

IV-059 - REFLEXOS DO USO DA TERRA NA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA CACHOEIRINHA INVERNADA, GUARULHOS - SP

Dhisney Gonçalves de Oliveira ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Gestor Ambiental pela Universidade Cidade de São Paulo - UNICID. Mestre em análise geoambiental pela Universidade Guarulhos (UnG). Trabalha com Gestão ambiental, Gestão de áreas Degradadas, Saneamento Básico e outros temas relacionados a área de meio ambiente

Reinaldo Romero Vargas ⁽¹⁾

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

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: rvargas@prof.ung.br

RESUMO

O processo de urbanização pelo que vem passando os grandes centros urbanos tem afetado de forma bastante drástica a quantidade, e principalmente a qualidade das águas. A Bacia Hidrográfica Cachoeirinha Invernada, localizada no compartimento norte do município de Guarulhos (SP) contempla áreas com diferentes classes de uso da terra.

Para avaliar a qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica Cachoeirinha Invernada, foram realizadas análises das águas do córrego Cachoeirinha Invernada frente aos parâmetros físico-químicos de temperatura, pH, turbidez (TU), sólidos totais (ST), fósforo total (PT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), bem como a análise microbiológica (*E. coli*) num período de 12 meses, e em seis pontos de coleta.

A qualidade da água avaliada através de parâmetros físico-químicos e microbiológico, e do Índice de Qualidade de Água (IQA) que demonstraram que o ponto de uma das nascentes foi de melhor qualidade. As áreas com ocupação urbana em seu entorno apresentaram uma piora acentuada na qualidade da água, sendo o ponto próximo ao exutório o mais impactado, com IQA classificado como Péssimo. As altas concentrações de *E. coli*, DBO e PT indicam que a ausência de coleta de esgoto e seu descarte ou no solo ou diretamente no corpo hídrico é o fator predominante na perda de qualidade da água.

Medidas preventivas, tais como proteção e recuperação das matas ripárias a coleta e tratamento do esgoto nas áreas urbanas ao longo da bacia e educação ambiental certamente auxiliarão em uma melhora significativa da qualidade da água da área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Urbanas, Degradação Ambiental, Poluição Hídrica, Região Metropolitana de São Paulo

INTRODUÇÃO

O grande crescimento dos centros urbanos ocorrido nas últimas décadas tem promovido uma ocupação e uso da terra em escala desordenada, resultando em transformações adversas ao meio ambiente na maioria das grandes cidades brasileiras (SANTOS, 2011).

Segundo Ott (2004), esse modelo de crescimento majorado pelas más administrações públicas e privadas leva ao surgimento de uma quantidade variada de impactos negativos, estando entre eles à falta de saneamento e conseqüentemente poluição os corpos hídricos, impactos característicos dos ambientes urbanos. Corroborando Mueller (1997) que a busca de novas moradias, principalmente pela classe de menor poder econômico leva a ocupação de áreas sensíveis do ponto de vista ambiental acarretando perda de qualidade do ambiente.

Ainda nesse mesmo contexto, Braga e Carvalho (2003), chama a atenção para os avanços significativos da metrópole sobre o meio natural, o que têm ocasionados inúmeros impactos negativos para a qualidade ambiental do meio urbano, ressaltando os impactos que se referem à utilização dos recursos hídricos, tendo em vista que a água é um recurso finito e de essencial importância para a manutenção da vida. Sendo que, os seres humanos de uma forma geral vivem num período caracterizado por problemas relacionados à quantidade e à qualidade dos recursos hídricos, onde boas partes das cidades brasileiras sofrem com a escassez de água.

Dessa forma, as bacias hidrográficas têm sido utilizadas como unidade de análise de estudos ambientais, pois nessa unidade territorial verifica-se uma interação entre as características do meio físico e biótico com as várias classes de uso da terra, refletindo na qualidade da água do corpo hídrico (BOTELHO E SILVA, 2004), tornando possível a utilização da água como um geoindicador da qualidade ambiental da bacia hidrográfica. Salienta Gama (2003) que a bacia hidrográfica é um ecossistema propício para o gerenciamento prático, e através de indicadores a partir dos cursos d'água possibilita a medição e a avaliação de quanto às sociedades humanas interferem nos sistemas naturais.

O Município de Guarulhos, integrante da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) encontra-se em franca expansão urbana e não foge à regra de ter problemas de planejamento e de degradação ambiental com grande concentração de drenagens. A região sul, onde se deu o início do processo de urbanização possui áreas mais planas e de fácil acesso, é atualmente uma região já densamente ocupada, sendo esse um fator limitante a instalação de novas moradias. A região norte, mais acidentada, com áreas de mananciais constituindo diversas bacias hidrográficas sofre com problemas geotécnicos significativos resultantes das ações antrópicas como o estabelecimento de loteamentos em áreas que se apresentam em condições de fragilidade natural e de importantes características do ponto de vista da manutenção e preservação dos recursos hídricos (ANDRADE e OLIVEIRA, 2008).

Nesse sentido e diante deste cenário da Bacia Hidrográfica de Cachoeirinha Invernada (BHCI) em Guarulhos (SP), o presente trabalho tem como objetivo correlacionar às mudanças espaço-temporais do uso e cobertura da terra através dos parâmetros físico-químicos e microbiológico da qualidade de suas águas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e Análise da água

Para a análise da qualidade da água ao longo da BHCI foram selecionados 06 pontos para a coleta de amostras (Fig.1), sendo realizadas bimestralmente com início em Setembro de 2015 e término em Agosto de 2016, totalizando 6 coletas. A localização dos pontos de coletas foi definida considerando-se basicamente a abrangência (dimensão da superfície drenada) e ocorrência de regiões diferenciadas quanto aos tipos de uso da terra, sendo uma parte com predominância de área natural e a outra com predominância de urbanização em sua maior parte.

As amostras foram coletadas de acordo com Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras (ANA, 2012), sendo os parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TU) e temperatura (T) realizadas em campo. Já a análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (PT), sólidos totais (ST) e *Escherichia coli* (*E.coli*) realizadas em laboratório. Os resultados avaliados mediante comparação com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005). As análises realizadas e seus métodos de análise encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1: Métodos de análise utilizados para os parâmetros físico-químicos e microbiológico.

PARÂMETROS	MÉTODO DE ANÁLISE	UNIDADE
PT	APHA (1998). Método 4500-P E	mg/L
<i>E. coli</i>	APHA (1998). Método 9222	UFC/100mL
OD	APHA (1998). Método 4500-O	mg/L
DBO	Analísadores eletrônicos de DBO via método manométrico (VELP, 2016)	mg O ₂ /L
TU	APHA (1998). Método 2130	UNT
pH	APHA (1998). Método 4500-H ⁺	UpH
ST	APHA (1998). Método 2540 B	mg/L

Índice da Qualidade da Água modificado - IQAM

Para o cálculo do IQA desta pesquisa foram realizadas duas modificações após estudos prévios conduzidos na equação do IQA utilizada pela CETESB, onde não foram contemplados os parâmetros Temperatura e Nitrogênio Total. Para a composição foi utilizado o cálculo do Índice de Qualidade das Águas Modificado (IQAM), ilustrado na equação 1 e foram considerados os seguintes valores de contribuição para os atributos: pH (13%), OD (20%), DBO (15%), PT (15%), E. coli (17%), TU (10%) e ST (10%). Sendo assim, utilizou-se 07 parâmetros (n = 7).

A equação modificada é:

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

Sendo n=7.

Onde:

IQAM = Índice de Qualidade das Águas Modificado. Um número entre 0 e 100;

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

q_i = qualidade do i-ésimo, parâmetro obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise)

A comparação entre a equação IQA senso CETESB (2013) e a equação proposta IQAM, não apresentou diferenças nos valores de classificação da qualidade da água. Destacando, dessa forma, a confiabilidade dos pesos atribuídos a cada parâmetro.

De acordo com CETESB (2013), o valor do IQA é um número que varia de 0 e 100, apresentando as seguintes categorias: ÓTIMA (79 < IQA ≤ 100); BOA (51 < IQA ≤ 79); REGULAR (36 < IQA ≤ 51); RUIM (19 < IQA ≤ 36) e PÉSSIMA (IQA ≤ 19).

Elaboração do Mapa de Uso e Ocupação da terra

O mapeamento de uso e ocupação da terra foi elaborado em duas etapas, na qual, a primeira é referente à fotointerpretação e reconhecimento dos elementos homogêneos da cobertura terrestre; a segunda corresponderá ao mapeamento através da digitalização das camadas (layers) sobre a imagem orbital.

A etapa de fotointerpretação baseou-se na identificação de aspectos visuais dos objetos observados que permite os reconhecer e identificá-los. Foram considerados então parâmetros como cor, textura, geometria (forma), tamanho, orientação, distribuição espacial, em especial. Os objetos foram avaliados quanto ao padrão da ocupação através dos parâmetros relativos à densidade da ocupação (quantidade de lotes por unidade de área), ordenamento (disposição de ruas, quadras e lotes) e estágio da ocupação (nível de consolidação), conforme critérios apontados por Tominaga et al. (2004).

O mapeamento a partir da digitalização sobre o banco de dados digital foi feito através do módulo de edição de polígonos. Considerando a escala do projeto (1:10.000), os polígonos mínimos foram definidos com uma dimensão de 50 x 50 metros (5x5mm), adotando-se o critério exposto pelo IBGE (2006). Todo processo será desenvolvido no programa ArcGIS, versão 10 (ESRI, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bacia Hidrográfica de Cachoeirinha Invernada (BHCI), figura.1, encontra-se inserida no município de Guarulhos, e este por sua vez, localiza-se no setor norte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

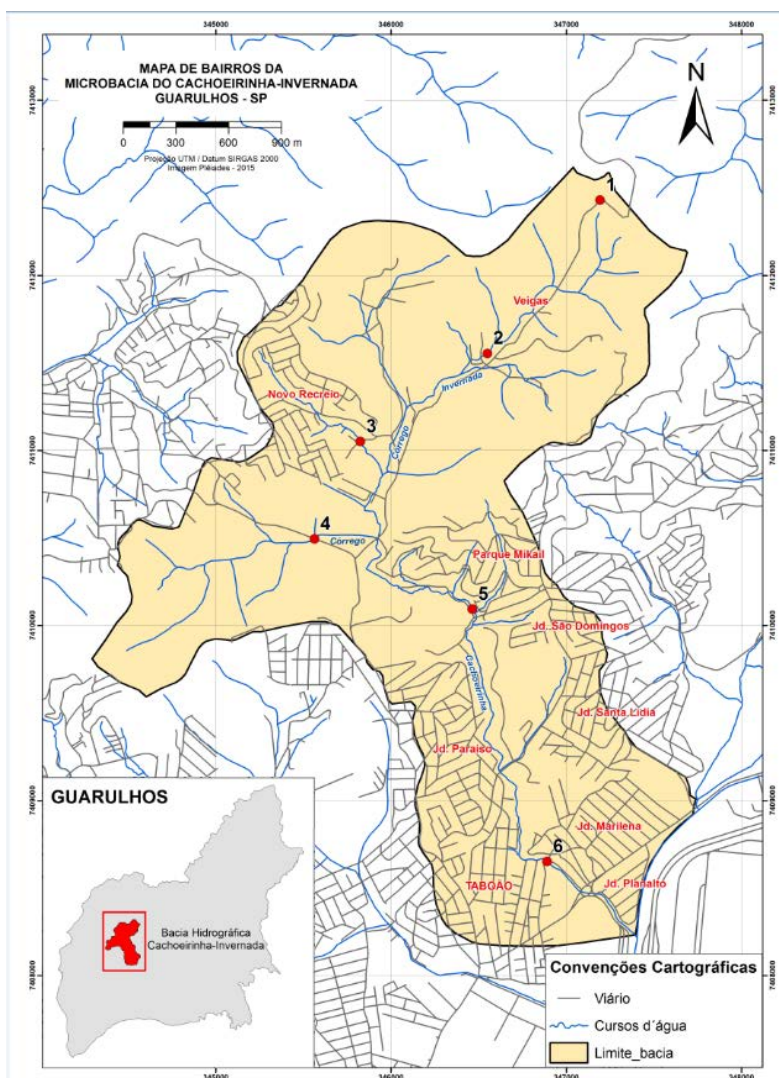


Figura 1. Localização da BHCI no município de Guarulhos (SP) e os respectivos pontos de coletas.
Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da UnG.

A BHCI é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Baquirivú-Guaçu, sendo a maior bacia hidrográfica do município de Guarulhos, a qual ocupa 46% dos 341 km² do território municipal.

De acordo com o mapa de uso da terra, os pontos P1, P2, P3 e P4 localizados na porção norte da BHCI, e esta região apresenta a maior presença de vegetação, variando entre vegetação intensa (ponto P1) a ocupação urbana de baixa densidade (chácaras), sendo o ponto P3, uma exceção, pois encontra-se em local de expansão urbana desordenada. Na porção ao sul, a partir do ponto P5 evidencia-se como a mais urbanizada da bacia, com presença de moradias de baixa a alta densidade.

O principal corpo hídrico da BHCI é o Córrego Cachoeirinha, afluente do Rio Baquirivú-Guaçu, onde de acordo com o Decreto Estadual 10.755/77 está enquadrado na classe 3, cujos parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (Brasil, 2005).

Os resultados das análises das águas da BHCI nos 6 pontos de coleta no período de Setembro de 2015 a Agosto de 2016 estão mostrados na tabela 2, juntamente com os valores dos parâmetros analíticos estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para classe 3.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros de qualidade de água nos pontos de coleta ao longo da BHCI no período de Setembro de 2015 a Agosto de 2016 e padrão de qualidade das águas segundo Resolução Conama nº 357/ 2005 (BRASIL, 2005).

Parâmetros	M ± s	Pontos de Coleta						CONAMA 357/05
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
T (°C)	M	16,76	18,21	19,46	18,04	19,39	20,89	N.E
	s	4,21	0,79	3,25	4,09	3,83	4,12	
pH (UpH)	M	7,04	6,81	6,99	6,56	6,84	7,01	6,0 - 9,0
	s	0,61	0,79	0,62	0,64	0,64	0,65	
OD (mg/L)	M	10,1	9,7	5,5	7,2	6,2	3,0	≥ 4,0
	s	3,0	3,6	2,4	2,6	1,8	1,9	
TU (UNT)	M	46	56	71	35	55	88	≤ 100
	s	20	91	51	28	55	54	
<i>E. coli</i> (UFC/100ml)	M	1,00E + 04	6,59E + 05	1,92E + 06	2,03E + 05	1,23E + 06	2,52E + 07	≤ 2400
	s	1,21E + 04	1,59E + 06	1,32E + 06	2,06E + 05	8,65E + 05	2,97E + 07	
DBO (mgO ₂ /L)	M	4	10	62	8	35	104	≤ 10
	s	3	5	15	5	14	45	
PT mg/L	M	0,02	0,02	1,05	0,38	0,34	2,85	≤ 0,15
	s	0,04	0,02	1,11	0,47	0,57	2,19	
ST (mg/L)	M	100	170	409	202	461	1104	N.E.
	s	105	145	348	138	342	1236	

Abreviações: M: Média; s: desvio padrão; N.E.: Não Estabelecido.

Os resultados ilustram que os melhores valores para os parâmetros analisados são os do ponto P1, estando este localizado mais a montante do corpo hídrico em uma região de maior presença de vegetação natural, e destaca-se como o local de maior qualidade das águas da BHCI. Em seguida, o ponto P2, também insere-se em local com predominância de vegetação, porém, com maior interferência antrópica comparado ao primeiro ponto por situar-se próximo a instalação do Rodoanel. O ponto P3 já situado em um local com presença de moradias sem infraestrutura como coleta de esgotos, sendo, portanto, lançados ou escoados diretamente no corpo hídrico propiciando significativas alterações nos parâmetros, tais como redução no OD, elevação na concentração de *E. coli*, PT e DBO, sendo este ponto entre os três primeiros (Córrego Invernada), o que se apresenta como pior qualidade da água.

Já o ponto 4 situa-se em uma região com áreas de vegetação característica de pastagens sendo o primeiro ponto de coleta do Córrego Cachoeirinha. Apresenta-se com valores elevados de *E. coli* e PT para a classe 3, no entanto, em intensidade inferior ao ponto P3. Os pontos P5 e P6, inseridos nas áreas mais urbanizadas da BHCI e já a jusante da união entre os Córregos Invernada e Cachoeirinha são os locais de maiores alterações, em destaque para o ponto P6, onde o pH e TU, foram os únicos parâmetros analisados que atenderam a legislação CONAMA 357/2005, os demais encontraram-se fora deste limite.

Devido à falta de condições de saneamento básico nos bairros da região, o aporte de poluentes é evidente ao se analisar a qualidade da água em termos do Índice de Qualidade de Água (IQA).

O cálculo do Índice de Qualidade da Água modificado (IQAM) ao longo da bacia, ilustrado na figura 2, demonstrou que para o período estudado, a qualidade média da água é BOA somente no ponto P1. No ponto P2, ainda em uma região mais preservada, apresentou uma classificação média Regular, sendo que o IQAM oscilou de BOA a RUIM, indicando o início de uma degradação ambiental. A presença de uma mata no entorno do ponto P4, não minimiza os impactos da ocupação antrópica na região, pois o IQAM apresentou classificação média Ruim, variando de Regular a Ruim. Os pontos P3 e P5 apresentaram uma classificação média Ruim, mas oscilaram de Ruim a Péssima. O ponto P6, no exutório da bacia contribui com suas águas para o Rio Baquirivu-Guaçu com uma qualidade Péssima, indicando os reflexos da ocupação urbana desordenada e a falta de saneamento básico na região.

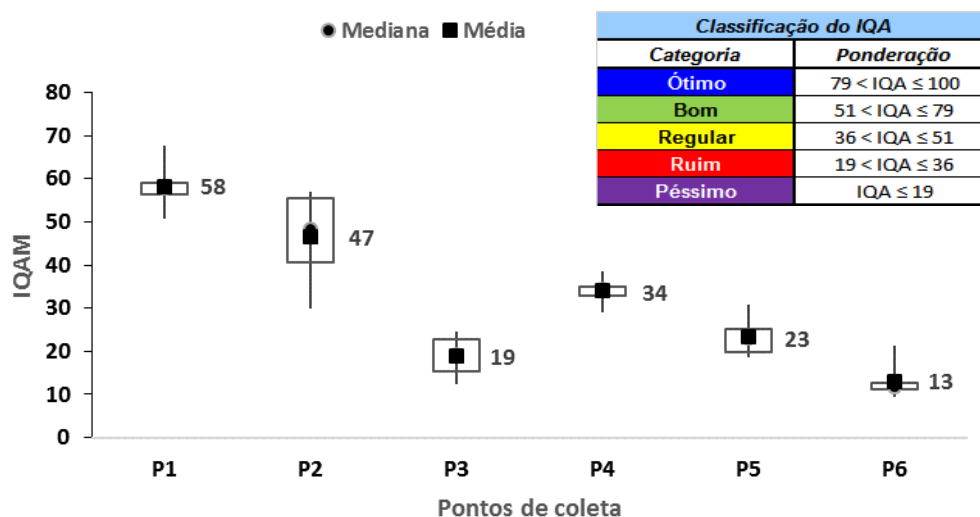


Figura 2. Índice de Qualidade da Água modificado (IQAM) ao longo da BHCI de setembro de 2015 a agosto para os respectivos pontos de coleta.

Em todos os pontos, o parâmetro que mais se destaca como contribuinte na redução da qualidade da água é a concentração de *E. coli*, que excedeu o limite estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) em todos os pontos, inclusive no ponto 1 onde apresentou como o local de melhor qualidade. O parâmetro microbiológico foi responsável por 91,7% na redução da qualidade nesse ponto. No ponto 6, a concentração foi superior ao limite máximo da legislação em $1,21 \times 10^6$ %. Nos demais pontos, a *E. coli* também foi o parâmetro predominante na redução da qualidade da água, seguida pelo DBO, OD, ST, TU e PT.

O OD, apesar de ter contribuído para a redução da qualidade da água ao longo da bacia teve sua concentração reduzida abaixo do valor estabelecido pelo CONAMA 357/2005 apenas no ponto 3. Esse fato justifica-se em virtude da forma acidentada do relevo, o que contribui para uma maior velocidade no escoamento superficial contribuindo para a aeração da água.

CONCLUSÃO

Diante da crise hídrica que ocorreu recentemente na região Sudeste do Brasil, o município de Guarulhos dispõe de uma significativa disponibilidade hídrica e poderia contribuir de maneira mais efetiva na produção de uma água de qualidade. No entanto, o presente estudo ao avaliar a qualidade da água da BHCI, observou uma diminuição de qualidade à medida que o sistema hídrico natural sofre interferência antrópicas.

Neste trabalho ficou evidente através das altas concentrações de *E. coli*, DBO e PT que a ausência de coleta de esgoto e seu descarte ou no solo ou diretamente no corpo hídrico é o fator predominante na perda de qualidade da água. Sendo que, de acordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), mesmo para corpos hídricos de classe 3, vários foram os parâmetros físico-químicos e microbiológico que ficaram acima do limite estabelecido, com destaque negativo para o parâmetro microbiológico.

Medidas preventivas, tais como proteção e recuperação das matas ripárias a coleta e tratamento do esgoto nas áreas urbanas ao longo da bacia e educação ambiental certamente auxiliarão em uma melhora significativa da qualidade da água da BHCI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental dos Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão, et al. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2012.
2. ANDRADE, M. R. M.; OLIVEIRA, A.M.S. Expansão Urbana e Problemas Geoambientais do Uso do Solo em Guarulhos. ALEIXO, A. A.; PREZIA, A. B.; OLIVEIRA, A. M. S. O.; HANSSSEN, B. A.; JULIANE, C.; BARROS, E. J.; OLIVEIRA, E. S.; BAGATTINI, G. G. C. G.; PINHEIROS, J. E. M.; ANDRADE, M. R. M.; FERNANDES, M. C. V.; SATO, S. E.; MORAES, S. P.; PORTO, V. C.; QUEIROZ, W. Guarulhos tem História: Questão sobre História Natural, Social e Cultural. 1ª Edição. Guarulhos – SP. Anada Gráfica e Editora. 2008. V3. Capítulo 6. 47 – 55;
3. APHA, American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th Ed. Washington, DC, 1998.
4. BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal – IGCE-UNESP, 2003. p. 113-127;
5. BRASIL, 2005. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.
6. BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 153-192;
7. GAMA, A. M. C. de F. Avaliação da Agenda 21 da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama. 172p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003;
8. MUELLER, C. H. Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. Brasília: Ed. UnB, 2007;
9. SANTOS, M. C. J. Os Impactos Socioambientais Gerados Na Ocupação Urbana do Bairro Jardins- Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão-Sergipe, 2011;
10. OTT, C. Gestão pública e políticas urbanas para cidades sustentáveis: a ética da legislação no meio urbano aplicada às cidades com até 50.000 habitantes. Florianópolis, 2004. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004;