

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA – IQA DO RESERVATÓRIO DO TANQUE GRANDE, MUNICÍPIO DE GUARULHOS, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL: 1990 – 2006***WATER QUALITY INDEX – IQA OF THE TANQUE GRANDE RESERVOIR, GUARULHOS, SÃO PAULO STATE, BRAZIL: 1990 – 2006***

Antonio Roberto SAAD^{1,2}; Décio Luis SEMENSATTO JR²; Fernando Martins AYRES¹;
Paulo Eduardo DE OLIVEIRA¹

Resumo: O objetivo principal dessa pesquisa foi o de avaliar a qualidade da água do Reservatório Tanque Grande, localizado no Município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil, no período compreendido entre 1990 e 2006, em função do aumento populacional no entorno desse reservatório, bem como da diversificação do uso e ocupação do solo na região. Foram avaliados os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos, disponibilizados pela CETESB e que compõe o Índice de Qualidade de Água – IQA: Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5,20), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Resíduo Sólido Total, Temperatura da Água e Turbidez. Como suporte à interpretação desses parâmetros, paralelamente, realizaram-se estudos de correlação de Person e regressão múltipla, além de levantamentos de dados a respeito dos meios físicos, bióticos e sócio-econômicos da região envolvida, bem como das áreas urbanas adjacentes. Os resultados alcançados mostraram que a expansão urbana verificada no Município de Guarulhos, a partir da década de 70, atingiu as áreas próximas às reservas de mananciais, comprometendo, em parte, a qualidade dos recursos hídricos superficiais. Com efeito, em tempos passados, o Reservatório Tanque Grande era enquadrado,

Abstract: The main objective of this research was to evaluate water quality of the Tanque Grande Reservoir, located in the city of Guarulhos, State of São Paulo, Brazil, in the period between the years of 1990 and 2006, in relation to the population growth in its surrounding areas, as well as to the diversification of land use and occupation of its region. The physical, chemical and biological parameters data provided by CETESB and used for the determination of Index of Water Quality (IQA) were: Thermotolerant coliforms, Biochemical Oxygen Demand (BOD 5,20), Total Phosphorus, Total Nitrogen, Total Dissolved Oxygen, pH, Total Solid Residues, Water Temperature and Turbidity. As support to the interpretation of these parameters, a Person statistical correlation and multiple regression analyses, a general survey of physical, biotical and social-economic of the region and its surrounding were performed. The results indicate that the urban expansion in the Guarulhos region, starting in the 1970's, has reached the areas surrounding the reservoir, and affected partially its surface hydric resources. In the past the reservoir was classified by CETESB as belonging to the category Special

pela CETESB, como Classe Especial, isto é, destinado ao abastecimento para consumo humano, sem desinfecção. No entanto, nos dias atuais, a classificação das águas que melhor se enquadra é a de Classe 1, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, pois há necessidade de tratamento simplificado da água antes de disponibilizá-la à população de Guarulhos. As análises de correlação de Person e de regressão múltipla revelam que, das nove variáveis empregadas no cálculo do IQA, apenas quatro influenciaram significativamente na variação do índice calculado para o Reservatório Tanque Grande (n = 84, p<0,05): Coliformes Termotolerantes (r2= 0,50), Turbidez (r2=0,21), Oxigênio Dissolvido (r2=0,14) e Sólidos totais (r2=0,08). Notou-se que a maior parte das quedas do IQA esteve associada aos períodos chuvosos, concomitante ao aumento da concentração de coliformes termotolerantes. As atividades de criação de animais presentes à montante e, secundariamente, de recreação local representam as principais fontes de introdução de coliformes termotolerantes neste reservatório.

Palavras-Chave: Índice de Qualidade de Água. Reservatório do Tanque Grande. Município de Guarulhos. Estado de São Paulo. Brasil.

Class, defined as containing water appropriate for human consumption, without the need of disinfection. However, presently, the classification that best suits the reservoir is Class 1, according to the CONAMA 357/2005 resolution for it requires a simplified treatment before distribution to the population of Guarulhos. The Person correlation and multiple regression analyses reveal that among the nine parameters employed in the IQA determination, only four have shown to influence significantly in the calculated Index for the Tanque Grande Reservoir (n = 84, p<0,05): Thermotolerant coliforms (r2= 0,50), Turbidity (r2=0,21), Dissolved Oxygen (r2=0,14) and Total Solids (r2=0,08). The results show that the majority of low IQA occurred during the rainy months, synchronously with an increase in the thermotolerant coliforms concentrations. Animal farms located in the headwaters of the studied basin, and recreational activities in the reservoir could function as sources of thermotolerant coliforms in this aquatic system.

Keywords: Water Quality Index. Tanque Grande Reservoir. Guarulhos City. São Paulo State. Brazil

¹Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, Universidade Guarulhos. Rua Nilo Peçanha, 81 – Guarulhos – Centro. E-mail do primeiro autor: asaad@prof.ung.br.

²Departamento de Geologia Aplicada – IGCE, UNESP – Rio Claro.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das características e realidades geoambientais de uma determinada região constitui um instrumento fundamental para o seu desenvolvimento sustentado. Nesse contexto, enquadram-se os estudos relativos aos recursos naturais, atores relevantes no cenário sócio-econômico. Dentre os recursos naturais de que a sociedade dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. No decorrer do processo histórico humano, as civilizações procuraram localizar-se próximo aos rios, lagos e mares, e por meio deles poder satisfazer suas necessidades.

De acordo com Suguio (2006), a água, especialmente aquela na forma doce, representa um recurso natural tão significativo quanto o petróleo para a sociedade moderna. Segundo os estudiosos, do total da água doce disponível no planeta Terra, apenas uma pequena porcentagem encontra-se

facilmente acessível para o uso humano, localizando-se em rios, lagos ou concentrada em níveis freáticos.

Dentre os vários usos da água doce, destacam-se aqueles empregados para abastecimento humano e industrial, higiene pessoal e doméstica, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, preservação da flora e fauna, aqüicultura e recreação (BRAGA et al., 2005). Desses usos, o abastecimento humano é considerado prioritário.

Por outro lado, a água é uma das principais disseminadoras de agentes patogênicos e, desde algum tempo, a legislação determina que para cada uso da água, são exigidos limites máximos de impurezas que ela pode conter e, quando as contiver, exige-se tratamento adequado. Na avaliação dessa qualidade, devem ser respeitadas características físicas, químicas e biológicas propostas pela Organização Mundial de Saúde – OMS.

No município de Guarulhos, pertencente à Região Metropolitana de São Paulo – RMSP (Figura 1), a

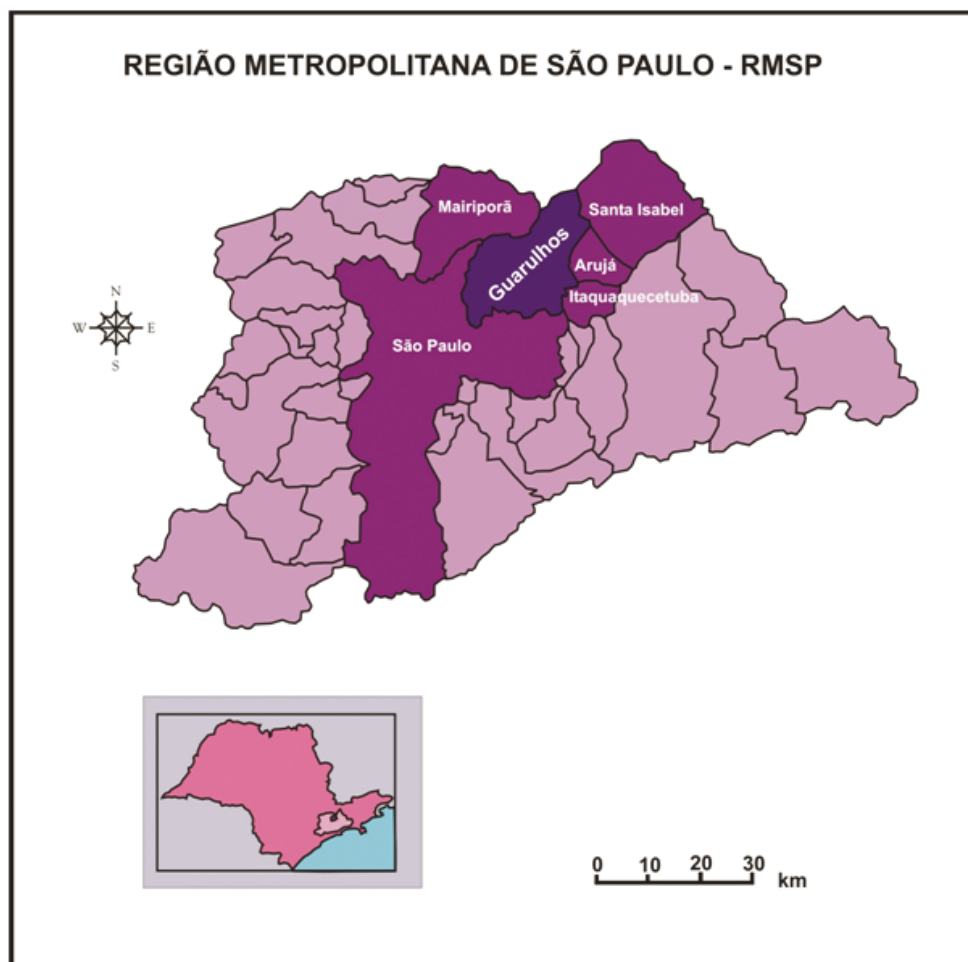


FIGURA 1: Localização do município de Guarulhos, no âmbito da RMSP (adaptado de ACKLAS Jr. et al., 2003).

FIGURE 1: Location of Guarulhos within the Greater São Paulo Metropolitan Area - RMSP (adapted from ACKLAS Jr. et al., 2003).

responsabilidade pela captação, tratamento e abastecimento público da água é dividida entre o Governo do Estado e a Prefeitura local. Para tanto, a administração municipal dispõe de dois reservatórios, o do Cabuçu e o do Tanque Grande (Figura 2), ambos situados na zona rural, em áreas de preservação ambiental (PDMG, 2006).

De acordo com Santos (2005) e Graça (2007), nas décadas de 50 e 60, a área urbana e parte da área rural de Guarulhos concentravam-se principalmente nas regiões topograficamente suaves e planas, respectivamente, representadas por formas de relevos dos tipos Colinas (Co) e Planícies fluviais (Pf). Nessas décadas, a população local era de 40.000 habitantes. As áreas de relevo movimentado, situadas na parte norte do município, eram exclusivamente rurais e ocupadas por Florestas Ombrófilas Densas. No entanto, com o crescimento populacional do município que, segundo o IBGE (2006), hoje está estimado em cerca de 1.300.000 habitantes, a zona rural perdeu seu espaço para a zona urbana e representa apenas 1/3 do território municipal, localizando-se somente na parte norte do município (Figura 3).

Como consequência, os entornos dos reservatórios Tanque Grande e Cabuçu, até então praticamente isentos de atividades humanas, passaram a sofrer transformações no uso e ocupação do solo.

Com efeito, o crescimento populacional e as formas de ocupação são fatores dos mais relevantes na alteração da qualidade da água em reservatórios voltados ao abastecimento público urbano, pois os recursos naturais estão cada vez mais reduzidos, em decorrência dos impactos crescentes da presença humana sobre os ecossistemas (VON SPERLING, 1995; TUNDISI, 2003).

Dentro dessa realidade, procurou-se pesquisar a respeito da qualidade das águas do Reservatório do Tanque Grande, no período compreendido entre os anos de 1990 a 2006. Como justificativa, tem-se as alterações ocorridas no âmbito do próprio Bairro Tanque Grande, bem como o crescimento populacional e as diferentes formas de ocupação verificadas nos bairros vizinhos de Invernada, Bananal e Fortaleza, a partir do final da década de 90 (SANTOS, 2005) (Figura 4).

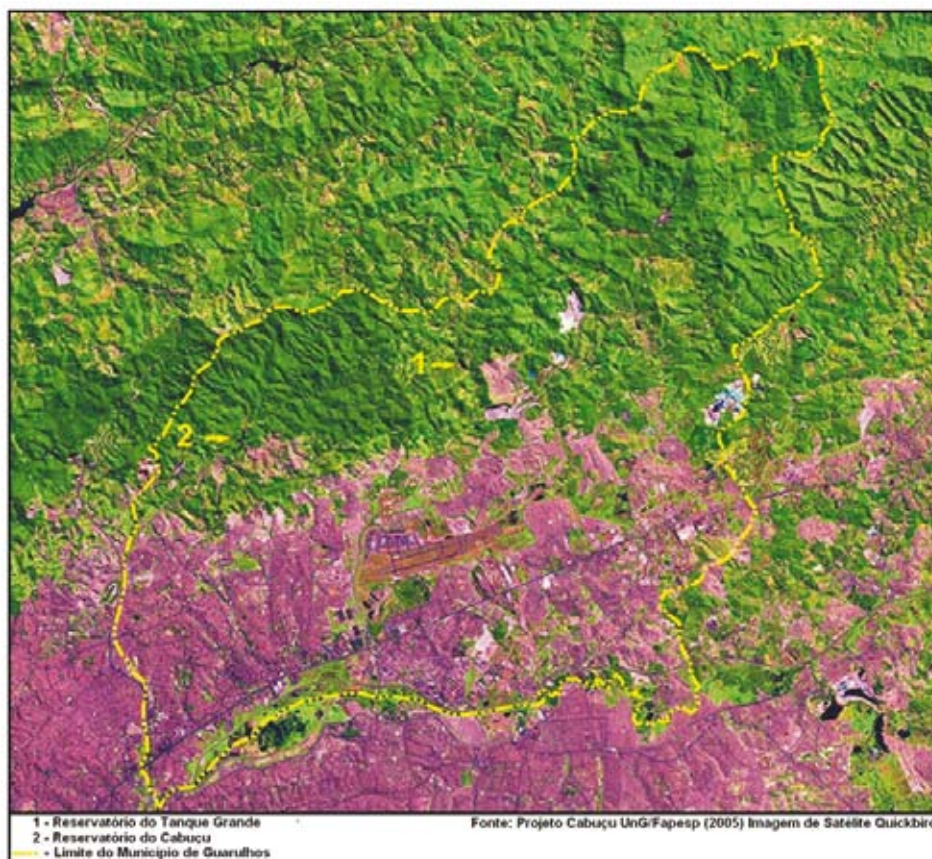


FIGURA 2: Localização dos reservatórios Tanque Grande (1) e Cabuçu (2) no município de Guarulhos (OLIVEIRA et al., 2005).

FIGURE 2: Location of the Tanque Grande (1) and Cabuçu (2) reservoirs within Guarulhos (OLIVEIRA et al., 2005)

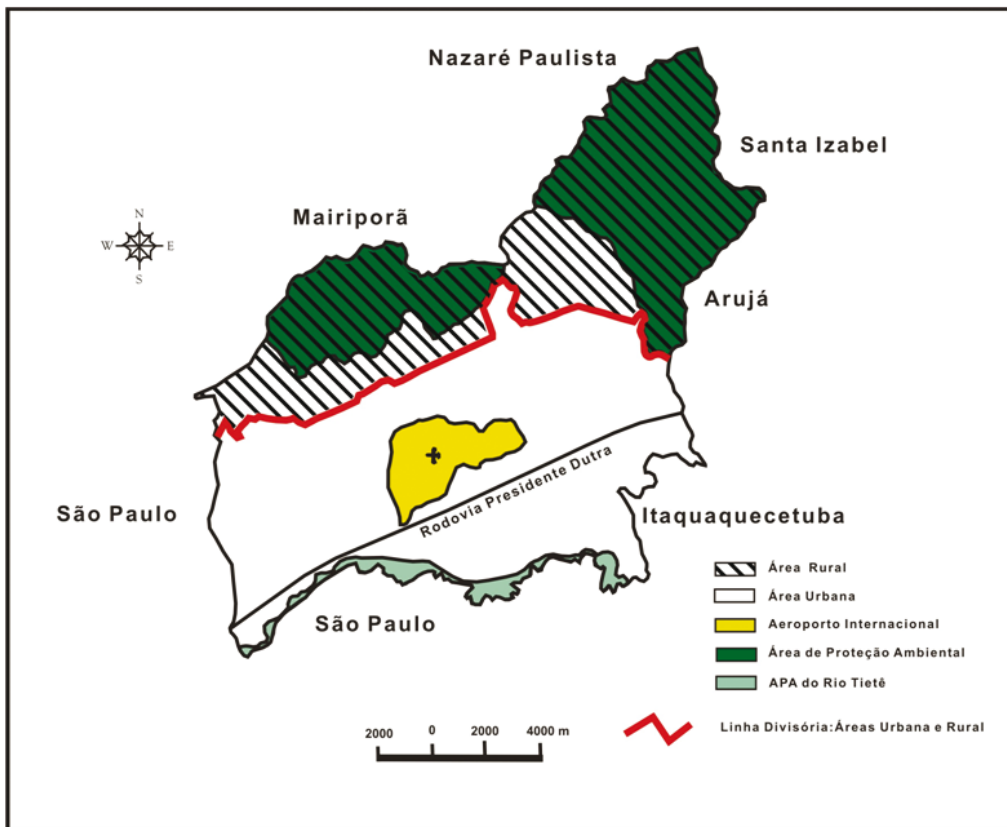


FIGURA 3: Zonas urbana e rural do município de Guarulhos (adaptado do PDG, 2002).
FIGURE 3: Urban and rural áreas of Guarulhos (adapted from PDG, 2002).

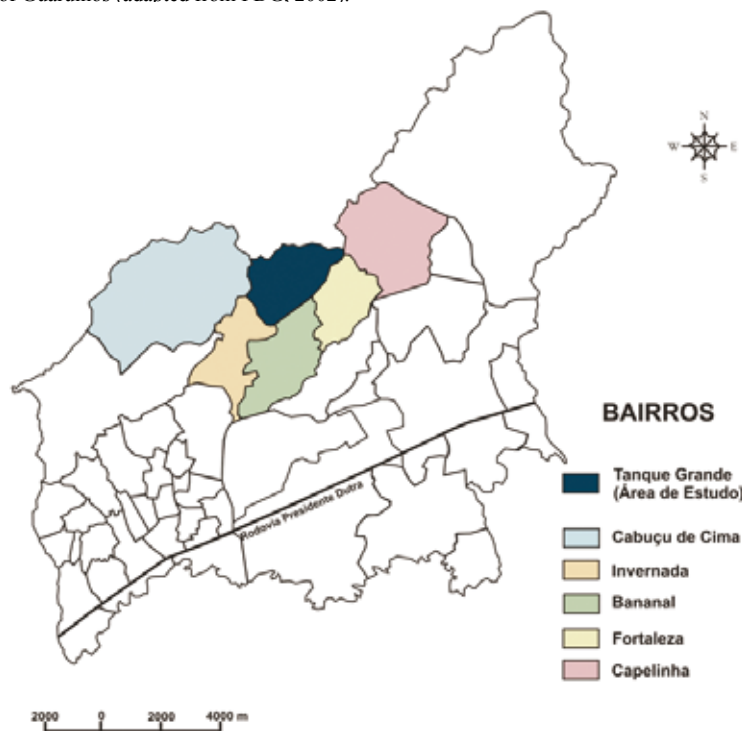


FIGURA 4: Localização do Bairro Tanque Grande e bairros vizinhos, no município de Guarulhos (OLIVEIRA et al., 2005).
FIGURE 4: Location of the Tanque Grande and sourring neighborhoods within Guarulhos (OLIVEIRA et al., 2005).

Para tanto, foram utilizados os dados do Índice de Qualidade da Água – IQA, analisados e disponibilizados pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, relativo aos últimos dezesseis anos, tendo em vista que o Reservatório do Tanque Grande faz parte da rede de monitoramento que essa Companhia realiza na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A ÁREA DE ESTUDO

No município de Guarulhos são reconhecidas cinco grandes bacias hidrográficas: Jaguari, Tietê, Cabuçu de Cima, Canal de Circunvalação e Baquirivu-Guaçu (Figura 5).

A microbacia Tanque Grande – Montante (OLIVEIRA et al., 2005) localiza-se na maior bacia hidrográfica do município de Guarulhos, a Bacia do Rio Baquirivu-Guaçu, que ocupa 46% dos 341 km² do território municipal. A rede

hidrográfica desta microbacia pode ser visualizada na Figura 6, juntamente com o reservatório do Tanque Grande (Figura 7).

De acordo com Oliveira et al. (2005), as características geométricas da microbacia Tanque Grande - Montante são as seguintes: comprimento: 2.650 m; perímetro: 12.738,76 m; altitude máxima: 1.080 m; altitude mínima: 830 m; desnível: 250 m; largura máxima: 3.950 m; área da bacia: 774,55 ha.

O Sistema Tanque Grande faz parte do Sistema Autônomo de Abastecimento do município de Guarulhos, sendo atualmente responsável por 10% do abastecimento da cidade. Com uma vazão média de 250.000 m³/mês entre os anos de 1999 e 2006 (SAAE, 2006), beneficia os bairros de Fortaleza, Santos Dumont, Lenise, Jardim Bonança e Vila Rica. Nos últimos quatro anos, essa vazão vem aumentando gradativamente (Figura 8), o que pode interferir na qualidade da água do reservatório (TUNDISI, 2003). Secundariamente, o uso das águas é destinado, ainda, à irrigação, à piscicultura, ao lazer e à pesca (SANTOS, 2005).

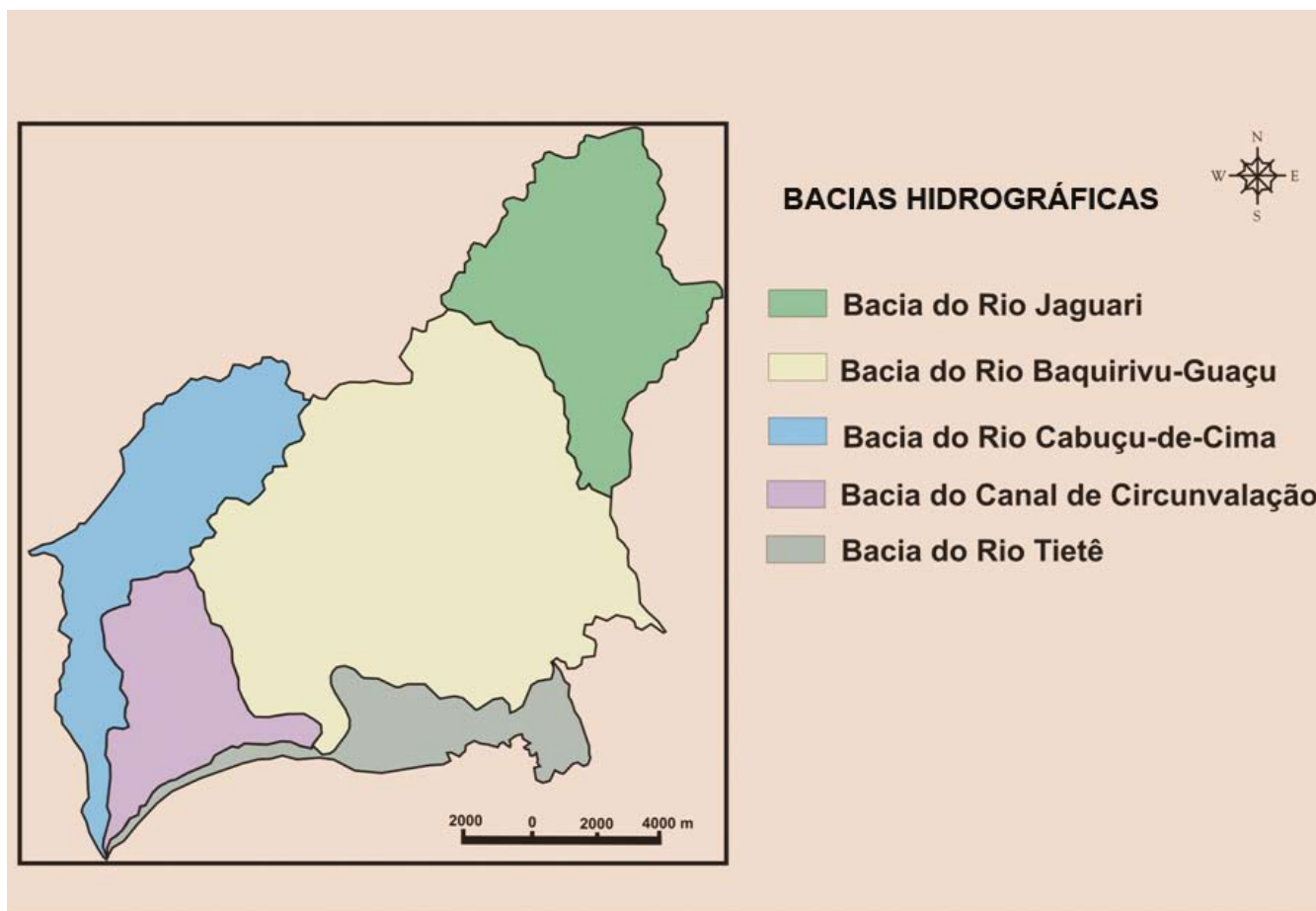


FIGURA 5: Bacias hidrográficas do município de Guarulhos (adaptado do PDG, 2002 – 2003).

FIGURE 5: Hydrographic basins of Guarulhos (adapted from PDG, 2002 – 2003).

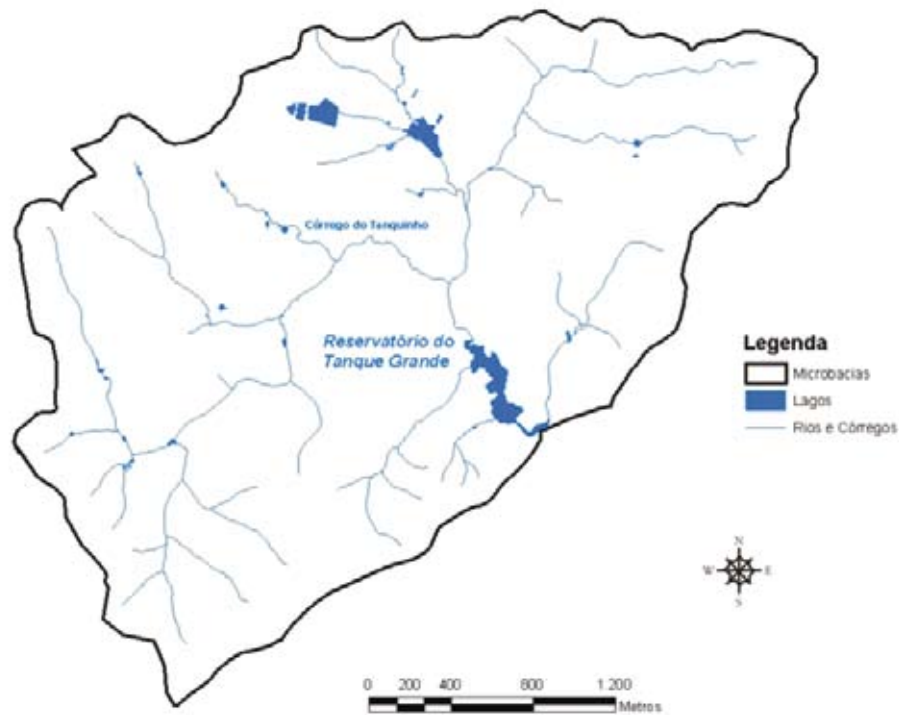


FIGURA 6: Rede hidrográfica da Microbacia Tanque Grande – Montante (OLIVEIRA et al., 2005).

FIGURE 6: Hydrographic network of the Tanque Grande – Montante Microbasin (OLIVEIRA et al., 2005).



FIGURA 7: Imagem de satélite do Reservatório do Tanque Grande (OLIVEIRA et al., 2005).

FIGURE 7: Sattelite image of the Tanque Grande Reservoir (OLIVEIRA et al., 2005).

Crescimento da Captação de Água no Reservatório Tanque Grande

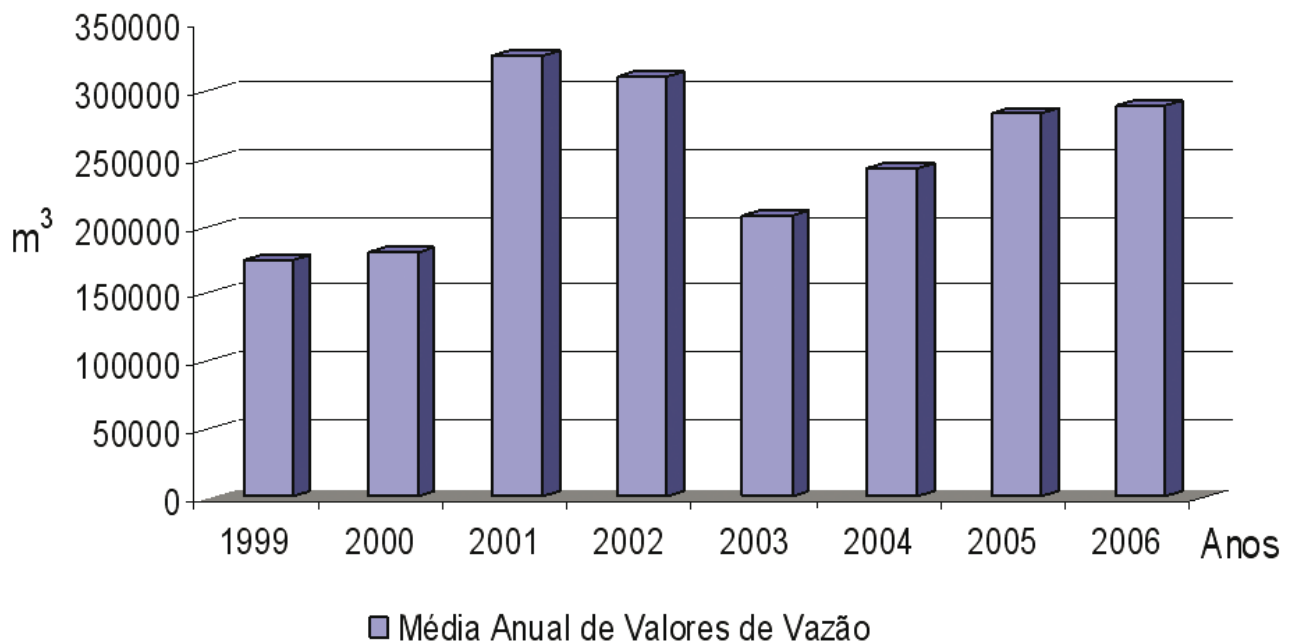


FIGURA 8: Captação de água no Reservatório do Tanque Grande no período compreendido entre 1999 e 2006 (SAAE, 2006).
FIGURE 8: Water caption in the Tanque Grande Reservoir between 1999 – 2006 (SAAE, 2006).

Uso e Ocupação do Solo

De acordo com Oliveira et al. (2005), os usos e ocupações principais dessa microbacia podem ser visualizados na Figura 9.

O Instituto Florestal estima um total de 53.000 m² de área verde por habitante na microbacia. Com o crescimento dos bairros adjacentes, a região tem passado por transformações em suas atividades econômicas, que se dirigem prioritariamente às dos tipos agropastoris, como as criações de gado e aves, horticultura, fruticultura, produção de mel, bem como espaços para turismo e lazer, contando com um clube, vários pesqueiros, além do próprio Reservatório do Tanque Grande (SANTOS, 2005; AYRES, 2007) (Figuras 10 e 11).

As áreas do Tanque Grande são propriedades privadas. Verifica-se a presença de estradas vicinais não-asfaltadas, porém de fácil acesso e que servem de ligação ao município vizinho de Mairiporã. Há uma linha de ônibus que interliga a Estrada do Tanque Grande ou, do Saboó, ao núcleo urbano do Marmelo, em Mairiporã.

Meio Físico

O estudo do meio físico desta microbacia foi recentemente realizado por Oliveira et al. (2005). Segundo esses autores, do ponto de vista geológico, predominam rochas metamórficas, dos tipos filitos, metabásicas e gnaisses. Secundariamente, ocorrem sedimentos provenientes de coluviões e aluviões. Os solos são do tipo Latossolo Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos, com textura argilosa nas vertentes, e Gleissolos na planície aluvial. A microbacia situa-se em trechos de relevo movimentado, representado por morros e montanhas. Os índices geomorfológicos podem ser assim sintetizados: Comprimento da rede de drenagem: 25,1 km; Comprimento do talvegue principal: 4.666,69 m; Declividade do talvegue principal: 2,57 %; Circularidade: baixa; Densidade de drenagem: 3,24 km/km²; Desnível do talvegue: 120m.

Adicionalmente, como produto importante desses estudos, os autores elaboraram um mapa-síntese de unidades geoambientais (Figura 12), no qual cada unidade diferenciava-se das demais, em função dos seguintes parâmetros: tipos de rocha, solo e declividade.

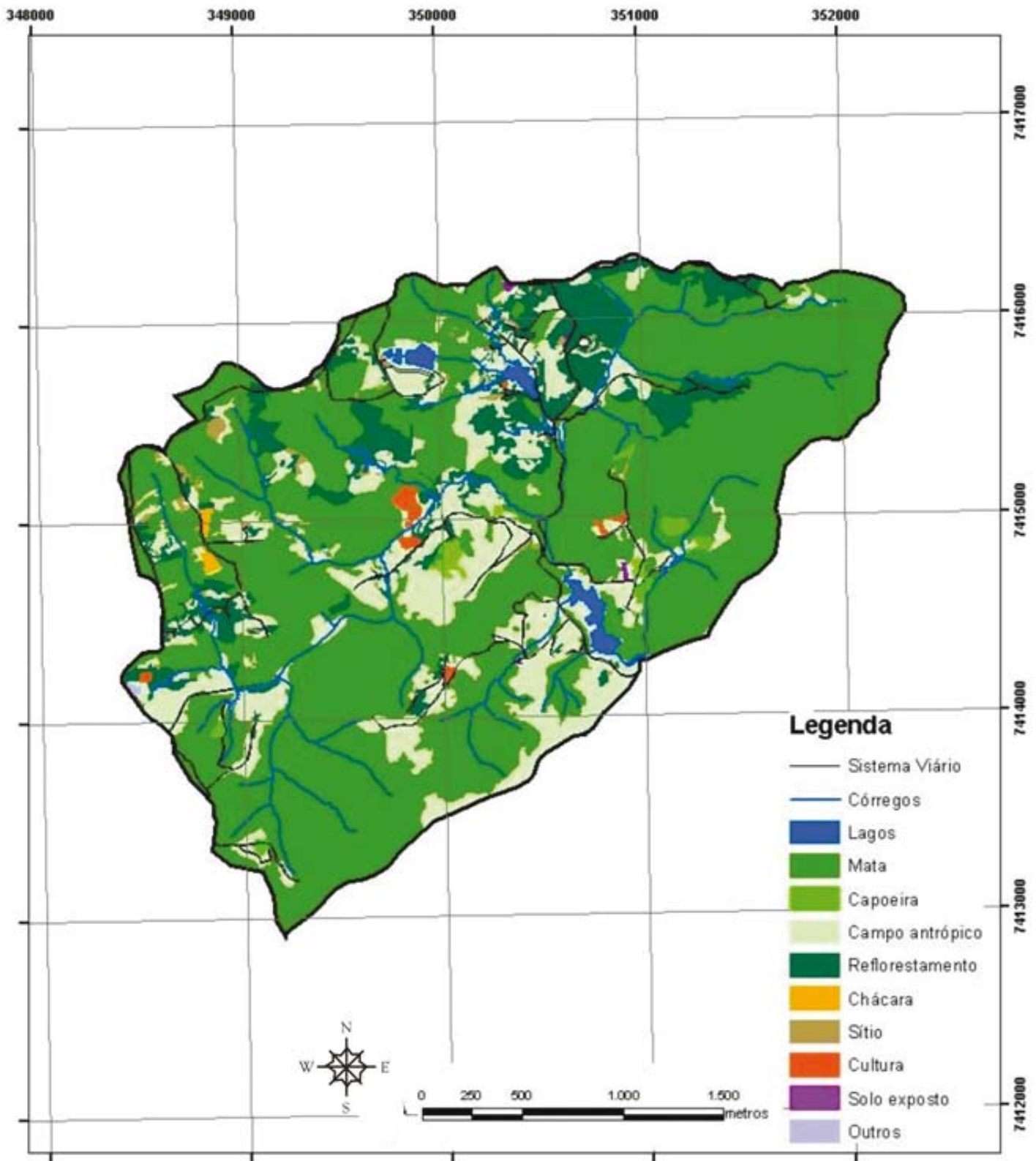


FIGURA 9: Uso e ocupação do solo da Microbacia do Tanque Grande - Montante (OLIVEIRA et al., 2005).
 FIGURE 9: Land use and occupation of the Tanque Grande – Montante Microbasin (OLIVEIRA et al., 2005).



a



b



c



d

FIGURA 10 a,d: Imagens de algumas atividades agropastoris na região do Reservatório do Tanque Grande. Fotos: Fernando Martins Ayres (Novembro/2006).
FIGURE 10 a,d: Combined agriculture and grass/herbage for cattle in the studied area (November/2006).



a



b



c



d



e

FIGURA 11: Exemplos de recreação no Reservatório do Tanque Grande. Fotos: Fernando Martins Ayres (Novembro/2006).

FIGURE 11: Examples of recreational activities in the Tanque Grande Reservoir. Photos: Fernando Martins Ayres (November/2006).

**MAPA DE UNIDADES GEOAMBIENTAIS
 MICROBACIA TANQUE GRANDE - MONTANTE**

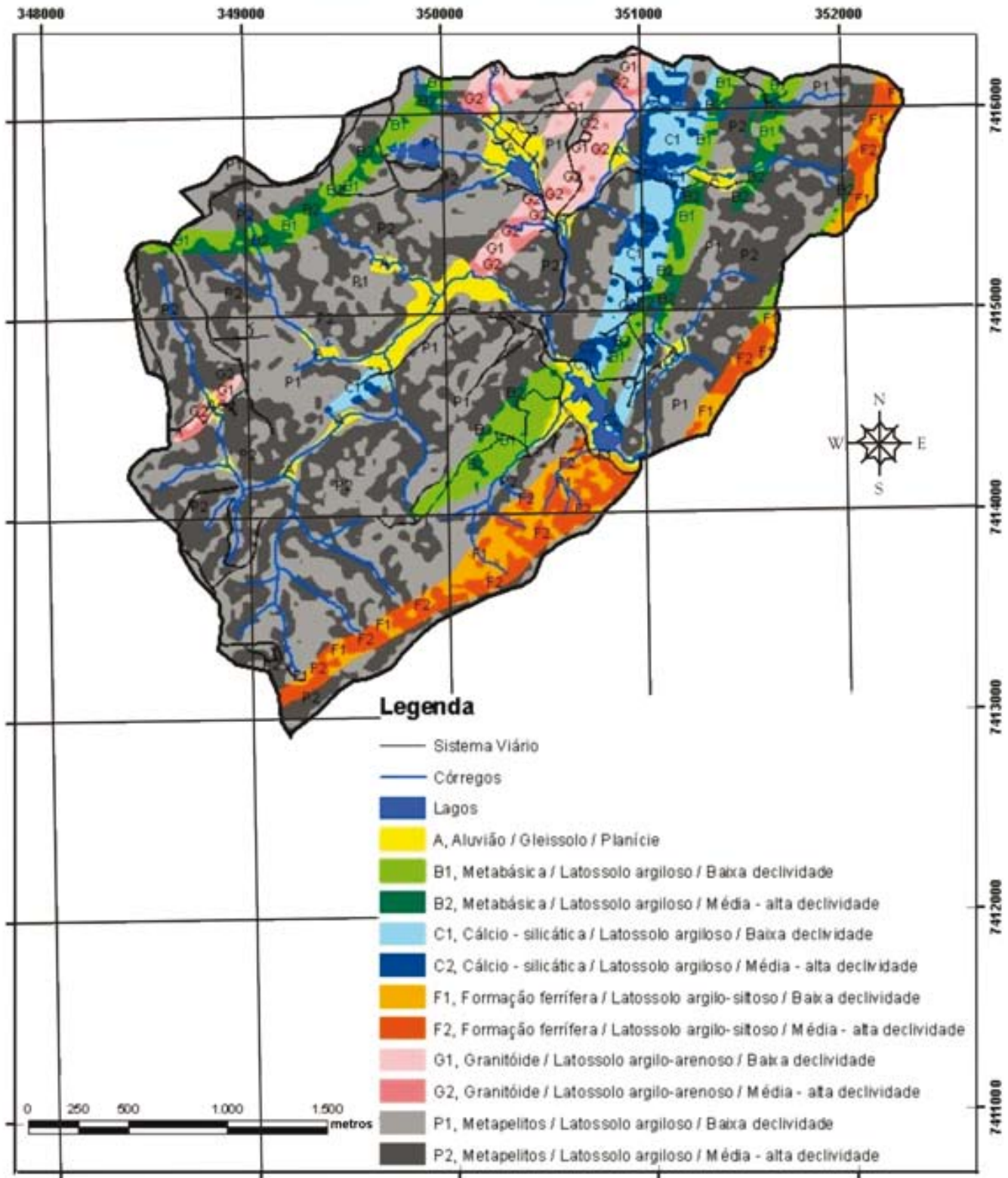


FIGURA 12: Mapa-síntese de Unidades Geoambientais da Microbacia Tanque Grande – Montante (OLIVEIRA et al., 2005).

FIGURE 12: Map of Environmental Units of the Tanque Grande – Montante Microbasin (OLIVEIRA et al., 2005)

QUALIDADE DA ÁGUA DOCE

A água, em função de suas propriedades de solvente aliada a sua capacidade de transportar partículas, contém uma série de impurezas que irão definir o seu grau de qualidade (VON SPERLING, 1995). Ainda de acordo com esse autor, a qualidade das águas é função tanto de fenômenos naturais como do uso e ocupação da bacia hidrográfica.

A utilização principal do Reservatório Tanque Grande é para abastecimento público, o que requer diversos critérios de qualidade para atender a essa finalidade, tendo por base parâmetros físicos, químicos e biológicos.

No Brasil, o órgão responsável pela classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamentos de efluentes, é o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, ligado ao Ministério do Meio Ambiente.

A última Resolução desse Conselho sobre Recursos Hídricos é a de nº 357, de 17 de Março de 2005. Nesse documento, as águas doces são classificadas em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4. Dessas, somente a classe 4 não pode ser utilizada no abastecimento ou qualquer outro tipo de utilização humana e da maioria dos seres vivos, devido à sua baixa qualidade, cujos custos de tratamento inviabilizam o seu aproveitamento. As demais diferem entre si pelo tipo de tratamento a ser utilizado na desinfecção das mesmas, antes de sua distribuição à população.

Índice de Qualidade de Água

Normalmente, o número ideal de parâmetros estabelecidos pelo CONAMA para análise da qualidade da água é grande, sendo difícil estabelecer um índice que incorpore e expresse essas informações ao mesmo tempo.

O Índice de Qualidade de Água (IQA), proposto pela CETESB (2006), de acordo com Braga et al. (2006), apresenta-se como uma alternativa bastante confiável. Trata-se do produtório ponderado nas notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade de um conjunto de nove indicadores específicos cuja seqüência é: Coliformes Termotolerantes, pH; Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO(5 dias, 20°C); Nitrogênio total; Fósforo total; Temperatura da amostra d'água; Turbidez; Resíduo(Sólido) total; Oxigênio Dissolvido – OD e cujo cálculo é dado pela fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

- **IQA** = Índice de Qualidade das Águas, que varia entre 0 e 100;
- **n** = número de parâmetros no cálculo do IQA (sempre igual a nove);
- **qi** = qualidade do i-ésimo parâmetro, também variável de 0 a 100 e obtido da curva média, em função da concentração;
- **Wi** = peso correspondente do i-ésimo parâmetro, que é um número porcentual obtido pela importância do parâmetro na análise, pré-determinado pelos especialistas;

A Tabela 1 exhibe resumidamente, os componentes indicados anteriormente.

i-ESIMO	VARIÁVEL	PESO no IQA
9	OD	0,17
1	Coliformes Termotolerantes	0,15
2	pH	0,12
3	DBO	0,10
4	Nitrogênio Total	0,10
5	Fósforo Total	0,10
6	Temperatura da Água	0,10
7	Turbidez	0,08
8	Sólidos totais	0,08
		SOMATÓRIA = 1 OU 100%

TABELA 1: Variáveis consideradas no cálculo do IQA listadas em ordem decrescentes de peso (CETESB, 2006).

TABLE 1: Variables employed in the IQA analyses (CETESB, 2006).

Caso não se disponha do valor de algum dos nove parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A avaliação final desse índice é expressa numericamente por valores que

variam na escala de 0 a 100 (Quadro 1). Para cada conjunto de valores obtidos há uma qualificação específica, representada também na forma de cores padronizadas.

Valor	Qualificação	Cor
80-100	Ótima	Azul
52-79	Boa	Verde
37-51	Aceitável	Amarela
20-36	Ruim	Vermelha
0-19	Péssima	Preta

QUADRO 1: Índice de Qualidade da Água – IQA (CETESB, 2006).
 TABLE 1: Index of the water quality – IQA (CETESB, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A variação temporal do Índice de Qualidade da Água (IQA) do reservatório Tanque Grande foi analisada no *software* Statistica 7.0®, com base nos dados coletados de janeiro de 1990 a novembro de 2006. Foi elaborada uma matriz com os valores do coeficiente de determinação (r^2) entre todas as variáveis e o IQA, a fim de se verificar quais apresentam correlação significativa ($p < 0,05$) com

a qualidade da água. A partir dessa matriz, visando avaliar o comportamento conjunto das variáveis em relação ao IQA, apenas aquelas com correlação significativa foram selecionadas para realização de uma regressão múltipla passo-a-passo, adotando-se o IQA como a variável dependente.

Dentre as nove variáveis que são utilizadas no cálculo do IQA, apenas cinco apresentaram correlação significativa: coliformes termotolerantes, turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido e temperatura da água (Tabela 2).

Variável	w_i	r^2_{IQA}
Coliformes Termotolerantes	0,15	0,476
Turbidez	0,08	0,130
Sólidos Totais	0,08	0,058
O ₂ dissolvido	0,17	0,053
Temperatura da Água	0,10	0,048
Fósforo Total	0,10	0,014
DBO _{5,20}	0,10	0,008
pH	0,12	0,004
Nitrogênio Kjeldahl	0,10	0,004

TABELA 2: Variáveis em ordem decrescente de correlação com o IQA, onde “ w_i ” se refere ao peso de cada variável no cálculo do índice. Valores em negrito indicam correlação significativa com o IQA ($n = 103, p < 0,05$).

TABLE 2: Variables in decreasing order of correlation with IQA, where “ w_i ” refers to the weight of each parameter in the index calculation. Values in bold fonts indicate significant correlation with IQA ($n=103, p < 0,05$).

A análise da regressão múltipla passo-a-passo, que avalia o comportamento concomitante das variáveis em relação ao IQA, revela que apenas coliformes termotolerantes, turbidez e temperatura da água correlacionam-se significativamente em conjunto ($r^2=0,596$; $p < 0,05$; $n = 103$). Sólidos totais e oxigênio dissolvido, apesar da correlação individual significativa com o IQA, não apresentaram correlação conjunta significativa na regressão múltipla. Apenas coliformes termotolerantes apresentam uma relação mais clara (Figura 13).

A concentração de coliformes termotolerantes representa o principal problema no tratamento da água do Reservatório Tanque Grande. Eventualmente, os valores ultrapassam o limite para enquadramento do corpo aquático na Classe 1, mais freqüentemente no verão (Figura 14). Assim, a principal fonte deste tipo de poluição deve estar relacionada às atividades de criação de animais próximos aos tributários do reservatório (a elevação da concentração no verão está associada ao aumento de vazão dos tributários no período de chuvas, o que é sustentado pela correlação do IQA com a turbidez), secundariamente têm-se as atividades de recreação da população junto ao reservatório, que se intensificam no verão, sendo que não há estrutura sanitária local para sustentar esse tipo de atividade.

O órgão responsável pelo tratamento das águas do Tanque Grande, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE deve intensificar no período de verão sua atenção em relação aos níveis de coliformes termotolerantes. Dentre as ações possíveis, um bom programa de educação ambiental junto às propriedades rurais e à população freqüentadora do reservatório deve contribuir no controle da poluição. Deste modo, garante-se a manutenção da boa qualidade da água durante todo o ano e o menor custo de tratamento das águas.

Desde 1990, os valores do IQA do Tanque Grande apresentam uma tendência geral de leve aumento com o passar dos anos (Figura 15). Principalmente a partir do ano de 2000, as diferenças entre os IQAs calculados no verão e inverno tenderam a ser menores. Esta observação, aliada à discussão sobre os coliformes termotolerantes, indica que a maior rigorosidade no controle do uso do reservatório no período de verão deverá garantir que as diferenças entre os IQAs continuem a diminuir, podendo chegar a um patamar de qualidade relativamente estável. Como nos últimos três anos os menores valores de IQA estiveram próximos ao limiar entre a qualidade “Boa” e “Ótima”, é possível que as ações de controle efetivo da poluição durante o verão resultem na manutenção da qualidade “Ótima” para o reservatório.

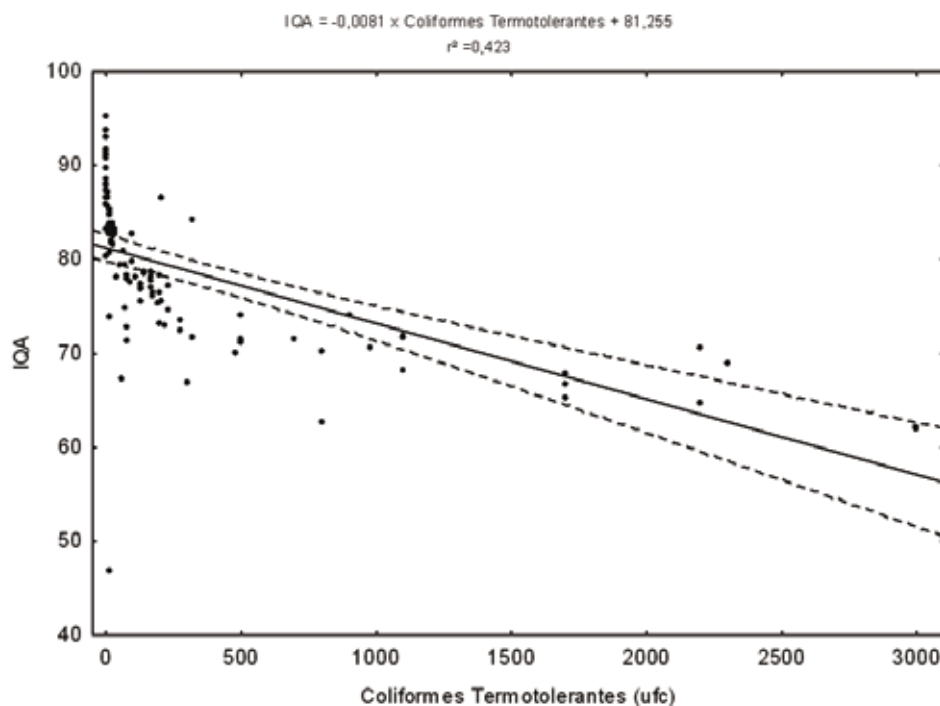


FIGURA 13: Correlação de IQA versus coliformes termotolerantes.
 FIGURE 13: Correlation between IQA and thermotolerant coliforms

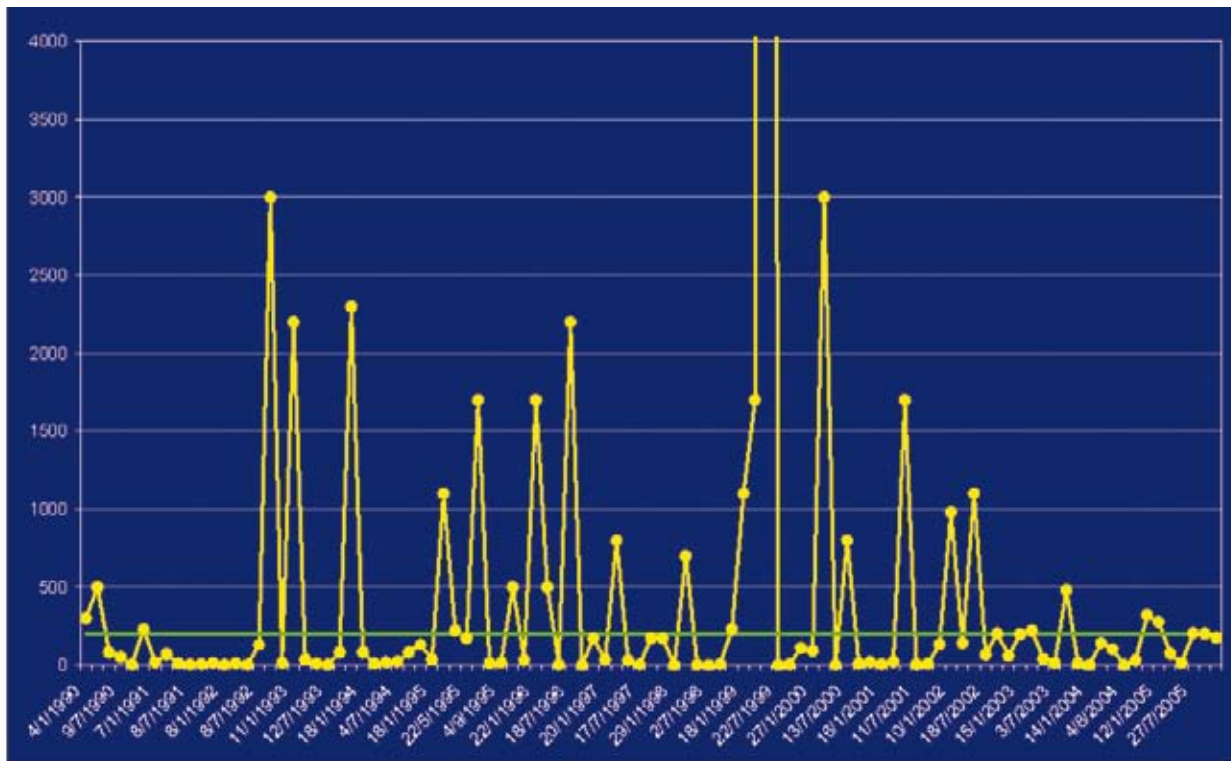


FIGURA 14: Variação de concentração de coliformes termotolerantes (ufc) entre os anos de 1990 e 2006. A linha verde (200ufc) representa o limite máximo para a Classe 1 (Resolução CONAMA 357/2005).
FIGURE 14: Distribution of thermotolerant coliforms concentration between 1990 and 2006. The green line (200 ufc) represents the maximum value permitted for Class 1 waters (CONAMA resolution 357/2005).

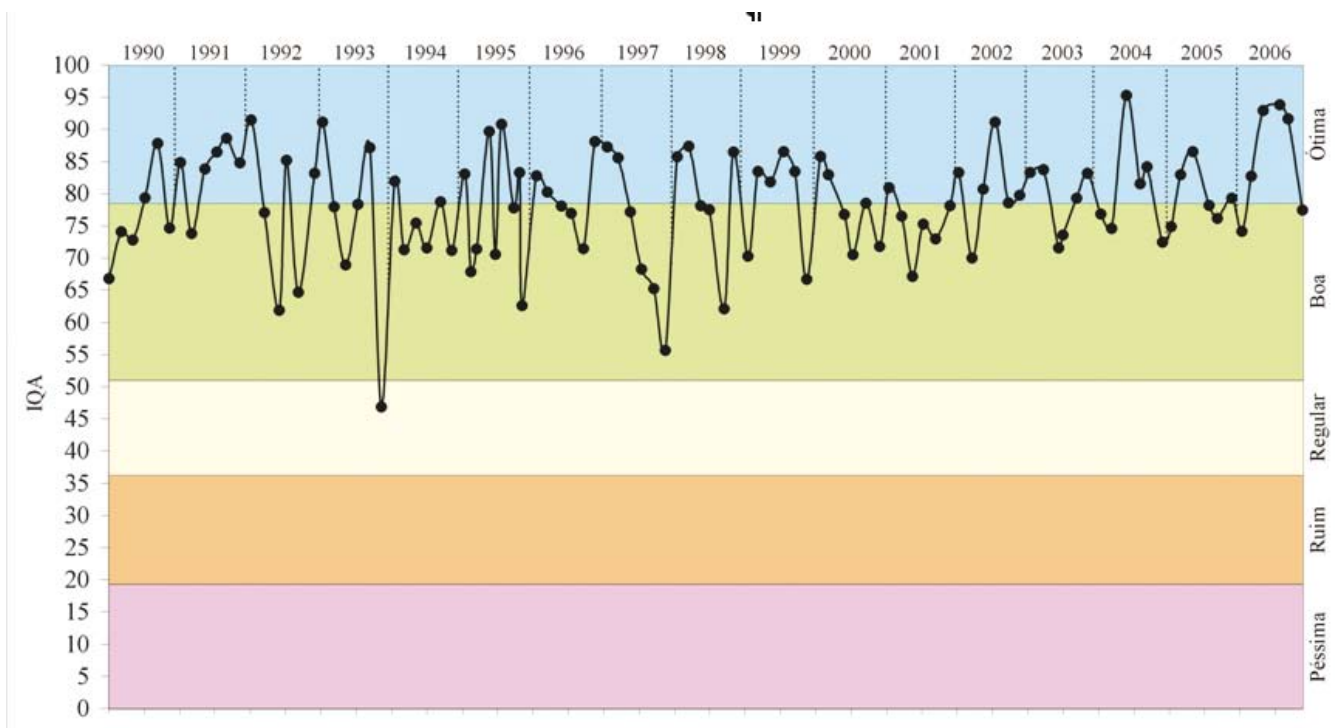


FIGURA 15: Valores de IQA para o Reservatório Tanque Grande, de 1990 a 2006.
FIGURE 15: IQA values for the Tanque Grande Reservoir, between 1990 and 2006.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKLAS JUNIOR, R.; ETCHEBEHERE, M. L.; CASADO, F. C. Análise de perfis de drenagens do município de Guarulhos para detecção de deformações neotectônicas. *Revista UnG Geociências*, v. 8, n. 6, p. 64-77, 07/2003.
- BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.
- CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL 2006a. Índices de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 09 mar. 2006.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2005. Resolução nº. 357, de 17 de Março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm>>. Acesso em: 09 mar. 2006.
- GRAÇA, B. A. *Condicionantes geoambientais no processo histórico da ocupação territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo*. 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) - Universidade Guarulhos, 2006.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 dez. 2006.
- OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M. R. M.; QUEIRÓS, N. *Diagnóstico ambiental para manejo sustentável do Núcleo Cabuçú do Parque Estadual da Cantareira e áreas vizinhas do Município de Guarulhos*. 2005. (Relatório de Pesquisa FAPESP)
- PDMG – PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS. *Plano diretor 2006*. Guarulhos, 2006. 1 CD-ROM.
- SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE GUARULHOS. Disponível em: <<http://saaewww.saaeguarulhos.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 dez. 2006.
- SANTOS, S. A. D. *Tanque Grande: um espaço em transformação: estudo da região do Tanque Grande*. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Guarulhos, 2005.
- SUGUIO, K. *Água*. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 313 p.
- TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: Rima, 2003.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995. 240 p.