



## A Relação entre a Balneabilidade das Praias e a Ocorrência de Doenças Diarreicas: Estudo de Caso

**Guilherme Farias Cunha<sup>1</sup>, Sergio Roberto Martins<sup>2</sup>,  
Sebastião Roberto Soares<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, (guilherme@ens.ufsc.br)  
<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina (martinss@brturbo.com.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Catarina (soares@ens.ufsc.br)

### Resumo

No estudo de balneabilidade das praias, a impropriedade de uma praia para banho identifica que as águas dessa praia podem ser a fonte ou reservatório de doenças, ou seja, podem conter microorganismos patogênicos, causadores de doenças ditas de “veiculação hídrica”. Esta pesquisa relaciona a variação média da balneabilidade nos anos de 2007 e 2008 com a ocorrência de casos de diarréias agudas no mesmo período no município de Itapema, Santa Catarina.

**Palavras-chave:** Balneabilidade. Escherichia Coli. Veiculação Hídrica. Doenças Diarreicas.

**Área Temática:** Impactos Ambientais

### Abstract

*In the study of the water quality in beaches, if the water of a given beach is indicated as non-suitable for bathing it means that it may be the source or reservoir of diseases, i.e., it may contain pathogenic microorganisms that cause diseases commonly referred to as “waterborne diseases”. This research relates the average variation of the water quality in 2007 and 2008 with the occurrence of acute diarrhea in in Itapema, Santa Catarina, in the same period.*

**Key words:** Bathing Water Quality. Escherichia Coli. Waterborne. Diarrheal Diseases.

**Theme area:** Environmental Impacts

### 1 Introdução

O município de Itapema situa-se na costa leste do Estado de Santa Catarina, a uma latitude de 27°05'25" sul e longitude de 48°36'41" oeste, e a uma altitude de dois metros, distante 76 km de Florianópolis, capital do estado. Possui uma área de 59 km<sup>2</sup> e uma população residente de 34.448 habitantes (estimativa de 2008, IBGE). Itapema tem 7 km de litoral recortado de praias (praias da Ilhota, Grossa, Canto da Praia, Central e Meia Praia), emolduradas com costões de pedras e a Mata Atlântica. As praias em que há monitoramento da balneabilidade são o Canto da Praia, Central e Meia Praia, situadas no centro urbanizado, onde ocorre grande afluxo de banhistas.



A balneabilidade das águas de recreação deve atender à Resolução 274/2000 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), referente à concentração de *Escherichia Coli* presente nessas águas. A utilização do microorganismo *Escherichia Coli* como indicador deve-se ao fato de que essa bactéria vive no organismo humano e nos animais de sangue quente (intestino), é abundante nas fezes e cresce facilmente em meios de cultura, vivendo bastante tempo na água (SILVA FILHO, 2007).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2002) destaca entre as doenças de veiculação hídrica as diarreias, cólera, febre tifoide (necessita de altíssima contaminação), hepatite A e infecções na pele e nos olhos.

Neste trabalho, é realizada a relação entre a balneabilidade (pela contagem do número de *Escherichia Coli* para cada 1000 ml de amostra) e o número de casos de doenças diarreicas agudas registradas ao longo dos anos de 2007 e 2008.

## 2 Metodologia

A metodologia consistiu na compilação de dados de indicadores de balneabilidade das praias durante os anos de 2007 e 2008, obtidos na FATMA (Fundação Estadual do Meio Ambiente), e nos registros de doenças diarreicas agudas ocorridas no mesmo período em todo o município, obtidos no Programa de Monitoramento de Doenças Diarreicas Agudas (MDDA) da Secretaria Municipal de Saúde.

A coleta de amostras da água do mar foi realizada em oito pontos das praias urbanizadas de Canto da Praia, Central e Meia Praia, com assiduidade semanal durante a temporada de verão, compreendendo o período de novembro até março, e mensal, no período de abril até outubro. Os casos registrados de doenças diarreicas agudas foram registrados semanalmente, através do registro de casos ocorridos e atendidos em todas as unidades de saúde do município. Junto com os resultados de balneabilidade obtidos no laboratório da FATMA, de acordo com a Portaria 274/2000 do CONAMA, com a leitura do número de *Escherichia Coli* por 1000 ml de amostra, por ponto de coleta, também estão registradas as condições ambientais do dia da coleta: hora da coleta, presença ou não de vento, direção do vento, condições da maré (enchente, vazante, baixamar), chuvas nas últimas 24 horas que antecederam à coleta (ausente, fraca, moderada e intensa), e temperatura do ar e da água.

A coleta do número de casos de doenças diarreicas agudas foi realizada por unidade sanitária.

Na Figura 1 estão indicados os pontos de coleta de água, para verificação das condições de balneabilidade das respectivas praias.

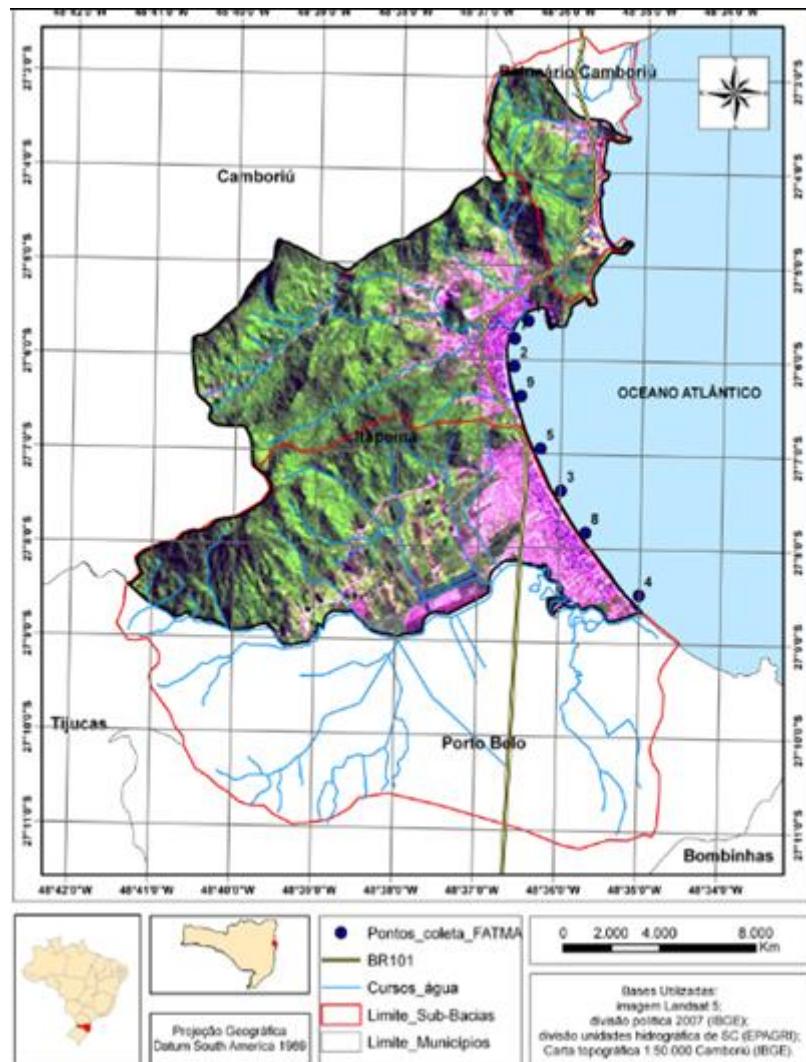
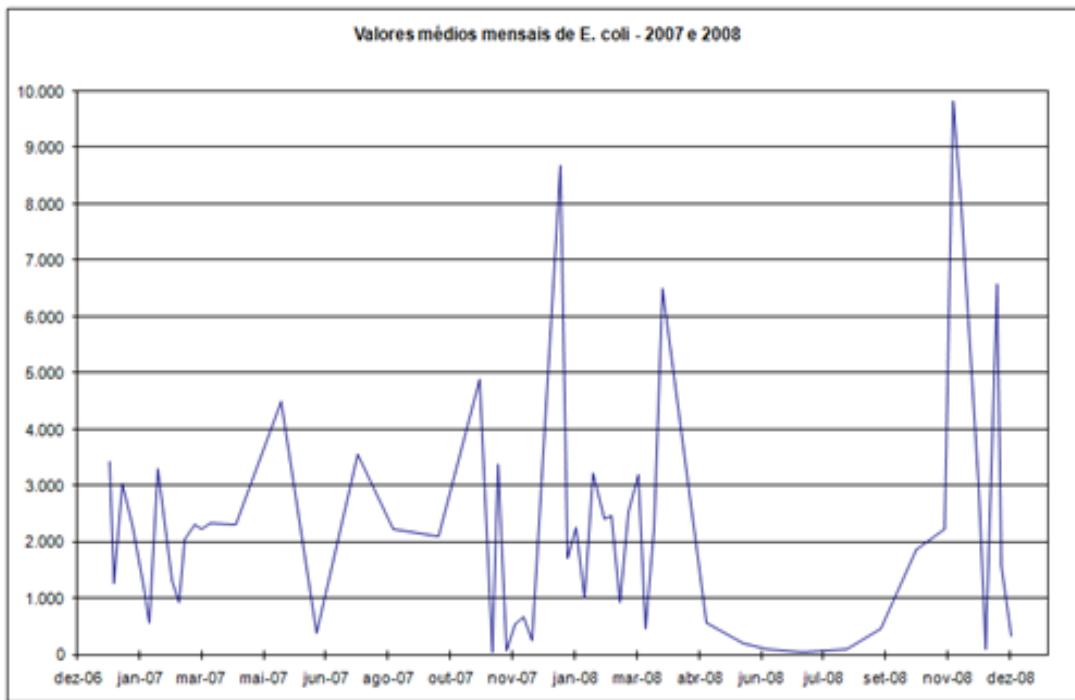


Figura 1: Pontos de coleta de amostras de água das praias em Itapema

### 3 Resultados

#### 3.1 Balneabilidade

Foi calculada a média do Número Mais Provável (NMP) de *Escherichia Coli* para cada um dos oito pontos ao longo do ano de 2007. Depois, foi calculada a média do NMP de *Escherichia Coli* a partir da média de cada um desses oito pontos, resultando numa média semanal ou mensal expressa em NMP de *Escherichia coli* para toda a praia. O mesmo cálculo se fez para 2008. Com isso, atribuiu-se uma média geral do número de *Escherichia coli* por 100 ml de amostra das águas das praias monitoradas (Figura 2).



Fonte: FATMA, 2009

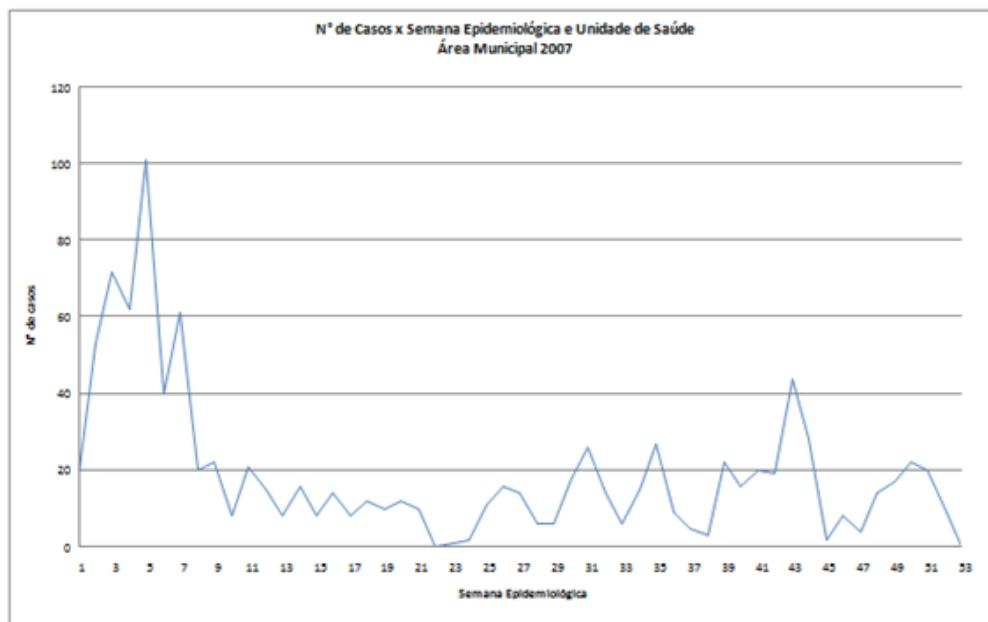
Figura 2: Valores médios mensais de *Escherichia coli* nos oito pontos de coleta de amostras para os anos de 2007 e 2008, em Itapema

A Resolução 274/2000 do CONAMA estabelece os padrões de balneabilidade. Nela, as águas serão consideradas próprias para banho quando:

- em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo ponto, houver no máximo 250 coliformes fecais ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros (excelente);
- em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo ponto, houver no máximo 500 coliformes fecais ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros (muito boa);
- em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo ponto, houver no máximo 1000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros (satisfatória).

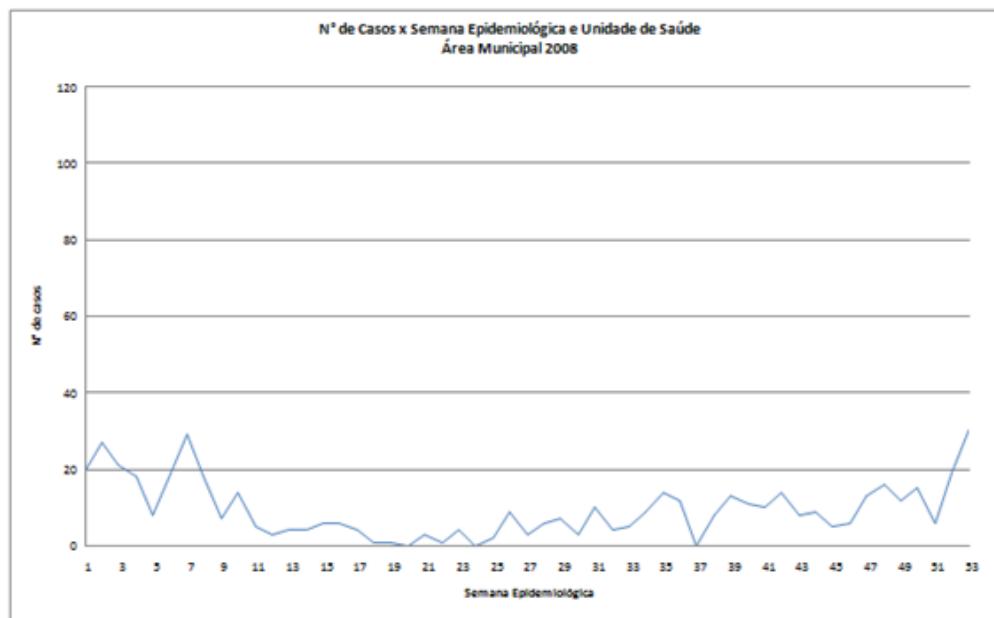
### 3.2 Doenças diarreicas agudas

O município de Itapema possui o programa de Monitoramento de Doenças Diarreicas Agudas implantado em todos os postos de saúde. Verificou-se que no único posto de saúde situado no ambiente rural foram registrados poucos casos da doença (12 casos), para um total de 1.521 casos registrados nos anos de 2007 e 2008, caracterizando uma distribuição irregular. As outras unidades de saúde situadas no ambiente urbano apresentaram um total de 1.509 casos distribuídos ao longo dos dois anos. Para o presente estudo foi considerado o somatório de todos os casos ocorridos em todas as unidades de saúde nos dois anos. As Figuras 3 e 4 apresentam a distribuição dos casos dessa doença ao longo dos dois anos.



Fonte: SMS

Figura 3: Número de casos de doenças diarréicas agudas em Itapema, 2007



Fonte: SMS

Figura 4: Número de casos de doenças diarréicas agudas em Itapema, 2008

### 3.3. A relação entre a balneabilidade e as doenças diarréicas agudas

Na análise bidimensional de associação entre as duas variáveis quantitativas ao longo dos dois anos, número médio de *Escherichia coli* e número de casos de doenças diarréicas agudas, calculou-se a correlação entre elas, através do método do coeficiente de correlação de Pearson (Tabela 1).



Tabela 1: Cálculo do coeficiente de correlação

SEMANA	Média NMP (valores inteiros)	Soma MDA	X-Xbarra	Y-Ybarra	Zx	Zy	Zx.Zy
1	3.425	27	1.126	9	0,511	0,512	0,261664306
2	1.284	10	-1.016	-8	-0,461	-0,458	0,210925714
3	3.038	24	738	6	0,335	0,337	0,112792347
4	2.313	19	13	0	0,006	0,008	4,96737E-05
5	1.236	10	-1.063	-8	-0,483	-0,479	0,23117069
6	573	5	-1.727	-14	-0,784	-0,780	0,611107924
7	3.300	26	1.001	8	0,454	0,456	0,20689636
8	1.324	11	-976	-8	-0,443	-0,439	0,194596751
9	948	8	-1.352	-11	-0,614	-0,610	0,374196501
10	2.066	17	-233	-2	-0,106	-0,103	0,010918401
11	2.308	18	8	0	0,004	0,006	2,24093E-05
12	2.241	18	-58	0	-0,026	-0,024	0,000631434
13	2.340	19	41	0	0,018	0,021	0,000383342
14	2.326	19	27	0	0,012	0,015	0,000177645
19	4.496	36	2.197	18	0,997	0,997	0,994439221
24	398	3	-1.902	-15	-0,863	-0,859	0,741451138
28	3.563	29	1.263	10	0,573	0,574	0,329328253
33	2.241	18	-58	0	-0,026	-0,024	0,000631434
37	2.104	17	-196	-2	-0,089	-0,086	0,007654164
41	4.889	39	2.589	21	1,175	1,175	1,381018982
45	61	0	-2.238	-18	-1,016	-1,011	1,027232613
48	3.378	27	1.078	9	0,489	0,491	0,240095792
49	84	1	-2.216	-18	-1,006	-1,001	1,006658608
50	543	4	-1.757	-14	-0,797	-0,793	0,632558316
52	675	5	-1.624	-13	-0,737	-0,733	0,540610761
53	266	2	-2.033	-16	-0,923	-0,918	0,847470847
54	8.679	69	6.379	51	2,896	2,891	8,37222437
55	1.721	14	-578	-5	-0,262	-0,259	0,068074767
56	2.258	18	-42	0	-0,019	-0,017	0,000315038
57	1.024	8	-1.276	-10	-0,579	-0,575	0,333097167
58	3.240	26	941	8	0,427	0,428	0,182889393
59	2.424	19	124	1	0,056	0,059	0,003314695
60	2.473	20	173	1	0,079	0,081	0,006348755
61	945	8	-1.354	-11	-0,615	-0,611	0,375584488
62	2.543	20	243	2	0,110	0,112	0,012414018
63	3.215	26	916	7	0,416	0,417	0,173323292
64	475	4	-1.824	-15	-0,828	-0,824	0,682174499
65	2.251	18	-48	0	-0,022	-0,019	0,000423882
66	6.503	52	4.203	34	1,908	1,906	3,635926113
70	566	5	-1.733	-14	-0,787	-0,782	0,615546244
74	205	2	-2.094	-17	-0,951	-0,946	0,899370318
78	115	1	-2.184	-17	-0,991	-0,987	0,978428867
82	58	0	-2.242	-18	-1,018	-1,013	1,030681848
86	116	1	-2.183	-17	-0,991	-0,986	0,977308028
90	465	4	-1.834	-15	-0,833	-0,828	0,689684349
94	1.886	15	-413	-3	-0,188	-0,185	0,034634167
97	2.239	18	-61	0	-0,028	-0,025	0,000689745
98	9.838	79	7.538	60	3,422	3,416	11,68842716
99	7.884	63	5.584	45	2,535	2,531	6,416302759
102	2.983	24	683	6	0,310	0,312	0,096664798
103	116	1	-2.183	-17	-0,991	-0,986	0,977308028
104	6.585	53	4.286	34	1,945	1,943	3,779969414
105	1.600	13	-699	-6	-0,317	-0,314	0,099782863
106	345	1	-1.954	-18	-0,887	-1,011	0,896496324
Total	124.165	991	0,0	0,0	0,0	0,0	52,99208901
Média	2.299	18					
Desvio PA	2203,13	17,6654709					

A variável NMP de *Escherichia coli* (X) tem variabilidade muito maior que a variável número de casos de doenças diarréicas (Y). Para corrigir essa diferença, foram reduzidas as duas variáveis a uma mesma escala, dividindo-se os desvios pelos respectivos desvios



padrões. Assim, determinou-se a média de cada variável (Xbarra e Ybarra), o desvio padrão de X e de Y, obtendo-se as variáveis na mesma escala expressa por:

$$Z1 = (X - X\bar{ }) / dp(X)$$
$$Z2 = (Y - Y\bar{ }) / dp(Y)$$

A representação gráfica dessas duas variáveis apresenta os seus comportamentos em conjunto quanto à existência ou não de associação entre elas. Na associação linear, é definida uma medida que avalia o quanto os pontos no quadro de dispersão se aproximam de uma reta. Essa medida está definida de modo a variar num intervalo finito, especificamente de -1 a +1.

Neste trabalho, os dados possuem uma associação linear direta (ou positiva), com todos os pontos se situando no primeiro e terceiro quadrante (Figura 5). Nesses quadrantes, as coordenadas dos pontos têm o mesmo sinal, e o produto delas será sempre positivo (BUSSAB, 2006).

Assim, obtemos os valores das variáveis X (NMP) e Y (MDDA), numa escala que varia de -1 até +1. O coeficiente de correlação entre essas duas variáveis é a média dos produtos dos valores padronizados das variáveis. A correlação satisfaz quando:

$$-1 \leq \text{corr}(X, Y) \leq +1$$

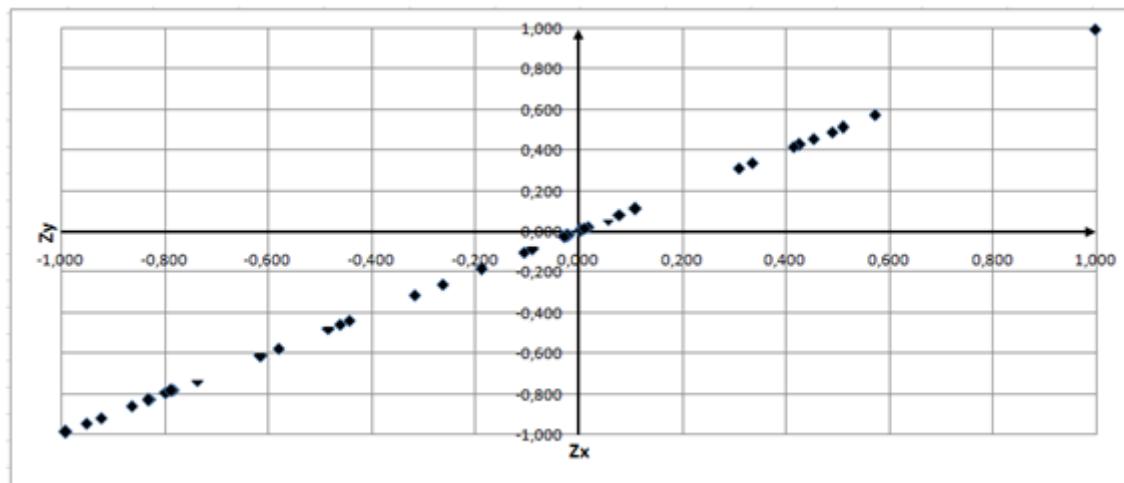


Figura 5: Gráfico de correlação da balneabilidade (Zx) e doenças diarreicas agudas (Zy).

Neste trabalho, o grau de associação linear está quantificado por aproximadamente 98%. Podemos concluir que o coeficiente de correlação de Pearson é:

$$r = 52,992 / 54 = 0,98$$

ou seja, existe uma forte dependência entre a variação da balneabilidade e a variação do número de casos de doenças diarreicas agudas, ao longo dos anos 2007 e 2008. Quando temos uma maior concentração de *Escherichia Coli* na água do mar, também temos maior número de casos de doenças diarreicas registradas nas unidades de saúde.



#### 4 Conclusão

Na relação das águas impróprias para banho, o contato dos banhistas com essas águas potencializa a transmissão de doenças de veiculação hídrica. A associação estatística entre a média periódica do número de *Escherichia coli* com o número de casos de doenças diarréicas indica uma forte associação: nos períodos em que a água da praia apresenta maior poluição também ocorre maior número de doenças diarréicas agudas. Este é um alerta para a sociedade local e todas as autoridades dos municípios em que é praticado o turismo de praia sobre a urgência em se implantar sistemas adequados de tratamentos de esgotos nessas comunidades.

Este trabalho não é conclusivo, mas um indicador preliminar da importância socioeconômica e sanitária da relação entre qualidade da água de recreação e possíveis doenças de veiculação hídrica.

A importância socioeconômica está relacionada com o desenvolvimento dos municípios litorâneos condicionados à prática do turismo de praia. A crescente urbanização do litoral, sem planejamento e sem investimentos de infraestrutura de saneamento, potencializa um desenvolvimento insustentável, marcado por um ambiente degradado e proibitivo à saúde, levando os turistas buscar novas formas de lazer, com sérios prejuízos na economia local.

A importância sanitária está relacionada com a possibilidade da ocorrência de surtos epidêmicos de doenças diarréicas quando os usuários se banharem em águas contaminadas.

Novos trabalhos devem ser desenvolvidos, relacionando a potencialidade da contaminação do banhista com outras variáveis, como a avaliação da exposição do banhista com a água contaminada, medida pela intensidade, frequência e duração (RAZZOLINI *et al.*).

#### 5 Referências

BUSSAB, Wilton de Oliveira; MORETTIN, Pedro Alberto. **Estatística Básica**. 5ª edição; São Paulo: Editora Saraiva, 2006, 526 p.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, Brasil. **Resolução 274 de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre a qualidade das águas de balneabilidade**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 8 de janeiro de 2001.

DATASUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2008/matriz.htm>. Acessado em 03/11/2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. Brasília: Ed. Brasília, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidades>. Acessado em 06/06/2009.

RAZZOLINI, Maria Tereza Pepe; NARDOCCI, Adelaide Cássia. **Avaliação de Risco Microbiológico: Etapas e sua aplicação na análise da qualidade da água**. InterfacEHS, Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, 2006. Disponível em <[http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=2&cod\\_artigo=30](http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/artigos.asp?ed=2&cod_artigo=30)>.

SILVA Filho, Germano Nunes; OLIVEIRA, Vetúria Lopes de. **Microbiologia: Manual de Aulas Práticas**. 2ª edição rev., Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.