

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DO RESERVATÓRIO TANQUE GRANDE, GUARULHOS (SP): ANÁLISE SAZONAL E EFEITOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Adriana Miólla PIASENTIN ¹, Décio Luis SEMENSATTO JUNIOR ¹,
Antonio Roberto SAAD ^{1,2}, Adalberto José MONTEIRO JUNIOR ³,
Marco Felipe RACZKA ¹

- (1) Programa de Pós-Graduação em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos / UnG. Praça Tereza Cristina, 1 – Centro. CEP 07023-070. Guarulhos, SP. Endereços eletrônicos: amiolla@uol.com.br; semensattojr@gmail.com; assad@prof.ung.br; mfraczka@yahoo.com.br
- (2) Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP/Campus de Rio Claro. Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP.
- (3) Instituto de Pesca, Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Avenida Francisco Matarazzo, 455 – Parque da Água Branca. CEP 05001-900. São Paulo, SP. Endereço eletrônico: amonteiro@pesca.sp.gov.br

Introdução
Área de Estudo
 Meio Físico
 Meio Socioeconômico
Material e Métodos
 Seleção dos Pontos de Amostragem
 Amostragem
 Análises em Laboratório
 Cálculo do IQA
 Análise Estatística dos Parâmetros
Resultados e Discussão
 Ponto 1
 Ponto 2
 Ponto 3
Conclusões
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – O Reservatório Tanque Grande está localizado na Serra da Cantareira, em Guarulhos (SP), e é responsável por 3% do abastecimento público do município. Nos últimos anos, a mancha urbana tem avançado em sua direção e promovido alterações significativas no uso e ocupação do solo. Neste trabalho, três pontos de coleta de água foram analisados entre agosto de 2007 e julho de 2008 em termos do Índice de Qualidade da Água (IQA), utilizado pela CETESB. As águas enquadraram-se principalmente na faixa “Boa” durante o período de estudo. Entretanto, a concentração de coliformes termotolerantes, DBO_{5,20} e fósforo total ultrapassaram os limites legais diversas vezes. Tais ocorrências devem estar ligadas às atividades econômicas realizadas nas sub-bacias do reservatório, além de mudanças na forma de ocupação do solo do entorno.

Palavras-chave: qualidade da água, monitoramento, reservatório.

ABSTRACT – A.M. Piasentin, D.L. Semensatto Jr., A.R. Saad, A.J. Monteiro Junior, M.F. Raczka - *Water Quality Index (IQA) of Tanque Grande Reservoir, Guarulhos (SP): seasonal analysis and effects of land use.* The Tanque Grande Reservoir is located at the Serra da Cantareira, Guarulhos (SP), and provides 3% of the municipal drinking water. In the last years, the urban zone has expanded towards the reservoir and has significantly altered the land use. In this work, water samples from three stations were monitored from August/2007 up to July/2008 in terms of the Water Quality Index (IQA) adopted by CETESB. The waters were usually classified in the band “Good” during the study period. Nevertheless, termotolerants coliforms, BOD and total phosphorus have exceeded the legal limits several times. Such occurrences may be related to the economical activities at the sub-watersheds in addition to changes in the land use of the surroundings of the reservoir.

Keywords: water quality, monitoring, reservoir.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a cidade de Guarulhos apresentou um crescimento populacional vertiginoso, saltando de 35 mil habitantes em 1950, para pouco mais de 1,2 milhão, de acordo com uma estimativa para o

ano de 2007 (IBGE, 2009). Tal fenômeno causou intensa degradação ambiental, caracterizado por um processo de ocupação urbana desordenada. Nos últimos anos, a mancha urbana tem se expandido em direção a Serra

da Cantareira (Graça, 2007), que concentra importantes mananciais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Neste contexto, a bacia do Reservatório Tanque Grande, responsável por cerca de 3% do abastecimento público de água do município, vem sofrendo significativa pressão da expansão imobiliária e do desenvolvimento atividades econômicas rurais (Saad et al., 2007).

A qualidade da água do reservatório Tanque Grande tem sido monitorada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) desde 1990, por meio de coletas bimestrais no ponto de captação de água para tratamento e abastecimento. O IQA (Índice de Qualidade de Água) é utilizado pela CETESB desde 1975 e constitui-se da integração de variáveis físicas (temperatura, turbidez e resíduo total), químicas (pH, nitrogênio amoniacal, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio – DBO e oxigênio dissolvido) e microbiológica (coliformes termotolerantes), que refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgoto doméstico (CETESB, 2008).

Saad et al. (2007) analisaram a série histórica dos

valores do IQA registrados pela CETESB no Tanque Grande, de 1990 a 2006, e verificaram que o índice permaneceu a maior parte do tempo na faixa “Boa”, com oscilações eventuais para a faixa “Ótima” ou para a faixa “Regular”. Entretanto, ao analisar isoladamente as variáveis que compõem o IQA, os mesmos autores reportaram que a concentração de coliformes termotolerantes tem aumentado paulatinamente, com picos de maior concentração no verão, e associaram esta tendência à alteração do padrão de uso e ocupação da bacia.

Tendo em vista a importância estratégica da conservação dos reservatórios municipais de Guarulhos e o cenário de crescente degradação das bacias localizadas na Serra da Cantareira, este trabalho teve por objetivo realizar um monitoramento mensal da qualidade da água do reservatório Tanque Grande ao longo de 12 meses, por meio da análise de amostras coletadas nas principais sub-bacias afluentes. As variáveis que compõem o IQA foram estudadas isoladamente e relacionadas às principais formas de uso e ocupação do solo que têm gerado risco à qualidade da água do reservatório.

ÁREA DE ESTUDO

O levantamento das características ambientais da área de estudo, com relação aos aspectos dos meios físico e socioeconômico, baseou-se na compilação e análise de dados preexistentes sobre a bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande, tendo por base, principalmente, os trabalhos de Santos (2005), Oliveira et al. (2005), Ayres (2007), Oliveira (2008), entre outros.

A área de estudo encontra-se inserida na Bacia Hidrográfica do Tanque Grande (Figura 1), mais precisamente em sua porção norte, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia hidrográfica do município de Guarulhos, a Bacia do Rio Baquirivu-Guaçu (Saad et al., 2007).

Baseado em Oliveira et al. (2005), as características geométricas e os índices geomorfológicos da bacia contribuinte encontram-se sumariados no Quadro 1.

É importante ressaltar que a área de estudo está abarcada pela Lei Municipal nº 6.253, de 24 de maio de 2007, chamada de “Lei de Zoneamento”, que nos Arts. 41 e 42 criaram a “Zona de Projeto Especial – APA Cabuçu - Tanque Grande”, definindo que na área compreendida no entorno do Parque Estadual da Cantareira será estabelecida, por meio de lei específica, a APA Cabuçu – Tanque Grande (Guarulhos, 2007). Neste ano de 2009 foi iniciado o trâmite na Câmara Municipal de Guarulhos do Projeto de Lei específico para criação desta APA (Prof. Dr. Antonio Manoel

dos Santos Oliveira, comunicação pessoal), que representará um instrumento legal estratégico para a conservação da presente área de estudo.

Outro aspecto legal importante é que a Lei Estadual nº 898/1975 destacou o reservatório Tanque Grande como área de proteção de mananciais (São Paulo, 1975) e o Decreto Estadual nº 10.755/1977 estabeleceu que as águas do reservatório pertencem à Classe 1 (São Paulo, 1977). Esta classificação segue o Decreto Estadual nº 8.468/1976, que descreve as águas da Classe 1 como aquelas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção, e que não são tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados (São Paulo, 1976). Embora não tenha havido algum decreto estadual alterando esta classificação (Brasil, 2005a), a CETESB considera o reservatório Tanque Grande como “Classe Especial” (CETESB, 2008), dentro dos padrões de qualidade previstos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005b), porém adotando os valores de referência para a Classe 1.

MEIO FÍSICO

A área de estudo situa-se em uma região de relevo movimentado, constituída por serras, morros e planícies fluviais. As rochas presentes são do tipo metamórfica, representadas por metapelito, cálcio-silicática, metabá-

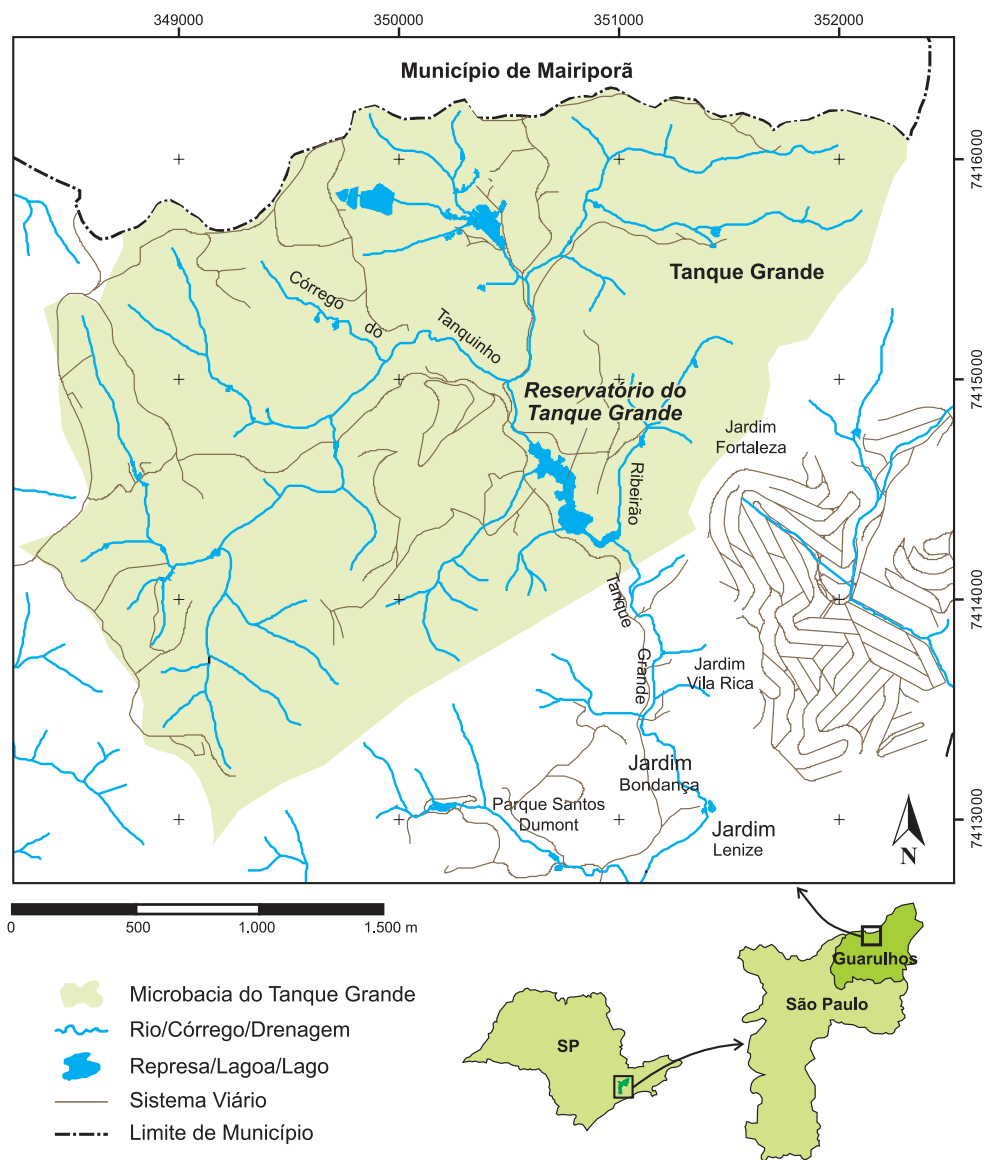


FIGURA 1. Área de estudo.

QUADRO 1. Características morfométricas da Microbacia Tanque Grande – Montante (Oliveira et al., 2005).

Características Geométricas	
Comprimento: 2650 m	Largura Máxima: 3950 m
Perímetro: 12.738,76 m	Área da bacia: 774,55 ha
Altitude Máxima: 1080 m	Altitude Mínima: 830 m
Desnível: 250 m	
Índices Geomorfológicos	
Área da bacia: 7.745.527,59 m ²	Circularidade: 0,6 (baixa)
Comprimento da rede de drenagem: 25,1 km	Densidade de drenagem: 3,24 km/km ²
Comprimento do talvegue principal: 4.666,69 m	Desnível do talvegue principal: 120 m
Declividade do talvegue principal: 2,57 %	

sica e formação ferrífera. Os solos, por seu turno, são latossolo vermelho-amarelo, cambissolos em terrenos declivosos, e gleissolos, nas planícies fluviais (Juliani, 1993; Oliveira et al., 2005).

A rede hidrográfica da bacia contribuinte é constituída por 5 sub-bacias tributárias que abastecem o reservatório Tanque Grande.

Os valores de precipitação mensal e temperaturas máximas e mínimas mensais, medidos pela Estação Meteorológica da Universidade Guarulhos, instalada no reservatório Cabuçu, no Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Serra da Cantareira, próximo da área de estudo, de agosto de 2007 a julho de 2008, período correspondente à coleta de amostras para análise de água, podem ser visualizados na Figura 2. O nível do reservatório acompanha as oscilações da precipitação, sendo que nos meses secos o fundo da represa é praticamente todo exposto (Figura 3).

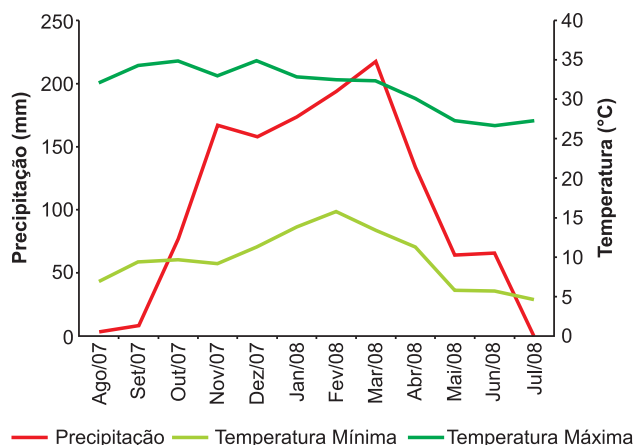


FIGURA 2. Gráfico de precipitação e temperatura na área de estudo.



FIGURA 3. Barragem do reservatório durante o inverno (a) e o verão (b).

MEIO SOCIOECONÔMICO

Com o crescimento urbano dos bairros próximos ao reservatório, principalmente os bairros Tanque Grande e Fortaleza, a região tem passado por transformações em suas atividades econômicas atuais, caracterizadas principalmente por empreendimentos agropastoris, como criação de gado e aves, piscicultura, horticultura e fruticultura, plantações de bambu, além da produção de mel (Santos, 2005; Saad et al., 2007; Oliveira, 2008). Há também pontos de prática de turismo rural e lazer, tais como clubes e pesqueiros.

No Bairro Tanque Grande, onde está localizado o reservatório, observa-se a presença de uma malha de estradas vicinais, não-pavimentadas, porém de fácil acesso e que permitem a ligação ao município vizinho de Mairiporã. Há, ainda, uma linha de ônibus que interliga a estrada do Tanque Grande, ou Saboó, ao núcleo urbano do Marmelo, em Mairiporã.

No ano de 2000, a população total do Bairro Tanque Grande era de 168 habitantes, com previsão de 198 habitantes para o ano de 2008 (IBGE, 2004). O bairro não possuía infraestrutura urbana adequada, sendo que de 50 domicílios registrados no censo de 2000, apenas quatro eram atendidos pela rede de água (os demais eram abastecidos por poços ou nascentes) e somente dois tinham seu lixo coletado, enquanto os demais incineravam ou enterravam o lixo (44 e 4 domicílios, respectivamente).

O perfil socioeconômico da população condizia com as características típicas de populações de áreas periféricas. Em 2000, enquanto 14% das famílias não possuíam rendimento mensal, 76% das famílias recebiam até três salários mínimos. Essa baixa renda refletia a forma de ocupação das moradias, em que 90% dos imóveis eram cedidos gratuitamente aos moradores pelos proprietários que não residiam no bairro ou por empresas que atuavam no município.

MATERIAL E MÉTODOS

SELEÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

O reservatório Tanque Grande possui quatro tributários principais, contidos em cinco sub-bacias, conforme pode ser observado na Figura 4.

O primeiro fator decisivo na escolha dos pontos de amostragem foi o custo das análises, tendo em vista que parte dos parâmetros que compõem o IQA foi analisada mensalmente pela Controlab (Laboratório Controle Analítico Ltda.), prestadora de serviços ao SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Guarulhos, e pela empresa onde trabalha um dos autores. Diante dos custos envolvidos e dos recursos disponíveis, decidiu-se por um total de três pontos para serem monitorados ao longo de 12 meses.

Ao se examinar em detalhe a rede de tributários do reservatório Tanque Grande, chama a atenção o "t1", localizado em sua porção norte, por representar a confluência das drenagens que compõem as sub-bacias A e E. Essas, por sua vez, em conjunto, equivalem a 80% em área da bacia contribuinte desse reservatório (Figura 4).

Em termos gerais, as características ambientais das sub-bacias A e E são bastante semelhantes, com

exceção dos seguintes aspectos: a sub-bacia A possui uma área de 3,61 km², enquanto que a sub-bacia E perfaz uma área de 2,41 Km²; em relação ao uso e ocupação da terra, a sub-bacia E apresenta pesqueiros e lagos, ausentes na sub-bacia A, onde predominam chácaras e edificações rurais, cultivo e campos; no aspecto cobertura arbórea, a sub-bacia E apresenta reflorestamentos, inexistentes na sub-bacia A. Dessa forma, mediante as condições ora descritas, optou-se por amostrar o reservatório Tanque Grande apenas nas sub-bacias A e E, seguindo critérios objetivos para a alocação de cada ponto de coleta, relacionados principalmente ao ponto mais acessível do exutório de cada sub-bacia, considerando este ponto como representativo da qualidade da água que cada sub-bacia aflui para o reservatório.

O Ponto 1 representa o exutório da sub-bacia E, antes de seu encontro com a drenagem da sub-bacia A. Por outro lado, o Ponto 2 representa o exutório da sub-bacia A, antes de seu encontro com a drenagem da sub-bacia E. Por fim, o Ponto 3 localiza-se junto à barragem, no ponto de captação do reservatório, coincidente com o local de monitoramento da CETESB.

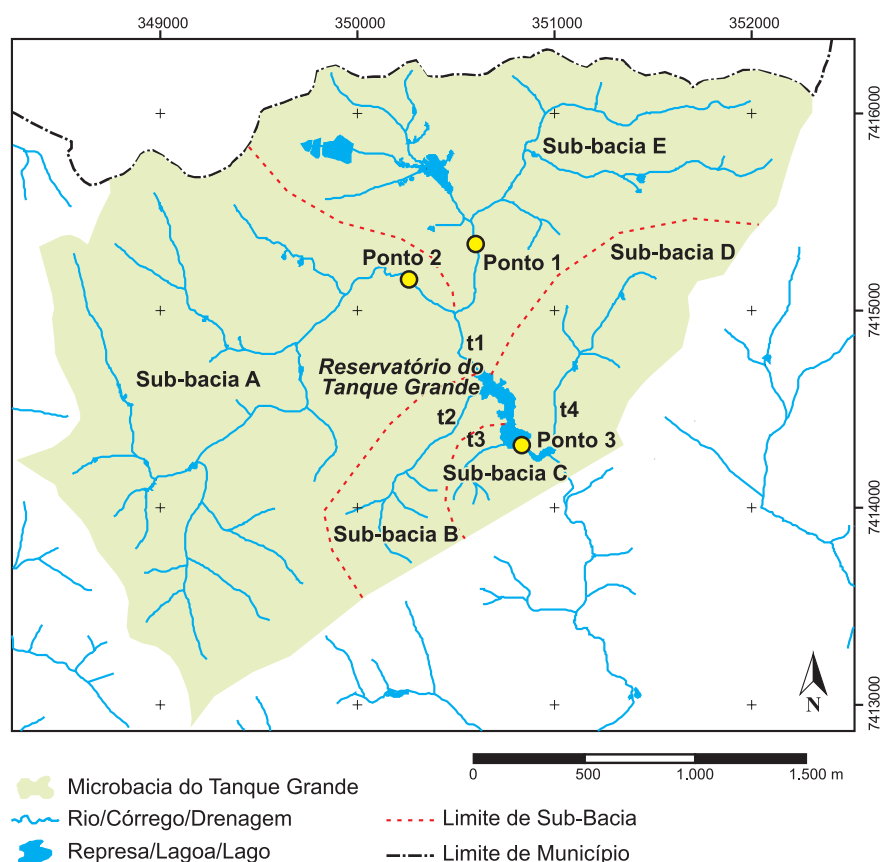


FIGURA 4. Localização dos pontos de coleta das sub-bacias e tributários do Reservatório Tanque Grande.

AMOSTRAGEM

A periodicidade das amostragens foi mensal, compreendendo os meses de agosto de 2007 a julho de 2008.

Com a utilização de uma sonda multiparamétrica marca HORIBA modelo U22, foram medidas sub-superficialmente nos 3 pontos de coleta, no campo, os seguintes parâmetros: temperatura (°C), sólidos totais dissolvidos (mg L⁻¹), pH, oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), turbidez (UNT) e condutividade (µS cm⁻¹).

A coleta e conservação de amostras microbiológicas e de nitrogênio e fósforo, analisadas em laboratório, seguiram o padrão recomendado pela CETESB (2003).

A amostragem para determinação de coliformes termotolerantes foi realizada utilizando-se frascos plásticos com 250 mL de capacidade, autoclaváveis e

esterilizados, sendo preservados sob refrigeração a 4 ± 2°C por no máximo 24 horas.

Para a DBO_{5,20}, utilizou-se frascos âmbar com 250 mL de capacidade, sendo preservados sob refrigeração a 4 ± 2°C por no máximo 24 horas.

Amostras para análise nitrogênio e fósforo total foram coletadas utilizando-se frascos plásticos com 250 mL de capacidade contendo H₂SO₄, sendo preservados sob refrigeração a 4 ± 2°C por no máximo 24 horas.

ANÁLISES EM LABORATÓRIO

As análises de DBO_{5,20}, nitrogênio e fósforo foram desenvolvidas no Controlab, enquanto que análises de coliformes termotolerantes foram executadas na empresa em que um dos autores trabalha. Os métodos adotados no presente trabalho seguiram os padrões recomendados pelas agências ambientais no Brasil (Quadro 2).

QUADRO 2. Métodos padronizados adotados para análise de amostras.

Parâmetros	Método Padrão
DBO _{5,20}	. ABNT/NBR 12.614. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – Método da Incubação.
Nitrogênio Amoniacal	. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). . ABNT/NBR 13.796. Determinação de Nitrogênio Total.
Fósforo Total	. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). . ABNT/NBR 12.772 Água - Determinação de Fósforo..
Coliformes Termotolerantes	. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

CÁLCULO DO IQA

O Índice de Qualidade da Água (IQA) tem sido utilizado com o objetivo de resumir as variáveis analisadas em um só número, caracterizado por ser adimensional e que varia de 0 a 100. O IQA exprime, sobretudo, a qualidade da água para abastecimento e baliza o tipo e a forma de tratamento da água.

O valor do IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice, como expresso pela equação I (CETESB, 2008).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (I)$$

Na equação I, q_i representa a qualidade do i -ésimo parâmetro, que é um número entre 0 e 100 obtido na respectiva “curva média de variação de qualidade”,

em função de sua concentração ou medida; w_i é o peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que a soma de $w_{i..n}$ é igual a 1. Os valores de IQA são divididos em classes que expressam a qualidade da água (Quadro 3).

QUADRO 3. Classes de qualidade da água em função do valor do IQA.

Valor	Classificação
79 < IQA = 100	Ótima
51 < IQA = 79	Boa
36 < IQA = 51	Aceitável
19 < IQA = 36	Ruim
IQA = 19	Péssima

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS PARÂMETROS

Com a finalidade de avaliar padrões subjacentes relacionados à qualidade da água, os parâmetros foram analisados para cada ponto de coleta em termos de correlação de postos de Spearman (r_s) com o IQA, com posterior verificação das associações por

meio da comparação com valores tabelados de r_s , com nível de significância α igual a 0,05. A escolha de um teste não-paramétrico baseia-se no fato de que o tamanho amostral não permite inferir com precisão o padrão de distribuição de cada variável (Callegari-Jaques, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros ora analisados, a concentração de coliformes termotolerantes, de $DBO_{5,20}$ e de fósforo total são as mais preocupantes, já que os resultados apontam que os valores de referência foram ultrapassados com grande frequência nos três pontos de amostragem (Tabela 1). Situação similar foi encontrada por Souza & Tundisi (2003), na Bacia do Rio Jaboatão (PE), com a diferença de que em Pernambuco a concentração de oxigênio dissolvido era o maior problema. Lopes et al. (2008) reportaram altas concentrações de coliformes termotolerantes com consequentes baixos valores de IQA na bacia do Rio Acaraú (CE), concluindo que as principais fontes de impacto eram as atividades agropecuárias (situação similar ao Tanque Grande) e o despejo de esgoto doméstico sem tratamento. Um fato interessante deste último trabalho é que os autores analisaram as variáveis isoladamente e sua influência sobre os valores de IQA, reconhecendo que o valor isolado do índice não é suficiente para um refinamento da análise da situação da bacia. Como exemplo, mencionam que um ambiente pode enquadrar-se na faixa “ótima” do IQA mesmo que haja algumas substâncias em concentrações tóxicas à biota (tais como hidrocarbonetos e metais pesados), sendo que, portanto, há a necessidade de se considerar uma série de outras variáveis importantes que não compõem o IQA para uma análise mais detalhada da qualidade da água. Nesta mesma linha de raciocínio, Carvalho et al. (2000) afirmam que o IQA não atinge uma abordagem multidimensional por não considerar outros contaminantes potenciais importantes, como os defensivos agrícolas encontrados em seu estudo.

Considerando-se a Resolução CONAMA nº 357/2005, em reservatórios da Classe Especial, como é o caso do Tanque Grande, não poderia ocorrer recreação de contato primário, o que é observado ao longo do ano, principalmente no verão. Além disso, o uso e ocupação do solo interferem na qualidade da água (Silva et al., 2008) e a precipitação deve contribuir para a oscilação destas variáveis, visto que a turbidez e a concentração de sólidos totais dissolvidos também aumentaram no verão.

Segundo Peters & Meibeck (2000), a qualidade da água em qualquer ponto da paisagem reflete os

efeitos combinados de muitos processos ao longo do ciclo hidrológico. As alterações na paisagem e na vegetação associada mudam o balanço hidrológico e os processos que controlam a qualidade da água, sendo que os efeitos das atividades humanas em pequena escala são relevantes para toda a bacia hidrográfica.

Entre novembro de 2007 e março de 2008 a concentração de coliformes termotolerantes ultrapassou significativamente os limites legais em todos os pontos e manteve-se alta no ponto 3 até o final do presente monitoramento. O comportamento comum desta variável é enquadrar-se nos padrões legais no período de inverno, conforme observaram Saad et al. (2007). Contudo, isso não ocorreu em 2008, fato inédito dentro do período de monitoramento desde 1990. Comparado a outros pontos monitorados pela CETESB nos reservatórios metropolitanos da Bacia do Alto Tietê (CETESB, 2008), o Reservatório Tanque Grande tem caminhado para piores condições em relação a esse parâmetro do que a Represa Billings (Classe 2) e Guarapiranga (Classe Especial). Crabill et al. (1999), An et al. (2002) e Bonnet et al. (2008) verificaram que o aumento da concentração de coliformes termotolerantes deve estar relacionado à ressuspensão de sedimentos devido às atividades de recreação de contato primário e à maior intensidade de chuvas. O sedimento serve de substrato para o desenvolvimento de coliformes termotolerantes, mesmo que não se detecte altas concentrações de microrganismos na coluna d'água. Assim, em eventos que promovem a ressuspensão do sedimento, os microrganismos ascendem à coluna d'água e contaminam o reservatório, sendo que, então, o sedimento é reconhecido como uma “fonte” significativa de poluição (Crabill et al., 1999). É possível que este fenômeno ocorra no Reservatório Tanque Grande, apesar de não terem sido realizados estudos no sedimento que forneçam maior suporte a esta afirmação.

Desde janeiro de 2008, a concentração da $DBO_{5,20}$ ultrapassou os limites legais em 80% das análises, chegando ao valor de 60 mg L^{-1} no ponto 3, em março de 2008. Tratam-se de valores nunca observados na história do monitoramento do reservatório, que até 2006 só havia atingido o valor máximo de

TABELA 1. Valores dos parâmetros analisados e do IQA no reservatório Tanque Grande, no período entre agosto de 2007 e julho de 2008. Os valores de referência na coluna de parâmetros seguem a Resolução CONAMA nº 357/2005. Valores em negrito indicam não atendimento aos padrões legais.

Parâmetro	Ponto de Coleta	Data da Coleta											
		Ago/07	Set/07	Out/07	Nov/07	Dez/07	Jan/08	Fev/08	Mar/08	Abr/08	Mai/08	Jun/08	Jul/08
Coliformes Termotolerantes máximo: 200 UFC 100mL ⁻¹	1	63	300	600	4.000	1.000	5.700	3.000	1.000	200	100	100	0
	2	3	50	400	500	1.000	0	600	1.000	100	0	0	33
	3	10	50	200	8.000	2.000	1.100	2.200	2.800	700	200	1.500	1.000
Sólidos Totais Dissolvidos máximo: 500 mg L ⁻¹	1	22,0	21,9	25,9	24,8	24,1	29,5	25,4	22,2	22,5	21,7	21,6	22,3
	2	21,8	20,3	27,3	24,1	24,8	23,5	23,0	23,3	21,0	19,2	20,4	19,5
	3	22,2	22,1	25,0	26,0	24,4	22,0	23,5	24,7	24,0	23,4	23,2	23,6
Turbidez máximo: 40 UNT	1	2,6	28,6	10,2	5,0	15,4	41,7	24,8	12,4	6,6	4,9	4,7	3,7
	2	1,4	1,9	6,2	8,1	4,4	2,17	3,36	5,8	3,2	5,1	5,3	4,5
	3	3,9	7,4	16,3	37,8	16,9	12,2	16,3	21,0	25,1	11,7	12,1	15,5
pH ideal: entre 6,0 e 8,0	1	8,1	6,9	7,1	6,8	7,0	5,8	6,6	7,1	7,0	7,1	7,0	7,0
	2	7,0	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,6	6,5	6,6	6,5	6,5
	3	7,5	6,8	6,8	6,7	6,8	7,0	6,9	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
DBO _{5,20} máximo: 3 mg L ⁻¹	1	4,4	2,6	2,8	1,4	2,2	3,0	5,1	4,0	35,0	8,0	17,0	23,0
	2	3,7	2,6	1,4	1,4	1,8	4,0	6,0	4,0	1,0	1,0	1,0	24,0
	3	3,2	3,2	0,8	0,9	0,9	6,0	16,0	60,0	5,0	17,0	10,0	26,0
N _{amoniaco} máximo: 3,7 mg L ⁻¹	1	0,8	1,3	1,9	1,0	1,3	1,4	1,1	0,6	1,5	0,6	0,8	0,3
	2	1,0	1,3	1,4	1,8	1,4	1,4	1,0	0,6	3,8	0,1	3,1	0,3
	3	0,9	1,1	0,5	1,6	1,0	2,2	1,3	0,6	2,6	1,4	1,4	0,6
P _{total} máximo: 0,02 mg L ⁻¹	1	0,14	0,26	0,09	0,08	0,14	0,06	0,18	0,24	0,49	0,15	0,20	<0,02
	2	0,08	0,16	0,05	0,05	0,08	0,00	0,04	0,16	0,55	0,49	0,19	<0,02
	3	0,09	0,15	0,08	0,06	0,09	0,12	0,22	0,08	0,5	0,25	0,02	<0,02
Temperatura (°C)	1	21,0	22,3	23,3	23,3	23,4	20,6	23,8	24,6	21,6	17,9	17,4	17
	2	19,5	20,8	20,0	19,6	24,0	19,0	20,0	20,1	19,0	14,7	15,2	14,6
	3	20,0	20,2	20,5	20,0	21,7	19,4	21,6	22,4	19,5	16,3	14,8	15
Oxigênio Dissolvido mínimo: 6 mg L ⁻¹	1	7,1	6,9	7,5	7,6	6,7	8,2	8,1	8,0	7,5	8,9	8,1	8,0
	2	3,4	3,2	3	3,5	2,3	4,5	6,7	8,9	3,0	9,3	2,5	4,2
	3	7,5	7,6	7,9	8,1	7,7	8,6	8,4	7,9	7,6	8,7	9,3	8,8
IQA	1	76	67	71	67	68	57	63	66	48	78	65	74
	2	72	63	59	60	52	79	72	67	56	83	65	56
	3	83	77	76	61	68	69	56	46	61	61	70	56

9 mg L⁻¹ apenas uma vez. Apesar dos valores estarem abaixo das concentrações típicas de esgoto sanitário (entre 110 e 400 mg L⁻¹), o seu aumento e manutenção indicam que impactos importantes passaram a ocorrer nos últimos meses do presente monitoramento, provavelmente relacionados à intensificação de atividades rurais econômicas nas sub-bacias e pela pressão da proximidade da mancha urbana.

A concentração de fósforo foi o parâmetro que mais permaneceu acima do limite legal em todo o período do monitoramento. O ponto 1 é o que apresenta mais frequentemente a maior concentração, provavelmente devido à contribuição de pesqueiros (pesque-pague) a montante. Outra fonte potencial, porém de difícil verificação, é a deposição atmosférica de partículas de poeira e precipitação (Scheren et al.,

2000), principalmente tendo em vista a intensa poluição atmosférica da RMSP.

Apesar deste cenário que indica o avanço da degradação, os valores de IQA mantiveram-se na maior parte do tempo dentro da faixa “Boa” para os três pontos, compensados por outras variáveis que se enquadraram nos padrões legais (Figura 5). No entanto, a permanência de pelo menos 11 meses dentro desta faixa sem ascender à faixa “Ótima” é inédita para o ponto 3, uma vez que os registros da CETESB apontam o intervalo máximo de 5 meses entre duas ocorrências de qualidade “Ótima”, desde 1990 (Figura 6). Embora o IQA não deva ser aplicado como um indicador do nível de degradação de um corpo aquático, os fatos observados sinalizam que o monitoramento dos reservatórios metropolitanos deve levar em consideração a

análise dos parâmetros isoladamente, sob risco de que a indicação de uma situação de crescente degradação seja amenizada pela conjugação dos valores do índice. Sob essa mesma perspectiva, Carvalho et al. (2000) asseveram que o IQA fornece um valor útil, porém

pouco abrangente. Esses mesmos autores e Lopes et al. (2008) realizaram um diagnóstico com base na análise de cada variável que compõe o IQA nos rios Onça e Feijão (São Carlos, SP) e bacia do Rio Acaraú (CE), respectivamente.

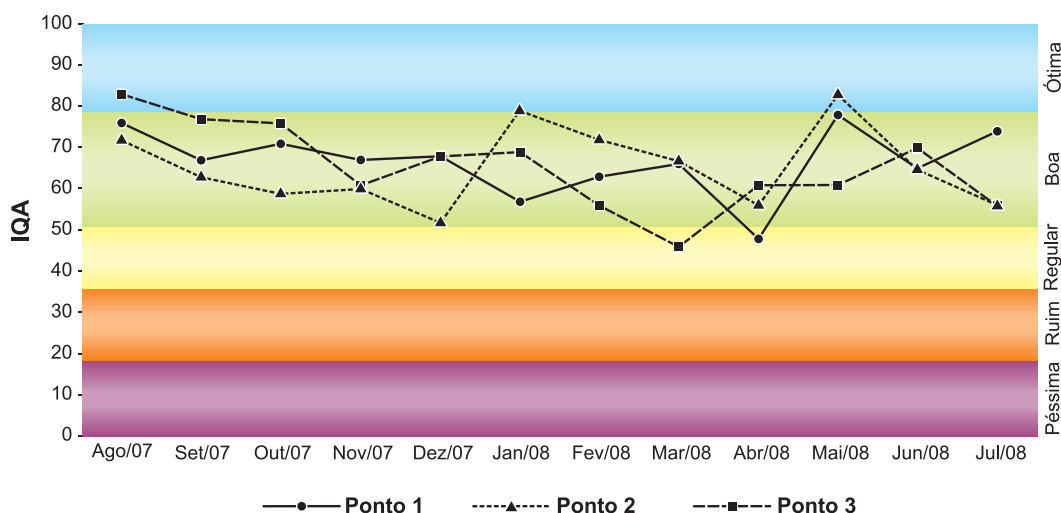


FIGURA 5. Valores do IQA nos três pontos de monitoramento.

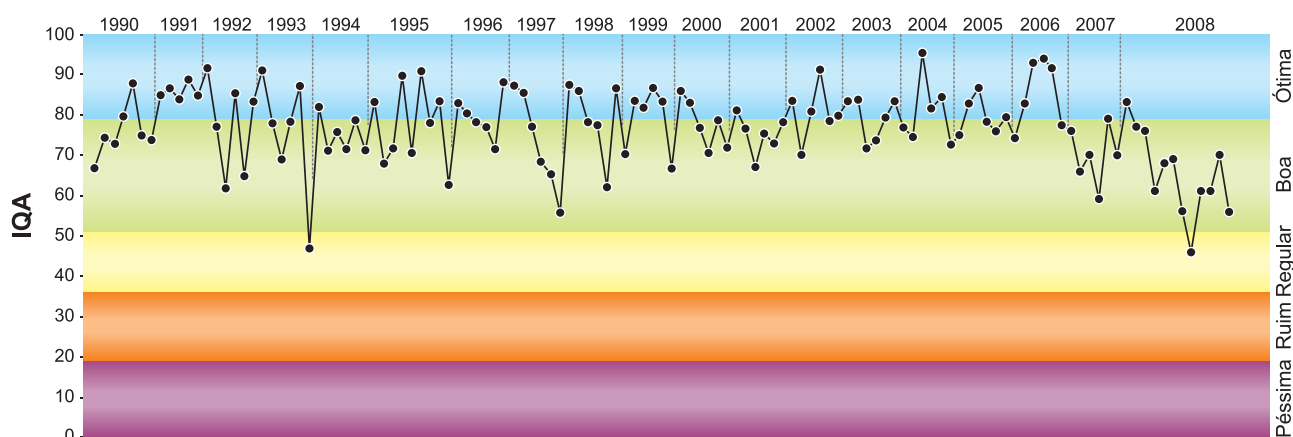


FIGURA 6. Valores do IQA no Reservatório Tanque Grande na área do ponto 3. Dados de 1990 a 2007 referem-se ao monitoramento da CETESB (modificado de Saad et al., 2007). Dados de 2008 referem-se ao monitoramento mensal do presente estudo.

PONTO 1

Ao longo dos meses analisados, o valor do IQA manteve-se, em sua maior parte, dentro da faixa “Boa” de classificação. As exceções ficam por conta dos meses de agosto de 2007, que apresentou valor na faixa “Ótima” e, no mês de março de 2008, que enquadrou-se na faixa “Regular”. Observa-se uma tendência de diminuição do valor de IQA a partir de agosto de 2007, sendo que o menor valor foi registrado em março de 2008 (Figura 5).

É importante ressaltar que na sub-bacia contribuinte do ponto 1 existem pequenas edificações rurais,

pesqueiros e um pequeno represamento amplamente colonizado por macrófitas, sobretudo *Salvinia* spp., e a Estrada do Saboó, não-pavimentada, que interliga os municípios de Guarulhos e Mairiporã. Nesta última, são observados frequentemente a presença de animais domesticados e silvestres, tais como: cachorros, cavalos, gado e capivaras.

Dentre os parâmetros que compõem o IQA, a concentração de coliformes termotolerantes foi a que mais contribuiu para a variação dos valores observados (Tabela 2). Tal fato pode ser explicado por descarga de esgoto *in natura* a montante, da intensificação das

TABELA 2. Valores de correlação de postos de Spearman das variáveis com o IQA. Associações significativas estão destacadas em negrito ($r_{scale} \geq r_{0,05;12} = 0,587$).

Variável	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Coliformes Termotolerantes	-0,534	-0,478	-0,661
Sólidos Totais Dissolvidos	-0,336	-0,253	-0,455
Turbidez	-0,536	-0,200	-0,603
pH	0,547	0,392	0,018
DBO _{5,20}	-0,126	0,110	-0,668
Nitrogênio Total	-0,504	-0,347	-0,025
Fósforo Total	-0,389	-0,019	0,064
Temperatura	-0,237	-0,239	-0,131
Oxigênio Dissolvido	-0,151	0,694	-0,350

atividades nos pesqueiros durante o verão, a presença de animais nas margens do riacho e a maior precipitação entre os meses de novembro de 2007 e março de 2008. A correlação negativa, embora não-significativa, da concentração de sólidos totais dissolvidos e turbidez é fruto da influência do período chuvoso no IQA, mostrando que pode haver alguma influência sazonal sobre os dados. Observação similar sobre o comportamento dessas variáveis em relação ao IQA e à pluviosidade também é reportada por Carvalho et al. (2000).

Observa-se que tanto para o fósforo, como para o nitrogênio, há uma tendência de aumento de concentração no verão, com picos no mês de abril de 2008 (Figura 7). Este comportamento pode ser explicado pela intensificação das atividades nos pesqueiros, em que há um incremento significativo na utilização de ração e ceva para os peixes. Esses produtos contêm uma concentração relativamente alta de fósforo [0,43 a 0,75%, de acordo com Ferreira et al.(2002) e Oliveira & Almeida (2002)] e nitrogênio, sendo que este último também pode ser em parte proveniente da excreção de amônia a partir de peixes. A liberação e dispersão desses elementos na água se dão gradativamente, de tal forma que os picos ocorram logo após o término do verão. Neste contexto, o pequeno represamento com macrófitas a jusante dos pesqueiros deve agir como um “agente filtrante”, impedindo a ocorrência de maiores impactos sobre as águas da sub-bacia E a jusante.

Das sub-bacias contribuintes analisadas neste trabalho, sem dúvida alguma a sub-bacia E, onde está localizado o ponto 1, é a mais crítica em termos de degradação ambiental. No ponto 1, as concentrações de DBO_{5,20} observadas também alcançaram valores altos, nunca antes observados no reservatório, a partir do mês de março de 2008, influenciando o comportamento da DBO_{5,20} no ponto 3 e, por conseguinte, os valores de IQA observados a partir de abril de 2008 (Figura 8).

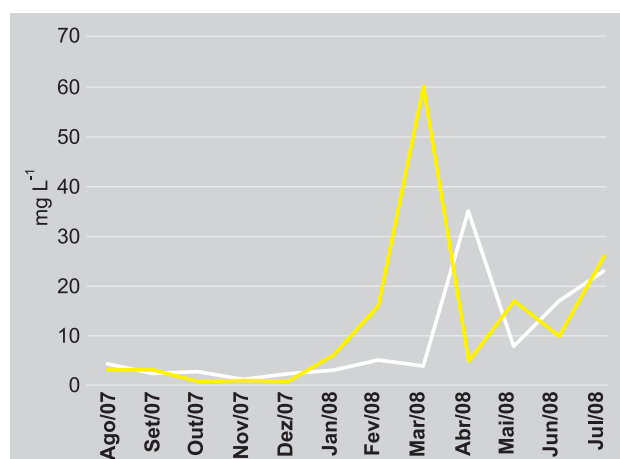


FIGURA 7. Valores de concentração da DBO no ponto 1 (linha amarela) e no ponto 3 (linha branca).

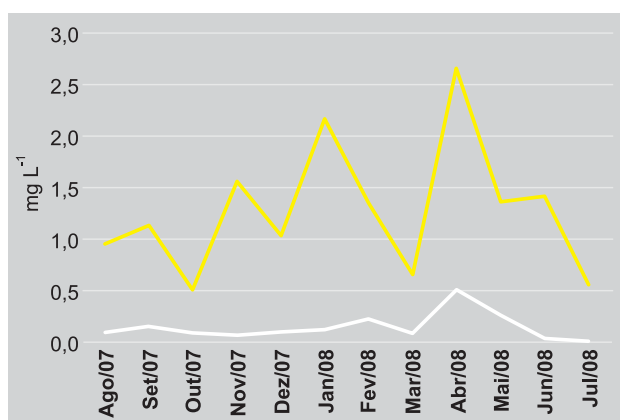


FIGURA 8. Concentração de nitrogênio (linha amarela) e fósforo (linha branca) no ponto 1.

PONTO 2

Durante o período analisado, os valores de IQA mantiveram-se dentro da faixa “Boa”, embora tenham ocorrido oscilações durante o período chuvoso (Figura 5). No mês de maio de 2008, o IQA elevou-se para a faixa “Ótima”, onde nenhum dos parâmetros que o compõem apresentou fora dos limites legais estabelecidos.

As atividades presentes nesta sub-bacia são principalmente agropastoris, como criações de gado e aves, horticultura e fruticultura.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, a concentração de coliformes termotolerantes apresentou-se acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 1, entre os meses de outubro de 2007 e março de 2008. Ocorreu, ainda, um aumento da $DBO_{5,20}$ no período entre janeiro e março de 2008, e a concentração de oxigênio dissolvido apresentou-se abaixo do limite legal entre agosto de 2007 e janeiro de 2008 (Tabela 1).

A maioria dessas alterações ocorreu durante o período chuvoso, no qual há carreamento de matéria orgânica e enterobactérias, o que explica o aumento da concentração de coliformes termotolerantes devido à criação de animais e a resíduos orgânicos da agricultura (Crabill et al., 1999). O aumento da $DBO_{5,20}$ está relacionado à diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, sendo que os níveis do último tendem a ser mais críticos nas épocas quentes do ano, onde sua solubilidade em água diminui e seu consumo aumenta. Tal interpretação é reforçada pela correlação positiva significativa entre os valores de oxigênio dissolvido e de IQA observados neste ponto (Tabela 2).

À montante do ponto de coleta, é observada uma área alagada colonizada por taboas (*Typha* spp.), que exerce uma função de “filtro”, similar ao represamento colonizado por *Salvinia* spp., do ponto 1. Esta área atenua os efeitos das ondas de cheia e retém material em suspensão, além de possibilitar processos de decomposição e desnitrificação, por exemplo.

As concentrações de fósforo e nitrogênio tendem a ser maiores no final do período chuvoso, em comportamento e níveis semelhantes ao do ponto 1 (Figura 9). Esse fato indica que tanto o represamento com macrófitas no ponto 1, como a área alagada com taboas no ponto 2, exercem função ecológica muito similar.

PONTO 3

Saad et al. (2007) chamam a atenção para o fato de que a concentração de coliformes termotolerantes

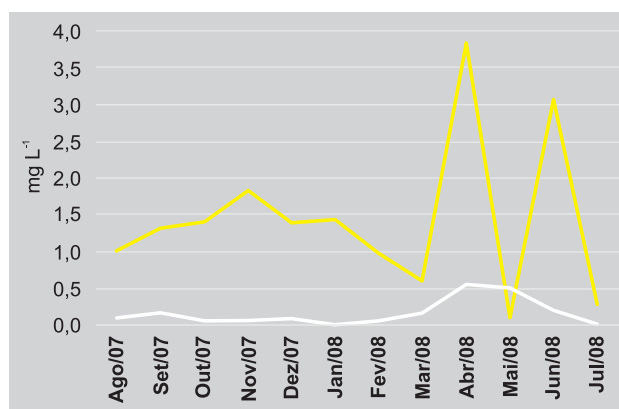


FIGURA 9. Concentração de nitrogênio (linha amarela) e fósforo (linha branca) no ponto 2.

representa o principal problema para a qualidade da água do reservatório neste ponto, notadamente nos períodos de alta pluviosidade, em função da existência de vários tipos de criação de animais no entorno, aliadas a um uso irregular do reservatório pela população. Esta mesma situação foi verificada no presente trabalho durante os meses de setembro de 2007 e março de 2008, onde a concentração de coliformes termotolerantes apresentou-se acima do valor máximo estabelecido para Classe 1, pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (Tabela 1), sendo a variável mais influente nos valores de IQA obtidos até março de 2008.

No mês de abril de 2008, a concentração da $DBO_{5,20}$ foi a maior registrada desde 1990, e manteve-se com valores acima da média histórica até julho de 2008.

Dentre as variáveis que compõem o IQA, coliformes termotolerantes, $DBO_{5,20}$ e turbidez são as que apresentaram correlação inversa significativa com o índice (Tabela 2). O aumento da concentração das duas primeiras variáveis normalmente está relacionado à contaminação da água por esgoto doméstico e/ou ressuspensão de sedimentos e, no presente caso, indica o efeito da crescente degradação ambiental do entorno do reservatório em função do uso e ocupação observados.

CONCLUSÕES

Mesmo com pesos diferentes no cálculo do IQA, as variáveis que o determinam se coordenam de modo diverso em cada ponto, dependendo das condições do ambiente de coleta. Embora o valor do IQA se mantenha em uma mesma faixa a maior parte do tempo para os três pontos, o mesmo não se pode dizer para as variáveis, quando estudadas isoladamente. As oscilações das variáveis do IQA compensam-se umas

às outras, mantendo o índice relativamente estável em um patamar. Entretanto, essa relativa “estabilidade” mascara flutuações importantes no ambiente, que devem ser monitoradas e analisadas com maior cuidado, a fim de que se possa corrigir eventuais problemas. Assim, vê-se que o gerenciamento do reservatório deve considerar os diferentes cenários de seus afluentes e respectivos entornos, de modo que a manutenção da

boa qualidade da água seja feita de modo racional e solucione com maior precisão os principais problemas que se pode encontrar.

Das duas sub-bacias contribuintes aqui analisadas, a sub-bacia E é a mais crítica em termos de degradação ambiental, influenciada pelas atividades antrópicas nela presente. Não se pode ignorar que esse quadro de atividades na bacia contribuinte do Reservatório Tanque Grande são atores principais na questão relativa à qualidade ambiental desse manancial. O município de Guarulhos não pode vir a prescindir, num futuro próximo, do Sistema Tanque Grande, pois há uma carência significativa de recursos hídricos para atender, de modo satisfatório, o abastecimento público municipal.

Dentre os parâmetros analisados, observou-se que a concentração de coliformes termotolerantes, a DBO_{5,20} e fósforo total são os que mais frequentemente ultrapassaram os limites legais. Neste aspecto, ou os órgãos responsáveis devem empregar maior esforço para garantir que os parâmetros estejam em níveis que

atendam à legislação, conforme determina a Resolução CONAMA nº 357/2005, ou o Tanque Grande deve mudar de enquadramento, passando para Classe 2. No caso específico da concentração de coliformes termotolerantes, análises do sedimento devem contribuir para esclarecer se este se constitui em importante fonte de microrganismos e seu papel na dinâmica de poluição do reservatório.

Como já mencionado, há um Projeto de Lei em tramitação na Câmara Municipal de Guarulhos, propondo a criação da APA Cabuçu - Tanque Grande em uma área que engloba a bacia contribuinte do reservatório. Essa iniciativa é muito importante, pois se verifica certa pressão para a “urbanização” da bacia contribuinte, na medida em que o vetor de crescimento do município de Guarulhos aponta no sentido norte, em direção aos mananciais da Serra da Cantareira. Caso essa transformação venha a ocorrer, certamente haverá um comprometimento da qualidade ambiental da microbacia como um todo, e, por consequência, das águas do Reservatório Tanque Grande, em particular.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Eng. José Aristides Filho (Controlab) pelo apoio na realização das análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AN, Y.J.; KAMPBELL, D.H.; BREIDENBACH, G.P. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. **Environmental Pollution**, v. 120, p. 771-778, 2002.
2. APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. New York: 20ª ed., 1134 p., 1998.
3. AYRES, F.M. **Diagnóstico da Qualidade da Água do Reservatório do Tanque Grande, Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, no Período Compreendido entre 1990 e 2006**. Guarulhos, 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos.
4. BONNET, B.R.P.; FERREIRA, L.G. LOBO, F.C. Relações entre Qualidade da Água e Uso do Solo em Goiás: Uma Análise à Escala da Bacia Hidrográfica. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 311-322, 2008.
5. BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama do enquadramento dos corpos d’água. Brasília: **Cadernos de Recursos Hídricos**, 44 p., 2005 (a).
6. BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março 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, 2005 (b).
7. CALLEGARI-JAQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 255 p., 2003.
8. CARVALHO, A.R.; SCHLITTER, F.M.; TORNISIELO, V.L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.
9. CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). **Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, 53 p. 2003.
10. CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 540 p., 2008.
11. CRABILL, C.; DONALD, R.; SNELLING, J.; FOUST, R.; SOUTHAM, G. The impact of sediment fecal coliform reservoirs on seasonal water quality in Oak Creek, Arizona. **Water Research**, v. 33, n. 9, p. 2163-2171, 1999.
12. FERREIRA, W.M.; CAVALCANTE, S.G.; NARANJO, A.P.; SANTIAGO, S.G. Biodisponibilidade de diferentes fontes de zinco para coelhos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 6, p. 636-642, 2002.
13. GRAÇA, B.A. **Condicionantes Geoambientais no Processo Histórico da Ocupação Territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo**. Guarulhos, 2007. 147 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos.

14. GUARULHOS – PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. **Lei nº 6.253, de 24 de maio de 2007.** Dispõe sobre o uso, a ocupação e o parcelamento do solo no município de Guarulhos e dá providências correlatas. Diário Oficial do Município de Guarulhos, Caderno 2, p. 1-14, 25 de maio de 2007.
15. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000 - Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em: 17jun2009.
16. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@: Guarulhos: Histórico.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em: 17jun2009.
17. JULIANI, C. **Geologia, petrogênese e aspectos metalogênicos dos grupos da Serra do Itaberaba e São Roque na região das serras de Itaberaba e Pedra Branca, NE da cidade São Paulo, SP.** São Paulo, 1993. 367 p. Tese (Doutorado em Mineralogia e Petrologia) – Universidade de São Paulo.
18. LOPES, F.B.; TEIXEIRA, A.S.; ANDRADE, E.M.; AQUINO, D.N.; ARAÚJO, L.F.P. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.
19. OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M.; QUEIRÓZ, W.; SATO, S.E. **Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos.** Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos. Relatório FAPESP (Processo 01/02767-0), 109 p., + Mapas, 2005.
20. OLIVEIRA, M.C. & ALMEIDA, C.V. Desempenho de coelhos em crescimento criados em diferentes densidades populacionais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 5, p. 530-533, 2002.
21. OLIVEIRA, R.C.M. **Flora Diatomácea do Reservatório Tanque Grande, Município de Guarulhos – São Paulo, como Indicadora da Qualidade de Água.** Guarulhos, 2008. 130 p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos.
22. PETERS, N.E. & MEYBECK, M. Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities. **Water International**, v. 25, p. 214-221, 2000.
23. SAAD, A.R.; SEMENSATTO-JUNIOR, D.L.; AYRES, F.M.; OLIVEIRA, P.E. Índice de Qualidade da Água – IQA do Reservatório do Tanque Grande, município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil: 1990-2006. **Revista UnG - Geociências**, v. 6, n. 1, p. 118-133, 2007.
24. SANTOS, S.A.D. **Tanque Grande: Um Espaço em Transformação. Estudo da Região do Tanque Grande – Guarulhos: Área de Proteção de Mananciais.** Campinas, 2005. 150 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
25. SÃO PAULO. **Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975.** Disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1975.
26. SÃO PAULO. **Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976.** Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio-ambiente. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1976.
27. SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.** Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1977.
28. SCHEREN, P.A.G.M.; ZANTING, H.A.; LEMMENS, A.M.C. Estimation of water pollution sources in Lake Victoria, East Africa: Application and elaboration of the rapid assessment methodology. **Journal of Environmental Management**, v. 58, p. 235-248, 2000.
29. SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T.; WAICHAMAN, A.V. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.
30. SOUZA, A.D.G. & TUNDISI, J.G. Water Quality in Watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a Case Study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 711-721, 2003.

*Manuscrito Recebido em: 20 de agosto de 2009
Revisado e Aceito em: 10 de dezembro de 2009*

