

## IV-037 - INFLUÊNCIA DO USO DA TERRA NO APORTE DE NUTRIENTES E O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO TABOÃO, GUARULHOS (SP)

**Maria Aparecida da Silva<sup>(1)</sup>**

Bacharel em Química pela Universidade Guarulhos (UnG) e Mestre em Análise Geoambiental pela Universidade Guarulhos (UnG)

**Reinaldo Romero Vargas<sup>(1)</sup>**

Químico formado pela Universidade de São Paulo (USP), com doutorado em Ciências - Química Orgânica e Pós-doutorado em Biotálise (USP). Docente do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos (UnG)

**Antonio Roberto Saad<sup>(1)</sup>**

Geólogo formado pela Universidade São Paulo, com mestrado em Estratigrafia (USP), e doutorado em Geologia Regional, UNESP, Docente do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos (UnG)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Programa de Pós-Graduação em Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos (UnG). Praça Tereza Cristina, 229 – Centro. CEP 07023-070. Guarulhos, SP - Tel: (11) 2087-1468. e-mail: [rvargas@prof.ung.br](mailto:rvargas@prof.ung.br)

### RESUMO

O município de Guarulhos, considerado a segunda maior cidade do Estado de São Paulo em população, vem crescendo com grande velocidade em termos de ocupação territorial e não consegue planejar este crescimento, o que causa ocupações irregulares e falta de medidas relacionadas ao controle sanitário em vários pontos da cidade. O presente trabalho teve como objetivo a investigação dos usos e ocupações da terra correspondente à Bacia Hidrográfica do Córrego do Taboão (BHCT) em Guarulhos (SP) e as influências dessas unidades na qualidade da água, avaliadas através do Índice de Estado Trófico (IET).

A análise da qualidade ambiental foi realizada por meio do mapa de uso da terra e da qualidade da água, através do parâmetro Fósforo Total, em quatro pontos de coleta, num total de seis coletas, entre setembro de 2015 e agosto de 2016. O Índice de Estado Trófico no córrego Taboão foi calculado a partir dos valores de fósforo total.

Os valores de fósforo total obtido para os quatro pontos de coleta, ao longo do período estudado, apresentaram-se acima do limite estabelecido para os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para corpos hídricos de água doce de classe 3. Os valores do IET para os pontos avaliados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Taboão foram indicativos do estado de eutrofização das águas desta bacia hidrográfica. O ponto P1, referente à nascente, localizado na cabeceira da bacia, já sofre degradação ambiental com os avanços da urbanização na área, apresentando um nível mesotrófico. Os demais pontos, P2 a P4, apresentaram estado hipereutrófico, em todo o período, devido à intensa urbanização que contribui com a descarga de material orgânico e inorgânico (lixo doméstico) e da presença de indústrias (efluentes industriais) ao longo de seu percurso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas urbanas, Poluição hídrica, Qualidade das águas, Região Metropolitana de São Paulo, Resolução CONAMA 357/2005.

### INTRODUÇÃO

Com a tomada da urbanização, seguida de desenvolvimento socioeconômico, e com o expressivo crescimento demográfico no Brasil, houve um grande aumento na demanda por recursos hídricos. Fator que originou diversos tipos de impactos ambientais decorrentes dos descartes domésticos, industriais e agropastoris nos leitos dos rios, interferindo na qualidade de suas águas, dificultando e encarecendo seu tratamento (TUCCI, 2008).

Para analisar um corpo hídrico, atualmente existem diversos parâmetros e indicadores que, associados aos resultados, nos permitem um diagnóstico do grau de degradação em que se encontra o corpo d'água, como

ocasionadas pela eutrofização. Ela pode ser de origem natural, consistindo no carregamento de nutrientes trazidos pelas chuvas ou artificial, induzida pelo ser humano (ESTEVEES,2011).

Baird (2011) e Esteves (2011) explicam que o processo de eutrofização causada pelo homem, chamado de eutrofização cultural, é ocasionada pela disponibilidade de nutrientes como o fósforo, o nitrogênio, além de outras fontes de matéria orgânica presentes em despejos domésticos (esgotos), agropecuários (fertilizantes, ração), que em contato com o meio aquático, servem de alimento para os microrganismos, como por exemplo, as cianobactérias (algas). Tal processo ocasiona a diminuição de oxigênio nas águas e conseqüentemente, impossibilita a sobrevivência de organismos aeróbicos (peixes), além do mau cheiro provocado por essas algas, acarretando também problemas com a navegação.

A crescente urbanização no município, principalmente na região sul de Guarulhos, é caracterizada pela baixa declividade e facilidade de acesso as principais vias, como a Via Dutra e o Aeroporto Internacional de Guarulhos. O desenvolvimento desta pesquisa tem como ênfase, a investigação dos usos e ocupações da terra correspondente à bacia hidrográfica do Córrego Taboão, e as influências dessas unidades na qualidade da água através do Índice de Estado Trófico (IET) para seu principal corpo hídrico. Localizada na porção oeste do Município de Guarulhos (SP), a região pertencente ao Taboão que sofre com vários problemas socioambientais, como a baixa qualidade no saneamento básico, juntamente com um crescimento desordenado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Coleta e análise da Água

As amostras foram sazonais de forma a descrever o comportamento do Córrego Taboão entre os períodos seco e chuvoso, totalizando 6 amostras, compreendidas entre setembro de 2015 e agosto de 2016.

O tipo de coleta empregada neste estudo foi o da amostragem simples, onde em um ponto específico do córrego, a uma profundidade de 15 a 30 cm da superfície, retira-se a amostra, para a análise laboratorial. Adotou-se uma metodologia específica de coleta e preservação das amostras, baseada no roteiro da ANA (2011), para assegurar o acondicionamento e o armazenamento adequados, além de tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade das amostras e conseqüentemente, os resultados.

O parâmetro Fósforo Total (PT) foi analisado no Laboratório de Águas da Universidade Guarulhos (UnG), seguindo a metodologia proposta na APHA (1998). Aos valores de fósforo total foi aplicado o Índice de Estado Trófico (IET) para rios, utilizado por Lamparelli (2004), que consiste em empregar os valores obtidos de fósforo em µg/L conforme descrito na equação 1.

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

**PT:** concentração de fósforo total medida à superfície da água, em µg.L<sup>-1</sup>;

**ln:** logaritmo natural.

Com o resultado obtido através da equação 1, sequencialmente os dados foram interpretados de acordo com os diferentes graus de trofia, a saber: ultraoligotrófico ( $\leq 47$ ), oligotrófico ( $47 < \text{IET} \leq 52$ ), mesotrófico ( $52 < \text{IET} \leq 59$ ), eutrófico ( $59 < \text{IET} \leq 63$ ), supertrófico ( $63 < \text{IET} \leq 67$ ) e hipereutrófico ( $> 67$ ), (LAMPARELLI, 2004).

Os locais de amostragem da qualidade da água foram escolhidos mediante fatores que potencialmente poderiam influenciar, direta ou indiretamente, de forma significativa, a qualidade do corpo d'água, incluindo descargas de fontes de poluição, tanto pontuais como difusas, e principalmente, a influência do uso da terra ao entorno dos locais, como mostra o mapa de uso da terra.

### Mapeamento do uso da terra

O mapa de uso e ocupação foi elaborado a partir de um conjunto de dados já existentes do Projeto Bases realizado por Oliveira et al (2009), como o delineamento da bacia, o anel viário, vegetação e feito uma

atualização das áreas e nas cores representativas de acordo com o IBGE (2013). O processo de classificação foi feito com a formação de um banco de dados, processado em ambiente de geoprocessamento, através de ferramentas como ArcGIS, aliadas a informações retiradas in loco, como fotografias retiradas nas visitas em campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Córrego do Taboão (BHCT) apresentada na Figura 1, é um dos contribuintes da Bacia Hidrográfica do Rio Baquirivu-Guaçu, principal bacia do Município de Guarulhos. Com uma área de 3,5 km<sup>2</sup> está localizada a centro-oeste do município, limitando-se ao norte com os bairros da Invernada Cachoeirinha e Cabuçu de Cima; a oeste com os bairros Morros e Bela Vista; a sul com Vila Barros; e a leste com a área do Aeroporto Governador Franco Montoro (Aeroporto Internacional de Guarulhos).

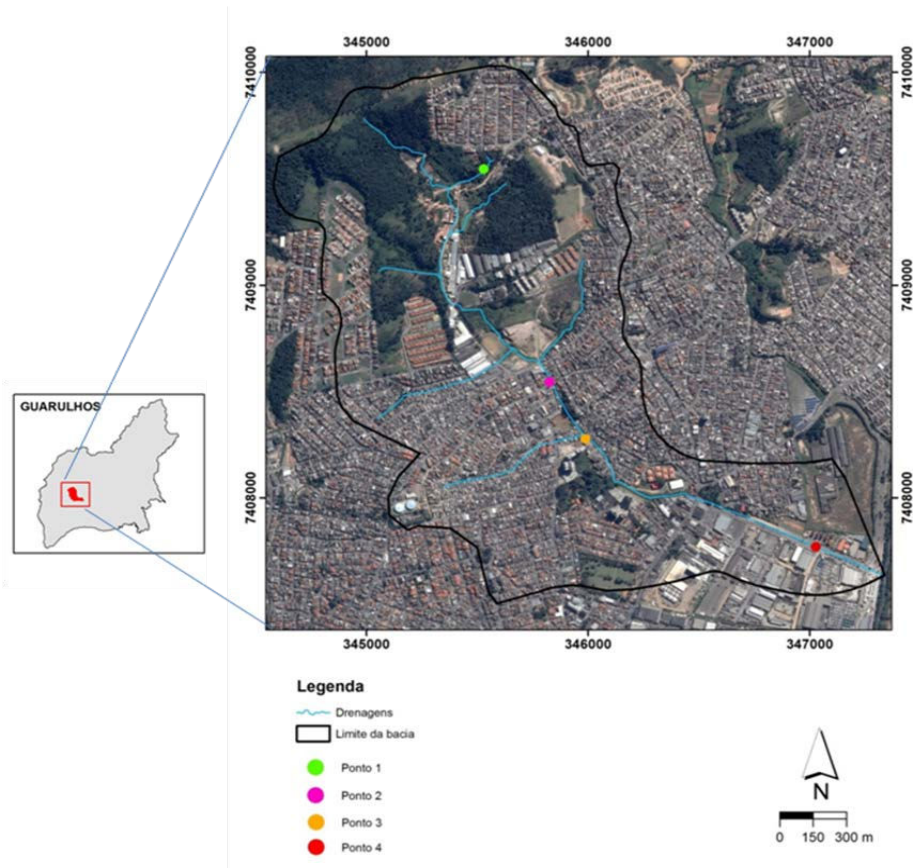


**Figura 1.** Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Córrego Taboão no município de Guarulhos (SP)  
(Fonte: Lab. Geoprocessamento UNG)

Esta área foi escolhida previamente, devido a sua importância econômica com para a região de Guarulhos, sendo caracterizada como uma bacia hidrográfica urbana.

Para avaliar a qualidade das águas do Córrego Taboão foram selecionados quatro pontos de coleta (figura 2) considerando fatores que potencialmente poderiam influenciar, direta ou indiretamente, de forma significativa, a qualidade do corpo d'água, incluindo descargas de fontes de poluição, tanto pontuais como difusas, e principalmente, a influência do uso da terra no entorno dos locais. As coordenadas geográficas, altitudes e características dos pontos de coleta das amostras de água estão descritas a seguir. O ponto P1 (7409505,78S e 345521,33W) de altitude 788m apresenta no seu entorno uma área com vegetação mais preservada; no entanto, a presença de material úrbico em grande quantidade a montante do ponto é um indicativo da ação antrópica e condicionante para alterar a qualidade da água. O ponto P2 (7408534,00S e 345834,71W) de altitude 752m está localizado em uma área com a presença de indústrias (galpões e indústrias químicas), solo exposto e com algumas ocupações ordenadas e principalmente desordenadas (favelas). O ponto P3 (7408283,01S e 345986,07W) de altitude 752m está localizado em uma área com predominância de ocupações regulares consolidadas e ocupações irregulares. O ponto P4 (7407766,15S e 347024,24W) está localizado no exutório

da BHCT, recebe a influência de todas as ocupações ao longo da bacia e no seu entorno existem principalmente a presença de galpões, em especial transportadoras, devido a proximidade do Aeroporto Internacional de Guarulhos. Este ponto fica próximo ao seu deságue no rio Baquirivu-Guaçu, um dos principais rios de Guarulhos e afluente do rio Tietê.



**Figura 2. Localização da Bacia Hidrográfica do Taboão, Guarulhos (SP) e os quatro pontos de coleta.**

A partir dos valores de fósforo total de cada ponto, foram calculados os Índices de Estado Trófico para o parâmetro fósforo, IET (PT), cujos valores estão apresentados na tabela 1. No mês de setembro, novembro de 2015 e janeiro de 2016, foram excelentes para o ponto 1, que teve uma variação de mínima de 46 e máxima de 49, que de acordo com Lamparelli (2004) se enquadram em ultraoligotrófico e oligotrófico, na estação de chuva. O ponto P1 trata-se do ponto mais preservado, com vegetação arbustiva e presença de chácaras e sítios no seu entorno, conforme apresentado na tabela 2.

**Tabela 1-Índice de Estado Trófico calculado para cada ponto de coleta**

PERÍODO	PONTO P1	PONTO P2	PONTO P3	PONTO P4
SET/15	46	61	67	65
NOV/15	49	80	81	79
JAN/16	46	79	75	74
MAR/16	58	87	87	86
JUN/16	61	84	83	80
AGO/16	69	86	85	84

Para o ponto P1, ocorreu uma elevação no período de seca, apresentando resultados entre 58 e 69, passando a ser mesotrófico e hipereutrófico, resultado provavelmente associado ao aporte de lixos e entulhos, descartados na encosta da nascente, conforme verificação no local. Devido à falta de condições de saneamento básico nos bairros da região, o aporte de poluentes é notório ao se analisar a qualidade da água em termos de qualidade de água, sendo os pontos P2, P3 e P4 apresentaram índices elevados de eutrofização, estando relacionados com o manejo da terra presentes na região, conforme pode-se observar na tabela 2.

**Tabela 2. Caracterização do Uso e Ocupação da terra na bacia Hidrográfica do Córrego Taboão.**

<i>Tipo</i>	<i>Subgrupo</i>	<i>Pontos</i>	<i>Área</i>	<i>%</i>
Equipamento particular	Galpão Industrial/comercial	2,3,4	0,43	12
Condomínios	Edifícios	2,3,4	0,12	3
Equipamento público	Escolas	1,3,4	0,15	4
Cobertura arbórea	-----	1	0,74	21
Residencial não consolidada	-----	2,3	0,06	2
Corpo d'água	Lago	2	0,00	0
Vegetação arbustiva	Rasteira/herbácea	1,2	0,27	8
Solo exposto	-----	4	0,18	5
Residencial consolidada	-----	2,3,4	1,53	44
Chácara/Sítio	Chácara/Sítio	1,2	0,01	0
<b>TOTAL DA BACIA</b>			<b>3,49</b>	<b>100</b>

De acordo com Esteves (2011), um dos contribuintes para a eutrofização de um corpo hídrico e o despejo doméstico, por conter altas fontes de nutrientes como o fosfato, utilizado em produtos químicos de utilidade doméstica (detergentes). Outra fonte importante refere-se ao excremento, tanto animais quanto humanos por conterem taxas de fósforo e nitrogênio em sua composição, além de serem prejudiciais à saúde dos mesmos. Branco Jr et al (2008) em seu estudo no Córrego Barbosa, no município de Marília, obteve valores de fósforo 25 vezes maior que o estabelecido devido as descargas de efluentes, especialmente doméstico.

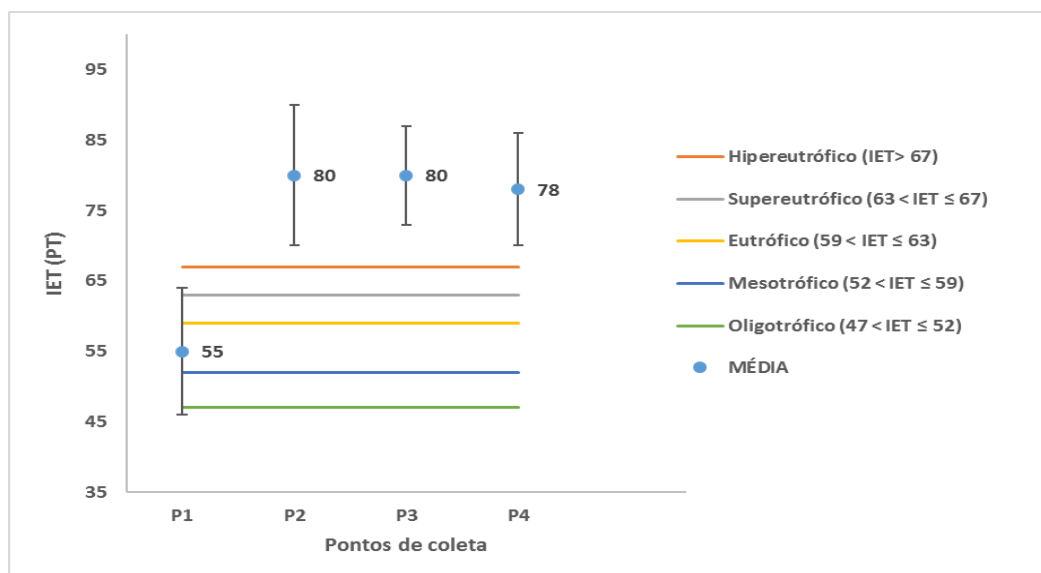
Saad et al (2013), analisando o IET do Ribeirão Tanque Grande, obteve valores elevados nos pontos referentes a área urbana, e de acordo com os autores, uma das principais causas é a presença de lixo doméstico e a elevada concentração de coliformes fecais presentes nos rios da região, devido à falta de esgotamento sanitário na região.

Os pontos P2, P3 e P4, tiveram seus resultados entre 61 e 67 no mês de setembro de 2015, mas nos outros meses tiveram valores bem acima do esperado, tanto na estação de chuva como na época de estiagem. O ponto P2 teve mínima de 79 e a máxima de 87, o ponto P3, mínima de 75 e máxima de 87. O ponto P4 apresentou mínima de 74 e máxima de 86. Os resultados devem-se a fontes de nutrientes descartados em seus leitos provenientes do entorno dessas áreas que, inseridas em ambiente urbano estão sujeitas as diversas fontes como, esgotos domésticos, efluentes industriais, além da retirada da cobertura vegetal para fins de urbanização.

Essas ações antrópicas implicam na piora da qualidade da água e acarretam a degradação do corpo hídrico (PINTO et al., 2009, MORAIS et al., 2011). A BHCT apresenta grande área impermeabilizada, tais como residências, rodovias, galpões, e estas áreas impermeáveis são fontes de nutrientes originário dos veículos, acarretando poluição atmosférica que são carregadas para os corpos d'água através de precipitações ou trocas gasosas diretamente nos rios, lagos ou reservatórios, contribuindo para a alta elevação do IET (Esteves, 2011).

Os resultados de IET(PT) para os pontos P1 ao P4 (Figura 3), verifica-se um acréscimo ao passarmos de um nível mesotrófico no ponto P1 para um nível hipereutrófico no ponto P2. Esta piora no nível de trofia mantém-se constante até o ponto P4. De acordo com Abe et.al. (2006), existe uma boa relação entre a urbanização e eutrofização quando foram analisados 1162 pontos em corpos de água do território brasileiro, e observou-se as maiores concentrações de fósforo total nas regiões com maiores densidades demográficas e em regiões sem o devido saneamento básico.

Os valores de fósforo total obtido para os quatro pontos de coleta apresentaram valores acima do limite estabelecido para os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para corpos hídricos de água doce de classe 3 (BRASIL, 2005). De acordo com Decreto Estadual nº 10.755 o enquadramento dos corpos d'água receptores na classificação prevista no Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, o Rio Baquirivu Guaçu e todos os seus afluentes, até a confluência com o Rio Tietê, no Município de Guarulhos foram enquadrados na classe 3 (SÃO PAULO, 1977). O córrego Taboão, é um afluente do Rio Baquirivu-Guaçu e se enquadra nesta classe de corpo hídrico. A partir dos valores de fósforo total obtidos, o Córrego Taboão deve ser classificado na classe 4 de acordo com a Resolução CONAMA 357/05,



**Figura 3. Variação do Índice de Estado Trófico (IET) na Bacia Hidrográfica do Córrego Taboão de setembro de 2015 a agosto de 2016.**

Forage (2009) explica que a introdução de matéria orgânica nos corpos hídricos constitui uma importante fonte de alimentos para diversos organismos heterotróficos presentes nas águas, que se utilizam do oxigênio para decompor essa matéria orgânica presente nos esgotos, ocasionando assim, redução de sua concentração. Todavia, pode ocorrer a reintrodução de oxigênio nos corpos d'água, a partir de trocas gasosas entre a atmosfera e a coluna d'água, constituindo assim o fenômeno de autodepuração. Na BHCT estudada não foi observado tal efeito, devido ao fato do córrego Taboão receber nutrientes proveniente de esgoto doméstico e industrial ao longo de todo o seu trajeto.

## CONCLUSÃO

Os valores do Índice de Estado Trófico (IET), para os pontos avaliados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Taboão foram indicativos do estado eutrofização, sendo que para o ponto P1, referente à nascente, localizada na cabeceira da bacia, já sofre impactos com os avanços da urbanização na área.

Para os demais pontos, P2, P3 e P4, já apresentaram logo no início da análise, estado hipereutrófico, devido à intensa urbanização contribuindo com a descarga de material orgânico e inorgânico (lixo doméstico) e da presença de indústrias (efluentes industriais) ao longo de seu percurso. Logo que, as maiores concentrações de fósforo encontrado nas águas dessa bacia, estão associadas a esses pontos, reforçando a questão da influência destes despejos nas elevações do IET.

A determinação e o mapeamento do uso e ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego do Taboão possibilitaram caracterizar e determinar as classes da região e, possibilitou classificar as de maior uso da terra (urbana) e as influências desses atributos sobre a qualidade da água, diante das fontes de nutrientes introduzidas por elas (classes) no ambiente aquático, que conseqüentemente demonstra indícios nos trechos de área urbana de classificação de corpo de água classe 4 e não 3, como foi ortogado anteriormente pela legislação.

O conhecimento do uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas fornece subsídios para o planejamento territorial e ambiental da área, uma vez que se conhece todos os fatores que os envolve.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABE, D.S., TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J.E.M., SIDAGIS GALLI, C., TEIXEIRA-SILVA, V., AFONSO, G.F., VON HAEHLING, P.H.A., MOSS, G.; MOSS, M. Monitoramento da qualidade ecológica das águas interiores superficiais e do potencial trófico em escala continental no Brasil com o uso de tecnologias inovadoras. In: Tundisi, J.G., Matsumura Tundisi, T.; Sidagis Galli, C. (orgs) *Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle*. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, 2006, p. 225-239.
2. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão, *et al.* – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.
3. APHA, American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> Ed. Washington, DC, 1998.
4. BAIRD, Colin. Química ambiental. Tradução de Marco Tadeu Grassi *et al.* 4<sup>o</sup>. Edição. Porto Alegre: Bookman, 2011.
5. BRANCO JR, A. C., ANDRADE C., IZIQUE F.N., LAUER R., MOREIRA, W.T., Avaliação das condições sanitárias e Ambientais da Sub- bacia do Córrego Barbosa no Município de Marília/SP. Revista Instituto Adolfo Luiz, 67(3), p. 183-189, 2008.
6. BRASIL. *Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, 18 de março de 2005.
7. ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 3. edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
8. FORAGE, J. A. P. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água e capacidade autodepurativa do Rio Pomba. Dissertação (Obtenção do Título de Magister Scientiae), Viçosa, Minas Gerais, 2009.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008. Disponível em: [www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=1691](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1691). Acesso em 19 jan 2013.
10. LAMPARELLI, M. C. *Grau de Trofia em Corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento*. Doutorado em Saúde Pública– Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2004.
11. MORAIS, E. B; TAU-K-TORNISCELO, S. M.; VENTORINI, S. E. Impacto de atividades Agropecuárias na Qualidade das Águas do Rio Cabeça, na Bacia do Rio Cabeça, na Bacia do rio Corumbataí, SP. Revista Holos Enviroment, 12 (1), p.45-57, 2011.
12. OLIVEIRA, A. M. S. et al. Bases Geoambientais para um sistema de informações Ambientais do Município de Guarulhos. Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, 2009. 178 p. 4 v. Mapas (Relatório FAPESP – Processo 05/57965-1).
13. PINTO, D. B. F., DA SILVA, A.M., DE MELLO, C.R., COELHO, G. Qualidade da Água do Ribeirão Lavrinha na Região alto do Rio Grande- MG, Brasil. Revista Ciência Agrotécnica, Lavras, 33(4), p.1145-1152, 2009.
14. SAAD, A. R. VARGAS, R.R., LOPES J.C., ARRUDA, R.O.M., DE QUEIROZ, W. Índice de Estado Trófico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise Comparativa Entre As Zonas Rural e Urbana. Revista de Geociências UNESP, 32(4): 611-624, 2013.
15. SÃO PAULO. Decreto n° 10.755, de 22 de novembro de 1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n° 8.468, de 8 de setembro de 1976, e da providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1977.
16. TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas: Desenvolvimento Urbano. Instituto de pesquisa Hidráulica- UFRGS. 22 (63):107, 2008.