

**IV-052 - DEGRADAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO TAQUARA DO REINO, MUNICÍPIO DE GUARULHOS (SP):
AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO**

Arnaldo Rosa⁽¹⁾

Educador Físico pela Universidade de São Paulo (USP) e Mestre em Análise Geoambiental pela Universidade Guarulhos (UnG)

Antonio Roberto Saad⁽¹⁾

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)

Reinaldo Romero Vargas⁽¹⁾

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

Fabricio Bau Dalmas⁽¹⁾

Biólogo formado pela Universidade Federal de Santa Maria; Mestre e Doutor em Geociências pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Docente do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos (UnG)

Regina de Oliveira Moraes Arruda⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma formada pela Faculdade de Agronomia e Zootecnia Manuel Carlos Gonçalves, Mestre em Engenharia Agrícola, UNICAMP e doutora em Tecnologia das Fermentações, USP. Docente do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos (UnG)

Endereço⁽¹⁾: 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: asaad@prof.ung.br

RESUMO

A finalidade dessa pesquisa foi avaliar a qualidade da água do Córrego Taquara do Reino, numa extensão de aproximadamente 800m, partindo da sua nascente, localizada no município de Guarulhos/SP, no bairro de nome Invernada, onde se inserem as comunidades urbanas denominadas Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio. O período de avaliação foi entre maio/2013 a março/2014, em função do aumento da população e dos diferentes usos da terra na região. Foram coletadas amostras de água em três diferentes pontos e utilizou-se para fins de análise os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicos: coliformes fecais (*Escherichia coli*); fósforo total (Pt); demanda química de oxigênio (DQO); oxigênio dissolvido (OD); potencial hidrogeniônico (pH); condutividade elétrica; temperatura e turbidez. O Índice de Estado Trófico - IET tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, avaliando a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes, das variáveis usadas para o cálculo do IET, foi aplicada nesta pesquisa apenas o fósforo total (Pt), por ser o principal nutriente que atua como agente causador do processo de eutrofização. A variável microbiológica *Escherichia coli*, também analisada, auxiliou no entendimento da contaminação fecal do corpo d'água, implicando em sérios riscos de contaminação da comunidade local. Os resultados demonstram o elevado grau de degradação ambiental do Córrego Taquara do Reino que parte de um estado ultraoligotrófico em sua nascente, ponto 1, para um estado hipereutrófico no seu exutório, ponto 3, e também no ponto 2. Os demais resultados dos parâmetros físico-químicos como oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade elétrica confirmam a diminuição da qualidade da água nos pontos 2 e 3. Observou-se correlação da condutividade elétrica com os parâmetros de fósforo total e *E.coli*, o que possibilita o uso desta medida como análise imediata da qualidade da água na bacia estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), impacto ambiental, eutrofização, saúde ambiental, CONAMA 357/05.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, pesquisadores que tem se dedicado ao estudo do município de Guarulhos, sob a ótica da análise geoambiental, chamam a atenção para o fato de que o modelo de urbanização adotado para esse município resultou num processo de degradação ambiental que afetou a maior parte dos bairros e loteamentos localizados em sua parte norte (ANDRADE e OLIVEIRA, 2008; GRAÇA, 2007; OLIVEIRA et al., 2009; MESQUITA, 2010; PORTO, 2013; LOPES, 2013).

Para se entender melhor essa constatação, é necessário analisar os condicionantes geoambientais da paisagem do município de Guarulhos, notadamente aqueles afeitos às formas de relevo. Graça (2007) subdividiu esse município em dois macrocompartimentos, separados entre si pela Falha do Rio Jaguari.. No macrocompartimento norte predominam as unidades de relevo consubstanciadas em serras, morros altos e morros baixos, enquanto que, no sul, tem-se os morrotes, colinas e planícies fluviais (ANDRADE e OLIVEIRA, 2008).

Assim, tem-se na região sul áreas mais planas e de fácil acesso, onde se deu o início do processo de urbanização. Atualmente, essa região é densamente ocupada com residências, indústrias muito bem instaladas às margens de grandes rodovias, aeroporto internacional, dentre outras classes de uso da terra. A região norte, por sua vez, composta por terrenos com alta declividade e inadequados do ponto de vista geotécnico, assiste a uma urbanização desordenada com loteamentos formais e informais, muitas vezes clandestinos (MESQUITA, 2010). Conforme já relatado por Graça (2007) e Oliveira et al. (2009), as áreas localizadas no macrocompartimento norte do município são carentes de infraestrutura básica e apresentam problemas relativos à processos erosivos acentuados, que associados a um crescimento urbano sem planejamento, geram um alto índice de degradação dos meios físico e biótico.

Via de regra, quando a expansão urbana alcança às áreas de mananciais a qualidade da água decai, principalmente quando resíduos urbanos e esgoto são lançados diretamente nos rios e reservatórios (IBGE, 2011). Dessa forma, dentro desse contexto e da temática Águas Urbanas, a Bacia Hidrográfica Taquara do Reino constitui-se num palco excelente e propício para estudos voltados ao reflexo da qualidade das águas do córrego homônimo, frente às classes de uso da terra, associadas às condições precárias que se verificam nessa porção do território guarulhense.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica Taquara do Reino, Figura 1, localizada na porção centro-norte do município de Guarulhos, está contida na Bacia Hidrográfica Cachoeirinha – Invernada. Nesta bacia situam-se os loteamentos Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio, pertencentes ao Bairro Invernada (MESQUITA, 2010).

Os pontos selecionados para estudo desta bacia vão desde a principal nascente no ponto 1 até os pontos 2 e 3 referentes às ocupações urbanas do Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio. A escolha dos pontos deve-se ao fato de abrangerem, ao mesmo tempo, o perfil topográfico do córrego e diferentes densidades do uso urbano da terra, com suas respectivas classes de gradação ambiental, Figura 2.

Os pontos de amostragem e suas coordenadas UTM encontram-se descritos a seguir:

- Ponto 1: Nascente, coordenadas UTM - 345240 W / 7411570 S; altitude 820m;
- Ponto 2: Intermediário, coordenadas UTM - 345534 W / 7411257 S; altitude 790m;
- Ponto 3: Exutorio, coordenadas UTM - 345834 W / 7411055 S; altitude 780m.

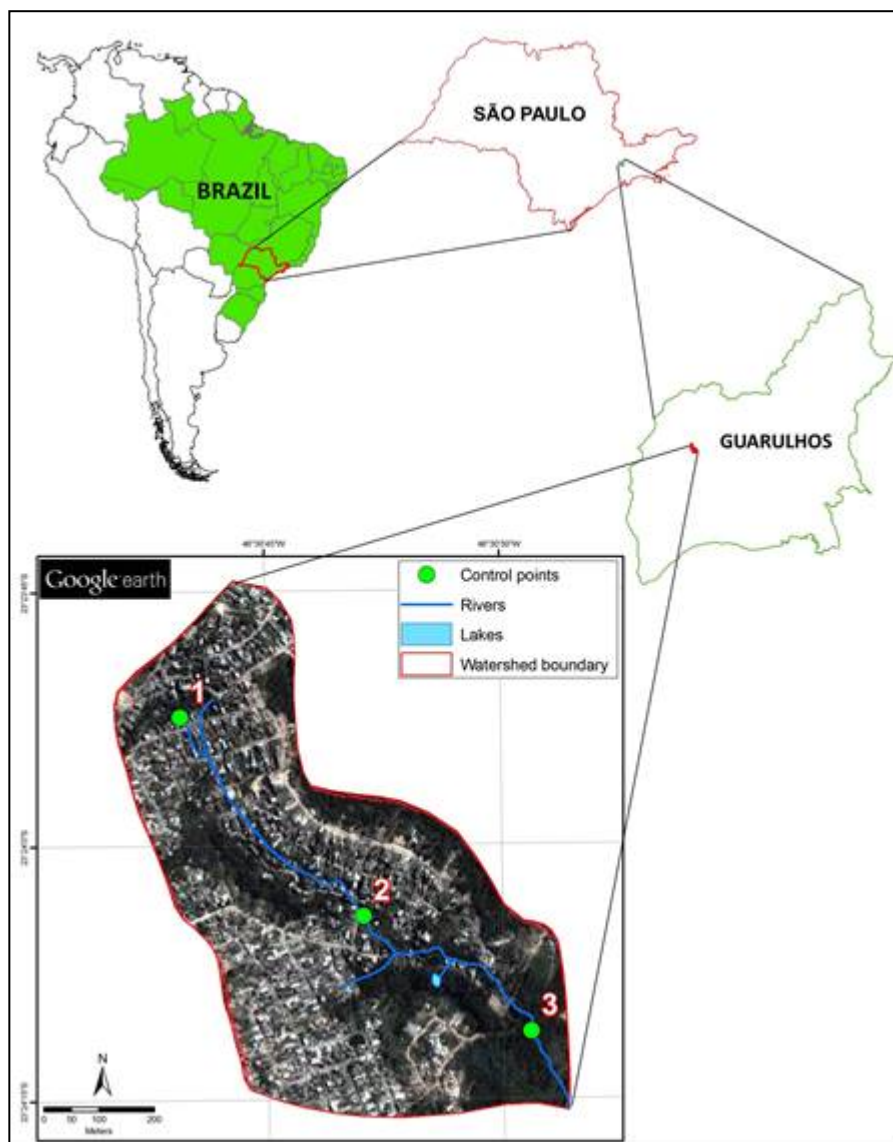


Figura 1. Localização da área de estudos, e os pontos de estudo na Bacia Hidrográfica do Córrego Taquara do Reino.

As amostras foram coletadas no sistema de amostragem simples, a cada dois meses totalizando seis amostras durante o período de maio de 2013 a março de 2014, e seguindo os padrões estabelecidos pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). Nas análises de campo foram realizadas as medidas de condutividade elétrica (Digimed DM-3).

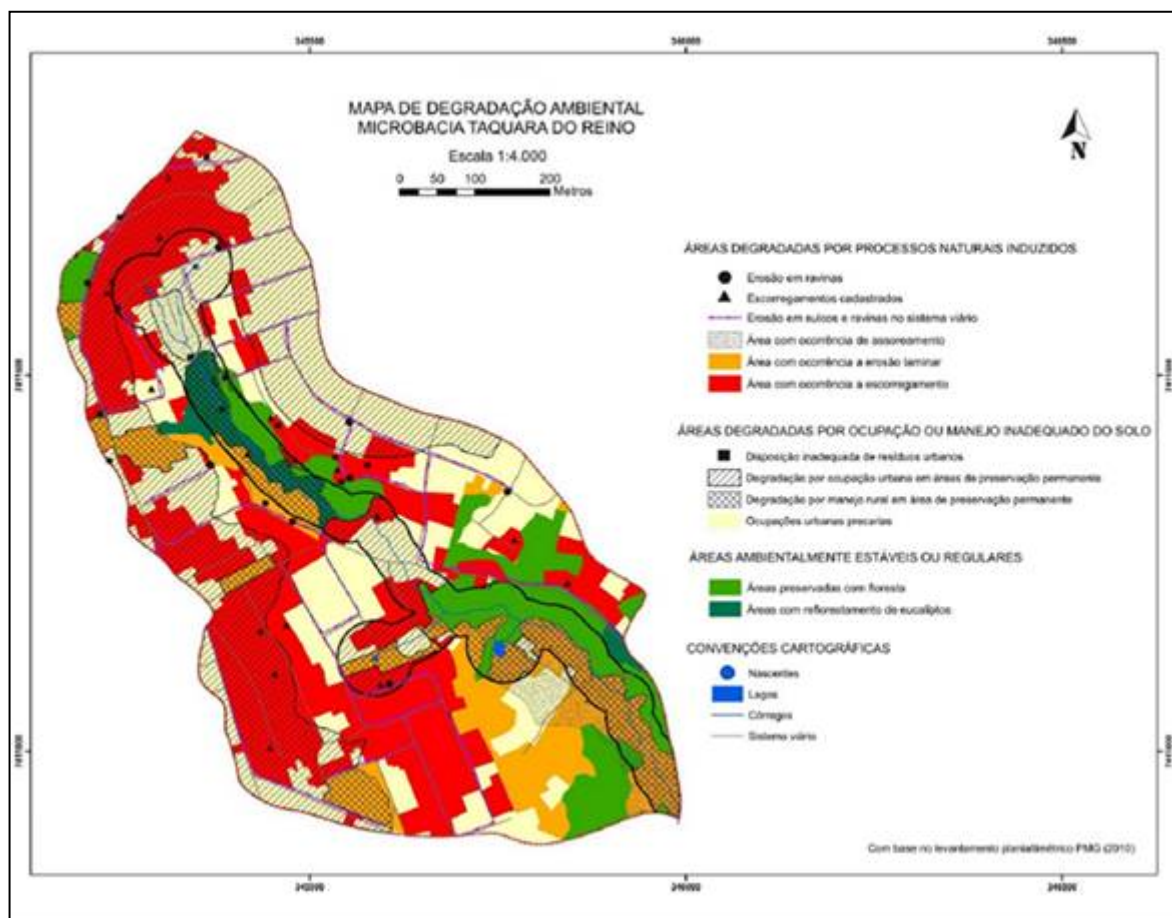


Figura 2: Mapa de degradação ambiental da Bacia Hidrográfica Taquara do Reino.

Para o cálculo e classificação do Índice de estado trófico (IET) utilizou-se o adotado pela CETESB, que foi introduzido por Carlson (1977) e posteriormente modificado por Lamparelli, 2004. Para ambientes lóticos são encontradas maiores concentrações de fósforo e pequenas concentrações de clorofila a, ou até mesmo a não quantificação, devido à grande relação entre o volume de água e a região das margens, bem como a grande velocidade de suas águas (FARAGE et al., 2010; SAAD et al., 2013). Na presente área de estudo, para um ambiente lótico e de terreno de grande declividade, o IET foi calculado somente para o fósforo, e expresso como IET de acordo com a Equação 1 (CETEB, 2012).

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

Onde: Pt = concentração de fósforo total na água ($\mu\text{g.L}^{-1}$)

RESULTADOS

Nos loteamentos Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio foram identificados duas classes principais de degradação ambiental. A primeira corresponde a processos naturais induzidos que incluem erosão em ravinas e sulcos, escorregamentos provocados por ocupação urbana em áreas de alta declividade e assoreamento do Córrego Taquara do Reino. A segunda refere-se à ocupação ou manejo inadequado da terra, a saber: ocupação em áreas de proteção permanente tanto em topo de morro como fundo de vale, despejos de resíduos urbanos nas encostas e no próprio corpo hídrico, ocupações urbanas precárias e ausência de saneamento básico.

Para avaliar os reflexos destes fatores foram realizadas análises de fósforo total e condutividade elétrica nas águas do Córrego Taquara do Reino pelo período de um ano. Os resultados de fósforo total, já convertidos em valores de IET, encontram-se apresentados na figura 3.

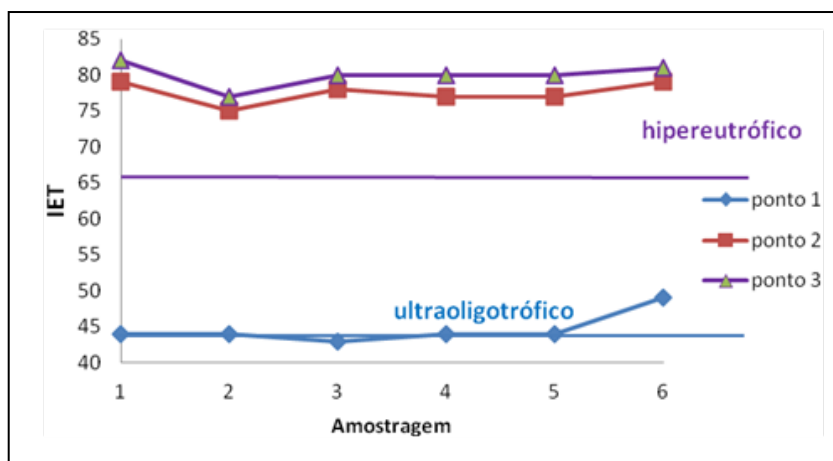


Figura3. Estado trófico do córrego Taquara do Reino nos pontos 1, 2 e 3 de maio de 2013 a março de 2014.

Os resultados demonstram que o Córrego Taquara do Reino parte de um ambiente naturalmente equilibrado, ponto 1, para um ambiente com alto estado de degradação do meio, pontos 2 e 3. Como a bacia hidrográfica apresenta grande declividade, a carga de fósforo é carreada para as partes mais baixas.

A medida de condutividade elétrica expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, portanto, dependente das concentrações de íons presentes em um corpo d'água. Inúmeros trabalhos tem relatado o uso da condutividade elétrica nos estudos de impacto de poluentes no ambiente aquático, tanto em rios (UWIDIA & UKULU, 2013; THOMPSON et al., 2012) quanto em lagos (DAS et al., 2006; COSTA & HENRY, 2010). Cabe destacar que cada região apresenta uma água com condutividade elétrica característica, dependendo principalmente dos tipos de rochas pelo qual ela permeia (TONG & CHEN, 2002).

No presente caso o córrego Taquara do Reino percorre rochas metamórficas do tipo matapelito, portanto sem variação litológica (MESQUITA, 2010). Sua determinação, apesar de não ser prevista em legislação, pode representar uma medida indireta da concentração de poluentes. Neste sentido, as medidas de condutividade realizadas nos pontos 1, 2 e 3 foram correlacionadas com as análises de fósforo total, que como visto anteriormente apresenta graus de trofia extremos, desde ultraoligotrófica até hipereutrófica, onde se observa uma correlação linear entre estes dois parâmetros, cujo coeficiente de correlação foi de 0,86, Figura 4. Tal estudo de correlação necessita de um maior número de dados, e também de estudos em outras bacias hidrográficas da região, mas já sinaliza como uma medida rápida e que pode auxiliar na avaliação da qualidade de um corpo hídrico.

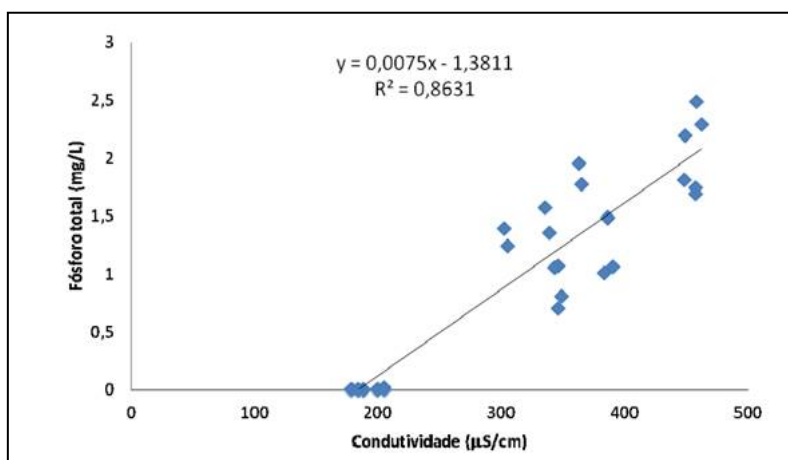


Figura 4: Correlação entre condutividade e fósforo total para os pontos 1, 2 e 3

Os aspectos microbiológicos das águas do Córrego Taquara do Reino também foram considerados determinando-se a bactéria *E. coli*. Este microrganismo é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. A Figura 5 ilustra os valores extremamente altos de contaminação fecal para os pontos 2 e 3, estando os valores da concentração de *E.coli* muito acima do limite estabelecido em legislação, devido a descarga direta do esgoto doméstico no corpo d'água.

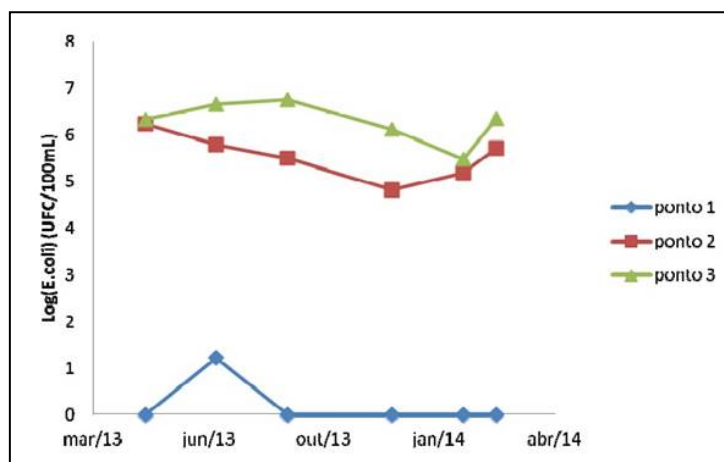


Figura 5: Análise microbiológica (*E. coli*) do córrego Taquara do Reino.

CONCLUSÕES

A qualidade das águas do Córrego Taquara do Reino foi estudada entre o período de maio de 2013 a março de 2014, em função das condições da degradação ambiental verificadas nos loteamentos Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio. Após análises físico-químicas e microbiológica de três diferentes pontos, constatou-se elevado grau de degradação ambiental do Córrego Taquara do Reino que parte de um estado ultraoligotrófico em sua nascente, ponto 1, para um estado hipereutrófico no seu exutório, ponto 3.

A variável microbiológica *Escherichia coli*, também analisada, auxiliou no entendimento da contaminação fecal do corpo d'água, implicando em sérios riscos de contaminação da comunidade local. Os demais resultados dos parâmetros físico-químicos como oxigênio dissolvido, turbidez e condutividade elétrica confirmam a diminuição da qualidade da água nos pontos 2 e 3. Observou-se uma correlação da condutividade

elétrica com os parâmetros de fósforo total e E.coli, o que possibilita o uso desta medida como análise imediata da qualidade da água na bacia estudada.

Apesar do fornecimento de água pelo SAAE para os bairros Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio, a comunidade local utiliza a água do ponto 1 para lavar roupa, e até para cozinhar e beber. Felizmente, após um ano de análises, pôde-se constatar que a água do ponto 1 não possui contaminação fecal. No entanto, a falta de rede coletora de esgoto na região implica na contaminação hídrica do Córrego Taquara do Reino, sendo, portanto, um agente causador de enfermidades, principalmente para a população infantil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA, 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. [acesso em 28 maio 2013]. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>
2. ANDRADE, M. R. M.; OLIVEIRA, A. M. S. Expansão Urbana e Problemas Geoambientais do Uso do Solo em Guarulhos. In: OMAR, E. E. H. Guarulhos tem História. São Paulo: Ananda Gráfica e Editora, 2008. P. 47-58
3. CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, v.22, p.361-369, 1977.
4. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IET- Índice de Estado Trófico. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>
5. COSTA, M.L.R.; HENRY, R. Phosphorus, nitrogen, and carbon contents of macrophytes in lakes lateral to a tropical river (Paranapanema River, São Paulo, Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 22, no. 2, p. 122-132, 2010.
6. DAS, R.; SAMAL, N.R.; ROY, P.K.; MITRA, D. Role of Electrical Conductivity as an Indicator of Pollution in Shallow Lakes. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, vol 3, no 1, p. 143-146, 2006
7. FARAGE, J.A.P.; MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; BORGES, A.C. Determinação do índice de estado trófico para fósforo em pontos do rio Pomba. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG, v.18, no 4, p. 322-329, 2010.
8. GRAÇA, B. A. Condicionantes Geoambientais no Processo Histórico da Ocupação Territorial do Município de Guarulhos, Estado de São Paulo. 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2007.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Demográfico de 2010, mostra as características territoriais dos aglomerados subnormais e suas diferenças das demais áreas da cidade. 2011
10. LAMPARELLI, M. C. Grau de Trofia em Corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 130f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2004.
11. LOPES, J. C. Índice de Estado Trófico – IET do Ribeirão Tanque Grande: comparação entre as zonas rural e urbana. 2013. 80f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2013.
12. MESQUITA, M. V.; Degradação do Meio Físico em loteamentos nos Bairros Invernada, Fortaleza e Água Azul, como estudos de casos da expansão urbana do Município de Guarulhos (SP).2010. 145p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
13. OLIVEIRA, A. M. S. et al. Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos. 2009. 179f. Guarulhos: Universidade Guarulhos. 2009. (Relatório FAPESP, processo nº 05/57.965-1).
14. PORTO, A. A. Uso do Solo e Contaminação por Esgoto do Córrego Capão da Sombra, Guarulhos, SP. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2013.
15. SAAD, A.R.; VARGAS, R.R.; LOPES, J.C.; ARRUDA, R.de 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. Geociências, São Paulo, UNESP, v. 32, n. 4, p.611-624, 2013.
16. THOMPSON, M.Y.; BRANDES, D.; KNEY, A.D. Using electronic conductivity and hardness data for rapid assessment of stream water quality. Journal of Environmental Management, 104, p. 152-157, 2012.

17. TONG, S. T. Y.; CHEN, W. Modeling the relationship between land use and surface water quality. Journal of Environmental Management, New York, v. 66, p. 377-393, 2002.
18. UWIDIA, I. E; UKULU, H.S. Studies on electrical conductivity and total dissolved solids concentration in raw domestic wastewater obtained from an estate in Warri, Nigeria. Greener Journal of Physical Sciences. vol. 3 (3), pp. 110-114, April 2013.