

## ANÁLISE DE RISCO DE DOENÇA GASTROINTESTINAL ASSOCIADA À PATÓGENOS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

Margarete Martins dos Santos Afonso<sup>1</sup>, Cássia Regina Alves Pereira<sup>2</sup>, Aldo Pacheco Ferreira<sup>3</sup>, Marco Aurélio Pereira Horta<sup>4</sup>, Rosângela Mourat da Rocha Ávila<sup>5</sup>

### RESUMO

A crescente presença de patógenos no ambiente aquático representa um dos maiores problemas de saúde pública decorrentes em grande escala de deficiências inerentes ao saneamento. A análise de risco baseou-se no método WHO (2001), com adaptações propostas por DONOVAN et al. (2008), concatenando aplicações com dados sanitários da malha hídrica que desemboca na Baía de Sepetiba. O risco anual para o desenvolvimento de gastroenterites na população que usufruir dessa Baía é de 0,63577, que comparados aos valores da USEPA e WHO, significa ser aproximadamente 63 vezes e meia maior a probabilidade de desenvolver gastroenterites devido ao uso recreacional das águas da Baía de Sepetiba. A avaliação de risco microbiológico traz informações sobre o risco de doenças a que estão expostas as populações e com base nessas informações, medidas de controle e proteção podem ser propostas para minimizar agravos significativos a população.

**Palavras-chave:** Análise de risco; gastroenterite; patógenos de veiculação hídrica; saúde pública; Baía de Sepetiba.

### ABSTRACT

The growing presence of pathogens in the aquatic environment represents the largest public health problems arising from large-scale deficiencies inherent in sanitation. The risk analysis was based on the WHO method (2001), with adjustments proposed by DONOVAN et al. (2008), concatenating health data applications with mesh water that flows to Sepetiba Bay. The annual risk for the development of gastroenteritis in the population who use this bay is 0.63577, compared to the values from USEPA and WHO, it means be approximately 63 and half times more to develop gastroenteritis due to recreational use in Sepetiba Bay. The microbiological risk assessment provides information on the disease risk they that population are exposed and based on that information, protection and control measures can be proposed to minimize significant harm to the population.

**Keywords:** Risk analysis; gastroenteritis; waterborne pathogens; public health; Sepetiba Bay.

1. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. Rua Leopoldo Bulhões, 1480, CEP 21041-210, Manguinhos. Rio de Janeiro, Brasil. [mafonso@ioc.fiocruz.br](mailto:mafonso@ioc.fiocruz.br)

2. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca

3. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (Cesteh/Ensp/Fiocruz)

4. Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca

5. CEFET/RJ. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

## INTRODUÇÃO

O Estado do Rio de Janeiro é composto por 92 municípios que foram sendo criados gradativamente a partir de processos de emancipação socioeconômica segundo relatório do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE/RJ). Ao levantar os dados junto ao Sistema Único de Saúde (SUS) e ao TCE/RJ, se verifica que os municípios de Itaguaí e Mangaratiba foram os mais expressivos quanto aos reflexos do passivo ambiental por comportarem a maioria dos rios que compõem a malha hídrica que drena toda a bacia hidrográfica da região e que desemboca na Baía de Sepetiba (FERREIRA, CUNHA; 2005).

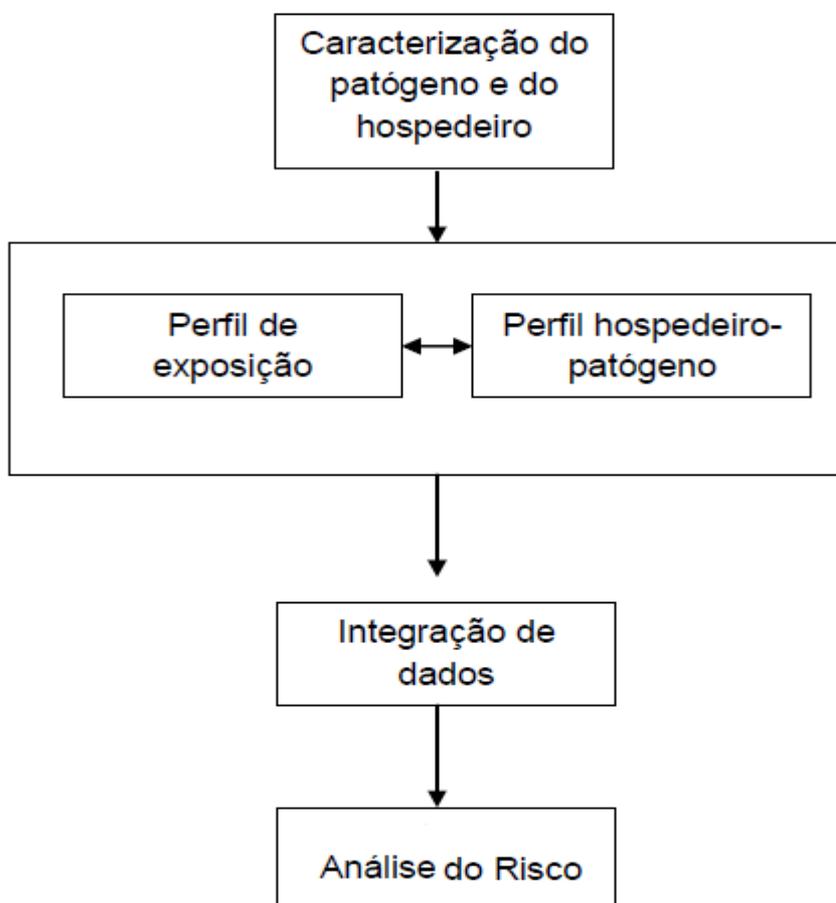
Os ecossistemas marinhos são altamente complexos, dinâmicos e sujeitos a muitos relacionamentos internos e externos que estão suscetíveis a mudanças ao longo do tempo. Os poluentes que entram nas águas costeiras e estuários criam problemas graves que causam sérios prejuízos para a vida e as atividades marinhas. Como ponto de investigação, as aves vêm sendo usadas como indicadores da condição ambiental porque são particularmente sensíveis a mudanças de origem antrópica (BOST, LEMAHO, 1993).

A análise de risco consiste de quatro etapas principais: identificação do perigo, avaliação da exposição, avaliação da relação da dose-resposta e caracterização do risco. Dentro dessa estrutura, a avaliação do risco é a estimativa e a caracterização qualitativa e quantitativa de efeitos potencialmente adversos à saúde associados à exposição de indivíduos ou populações a materiais e situações perigosas (GERBA et. al., 2000). Em decorrência, a análise de risco de doença gastrointestinal associada a patógenos apresenta-se, portanto, como ferramenta útil na estimativa de risco de infecção, doença ou morte em decorrência da exposição à patógenos de veiculação hídrica (GERBA et al., 2002).

Portanto, em decorrência da análise quantitativa e probabilística, é propiciado elementos para intervenções, tais como o estabelecimento de leis, padrões e normas, focadas na promoção e proteção da saúde humana. Cabe ressaltar que a análise de risco, fortalece-se gradativamente como método, dando subsídios para se estimar riscos à saúde humana relacionados às águas de consumo e recreacionais.

E assim tem se consolidado como ferramenta importante pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para a validação de planos para estabelecer políticas que

visem à melhoria da qualidade da água e, portanto a promoção da saúde humana, como apresentado na **figura 1**.



**Figura 1** - Diagrama esquemático para avaliação de risco microbiológico

Fonte: (WHO, 2001)

Surtos de doenças relacionados à exposição às águas de recreação tem sido descritos mundialmente, como o surto de gastroenterite por *Giardia* sp. em Nova York no ano de 1982 entre militares, bombeiros e policiais que nadaram nos rios Hudson e Leste (USEPA, 1998). Em 1998, uma revisão de 22 estudos epidemiológicos com águas recreacionais mostrou uma relação estreita dos microrganismos indicadores

*Enterococcus* e *Streptococcus* sp. com as enfermidades gastrointestinais em águas salgadas e doces (PRUSS, 1998).

Segundo a Resolução 357/05 do CONAMA (2005) nos parágrafos 3º e 4º, a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

A balneabilidade é determinada conforme a Resolução 274/00 do CONAMA (2000) onde após 5 semanas de coletas e análises microbiológicas para coliformes fecais, *Escherichia coli* e/ou enterococos, nos dias e locais de maior afluência do público. Quando da utilização de mais de um indicador biológico as águas terão suas condições avaliadas de acordo com o critério mais restritivo. Ressalta-se que os padrões referentes aos enterococos aplicam-se somente às águas marinhas. O monitoramento da balneabilidade é realizado nos meses de verão, período de maior procura dos corpos d'água para banho e recreação.

O alvo deste estudo foi demonstrar o potencial de risco microbiológico relacionado à balneabilidade da Baía de Sepetiba, que está situada na costa sul do oceano Atlântico, Rio de Janeiro, Brasil. Adicionalmente, este estudo realizou uma análise ecológica descritiva, de forma a comparar historicamente o perfil epidemiológico no período de 1997 a 2010, da morbidade por diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível da população dos Municípios analisados, buscando-se contribuir dessa forma para traçar o perfil epidemiológico da população local. Com os dados obtidos buscou-se relacionar o custo social e os investimentos na saúde, sugerindo-se medidas preventivas aos municípios.

### **Atividades potencialmente poluidoras contribuintes à Baía de Sepetiba**

A bacia da Baía de Sepetiba possui uma população estimada de 1.295.000 habitantes, os quais geram uma produção de esgotos sanitários da ordem de 286.900 m<sup>3</sup>/dia. A carga orgânica produzida na bacia é de aproximadamente 70.000 kg/dia, em termos de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), lançada, na prática, diretamente nos corpos d'água, já que uma parcela muito pouco significativa é

dotada de algum tratamento (COPELAND et al., 2003).

A olericultura e a fruticultura são as principais atividades agrícolas da região. A utilização de defensivos agrícolas é intensa, podendo trazer graves conseqüências, tanto para os rios quanto para as águas da Baía, tendo em vista que muitos desses compostos são resistentes e acumulativos na cadeia trófica (FERREIRA, CUNHA; 2005).

A indústria química, quanto ao potencial de contaminação por efluentes líquidos e por resíduos sólidos, é a segunda mais importante a ser considerada (MORENO, 2005). Cabe ressaltar que basicamente estão estabelecidas nos Municípios de Nova Iguaçu, Queimados, Itaguaí e na zona industrial de Santa Cruz as indústrias com considerável potencial tóxico (FERREIRA, 2009). É necessário levar em conta que, em termos de toxicidade, a descarga em grande quantidade de uma substância de baixa toxicidade supera, em termos de danos ambientais, a descarga de uma substância considerada de alta periculosidade, porém em quantidade reduzida (PARAQUETI et al., 2004).

Segundo Ferreira & Cunha (2005), a poluição ambiental mais relevante associada ao setor industrial é relacionada à contaminação ambiental por metais pesados. Esta, embora decorrente do lançamento destes, em vários pontos do sistema hídrico da bacia, tem como principal compartimento os sedimentos do fundo da Baía de Sepetiba, em especial na sua porção leste, com lançamentos e derramamentos acidentais diretamente na costa. Quanto aos resíduos sólidos, considerável potencial de geração existente na bacia, o problema mais urgente situa-se no equacionamento dos passivos ambientais acumulados (VELLOSO, 2008).

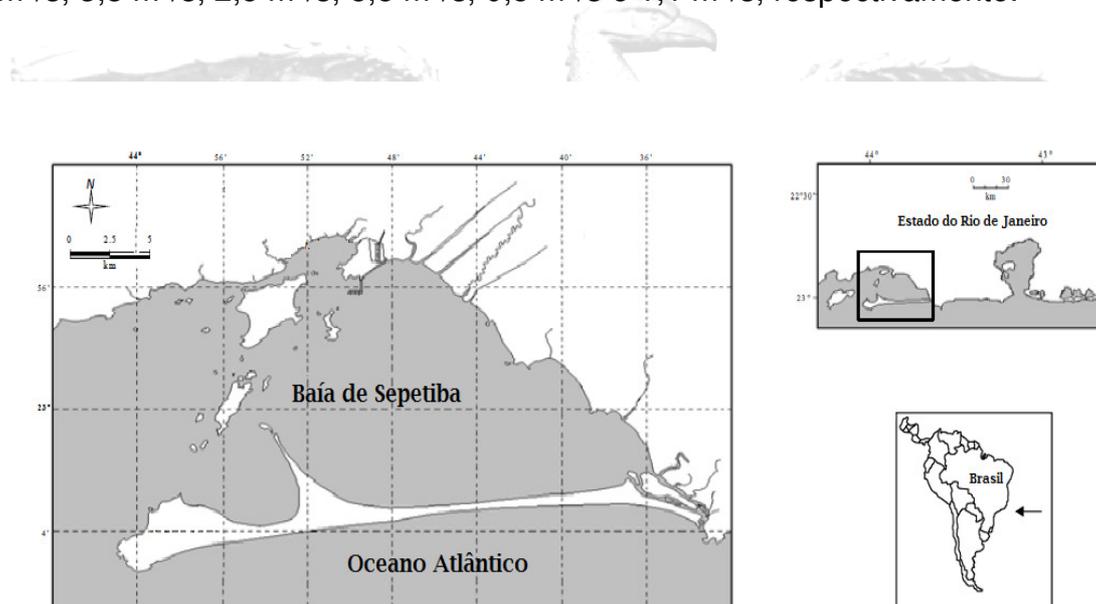
## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo**

A baía de Sepetiba localiza-se no Estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°55' e 23°05'S e as longitudes 43°40' e 44°40'W, com área de aproximadamente 450 km<sup>2</sup> (**figura 2**). Apresenta forma alongada, limitando-se a norte e a leste pelo continente, ao sul pela Restinga de Marambaia e a oeste pela Baía de Ilha Grande.

Seu maior comprimento é de 42,5 km no sentido leste-oeste e sua maior largura é de 17,2 km no sentido norte-sul, com perímetro de 122 km.

A bacia hidrográfica contribuinte à baía de Sepetiba tem duas origens: a vertente da serra do Mar e uma extensa área de baixada, recortada por inúmeros rios, composta de 22 sub-bacias (COSTA, 1992). Os principais rios da região hidrográfica da Baía de Sepetiba são os rios Guandu (chamado de canal de São Francisco na porção final, próximo à baía), da Guarda, canal do Itá (interligado com o rio Guandu-Mirim), Piraquê, Portinho, Mazomba e Cação. Os demais rios são cursos d'água com bacias bem menores, com baixíssimas vazões. O rio Guandu é o mais importante da bacia de contribuição. Responsável pelo abastecimento de água para várias cidades forma o principal manancial da cidade do Rio de Janeiro (PARAQUETI et al., 2004). As vazões médias dos rios citados são: 89 m<sup>3</sup>/s, 6,8 m<sup>3</sup>/s, 3,3 m<sup>3</sup>/s, 2,5 m<sup>3</sup>/s, 8,8 m<sup>3</sup>/s, 0,5 m<sup>3</sup>/s e 1,1 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.



**Figura 2 - Área de estudo: Baía de Sepetiba**

Atualmente, a bacia da baía de Sepetiba possui uma população estimada de 1.295.000 habitantes, os quais geram uma produção de esgotos sanitários da ordem de 286.900 m<sup>3</sup>/dia. A grande parte dos municípios, compreendidos nesta bacia não conta com serviços de coleta de resíduos sólidos e mais precária ainda, é a situação de disposição final desses resíduos, sendo comum o lançamento em lixões, que em

grande parte estão localizados às margens dos rios e em encostas e próximos a aglomerações urbanas, resultando em uma grave degradação ambiental. O aumento desordenado da população, sem a correspondente ampliação da infra-estrutura de saneamento adequada, o grande volume de resíduos industriais e o uso, ainda que moderado, de agrotóxicos nas atividades agrícolas, representam fontes poluidoras para as águas da bacia (ARAÚJO et al. 1998).

O município de Itaguaí tem uma área total de 281,3 km<sup>2</sup>, correspondentes a 12,25% da bacia da baía de Sepetiba. Possui uma população de 105.640 habitantes (IBGE, 2009). O município de Mangaratiba tem uma área total de 351,8 km<sup>2</sup>, correspondentes a 17,36% da bacia da baía de Sepetiba. Possui uma população de 224.901 habitantes (IBGE, 2009).

### **Análise de risco**

O desenvolvimento da análise de risco baseou-se no método WHO (2001) '*Assessment risk and risk management for water-related infectious*', com adaptações propostas por DONOVAN et al. (2008), concatenando aplicações com dados sanitários da malha hídrica que desemboca na Baía de Sepetiba. Ainda na composição dos cálculos utilizaram-se dados de enterococos diários e anuais, que foram associados a taxas pré-determinadas pela USEPA de exposição a águas de recreação e ingestão (GERBA et al., 2000). Adicionalmente, incorporou-se nas análises um banco de dados da área de estudo, concatenando a situação microbiológica dos rios pesquisados para o período de 2009, os quais foram disponibilizados pela Companhia estadual de águas e esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE). Cabe destacar que a CEDAE, monitora sistematicamente os rios da região, pois dessa malha hidrográfica dá-se a captação, tratamento e distribuição da água potável para todo o Município do Rio de Janeiro.

### **Estudo ecológico descritivo**

Foi realizado um estudo ecológico de séries temporais descritivo para o período de 1997 a 2010 tendo como unidades de análise os municípios de Itaguaí e Mangaratiba, localizados no Estado do Rio de Janeiro.

Dados foram obtidos para a população total e grupos de sexo a partir do banco de dados sobre internações por faixa etária pela causa XI Doenças do aparelho digestório (CID-10), Mortalidade Infantil por diarreia com fonte de dados no Programa de Saúde da Família (PSF), população coberta pelo programa PSF, dados de indivíduos hospitalizados por desidratação e número de Centros de Saúde e Unidades Básicas de Saúde nos municípios de Itaguaí e Mangaratiba apenas do ano de 2009. Adicionalmente, foram incorporados na análise dados fornecidos pela Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro relativos aos municípios em estudo, inseridos na situação-base de dados nacionais de 2010.

Dados populacionais foram obtidos a partir dos Censos de 1991 e 2000, e contagem populacional de 1996 do IBGE. Para os anos intercensitários foram usadas estimativas populacionais do Ministério da Saúde Datasus.

## RESULTADOS

Segundo dados do Sistema de atenção de informação básica (SIAB), em 2009 a taxa de mortalidade infantil por diarreia no município de Itaguaí foi de 6,6/1.000 nascidos vivos, enquanto que o município de Mangaratiba não fornece dados sobre esse importante indicador de saúde no referente ano. Ainda a SIAB mostra que 26,3% da população do município de Itaguaí foi atendida pela cobertura do programa PSF, ao passo que no município de Mangaratiba a população coberta pelo mesmo programa foi de 69,3% no ano de 2009 num universo de 35 centros de atendimento de saúde (21 públicos, 01 filantrópico, 13 privados e 00 sindicais) no município de Itaguaí e apenas 04 (04 públicos, 00 filantrópico, 00 privados e 00 sindicais) no município de Mangaratiba. Ambos os municípios não apresentaram dados de hospitalizações por desidratação no ano de 2009.

Embora houvesse semelhança nos valores totais em ambos os municípios quanto a idade, observou-se maior prevalência de internações em faixas etárias menores que 05 a 09 anos e na faixa etária de 50 a 64 anos em ambos os municípios (**Tabela 1**).

**Tabela 1** - Internações por faixa etária e causa Doenças do Aparelho Digestório (XI-CID-10) nos Municípios de Itaguaí e Mangaratiba no ano de 2009.

<b>Faixa Etária</b>	<b>Itaguaí (%)</b>	<b>Mangaratiba (%)</b>
menor que 1 ano	7,3	2,8
1 a 4 anos	6,8	4,8
5 a 9 anos	19,5	20,6
10 a 14 anos	18,1	12,1
15 a 19 anos	3,5	3,7
20 a 49 anos	11,7	11,0
50 a 64 anos	19,3	18,7
65 anos ou mais	9,0	9,5
<b>Total por todas as idades</b>	<b>11,7</b>	<b>11,1</b>

Partindo do indicador de exposição bacteriana preconizado pelos padrões da USEPA (1986) e WHO (2001), que reportam uma relação dose resposta de 104 enterococos/100 ml em cada 1.000 pessoas expostas às águas de recreação, assim como 72 ml/dia como sendo a ingestão estimada de água por pessoa, ambos são capazes de desencadear 19 enfermidades gastroentéricas, procederam-se cálculos de risco absoluto e risco anual. A relação dose resposta é descrita seguindo a **equação 1**;

$$\text{taxa da doença}/1.000 \text{ pessoas} = 12,17 \times \log_{10} (\text{densidade de enterococos}) + 0,20 \quad (\text{eq. 1})$$

Dessa forma o risco absoluto (considerado evento único) é estimado pela **equação 2** que também envolve taxas de ingestão de água, como a seguir:

$$\text{Risco}_{\text{absoluto}} = (12,17/1.000) \times \log [ C \times (IR_{\text{água ingerida}} / IR_{\text{pessoas expostas a água de recreação}}) + 0,2] \quad (\text{eq. 2})$$

onde:

C = média aritmética da concentração de enterococos (UFC/ml)

IR<sub>água ingerida</sub> = taxa de ingestão acidental de água do sítio de estudo (ml/dia)

IR<sub>pessoas expostas a água de recreação</sub> = taxa de ingestão de água da regressão dose resposta (ml/dia)

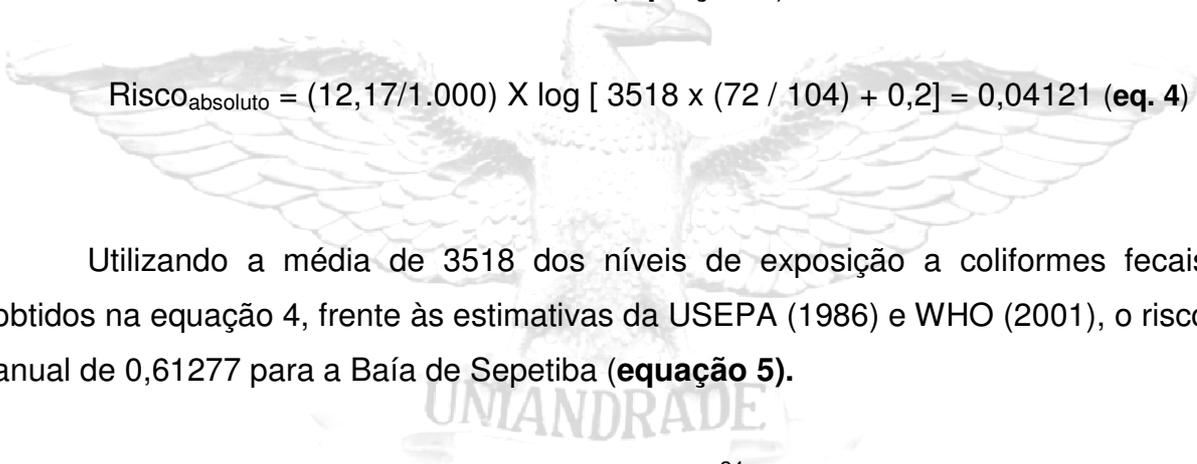
O risco anual é explicado pela **equação 3**, descrita a seguir:

$$\text{Risco}_{\text{anual}} = 1 - (1 - \text{Risco}_{\text{absoluto}})^{\text{EF}} \quad (\text{eq. 3})$$

onde:

EF = frequência de exposição (dias/ano).

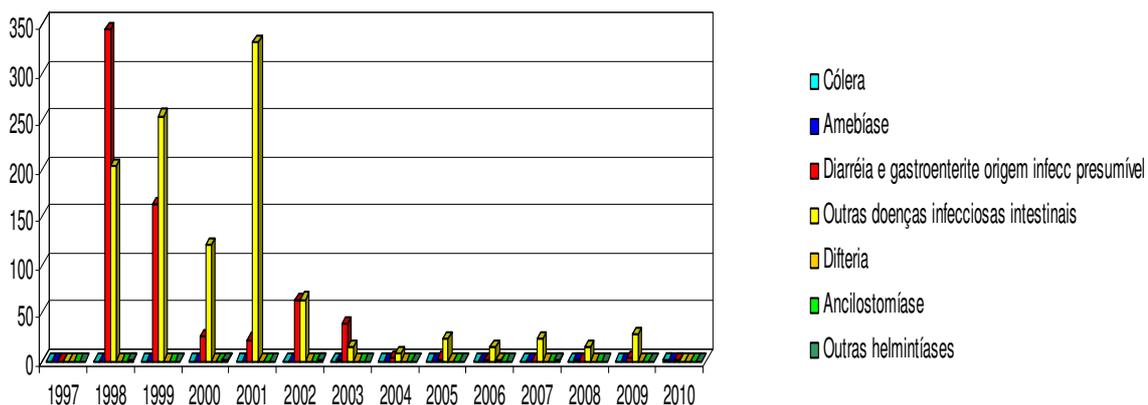
Somando-se o valor de C = 3518 ((obtido de 4884 (UFC/ml) + 433 (UFC/ml) + 102 (UFC/ml) + 253 (UFC/ml) + 1042 (UFC/ml) + 144 (UFC/ml) + 178 (UFC/ml)) /2) à fórmula de risco absoluto acima, obtém-se (**equação 4**):


$$\text{Risco}_{\text{absoluto}} = (12,17/1.000) \times \log [3518 \times (72 / 104) + 0,2] = 0,04121 \quad (\text{eq. 4})$$

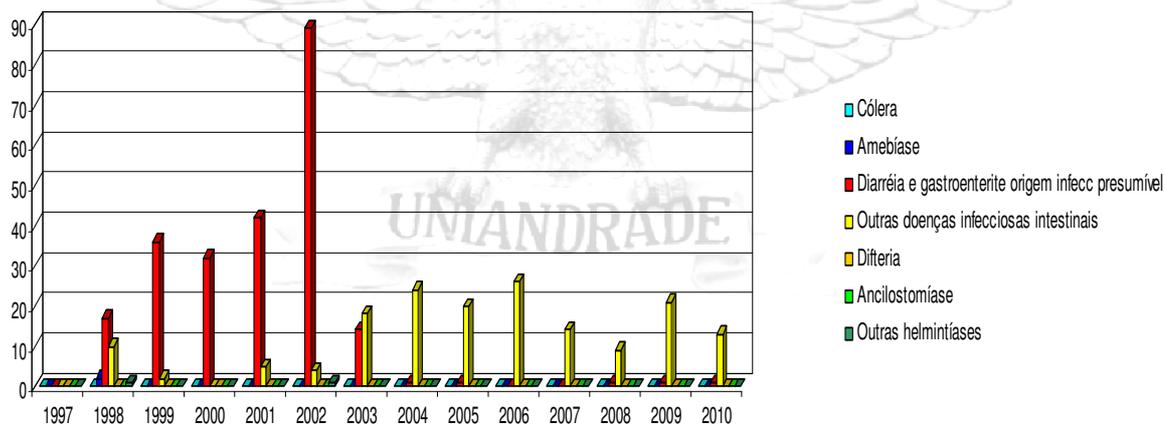
Utilizando a média de 3518 dos níveis de exposição a coliformes fecais obtidos na equação 4, frente às estimativas da USEPA (1986) e WHO (2001), o risco anual de 0,61277 para a Baía de Sepetiba (**equação 5**).

$$\text{Risco}_{\text{anual}} = 1 - (1 - 0,04121)^{24} = 0,63577 \quad (\text{eq. 5})$$

Dentre as enfermidades do Capítulo CID-10: I (algumas doenças infecciosas e parasitárias) no Município de Itaguaí e no Município de Mangaratiba, os casos de morbidade hospitalar em sua maioria foram atribuídos a diarreia e a gastroenterite por origem infecciosa presumível, durante o período de 1997 a 2010 (DATASUS, 2009) (**figura 3 e figura 4**).



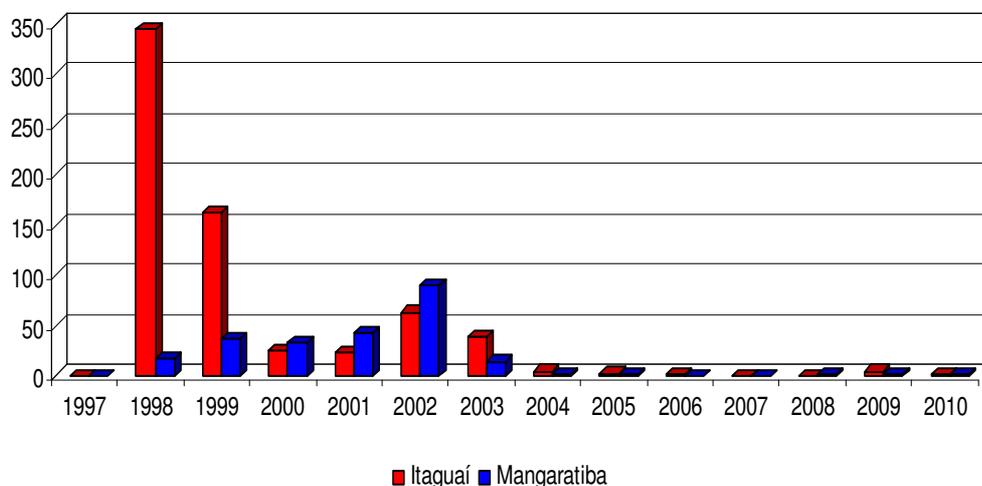
**Figura 3** - Série histórica de 1997 a 2010 - número de casos de morbidade hospitalar pelo SUS, pelas enfermidades do Capítulo CID-10: I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias no Município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: DataSus



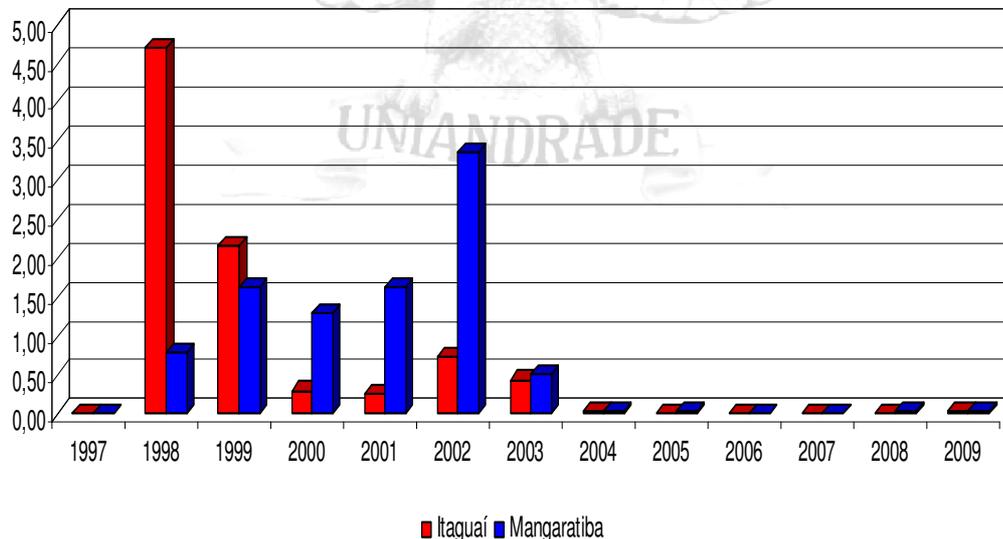
**Figura 4** - Série histórica de 1997 à 2010 - número de casos de morbidade hospitalar pelo SUS, pelas enfermidades do Capítulo CID-10: I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias no Município de Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: DataSus

A partir desta observação, foi realizada a série histórica desta enfermidade, observando-se que em Itaguaí os anos de 1998 e 1999 tiveram a maior prevalência, enquanto que em Mangaratiba este fato ocorreu em 2002. A partir de 2003, observa-

se que a morbidade hospitalar por diarréia e gastroenterite diminuem expressivamente nos dois municípios, possivelmente devido a melhora nos sistemas de saúde da região (figura 5 e figura 6).



**Figura 5** - Série histórica de 1997 à 2010 - número de casos de morbidade hospitalar pelo SUS, por diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível nos Municípios de Itaguaí e Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: DataSus



**Figura 6** - Série histórica de 1997 à 2009 – prevalência de morbidade hospitalar pelo SUS, por diarréia e gastroenterite de origem infecciosa presumível nos Municípios de Itaguaí e Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: DataSus, IBGE (dados por 1.000 hab.).

Dados do IBGE/Censos Demográficos apontam que o município de Itaguaí

possuía em 1991 72,6% de rede geral de abastecimento de água sendo que em 2000 passou a 75,2. Poços ou nascentes (na propriedade) em 1991 correspondiam a 25,3% e em 2000 a 22,4%. O município de Mangaratiba em 1991 possuía 47,6% de rede geral de abastecimento de água que em 2000 passou a 63,2%. Poços ou nascentes (na propriedade) em 1991 correspondiam a 43,1% e em 2000 a 23,7%.

Nas questões relativas à saúde, no município de Itaguaí apresenta: com base no TCE/RJ (2009): (a) Acesso: Insuficiência de saneamento básico: água, esgoto e coleta de lixo; (b) Gestão: Ações de Vigilância em Saúde ainda centralizadas; deficiência na articulação das ações intersetoriais, com destaque na questão do combate à dengue; demora na entrega dos resultados devido à distância do laboratório de Saúde Pública de referência; falta de integração das ações entre a Vigilância em Saúde e Atenção Básica; (c) Recursos financeiros: sub-financiamento; (d) Recursos físicos: Inadequação de estrutura física e insuficiência de equipamentos (inclusive computadores) e veículos para as vigilâncias municipais; falta de um Laboratório de Saúde Pública Regional; (e) Gestão do Trabalho: Insuficiência de RH; falta de qualificação; falta de capacitação de pessoal para a Vigilância em Saúde; (f) Informação: Sub-notificação e desatualização das informações sobre agravos; falta de divulgação das informações - não são utilizadas como ferramenta para tomada de decisões.

Nas questões relativas à saúde, no município de Mangaratiba apresenta com base no TCE/RJ (2009): (a) Acesso: Insuficiência de saneamento básico: água, esgoto e coleta de lixo; (b) Gestão: Ações de Vigilância em Saúde ainda centralizadas; deficiência na articulação das ações intersetoriais, com destaque na questão do combate à dengue; demora na entrega dos resultados devido à distância do laboratório de Saúde Pública de referência; falta de integração das ações entre a Vigilância em Saúde e Atenção Básica; (c) Recursos financeiros: sub-financiamento; (d) Recursos físicos: inadequação de estrutura física e insuficiência de equipamentos (inclusive computadores) e veículos para as vigilâncias municipais; falta de um Laboratório de Saúde Pública Regional; (e) Gestão do Trabalho: Insuficiência de RH; falta de qualificação; falta de capacitação de pessoal para a Vigilância em Saúde; (f) Informação: Sub-notificação e desatualização das informações sobre agravos; falta de divulgação das informações - não são utilizadas como ferramenta para tomada de decisões.

## DISCUSSÃO

De uma forma geral, a humanidade vive uma época em que se acentuam as alterações sobre o ambiente e se modificam os processos sociais em escala global, com tal magnitude que os riscos aumentam mais rapidamente que nossa capacidade para controlá-los. A partir disso, foi generalizada e internalizada, nas sociedades contemporâneas, a síndrome do câmbio global assentada em três aspectos principais: i) a síndrome da ameaça à seguridade global, derivada da destruição do meio ambiental e que ameaça a viabilidade do sistema econômico mundial e a sobrevivência humana; ii) a síndrome dos limites ao crescimento, ao reconhecer-se a impossibilidade do crescimento material ilimitado dentro de um planeta finito; e iii) a síndrome da interdependência entre pobreza e riqueza, resultante da intrincada inter-relação entre meio ambiente e desenvolvimento humano.

A avaliação de risco microbiológico traz informações sobre o risco de doenças a que estão expostas as populações e com base nessas informações medidas de controle e proteção podem ser propostas para minimizar agravos significativos a população.

Para cálculo do risco microbiológico, utilizando dados do quantitativo microbiológico de dois importantes rios que desembocam na Baía de Sepetiba, o risco anual para o desenvolvimento de gastroenterites na população que usufruir dessa Baía é de 0,63577, que comparados aos valores da USEPA e WHO, significa ser aproximadamente 63 vezes e meia maior a probabilidade de desenvolver gastroenterites devido ao uso recreacional na Baía de Sepetiba. Esse achado equivalem-se aos 0,67, encontrados por DONOVAN et al (2008) em estudo semelhante num cenário anual de águas de recreação em Nova Jersey (EUA).

Diante desta síntese das questões socioeconômicas dos municípios de Itaguaí e Mangaratiba percebem-se um baixo investimento em saúde pública ficando ambos os municípios vulneráveis a doenças. Embora em julho de 2009 a Secretaria de Estado de Saúde e Defesa Civil (SESDEC) tenha inaugurado a primeira Unidade de Pronto-Atendimento 24 horas (UPA) do município de Itaguaí, ainda assim é muito pouco diante da necessidade maior de investimentos nessa área.

## CONCLUSÃO

O atual sistema de monitoramento e prevenção não é eficiente o suficiente para antecipar todos os possíveis riscos para a população residente em uma área de sistemática poluição. Dessa forma, a análise do risco microbiológico fornece dados importantes para o planejamento e políticas que resultem na melhoria das condições de saneamento e higiene e, dada a sua importância como ferramenta deve ser mais utilizada para estimar os riscos à saúde humana. Abre perspectivas significativas e respaldadas para debater, sugerir e desenvolver metas que visem à proteção da saúde humana, uma vez que permite subsidiar importantes pendências atuais no controle ambiental, tais como o estabelecimento de valores-limite e risco tolerável para patógenos, a proposição de métodos de tratamento e controle em estações de tratamento de esgoto, a criação e revisão de normas, regulamentações e leis ambientais, e a implementação de políticas públicas que visem a promoção da saúde pública.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO FG, CRUZ-FILHO AG, AZEVÊDO MCC, SANTOS ACA. Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. **Revista Brasileira de Biologia** 1998; 58(3): p. 417-430.

BOST CA, LEMAHO Y. Seabirds as bio-indicators of changing marine ecosystems - new perspectives. **Acta Oecologica** 1993; 14(3): 463-470.

BRASIL. **Resolução CONAMA 274**. Publicada no diário Oficial da União em 29 de novembro de 2000.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357**. Publicada no diário Oficial da União em 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Pactos pela Vida, em Defesa do SUS e de Gestão**. Brasília: Ministério da Saúde. 2006.

COSTA RNLTR. **Pensar o mar para poder pescar: o espaço da pesca de litoral na Baía de Sepetiba, RJ**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ, Rio de Janeiro, 181p. 1992.

COPELAND G, MONTEIRO T, COUCH S, BORTHWICK A. Water quality in Sepetiba Bay, Brazil. **Marine Environmental Research** 2003; 55: 385-408.

DATASUS. **Ministério da Saúde - Secretaria Executiva**. Disponível em: [www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)

DONOVAN E, UNICE K, ROBERTS JD, HARRIS M, FINLEY B. Risk of gastrointestinal disease associated with exposure to pathogens in the water of the Lower Passaic River. **Applied and Environmental Microbiology** 2008; 74(4): 994-1003.

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Itaguaí, TCE/RJ, 2007

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Mangaratiba, TCE/RJ, 2007

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Itaguaí, TCE/RJ, 2008

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Mangaratiba, TCE/RJ, 2008

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Itaguaí, TCE/RJ, 2009

\_\_\_\_\_ Estudo Socioeconômico do Município de Mangaratiba, TCE/RJ, 2009

FERREIRA AP, CUNHA CLN. Environmental sustainability of water resources in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Panamericana de Salud Publica** 2005;18(2):93-99.

FERREIRA AP. Evidências de vulnerabilidade socioambiental na Baía de Sepetiba: uma análise das situações de risco. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde** 2009;22(4):209-216.

GERBA CP. **Risk Assessment**. In: Maier RM, Pepper IL, Gerba CP, editors. Environmental Microbiology. San Diego: Academic Press; p.557-70. 2000

GERBA CP, PEPPER IL, WHITEHEAD LF. A risk assessment of emerging pathogens of concern in the land application of biosolids. **Water Science and Technology** 2002; 46(10):225-230

IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>

MORENO RAM. **Estimativa de Potencial Poluidor nas Indústrias: O caso do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado, COPPE, UFRJ, 150p. 2005

PARAQUETI HHM, AYRES GA, ALMEIDA MD, MOLINASI MM, LACERDA LD. Mercury distribution, speciation and fluxes in the Sepetiba Bay, tributaries, SE Brazil. **Water Resources** 2004; 38:1439-1448.

PRUSS A. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. **International Journal of Epidemiology** 1998; 27:1-9.

U.S. Environmental Protection Agency. **Giardia: human health criteria**. Document EPA 823-R-002. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. 1998

VELLOSO MP. Os Restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**; 2008;13(6):1953-64.

WHO. World Health Organization. **Water Quality: Guidelines, Standards and Health: Assessment risk and risk management for water-related infectious disease**. UK, 2001.

