís: Ponta da Areia (P1), do Calhau (P2), Olho D'Água (P3) e Araçagi (P4). O ponto de coleta da amostra em cada praia foi escolhido levando-se em consideração a quantidade de banhistas concentrados em determinada área.

Na praia da Ponta da Areia tomou-se como referência para a coleta o posto do corpo de bombeiros, nas coordenadas (S2°29'41,9" W44°18'26,5"); na praia do Calhau a referência foi, também, o posto do corpo de bombeiros, nas coordenadas (S2°28'59,8" W44°15'14,8"); na praia do Olho d'Água, o Bar Conterrâneos, nas coordenadas (S2°28'46,5" W44°13'45,7") e na praia do Araçagi, o Caranguejo's Bar, nas coordenadas (S2°28'36,5" W44°13'15,7").

2.2 Amostragem

As amostras da água do mar foram coletadas manualmente, a aproximadamente 1 (um) metro de profundidade da superfície, utilizando-se frascos esterilizados com capacidade para 250mL. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo e transportadas para o laboratório da Universidade Estadual do Maranhão, onde foram analisadas de acordo com metodologia preconizada pela American Public Health Association - APHA (1995).

Para obter um resultado de balneabilidade, a resolução 274/00 do CONAMA preconiza que sejam feitas cinco coletas, uma em cada semana. Ao realizar-se a sexta coleta descarta-se a primeira, ficando novamente cinco. Sendo assim a amostragem foi realizada semanalmente, aos domingos, às 8:30h, sempre no mesmo ponto, no período de 10 de julho de 2005 a 11 de setembro de 2005 (período seco), em cada uma das 04 (quatro) praias, perfazendo 10 (dez) semanas seguidas e totalizando 40 (quarenta) amostras.

2.3 Análises microbiológicas

Determinação do Número Mais Provável de Coliformes Totais

§ Teste presuntivo

Utilizou-se a técnica dos tubos múltiplos, empregando-se três séries de 05 tubos de ensaio com 10 mL do caldo Lauril Sulfato Tripitose (LST) contendo tubos de Durhan invertido, sendo a primeira série com concentração dupla e as demais simples. Foram adicionados nos 05 tubos da série inicial 10mL da amostra de água e 1 mL e 0,1 mL nas séries subsequentes, respectivamente. A seguir os tubos foram incubados em estufa bacteriológica à temperatura de 35 °C por 24/48 horas. A amostra foi considerada positiva no LST quando havia formação de gás nos tubo de fermentação e turvação do meio.

§ Teste confirmativo para coliformes totais

Dos tubos positivos no teste presuntivo transferiu-se, com o auxílio da alça de semeadura, uma alíquota de cada cultura para tubos de ensaio contendo 6mL do meio caldo Verde Brilhante Bile Lactosado (VB) a 2 % contendo tubos de Durhan, os quais foram incubados na estufa à temperatura de 35 °C por 24/48 horas. Após este período, a positividade foi atestada pela formação de gás retido nos tubos de Durhan. O NMP de coliformes totais/mL da amostra foi calculado pela tabela de Hoskins (limite de confiança de 95%),

comparando-se o número de tubos positivos com a tabela de NMP apropriada às diluições inoculadas, sendo o resultado final expresso em NMP/100 mL da amostra.

Determinação do Número Mais Provável de Coliformes Termotolerantes

Dos tubos positivos para coliformes totais no VB, transferiu-se uma alíquota de cada cultura para tubos de ensaio com 5 mL do caldo *Escherichia coli* (EC) contendo tubos de Durham. Os tubos foram incubados em banho-maria à temperatura de 44,5 °C durante 24 horas. As amostras positivas (formação de gás) foram comparadas à tabela de e o resultado expresso em NMP/100 mL da amostra sob análise.

Pesquisa de *Escherichia coli*

A partir de tubos com caldo EC positivos para coliformes termotolerantes, uma alíquota da cultura foi retirada, com auxílio de uma alça de níquel-cromo, e semeada em placa contendo Ágar Eosina Metileno (EAM) e em seguida incubada em estufa a 37 °C por 24 horas. Após este período foram selecionadas colônias típicas, rosadas com presença de halo (lactose positiva) e repicadas em Ágar nutriente, as quais foram incubadas a 37 °C por 18 horas. Em seguida, os cultivos foram estocados para posteriormente serem submetidos aos testes bioquímicos.

Testes Bioquímicos

Para a identificação bacteriana utilizou-se o Enterokit B da PROBAC, o qual consiste dos seguintes meios: EPM, MILi e Citrato de Simmons. Através do meio EPM evidencia-se os testes de fermentação e produção de gás em glicose, produção de H₂S, hidrólise da uréia e desaminação do triptofano. O meio MILi testa-se motilidade, indol e descarboxilação de lisina. O Citrato de Simmons detecta a utilização do citrato como única fonte de carbono. Os três meios totalizam 08 (oito) testes que somados ao da fermentação da lactose em placa de isolamento permitem identificar com fidelidade a grande maioria das enterobactérias. Para a identificação utilizou-se a metodologia descrita pelo fabricante.

2.4 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada *in situ*, no momento da coleta através de fitas de medição de pH, que eram introduzidas na água do mar e posteriormente comparadas com a tabela de cores para leitura do resultado, sendo este anotado em planilhas de controle.

2.5 Classificação da balneabilidade

As praias foram classificadas conforme os parâmetros preconizados pelas resoluções do CONAMA. Primeiro pela Resolução n.º 357/05 (CONAMA, 2005) que determina a faixa de variação do pH para águas salinas destinadas à recreação e depois pela Resolução n.º 274/00 (CONAMA, 2001) que enquadra as águas salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) nas categorias de própria e imprópria (Anexo 1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas de pH variaram pouco ao longo de todo o tempo de monitoramento, estando em torno de 7,0 a 8,0, em todas as praias, o que é um o valor próprio de águas salinas e também considerado normal pela legislação CONAMA 274/00 (Figura 1). Estes valores minimizam o risco de aparecimento de irritações dermatológicas, após o banho de mar.

Valores semelhantes foram encontrados por Brás *et al.* (1999) com pH variando entre 6 e 8, quando avaliaram as condições de balneabilidade do litoral paranaense, e pelo INMETRO (2005), quando em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renovável-IBAMA desenvolveu estudos para avaliar as condições de balneabilidade das praias do litoral brasileiro, encontrando pH na faixa de 7 a 8,2.

Ressalta-se a importância da manutenção do pH das águas do mar dentro da variação preconizada pelo CONAMA, uma vez que este não só influencia nas condições de desenvolvimento e sobrevivência dos microrganismos patogênicos, mas também tem correlação direta com problemas dermatológicos causados aos banhistas (FATMA, 2005).

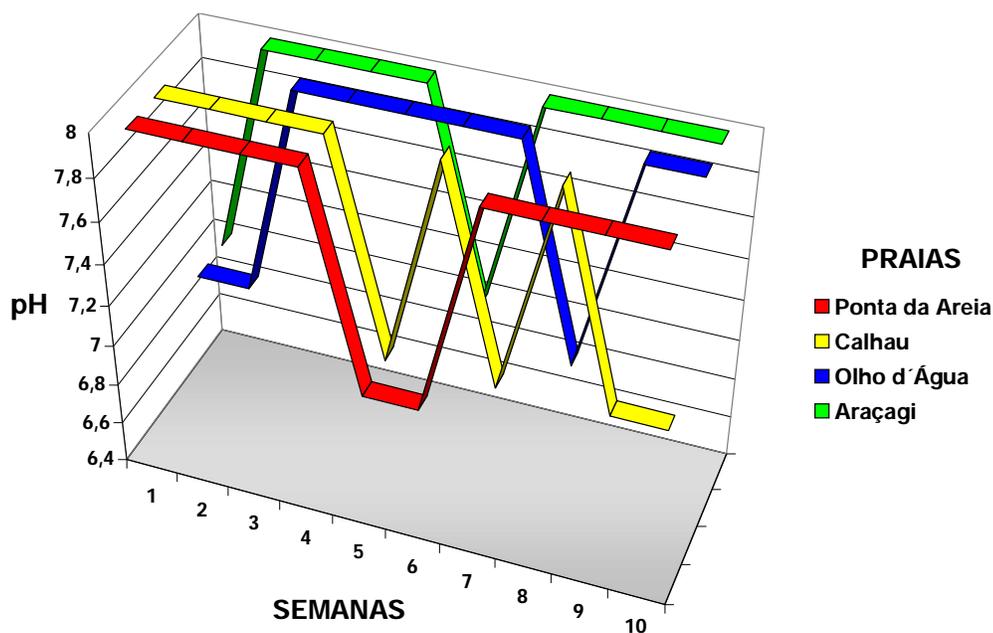


Figura 1 – Aferição do pH em amostras de água do mar procedentes das principais praias do município de São Luís-MA, 2005.

Como pode ser visto na Tabela 1, no que se refere ao indicador coliformes termotolerantes, usando-se o critério de descartar a primeira semana quando se chega à sexta, a Praia Ponta da Areia (P1) apresentou-se imprópria durante 04 (quatro) semanas, com índices de coliformes termotolerantes superiores a $1,0 \times 10^3$ NMP/100 mL. Tais valores associam-se à possibilidade de contaminação de origem fecal recente, uma vez que o tempo de sobrevivência desses microrganismos em águas salinas não é muito prolongado.

Ribeiro (2002) ao avaliar de indicadores microbianos de balneabilidade em ambientes costeiros de Vitória/ES, constatou que altos índices de coliformes termotolerantes no verão os quais foram ainda maiores no outono, primavera e inverno ($7,5.10^3$ NMP/100 mL, $8,0.10^3$ NMP/100 mL e $1,27.10^4$ NMP/100 mL) respectivamente. Segundo a autora esses valores elevados podem ser atribuídos às contribuições de esgotos recebidas de um canal próximo.

Mourão (2006), em estudos recentes das condições sanitárias das praias de São Luís no período chuvoso registrou índices de coliformes termotolerantes mais elevados (na ordem de $2,8 \times 10^3$), porém somente a Praia Ponta da Areia apresentou resultados fora do padrão aceitável, sendo classificada como imprópria para banho.

Já as praias do Calhau (P2), Olho d'Água (P3) e Araçagi (P4) apresentaram-se próprias durante todo o período de avaliação com índices variando entre $0,4 \times 10^3$ e $1,0 \times 10^3$ NMP/100 mL. Entretanto somente a praia Araçagi foi classificada como excelente com índices menores que $2,5 \times 10^3$ NMP/100 mL durante este período.

Braz (1999) na avaliação de praias estuarinas do estado do Pará constatou índices da ordem de $2,0 \times 10^2$, com alguns resultados ultrapassando 5×10^4 . Tamaña variação demonstra a necessidade da monitoração dos níveis de qualidade sanitária das praias, uma vez que este pode variar de um dia para o outro conforme vários fatores, sejam chuvas, ventos, marés, despejos de esgotos, etc.

Tabela 1 – Classificação da balneabilidade das praias de São Luís-MA, conforme os resultados do NMP de coliformes termotolerantes. 2005.

SEMANA	PRAIAS / CLASSIFICAÇÃO							
	P 1	Classificação	P 2	Classificação	P 3	Classificação	P 4	Classificação
1ª	1600	Imprópria	500	Muito Boa	1600	Imprópria	30	Excelente
2ª	900	Satisfatória	900	Satisfatória	100	Excelente	100	Excelente
3ª	27	Excelente	12	Excelente	170	Excelente	33	Excelente
4ª	1600	Imprópria	34	Excelente	350	Muito Boa	23	Excelente
5ª	1600	Imprópria	1600	Imprópria	900	Satisfatória	900	Satisfatória
6ª	80	Excelente	900	Satisfatória	6	Excelente	4	Excelente
7ª	14	Excelente	12	Excelente	34	Excelente	26	Excelente
8ª	300	Muito Boa	300	Muito Boa	50	Excelente	220	Excelente
9ª	110	Excelente	500	Muito Boa	500	Muito Boa	17	Excelente
10ª	1600	Imprópria	34	Excelente	170	Excelente	30	Excelente

LEGENDA: P1 – Praia Ponta da Areia P2 – Praia do Calhau
P3 – Praia Olho d'Água P4 – Praia Araçagi

Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios, o CONAMA recomenda a pesquisa de organismos patogênicos, assim como a interdição e sinalização destas praias pelo órgão de controle ambiental competente. Sendo assim, vale ressaltar a grande variação na contagem de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) constatado no decorrer da avaliação, sugerindo a necessidade de mapear os possíveis pontos de poluição destas praias, bem como definir pontos permanentes de coleta para avaliação da balneabilidade nas praias de São Luís/MA.

Deve-se levar em consideração a saúde dos banhistas que frequentam essas praias, pois podem ser infectados por agentes infecciosos de doenças de veiculação hídrica, principalmente crianças, gestantes, idosos e imunocomprometidos. Segundo Ribeiro (2002)

essas pessoas vão procurar unidades de saúde e hospitais fazendo com que os governos gastem mais dinheiro com elas do que com a realização dos testes adequados ao monitoramento das águas costeiras.

Do total de amostras positivas para coliformes termotolerantes, detectou-se o microrganismo entérico, *Escherichia coli*, em 37 (92,5%) destas e nas 03 (três) restantes, que correspondem a 7,5%, detectou-se a presença de *Enterobacter areogenes* e *Klebsiella oxytoca* (ambos pertencentes aos gêneros que constituem o grupo coliforme), enfatizando os estudos que apontam a *E. coli* como constituinte de mais de 80% do grupo coliformes termotolerantes (Figura 2). Cerqueira (1999) e Ceballos (2000) relataram que a *Escherichia coli* é de origem exclusivamente fecal, das fezes humanas e de animais homeotérmico com percentuais em torno de 96 a 99,5%.

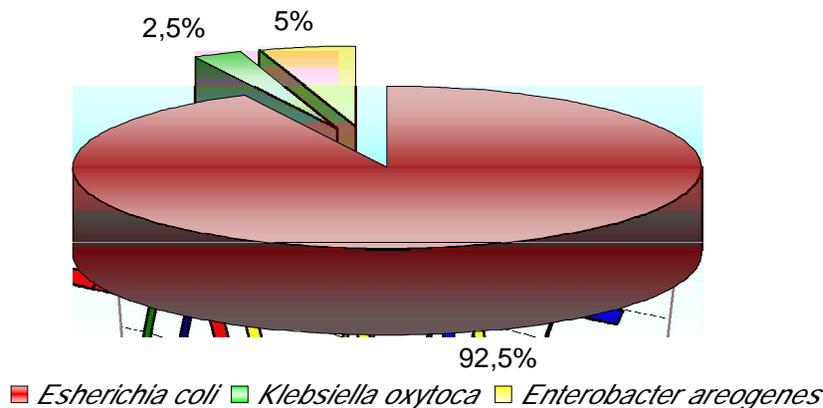


Figura 2 – Identificação bioquímica de microrganismos entéricos isolados em amostras de água do mar procedentes das principais praias do município de São Luís-MA, 2005.

Durante o estudo foram registradas algumas informações no ato da coleta das amostras, através das quais se constatou: ausência de material suspenso na água (matéria orgânica e/ou inorgânica) em todas as praias; a água apresentava-se na coloração característica do litoral ludovicence, variando de verde a acinzentado, com pouca agitação e pequenas ondas; presença de alguns córregos de origem desconhecida, provavelmente proveniente de galerias pluviais, que drenavam diretamente para pequenas poças de água na areia e destas para o mar. Constatou-se ainda que não houve a ocorrência de chuvas no período de até 24 horas antes da coleta das amostras.

Em todos os dias de coleta as praias apresentavam um considerado fluxo de banhistas, principalmente nas praias do Calhau e Olho d'Água, nesta última com presença significativa de ônibus trazendo banhistas do interior do Estado do Maranhão, sendo portanto elevado o risco de contaminação devido ao maior número de banhistas expostos nesta ocasião.

No município de São Luís não existe um serviço de monitoramento e classificação das condições de balneabilidade das praias, dessa forma sugere-se a implantação deste serviço

a fim de sinalizar as praias e divulgar estes resultados para os banhistas, bem como identificar e monitorar as possíveis fontes de contaminação das praias, a exemplo do que já é realizado em 14 dos 17 estados costeiros do Brasil.

No município de São Luís não existe um serviço de monitoramento e classificação das condições de balneabilidade das praias do município, dessa forma sugere-se a implantação deste serviço, bem como a sinalização das praias e a divulgação dos resultados para os banhistas, a exemplo do que já é realizado em 14 dos 17 estados costeiros do Brasil, associada a um programa de educação ambiental.

Sugere-se, ainda, a extensão dos estudos realizados a todas as praias da Ilha de São Luís que são freqüentadas por banhistas, visando à identificação de possíveis fontes de contaminação das mesmas e a caracterização de microrganismos patogênicos nos pontos sistematicamente classificados como impróprios.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que a pesquisa foi realizada e de acordo com os resultados encontrados é possível concluir que:

- § A praia Ponta da Areia caracterizou-se como imprópria para banho;
- § As águas das praias do Calhau, Olho d'Água e Araçagi apresentam condições satisfatórias para banho;
- § Não há monitoramento da qualidade microbiológica das águas das praias do município de São Luís, nem divulgação para a população local;
- § Os consumidores de frutos do mar provenientes das águas das praias do município de São Luís estão, possivelmente, expostos ao risco de infecções causadas por microorganismos veiculados por estes alimentos;

REFERÊNCIAS

1. APHA, American Public Health Association. Microbiological examination of water. *In: Standard methods for the examination of water and wastewater*: 19 ed., Washington. APA, AWWA, WPCF, 1995.
2. BRAZ, V. N. *et al.* Condições de balneabilidade e presença de Enteropatógenos em praias estuarinas do norte do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. *Anais..* Rio de Janeiro, 1999. CD Rom.
3. CARUSO, G. *et al.* Bacterial pollution of Messina coastal waters: a one year study. *New Microbiol.*, v. 23, n. 3, p. 297-304, Jul. 2000.
4. CEBALLOS, B. S. O. de. Microbiología sanitaria y ambiental. In: MENDONÇA, Sérgio Rolim. *Sistemas de laguna de estabilización*. Edição. Colombia: 2000. p. 68-106.
5. CERQUEIRA, D. A. Coliformes como critério de qualidade da água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p. 174, jan./mar. 1997.
6. CERQUEIRA, D. A. *et al.* Coliformes fecais não existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. *Anais..* Rio de Janeiro, 1999. CD Rom.
7. CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias. Série Relatórios*. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: CETESB, 2004.
8. CONAMA, *Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil)*. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a qualidade das águas de balneabilidade e alerta o disposto na Resolução 020, de 18 de junho de 1986. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 08 de Jan. 2001.
9. CONAMA, *Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil)*. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 18 de março de 2005.
10. DE DONNO, A. *et al.* Microbiological monitoring of beach water: old and new parameters. *Ann Ig.*, v. 12, n. 4, p.307-13, Jul./Aug, 2000.
11. EIGER, S. Comentários sobre a avaliação da balneabilidade de águas litorâneas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 4, n. 1, p. 16-28, 1999.
12. FATMA, Fundação do Meio Ambiente. *Relatório de balneabilidade das praias catarinenses*. Série Relatórios. Santa Catarina, 2005.

13. FUJIOKA, R. S. Indicators of marine recreational water quality. In: ASM Manual for Environmental Microbiology. *ASM Press*, C.J. Hurst. (ED), p.176-183, 1997.
14. GOVERNO DO MARANHÃO. *Portal do Governo do Estado do Maranhão*. 2006. Disponível em <<http://www.ma.gov.br/cidadao/saoluis/informacao/saoluis.php>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2006.
15. HELLER, L. Estado da arte da investigação epidemiológica na área de saneamento. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p. 176-189, jan./mar. 1997.
16. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sinopse do Censo Demográfico. 2000*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2006.
17. INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Industrial. *Informações ao Consumidor - Produtos Analisados*. 1998. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/praias.asp>>. Acesso em: 30 de novembro de 2005.
18. MATNER, R.; OKREND, A.J.G.; ROSE, B.E. An improved screening method for the detection and isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from meat, incorporating the 3M Petrifilm Test Kit HEC for hemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Food Protection*, v. 53, p. 936-940, 1990.
19. MOROSINE, M. F. M. *Evolução espaço temporal nas condições de balneabilidade das praias do litoral do estado da Paraíba*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.
20. MOURÃO, A. P. C. *Avaliação das condições sanitárias das praias de São Luís-MA. 2005*. Monografia (Graduação em Química Industrial-resultados parciais) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006.
21. RIBEIRO, E. N. *Avaliação de Indicadores Microbianos de Balneabilidade em Ambientes Costeiros de Vitória – ES*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2002.

ANEXO

Anexo 1 – Esquema de classificação da balneabilidade das praias conforme os resultados do NMP de coliformes termotolerantes (CONAMA, 2001).

LIMITES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES/100ML POR CATEGORIA		
Categoria	Porcentagem do Tempo	(NMP/100mL)
PRÓPRIA		
Excelente	valor máximo em 80% ou mais do tempo (nas 5 semanas anteriores)	250
Muito Boa		500
Satisfatória		1000
IMPRÓPRIA		
Superior ao valor indicado em 20% do tempo		1000
Superior ao valor indicado na última amostragem		2500