

Efeitos do uso e ocupação da terra na qualidade da água da sub-bacia hidrográfica Cabosol, Guarulhos/SP

O presente trabalho tem como objetivo relacionar o uso e ocupação da terra com a qualidade das águas superficiais da Sub-bacia Hidrográfica Cabosol, Guarulhos (SP) utilizando indicadores de qualidade de água: Índice de Qualidade de Água – IQA e Índice de Estado Trófico – IET. Para avaliar a qualidade da água ao longo da sub-bacia foram selecionados cinco pontos de coleta (P1 a P5), cuja escolha fundamentou-se considerando a amplitude da superfície de drenagem, na ocorrência de regiões diferentes quanto ao uso e ocupação da terra e na facilidade de acesso aos pontos. Foram realizadas cinco coletas bimestrais compreendendo dois períodos sazonais, chuvoso e seco, entre setembro de 2017 e julho de 2018. A área de estudo apresentou características de bacia rural, identificando-se cinco classes de uso e ocupação da terra. O índice de qualidade de água – IQA, apresentou resultados classificados entre ótimo e bom, notando-se queda de qualidade ao longo da sub-bacia. O índice de estado trófico – IET apresentou seus piores resultados em regiões com maior influência antrópica. Apesar das boas classificações da qualidade da água obtidas através do IQA e IET, o decréscimo destes índices ao longo da área estudada é provocado pela incidência das atividades antrópicas que avançam sobre a sub-bacia, em especial a construção do Rodoanel Mario Covas.

Palavras-chave: Degradação dos Recursos Hídricos; Índice de Qualidade de Águas; Geoprocessamento; Urbanização.

Land use and occupation and their effects on water quality of the Cabosol sub-basin, Guarulhos/SP

This study aimed to relate the land use and occupation with the surface water quality of the Cabosol Watershed, using water quality indicators: Water Quality Index - WQI and Trophic State Index - TSI. Updating of the watershed land use and occupation map, as well as statistical techniques for stratification of variables and time series of data. To evaluate the water quality along the watershed, five sample points were selected (P1 to P5). The choice of points was based on the amplitude of the drainage surface, in the occurrence of different regions in terms of land use and occupation and ease of access to the points. Five bimonthly collections were carried out comprising two seasonal periods, rainy and dry, between September 2017 and July 2018. The study area presented characteristics of rural watershed, identifying five classes of use and land occupation. The water quality index - WQI, presented results classified as excellent and good, noting the drop in quality along the watershed. The trophic state index - TSI presented its worst results in regions with greater anthropic influence. Despite the good water quality classifications obtained through the WQI and TSI, the decrease of these indices over the studied area is caused by the incidence of anthropogenic activities that advance over the sub-basin, especially the construction of the Mario Covas Beltway.

Keywords: Degradation of Water Resources; Water Quality Index; Geoprocessing; Urbanization.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **02/10/2019**

Approved: **26/11/2019**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Cassio Pereira da Silva 

Universidade Guarulhos

<http://lattes.cnpq.br/3329354028271465>

<http://orcid.org/0000-0003-3409-9558>

psilva.cassio@gmail.com

Reinaldo Romero Vargas 

Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/8806144319608693>

<http://orcid.org/0000-0001-8809-7078>

rei_vargas@terra.com.br

Regina de Oliveira Moraes Arruda 

Universidade Guarulhos

<http://lattes.cnpq.br/4727957451446391>

<http://orcid.org/0000-0002-5809-2652>

rarruda@prof.ung.br

Edna Ferreira Rosini 

Universidade Univeritas, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7671539590722012>

<http://orcid.org/0000-0002-4614-7839>

edna.ferreira@prof.ung.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0023

Referencing this:

SILVA, C. P.; VARGAS, R. R.; ARRUDA, R. O. M.; ROSINI, E. F.. Efeitos do uso e ocupação da terra na qualidade da água da sub-bacia hidrográfica Cabosol, Guarulhos/SP. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.6, p.260-273, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0023>

INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a vida no planeta Terra, e vem se tornando mais importante a cada ano para a população mundial. Isto se deve a grande expansão urbana, industrial e agrícola aliado ao crescimento populacional descontrolado, fazendo com que a demanda por este recurso aumente (SANTOS et al., 2018). A diminuição da disponibilidade de água se relaciona diretamente com as formas de uso da terra sem planejamento, fazendo com que as ações antrópicas contribuam de forma significativa para mudanças na qualidade da água levando a degradação deste recurso (BRITTO et al., 2018).

No Brasil, a ocupação de classes de baixa renda em regiões de elevada fragilidade ambiental juntamente com a falta de saneamento contribui significativamente para a elevação da degradação da qualidade da água dos recursos hídricos brasileiros (OLIVEIRA et al., 2017; SUTIL et al., 2018). A influência das características físicas, químicas, biológicas e dos diferentes meios de uso da terra em uma bacia hidrográfica, reflete-se diretamente na qualidade dos corpos hídricos; desta forma, o uso da água como geoindicador de qualidade ambiental, torna-se uma das formas de gestão ambiental, pois permite caracterizar e quantificar por meio de variáveis físico-químicas e biológicas, como as ações antrópicas interferem na qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica (OLIVEIRA et al., 2017).

Para avaliação da qualidade dos recursos hídricos, além das variáveis físico-químicas, diversos indicadores podem ser empregados a fim de caracterizar suas condições ambientais, tais como, o Índice de Qualidade de Águas – IQA e o Índice de Estado Trófico – IET. Desenvolvido pela National Sanitation Foundation – NSF em 1970, nos EUA, o IQA é um dos indicadores mais utilizados no Brasil, tendo por finalidade comparar a qualidade dos corpos hídricos monitorando as alterações temporais ou espaciais frente as ações antrópicas (FERREIRA et al., 2015). Por sua vez, o Índice de Estado Trófico – IET, tem por finalidade classificar os corpos hídricos quanto aos diferentes graus de trofia (eutrofização), por meio do levantamento das concentrações dos nutrientes clorofila ‘a’ e/ou fósforo (BATISTA et al., 2014). Esteves (2011) define eutrofização como o aumento da fertilidade aquática devido ao aporte exagerado de nutrientes dentro do corpo hídrico, provocados principalmente pelos nutrientes fósforo e nitrogênio, levando a um crescimento exacerbado de macrófitas, algas e cianobactérias. Rocha Junior et al. (2018), enfatiza que, o processo de eutrofização provoca desequilíbrios nos sistemas aquáticos, agravados pela degradação progressiva dos corpos hídricos causando mudanças drásticas na cadeia alimentar aquática.

Deste modo, para se obter um melhor monitoramento dos parâmetros de qualidade de água, a fim de se levantar informações que possam ser utilizadas para definir condições atuais de qualidade de um corpo hídrico, inclui-se a adoção de coletas de amostras de água em locais específicos em intervalos de tempo definidos, gerando os resultados com a obtenção dos dados coletados em campo. Salienta-se também que, para uma melhor avaliação dos indicadores a utilização de técnicas estatísticas para o fornecimento de informações mais concisas sobre as reais condições de qualidade dos recursos hídricos tem sido comumente utilizada agregando precisão dos resultados (BRITTO et al., 2018). A presente pesquisa tem como objetivo relacionar o uso e ocupação da terra com a qualidade das águas superficiais da Sub-bacia Hidrográfica do

Cabosol, Guarulhos (SP), sendo utilizadas técnicas de estatísticas por estratificação de variáveis e séries temporais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A sub-bacia hidrográfica do Cabosol, localiza-se na cidade de Guarulhos, no estado de São Paulo, integra a bacia hidrográfica do Rio Cabuçu de Cima, que faz parte do Comitê de Bacia do Alto Tietê, Sub-Comitê Cabeceiras. O rio que dá o nome à bacia é contribuinte do Rio Tietê, e tem grande parte de seu corpo hídrico enquadrado como corpo receptor de classe I, segundo o decreto de lei estadual 10.775/77 (SÃO PAULO, 1977). A sub-bacia do Cabosol, possui uma área de 1,14 km², localizando-se entre as coordenadas 46° 32'00" e 46°31'16" oeste e 23°24'11" e 23°24'57" sul (Figura 1).

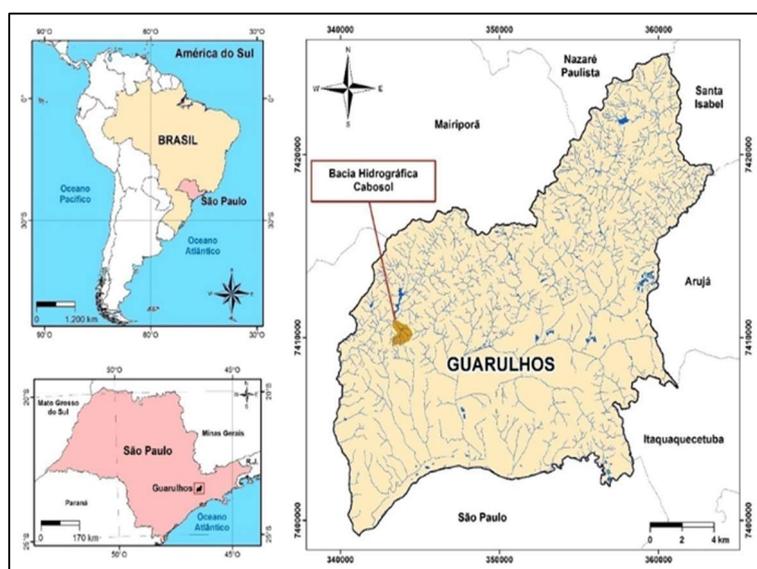


Figura 1: Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Cabosol, Guarulhos - SP.

Na área estão presentes os solos do tipo Latossolo de variedade Vermelho-Amarelo que se associam à Cambissolos Háplicos distrófico com textura argilosa e média (LACAVA et al., 2009). No contexto geomorfológico, a sub-bacia apresenta estruturas caracterizadas como morros e morrotes, sendo que essas estruturas quando expostas apresentam elevada fragilidade, pois tornam-se susceptíveis a processos de erosão, favorecendo o assoreamento dos canais pluviais em seus pontos mais baixos. A área é caracterizada também pelo predomínio de florestas secundárias caracterizadas por modificações feitas em florestas primárias devido a intervenção antrópica, provocado pelo avanço urbano e rural. Na sub-bacia localizam-se as obras de implementação do trecho norte do rodovial que corta a bacia de leste a oeste, o que acarreta em profundos impactos ambientais. Quanto aos padrões de uso e ocupação da terra, percebe-se no local a presença da agricultura familiar destacando nas plantações temporárias as hortaliças e cana-de-açúcar, e nas lavouras permanentes a presença de laranjeiras, mexeriqueiras e bananeiras. Nota-se ainda no local a presença de pequenos comércios e de um pesqueiro local (BARBOSA et al., 2011).

Delineamento Experimental

Para avaliar a qualidade da água ao longo da sub-bacia hidrográfica do Cabosol, selecionaram-se cinco pontos de coleta (P1 a P5) (figura 2; tabela 1). Foram realizadas cinco coletas bimestrais compreendendo dois períodos sazonais, chuvoso (entre Outubro e Março) e seco (entre os meses de Abril e Setembro). A escolha dos pontos de coleta descritos na tabela 1 fundamentou-se na consideração da amplitude da superfície drenada e na ocorrência de regiões diferentes quanto ao uso e ocupação da terra.

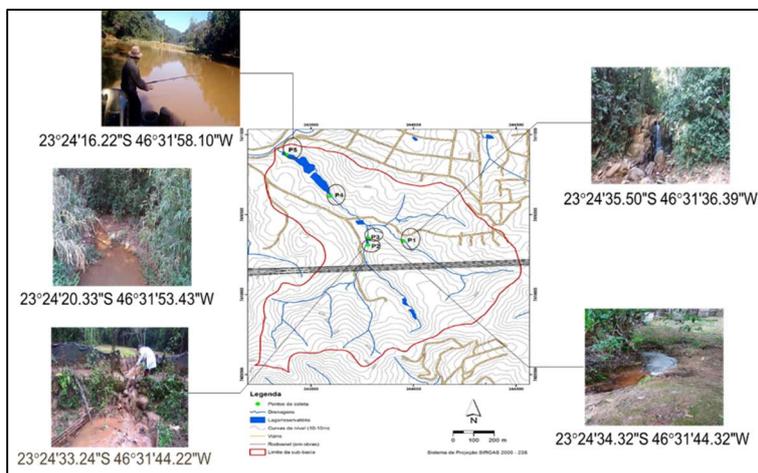


Figura 2: Localização dos pontos de Coleta na Sub-bacia Hidrográfica do Cabosol.

As amostras foram coletadas, transportadas e acondicionadas em frascos próprios seguindo os procedimentos do Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2011). As análises foram realizadas em campo e no laboratório, cujas metodologias e unidades encontram-se na tabela 2. As determinações de campo foram: potencial hidrogeniônico (pH), Condutividade, Oxigênio Dissolvido (OD) e Temperatura, sendo realizadas em triplicata. No laboratório as análises, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), *Escherichia Coli* (*E.coli*), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total (NT), Sólidos Totais (ST) e Turbidez (TU) foram realizadas em duplicata seguindo a metodologia descrita no APHA (2012).

Tabela 1: Coordenadas geográficas e características dos pontos de coleta das amostras de águas superficiais da Sub-bacia Hidrográfica do Cabosol

Pontos de coleta	Coordenadas	Características do ponto de coleta
P1	23°24'35.50"S 46°31'36.39"O	Localizado em uma região com alto predomínio de vegetação nativa, onde predominam as florestas.
P2	23°24'33.24"S 46°31'44.22"O	Localiza-se a poucos metros das obras de implantação do trecho norte do rodoanel Mario Covas.
P3	23°24'34.32"S, 46°31'44.32"O	Caracterizada pela agricultura familiar e criação de animais.
P4	23°24'20.33"S 46°31'53.43"O	Localiza-se em área aparentemente preservada com predomínio de vegetação nativa no entorno.
P5	23°24'16.22"S 46°31'58.10"O	Localiza-se na jusante da sub-bacia, a região é marcada pelo funcionamento de um pesqueiro.

Os resultados das análises realizadas em campo e no laboratório foram verificados comparando-os com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos de água Classe 1, classe em que se insere o corpo hídrico analisado de acordo com a classificação do decreto estadual 10775/77 (SÃO PAULO, 1977;

BRASIL, 2005). O tratamento estatístico dos dados foi realizado através da análise descritiva por meio de gráfico barras com aplicação de pareto, média e desvio padrão. Utilizou-se também a classificação do corpo hídrico pelo índice de qualidade de água – IQA e índice de estado trófico – IET. O cálculo do IQA foi realizado de acordo com procedimento descrito por Cetesb (2014), sendo utilizadas as seguintes faixas de IQA: Ótima ($79 < IQA \leq 100$); Boa ($51 < IQA \leq 79$); Regular ($36 < IQA \leq 51$); Ruim ($19 < IQA \leq 36$) e, Péssima ($IQA \leq 19$). Para o cálculo do IET utilizou-se procedimento descrito por Lampareli (2004), sendo utilizadas as seguintes faixas: ultraoligotrófico ($IET \leq 47$); oligotrófico ($47 < IET \leq 52$); mesotrófico ($52 < IET \leq 59$); eutrófico ($59 < IET \leq 63$); supereutrófico ($63 < IET \leq 67$), e hipereutrófico ($IET > 67$).

Tabela 2. Parâmetros de qualidade da água analisados, metodologias e unidades.

Parâmetros	Metodologia	Unidade
Condutividade	Sonda Multiparâmetro Digimed – DMC – 010M	$\mu S.cm^{-1}$
DBO	SMEWW, 5210 D	$mg.O_2.L^{-1}$
<i>E.coli</i>	SMEWW, 9222	UFC.100mL ⁻¹
Fósforo total	SMEWW, 4500-PE	$mg.L^{-1}$
Nitrogênio total	SMEWW, 4500-NC	$mg.L^{-1}$
OD	SMEWW, 4500-OG	$mg.L^{-1}$
pH	SMEWW, 4500H ⁺ B	upH-
Sólidos Totais	SMEWW, 2540 B	$mg.L^{-1}$
Temperatura	Sonda Multiparâmetro Digimed – DMC – 010M	°C
Turbidez	SMEWW, 2130 B	UNT

Fonte: APHA (2012).

Elaboração do Mapa de uso e ocupação da Terra

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para o reconhecimento e classificação, através da fotointerpretação dos elementos homogêneos da cobertura terrestre. As imagens foram amostradas através do uso da plataforma Google Earth Pro e do Sensor Plêiades a bordo do satélite landsat 8. O mapeamento deu-se através da digitalização das camadas (layers) por meio do programa Saga 2.2. A elaboração do mapa de uso e ocupação da Terra foi realizada através dos procedimentos descritos por Stewart et al. (2012). O layout do mapa foi realizado através do programa Qgis 2.18. Os dados serviram de base para a observação da tendência da dinâmica de uso e ocupação da terra na área estudada, por meio da interação dos resultados das análises de qualidade da água com o uso e ocupação da terra nos pontos de coleta das amostras (NUNES et al., 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sub-bacia Hidrográfica Cabosol apresenta características de uma bacia rural, onde foram identificadas cinco classes de uso da terra, conforme pode ser observado na figura 3. A floresta primária (mata) foi a classe com maior representatividade, correspondendo a 69% de cobertura da sub-bacia, pode notar-se também que 31% correspondem a áreas que sofrem ações antrópicas, sendo que 14% são representados por locais onde a ação antrópica modificou a cobertura original, 7,5% compreendem áreas com o solo exposto e encontram-se em sua totalidade dentro da região onde estão inseridas as obras para implementação do trecho norte do rodovial Mario Covas, 5% correspondem a localidades com baixo índice

de ocupação populacional (densidade baixa) e 4,5% a locais com altos índices de ocupação populacional (densidade média). É importante salientar que o processo de urbanização tem gerado graves impactos ao meio ambiente por exemplo, a retirada da mata ciliar que torna o local extremamente susceptível a processos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos com a presença de resíduos de construções e movimentação do solo para implantação de moradias que favorecem o escoamento desses resíduos e o assoreamento dos corpos hídricos (FORTES et al., 2015).

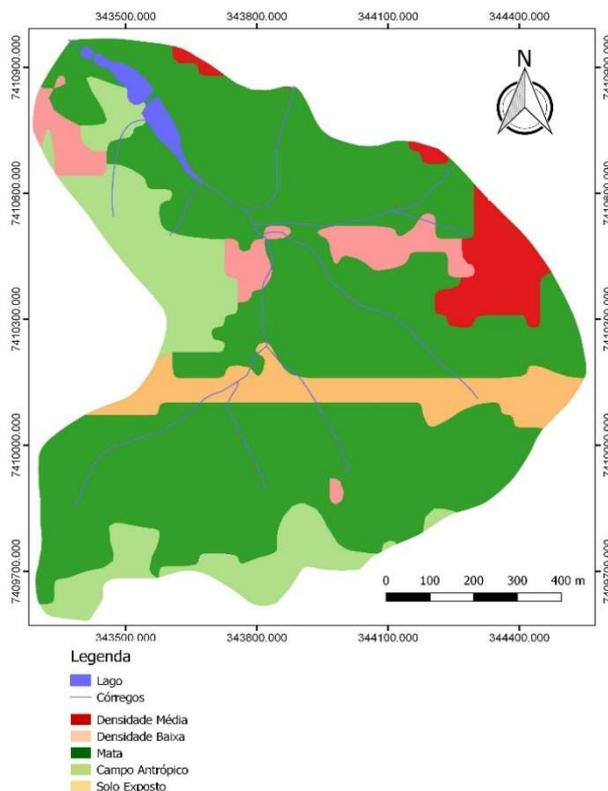


Figura 3: Atualização do mapa de uso e ocupação da terra da Sub-bacia Cabosol de Barbosa et al. (2011), de jun/2017 a jun/2018.

Neste sentido, destaca-se as obras de implantação do trecho norte do rodoanel na sub-bacia estudada, cuja retirada da vegetação necessária para executar as obras de terraplenagem, as obras de drenagem, bem como a implementação das obras de pavimentação e grande movimentação de máquinas necessárias para a execução da obra, tem causado a erosão e o assoreamento, conforme ilustrado na figura 4, provocando reduções de profundidade e no volume de água em alguns pontos na sub-bacia hidrográfica Cabosol.

Embora o ponto P1 esteja localizado em uma região cuja vegetação nativa é preservada, notam-se sinais da intervenção antrópica pela presença de resíduos sólidos próximo ao ponto de coleta e pela movimentação de terra provindo de instalações de moradias no acesso ao ponto. Ainda assim o ponto P1, em relação aos demais pontos analisados, obteve as melhores médias nas análises físico-química e biológica (figura 5).



Figura 4: Processo de assoreamento no lago do ponto P2 na sub-bacia hidrográfica do Cabosol, provocado pelas obras de implantação do trecho norte do rodoanel Mario Covas.

De acordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe I, o ponto P1 atende na média a todos os parâmetros analisados (figura 5), indicando boa qualidade da água, e confirmando o que Pereira et al. (2016), Carvalho et al. (2016) e Vargas et al. (2015) atestam em seus trabalhos, onde observaram que áreas melhor preservadas fornecem água de boa qualidade. Contudo, apesar de ser considerada uma água de boa qualidade, deve-se atentar para a alta variação do parâmetro *E. Coli* ($0,00 - 385 \text{ UFC mL}^{-1}$), o que pode ser explicado pela circulação de animais e o fácil acesso de pessoas que utilizam o local para recreação em dias quentes.

No ponto P2, notou-se forte influência antrópica evidenciada pelo intenso assoreamento do corpo hídrico, proveniente da movimentação de terra e da proximidade com a área de implementação do trecho norte do rodoanel Mario Covas. Isso pode explicar as grandes variações nos parâmetros DBO ($0,00 - 13,7 \text{ mg O}_2\text{L}^{-1}$), ST ($12,0 - 92,0 \text{ mg L}^{-1}$), TU ($8,05 - 63,6 \text{ UNT}$) e NT ($0,20 - 1,69 \text{ mg L}^{-1}$). Embora a proximidade com as obras do Rodoanel Mario Covas, o ponto apresentou boas médias para os parâmetros analisados, com exceção do parâmetro DBO que apresentou média de $3,6 \pm 5,8$, superior aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe I.

O ponto P3, situa-se ao sul do ponto P2, apresenta área caracterizada pela produção agrícola familiar e pela criação de animais próximo ao corpo hídrico. Isto explica a variação na concentração dos parâmetros *E.coli* ($0,00 - 2600 \text{ UFC.100 mL}^{-1}$), nitrogênio total ($0,05 - 1,79 \text{ mg L}^{-1}$) e fósforo total ($0,007 - 0,05 \text{ mg L}^{-1}$). Leite et al. (2013) afirmam que altas concentrações de nitrogênio e fósforo na água pode ser atribuída ao esgoto doméstico lançado no ambiente e ao uso agrícola inadequado da terra nas imediações do corpo hídrico. Neste ponto, também foi possível observar a alta variação da turbidez, explicada pelo intenso assoreamento mencionado no ponto P2 uma vez que, a sedimentação proveniente dos processos erosivos é intensificada pelo processo de carregamento de sedimentos para os cursos de água, promovendo a diminuição da capacidade da luz em transpassar a água (CHAGAS, 2015). Os parâmetros DBO $3,0 \pm 5,2$, *E.coli*, $640 \pm 1,10 \times 10^3$ e TU 42 ± 30 apresentaram médias superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe I.

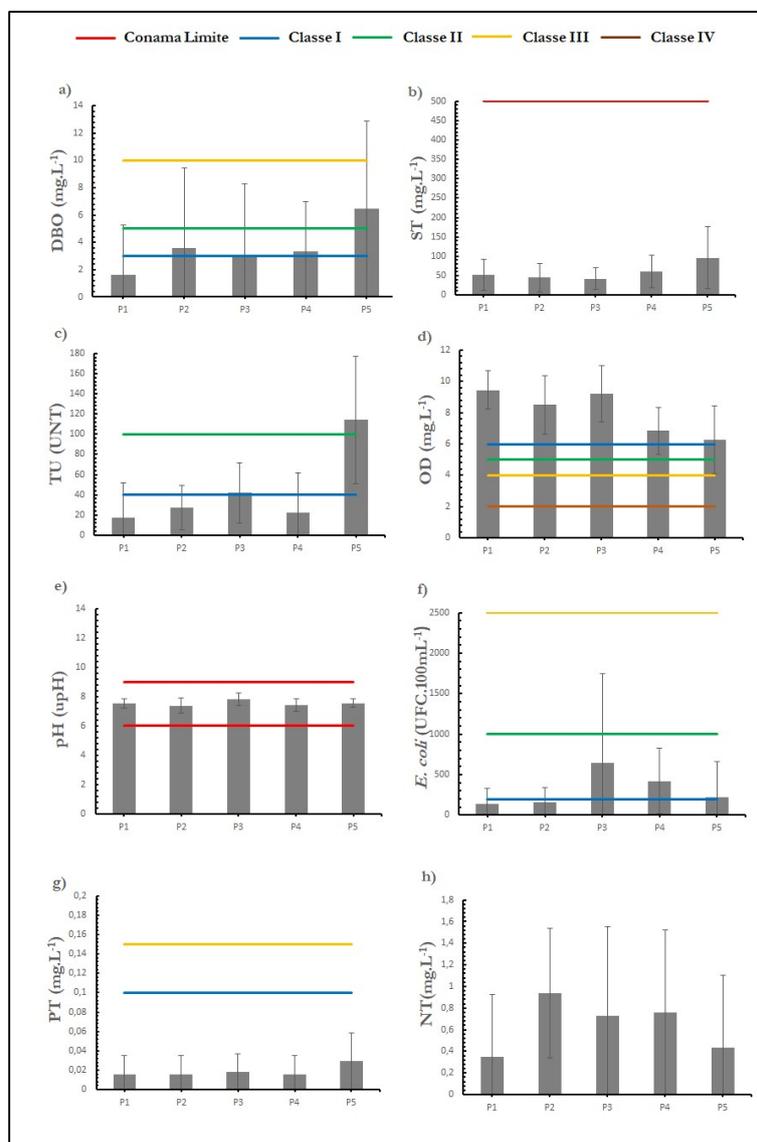


Figura 5: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas da Sub-Bacia Hidrográfica do Cabosol de set/2017 a jun/2018 e limites de enquadramento do CONAMA 357/05, para Água Doce. **Legenda:** a) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), b) Sólidos Totais (ST), Turbidez (TU), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), *Escherichia coli* (*E.coli*), Fósforo Total (PT) e Nitrogênio Total (NT).

O ponto P4 está situado em uma área aparentemente preservada com o predomínio de mata ciliar na região, no entanto, apresentou variação nas concentrações nos índices DBO (0,8 – 9,3 mg L⁻¹) e *E. coli* (0,00 – 900 UFC100mL⁻¹) para um corpo de água de Classe I. Tal fato pode ser explicado pelo fácil acesso de animais ao local, além da contribuição de chácaras com criação de animais e cultivo ao longo da sub-bacia. Embora as concentrações de oxigênio dissolvido (4,6 – 8,7 mg L⁻¹) no ponto P4, na maioria das coletas estivessem dentro dos limites estabelecidos na legislação (> 6,0 mg L⁻¹) foi possível observar valores menores ao especificado pela legislação para corpos hídricos de classe I. Os parâmetros DBO $3,36 \pm 3,2$, *E. coli* 422 ± 405 apresentaram médias superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe I.

O ponto P5, localizado na jusante da sub-bacia do Cabosol, existe a criação de peixes, tendo em vista que no local funciona um pesqueiro. O local é caracterizado por áreas de mata ciliar e campo antropizado. Essa área é fortemente afetada pelas ações antrópicas, o que pode ser evidenciado pelas grandes variações

nos parâmetros DBO (0,00 – 13,7 mg O₂.L⁻¹), TU (53,6 – 218 UNT), OD (3,0 – 8,1 mg L⁻¹) e PT (0,007 – 0,07 mg L⁻¹). Para Buzeli et al. (2013), a alta turbidez no corpo hídrico também é influenciada pelo aumento de detritos orgânicos (algas, bactérias e plâncton), o qual contribui para as altas variações nos índices de demanda bioquímica de oxigênio, além de provocar a redução na capacidade de fotossíntese das plantas aquáticas e por consequência a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido. As grandes variações de fósforo total podem ser explicadas pelo carreamento de material particulado provindo de processos erosivos e pela criação e peixes no local (BUZELI et al., 2013; DIEMER et al., 2011; BACCARIN et al., 2000). Diemer et al. (2011), expõe que em rações para alimentação de peixes se exige altas concentrações do nutriente fósforo, e Baccarin et. al. (2000) afirmam que o aumento nas concentrações de fosforo total nas águas de pesqueiros, pode ser causada pelo acúmulo de alimentos não consumidos e material não digerido. O parâmetro DBO 6,5 ± 6,4, apresentou média superior ao limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe II, classificando-se, portanto, como corpo hídrico de água doce de Classe III. Os parâmetros *E.coli* 224 ± 4,34 x 10² e TU 114 ± 62 apresentaram médias superiores aos limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para corpos hídricos de água doce Classe I, atendendo os limites estabelecidos para corpos hídricos de água doce Classe II.

Para avaliar o efeito da sazonalidade, os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas foram separados em estações seca e chuvosa (tabela 3), sendo que as temperaturas características da região de Guarulhos são temperaturas mais baixas nos períodos mais secos e temperaturas mais altas na estação chuvosa.

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água nos períodos seco (SE) e chuvoso (CH) de set/2017 a jun/2018.

Parâmetro	Período	Pontos de coleta				
		P1	P2	P3	P4	P5
CE (ΩS cm ⁻¹)	SE	75±4,0	100±33	91,7±19	110±10	124±12
	CH	98±13	80±9	89±11	140±10	148±19
DBO (mg O ₂ .L ⁻¹)	SE	0,0±0,0	1,2±2,7	1,0±0,8	2,3±2,2	6,3±5,9
	CH	4,1±5,7	6,9±9,6	6,2±8,7	5,1±6,0	6,9±9,7
Log(EC) (UFC 100mL ⁻¹)	SE	2,1±2,3	2,3±2,4	2,9±3,1	2,3±2,5	1,3±1,4
	CH	2,1±2,3	2,0±2,1	2,4±2,2	2,9±2,2	2,9±2,5
NT (mg L ⁻¹)	SE	0,54±0,70	0,80±1,00	0,73±0,90	1,1±0,9	0,63±0,70
	CH	0,05±0,0	1,15±0,30	0,74±1,00	0,31±0,40	0,15±0,10
OD (mg L ⁻¹)	SE	9,9±1,2	8,7±3,0	9,5±2,2	6,3±1,5	5,0±1,9
	CH	8,8±1,2	8,0±0,9	8,9±1,6	7,7±1,4	8,5±0,5
pH (upH)	SE	7,6±0,4	7,3±0,5	7,6±0,2	7,7±0,2	7,7±0,3
	CH	7,4±0,2	7,6±0,8	8,2±0,4	7,0±0,4	7,4±0,2
PT (mg L ⁻¹)	SE	0,007±0,0	0,007±0,0	0,007±0,0	0,007±0,0	0,03±0,03
	CH	0,007±0,0	0,007±0,0	0,01±0,01	0,007±0,0	0,03±0,03
ST (mg L ⁻¹)	SE	37±19	41±49	29±34	21±9	119±94
	CH	57±42	31±21	33±13	55±41	90±68
T (°C)	SE	16,0±1,4	17,0±2,2	17,0±2,0	17,0±2,4	19,0±2,6
	CH	19,0±2,0	21,0±4,5	22,0±3,3	19,0±0,8	23,0±2,3
TU (UNT)	SE	1,5±1,7	35±28	38±29	2±4	91±32
	CH	40±55	14±9	47±41	52±57	148±98

Nota-se que os valores apresentados de condutividade elétrica para os pontos P1, P2 e P3 nas estações seca e chuvosa não obtiveram grandes variações. Observa-se também, que os valores de CE foram superiores a 100 ΩS cm⁻¹, nos pontos P4 e P5 em ambos os períodos. Piratoba et al. (2017), descreve que

apesar de não existir padrão para esta variável especificado pelo CONAMA 357/05, as águas naturais tendem a apresentar teores de condutividade entre 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Sanches et al. (2014), relata que valores superiores a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, podem indicar ambientes impactados.

Os valores de DBO das amostras coletadas no período chuvoso, foram superiores a todas as amostras coletadas no período seco, destaca-se ainda que no período chuvoso todos os pontos apresentaram valores acima de 3 mg L^{-1} não atendendo a especificação do CONAMA 357/05 para corpos hídricos de classe 1, no período seco apenas o P5 apresentou valores acima de 3 mg L^{-1} . Os maiores valores de DBO no período chuvoso, podem ser explicados pelo aumento do conteúdo orgânico acumulado no período seco e carregado para o corpo hídrico em consequência do processo de escoamento superficial, fazendo com que aumentem os valores de DBO.

Com exceção do P5, o parâmetro OD não apresentou variações significativas nos pontos de coleta. É importante salientar que o P5, na estação seca, apresentou valores abaixo de 6,00 mg L^{-1} , não atendendo a especificação para corpos hídricos de classe I determinados pela resolução CONAMA 357/05. Isto deve-se, principalmente, conforme também observado por Mallasen et al. (2012), ao grande consumo de oxigênio por peixes, tendo em vista que no local funciona um pesqueiro.

Os parâmetros NT e PT não apresentaram variações significativas, e o fósforo apresentou valores abaixo de 0,10 mg L^{-1} em todos os pontos de coleta atendendo o que é estabelecido para corpos hídricos de classe I, classificados como lóticos, pelo CONAMA 357/05. Bernardi et al. (2017) expõem que não existem padrões especificados pelo CONAMA 357/05 para o parâmetro nitrogênio total. No entanto, Silva Junior et al. (2017), destacam a importância da avaliação deste composto por ser, juntamente com o fósforo total, os principais nutrientes responsáveis pelo processo de eutrofização.

A concentração do teor de sólidos totais no período chuvoso, foi maior nos pontos P1, P3 e P4. Isto se deve ao processo de escoamento superficial provocado pelas chuvas. P2 e P5, não apresentaram grandes variações ao longo do tempo de coleta e P2, devido à proximidade ao trecho de obras da Rodovia Mário Covas, encontrou-se intensamente assoreado, corroborando a literatura que demonstra a relação do aumento da retirada da vegetação com o aumento de processos erosivos, sedimentação e consequente assoreamento do corpo hídrico (MEZINE et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017)

A turbidez obteve os maiores valores na estação chuvosa. Marmontel et al. (2015) relatam que o solo desprotegido de mata ciliar favorece o aumento da turbidez no corpo hídrico que, tende a aumentar devido ao aumento da concentração de sólidos totais que escoam para dentro do corpo hídrico devido as chuvas (CHAGAS, 2015). No período chuvoso P3, P4, P5 e no período seco P5 apresentaram valores de 40 UNT, não atendendo as especificações do CONAMA 357/05, para corpos hídricos de classe I. O aumento da turbidez contribui para a diminuição da taxa de fotossíntese das algas, comprometendo assim a comunidade aquática (ABREU et al., 2015).

Segundo Braguine et al. (2018), a análise de Pareto visa identificar quais parâmetros são responsáveis pelos efeitos mais significativos, e os resultados das análises de qualidade de água contemplados no índice de qualidade de água (IQA) foram avaliados de acordo com a análise de Pareto. Dos nove parâmetros que

compõe o IQA, evidenciou-se que os parâmetros sólidos totais e turbidez juntos, influenciam 71,2%, sobre a qualidade da água na área estudada. O sólido total foi o parâmetro que exerceu mais influência na qualidade da água com 40,8%, e a turbidez o segundo com 30,4%. Estes valores podem ser explicados pois, a área estuda encontra-se dentro da zona de implementação do rodoanel Mario Covas – Trecho Norte. Moledo et al. (2015) evidenciaram em seu trabalho que as obras de terraplanagem, drenagem e instalação de pontes e pavimentação, desestruturaram o solo, tendendo a intensificar a processos erosivos, condicionando a deposição de sedimentos e partículas no corpo hídrico, alterando a vazão dos cursos fluviais e causando assoreamentos, além de, este particulado afetar diretamente a turbidez do corpo hídrico. O carreamento da sedimentação proveniente dos processos erosivos, aumenta o teor de sólidos na água e por consequência a turbidez também, fazendo que com a concentração de sólidos e a turbidez estejam diretamente ligados (CHAGAS, 2015). Com relação à análise de qualidade da água (IQA), ficou evidenciado o decréscimo da qualidade ao longo da sub-bacia hidrográfica do Cabosol (Figura 7).

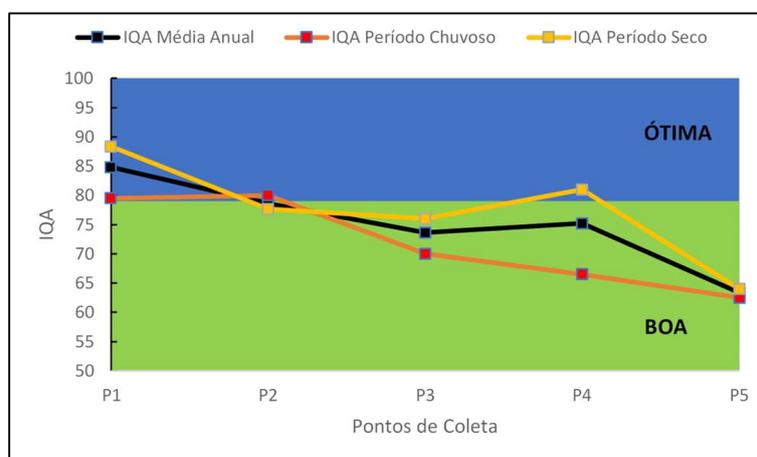


Figura 7: IQA anual e períodos seco/chuvoso da Sub-Bacia Hidrográfica do Cabosol de set/2017 a jun/2018.

O ponto P1 apresentou valor médio anual de IQA de 85, 88 de média no período seco e 80 no período chuvoso, sua variação foi a melhor ao longo do período de coleta entre todos os pontos, apresentando variações dentro da faixa de classificação ótima. O ponto P2, apesar da proximidade a área de implantação do trecho norte do rodoanel Mario Covas, apresentou variação durante o período de coleta entre ótimo e bom com média anual de IQA de 79, 78 no período seco e 80 no período chuvoso, isto demonstra que este ponto sofreu forte influência devido as obras do rodoanel.

Os pontos P3, P4 e P5, apresentaram variação dentro da faixa considerada como boa, com média anual de 74 (P3), 75 (P4) e 63 (P5), 76 (P3), 81 (P4) e 64 (P5) no período seco e 70 (P3), 67 (P4) e 69 (P5) no período chuvoso. Observa-se que P5, apesar de ser classificado como bom pelo IQA, obteve a pior média e a pior variação ao longo do período coletado, demonstrando ser a área que mais sofre com ações antrópicas. Para Andrietti et al. (2016), os diversos usos do solo, aliado as atividades antrópicas modificam a bacia hidrográfica causando alterações significativas na qualidade dos recursos hídricos.

A eutrofização dos corpos hídricos é causada principalmente pela presença de fósforo e clorofila em grandes quantidades, contudo em ambientes lóticos, a clorofila pode não ser identificada, devido a interação

entre o volume de água e as margens do corpo hídrico, bem como ao fluxo de água (OLIVEIRA et al., 2017). Na análise de estado trófico somente os pontos P3 e P5, apresentaram variação no período de coleta. O ponto P3, apresentou variação entre ultraoligotrófico e oligotrófico, P5 obteve variações entre oligotrófico e mesotrófico. Os pontos P1, P2 e P4 não apresentaram grandes variações ao longo do período de coleta, todos obtiveram média de 46 classificando-se os pontos como ultraoligotrófico. O ponto P3 apresentou média de 47 sendo classificado como oligotrófico, isto pode ser explicado pois próximo deste ponto efetuava-se criação de animais.

O ponto P5 apresentou a maior média entre todos os pontos, 53, ficando classificado como oligotrófico. Isto é explicado pela forte interação antrópica observada no local, tendo vista que na área funciona um pesqueiro. As rações para peixes possuem altas concentrações de fósforo, assim a criação de peixes pode favorecer a eutrofização da água pelo acúmulo de ração não consumida e material não digerido que aumentam o teor de fósforo, mesmo com a renovação do volume de água (BACCARIN et al., 2000).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicaram um decréscimo da qualidade de água ao longo da sub-bacia hidrográfica do Cabosol, devido as interferências antrópicas na região. A qualidade da água na região, é fortemente influenciada pelas obras de implementação do trecho norte do rodovial, notando inclusive, o assoreamento dos corpos hídricos. O uso e ocupação da terra, demonstrou que 69% da região é de floresta natural bem preservada o que, provavelmente, contribuiu para a atenuação dos efeitos antrópicos na qualidade das águas da sub-bacia do Cabosol. No entanto, o aumento do adensamento populacional na região também contribuiu para a degradação deste recurso na sub-bacia. Esta última afirmação ficou evidenciada pela análise do Índice de Qualidade de Água - IQA que apesar de valores classificados entre ótimo e bom, indicou decréscimo de sua qualidade ao longo dos pontos analisados. Deste modo, salienta-se a importância na adoção das bacias hidrográficas como unidades físicas de planejamento, de modo a facilitar o reconhecimento e avaliação de impactos causados pelas ações antrópicas, bem como a tomada de medidas de mitigação ou recuperação mais rápidas e acertadas, de forma a minimizar ao máximo os impactos causados pelas ações antrópicas sentidas na sub-bacia do Cabosol.

REFERÊNCIAS

ABREU, C. H. M.; CUNHA, A. C.. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo rio Jari/AP: Revisão Descrita. **Biota Amazônia**, Macapá, v.5, n.2, p.119-131, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-575746/biotaamazonia.v5n2p119-131>

ANA. Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília: ANA, 2011.

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T.; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M.. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT, **Revista**

Ambiente & Água, v.11, n.1, 2016, DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1769>

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012.

BACCARIN, A. E.; SCORVO, C. M. D. F.; NOVATO, P. F. C.. Níveis de nitrogênio e fósforo na água de tanque de cultivo de Tilápias Vermelhas, submetidas a diferentes manejos alimentares. **Acta Scientiarum**, São Paulo, v.22, n.2, p.485-489, 2000.

BARBOSA, A. S.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.. Análise da degradação das áreas de preservação permanente – APPs na microbacia Cabosol, zona de defesa do núcleo Cabuçu, Guarulhos-SP. **Revista Geociências UNG – Ser**, Guarulhos, v.10, n.1, p.36-63, 2011.

BATISTA, A. B.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, M. A.; IZIDIO, N. S. C.; LOPES, F. B.. Sazonalidade e variação espacial do índice de estado trófico do açude de Orós, Ceará, Brasil. **Revista Agro@ambiente**, v.8, n.1, p.39-48, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v8i1.1362>

BERNARDI, I.; CARVALHO, S. L.. Avaliação das concentrações de fósforo e nitrogênio total e sua relação com piscicultura em tanques-rede no ribeirão Can-Can, no reservatório de Ilha Solteira SP. **Fórum Ambiental do Alto Paulista**, São Paulo, v.13, n.7, p.55-64, 2017.

BRAGUINE, T. B.; ALCÂNTARA, D. S.; CASTRO, C. A. C.; SANTOS, G. H. R.. Influência dos parâmetros de soldagem em tubos de alumínio AA6063 pelo processo CDFW. **Soldagens & Inspeção**, Minas, Gerais, v.23, n.1, p.3-16, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170236>

BRITTO, F. B.; VASCO, A. N.; NETTO, A. O. A.; GARCIA, C. A. B.; MORAES, G. F. O.; SILVA, M. G.. Surface Water Quality Assessment of the Main Tributaries in the Lower São Francisco River, Sergipe. **Brazilian Journal of Water Resources**, Porto Alegre, v.23, e28, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820170061>

BUZELLI, G. M.; SANTINO, M. B. C.. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista ambiente & água**, São Paulo, v.8, n.1, p.186-205, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.930>

CARVALHO, A. P.; BALDUINO, R.; MACIEL, G. F.; PICANÇO, A. A.. Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: Um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional/TO. **Geociências**, v.35, n.3, p.472-484, 2016.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo**. Apêndice C: índice da qualidade da água. São Paulo: CETESB, 2014.

CHAGAS, D. S.. **Relação entre concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retroespalhamento óptico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia, 2015.

BRASIL. **Resolução n. 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. Brasília: DOU, 2005.

DIEMER, O.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; SARY, C.; NEU, D. H.; FEIDEN, A.. Níveis de fósforo total na alimentação de Jundiá criados em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.4, p.539-563, 2011.

ESTEVES, F. A.. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. São Paulo: Interciência, 2011.

FERREIRA, K. C. D.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SILVA, G. S.. Adaptação do índice de qualidade da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p.277-286, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150007>

FORTES, F. C. A.; RABELO, R. S.; COSTA, I. O.; SILVA, M. M.; SILVA, L. C.. Impacto ambiental X ação antrópica: um estudo de caso no Igarapé Grande – Barreirinha em Boa Vista/ PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6. **Anais**. Porto Alegre: IBEAS, 2015.

ROCHA JUNIOR, C. A. N.; COSTA, M. R. A.; MENEZES, R. F.; ATTAYDE, J. L.; BECKER, V.. Water volume reduction increases eutrophication risk in tropical semi-arid reservoirs. **Acta Limnológica Brasiliense**, v.30, e106, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X211>

SILVA JUNIOR, O. P.; CARVALHO, S. L.; PINHEIRO, J. H. P. A.. Avaliação das concentrações de nitrogênio e fósforo na água do córrego da Marrecas, município de Dracena/SP. **ANAP Brasil**, São Paulo, v.10, n.10, p.37-44, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/19843240101920171648>

LACAVA, M. A.; OLIVEIRA, A. M. S.; FILHO, A. J. P.. Comportamento hídrico de superfície da bacia do rio Cabuçu de Cima, parque da Cantareira, Guarulhos/SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.10, n.1, p.23-30, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v10i1.114>

LAMPARELLI, M. C.. **Graus de Trofia Em Corpos d'água Do Estado de São Paulo: Avaliação Dos Métodos De Monitoramento**. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Ecossistemas Aquáticos e Terrestres) - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004.

LEITE, D. A. N. O.; RAMOS, M. A. G.; GODOI, D. R.; MARIANO, A. P.; PIÃO, A. C. S.; ANGELIS, D. F.. Avaliação dos parâmetros do índice de qualidade de água segundo o modelo estatístico arima. **Hollos Enviroment**, São Paulo, v.13, n.1, p.24-39, 2013.

MALLASEN, M.; CARMO, C. F.; TUCCI, A.; BARROS, H. P.; ROJAS, N. E. T.; FONSECA, F. S.; YAMASHIDA, E. Y.. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanque-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.38, n.1, p.15-39, 2012.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A.. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p.171-181, 2015.

MENEZES, M. J. S.; SIQUEIRA, J. A. C.; VIEIRA, A. C.; MENEZES, K. L.; LORENCETTI, G. A. T.; SCHMATZ, K. M.. Parâmetros da qualidade da água e aspectos ambientais do rio Anta Gorda. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.1, n.4, p.17-26, 2012.

MEZINE, W. A.; SOARES, M. A.; FAGGION, P. L.; VEIGA, L. A. K.; NADAL, C. A.. Avaliação de métodos de sondagens batimétricas ao nível da água instantâneo para o monitoramento de assoreamento: estudo de caso do reservatório da usina hidroelétrica Mauã. **Boletim de**

Ciências Geodésicas, Curitiba, v.22, n.4, p.736-750, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702016000400042>

MOLEDO, J. C.; ABIBE, C. H.; SAAD, A. R.; DALMAS, F. B.. Impactos ambientais relativos à implantação do rodanel trecho norte, na bacia hidrográfica do Tanque Grande, município de Guarulhos, São Paulo. **Revista Geociências - UNG - Ser**, Guarulhos, v1/4, n.1, p.49-70, 2015.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L.. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da Bacia do Alto do Descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática e lógica nebulosa.

Revista Árvore, Viçosa, v.39, n.1, p.25-36, 2015. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100003>

OLIVEIRA, D. G.; VARGAS, R. R.; SAAD, A. R.; ARRUDA, R.O.M.; DALMAS, F.B.; AZEVEDO, F. D. A.. Land use and its impacts on the water quality of the Cachoerinha Invernada watershed, Guarulhos (SP). **Revista Ambiente & Água**, v.13, n.1, p.1-17, 2017. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2131>

PEREIRA, B. W. F.; MACIEL, M. D. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, M. A. M. S.; RIBEIRO, A. M.; FERREIRA, B. M.. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, São Paulo, v.11, n.2, p.472-485, 2016. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G.. Caracterização de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista ambiente & água**, São Paulo, v.12, n3, p435-456. 2017. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993X>

SANCHES, S. M.; HIPÓLITO, S. G.; VIEIRA, E. M.; PASSOS, C.. Vigilância e controle da qualidade da água do córrego Pirapitinga do município de Ituiutaba (MG). **Revista Agrogeoambiental**, v.6, n.3, p.71-82. 2014. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v6n32014677>

SANTOS, R. C. L.; LIMA, A. S.; CAVALCANTI, E. B.; MELO, C. M.; MARQUES, M. N.. Aplicação de Índices para Avaliação da Qualidade da Água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.23, n.1, p.33-46, 2018. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522017159832>

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 sete, brp de 1976, e dá providências correlatas. Brasília: DOU, 1977.

STEWART, I. D.; OKE, T. R.. **Local Climate Zones For Urban Temperature Studies**. Vancouver: Bulletin of the American Meteorological Society, 2012. **DOI:** <http://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>

SUTIL, T.; MAFFESONI, D.; BENVENUTI, T.; LADWIG, N. I.; BACK, A. J.. Análise da qualidade hídrica do rio Tega, Caxias do Sul – RS, Brasil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v.7, n.2, p.124-142, 2018. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e22018124-142>

VARGAS, R. R.; BARROS, M. S.; SAAD, A. R.; ARRUDA, R. O. M.; AZEVEDO, F. D. A.. Assessment of the water quality and trophic state of the Ribeirão-Guaçu watershed, Guarulhos (SP): a comparative analyses between rural and urban áreas. **Revista ambiente & água**, São Paulo, v.13, n.3, p.1-13, 2018. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2170>

VARGAS, R. R.; SAAD, A. R.; DALMAS, F. B.; ROSA, A.; ARRUDA, R. O. M.; MESQUITA, M. V.. Avaliação da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica Córrego Taquara do Reino, Município de Guarulhos (SP): Efeitos da Degradação Ambiental. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.38, n.2, p.137-144, 2015. **DOI:** http://dx.doi.org/10.11137/2015_2_137_144

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.