

## IV-005 - ANÁLISE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS DA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM (PA), BRASIL, NO ANO DE 2015/2016

**Rodrigo Porpino Cunha Rodrigues** <sup>(1)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém – IESAM

Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. PIBIC/CNPq do Instituto Evandro Chagas - Laboratório de Geoprocessamento, processo nº 155726/2015-3.

**Karla de Souza Santos** <sup>(2)</sup>

Discente de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém – IESAM

Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. PIBIC/CNPq do Instituto Evandro Chagas - Laboratório de Geoprocessamento, processo nº 154716/2015-4.

**Helenice Quadros de Menezes** <sup>(3)</sup>

Mestre em Geologia e Geoquímica pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (2011); Graduada em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará (2007); Responsável Técnico do Laboratório Multianálises S/S LTDA; Professora do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Estácio de Belém. Foi tutora a Distância do Curso Técnico de Saneamento do Instituto Federal do Pará (2011-2013).

**Ricardo José de Paula Souza e Guimarães** <sup>(4)</sup>

Doutor em Biomedicina pelo Instituto de Ensino e Pesquisa da Santa Casa de Belo Horizonte. Tecnologista (Pesquisa e Investigação Biomédica em Saúde Pública) no Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Evandro Chagas / SVS / MS.

**Endereço**<sup>(4)</sup>: Rodovia BR 316, Km 7, s/n. Laboratório de Geoprocessamento, Instituto Evandro Chagas/SVS/MS - Levilândia - Ananindeua - Pará - CEP: 67030-000 - Brasil - Tel: +55 (91) 3214-2469 - e-mail: ricardojpsg@gmail.com.

### RESUMO

A manutenção do padrão de balneabilidade das praias é fundamental para garantir a recreação de banhistas sem colocar sua saúde em risco. Visto que muitas doenças podem ser contraídas através da água. O uso do geoprocessamento e de ferramentas estatísticas no estudo da balneabilidade é muito importante, pois possibilita a produção de mapas temáticos que contribuem para informar quais os locais estudados serão disponíveis para o uso da água como recreação. Este estudo avaliou a balneabilidade de quatro praias na ilha de Mosqueiro/PA, a partir das diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 274/2000, e o risco de infecção para população em dois períodos utilizando um SIG. O estudo foi realizado na ilha do Mosqueiro que é um distrito administrativo do município de Belém. As praias analisadas foram: Carananduba, São Francisco, Ariramba e Farol, que apresentam a maior frequência de banhistas. As amostras foram coletadas conforme a Resolução 274/2000 do CONAMA. Em seguida, transportadas ao laboratório em uma caixa térmica e analisadas no período de 4 a 6 horas após a realização das coletas. Utilizou-se o dispositivo GPS Garmin 62sc para obter as coordenadas geográficas. Os parâmetros analisados foram: Coliformes Fecais (Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos) e pH (Método Potenciométrico). Utilizou-se o teste de hipóteses com o objetivo de verificar se havia diferença significativa entre as coletas do período menos chuvoso e chuvoso. As datas de coleta foram realizadas nas segundas feiras durante a manhã em dois períodos chuvoso e menos chuvoso. Apesar de uma amostra apresentar valores acima do permitido, a categoria final para os quatro pontos de coleta foi excelente. O resultado mostrou que não houve mudanças na qualidade da água nos dois períodos analisados. Em relação ao pH, tivemos algumas amostras (pH ácido) fora do padrão da resolução do CONAMA. Não houve diferença significativa entre as coletas dos períodos analisados. As coletas foram realizadas durante a semana, porém no fim de semana o fluxo é bem maior, o que tem grande possibilidade de dar resultados com número de Ec maiores e o pH pode variar também. É recomendável que seja feito esse estudo em outras épocas do ano, como em feriados e férias escolares, onde há maior fluxo de banhistas, para saber o comportamento e as mudanças no decorrer do ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Balneabilidade, Praias, Ilha de Mosqueiro, Coliformes Fecais.

## INTRODUÇÃO

A balneabilidade é entendida como a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário, ou seja, o uso da água para o contato direto e prolongado (natação, mergulho, esqui-aquático, etc), em que há grande possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água (CETESB, 2010).

A manutenção do padrão de balneabilidade das praias é fundamental para garantir a recreação de banhistas sem colocar sua saúde em risco. Visto que muitas doenças podem ser contraídas através da água, e o lançamento de esgotos *in natura* nos corpos d'água podem expor os banhistas a bactérias, vírus e protozoários. Estes microrganismos são responsáveis pela transmissão de doenças como: cólera, hepatite A, gastroenterite, febre tifoide, entre outras conhecidas doenças de veiculação hídrica (CETESB, 2010).

A ilha do Mosqueiro é um distrito administrativo do município de Belém, capital do estado do Pará, situado na região norte do país. Por está perto da capital Belém, a ilha é um dos destinos mais procurados nos finais de semana, feriados e férias devido às praias de água doce (PMB, 2014). Porém, Mosqueiro vem sendo ocupada de forma desordenada há décadas. E um dos principais problemas causados por este tipo de ocupação é a degradação ambiental que acarreta uma série de consequências negativas e coloca em risco a saúde da população. O aumento considerável da produção de resíduos sólidos e líquidos configura uma ameaça a todo o ecossistema. Assim, a melhoria nas condições das praias é sobre tudo uma questão de saneamento básico.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem a realização de análises espaciais complexas, tornando-os úteis para organizações no processo de entendimento da ocorrência de eventos, predição e simulação de situações, planejamento de estratégias e provendo subsídios para a tomada de decisões (Carvalho et al., 2000) e apresenta os resultados dessa análise em mapas gráficos (Guimarães et al. 2006).

O uso do geoprocessamento e de ferramentas estatísticas no estudo da balneabilidade é muito importante, pois possibilita a produção de mapas temáticos que contribuem para informar quais os locais estudados serão disponíveis para o uso da água como recreação.

Nesse contexto, o presente estudo avaliou a balneabilidade de quatro praias na ilha de Mosqueiro/PA, a partir das diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 274/00, e o risco de infecção para população no período menos chuvoso (Junho-Novembro) e chuvoso (Dezembro-Maio) utilizando um SIG.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

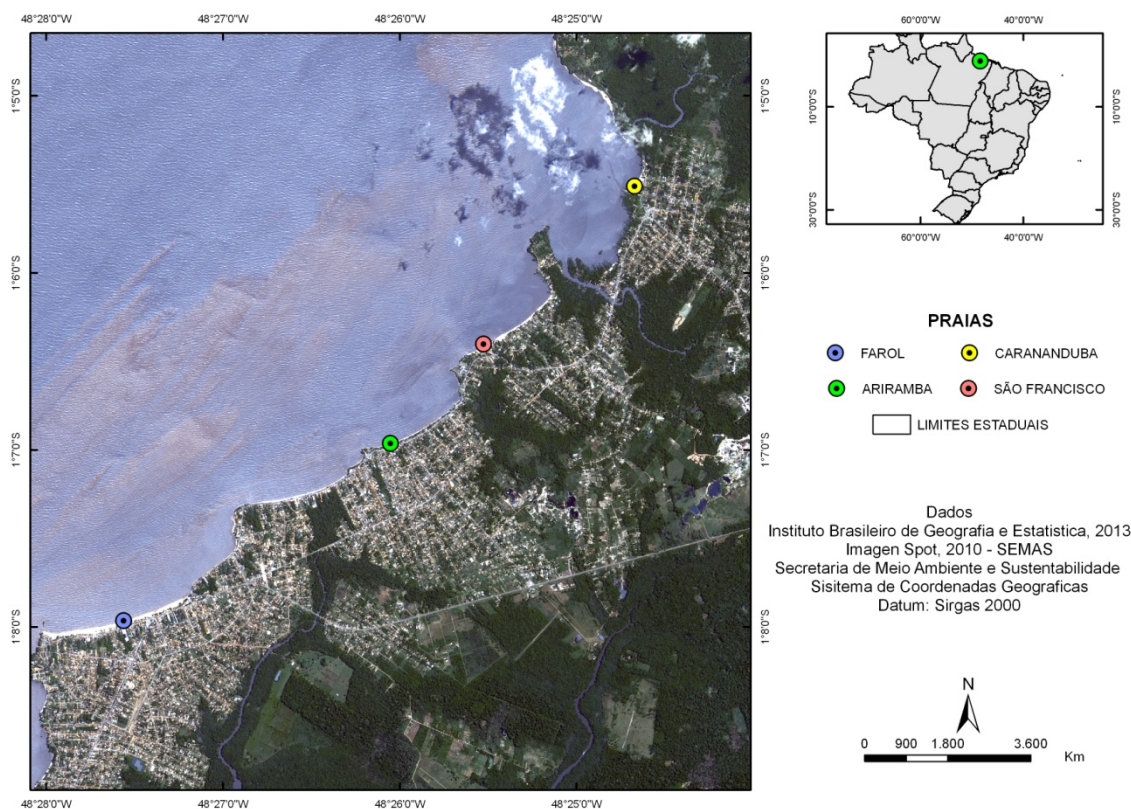
O estudo foi realizado na ilha do Mosqueiro que é um distrito administrativo do município de Belém. Mosqueiro é uma ilha fluvial localizada na costa oriental do rio Pará, no braço sul do rio Amazonas, em frente à baía do Guajará. Possui uma área de aproximadamente 212 km<sup>2</sup> e está localizada a 70 km de distância do centro da capital Belém, contendo cerca de 50.000 habitantes. Possui 17 km de praias de água doce com movimento de maré. As praias analisadas foram: Carananduba, São Francisco, Ariramba e Farol, que apresentam a maior frequência de banhistas (Figura 01).

### COLETA DE DADOS

As amostras foram coletadas na isóbata de um metro, numa profundidade de 30 centímetros abaixo da superfície, no sentido contrário a corrente, durante cinco semanas em dois períodos, conforme a Legislação 274/2000 do CONAMA. Em seguida, transportadas ao laboratório em uma caixa térmica e analisadas no período de 4 a 6 horas após a realização das coletas.

Utilizou-se o dispositivo GPS Garmin 62sc para obter as coordenadas geográficas em todos os pontos amostrados e o Smartphone Sony C2104 para obter a foto e algumas características ambientais.

Os parâmetros analisados foram o físico-químico (pH), Método Potenciométrico, e o microbiológico (*Escherichia coli* – EC), Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos.



**Figura 01: Localização geográfica das praias estudadas com os pontos de coleta de dados.**

## PROCESSAMENTO DE DADOS

A análise e interpretações dos dados de coliformes fecais (Ec) e pH foram realizados nos Laboratórios de Águas e Química na Faculdade Estácio de Belém.

No Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Evandro Chagas foi criado o Banco de Dados Geográfico utilizando os dados obtidos pelo GPS, smartphone e imagens de satélite para a realização de um mapa de localização dos pontos de coleta utilizando o software *ArcGis*.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se o teste de hipóteses, descrito em Chase e Bown (1986), detalhado abaixo, com o objetivo de verificar se havia diferença significativa entre as coletas do período seco e chuvoso.

1. Hipótese nula:  $H_0 : \mu_i - \mu_j = 0$ , onde  $\mu_i$  e  $\mu_j$  representam os valores de Ec por 100 mililitros para os períodos  $p_i$  e  $p_j$

Hipótese alternativa:  $H_1 : \mu_i - \mu_j \neq 0$

2. Nível de significância  $\alpha = 0,05$

3. Teste estatístico:

$$z = \frac{(\bar{x}_i - \bar{x}_j) - (\mu_i - \mu_j)}{\sqrt{\frac{s_i^2}{n_i} + \frac{s_j^2}{n_j}}}$$

Onde:  $s_i^2$  e  $s_j^2$  são as variâncias dos Ec para os períodos i e j. Essas variâncias são estimadas a partir dos valores de Ec amostrais, utilizando os dados amostrais de tamanho  $n_i$  e  $n_j$  associadas aos períodos i e j, respectivamente.

4. Região crítica:  $z \geq 1,96$  ou  $z \leq -1,96$ ; onde z é o valor, na distribuição normal padrão, do qual a área abaixo da fração de distribuição é 0,025.

5. Decisão: Aceita-se  $H_0$  se  $-1,96 \leq z \leq 1,96$ ; e conclui que não existe diferença significativa entre as médias. Aceita-se  $H_1$  se  $z \geq 1,96$  ou  $z \leq -1,96$ ; e conclui-se que, ao nível de significância de 0,05; existe diferença significativa entre as médias.

## RESULTADOS

As datas de coleta foram realizadas nas segundas feiras nos dias 14/09, 21/09, 28/09, 05/10 e 13/10/2015 (período menos chuvoso) e 22/02, 29/02, 07/03, 14/03 e 21/03/2016 (período chuvoso), durante a manhã, no intervalo de 09:00 h às 10:30 h.

A Tabela 01 mostra os resultados do método de Tubos Múltiplos para a classificação de Ec. Observa-se em vermelho no período menos chuvoso que na 1ª semana de coleta (14/09/2015) dois pontos apresentaram valores acima de 200 Ec por 100 ml e no período chuvoso apresentou na 4ª semana (14/03/2016) um ponto e na 5ª semana de coleta (21/03/2016) três pontos com valores acima de 200 Ec por 100 ml. Porém, como o resultado das outras quatro semanas foram abaixo de 200 Ec por 100 ml em ambos os períodos e, conforme as categorias citadas na Resolução do CONAMA 274/2000, “a qualidade será excelente quando 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 200 (NMP/100ml)”, a categoria final para os quatro pontos de coleta foi excelente.

**Tabela 01 - Pontos de coleta, semana avaliada, classificação dos resultados de Ec. (NMP/100ml), situação do tempo nos dias anteriores as coletas e estado da maré no dia da coleta.**

Pontos de coleta	Menos chuvoso					Chuvoso				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Carananduba	280	4	14	4	23	33	21	26	34	280
São Francisco	22	2	9	9	50	34	40	14	17	1600
Ariramba	1600	2	17	4	23	33	22	33	1600	21
Farol	9	8	12	34	130	14	17	22	9	220
<b>Chuva</b>	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim	não
<b>Maré</b>	alta	baixa	alta	baixa	alta	alta	baixa	alta	baixa	alta

O resultado mostrou que não houve mudanças na qualidade da água nos dois períodos analisados. A presença de chuva que foi um fator diferencial no período menos chuvoso, no período chuvoso não mostrou o mesmo comportamento. O efeito de maré não fica definido que é algo que interfere nos resultados, pois ocorreram amostras que excederam o valor de Ec. em dias com maré alta e baixa.

A Tabela 02 apresenta todos os valores de pH obtidos durante as semanas avaliadas. Observa-se que os valores do pH estão dentro do permitido pela Resolução CONAMA nº 274 de 2000 que é de  $pH > 6,0$  ou  $< 9,0$  (águas doces), exceto nas amostras destacadas em vermelho, que foram na 5ª semana de coleta no período menos chuvoso na praia de Carananduba e 2ª e 5ª semanas no período chuvoso na praia de São Francisco.

Em relação ao pH, só tivemos resultados fora do padrão da resolução do CONAMA, em dias que não houve chuva no dia anterior a coleta no período chuvoso e no período menos chuvoso somente uma amostra foi no dia anterior a coleta. Porém, quando analisamos no nível de maré, não houve uma relação entre maré baixa e alta com o pH ácido encontrado fora do padrão da resolução do CONAMA.



**Tabela 02 – Resultados de pH obtidos nas águas das praias de Mosqueiro.**

Pontos de coleta	Menos chuvoso					Chuvoso				
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Carananduba	7,5	7,6	7,8	7,4	4,6	6,9	7,2	7,0	7,7	7,0
São Francisco	7,4	7,6	7,8	7,8	7,2	7,4	4,5	7,2	7,8	4,7
Ariramba	7,4	7,7	7,8	7,5	7,3	7,5	7,2	7,8	7,3	7,3
Farol	7,4	7,6	7,8	7,4	7,3	7,6	7,5	7,6	7,1	7,4
<b>Chuva</b>	sim	não	não	não	não	sim	não	sim	sim	não
<b>Maré</b>	alta	baixa	alta	baixa	alta	alta	baixa	alta	baixa	alta

A análise dos valores z apresentados na Tabela 03 indica que não existe diferença significativa entre as médias das coletas nos dois períodos por praia e na análise de todos os pontos, tanto para o resultado de Ec como para o de pH.

**Tabela 03 – Valores da estatística z, para os diferentes testes de hipótese para diferença entre as médias das coletas no período menos chuvoso e chuvoso.**

	Carananduba	São Francisco	Ariramba	Farol	Todas as praias
<b>Ec</b>	-0,19	-1,02	-0,03	-0,38	-0,68
<b>pH</b>	-0,27	1,69	0,60	0,41	1,19

## CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as praias Carananduba, São Francisco, Ariramba e Farol de Mosqueiro estiveram próprias para o uso recreativo no período analisado, segundo os padrões estabelecidos pelo CONAMA. As coletas foram realizadas nas segundas feiras, porém no fim de semana o fluxo é bem maior, o que tem grande possibilidade de dar resultados com número de Ec maiores e o pH pode variar também. É recomendável que seja feito esse estudo em outras épocas do ano, como em feriados e férias escolares, onde há maior fluxo de banhista, para saber o comportamento e as mudanças no decorrer do ano. A ilha de Mosqueiro sofre com a falta de saneamento básico devido ao crescimento populacional e ocupações irregulares. Medidas mitigadoras devem ser tomadas para impedir com que a qualidade da água das praias não seja deteriorada, pois a ilha tem um alto potencial turístico justamente por elas. Foi observado que existem lançamentos de esgotos sem tratamento próximo aos pontos de coleta, por isso, será realizado um mapeamento dos esgotos na área de estudo para determinar a distância e se estes não estão afetando a balneabilidade do corpo hídrico neste ponto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho MS, Pina MF, Santos SM 2000. *Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde*, 1. OPS/Ministério da Saúde, Brasília, p 122.
2. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2010). *Dúvidas da população sobre balneabilidade*. 28 de maio de 2010. [www.passefacil.com.br](http://www.passefacil.com.br)
3. CETESB (2015). *Coliformes Totais e Fecais: Determinação pela Técnica de Tubos Múltiplos*, São Paulo.
4. Chase W, Bown F (1986). *General Statistics*. 2ed. New York: John Wiley & Sons. 719 p.
5. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (2000). *Resolução nº274 de 29 de novembro de 2000*. Define os critérios de balneabilidade das águas brasileiras.
6. Guimarães RJPS, Freitas CC, Dutra LV, Moura ACM, Amaral RS, Drummond SC, Guerra M, Scholte RGC, Freitas CR, Carvalho OS (2006). Analysis and estimative of schistosomiasis prevalence for Minas Gerais state, Brazil, using multiple regression with social and environmental spatial data. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101: 91-96.
7. Machado, BC (2004). *Avaliação dos Indicadores de Balneabilidade em Praias Estuarinas*.
8. PMB - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM (2014) - *Revisão do Plano diretor de Belém (Lei nº 7.603/93)*. Audiência Pública Territorial Distrito Administrativo da Ilha de Mosqueiro.



9. Santos KS, Lima FLR, Souza AAM, Rocha RM, Neves LA (2015). Qualidade Da Água Através Da Balneabilidade Do Rio Irituia - PA. *Cadernos ABESS*.
10. SEMMA - SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (2015). *Balneabilidade das praias dos distritos de Outeiro, Icoaraci e Mosqueiro*. 13 de fevereiro de 2015.