

Avaliação da qualidade das águas de seis rios de São Gonçalo e do risco de contaminação à Baía de Guanabara, RJ

Evaluation of water quality of six rivers of São Gonçalo and the risk of contamination to Guanabara Bay, RJ, Brazil

Fábio Vieira de Araújo^{1,4}; Crystiane Ribas Batista Ribeiro¹; Marcelly Miranda Aybal Jayme²; Monica Conceição Nunes Carvalho³

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP, departamento de Ciências, R. Francisco Portela, 1470 - Patronato, São Gonçalo - RJ, 24435-005

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FCM, departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, Av. Prof. Manuel de Abreu, 444 - 3º andar Vila Isabel - Rio de Janeiro, RJ, 20550-170

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro – IQ, departamento de Química, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909

⁴ Autor para Correspondência (*Author for correspondence*): marcellyjayme@yahoo.com.br

Resumo

Localizada no estado do Rio de Janeiro, a Baía de Guanabara comporta o segundo maior complexo industrial e o segundo maior centro demográfico do país, sendo considerado um dos ambientes mais poluídos do litoral brasileiro, poluição esta originada principalmente por efluentes domésticos e industriais. O impacto ambiental em decorrência da poluição aquática pode produzir, como consequência, o desequilíbrio de todo um ecossistema, inclusive danos à saúde de pessoas que entram em contato com tais águas contaminadas por micro-organismos patogênicos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a contribuição dos rios do município de São Gonçalo sobre a qualidade das águas da Baía de Guanabara identificando o possível risco de contaminação dos usuários destas águas. Foram realizadas coletas mensais durante seis meses, das águas de seis rios do município de São Gonçalo que desembocam na baía. A análise de coliformes termotolerantes identificou valores de NMP acima de 1.000/100mL em todos os pontos amostrados em 100% das coletas. A análise dos parâmetros físico-químicos apontou para valores de oxigênio dissolvido inferiores a 5 mg/L também em todos os pontos analisados e valores de sólidos totais dissolvidos acima de 0,5 g/L em três desses. De acordo com as resoluções CONAMA 274/2000 e 357/2005 as águas analisadas dos seis rios não se destinam à balneabilidade assim como à outros fins e contribuem negativamente para a qualidade das águas da Baía de Guanabara e saúde de banhistas e pescadores que as utilizam para lazer e subsistência.

Palavras-chave: Baía de Guanabara, poluição, coliformes, CONAMA.

Abstract

Located in the state of Rio de Janeiro, Guanabara Bay holds the second largest industrial center and second largest population of the country, being considered one of the most polluted environments of the Brazilian coast; pollution caused mainly by domestic and industrial effluents. The environmental impact due to water pollution can produce as result an imbalance of an entire ecosystem, including to the health of people who come into contact with that water contaminated by micro-organisms. This study aimed to evaluate the influence of the rivers of São Gonçalo on the quality of the waters of Guanabara Bay identifying the possible risk of contamination by the users of these waters. Waters of six rivers in São Gonçalo city that flow into the bay were collected monthly during six months. Analysis of thermotolerant coliforms showed values above 1.000MPN/100mL in all collections. The analysis of physical-chemical parameters showed values of dissolved oxygen below 5 mg/L in all sampled areas and for total dissolved solids values above 0.5g/L in three of these areas. According to CONAMA resolutions 274/2000 and 357/2005 the water analyzed of the six rivers are not proper for bathing or other purposes and negatively contribute to the quality of Guanabara Bay waters and to the health of bathers and fishermen who use them for recreation and livelihood.

Keywords: Guanabara Bay, pollution, coliforms, CONAMA.

INTRODUÇÃO

Os rios estão entre os principais contribuintes para estabelecer a qualidade das águas de ecossistemas costeiros, sendo esta de crucial importância para a manutenção da integridade ecológica e biótica destes ambientes (Aguiar et al., 2011). A degradação dos rios tem se tornado um grave problema uma vez que o crescimento das áreas urbanas tem levado a maior deterioração das águas destes corpos hídricos contribuintes e conseqüentemente das águas onde desaguam (Dodds & Codes, 2007).

A deterioração das águas pode ser observada pela variação em diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos que juntos conferem a qualidade de um corpo d'água (Waichaman et al., 2008). No Brasil, a resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente é responsável pelo enquadramento em classes de uso dos diferentes corpos d'água em relação a sua qualidade, utilizando para isto diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos (CONAMA, 2005).

Vários são os rios que devido a deterioração em sua qualidade, consequência do aporte de efluentes domésticos e/ou industriais, não podem mais, segundo a resolução supra citada, ser utilizados para os fins que se destinavam inicialmente; tais como abastecimento de comunidade, irrigação de hortaliças e outras plantas, cultivo de organismos e mesmo apenas ao lazer (Alves et al., 2008; Marchesan et al., 2009; Malutta et al., 2013; De Souza et al., 2014; Fonseca et al., 2014).

Um levantamento realizado entre março de 2014 e fevereiro de 2015 pela Fundação SOS Mata Atlântica, onde foi avaliada a qualidade da água de 175 pontos distribuídos em rios de diversos municípios do estado do Rio de Janeiro, mostrou que 39 apresentaram água boa (22,3%), a maioria está em situação regular (68,6%) e 16 (9,1%) tiveram índice ruim segundo os parâmetros analisados. O estudo concluiu que os rios que apresentaram boa qualidade localizavam-se em áreas protegidas com matas ciliares preservadas. O mesmo estudo cita que na cidade do Rio de

Janeiro, os indicadores aferidos revelaram uma piora na qualidade da água em relação à estudo realizado anteriormente. Dos 15 pontos coletados em área urbana, somente 5 (33,3%) apresentaram qualidade regular e outros 10 pontos (66,7%) registraram qualidade ruim (Fundação SOS Mata Atlântica; dados não publicados; disponível em <https://www.sosma.org.br/102095/fundacao-divulga-qualidade-da-agua-em-111-rios-pais/>. Acesso em 15/07/2015).

A Baía de Guanabara, localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, é um exemplo de ambiente que sofre com a contaminação de todos os tipos de poluentes provenientes dos diversos contribuintes hídricos de sua bacia (Fonseca et al., 2014). Tais poluentes tornaram esta baía um ambiente hipereutrofizado, praticamente anóxico em diversas áreas e com grande concentração de micro-organismos causadores de doenças como hepatite e gastroenterites (Sobrinho et al., 2008; Vianna et al., 2013; Souza et al., 2014). Apesar disto, atividades de turismo, lazer e pesca continuam sendo praticadas em suas águas.

Algumas destas atividades podem ser visualizadas no município de São Gonçalo, segundo maior do Rio de Janeiro, com cerca de um milhão de habitantes (IBGE, 2014) e que possui diversos problemas de infraestrutura em saneamento, como ausência de tratamento de esgoto e deficiência na rede coletora de lixo.

Tais problemas fazem com que seus rios recebam dejetos domésticos e industriais, os quais conseqüentemente contribuem para a péssima qualidade das águas encontradas na Baía de Guanabara, colocando em risco a vida marinha e as pessoas que utilizam este ambiente (Aguiar et al., 2011).

Vários são os estudos sobre a qualidade das águas dos rios contribuintes da Bacia da Baía de Guanabara, mas a maioria, em rios localizados no lado oeste da baía, onde se localizam a cidade do Rio de Janeiro e os municípios da baixada fluminense (Silva et al.,

2008; Silveira et al., 2011; Rangel et al., 2011). Um menor número de trabalhos tem sido realizados no leste metropolitano, onde encontram-se os municípios de Niterói e São Gonçalo.

Devido à instalação, em andamento, de um complexo petroquímico próximo a esta área, o que acarretará maior concentração urbana, e, a contribuição de seis rios que atravessam o município de São Gonçalo e desaguam na referida baía através da análise microbiológica e físico-química de suas águas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas seis coletas entre dezembro de 2010 a maio de 2011, sempre em horário de maré baixa em estações amostrais distribuídas em seis rios do município de São Gonçalo (rio Maribondo (#1) 22°49'12.1" S / 43°04'54.9" O; rio Guaxindiba (#2) 22°47'13.1" S / 42°58'35.3" O; rio Imboaçú (#3) 22°48'14.6" S / 43°03'33.3" O; rio Brandoa (#4) 22°50'25" S / 43°05'46.4" O; rio Bomba (#5) 22°51'16.6" S / 43°06'08.6" O e rio Alcântara (#6) 22°49'15.6" S / 43°00'16" O).

As águas foram coletadas em frasco de vidro estéril à superfície e mantidas no escuro e no gelo até a análise em laboratório, não mais do que 4h após a coleta (Hagler & Mendonça, 1981). Os parâmetros físico-químicos: salinidade (SAL, S), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água (T, °C), oxigênio dissolvido (OD, mg/L), potencial de oxidação-redução (Eh, mV), sólidos totais dissolvidos (STD, g/L) e condutividade elétrica (CE, mS/cm) foram determinados em campo através de uma sonda multiparâmetros YSI 556.

Os coliformes termotolerantes (CF, NMP/100mL) foram enumerados pela metodologia padrão do número mais provável (APHA, 1995). Volumes de 1mL e diluições decimais das amostras foram inoculadas em cinco séries com cinco tubos cada contendo caldo Lauryl Sulfato e incubados por 48h a 35 ± 2°C. Alíquotas de 0,1 mL dos tubos positivos (crescimento bacteriano evidenciado por turvação do caldo e produção de gás)

realização de diversas modalidades esportivas nas águas da baía de Guanabara durante os Jogos Olímpicos de 2016 a serem realizados na cidade do Rio de Janeiro, a avaliação da qualidade dos rios contribuintes do lado leste desta baía assume maior importância para fins de referência à trabalhos futuros; bem como avaliação de riscos atuais. Assim sendo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a foram repassadas para tubos contendo caldo EC e incubados por 24h a 44,5 ± 0,2°C. O valor de coliformes termotolerantes foi obtido após entrada do número de tubos positivos em caldo EC na tabela do número mais provável.

A comparação dos valores médios obtidos para os parâmetros analisados entre os diferentes rios estudados foi realizada pelo teste de Tukey após análise de variância (ANOVA) a nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa Assistat 7.7 beta (Register INPI 0004051-2; UAEG-CTRN-UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil) software, com nível de confiança de 95%.

RESULTADOS

Nas figuras de 1 a 8 encontram-se os valores médios e desvios padrão encontrados para os diversos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados nas seis estações de coleta nos rios estudados. Não foi observada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para os diferentes parâmetros analisados entre os rios estudados; com exceção dos parâmetros salinidade ($p = 0,0322$), sólidos totais dissolvidos ($p = 0,0248$) e condutividade elétrica ($p = 0,0269$).

Nos rios Maribondo, Brandoa e Bomba, foram encontrados os maiores valores médios de salinidade enquanto em Guaxindiba, Imboaçú e Alcântara, valores médios abaixo de 0,5 S (figura 1).

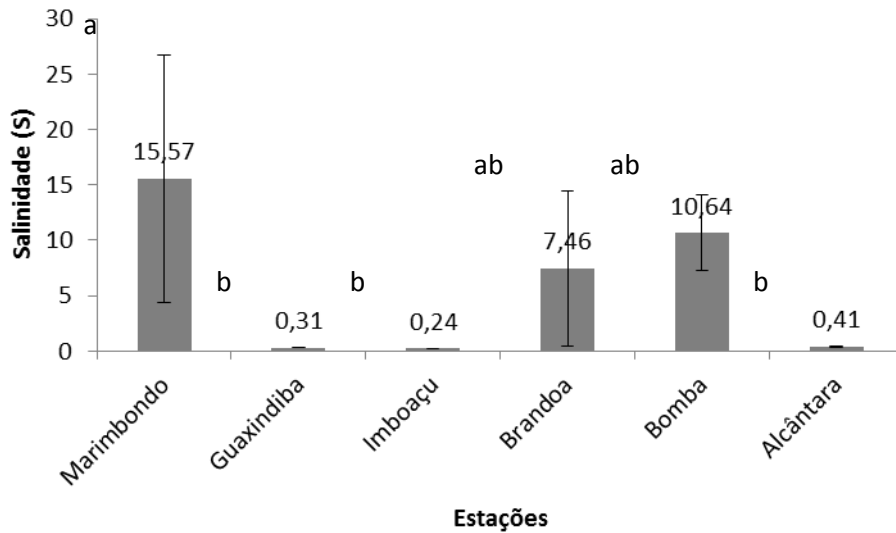


Figura 1. Valores médios e desvios padrão do parâmetro salinidade encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 1. Mean values and standard deviations of the parameter salinity in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0.05$).

Os valores médios de pH apresentaram pouca variação entre os rios estudados e são

comumente encontrados em ambientes aquáticos (figura 2).

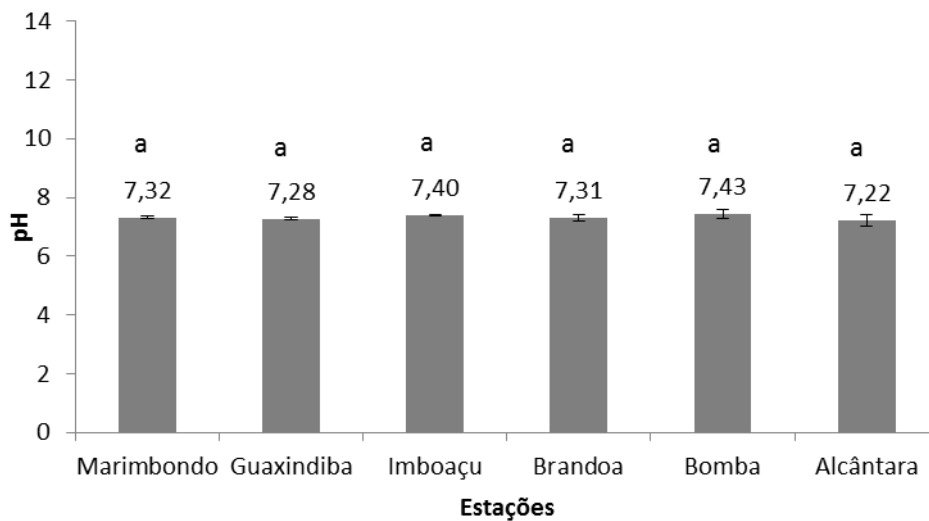


Figura 2. Valores médios e desvios padrão do parâmetro potencial hidrogeniônico (pH) encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 2. Mean values and standard deviations of the parameter hydrogen potential (pH) in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0.05$).

Os valores médios de temperatura da água variaram de 27,05 a 29,42 °C; mostrando-se

bem próximos entre as diferentes estações (figura 3).

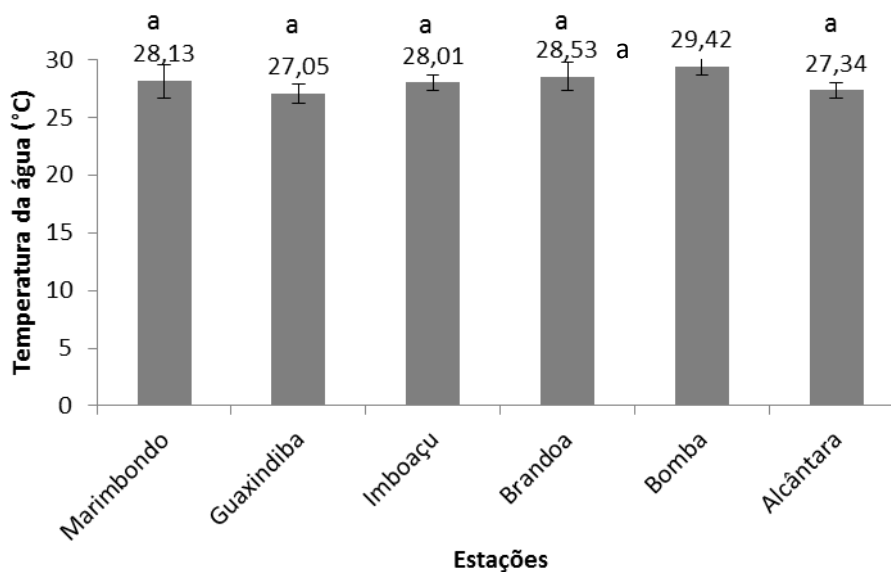


Figura 3. Valores médios e desvios padrão do parâmetro temperatura da água encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 3. Mean values and standard deviations of the parameter water temperature in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0,05$).

Praticamente todos os valores médios obtidos de oxigênio dissolvido encontraram-se abaixo de 1,0 mg/L (figura 4) sendo corroborados pelos valores negativos de potencial de oxi-

redução (Eh) (figura 5); os quais mostram que estes ambientes se encontram altamente reduzidos.

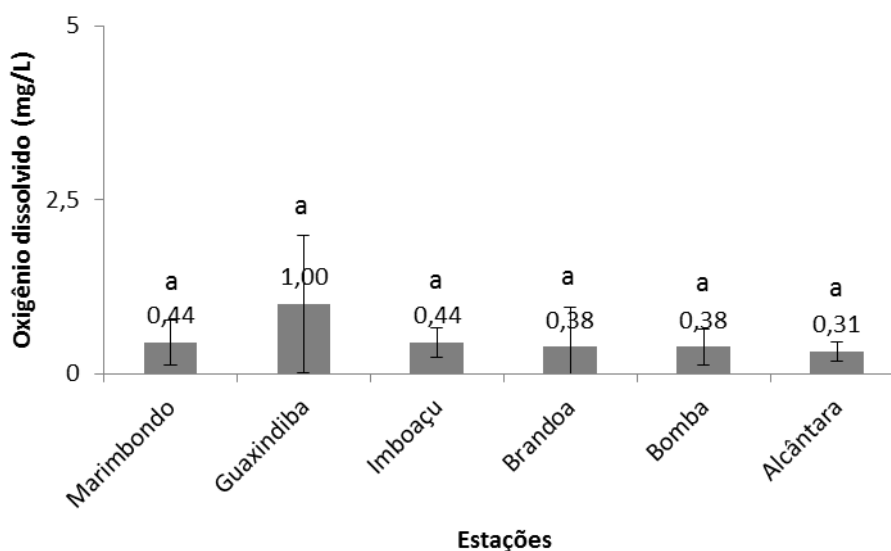


Figura 4. Valores médios e desvios padrão do parâmetro oxigênio dissolvido encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 4. Mean values and standard deviations of the parameter dissolved oxygen in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0,05$).

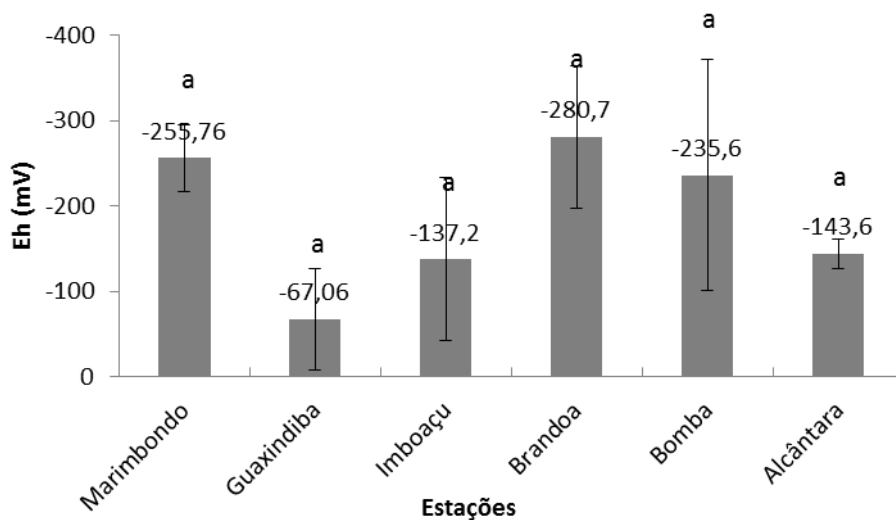


Figura 5. Valores médios e desvios padrão do parâmetro potencial de oxi-redução (Eh) encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 5. Mean values and standard deviations of the parameter redox potential (Eh) in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0.05$).

Dos seis rios analisados, os rios Marimbondo, Brandoa e Bomba, apresentaram os maiores

valores de sólidos totais dissolvidos (STD) (figura 6).

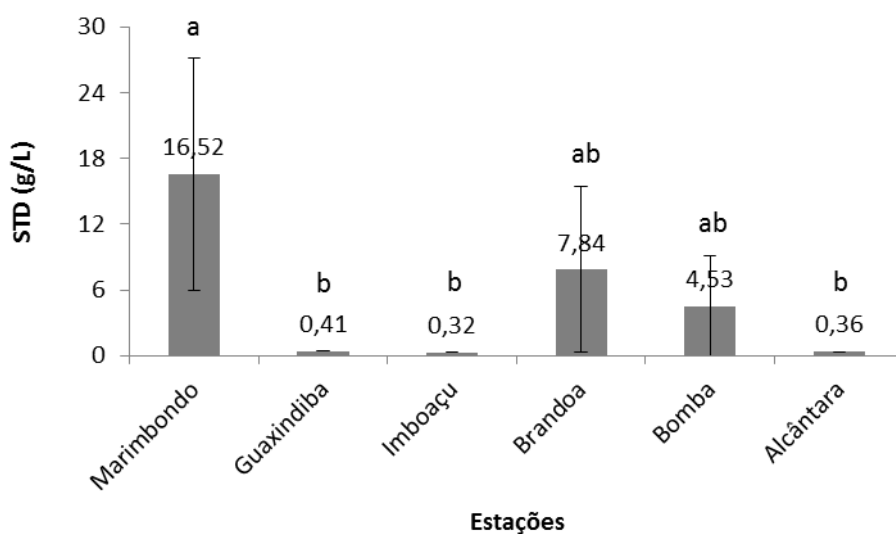


Figura 6. Valores médios e desvios padrão do parâmetro sólidos totais dissolvidos (STD) encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Figure 6. Mean values and standard deviations of the parameter total dissolved solids (TDS) in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0.05$).

Os valores médios de condutividade elétrica acompanharam os valores médios de

salinidade; sendo maiores nos rios Marimbondo, Brandoa e Bomba (figura 7).

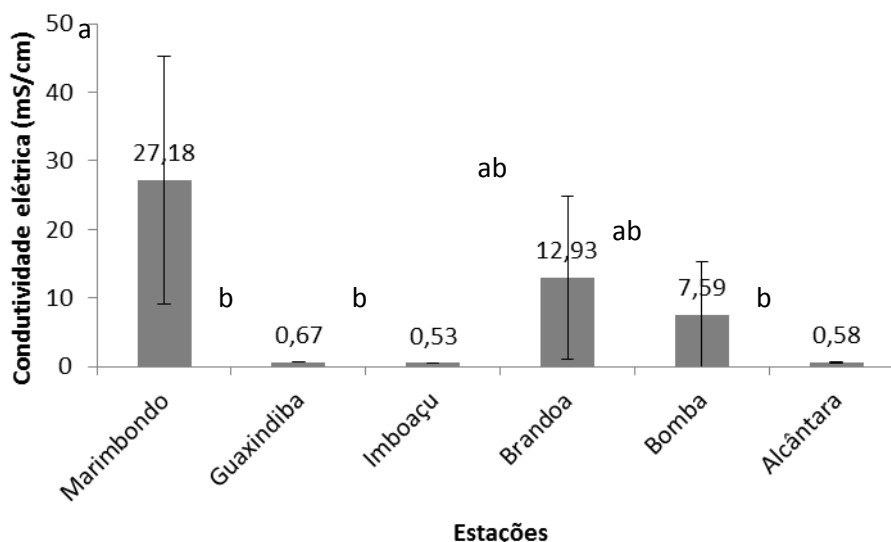


Figura 7. Valores médios e desvios padrão do parâmetro condutividade elétrica encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).
Figure 7. Mean values and standard deviations of the parameter electrical conductivity in the rivers studied. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0,05$).

Em relação à qualidade microbiológica, o rio Bomba apresentou o maior valor médio de coliformes termotolerantes ($7,92 \log_{10}$ NMP/100mL ou $8,30 \times 10^7$ NMP/100L),

enquanto que o rio Brandoa apresentou o menor ($6,52 \log_{10}$ NMP/100mL ou $3,34 \times 10^6$ NMP/100mL) (figura 8).

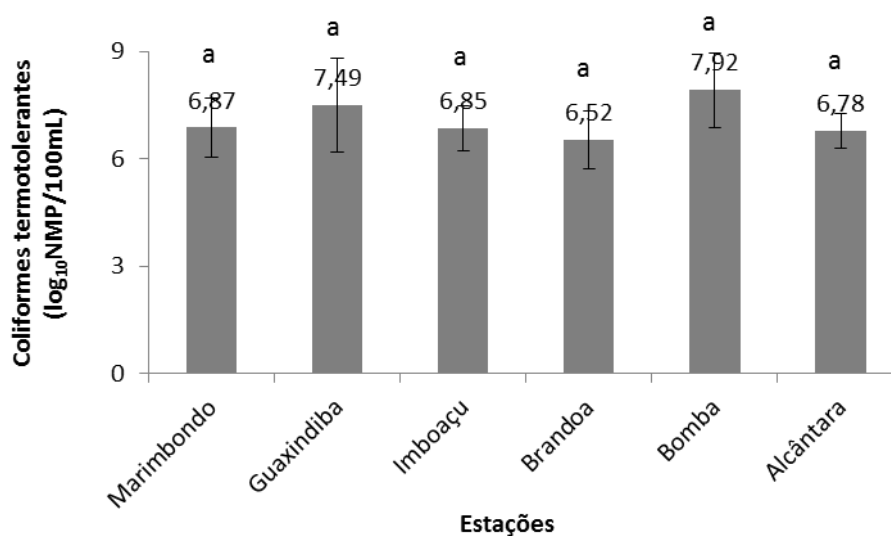


Figura 8. Valores médios e desvios padrão do parâmetro coliformes termotolerantes encontrados nos rios estudados. Letras iguais indicam valores que não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).
Figure 8. Mean values and standard deviations of the parameter fecal coliforms. Same letters indicate values that were not significantly different ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Segundo Aguiar (2011), a maioria dos rios de São Gonçalo é canalizada, assoreada e recebe sistematicamente os resíduos líquidos sólidos e

não tratados do município, sofrendo desta forma grande impacto ambiental. O grau deste impacto, medido através de análises de parâmetros físicos, químicos e biológicos, avalia os riscos à saúde da vida aquática e das

populações humanas que tem contato com estas águas e a influência direta destas na Baía de Guanabara onde desaguam.

A Resolução CONAMA 357 de 2005 classifica as águas em doces (salinidade igual ou inferior a 0,5 S), salobras (salinidade superior a 0,5 S e inferior a 30 S) e salinas (salinidade igual ou superior a 30 S) e as enquadra em diferentes classes de uso de acordo com os valores de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. De acordo com esta Resolução, apenas nos rios Marimbondo, Brandoa e Bomba, foram encontrados valores típicos de águas salobras. Isto deve-se a localização dos pontos de coleta nestes serem próximos às suas fozes, cerca de 15 m das águas da Baía de Guanabara. A dificuldade de acesso para amostragem, fez com que nos rios Guaxindiba, Imboaçú e Alcântara, as coletas se dessem em pontos com mais de 1 Km de distância da baía, resultando em valores típicos de água doce.

Aguiar et al. (2011), estudando os rios Brandoa, Imboaçú, Marimbondo e Guaxindiba, observou maiores valores de pH em estações mais próximas à Baía de Guanabara, sugerindo a influência de águas mais salinas nestes resultados. Em nosso trabalho, os valores de pH observados não apresentaram diferença significativa entre os rios estudados, mostrando que a distância das estações em relação à baía não interferiu nos resultados. Os valores obtidos mantiveram-se na faixa das condições de qualidade das águas doces e salobras estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/2005, entre 6,0 e 9,0.

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, visto que é um fator limitante à colonização dos ecossistemas aquáticos, interferindo de diferentes maneiras no metabolismo de organismos aquáticos (Esteves, 2011). Ao mesmo tempo em que é muito importante, é uma das variáveis mais difíceis de interpretar devido ao grande número de fatores que pode influenciá-lo, dentre eles: a presença de organismos heterotróficos, através dos processos de decomposição e respiração; presença de ácidos húmicos provenientes da

decomposição de vegetais; e a acidificação das águas pela ação das chuvas (Lopes et al., 2014). No caso dos rios estudados, o primeiro fator parece ser o preponderante para determinar os valores de pH encontrados.

As águas dos rios analisados também não apresentaram diferença significativa em relação a temperatura. Por não haver relato na literatura de poluição térmica na área de estudo, os altos valores de temperatura encontrados podem ter sido influenciados pelo período de coleta (verão e início de outono), quando as temperaturas do ar e a incidência solar são mais altas, indo de encontro a valores encontrados por outros autores nestas mesmas épocas do ano em estudos realizados na Baía de Guanabara (Paranhos & Mayr, 1993; Paranhos et al., 1998; Aguiar et al., 2011). Altas temperaturas podem diminuir a solubilidade dos gases na água (Fiorucci et al., 2005). Segundo estes autores, a quantidade de oxigênio que se dissolve a 0 °C (14,2 mg/L) é mais do que o dobro da que se dissolve a 35 °C (7,0 mg/L). Além de interferir com as concentrações de OD, as variações bruscas de temperatura podem prejudicar o desenvolvimento de organismos aquáticos em diversos estágios de vida, sabendo-se que estes possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, limitações de temperatura para migração, desova e incubação de ovo (Costa et al., 2004).

Os valores médios de OD, todos abaixo dos padrões para águas doces e salobras (respectivamente, 6 mg/L e 5 mg/L) estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, caracterizam o alto grau de anóxia destas águas; com influência direta na perda de biodiversidade das mesmas. Valores semelhantes aos encontrados em nosso trabalho foram observados por Aguiar et al. (2011) em coletas realizadas entre 2007 a 2009 nos rios Brandoas, Imboaçú, Guaxindiba e Marimbondo. Baixos níveis de OD também foram encontrados no trabalho de Vianna et al. (2013) em rios próximos aos amostrados, mostrando o grau de comprometimento ambiental encontrado nesta área.

O oxigênio (O₂) é um dos principais gases dissolvidos na água, já que dele dependem todos os organismos aeróbios que habitam o corpo d'água. Através da medição da solubilidade desse gás é possível interpretar a dinâmica de um ecossistema aquático. Segundo Esteves (2011), as principais fontes de oxigênio na água são a atmosfera e a fotossíntese e as perdas são o consumo pela decomposição da matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos.

Este ambiente praticamente anóxico encontrado nos rios analisados, corroborados pelos valores de Eh, característicos de ambientes altamente anaeróbicos, deve-se principalmente ao grande aporte de matéria orgânica vindo de efluentes domésticos que estes corpos d'água recebem ao longo do seu curso.

Segundo Moura et al. (2010), este aporte de matéria orgânica, resultado de atividade antrópica intensa nessas regiões podem também explicar os valores de STD encontrados nas estações dos rios Marimbondo, Brandoa e Bomba e vão de encontro aos valores deste parâmetro encontrados por Kehrig et al. (2011) em amostras de águas superficiais da Baía de Guanabara (4,7 g/L).

Para Costa et al. (2004), os sólidos totais dissolvidos podem causar diversos problemas à biota local de rios, uma vez que ao sedimentar no fundo do corpo de água, podem causar a mortandade de organismos bentônicos, importante elo da cadeia trófica local. Ainda segundo este autor, os STD podem também danificar os leitos de desova de algumas espécies de peixes ou reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo, promovendo decomposição anaeróbia; fator prejudicial à pesca; prática ainda desenvolvida na Baía de Guanabara. Este parâmetro (STD) é um dos vários utilizados na Resolução CONAMA 357/00 para enquadramento dos corpos de água doce em diferentes classes. Diferentemente do esperado, uma vez que são rios que também sofrem com o impacto de atividades antrópicas, como demonstrado

pelos valores de OD e Eh obtidos, os resultados de STD encontrados nas águas coletadas nas estações dos rios Guaxindiba, Imboaju e Alcântara, apresentaram valores abaixo de 0,5 g/L; o que lhes permitiria serem enquadradas como Classe I (CONAMA, 2005), com uso para abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção as comunidades aquáticas e atividades de lazer. Vale ressaltar que o enquadramento não é baseado apenas em um único parâmetro, bastando que apenas um dos vários parâmetros analisados esteja acima do permitido para enquadrar determinado corpo d'água em uma classe de uso mais restritivo.

Fonseca e Salvador (2005) relacionam os valores de STD aos valores de condutividade elétrica, onde o aumento do primeiro acompanha o aumento do segundo e vice versa para o decréscimo. Esta relação foi também observada em nosso trabalho quando dos maiores valores de STD terem sido observados nas estações com maiores valores para CE. A análise deste parâmetro em corpos d'água é uma importante ferramenta que pode indicar informações sobre: o metabolismo do ecossistema aquático; o nível de solubilidade de sais ou outros compostos no ambiente aquático, como por exemplo, nutrientes orgânicos; diferenças geoquímicas entre rios de uma mesma região; e até de possíveis fontes poluidoras (Esteves, 2011). Como explica Esteves (2011), em regiões tropicais os valores de CE nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e de chuva), do que com o estado trófico, assim como também citado por Terra et al. (2008) ao analisar amostras de águas de rios do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ. Em um estudo no Rio Salitre na Bahia, Oliveira et al. (2010) obtiveram valores de 0,005 à 0,015 mS/cm e afirmam que este parâmetro está mais associado a salinidade do que com a poluição do corpo d'água propriamente dita. Nossos resultados vão de encontro aos de Oliveira et al. (2010) uma vez que os maiores valores de CE encontrados neste trabalho também ocorreram nas estações com maiores

valores de salinidade, mais próximas à Baía de Guanabara. Porém, segundo Costa et al. (2004), valores acima de 0,1 mS/cm, como observado em nossos resultados para todos os rios analisados, representam uma medida indireta da concentração de poluentes, corroborando com dados de outros parâmetros o estado de deterioração dos rios estudados.

Assim como os diversos parâmetros físico-químicos analisados, as contagens de coliformes termotolerantes foram realizadas de modo a se obter uma indicação do grau de contaminação do ambiente estudado. Os rios do Município de São Gonçalo assim como alguns rios de outros municípios do Estado do Rio de Janeiro desembocam na Baía de Guanabara; de modo que, a avaliação microbiológica destes rios e o alto índice de contaminação fecal dos mesmos durante os meses de coleta, permitem inferir uma contribuição negativa importante para a qualidade da água desta baía. Os valores de CF encontrados nos diferentes rios, ultrapassam 1.000.000 NMP/100mL ($6,0 \log_{10}$ NMP/100mL); valores 1000 vezes maiores do que o permitido para águas de recreação de contato primário segundo a Resolução CONAMA 274/2000, e normalmente encontrados em efluentes domésticos. Valores altos de CF também foram observados por Ferreira (2003) quando analisou quatro rios da área da Leopoldina, RJ, assim como por Vianna et al. (2013) ao longo dos cursos dos rios Macacu, Guapi-Açu, Guapi-Macacu e Caceribu; todos desembocando na Baía de Guanabara. A presença desse grupo de bactéria nas águas desta baía vem sendo relatada por diversos estudos (Lage & Jablonski, 2011; Araújo et al., 2014; Sotero-Martins et al., 2014) e indicam a possibilidade da presença de diversos micro-organismos patogênicos que podem oferecer riscos à saúde da população, sendo pela ingestão da água contaminada como também pelo consumo de pescado extraídos dessas regiões.

Os resultados dos diversos parâmetros analisados encontrados nos rios estudados fazem-nos concluir que estes cursos de água não podem mais ser considerados rios; mas

sim esgotos a céu aberto. A qualidade destes, além de interferir com as condições de vida biológica torna-se um risco para as comunidades que vivem nas proximidades destes, principalmente àquelas que se localizam às margens da Baía de Guanabara; pois estas utilizam as águas desta baía não só para recreação, como também dependem de atividades pesqueiras de subsistência. Uma vez contaminadas, estas águas funcionam como vetores para a transmissão de diversas doenças podendo resultar em sérios problemas coletivos de saúde pública (Lage & Jablonski, 2011; Sotero-Martins et al., 2014).

Ressalta-se aqui que as águas da Baía de Guanabara não são somente utilizadas pelas comunidades localizadas às suas margens. Pessoas de diversos municípios de seu entorno, as procuram também para lazer e dos pescados retirados de suas águas se alimentam (Jablonski et al., 2006; Kerihg et al., 2011).

Diversos trabalhos (Paranhos & Mayr, 1993; Paranhos et al., 1995; Paranhos et al., 1998) demonstram há tempos que a pior qualidade das águas da Baía da Guanabara encontra-se em seu lado oeste; próximo a baixada fluminense. Tal condição deve-se ao fato de que além do grande aporte de poluentes, os diversos aterros realizados ao longo de anos, dificultaram a circulação das águas nesta região. Estes mesmos autores creditam a maior circulação no lado leste; onde se encontra a APA de Guapimirim, a melhor qualidade.

Vale lembrar que apesar de possuir uma melhor circulação; que favorece a influência das águas oceânicas que entram pelo canal central, isto não será suficiente para manter uma qualidade de água satisfatória para este lado da Baía de Guanabara; a menos que seja resolvido o problema da falta de saneamento no leste metropolitano com conseqüente melhora da água dos rios que ali se localizam. As condições atuais, se ainda são melhores do que na região oeste, estão longe de ser as ideais.

Ainda nesta região, já cheia de problemas relacionados a falta de infraestrutura, está sendo implantado o COMPERJ, Complexo

Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro, que está causando aumento ainda maior da população do leste metropolitano; sem o devido acompanhamento de investimento na área de saneamento (Costa et al., 2004). Esta falta de investimento pode ser observada ao se comparar os resultados obtidos por Aguiar et al. (2011) e os nossos resultados, mostrando não ter havido melhora na qualidade destas águas ao longo dos últimos anos.

CONCLUSÕES

Através da pesquisa em questão e dos resultados obtidos da contagem de coliformes termotolerantes, além dos físico-químicos, conclui-se que os seis rios do município de São Gonçalo selecionados para estudo, são semelhantes, como demonstrado pela análise estatística realizada, em relação ao grau de contaminação observado pelos parâmetros estudados e contribuem negativamente para a qualidade das águas da Baía da Guanabara, levando risco potencial à vida marinha e à população humana que faz uso destas águas, no que diz respeito a contração de doenças por veiculação hídrica.

Os resultados apontam para contagens fora do padrão estipulado pelo CONAMA para balneabilidade; proteção de comunidades aquáticas; abastecimento para o consumo humano após tratamento convencional; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto e ainda, a atividade de pesca.

Espera-se através da divulgação dos dados obtidos com a pesquisa, contribuir para a melhoria da qualidade das águas dos rios do município de São Gonçalo através da redução de despejo de resíduos sólidos domiciliares e industriais e efluentes líquidos de esgotos, bem como, alertar para a necessidade de desenvolvimento de um projeto de educação visando reduzir o risco às comunidades locais; beneficiando assim, a saúde pública e sustentabilidade ambiental do município, e conseqüentemente, do Estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, V.M.C.; NETO, J.A.B.; RANGEL, C.M. 2011. Eutrophication and hypoxia in four streams discharging in Guanabara Bay, RJ, Brazil, a case study. **Marine Pollution Bulletin**, 62: 1915–1919.

ALVES, E. C.; DA SILVA, C. F.; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; DE SOUZA FILHO, E. E.; CARNIEL, A. 2008. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó–Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, 30(1): 39-48.

APHA. 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19th ed. Washington: American Public Health Association.

ARAÚJO, F. V.; SILVA, M. L.; CASTRO, R. O.; SALES, A. S.; TIMBÓ, M. F.; PEREZ, F. B. 2014. Projeto “Praia limpa é a minha praia”: uma contribuição para a preservação dos ambientes aquáticos. **Interagir: pensando a extensão**, 81: 17-19.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. **Resolução CONAMA 357/2005**. Brasil. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em : 26 jul. 2011.

_____. 2000. **Resolução CONAMA 274/2000**. Brasil. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 26 jul. 2011.

COSTA, A.M.K.; FERRAZ, K.C.; NUNEZ, M.L.; van WEERELT, M. 2004. **Qualidade da água em ambientes urbanos**. Rio de Janeiro: NADC/UFRJ.

COSTA, M.A.M. 2015. From mud to chaos: An estuary called Guanabara Bay. **Cadernos Metrópole**, 17(33): 15-39.

DE SOUZA, J.R.; DE MORAES, M.E.B.; SONODA, S.L.; SANTOS, H.C.R.G. 2014. A Importância da Qualidade da Água e os seus

Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, 8(1): 26-45.

DODDS, W.W.; COLE, J.J. 2007. Expanding the concept of trophic state in aquatic ecosystems: It's not just the autotrophs. **Aquatic Sciences**, 69(4): 427-439.

ESTEVES, F.A. 2011. **Fundamentos de Limnologia**. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência.

FERREIRA, A.P. 2003. Inspeção microbiológica para avaliação da qualidade das águas ambientais. **Revista Brasileira de Farmácia**, 84(2): 61-63.

FIORUCCI, A.R.; BENEDETTI FILHO, E. 2005. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química e Sociedade – Química Nova na Escola**. Online, 22. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso jun. 2015.

FONSECA, H.S.; SALVADOR, N.N.B. 2005. Estudo integrado da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Bonito em Descalvado – SP. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 64(2): 179-185.

FONSECA, E.M.; BAPTISTA NETO, J.A.; PEREIRA, M.P.S.; SILVA, C.G.; ARANTES JUNIOR, J.D. 2014. Study of pollutant distribution in the Guaxindiba Estuarine System – SE Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, 82(1-2): 45-54.

IBGE – Brasil. **Dimensão ambiental - Oceanos, mares e áreas costeiras**. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/oceanos.pdf>. Acesso em: 15 set. 2014.

JABLONSKI, S.; AZEVEDO, A.F.; MOREIRA, L.H.A. 2006. Fisheries and conflicts in Guanabara bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 49(1): 79-91.

KEHRIG, H.A.; MALM, O.; PALERMO, E.F.; SEIXAS, T.G.; BAËTA, A.P.;

MOREIRA, I. 2011. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na Baía de Guanabara. **Química Nova**, 34(3): 377-384.

LAGE, H.; JABLONSKI, S. 2011. A extração e a comercialização do mexilhão *Perna perna* na Baía de Guanabara, Brasil. **Atlântica**, 30(2): 161-170.

LOPES, D.P.; LÍVIO, A.E.; SOUSA, M.R.; SILVA, F.M. 2014. Comportamento estatístico do grau de acidez das chuvas na cidade de Natal/RN pela distribuição gaussiana. **Holos**, 30(6): 83-89.

MALUTTA, S.; KOBAYAMA, M.; FUERST, L. 2013. Análise da qualidade de água dos principais rios do município de Rio Negrinho (SC) Analysis of water quality of principal rivers in the Rio Negrinho city (SC). **Ambiência**, 9(1): 173-186.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G.M.S.; REIMCHE, G.B.; AVILA, L.A.D.; ZANELLA, R.; MACHADO, S.L.D.O.; COGO, J.P. 2009. Qualidade de água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, 39(7): 2050-2056.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G.R.; PINELLI, M.P. 2010. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama-Distrito Federal. **Química Nova**, 33(1): 97-103.

OLIVEIRA, C.N.D.; CAMPOS, V.P.; MEDEIROS, Y.D.P. 2010. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Química Nova**, 33(5): 1059-1066.

PARANHOS, R.; MAYR, L.M. 1993. Seasonal Patterns of Temperature and Salinity in Guanabara Bay, Brazil. **Fresenius Environment Bulletin**, 2: 647-652.

PARANHOS, R.; NASCIMENTO, S.M.; MAYR L.M. 1995. On the faecal pollution in Guanabara Bay, Brazil. **Fresenius Environmental Bulletin**, 4: 352-357.

PARANHOS, R; PEREIRA, A. P; MAYR, L.M. 1998. Diel Variability of Water Quality in a Tropical Polluted Bay. **Environmental Monitoring and Assessment**, 50(2): 131-141.

RANGEL, C.M.A.; BAPTISTA NETO, J.A.; FONSECA, E.M.; MCALISTER, J.; SMITH, B.J. 2011. Study of heavy metal concentration and partitioning in the Estrela River: implications for the pollution in Guanabara Bay - SE Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 83(3): 801-815.

SILVA, D.M.; PEREIRA, W.C.; KLIGERMAN, D.C.; JACOB, S.C. 2008. Evaluation of the contaminating potential of an important tributary which flows into Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil, **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 19(1): 20-36.

SILVEIRA, R.P.; RODRIGUES, A.P.C.; SANTELLI, R.E.; CORDEIRO, R.C.; BIDONE, E.D. 2011. Mass balance in the monitoring of pollutants in tidal rivers of the Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, 181(1-4): 165-173.

SOBRINHO DA SILVA, F.; PEREIRA, D.D.C.; NUÑEZ, L.S.; KREPSK, N.; FONTANA, L.F.; BAPTISTA NETO, J.A.; CRAPEZ, M.A.C. 2008. Bacteriological study of the superficial sediments of Guanabara Bay, RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 56(1), 13-22.

SOTERO-MARTINS, A.S. 2014. Controle da qualidade microbiológica e parasitária em áreas de recreação. **Gestão e Saúde**, 5(3): 1075-1092.

SOUZA, L.G.R.; DE MIRANDA, A.C.; DE MEDEIROS, H.B. 2014. O lixo, o esgoto na Baía de Guanabara e os programas de despoluição: A mídia versus os

dados. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 10(2):183-198.

TERRA, E.; DE MOURA, L.R.; DE ARAUJO, F.V. 2008. Avaliação microbiológica das águas da travessia Petrópolis-Teresópolis (Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ). **Revista Espaço e Geografia**, 11(1): 17-33.

VIANNA, M.B.; WASSERMAN, J.C.; BASTOS, O.M.; BARCELLOS, R.G.S.; BARBOSA, A.S. 2013. A questão da qualidade bacteriológica da água dos rios Macacu, Caceribu, Guapi-Açu e Guapi-Macacu, RJ, Brasil. **Engevista**, (15)3: 280-290.

WAICHAMAN, A.V.; SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, 38(4): 733-742.

Recebido em 28 de abril de 2015. Aprovado em 1 de agosto de 2015.