

Avaliação da qualidade ambiental do rio Itaguaré, Bertioga-SP, com base em testes de toxicidade e indicadores microbiológicos de balneabilidade

Evaluation of environmental quality of Itaguaré river, Bertioga-SP, using toxicity tests and microbiological bathing conditions indexes

Evaluación de la calidad ambiental del río Itaguaré, Bertioga-SP, usar pruebas de toxicidad y índices de baño microbiológicos de las condiciones

*Aline Viana de Morais**
*Eduardo dos Santos Bretas***
*Camilo Dias Seabra Pereira****

*Fernando Sanzi Cortez*****
*Augusto Cesar******
*Aldo Ramos Santos******

RESUMO: De acordo com as Resoluções CONAMA n. 274/2000 e n. 357/2005, indicadores de balneabilidade e toxicidade devem ser avaliados em um corpo receptor aquático com objetivo de prever e evitar efeitos adversos à saúde humana e à biota aquática. O presente trabalho avaliou a qualidade das águas do rio Itaguaré (Bertioga-SP) em cinco pontos distintos, os quais se diferenciam quanto à ocupação de suas margens. Para tal, foram realizados ensaios ecotoxicológicos, mensuração da concentração de coliformes termotolerantes e parâmetros físico-químicos. Foram realizados ensaios de toxicidade aguda conforme ABNT 12713 (2004) e crônica, conforme ABNT 13373 (2005) utilizando-se cladóceros como organismos-teste, além da mensuração de coliformes termotolerantes por meio da técnica de tubos múltiplos conforme APHA (2005), para detecção e quantificação de poluição fecal por animais homeotérmicos. Os resultados indicaram toxicidade aguda no Rio Itaguaré apenas no outono nos pontos 1, 2 e 3, enquanto que a toxicidade crônica foi observada em todas as estações nos pontos 1 e 2; e, em todos os pontos (1, 2, 3, 4 e 5) na primavera e outono. Os níveis de coliformes termotolerantes demonstraram baixas concentrações que permitiram a classificação quanto à balneabilidade como excelente ou muito boa conforme CONAMA n. 274/2000. No entanto, houve maiores concentrações de coliformes nos pontos 1 e 2 durante todos os meses onde também se observou toxicidade. Esses resultados sugerem a presença de efluentes domésticos causando alterações significativas na qualidade da água nesses pontos 1 e 2, localizados próximos à Rodovia Manoel Hypólito do Rego.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente - toxicidade. Qualidade ambiental. Processos microbiológicos.

ABSTRACT: According to Resolutions CONAMA N. 274/2000 and N. 357/2005, bathing conditions and toxicity must be evaluated in an aquatic receiving body to foresee and prevent adverse effects to human health and aquatic biota. The present work evaluated the quality of waters of Itaguaré River (Bertioga - São Paulo) in five different points which differ as regards the occupation of its edges. For doing this, we applied eco-toxicological tests, measured the concentration of thermotolerant coliforms and physical-chemical parameters. We did tests of acute toxicity following ABNT 12713 (2004) and chronic toxicity following ABNT 13373 (2005) using cladocera as test-organisms, in addition to measuring thermotolerant coliforms through the technique of multiple pipes (APHA 2005), for detecting and quantifying fecal pollution by homeothermic animals. Results showed acute toxicity in Itaguaré River only in the autumn in points 1, 2 and 3, whereas chronic toxicity was observed in all seasons in points 1 and 2; and, in all the points (1, 2, 3, 4 and 5) in the spring and autumn. The levels of thermotolerant coliforms had low concentrations classified, as regards bathing conditions as excellent or very good cf. CONAMA N. 274/2000. However, there were greater concentrations of coliforms in points 1 and 2 during all months, and toxicity was also observed. These results suggest the presence of domestic effluent causing significant alterations in water quality in points 1 and 2, located next to Manoel Hypólito do Rego Highway.

KEYWORDS: Environment - toxicity. Environmental quality. Microbiological processes.

RESUMEN: Según las resoluciones CONAMA N. 274/2000 e N. 357/2005, se debe evaluar las condiciones del baño y la toxicidad en un cuerpo de recepción acuático para prever y prevenir efectos nocivos a la salud humana y a la biota acuática. Este trabajo evaluó la calidad de aguas del río Itaguaré (Bertioga - São Paulo) en cinco puntos distintos que se diferencian en lo que concierne a la ocupación de sus bordes. Como para hacerlo, hicimos pruebas eco-toxicológicas, medidas de la concentración de coliformes termotolerantes y parámetros físico-químicos. Hicimos pruebas de la toxicidad aguda según ABNT 12713 (2004) y de la toxicidad crónica según ABNT 13373 (2005) usando cladocera como organismos de prueba, además de medir coliformes termotolerantes con la técnica de las pipas múltiples (APHA 2005), para detectar y cuantificar la contaminación fecal por los animales homeotérmicos. Los resultados demostraron toxicidad aguda en el río Itaguaré solamente en el otoño en los puntos 1, 2 y 3, mientras que la toxicidad crónica fue observada en todas las estaciones en los puntos 1 y 2; y, en todos los puntos (1, 2, 3, 4 y 5) en la primavera y el otoño. Los niveles de coliformes termotolerantes tenían concentraciones bajas; en lo que concierne las condiciones de baño han sido excelentes o muy buenos según CONAMA N. 274/2000. Sin embargo, hubo mayores concentraciones de coliformes en los puntos 1 y 2 durante todos los meses, y la toxicidad también fue observada ahí. Estos resultados sugieren la presencia de efluentes domésticos que causa alteraciones significativas en calidad del agua en los puntos 1 y 2, localizados al lado de la autopista Manoel Hypólito hacen la carretera de Rego.

PALABRAS-LLAVE: Ambiente - toxicidad. Calidad ambiental. Procedimientos microbiológicos.

* Bacharel em Ciências Biológicas. Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02. E-mail: alinepiraju@yahoo.com.br

** Bacharel em Ciências Biológicas. Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02.

*** Doutor em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo. Professor Titular da Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02.

**** Bacharel em Ciências Biológicas. Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02.

***** Doutor em Ecologia pela Universidade de Múrcia - Espanha. Professor Titular da Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02.

***** Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá-MG. Professor Titular da Universidade Santa Cecília - Santos-SP. Departamento de Ecotoxicologia, bloco B, sala 02.

Introdução

Poluentes são encontrados no meio ambiente nas formas gasosas, substâncias dissolvidas ou particuladas. Podem alcançar o ambiente aquático por uma variedade de caminhos, incluindo a atmosfera e o solo, interferindo na qualidade da água¹. Além disso, recursos hídricos são fontes potenciais de veiculação de doenças, as quais estão associadas à falta de saneamento ambiental².

O controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida³. Conforme CONAMA 357/2005³, a qualidade dos ambientes aquáticos pode ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se de organismos e/ou comunidades aquáticas. Segundo APHA⁴, existem diversos organismos utilizados como indicadores de contaminação. Sabe-se que os coliformes termotolerantes inferem na detecção e quantificação de poluição fecal por animais homeotérmicos, bem como os cladóceros (microcrustáceos) na análise de contaminação química (toxicidade).

Conforme descrito por Esteves⁵, formações de grandes aglomerados urbanos e industriais aumentam a necessidade de água para abastecimentos tanto domésticos quanto industriais, além da irrigação e lazer. As atividades humanas são quase que em sua totalidade relacionadas às águas continentais, o que a torna cada vez mais dependente de sua disponibilidade.

Raramente efluentes domésticos recebem o devido tratamento sanitário. Em decorrência disso, ao atingirem corpos d'água, depositam, além de microorganismos patogênicos, substâncias químicas capazes de causar efeitos deletérios em organismos da biota aquática.

De acordo com Knie, Lopes⁶, ensaios de ecotoxicidade com organismos-teste, tais como, *Daphnia similis* (Claus, 1879) e *Ceriodaphnia dubia* (Richard, 1894) são eficientes na avaliação de toxicidade. Além disso, são utilizados e reconhecidos conforme a legislação CONAMA n. 357/2005³ como uma das formas de diagnóstico sobre a qualidade das águas de corpos receptores.

De acordo com a Agência Nacional de Águas⁷, a Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste tem área equivalente a 229.972 km², representando 2,7% do País. Apesar de apresentar uma das maiores demandas hídricas, a bacia possui uma das menores disponibilidades relativas do País. Essa região possui um elevado contingente populacional, com cerca de 25,6 milhões de pessoas, que representam 15,1% da população do País. Dentre esses significativos adensamentos populacionais, destacam-se as Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro, Vitória e Baixada Santista.

O município de Bertioiga está situado na Região Metropolitana da Baixada Santista, Estado de São Paulo. A cidade é considerada balneária e está inserida em área do Bioma Atlântico, sendo uma das mais importantes do País, onde se destacam o Parque Estadual da Serra do Mar, inúmeros rios, cachatas e trilhas, que se estendem por mais da metade da área do município; além disso, possui faixa costeira com aproximadamente trinta e seis quilômetros de praias, consideradas como um dos santuários ecológicos relevantes do Estado de São Paulo⁸.

Em decorrência da distância geográfica com relação à ferrovia São Paulo-Santos, o município de Bertioiga teve sua ocupação e exploração tardia em relação às demais localidades do litoral paulista. Conforme relatado pela Secretaria do Meio Ambiente⁸, a população

dedicou-se às atividades extrativistas de pequeno porte, como a pesca, artesanato e a agricultura de subsistência, o que permitiu à região livrar-se do intenso processo de degradação ambiental durante a industrialização paulista. Entre os anos setenta e oitenta, novas rodovias (como Manuel Hypólito do Rego) facilitaram o acesso, bem como o escoamento da produção. Em consequência disso, o aumento do turismo e a especulação imobiliária sem planejamento devido estão entre os principais problemas ambientais. Esse conjunto originou uma logística de prosperidade econômica para a região, porém induziu à ocupação desordenada do seu território, contribuindo para o surgimento de significativos danos e impactos ambientais em áreas protegidas, segundo Resolução do CONAMA n. 303/2002⁹, que caracteriza áreas de preservação permanente, tais como: nascentes, mananciais, encostas, matas ciliares, entre outros patrimônios.

O município de Bertioiga ainda possui áreas preservadas e de grande representatividade cuja paisagem é marcada pela presença de vegetação nativa nos estágios de regeneração inicial, médio e avançado, formando ecossistemas (manguezais e restingas) que se unem em mosaicos ecológicos naturais. Conforme SMA¹⁰, essa região possui rede hídrica abundante, formada por rios, cachoeiras, estuários e mangues. Em decorrência da fauna, flora e recursos hídricos apresentarem características de relevante interesse ambiental, estuda-se a possibilidade da criação de uma Unidade de Conservação nas áreas de foz dos rios Itaguaré e Guaratuba, além da floresta localizada entre a rodovia Mogi-Bertioiga. Essa região abrange uma área de 8 000 hectares e está submetida desde 30 de março de 2010 à "limitação administrativa provisória".

Esse termo está contido no Decreto 55.661¹¹ e amparado pela Lei Federal n. 9.985/2000¹², conhecida como Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação).

O Rio Itaguapé possui extensão de 12,5 km. A montante está voltada ao Sopé da Serra do Mar, a jusante está a foz que deságua na praia do Itaguapé, cuja extensão é de aproximadamente 2,9km, em forma de semicírculo com faixa de areia dura entre as formações de lagoas de água doce. As águas do Rio Itaguapé, de acordo com CONAMA¹³, são classificadas como classe II, devendo ocorrer preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas, além de permitir, sem riscos de contaminação, a recreação de contato primário, pesca amadora, dessedentação de animais, navegação e harmonia paisagística.

Metodologia

Foram determinados cinco pontos de amostragem em trechos das águas do Rio Itaguapé, que distam em média 500 metros entre si sucessivamente desde a foz em direção à nascente. As coletas foram efetuadas no período de novembro (2007) a outubro (2008), sendo uma vez ao mês para medição de coliformes termotolerantes e a cada três meses para ensaios de toxicidade e análises físico-químicas (pH, salinidade, oxigênio dissolvido e dureza).

Para verificar as concentrações dos coliformes termotolerantes, adotou-se a técnica dos tubos múltiplos, conforme APHA⁴, utilizando-se meios de cultura A1. Para ensaios de toxicidade, foram selecionadas espécies de cladóceros: *Daphnia similis* para toxicidade de efeito agudo, conforme ABNT 12713/2004¹⁴ e *Ceriodaphnia dubia* para toxicidade de efeito crônico, conforme ABNT 13373/2005¹⁵.

A partir da taxa de imobilidade ou mortalidade (teste agudo) e reprodução (teste crônico) de cada uma das réplicas dos testes referentes às amostras ambientais (pontos de coleta), foram calculadas as médias; essas foram usadas em comparações pareadas com o controle (padrão de qualidade), por meio da verificação da normalidade (Chi-quadrado) e homogeneidade de variância (F-Test) antes da aplicação do Teste T com bioequivalência, que apontou quando houve diferenças significativas (toxicidade) entre amostras e controle. Todos os métodos foram realizados a partir do software TOXSTAT[®] 3.5.

Resultados

Parâmetros físico-químicos tais como potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (O.D.), condutividade e dureza foram mensurados e apresentaram-se dentro de padrões estabelecidos por ABNT 12713/2004¹⁴ e ABNT 13775/2005¹⁵ para as espécies testadas.

O Rio Itaguapé apresentou toxicidade aguda no verão e outono nos pontos 1, 2 e 3; enquanto que a toxicidade crônica foi observada em todas as estações nos pontos 1 e 2, e nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5, na primavera e outono, como demonstrado nos gráficos 1 e 2.

A concentração de bactérias do grupo coliformes termotolerantes apresentou variações que podem ser observadas no gráfico 3. Os maiores níveis de bactérias são vistos nos meses de maio (pontos 1 e 2), janeiro e fevereiro (ponto 1) e agosto (ponto 3), enquanto que as menores concentrações estão representadas pelos meses de setembro e julho (pontos 4 e 5) e outubro (ponto 5).

Considerando a classificação CONAMA 274/2001⁶ para águas próprias quanto à balneabilidade, a

partir da média de um conjunto de 5 amostras consecutivas, as águas do Rio Itaguapé puderam, a partir de março (2008) ser classificadas como excelente quando a média dos últimos cinco meses foi menor que 250 Unidades Formadoras de Colônia (UFC), ou muito boa com média entre 251 e 500 UFC (Tabela 1).

Observa-se uma relação entre o número mais provável de coliformes termotolerantes (Gráfico 3) e a ocorrência de toxicidade (Gráficos 1 e 2). Quando a quantidade de bactérias desse grupo foi baixa, como visto no inverno (nos meses de junho e julho) ocorreu apenas toxicidade crônica nos pontos 1 e 2. Em contrapartida, com a elevação das bactérias no mês de maio, notou-se toxicidade aguda (pontos 1, 2 e 3) e crônica em todos os pontos, conforme gráficos 1 e 2.

Discussão

No monitoramento periódico efetuado pela CETESB¹⁷ no ano de 2007, o local correspondente ao ponto 2 apresentou resultados que não atenderam aos níveis aceitáveis pela legislação citada. Foram duas entre três coletas em que a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido apresentaram-se em desacordo com a legislação ambiental vigente.

A DBO é utilizada universalmente para quantificar a matéria orgânica presente em um corpo de água. Essa mensuração envolve o acompanhamento da reação bioquímica que ocorre na presença e consumo de oxigênio durante o processo de oxidação da matéria orgânica por bactérias. O nível máximo aceito pela legislação citada é de 5mg/L para rios de classe 2. Entretanto, no ano de 2007, foram encontrados níveis de 8mg/L na primavera e 49mg/L no outono¹⁷. Um alto nível de DBO é indicador de poluição por matéria orgânica

Gráfico 1. Resultados dos testes de toxicidade com efeito agudo das estações primavera, verão, outono e inverno

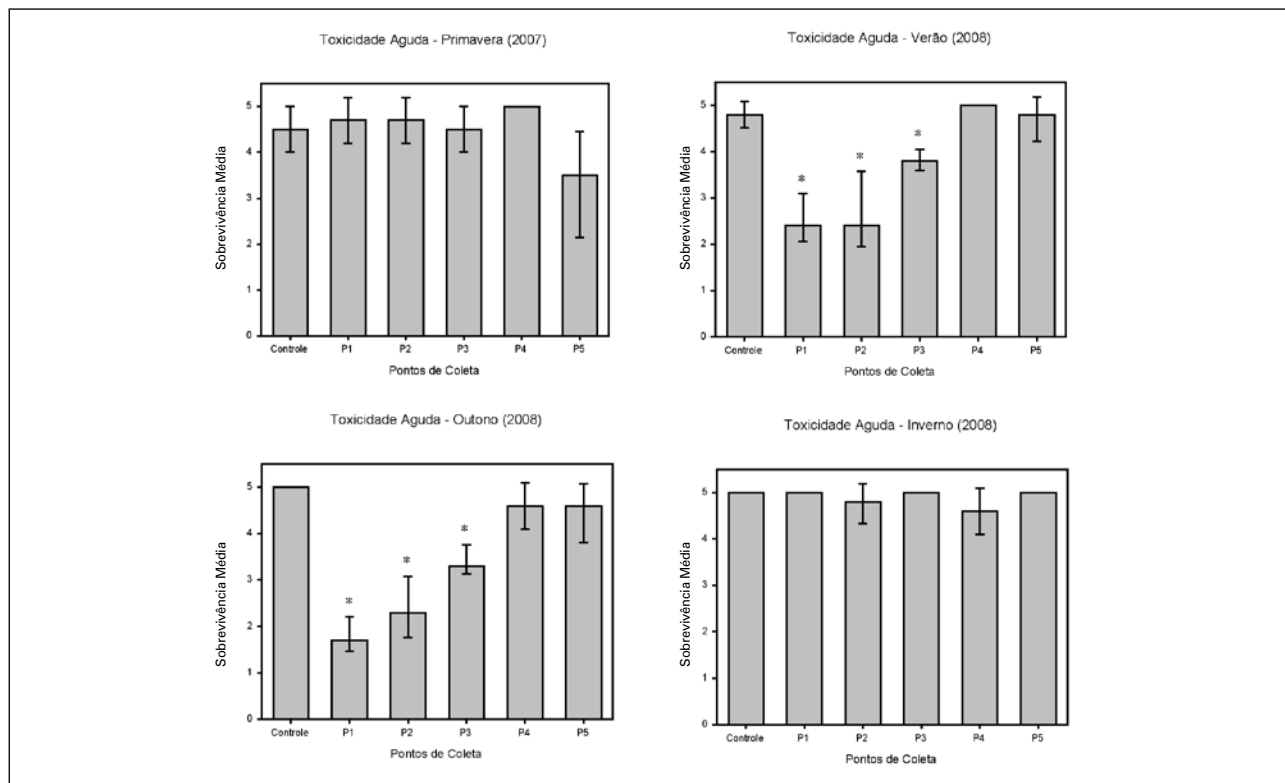


Gráfico 2. Resultados dos testes de toxicidade com efeito crônico das estações primavera, verão, outono e inverno

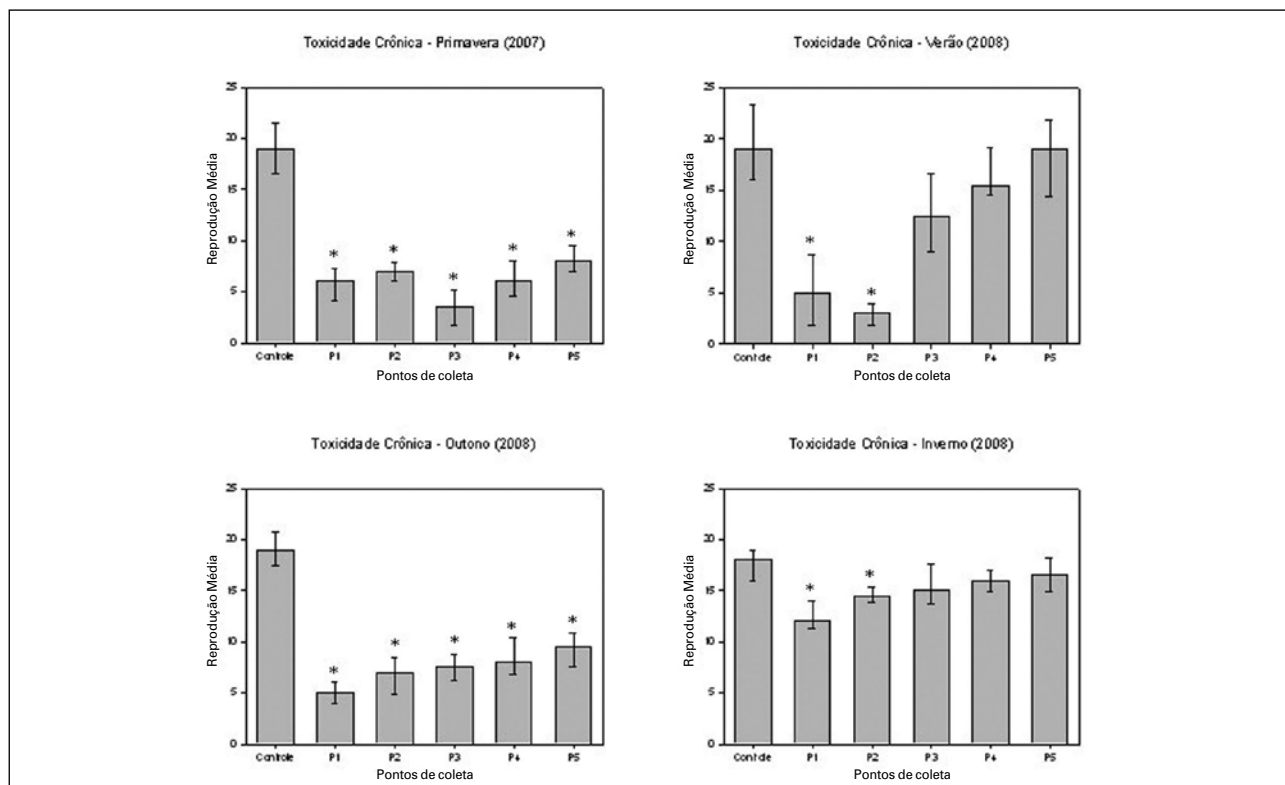


Gráfico 3. Variação anual de concentrações de coliformes termotolerantes (2007/2008)

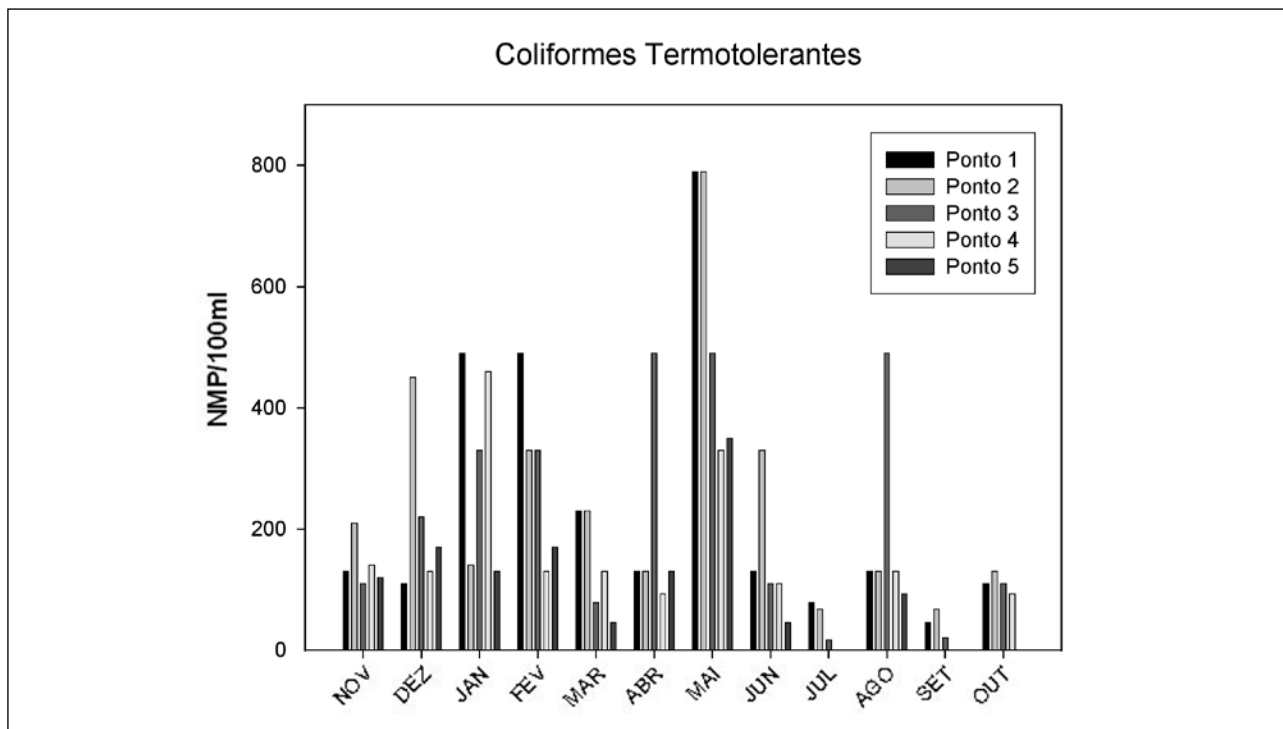


Tabela 1. Classificações qualitativas referentes à balneabilidade

Pontos	Mar 2008	Abr 2008	Mai 2008	Jun 2008	Jul 2008	Ago 2008	Set 2008	Out 2008
1	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	excelente	excelente
2	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	muito boa	excelente
3	Excelente	muito boa	muito boa	muito boa	excelente	muito boa	excelente	excelente
4	Excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente
5	Excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente

Fonte: CONAMA 274/200016

de origem animal e vegetal, além de estar presente em efluentes industriais ou domésticos de fontes pontuais e/ou difusas que não recebem o devido tratamento sanitário.

Segundo Esteves⁵, a contaminação por uma elevada quantidade de matéria orgânica pode acarretar contaminação microbiológica, aumento na turbidez e eutrofização em decorrência do enriquecimento de nutrientes.

Wetzel¹⁸ descreve que o oxigênio dissolvido (OD) é uma variável

de suma importância por ser vital ao metabolismo de organismos aeróbicos que habitam o meio aquático. A disponibilidade está relacionada para além da solubilidade atmosférica, entre o balanço das taxas de quantidade produzida pelo próprio corpo hídrico por meio de organismos fotossintetizantes (algas e bactérias) e pelo consumo pela biota aquática, destacando-se as bactérias durante a oxidação de matéria orgânica^{5,18}. Desse modo, o OD faz-se uma das principais variáveis que caracterizam o efeito da

poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos considerando o nível mínimo aceito pela legislação (5mg/L). Entretanto, no ano de 2007, conforme relatado pela CETESB¹⁷, foram evidenciados valores de 3,86mg/L no outono. A produção e a disponibilidade de OD estão diretamente relacionadas a variáveis diárias de fotoperíodo, intensidade luminosa e temperatura. Ventos e chuvas podem ter importância eventual, porém as amplitudes destes fatores ambientais são menores na região equato-

rial. Segundo James e Birge (1938 apud Wetzel, 1993)¹⁸, são mais acentuados os efeitos provocados pelos compostos orgânicos dissolvidos sobre a absorção da energia luminosa, uma vez que exercem redução drástica na transmissão da luz como também um desvio seletivo da absorção dos raios ultravioletas, mesmo quando presentes em baixas concentrações. Os valores evidenciados no outono de 2007 podem estar relacionados a esses fatores.

O efluente doméstico típico é considerado biodegradável, sendo que sua decomposição e tratamento são tecnicamente simples. Entretanto, conforme publicado pelo relatório anual da CETESB²⁰, a crescente urbanização e industrialização de algumas regiões do Estado de São Paulo tem como consequência um maior comprometimento da qualidade das águas de rios e reservatórios, principalmente em relação à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população.

Os corpos de água que deságuam no litoral paulista são os principais responsáveis pela variação da qualidade das águas das praias, pois recebem frequentemente contribuição de esgotos domésticos não tratados²¹.

A infraestrutura do saneamento básico de Bertiooga é composta por uma estação de tratamento tipo lodo ativado. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município atende apenas 19,5% da população e corresponde a apenas 20% de todo o esgoto emitido²². De acordo com Zaroni²³, esse perfil de tratamento sanitário é insuficiente para garantir a qualidade ambiental, tampouco atender a população flutuante, que gira em torno de 60.000 pessoas.

O Rio Itaguaré não é receptor de nenhum efluente proveniente de estação de tratamento. Assim, a presença de coliformes termotolerantes pode estar associada diretamente à ocorrência no próprio ambiente por animais homeotérmicos e ter origem antrópica por esgoto lançado *in natura*. Bactérias do grupo coliformes apresentaram-se, na maioria dos meses, em baixas concentrações, o que permitiu a determinação das águas dos respectivos pontos de amostragem como excelente ou muito boa, conforme a classificação CONAMA n. 274/2000¹⁶. As concentrações obtidas permaneceram relativamente equilibradas e em ritmo decrescente na seguinte ordem dos pontos: 2, 1, 3, 4 e 5. Houve maior concentração no ponto 2, área com significativa interferência antrópica, às margens do rio, considerando principalmente a presença de fontes pontuais de esgoto doméstico não tratado. Assim, também se encontra, em proporções um pouco menores, a região do ponto 1. Os outros três pontos subsequentes (3, 4 e 5) encontram-se em área de mata nativa, em bom estado de conservação. No entanto, de uma maneira geral, em todos os pontos houve concentrações mais elevadas nos meses de maio, janeiro e fevereiro.

Conforme descrito pela CETESB²⁴, em Bertiooga há maior intensidade de chuva nos meses de janeiro e fevereiro, durante os quais também foram encontrados altos níveis de concentrações de coliformes termotolerantes e toxicidade aguda (verão). O aumento na incidência desse grupo de bactérias pode estar diretamente associado ao elevado índice pluviométrico, pois as chuvas, ao mesmo tempo em que lavam o solo, arrastam para o corpo hídrico receptor, compostos orgânicos, sais minerais e nutrientes. Essa lixiviação, além de

aumentar a contaminação microbológica por organismos patogênicos, também é passiva de causar toxicidade no meio aquático pela introdução de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no esgoto doméstico, que tem sua vazão significativamente aumentada no litoral paulista pela população de veraneio.

Nas estações primavera e outono também se observa, pelos ensaios ecotoxicológicos, efeitos adversos em todos os pontos. Esse efeito foi mais significativo no outono nos pontos 1, 2 e 3, uma vez que, além da toxicidade crônica, também apresentaram toxicidade aguda. No outono, a maior concentração de coliformes termotolerantes coincidiu com a ocorrência de toxicidade aguda e crônica.

A campanha de primavera foi realizada no fim da estação, o que coincide com o início da temporada de veraneio, quando ocorre um aumento significativo da população. Fato esse associado a maior demanda de esgoto e seus respectivos contaminantes, tanto de origem biológica quanto química. A toxicidade evidenciada na primavera é seguida de uma significativa elevação de coliformes termotolerantes no ponto 2, área frequentada mais assiduamente pela população do próprio município e turistas.

Os bioensaios indicaram a ocorrência de toxicidade aguda (estações verão e outono) e crônica (todas as estações) nos pontos de coleta 1 e 2. Esses resultados corroboram com os indícios de degradação moderada evidenciados por Zaroni²³ entre os dois pontos. Esses locais encontram-se respectivamente próximo a praia e, em área adjacente a Rodovia Manuel Hypólito do Rego, na ponte sobre o Rio Itaguaré. Essas regiões têm alguns poucos moradores (ponto 1) e um aglomerado de bares e restaurantes (ponto 2). Ambas as

ocupações encontram-se em áreas de mata ciliar e são geradoras de impacto pelo uso do solo, além de estabelecerem fontes pontuais de efluentes domésticos. Esses resíduos podem conter poluição fecal e contaminantes químicos, como surfactantes e óleos, comuns em áreas domésticas. Entretanto, conforme relatado por Zaroni²³, na foz do rio (praia do Itaguapé), há fortes evidências de que não há poluição causando degradação, em decorrência da diluição dos contaminantes pela intensidade da dinâmica das correntes.

Os rios que deságuam nas praias avaliados pela CETESB estão enquadrados, segundo o Decreto Estadual n. 10755/77²⁵, como classe 2. Essa constatação indica que as águas desses respectivos rios possibilitam as atividades de irrigação, pesca, aquicultura, recreação de contato primário e secundário e até mesmo abastecimento público mediante o tratamento. Entretanto, a classificação não corresponde necessariamente à qualidade que o corpo hídrico possui, mas ao que ele deveria, de acordo com as condições estipuladas por esse mesmo decreto, atender.

Os parâmetros de qualidade que fazem parte do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de

esgotos domésticos não tratados. É importante também salientar que esse índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos referentes ao seu tratamento. Silva²⁶ relata que os critérios de qualidade comumente adotados são relativos, por desconsiderar em manutenção da vida aquática nestes corpos, já que o foco é a qualidade da água para fins de potabilidade.

A CETESB, a partir de 2002, passou a usar também outros índices, mais específicos para classificar os principais usos de recursos hídricos. Entre eles tem-se o Índice de Vida Aquática (IVA), em que o diagnóstico tem mais representatividade, pois incorpora parâmetros mais adequados e abrangentes, como a toxicidade e a eutrofização. Entretanto, esses mesmos parâmetros não estão contemplados nos diagnósticos de rios litorâneos como o Itaguapé, onde a avaliação está restrita ao IQA. Dessa forma, a classificação envolve parâmetros físico-químicos e microbiológicos, cuja prioridade é a potabilidade, independentemente das condições no ciclo da biota aquática.

Conclusão

De acordo com a legislação vigente (CONAMA 274/2000¹⁶), o Rio Itaguapé encontra-se dentro

dos padrões aceitos para a qualidade de suas águas referente à balneabilidade. No entanto, o presente corpo hídrico apresentou-se inadequado quanto à classificação da qualidade de suas águas como classe 2, de acordo com o CONAMA 357/2005³, uma vez que se constatou efeito de toxicidade aguda e crônica.

A concentração de bactérias do grupo coliformes no Rio Itaguapé é relativamente estável, ocorrendo variações sutis em decorrência da sazonalidade. Porém, a presença de fontes pontuais de esgoto doméstico não tratado tende a comprometer a qualidade de suas águas pela introdução de substâncias químicas com potencial tóxico, como metais traço, surfactantes, hidrocarbonetos e fármacos.

Considerando que o Rio Itaguapé integrará uma futura Unidade de Conservação, estudos integrando análises químicas, toxicológicas e ecológicas devem ser realizados nesse corpo receptor visando a identificar os compostos responsáveis pela toxicidade evidenciada no presente estudo e suas fontes, uma vez que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade e ao equilíbrio ecológico aquático, de acordo com a legislação vigente³.

REFERÊNCIAS

1. Chapman P. Water. Quality Assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. London: UNESCO/WHO/UNEP; 1992.
2. Zagatto PA, Bertolotti E. Ecotoxicologia Aquática: princípios e aplicações. São Carlos: Rima; 2006.
3. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n. 357, 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 – Data da legislação: 17/03/2005 – Publicação DOU n. 053, de 18/03/2005, p. 58-63. CONAMA [acesso em: 15 Fev 2008] Brasília (DF); 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2005>

4. APHA, AWWA, WEF. Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21a ed. Washington (DC): APHA; 2005. Section 9221.
5. Esteves FA. Fundamentos de Limnologia. 2a ed. Rio de Janeiro: Interciências; 1998.
6. Knie LW, Lopes EWB. Testes Ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. Florianópolis (SC): Fundação do Meio Ambiente (FATMA)/ Cooperação Técnica Alemã (GTZ); 2004.
7. Agência Nacional de Águas. Região enfrenta sérios problemas por causa da escassez de água. ANA. Divisão Hidrográfica Nacional. Região Hidrográfica Atlântico Sudeste. 2008 Disponível em: <http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaI.asp>
8. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental (CPLEA) – Litoral Norte. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente; 2005.
9. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n. 303/2002b. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente – Data da legislação: 20/03/2002 – Publicação DOU n. 090, de 13/05/2002, p. 68. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>
10. São Paulo (Estado). Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental (CPLEA). São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente (SP); 2005. 112 p.
11. São Paulo (Estado). Secretaria de Meio Ambiente (SMA). Decreto Estadual n. 55.661, de 30 de março de 2010: Estabelece limitação administrativa provisória na área que especifica na restinga de Bertiooga (Guaratuba e Itaguaré), no Estado de São Paulo, nos termos do artigo 22-A da Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000, acrescentado pela Lei Federal n. 11.132, de 4 de julho de 2005 – Data da legislação: 18/07/2000. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; 2010. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/decretos/2010_Dec_55661.pdf
12. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências – Data da legislação: 18/07/2000 – Publicação no DOU de 19.7.2000. CONAMA, 2000. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm
13. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n. 357, 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. - Data da legislação: 17/03/2005 - Publicação DOU n. 053, de 18/03/2005, p. 58-63. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2005>
14. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713: Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda – Método de Ensaio com *Daphnia spp* (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro: ABNT; 2004.
15. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13373: ecotoxicologia Aquática – Toxicidade crônica – Método de. ensaio com *Ceriodaphnia spp* (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro: ABNT; 2005
16. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução n. 274, de 2000. Trata da balneabilidade, dá definições e revoga artigos da resolução 020/86 – Data da legislação: 29/11/2000 – Publicação DOU n. 18, de 8/01/2001, p. 70-71. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente; 2001. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/legislacao/resolucoes-conama>
17. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo - Balneabilidade das Praias – 2008 Emitido pelo EEQI - Setor de Águas Interiores Banco Interlagos. São Paulo: CETESB; 2008. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>
18. Wetzel RG. Limnologia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1993.
20. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2002 Emitido pelo EEQI – Setor de Águas Interiores Banco Interlagos. São Paulo: CETESB; 2002. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>
21. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2007 Emitido pelo EEQI – Setor de Águas Interiores Banco Interlagos. São Paulo: CETESB; 2007. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>
22. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2004 Emitido pelo EEQI – Setor de Águas Interiores Banco Interlagos. São Paulo: CETESB; 2004. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>
23. Zaroni I. Pires. Avaliação da qualidade dos sedimentos marinhos e estuarinos no município de Bertiooga-SP [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2006. (Doutorado em Oceanografia Biológica)
24. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas do Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias – 2003 Emitido pelo EEQI – Setor de Águas Interiores Banco Interlagos. São Paulo: CETESB; 2003. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>

25. São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. SMA. Decreto Estadual n. 10755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976 e da providências correlatas. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente; 1977. Disponível em: http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_estadual/leg_est_decretos/Decreto%20n%C2%BA%2010755-77.htm
26. Silva GS, Jardim WF. Um novo índice de qualidade das águas para a proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, região de Campinas, Paulínia-SP. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30244.pdf>
-

Recebido em 22 de setembro de 2010
Versão atualizada em 20 de outubro de 2010
Aprovado em 30 de novembro de 2010