

# ***Avaliação de ferramentas de planejamento e monitoramento da qualidade da água em microbacias hidrográficas do Reservatório Billings, no município de São Bernardo do Campo, SP***

*Evaluation of planning and monitoring tools of water quality on Watersheds of Billings Reservoir, in Sao Bernardo do Campo city, SP*

Murilo Domingo Mattar<sup>1</sup>, Alexandre Saron<sup>2</sup>, Diana Sarita Hamburger<sup>3</sup>, Tatiane Araujo de Jesus<sup>4</sup>, Paula Lopes de Araujo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>.Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário Senac  
murilodmattar@hotmail.com

<sup>2</sup>.Professor - Centro Universitário Senac - Santo Amaro  
alexandre.saron@sp.senac.br

<sup>3</sup>.Professora - Universidade Federal do ABC  
diana.sarita@ufabc.edu.br

<sup>4</sup>.Professora - Universidade Federal do ABC  
tatiane.jesus.ufabc@gmail.com

<sup>5</sup>.Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - Universidade Federal do ABC  
paulambiental@yahoo.com.br

**Resumo.** O reservatório Billings está localizado na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, área praticamente coincidente com o território da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), um dos maiores centros populacionais do Brasil. Em tal cenário de adensamento urbano, ferramentas de planejamento do uso e ocupação do solo para a disponibilidade de água em qualidade e quantidade tornam-se uma questão essencial. Esta pesquisa avaliou a relação da qualidade da água de córregos situados em microbacias hidrográficas afluentes ao Braço Rio Grande da Represa Billings, no município de São Bernardo do Campo – SP, com o zoneamento do uso e ocupação de seu solo. A qualidade da água dos córregos foi avaliada por meio de análises físico-químicas e biológicas, bem como pelo cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA). O zoneamento do uso e ocupação do solo nas respectivas microbacias foi avaliado por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e os resultados do IQA foram correlacionados com o zoneamento proposto por Lei de ordenamento territorial da bacia. Os resultados indicaram correlação entre o uso e ocupação do solo conforme o zoneamento e alguns parâmetros de qualidade da água (significativamente temperatura e cor, e relativamente nitrito, nitrato, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido e pH), sendo que a análise isolada dos parâmetros formadores do IQA mostrou maior grau de correlação com o zoneamento do que a análise apenas pelo Índice. Os resultados também apontam a necessidade de planejamento e controle do adensamento populacional na região

**Palavras-chave:** IQA, Billings, uso e ocupação do solo.

**Abstract.** The Billings reservoir is located in the Upper Tietê Basin, an area almost coincident with the territory of the Metropolitan Area of São Paulo (RMSP), one of the largest population centers in Brazil. In such a scenario of urban densification, land use and land use planning tools for the availability of water in quality and quantity becomes an essential issue. This research evaluated the water quality relation of streams located in watersheds affluent to the Rio Grande Branch of the Billings Dam, in the municipality of São Bernardo do Campo - SP, and with zoning of the use and occupation of its soil. The water quality of the streams was evaluated by means of physical-chemical and biological analyzes, as well as by the calculation of the Water Quality Index (IQA). The zoning of land use and occupation in the respective watersheds was evaluated by means of Geographic Information Systems (GIS) and the results of the IQA were correlated with the zoning proposed by the Law of territorial planning of the basin. The results indicated a correlation between the use and occupation of the soil according to the zoning and some parameters of water quality (significantly temperature and color, and relative nitrite, nitrate, Biochemical Oxygen Demand (BOD), dissolved oxygen and pH). IQA showed a higher degree of correlation with zoning than analysis by the Index alone. The results also point out the need for planning and control of population densities in the region.

**Keywords:** IQA, Billings, land use.

## 1. Introdução

A população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) chega a mais de 20 milhões de habitantes (SEADE, 2018), constituindo-se em um dos maiores polos populacionais do país. Parte desta população é abastecida pelo reservatório Billings, que foi utilizado como fonte estratégica para fornecimento de água no contexto da crise hídrica que afetou a RMSP no biênio 2014-2015 (SABESP, 2015). Entretanto, a expansão urbana na RMSP e a redução de áreas vegetadas ameaçam as áreas de mananciais (Tagnin et al., 2016).

O Braço Rio Grande da Represa Billings é utilizado para o abastecimento de água da RMSP. Por constituir um importante manancial de abastecimento, o reservatório possui diretrizes de uso e ocupação regradas pela Lei nº 13.579 de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings – APRM-B como manancial de interesse regional para o abastecimento das populações atuais e futuras. A Lei definiu o zoneamento da região com áreas de intervenção, dentre as de restrição, conservação e ocupação dirigida.

As Áreas de Restrição à Ocupação, ARO, são áreas de especial interesse para a preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais da Bacia; compreendendo, dentre outras, as áreas de preservação permanente, a faixa de cinquenta metros de largura a partir da cota máxima do Reservatório Billings (cota 747 metros) e as Unidades de Conservação conforme categorias de proteção integral (Lei Estadual nº 13.579/2009, Artigo 18).

As Áreas de Ocupação Dirigida, AOD, são áreas de interesse para a consolidação ou implantação de uso urbano ou rural, desde que atendidos os requisitos que assegurem a manutenção das condições ambientais necessárias à produção de água em quantidade e qualidade para o abastecimento público. As AOD compreendem as seguintes subáreas:

Subárea de Ocupação Especial, SOE: área definida como prioritária para implantação de habitação de interesse social e de equipamentos urbanos e sociais;

Subárea de Ocupação Urbana Consolidada, SUC: área com ocupação urbana irreversível e servidas parcialmente por infraestrutura, inclusive de saneamento ambiental e serviços urbanos;

Subárea de Ocupação Urbana Controlada, SUCt: área já ocupada e em processo de adensamento e consolidação urbana e com ordenamento praticamente definido;

Subárea de Ocupação de Baixa Densidade, SBD: área não urbana destinada a usos com baixa densidade de ocupação, compatíveis com a proteção dos mananciais;

Subárea de Conservação Ambiental, SCA: área provida de cobertura vegetal de interesse à preservação da biodiversidade, de relevante beleza cênica ou outros atributos de importância ambiental (Lei Estadual nº 13.579/2009, Artigo 21).

Existem também padrões de qualidade da água determinados pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 357 de 2005 os quais devem ser mantidos a fim de garantir os usos pretendidos para os corpos hídricos.

O entendimento do uso e a ocupação do solo nessas áreas e sua relação com a qualidade da água constitui uma ferramenta no auxílio ao planejamento visando a sua proteção.

## 1.1 Parâmetros e Indicadores de Qualidade da Água

São denominados parâmetros os dados ou variáveis mensuráveis. Indicadores e Índices, por sua vez, são ponderações numéricas de parâmetros. Dessa forma, um indicador representa uma realidade complexa, com a finalidade de facilitar sua compreensão e comunicação (MMA, 2014).

Por apresentarem algum grau de agregação da informação, os indicadores devem ser interpretados com cautela, e sempre deve ser observada a possibilidade de obter os dados originais que geraram o indicador, auxiliando na interpretação do mesmo para a aplicação de soluções adequadas.

O Índice de Qualidade de Águas, IQA, é um exemplo de indicador/índice que agrega determinados parâmetros para resultar em uma pontuação para classificação da qualidade da água (SARON; AMARAL, 2015).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostas, somente nove foram selecionadas. Para estas, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação foram sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente (CETESB, 2016).

O valor de qualidade (q) da fórmula é um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida. O valor do peso relativo do parâmetro (w) é um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de variação de qualidade devido ao efeito da poluição por esgoto sanitário.

O IQA engloba nove parâmetros de qualidade de água, a saber: coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido. O IQA é calculado pelo produto ponderado desses nove parâmetros (CETESB, 2016), conforme a Equação 1.

$$IQA = q_{CF}^w \times q_{pH}^w \times q_{DBO}^w \times q_{NT}^w \times q_{FT}^w \times q_{Temp}^w \times q_{Turb}^w \times q_{RT}^w \times q_{OD}^w \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: CF são os Coliformes fecais [NMP 100 mL<sup>-1</sup>]; pH é o Potencial hidrogeniônico; DBO é a Demanda Bioquímica de Oxigênio [mgO<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>]; NT é o Nitrogênio total [mg L<sup>-1</sup>]; FT é o Fósforo total [mg L<sup>-1</sup>]; Temp. é o Afastamento da temperatura de equilíbrio [°C]; Turb. é a Turbidez [UNT]; RT são os Resíduos totais [mg L<sup>-1</sup>] e OD é o Oxigênio dissolvido [% de Saturação].

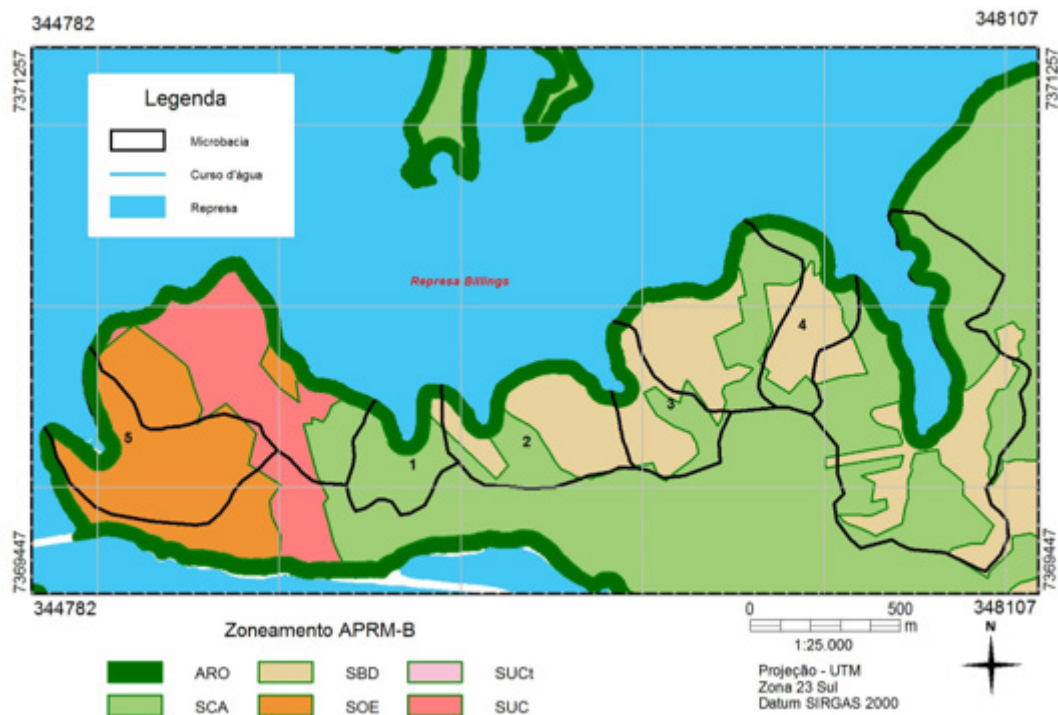
## 2. Material e Métodos

A Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings abrange os municípios de Rio Grande da Serra, Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo. A Bacia possui área de drenagem correspondente a 582,8 km<sup>2</sup>, dos quais 36,7% estão inseridos no território do município de São Bernardo do Campo (SÃO PAULO ANO; COBRAPE, 2011). A área de estudo, localizada no município de São Bernardo do Campo – SP é composta por cinco microbacias tributárias do braço Rio Grande do reservatório Billings, totalizando área de 73,9 hectares.

A Figura 1 apresenta as microbacias e as áreas do zoneamento estabelecido pela Lei Estadual nº 13.579/2009 (SÃO PAULO, 2009) para a Área de Proteção e Recuperação dos mananciais do Reservatório Billings. As microbacias foram identificadas por números de 1 a 5, relacionadas aos respectivos córregos estudados.

A microbacia 1 possui predominância Subárea de Conservação Ambiental – SCA, área provida de cobertura vegetal. A microbacia 2 possui área em SCA e também Subárea de Ocupação de Baixa Densidade – SBD, sendo que em vistoria identificou-se mata e áreas com eucaliptos sem manejo aparente. As microbacias 3 e 4 também possuem áreas em SCA e em SBD. Na microbacia 3 há ocupação de forma esparsa, e a microbacia 4 possui um clube, com presença de mata e gramíneas ao redor do córrego. A microbacia 5 é majoritariamente composta por Subárea de Ocupação Especial, SOE, sendo mais adensada, com presença de habitações precárias, sem coleta e tratamento de esgotos aparente à época das coletas, em 2015.

**Figura 1. Localização das microbacias tributárias ao Braço Rio Grande da Represa Billings.**



A distribuição das áreas do zoneamento conforme Lei nº 13.579/2009, em porcentagem por microbacia da APRM-B, foram analisadas em ambiente SIG por meio QGIS versão 2.14.21, que é um do programa livre e aberto. A delimitação do zoneamento foi disponibilizada em formato digital shapefile pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente de São Paulo por meio de seu portal na internet.

A fim de avaliar a qualidade das águas e posterior cálculo do IQA, foram coletadas amostras de água superficial nos dias 28 de agosto de 2015 e 28 de outubro de 2015. No momento da coleta foi mensurado o pH, a temperatura e o teor de oxigênio dissolvido por meio de sonda multiparamétrica (Hanna, modelo HI 9829) previamente calibrada. As amostras foram preservadas sob refrigeração e encaminhadas para o laboratório de Química Ambiental do Centro Universitário SENAC onde, através de análises físico-químicas e bacteriológicas, foi elaborado o laudo analítico com os seguintes parâmetros: turbidez, nitrogênio total, resíduo total, demanda bioquímica de oxigênio, fosfato total e coliformes fecais. A determinação dos parâmetros seguiu metodologias descritas em APHA (2012). Estes nove parâmetros foram utilizados para o cálculo do IQA.

O cálculo do IQA foi realizado em planilha de cálculo do MS Excel® (Saron e Amaral, 2015).

Após o cálculo do IQA, foi realizada a classificação da qualidade da água, conforme a Tabela 01, que apresenta escala de 0 a 100, sendo que, quanto menor o valor, pior a qualidade.

**Tabela 01 – Classificação do IQA.**

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

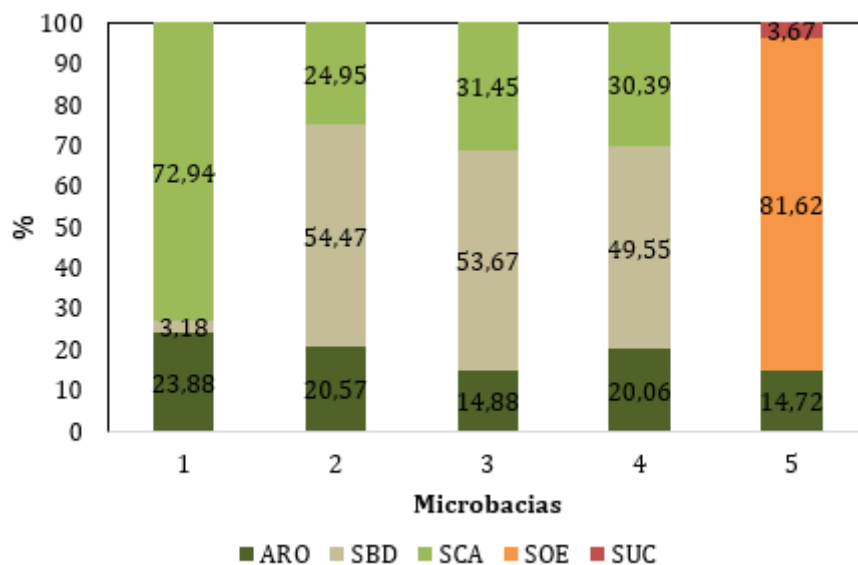
Fonte: CETESB, 2016.

Para verificar se houve correlação entre os parâmetros de qualidade de água e o IQA com as áreas do zoneamento da Lei da APRM-B, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson no programa Microsoft Excel® para a média dos parâmetros e a porcentagem do uso do solo, considerando as três maiores classes de uso e ocupação do solo presentes nas microbacias, quais sejam: Mata, Chácaras e Área Urbanizada.

### 3. Resultados

A distribuição das áreas do zoneamento conforme Lei nº 13.579/2009, em porcentagem por microbacia da APRM-B, constam na Figura 2.

**Figura 2. Distribuição das áreas do zoneamento da APRM-B por microbacia (%).**



Os resultados dos parâmetros e o respectivo IQA de cada microbacia monitorada estão na Tabela 2.

**Tabela 2. Resultados dos parâmetros de qualidade de água e do IQA para as coletas I (28/08/15) e II (28/10/15).**

Parâmetro	Unidade	Res CONAMA 357 Classe II	Microbacia 1		Microbacia 2		Microbacia 3		Microbacia 4		Microbacia 5	
			AGO	OUT	AGO	OUT	AGO	OUT	AGO	OUT	AGO	OUT
IQA*	---	---	38	45	64	55	23	18	71	65	17	15
OD	mg L <sup>-1</sup>	Não inferior a 5,0	5,49	5,8	7,14	4,55	5,8	4,64	7,78	5,26	3,8	2,635
OD	%	---	60,8	51	79,4	51	68	46,2	89,7	60,7	47	28,64
Temperatura	°C	---	16,73	19,3	17,05	20,94	16,7	20,8	18,47	20,23	19,98	21,33
pH	upH	6,0-9,0	6,5	6,3	4,4	5,5	5,9	6,82	6,6	6,9	7,3	9,49
Cor verdadeira	mg Pt L <sup>-1</sup>	até 75	0	0	0	15	10	40	0	5	130	140
Turbidez	UNT	até 100	17,8	13	0,02	21,7	29	100	0,02	0,02	59,2	93,6
Resíduos Totais	mg L <sup>-1</sup>	---	360	230	100	90	650	960	450	170	360	560
Coliformes Totais	NPM 100 mL <sup>-1</sup>	---	990	20050	27100	200500	200500	20050	20050	20050	20050	20050
Coliformes Fecais	NPM 100 mL <sup>-1</sup>	1000 por 100 mL	2000	100	420	<1	200500	62400	750	100	20050	69700
DBO <sub>5,20</sub>	mg L <sup>-1</sup>	até 5	8	5,55	4,65	7,65	32,11	50,333	5,25	4,05	27,28	83,167
Nitrito	mg L <sup>-1</sup>	1	0,11	0,9	0,002	0,035	1,31	5,7	0,002	0,014	7,5	1,04
Nitrato	mg L <sup>-1</sup>	10	0,1	0	0,54	0,1	5,2	13,2	0,11	0,14	7,5	2,9
Fosfato Total**	mg L <sup>-1</sup>	até 0,030 mg L <sup>-1</sup> (ambiente lêntico); até 0,05 mg L <sup>-1</sup> (ambiente lótico)	0,32	1,2	0,096	0,268	1,52	0,96	0,016	0,088	1,4	2,28
Amônio	mg L <sup>-1</sup>	3,7 mg L <sup>-1</sup> N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg L <sup>-1</sup> N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg L <sup>-1</sup> N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg L <sup>-1</sup> N, para pH > 8,5	5,4	4,7	0,23	0,6	24,7	4,9	0,29	0,15	12	20

\* valores obtidos com a adequação dos valores de fosfatos.

\*\* valores de fosfato obtidos sem diluição.

A correlação entre os resultados dos parâmetros e do IQA com as áreas do zoneamento da Lei da APRM-B estão na Tabela 3.

**Tabela 3. Correlação entre IQA, parâmetros e % AOD Lei Billings.**

PARÂMETROS	Coeficiente Pearson "r"				
	ARO	SBD	SCA	SOE	SUC
IQA médio	0,616	0,449	0,223	-0,589	-0,589
OD (%)	0,454	0,725	0,324	-0,828	-0,828
T (°C)	-0,699	-0,229	<b>-0,924</b>	0,864	0,864
pH	-0,520	-0,660	-0,421	0,828	0,828
Cor verdadeira	-0,689	-0,553	-0,726	<b>0,985</b>	<b>0,985</b>
Turbidez	-0,826	-0,301	-0,512	0,696	0,696
Coliformes totais	-0,351	0,339	0,238	-0,330	-0,330
Coliformes fecais	-0,745	0,251	-0,221	0,091	0,091
Nitrito	-0,851	-0,302	-0,528	0,708	0,708
Nitrato	-0,843	0,118	-0,375	0,302	0,302
DBO	-0,874	-0,302	-0,611	0,763	0,763
Fosfato total	-0,653	-0,569	-0,365	0,770	0,770

Os valores em negrito apresentaram significância ( $\alpha = 0,05$ ) no teste t de Student (n-2 graus de liberdade).

O IQA não apresentou correlação significativa com nenhuma das áreas do zoneamento. A temperatura apresentou correlação significativa e negativa com o percentual de Subárea de Conservação Ambiental (SCA), ou seja, quanto maior a presença dessa subárea na microbacia, menor a temperatura da água observada no córrego. Tal fator pode ser explicado pelo fato dessa área ser prioritariamente composta por vegetação arbórea, promovendo o sombreamento pelas árvores, o que contribui na redução da temperatura da água.

O parâmetro Cor verdadeira apresentou correlação significativa e positiva com o percentual das Subáreas de Ocupação Especial (SOE) e Urbana Consolidada (SUC). Tais subáreas são compostas majoritariamente por ocupação urbana, ou seja, a maior presença de área urbanizada na bacia contribui para o aumento do parâmetro cor.

Apesar de não apresentar significância, apresentaram correlações relativamente elevadas, ou seja, próximas de 1 ou -1, as Áreas de Restrição à Ocupação (ARO) e o parâmetros nitrito (-0,851), nitrato (-0,843) e DBO (-0,874), do que se pode inferir uma indicação de áreas ambientalmente mais preservadas, com menos exposições a ações antrópicas das quais derivam tais nutrientes.

Da mesma forma, variaram para as subáreas SOE e SUC, aos parâmetros OD% (-0,828), e por outro, lado elevado valores de correlação para os parâmetros temperatura (0,864) e pH (0,828). Ressalta-se que os valores de correlações entre esses parâmetros foram os mesmos para ambas as subáreas, o que evidencia um padrão de uso e ocupação do solo semelhante.

Cabe comentar os elevados índices de coliformes medidos, principalmente nas microbacias 3 e 5. As microbacias contam com presença de ocupação humana, com subáreas respectivamente de Baixa Densidade (SBD), composta principalmente por chácaras e casas esparsas, e de Ocupação Especial (SOE), com áreas irregulares e mais adensadas. A medição de coliformes é de essencial importância para avaliação de salubridade da água, sendo um dos principais indicadores de lançamento de esgoto sem tratamento nos corpos hídricos (CETESB, 2015). De acordo com FUNASA (2013), a presença de coliforme fecal na água indica contaminação fecal recente e eventual presença de organismos patogênicos. Gomes (2015) ao estudar duas sub-bacias do reservatório Billings em Santo André, verificou que a qualidade ambiental da sub-bacia mais urbanizada estava mais comprometida em



comparação com outra mais florestada. O autor concluiu também que a carga de Fósforo Total em ambas as sub-bacias estava com valores superiores ao máximo permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), e recomenda melhoria do monitoramento para verificação do atendimento à Lei Específica da Billings.

No trabalho de Bortoni et al. (2013), foram comparados diversos reservatórios no país com fins de abastecimento humano, com a proposta de criação de Índices de Vulnerabilidade dos Mananciais (IVM) para avaliar o grau de exposição às atividades com potenciais de deterioração. O cálculo do IVM no estudo considerou assoreamento, balneabilidade, legislação específica, presença de rodovias nas proximidades, eutrofização, lançamentos de esgotos, invasões e IQA. Para o reservatório Billings, o estudo apontou vulnerabilidades relacionadas a usos residenciais e usos não urbanos, com lançamento de efluentes e assoreamento, culminando numa vulnerabilidade alta para o reservatório.

Cabe ressaltar que os estudos citados apresentam diferenças metodológicas com o presente trabalho, e quaisquer comparações devem levar em conta os locais de amostragem, período, metodologia adotada para análise e objetivos. A bacia do reservatório Billings é extensa e complexa. Assim, tais características devem ser sempre levadas em conta na hora de fazer estudos comparativos.

#### **4. Conclusão**

O estudo permitiu avaliar o uso do solo e verificar um instrumento de planejamento territorial, a Lei da APRM-B quanto à proteção da qualidade da água via monitoramento de índice e parâmetros.

Correlações foram verificadas, principalmente entre os parâmetros Temperatura da água e Cor com resultados significativos. As Áreas de Restrição à Ocupação (ARO) apresentaram correlações relativamente elevadas para os parâmetros nitrito, nitrato e Demanda Bioquímica de Oxigênio. Por sua vez, as subáreas SOE e SUC apresentaram correlações relativamente elevadas para os parâmetros Oxigênio Dissolvido, temperatura e pH.

Mesmo não apresentando correlação significativa, a presença de coliformes fecais deve ser monitorada, pois é indicador de contaminação da água, e foram encontrados valores elevados para este indicador, o que reduz o IQA (baixa qualidade) nas bacias 3 e 5, com maior ocupação humana, indicando a necessidade do avanço do tratamento de esgoto na área.

A utilização de índices e indicadores, neste caso, o IQA, se mostrou importante para a comunicação, no entanto, a análise de seus parâmetros formadores permitiu o detalhamento do entendimento das influências do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água.

#### **Referências**

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. Standard methods for examination of water and wastewater. 22th ed. Baltimore: United Book Press; 2012.

BORTONI, S.A.; OLIVEIRA, I.S.; GOMES, M.H.R.; PEREIRA, R. O. Análise comparativa de uso e ocupação do entorno de Represas de diferentes regiões do Brasil. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 17-22 de novembro de 2013 - Bento Gonçalves - RS. Disponível em: <<https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/>>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Painel Nacional De Indicadores Ambientais - PNIA 2012. Brasília, Maio de 2014.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Índices de Qualidade da Água – Relatório de Qualidade das Águas Superficiais - Apêndice C. São Paulo, 2016. Disponível em <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-2.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2017

\_\_\_\_\_. Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014. [recurso eletrônico] / São Paulo : CETESB, 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em 29.jan.2020

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 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. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013.

GOMES, M. A. A. Influência das sub-bacias hidrográficas urbanizadas na qualidade da água da Represa Billings: análise ambiental no bairro recreio da borda do campo em Santo André/SP. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade. Sorocaba, 2015.

SABESP. Relatório de Sustentabilidade 2015. Hildebrand, A.; Tonello, J.P.N.; Silva, P.C. [org.]. Recurso eletrônico. SABESP, 2015. 109 p.

SÃO PAULO (ESTADO); COBRAPE. Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - Relatório Final. Secretaria de Estado do Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 2011. 271 p.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. Delimitação do zoneamento da Lei nº 13.579, de 13 de julho de 2009, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cpla/2013/03/14/aprm-billings/>>. Acesso em 20 mar. 2017

SARON, A.; AMARAL, C.L.C. Monitoramento da qualidade de água do córrego Zavuvus: prática aplicada no ensino de química ambiental. Revista InterfacEHS, V.10 – junho de 2015, p. 28-41.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. Disponível em < <http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>>. Acesso em 28 mai.2018

TAGNIN, R. A.; CAPELLARI, B.; RODRIGUES, L. C. D. R. Novas fontes de suprimento de água para a macrometrópole Paulista: reproduzindo crises? InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 11 nº 1 – junho de 2016. p.53-73.