

IV-062 - AVALIAÇÃO AMBIENTAL E LIMNOLÓGICA EM LAGOAS URBANAS LOCALIZADAS EM ÁREA DE AFLORAMENTO DO AQUÍFERO GUARANI

Thaís Vilela Silva⁽¹⁾

Engenheira Ambiental. Mestranda em Enfermagem em Saúde Pública na Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP/USP).

Carolina Sampaio Machado⁽¹⁾

Bióloga. Doutora em Enfermagem em Saúde Pública pela Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP/USP).

Guilherme Sgobbi Zagui⁽¹⁾

Biomédico. Mestrando em Enfermagem em Saúde Pública na Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP/USP).

Susana Inés Segura-Muñoz⁽¹⁾

Bióloga. Doutora em Enfermagem em Saúde Pública. Docente junto ao Departamento de Enfermagem Materno-Infantil e Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto (EERP/USP).

Analu Egidio dos Santos⁽²⁾

Bióloga. Doutora em Biologia Comparada. Docente junto ao Departamento de Medicina da Universidade Estácio de Sá.

Endereço⁽¹⁾: Laboratório de Ecotoxicologia e Parasitologia Ambiental, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Av. Bandeirantes, 3900, Monte Alegre, CEP: 14040-902, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Contato: (16) 3315-0530. E-mail: thaiis_vilela@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Abrahão Issa Halack, 980, Ribeirânia, CEP: 14096-160, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Contato: (16) 3523- 4301, E-mail: analuegydio@gmail.com

RESUMO

O monitoramento de recursos hídricos representa um importante instrumento de conhecimento da qualidade das águas e seu comportamento ao longo do espaço e tempo. Sabe-se que o crescimento urbano às margens de ecossistemas aquáticos causa degradação da qualidade das águas levando à eutrofização artificial. Este processo pode causar expressivos prejuízos à sociedade, especialmente no que tange a problemas de saúde pública e de redução do potencial de irrigação, de produtividade pesqueira, de balneabilidade e de inúmeras outras possibilidades de uso. As razões pelas quais nasceu o interesse em desenvolver este trabalho estão ligadas ao aumento elevado no consumo de água subterrânea a partir da década de 60 e o desenvolvimento urbano irregular na cidade de Ribeirão Preto. Algumas razões deste aumento do consumo de água nas cidades estão relacionadas ao aumento da utilização da água para irrigação na produção agrícola e ao aumento na perfuração de poços de forma desordenada. Assim, o principal objetivo deste estudo foi monitorar, durante os anos de 2012 a 2014, a qualidade da água das lagoas nomeadas Saibro, Pesqueiro e Recreio Internacional na cidade de Ribeirão Preto, SP, locais considerados área de afloramento do Aquífero Guarani, a fim de oferecer à sociedade informações sobre as condições da água e iniciativas de conscientização ambiental. Os resultados demonstram que estes ambientes vêm sendo impactados negativamente pela ausência de Áreas de Preservação Permanente (APPs), presença de efluentes domésticos, despejo de resíduos sólidos e erosão, além dos baixos índices pluviométricos na região, o que agrava a disponibilidade e a qualidade da água subterrânea.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos hídricos, ecossistemas aquáticos, qualidade das águas, Aquífero Guarani.

INTRODUÇÃO

A água, um dos mais preciosos recursos naturais, é um bem essencial à vida, sobre a qual grande parte das atividades sociais e econômicas bem como as funções dos ecossistemas são dependentes (WWDR, 2015). A demanda por sua utilização para fins agrícolas, industriais, domésticos e de lazer está aumentando rapidamente. A escassez hídrica, situação em que a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender as demandas, já é evidenciada em várias partes do mundo (ASSOULINE et al., 2015; GIRI; QIU, 2016).

O ciclo hidrológico, provido de grandes contribuições dos reservatórios de água subterrânea, fornece água para consumo humano, agricultura, indústria e ecossistemas dependentes destas águas, especialmente durante as secas (KLØVE et al., 2013). A mudança climática prevista irá agravar estas preocupações em muitas partes do mundo, reduzindo a precipitação e aumento da evapotranspiração, sendo que ambos irão reduzir afloramento e, possivelmente, aumentar as taxas de retirada de água subterrânea (TREIDEL et al., 2012).

Um dos maiores reservatórios de água doce do mundo, o Sistema Aquífero Guarani (SAG), é altamente exposto a uma contaminação potencial, principalmente devido aos avanços das tecnologias agrícolas e a exploração contínua em áreas consideradas como naturalmente vulneráveis. A presente área de estudo, localizada no município de Ribeirão Preto, nordeste do estado de São Paulo, localiza-se em área de afloramento do Aquífero Guarani. Uma vez que o estado de São Paulo apresenta o maior contingente populacional no Brasil, com 44 milhões de habitantes, aproximadamente 21,7% da população brasileira (IBGE, 2016), as demandas atuais do uso e cobertura da terra podem aumentar a poluição do aquífero (CUNHA et al., 2016; SANTOS et al., 2015).

O processo de urbanização das cidades vem sendo acompanhado por alterações marcantes no uso e na ocupação do solo (GIRI; QIU, 2016). Essa descaracterização do meio natural, proveniente das ações antrópicas, pode ocasionar impactos ambientais negativos nos recursos hídricos. Um dos reflexos mais evidentes da crise ambiental da sociedade contemporânea está alicerçada no desenvolvimento socioeconômico, mudança dos hábitos de consumo e na acelerada redução qualitativa e quantitativa dos recursos naturais (GIRI; QIU, 2016; JUNIOR et al., 2011).

A ocupação do solo por atividades humanas tem alterado sensivelmente o equilíbrio de processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais, que juntos determinam o padrão de qualidade dos recursos (CUNHA et al., 2016). As alterações antrópicas mais comuns da qualidade em recursos hídricos caracterizam-se pela supressão da cobertura vegetal e pelo lançamento de águas residuais domésticas e industriais aos corpos hídricos (BERTINI et al., 2015; BORGES et al., 2015).

As transformações nos corpos hídricos ocasionadas pela urbanização podem ser mensuradas e diagnosticadas pelo controle da qualidade das águas superficiais (SOUZA; MELLO, 2012). O monitoramento da qualidade é um dos principais instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como ferramenta de controle e acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos (GUEDES et al., 2012); dentre os parâmetros mais estudados na limnologia estão a temperatura da água e o oxigênio dissolvido (MEINSON et al. 2016).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar as condições das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e analisar parâmetros limnológicos em três lagoas urbanas na cidade de Ribeirão Preto, SP, localizadas na área de afloramento do Aquífero Guarani.

METODOLOGIA

Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido em três lagoas urbanas, nomeadas Saibro (S), Pesqueiro (P) e Recreio (R), localizadas na zona Leste da cidade de Ribeirão Preto - SP, Brasil (Figura 1), em área considerada como naturalmente vulnerável, por tratar-se de afloramento do Aquífero Guarani. Foram áreas originalmente de extração de saibro na década de 70 que apresentaram afloramento de água subterrânea no final da década de 80, compondo três importantes lagos. São áreas intensamente urbanizadas, com elevada pressão imobiliária. (SANTOS et al., 2015; SILVA et al., 2008).

A área de drenagem das lagoas do Saibro e do Pesqueiro apresenta uma bacia de contribuição de cerca de 311,40 ha de área, localizada na micro bacia do córrego das Palmeiras, com maior uso do solo urbano. Já a lagoa do Recreio Internacional apresenta uma área de drenagem de 859,16 ha, localizada na micro bacia do córrego do Esgoto, com maior uso do solo agrícola (FERNANDES, 2013). Ambos os córregos são afluentes do Rio Pardo. Quanto ao clima, apesar de grande parte da região apresentar elevada evapotranspiração potencial anual, as chuvas são normalmente abundantes, principalmente no verão, favorecendo a cultura de

cana-de-açúcar, a qual se destaca no município de Ribeirão Preto e no entorno da lagoa do Recreio Internacional.

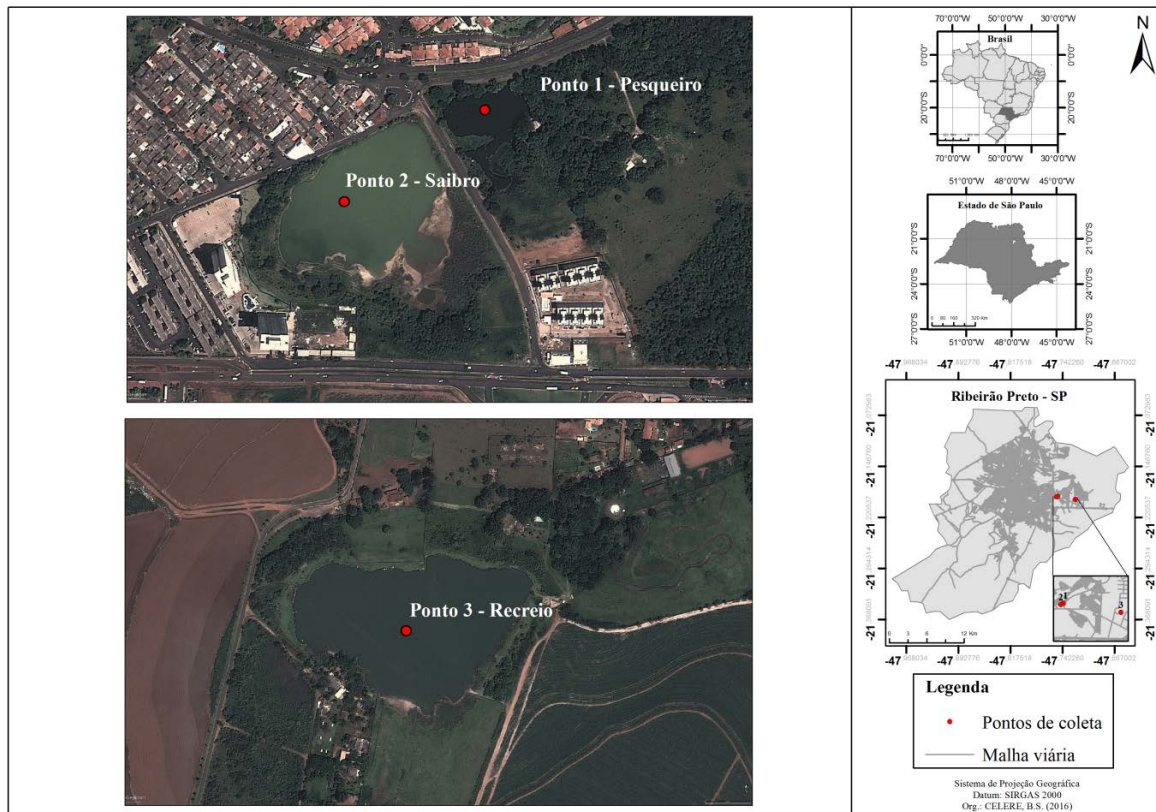


Figura 1. Localização das lagoas Pesqueiro (Ponto 1), Saibro (Ponto 2) e Recreio Internacional (Ponto 3) na cidade de Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Índice pluviométrico

Foi realizada uma pesquisa, utilizando a base de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), para obter informações sobre a Precipitação registrada na cidade de Ribeirão Preto, SP, Brasil, no período de estudo (janeiro de 2012 a janeiro de 2014), e a Precipitação Histórica (últimos 30 anos) a fim de comparar com o resultado obtido na análise dos parâmetros limnológicos.

Condições das Áreas de Preservação Permanente

As condições das Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram avaliadas utilizando o software Google Earth disponível, e os dados foram comparados com os parâmetros estabelecidos pelo código florestal brasileiro (BRASIL, 2012). Em áreas ao entorno de nascentes, a largura mínima de APP necessária é de 50 metros de raio.

Amostragem e análise dos parâmetros limnológicos

Foram coletadas amostras de água na região litorânea das lagoas, de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. A qualidade da água foi monitorada, mensalmente, através da avaliação dos parâmetros químicos (oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio, pH, fósforo total, alcalinidade total) e físicos (temperatura, condutividade elétrica, turbidez) de amostras de água das três lagoas. Os resultados foram agrupados de acordo com as estações do ano a fim de realizar a interpretação dos dados obtidos e correlacionar com os índices pluviométricos.

O oxigênio dissolvido foi analisado utilizando o método de Winkler (modificado, WINKLER, 1888); a porcentagem de saturação de oxigênio foi calculada levando em consideração a altitude, a pressão e o fator de correção para saturação de oxigênio; o pH através do método potenciométrico, com pHâmetro de bancada; a temperatura foi analisada *in situ* através do equipamento YSI 85/10; a condutividade e a turbidez foram analisadas através de sensores conectados ao software Logger Pro (Vernier); a alcalinidade total foi determinada através do método titulação potenciométrica (Standard Methods, APHA, 1995) e as análises de fósforo total foram realizadas através do método espectrofotométrico (Standard Methods, APHA, 2002).

RESULTADOS OBTIDOS

Dados pluviométricos

A Figura 2 apresenta a comparação entre a precipitação histórica e a precipitação no período de estudo na região de Ribeirão Preto.

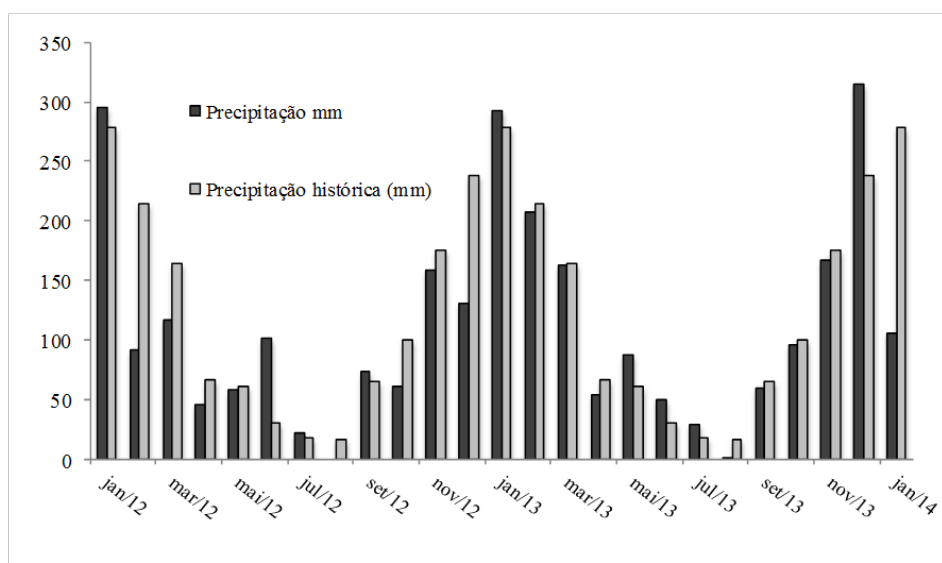


Figura 2. Precipitação histórica (últimos 30 anos) da cidade de Ribeirão Preto e a Precipitação na região de estudo, de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 (CIAGRO, 2016).

Na Figura 2, no ano de 2012, foram observadas precipitações reduzidas, comparadas com as medidas históricas, nos meses de fevereiro (57% inferior), março (28% inferior) e dezembro (45% inferior), contrapondo com o mês de junho, quando a precipitação esteve acima da média (100,7 mm).

No mês de janeiro de 2014 (Figura 2), a precipitação foi 62% inferior à média histórica. Estes fatores de ordem climática contribuíram para a crescente redução do volume de água da lagoa do Saibro na zona Leste de Ribeirão Preto, e assim potencializam os contaminantes provenientes dos efluentes domésticos e dos resíduos sólidos, dispostos irregularmente às margens das lagoas.

Condições das Áreas de Preservação Permanente

A avaliação indicou que as APPs dos Pontos 1 e 2 estiveram mais comprometidas nos locais próximos à urbanização, sendo limitadas por rodovias e áreas residenciais. As APPs desses pontos não apresentaram padrão homogêneo de preservação, indicando desacordo com os valores preconizados pela legislação brasileira (BRASIL, 2012).

O Ponto 3 apresentou maiores influências da área agrícola, sendo limitado em algumas regiões por plantações e cultivos. Assim como verificado para os Pontos 1 e 2, a largura de 50 metros preconizada pelo código florestal brasileiro não foi mantida em todo o raio da nascente.

Parâmetros Limnológicos

A Tabela 1 apresenta as médias das concentrações de Oxigênio Dissolvido (OD), Porcentagem de Saturação de Oxigênio, Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Temperatura, Alcalinidade Total e Fósforo Total, por estação do ano (V- Verão; O- Outono; I- Inverno; P- Primavera), no período entre o verão de 2012 e o verão de 2014.

Tabela 1. Parâmetros limnológicos para as três lagoas, média/estação do ano/ano.

Lagoas	2012				2013				2014
	V	O	I	P	V	O	I	P	V
OD (mg/L)^a									
Saibro	8,14	7,16	8,47	7,60	5,34	4,35	2,15	5,03	6,93
Pesqueiro	6,99	11,09	6,75	7,17	6,02	4,12	2,62	2,53	3,56
Recreio	6,78	9,82	7,59	6,52	5,46	4,07	2,04	5,99	5,94
Porcentagem (%) de Saturação de OD									
Saibro	110,61	95,67	105,0	101,5	72,55	54,93	25,71	67,16	95,90
Pesqueiro	93,35	145,6	83,68	92,36	78,97	50,12	30,01	32,58	48,40
Recreio	92,17	126,5	92,44	88,57	74,18	51,42	24,41	79,93	80,68
pH^b									
Saibro	7,75	6,58	7,17	6,32	6,07	7,08	6,45	6,52	6,70
Pesqueiro	6,68	6,74	6,48	6,22	5,58	6,32	6,02	6,00	6,90
Recreio	6,52	6,51	6,50	6,39	5,88	6,55	6,33	6,68	7,34
Condutividade Elétrica (µS/cm²)									
Saibro	28,42	29,68	25,93	24,33	19,32	19,60	19,73	20,37	25,27
Pesqueiro	57,93	78,17	78,15	87,30	70,51	72,86	74,23	76,76	79,30
Recreio	60,18	61,65	51,65	63,30	60,08	51,91	51,69	38,30	46,10
Turbidez (UNT)^c									
Saibro	13,60	10,47	14,35	32,17	21,80	3,69	11,29	13,96	16,20
Pesqueiro	15,14	10,00	9,38	8,70	12,09	7,71	7,53	1,81	9,66
Recreio	10,22	8,43	6,48	11,00	13,36	8,30	11,85	22,89	26,93
Temperatura (°C)									
Saibro	28,00	26,85	23,48	27,17	27,94	24,00	21,33	27,04	29,06
Pesqueiro	26,88	26,42	22,95	25,37	26,20	22,58	19,37	24,83	27,79
Recreio	28,03	25,11	22,45	28,46	27,92	23,70	21,00	26,56	28,43
Alcalinidade Total (mg/L CaCO₃)									
Saibro	14,33	17,00	19,16	12,50	14,67	15,50	22,00	19,33	14,33
Pesqueiro	23,83	42,00	36,16	45,40	31,00	37,75	39,67	54,00	34,33
Recreio	24,00	26,00	22,66	26,50	25,33	25,75	25,67	30,67	19,33
Fósforo Total (µg/L)^d									
Saibro	78,50	51,35	44,74	166,5	54,95	35,62	51,14	88,82	NR
Pesqueiro	65,38	98,97	59,32	132,5	93,26	49,63	73,05	78,91	NR
Recreio	32,25	49,20	32,18	104,3	68,35	43,72	63,52	112,58	NR

CONAMA (2005) - (a) 4 mg/L; (b) 6,0 a 9,0; (c) 100 UNT; (d) 50 µg/L; NR - não realizado.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nota-se, na Tabela 1, que no ano de 2012 o Oxigênio Dissolvido (OD) manteve-se estável nas três lagoas, inclusive na estação de inverno, quando geralmente não apresenta altos índices pluviométricos. Nesse ano, os índices pluviométricos nesta mesma estação foram superiores quando comparados à precipitação histórica (Figura 2). Segundo a Resolução CONAMA 357 de 2005, o valor aceitável é não inferior a 4 mg/L. No entanto, no ano de 2013, no inverno, observaram-se os menores índices de OD durante o ano, nas três lagoas monitoradas: Saibro (2,15 mg/L); Pesqueiro (2,62 mg/L); e Recreio (2,04 mg/L). Esse fato pode ser justificado devido ao menor índice pluviométrico registrado no ano de 2013 (Figura 2), aumentando a manifestação de macrófitas aquáticas, as quais utilizam O₂, contribuindo para a diminuição do OD.

O OD é necessário para a respiração de micro-organismos aeróbicos, bem como outras formas aeróbicas de vida. Entende-se Saturação de Oxigênio Dissolvido a quantidade de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão, temperatura e salinidade. (VON SPERLING, 2005). Confrontando os resultados de Temperatura e Porcentagem de Saturação de OD observou-se que, no inverno de 2013, foram detectadas as menores temperaturas que podem ter influenciado na diminuição da Porcentagem de Saturação de OD (Tabela 1). Valores de OD acima de 100% de saturação, como observado no ano de 2012 nas três lagoas podem ocorrer em águas naturais durante alguns períodos do dia, nos quais ocorre alta taxa de fotossíntese. A saturação abaixo de 50% encontrado no inverno de 2013 significa que a água encontra-se com baixa oxigenação, podendo comprometer a vida aquática (VON SPERLING, 2005).

O pH apresentou índices variando de 6,07 a 7,75 na Lagoa do Saibro; 5,58 a 6,90 no Pesqueiro e 5,88 a 7,34 na Lagoa do Recreio. Para que se conserve a vida aquática, este resultado é considerado satisfatório, pois a maioria das amostras está dentro dos limites estipulados como ideais segundo as normas da Conama 357/05 ($6,0 \leq \text{pH} \leq 9,0$). Entretanto é válido destacar que a quantidade de chuvas no verão de 2013 (Figura 2) alterou consideravelmente o índice de pH das lagoas analisadas, tornando a água um tanto quanto mais ácida. É preciso salientar que a chuva natural, ou seja, não poluída, é, em si, um pouco ácida, devido à presença do gás carbônico natural que, ao se dissolver na umidade atmosférica, gera o ácido carbônico, o que pode influenciar na fisiologia de diversas espécies aquáticas.

Embora as três lagoas estejam sujeitas às ações antrópicas, os resultados de Condutividade Elétrica (CE) e Turbidez (até 100 UNT - CONAMA 357/05) não se apresentaram acima dos limites aceitáveis. Em geral, para CE, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados aumentando à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Nota-se que, nas três lagoas, a média da CE apresenta pequenas variações, permanecendo entre 19,32 e 29,68 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ (Saibro), 57,93 e 87,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ (Pesqueiro) e 38,30 a 63,30 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ (Recreio). Quando ocorre erosão nas margens das lagoas, na época de chuva é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas, como verificado no verão e na primavera dos anos estudados. Nota-se que no período P/2012 a lagoa do Saibro apresentou elevada concentração de turbidez, chegando a 32,17 UNT. Isso pode ter ocorrido por fatores como mau uso do solo, por exemplo, a erosão - em que se impede a fixação da vegetação causando desmoronamento de terras ou despejos de efluentes industriais. Tais observações foram feitas tendo em vista que nas demais lagoas, no mesmo período, as concentrações não sofreram tamanha alteração.

A temperatura é o fator principal de controle no meio aquático e influencia algumas variáveis físico-químicas; a temperatura da água varia conforme a temperatura ambiente. Como demonstrado na Tabela 1, em períodos mais quentes como primavera (P) e verão (V) temos os maiores valores de temperaturas das águas; ao passo que em períodos como outono (O) e inverno (I), cujas temperaturas são mais amenas, temos menores valores de temperatura das águas. Na Lagoa do Saibro a temperatura da água variou entre 21,33 e 29,06°C; no Pesqueiro de 19,37 a 27,79°C; e 21,00 a 28,46°C no Recreio Internacional.

Valores elevados de alcalinidade total (Tabela 1) observados na lagoa do Pesqueiro durante todo o período podem estar associados aos processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de micro-organismos, com liberação e dissolução do gás carbônico na água (FINOTTI et al., 2009). A principal origem antropogênica está associada aos despejos de efluentes. Processos oxidativos, como a nitrificação, tendem a consumir a alcalinidade total. Na faixa de pH observada nas lagoas durante o período, a maior contribuição para a alcalinidade total é dos bicarbonatos.

Quanto às dosagens de Fósforo Total, 70,8% das amostras analisadas apresentaram valores acima do limite aceitável (50 $\mu\text{g}/\text{L}$ - CONAMA 357/05). O aumento desses valores pode ser justificado pela crescente urbanização e a contribuição de efluentes domésticos ilegais nas lagoas em estudo. Na primavera de 2012 foram observados os maiores valores de Fósforo Total nas três lagoas: Saibro (166,5 $\mu\text{g}/\text{L}$); Pesqueiro (132,5 $\mu\text{g}/\text{L}$); Recreio (104,3 $\mu\text{g}/\text{L}$), coincidindo com o índice pluviométrico inferior ao da média histórica nesta estação. No entanto, no outono de 2013 os resultados observados estão de acordo com a legislação nas três lagoas estudadas: Saibro (35,62 $\mu\text{g}/\text{L}$); Pesqueiro (49,63 $\mu\text{g}/\text{L}$); e Recreio (43,72 $\mu\text{g}/\text{L}$).

RECOMENDAÇÕES

As lagoas estudadas necessitam de um plano de reflorestamento da bacia hidrográfica e maior permeabilidade dos lotes urbanos a fim de aumentar a infiltração de água para o abastecimento do lençol freático e manutenção dos recursos hídricos superficiais. Neste sentido, o monitoramento dos recursos hídricos urbanos é uma ferramenta a ser implementada a fim de se obter informações para tomada de decisões quanto ao uso e recuperação dos recursos hídricos urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (American Public Health Association) - Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. 2002.
2. APHA (American Public Health Association). Standard Method for the examination of water and wastewater. 19ed. Washignton: Byrd Prepress Springfield. 1995.
3. ASSOULINE S.; RUSSO D.; SILBER A.; OR D. Balancing water scarcity and quality for sustainable irrigated agriculture. *Water Resources Research*, v. 51, p. 3419 - 3436. 2015. doi:10.1002/2015WR017071.
4. BERTINI, M. A.; FUSHITA, A. T.; LIMA, M. I. S. Vegetation coverage in hydrographic basins in the central region of the State of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 3, p. 709 - 717. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.21713>.
5. BORGES R. C.; SANTOS F. V.; CALDAS V. G.; LAPA C. M. F. Use of geographic information system (GIS) in the characterization of the Cunha Canal, Rio de Janeiro, Brazil: effects of the urbanization on water quality. *Environmental Earth Sciences*, v. 73 (Issue 3), p. 1345 - 1356. 2015.
6. BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*.
7. CIIAGRO (CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS), 2016. Disponível em: < <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>> Acesso em: 08 ago. 2016.
8. CUNHA D. G. F.; SABOGAL-PAZA L. P.; DODDS W. K. Land use influence on raw surface water quality and treatment costs for drinking supply in São Paulo State (Brazil). *Ecological Engineering*, v. 94, p. 516 - 524. 2016.
9. FERNANDES, F. Levantamento batimétrico em lagoas de área de recarga do Aquífero Guarani e monitoramento limnológico da lagoa Recreio Internacional na zona leste de Ribeirão Preto - SP. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental UNISEB, 2013.
10. FINOTTI, A. R.; FINKLER, R.; SILVA, M. D.; CEMIN, G. Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas. Caxias do Sul, RS: Educs, 2009.
11. GIRI S.; QIU Z. Understanding the relationship of land uses and water quality in Twenty First Century: A review. *Journal of Environmental Management*, v. 173, p. 41 - 48. 2016.
12. GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D. da; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T. de; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 5, p. 558-563. 2012.
13. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>>. Acesso em: 29/07/2016.
14. JUNIOR, L. R. P.; ALVES, G. S.; GAMA, J. S. N. Diagnóstico da qualidade da água da lagoa bela vista no município de Cuité, Paraíba. *Engenharia Ambiental*, v. 8, n. 4, p. 46-61. 2011.
15. KLØVE B.; ALA-AHO P.; BERTRAND G.; GURDAK J. J.; KUPFERSBERGER H.; KVÆRNER J.; MUOTKA T.; MYKRÄ H.; PREDA E.; ROSSI P.; UVO C. B.; VELASCO E.; PULIDO-VELAZQUEZ M. Climate change impacts on groundwater and dependent ecosystems. *Journal of Hydrology*, v. 518 (part B), p. 250 - 266. 2014.
16. MEINSON P.; IDRIZAJ A.; NÖGES P.; NÖGES T.; LAAS A. Continuous and high-frequency measurements in limnology: history, applications, and future challenges. *Environmental Reviews*, v. 24, p. 52 - 62. 2016. <http://dx.doi.org/10.1139/er-2015-0030>.
17. SANTOS R. G.; STURARO J. R.; MARQUES M. L.; FARIA T. T. GIS Applied to the Mapping of Land Use, Land Cover and Vulnerability in the Outcrop Zone of the Guarani Aquifer System. *Procedia Earth and Planetary Science*, v. 15, p. 553 - 559. 2015.

18. SILVA, F. D. P.; KIANG, C. H.; CAETANO-CHANG, M. R.; SINELLI, O. Arcabouço geológico e hidrofácies do Sistema Aquífero Guarani, no município de Ribeirão Preto (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 38, n. 1, p. 54-65. 2008.
19. SOUZA, S. R; MELLO, F. R. Análise do uso e ocupação do solo em um trecho da zona norte do município de São José dos Campos - SP. *Caderno de Geografia*, v. 22, n. 37. 2012.
20. TREIDEL H.; MARTIN-BORDES J. L.; GURDAK J. J. (Eds.), *Climate Change Effects on Groundwater Resources: A Global Synthesis of Findings and Recommendations*. International Association of Hydrogeologists (IAH) - International Contributions to Hydrogeology, Taylor & Francis publishing, p. 414. 2012.
21. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental- DESA, UFMG, 2005.
22. WINKLER, L. W., 1888, Die Bertimmung des im wasser gelösten Sauer-stoffs. *Ber. dtsh. chem. Ges.*, 21: 2843-2854.
23. WWDR (World Water Development Report). *Water for a sustainable world*, 2015. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2016.