

Ação antrópica em cursos d'água na região de Ribeirão Preto, SP: análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Anthropic action in water courses in the region of Ribeirão Preto, SP: analysis of physical-chemical and microbiological parameters.

Felipe Rodrigues dos Santos, Analu Egydio dos Santos

Centro Universitário Barão de Mauá, CBM

{felipe.umbro10@gmail.com, analu.santos@baraodemaua.br}

Resumo. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água superficial em dois córregos (córrego Sul – Sertãozinho/SP e córrego Jaboticabal – Jaboticabal/SP) e em uma lagoa (lagoa do Saibro – Ribeirão Preto/SP), todos localizados em ambientes urbanos, indicando os principais impactos aos recursos hídricos. Foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos durante o ano de 2017: nitrato, fosfato, turbidez, comunidade fitoplanctônica e coliformes termotolerantes em 15 amostras, sendo 5 amostras para cada ponto de coleta, além da determinação da comunidade fitoplanctônica e de coliformes termotolerantes em uma das amostras. A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os córregos analisados estão sob grande pressão urbana e encontram-se deteriorados principalmente pelo lançamento de efluentes e disposição irregular de resíduos sólidos. Por outro lado, a lagoa do Saibro não apresenta lançamento de esgoto, entretanto observa-se a presença de resíduos sólidos e alta turbidez, podendo ser associada a grande densidade da comunidade fitoplanctônica. Assim, o monitoramento dos ecossistemas aquáticos urbanos é fundamental para identificar a intensidade de degradação e propor medidas mitigadoras para reduzir o impacto no ecossistema aquático.

Palavras-chave: ecossistema aquático, resíduo sólido, esgoto bruto.

Abstract. The objective of this work was to analyze the surface water quality in two streams (Sul stream - Sertãozinho/SP and Jaboticabal stream - Jaboticabal/SP) and in a pond (Saibro lagoon - Ribeirão Preto/SP), all located in urban environments, indicating the main impacts on water resources. The physico-chemical and microbiological parameters were analyzed during the year 2017: nitrate, phosphate, turbidity, phytoplankton community and thermotolerant coliforms in 15 samples of water at the 3 local points, being 5 water samples for each collection point, besides of the determination of thermotolerant coliforms and of the phytoplankton community in one of the collections. From the results obtained in this work, it can be concluded that the analyzed streams are under great urban pressure and are deteriorated mainly by the discharge of effluents and irregular disposal of solid wastes. On the other hand, the Saibro lagoon does not have sewage discharge, however it is observed the presence of solid residues and high turbidity, which may be associated with the high density of the phytoplankton community. Thus, monitoring of urban aquatic ecosystems is crucial to identify the intensity of degradation and propose mitigation measures to reduce the impact on the aquatic ecosystem.

Keywords: aquatic ecosystem, solid waste, raw sewer.

InterfacEHS - Revista de Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade
Vol. 14 no. 2 - Dezembro de 2019, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: Interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional 

1. Introdução

A água é um bem natural finito de relevante importância para a comunidade mundial. Nos últimos anos com o aumento da população, as ações antrópicas só aumentam, consequentemente prejudicando a qualidade da água. Inúmeras pessoas todos os anos morrem devido aos problemas associados com a qualidade da água, ou seja, enfermidades que decorrem de veiculação hídrica (MERTEN; MINELLA, 2002).

A intensa urbanização, precariedade de atendimento sanitário nas cidades e a contaminação do ecossistema aquático levam à deterioração da qualidade da água, e há indicativos de que a qualidade da água pode ser comprometida, de tal maneira que o homem ainda não dispõe de meios para a reversão do problema (RESENDE, 2002).

A utilização da água pelos seres humanos de forma inconsequente resulta na deterioração da sua qualidade, limitando geralmente o potencial de seu uso. Os seres humanos, mesmo tendo consciência da importância que a água tem para os seres vivos e ao meio ambiente, e também do risco eminente da falta deste recurso natural, ainda continuam despejando diariamente resíduos sólidos e esgoto bruto (doméstico e industrial), consequentemente degradando rios e reservatórios com uma carga maior do que a capacidade de autodepuração dos corpos d'água (SARDINHA et al., 2008). As áreas urbanas provêm de inúmeros estressores aos córregos locais, proporcionando danos às comunidades biológicas, poluição aquática, riscos de enchentes e reduzindo a qualidade do recurso hídrico (CUNHA et al., 2017).

Com isso o monitoramento ambiental é de fundamental importância e funciona como uma ferramenta, podendo ser utilizada para avaliação do grau de degradação e/ou estado de preservação dos ecossistemas, e fornecendo elementos de estudo para sugestões de estratégias de conservação de áreas naturais e planos de restauração dos ecossistemas prejudicados com a ação antrópica (GOULART; CALLISTO, 2003).

Diante desse cenário, os parâmetros de qualidade de água como: nitrato, fosfato, turbidez, comunidade fitoplanctônica e coliformes termotolerantes, ao serem analisados, podem determinar o grau de degradação de um corpo d'água, e indicar quais são as fontes de poluição. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da água superficial em dois córregos (córrego Sul – Sertãozinho/SP e córrego Jaboticabal – Jaboticabal/SP) e uma lagoa (lagoa do Saibro – Ribeirão Preto/SP), todos localizados em ambiente urbano, indicando os principais impactos aos ecossistemas aquáticos. Ressaltando que o monitoramento é muito importante para identificar a intensidade de degradação e propor medidas mitigadoras para reduzir o impacto no ecossistema aquático.

2. Materiais e Métodos

Amostragem/Banco de Dados

O presente trabalho foi realizado em parceria com a organização ambiental internacional Earthwatch Institute, que tem como missão a interação das pessoas ao redor do mundo com pesquisa científica de campo e educação ambiental, promovendo uma melhor compreensão e a ação necessária para um meio ambiente sustentável. As pessoas participantes são chamadas de "cientista cidadão", e a organização envolve uma comunidade internacional de indivíduos de todas as partes do planeta (professores, alunos e cidadãos comuns; EARTHWATCH, 2017).

A Earthwatch Institute forneceu 3 kits de amostragens. Cada kit contém: 5 tubos de ensaio com reagente N-(1-naftil)-etilenodiamina para análise de nitrato, 5 tubos de ensaio com reagente enzimático de inosina para análise de fosfato, gráfico de cores para testes de nitrato e fosfato, 1 copo de amostragem, 1 tubo de Secchi, 1 frasco âmbar e 1 tubete

plástico contendo lugol acético. Foi utilizado um kit em cada ponto de amostragem escolhido para as análises (córrego Sul – Sertãozinho, córrego Jaboticabal – Jaboticabal e lagoa do Saibro – Ribeirão Preto). Foram realizadas uma análise por mês (março, maio, junho, julho e agosto de 2017) de nitrato, fosfato e turbidez. As análises para a determinação de comunidade fitoplanctônica e coliformes termotolerantes foram realizadas no mês de junho de 2017. No total foram analisadas 15 amostras para determinar as concentrações de nitrato, fosfato e turbidez e 3 amostras para quantificação da comunidade fitoplanctônica e coliformes termotolerantes.

As informações dos dados qualitativos e quantitativos das análises da qualidade de água, são registrados em uma plataforma on-line do projeto FreshWater Watch (FWW), onde o pesquisador juntamente com o seu login e senha, acessa o portal e insere todas as informações registradas no formulário sobre o corpo d'água. O portal pode ser acessado em diversas línguas como em português, espanhol, inglês, francês e chinês. As informações registradas na plataforma on-line do projeto FWW, estão disponíveis para toda a população mundial acessar e se informar de como está a situação dos corpos d'água de água doce do mundo (FRESHWATER WATCH, 2017).

Localização e caracterização da área de estudo

As amostras de água foram coletadas nos municípios de Sertãozinho, Jaboticabal e Ribeirão Preto, localizados no interior do Estado de São Paulo. As áreas de estudo estão situadas nas bacias hidrográficas do Rio Mogi-Guaçu, contemplando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 09 (Ponto 1 no córrego Sul – Sertãozinho e Ponto 2 no córrego Jaboticabal – Jaboticabal; BRASIL a, 2018) e bacia hidrográfica do Rio Pardo, contemplando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº 04 (Ponto 3 na lagoa do Saibro – Ribeirão Preto e córrego Sul – Sertãozinho; BRASIL b, 2018; figura 1). Segundo o Decreto nº 10.755/1977, Art. 3º (BRASIL, 1977), os três locais de estudo, pertencem a classificação de corpos d'água Classe 2.

Figura 1 - Localização dos municípios e dos pontos de coleta no Estado de São Paulo.



Fonte: Google Earth, modificado pelos autores.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), o córrego Sul de Sertãozinho e o córrego Jaboticabal de Jaboticabal são ambientes lóticos e a lagoa do Saibro de Ribeirão Preto é ambiente lêntico (figura 2) e, assim, foram analisados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Figura 2 – Pontos de coletas no córrego Sul (a), córrego Jaboticabal (b) e lagoa do Saibro (c).



Fonte: Fotos dos autores.

Para fins comparativos foram feitos registros fotográficos a cada coleta, no mesmo ponto em cada visita, possibilitando compará-las com o passar do tempo, se houve mudanças nas características dos corpos d'água. Em cada fotografia foi registrada uma parte do corpo d'água e a área ao entorno do local da coleta, a cobertura vegetal, a altura da água em relação a algum ponto de referência, nível e velocidade da água, fatores climáticos, cor da água e a fonte de poluição visível.

Análise dos parâmetros físico-químicos

As características físico-químicas das águas foram determinadas pelas análises das concentrações de nitrato (N-NO₃⁻) e fosfato (P-PO₄³⁻) em mg/L, e turbidez (em unidades nefelométricas de turbidez, UNT). Na análise de nitrato utilizou-se o reagente N-(1-naphthyl)-ethylenediamine em 7 intervalos de concentrações, de 0,2 a 10 mg/L. Para análise de fosfato foram utilizados reagentes enzimáticos de inosina em 7 intervalos de concentração, de 0,02 a 1,0 mg/L (CASTILLA et al., 2015). Esse método possibilita inferências in situ dos nutrientes dissolvidos por meio da exposição a reagentes que decorre dentro de tubos de amostras oclusos (PEREIRA, 2016).

Na análise de turbidez utilizou-se um tubo Secchi calibrado (14-240 UNT; figura 3); o tubo é de fácil manuseio e não necessita ser provido de fontes de energia, realizando as medições com alto grau de precisão quando comparado às medições realizadas por turbidímetros. O tubo é utilizado com sucesso em programas de "ciências cidadã" (CASTILLA et al., 2015).

Figura 3 – Análise de turbidez utilizando o tubo Secchi.



Fonte: Foto dos autores.

O tubo é de plástico e transparente, com um disco de Secchi na parte inferior, possui uma escala graduada das Unidades de Turbidez Nefelométrica (UNT) na lateral e as medidas são baseadas na profundidade da água quando o disco de Secchi não é mais visível para o observador devido à turbidez da água (DAHLGREN; NIEUWENHUYSE; LITTON, 2004).

Análise microbiológica

A análise da comunidade fitoplanctônica foi estabelecida com o objetivo de identificar as classes de fitoplânctons predominantes nos corpos d'água. Foram coletadas em campo, amostras de água fixadas com lugol acético e armazenadas em local escuro para posteriormente serem analisadas. Foram utilizadas câmaras de sedimentação de 2 mL ou 5mL, dependendo da densidade de organismos na amostra, para análises quantitativas da comunidade fitoplanctônica (UTHERMÖHL, 1958). Utilizou-se o microscópio ótico invertido Olympus CK2® (aumento de 400 vezes) para a identificação de algas e cianobactérias. Foram utilizados dois critérios para pausa da contagem sendo: I – nenhuma espécie nova encontrada em 20 campos percorridos ou II – 100 indivíduos ou mais representantes da espécie mais abundante, sendo possível assim determinar as densidades de cada classe de fitoplâncton e a densidade total (APHA, 2012).

$$D = \frac{C \times At}{Af \times F \times V}$$

D: densidade total (ind.mL⁻¹); C: número de organismos contados; At: área total do fundo da câmara de sedimentação (mm²); Af: área do campo de contagem (mm²); F: número de campos contados; V: volume da amostra sedimentada (mL).

A identificação dos organismos foi feita por meio de chaves de classificação disponíveis na literatura (CUNHA, 2012). A análise de comunidade fitoplanctônica foi realizada em parceria com o Prof. Dr. Davi Gasparini Fernandes Cunha da USP de São Carlos (Departamento de Hidráulica e Saneamento). A determinação do número mais provável de coliformes termotolerantes foi por meio da aplicação da técnica de tubos múltiplos (CETESB, 2007).

3. Resultados e Discussões

Resultados de observação

Os resultados obtidos de observação estão descritos no quadro 1. Neste quadro encontram-se algumas das questões que se deveria preencher antes das análises.

Quadro 1 - Resultados de observação de algumas variáveis identificadas nos pontos de coleta.

Local/ Cidade	Variável	Resultado
Córrego Sul/ Sertãozinho	Uso da terra	Residencial Urbano
	Fonte de poluição	Descarga residencial e descarga urbana/viária
	Vegetação da margem	Arbusto, árvore e grama
	Cor da água	Marrom
Córrego Jaboticabal/ Jaboticabal	Uso da terra	Residencial Urbano
	Fonte de poluição	Descarga residencial e descarga urbana/viária
	Vegetação da margem	Arbusto, árvore e grama
	Cor da água	Incolor
Lagoa do Saibro/ Ribeirão Preto	Uso da terra	Residencial Urbano
	Fonte de poluição	Descarga urbana/viária
	Vegetação da margem	Arbusto, árvore e grama
	Cor da água	Verde

Fonte: Autores.

Nos 3 pontos de coletas o uso do solo nos arredores dos corpos d'água são ocupados por residências e comércios. Predominam, como fontes de poluição nos córregos, lançamentos de esgoto bruto (doméstico e industrial) e transporte de poluentes por meio da drenagem pluvial de áreas impermeáveis, também é possível visualizar despejo irregular de resíduos sólidos. Na lagoa o despejo irregular de resíduos sólidos como, por exemplo, pneus, garrafas pet, etc., é a fonte de poluição predominante.

A cobertura da vegetação nos pontos de coletas era predominantemente por arbustos, árvores e grama, dos 3 pontos de coletas a lagoa do Saibro é o local onde possui maior área verde. No córrego Jaboticabal o local de coleta sofreu processo de canalização, fazendo com que a margem do corpo d'água encontra-se impermeável. No córrego Sul, a montante do ponto de coleta, o corpo d'água está sofrendo processo de canalização, entretanto onde ocorreram as coletas ainda não havia sofrido esse processo, portanto o local ainda possui vegetação na margem do córrego.

Foi observado que a cor da água no córrego Sul estava marrom devido à presença de sedimentos suspensos na coluna d'água; os sedimentos eram provenientes da obra de canalização que ocorria a montante no córrego. No córrego Jaboticabal a coloração da água era incolor, devido que à lâmina d'água estava com nível raso. Na lagoa do Saibro a coloração da água era verde, decorrente da alta densidade de fitoplânctons existentes na água.

Resultados físico-químicos

Os resultados obtidos das análises físico-químicos se encontram nas figuras 4, 5 e 6. As concentrações variaram pouco para os parâmetros de nitrato e fosfato em todos os pontos de coletas, no entanto para o parâmetro turbidez na lagoa do saibro foi onde ocorreu a maior variação nas análises.

Os dados coletados no córrego Sul (figura 4) demonstram baixa variação. No geral as concentrações de nitrato variaram de 0,5 até 2 mg/L, fosfato variaram de <0,02 até 0,05 mg/L e turbidez variaram de <12 até 19 UNT. A baixa variação repete-se no córrego Jaboticabal (figura 5) onde os resultados para nitrato variaram de 1 até 2 mg/L, fosfato variaram de <0,02 até 0,05 mg/L e para a turbidez todos os resultados foram <12 UNT,

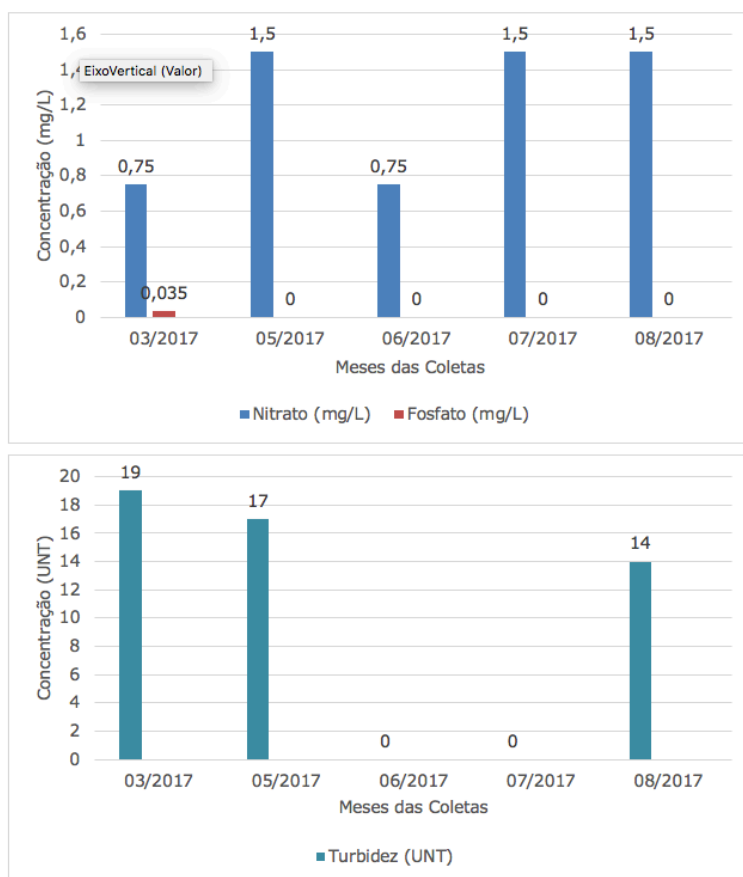
por outro lado os resultados na lagoa do Saibro (figura 6) para nitrato e fosfato foram $<0,2$ mg/L e $<0,02$ mg/L, no entanto a turbidez obteve alta variação, as concentrações variaram de 25 até 100 UNT.

Os córregos apresentam concentrações semelhantes de nitrato e fosfato, esses nutrientes são provenientes do despejo irregular de esgoto bruto nos corpos d'água, quando o nitrogênio encontra-se na condição de nitrato está associado a doenças como a metemoglobinemia, além disso, quando o nitrato é detectado na água indica que o estágio de poluição é antigo, por outro lado o fosfato quando presente causa o fenômeno da eutrofização (crescimento excessivo de plantas aquáticas), reduzindo a qualidade da água (MOTA; VON SPERLING, 2009).

A alta concentração de turbidez e as baixas concentrações de nitrato e fosfato na lagoa do Saibro podem ser explicadas pela elevada densidade de fitoplâncton, devido ao consumo destes nutrientes pela comunidade fitoplanctônica (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). Este corpo d'água não recebe lançamento de esgoto bruto, entretanto observa-se o despejo irregular de resíduos sólidos, como pneus, garrafas pet, resíduos de construção, frascos de detergente, dentre outros materiais domésticos.

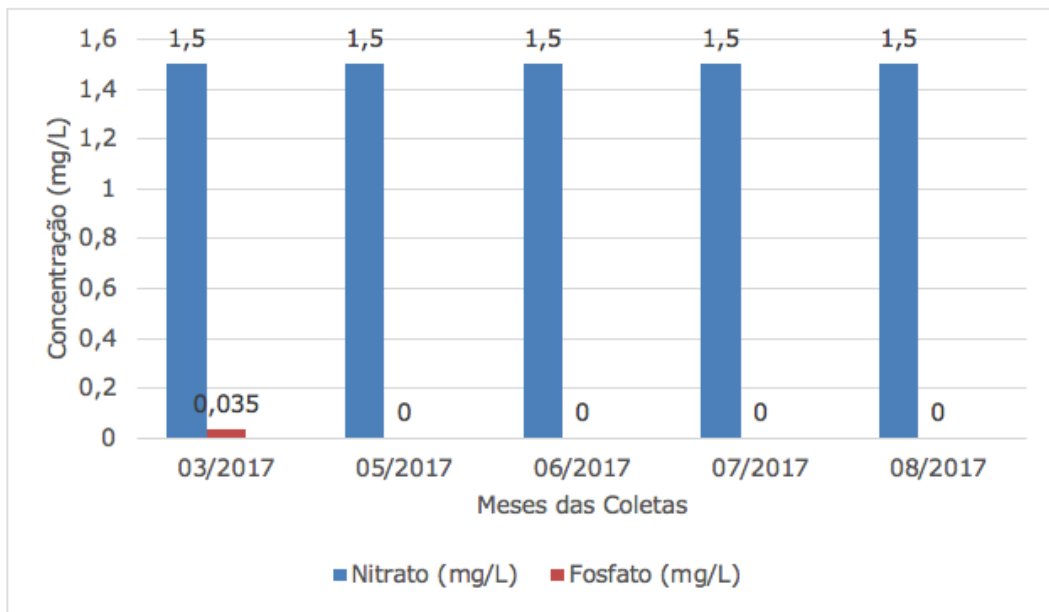
Os dados obtidos pelas análises podem ser comparados com o estudo realizado por Xu et al. (2017) onde foram empregadas as mesmas metodologias adotadas por este trabalho para as análises de nitrato, fosfato e turbidez utilizando o mesmo kit de análise, como parte do projeto FWW. O estudo foi realizado nas cidades de Guangzhou e Foshan, China, onde foi constatado que os corpos d'água sofrem diferentes graus de pressão urbana e agrícola, sofrendo múltiplos impactos mediante ao despejo de esgoto bruto.

Figura 4 – Gráficos dos resultados das análises de nitrato (mg/L), fosfato (mg/L) e turbidez (UNT) do Córrego Sul, Sertãozinho.



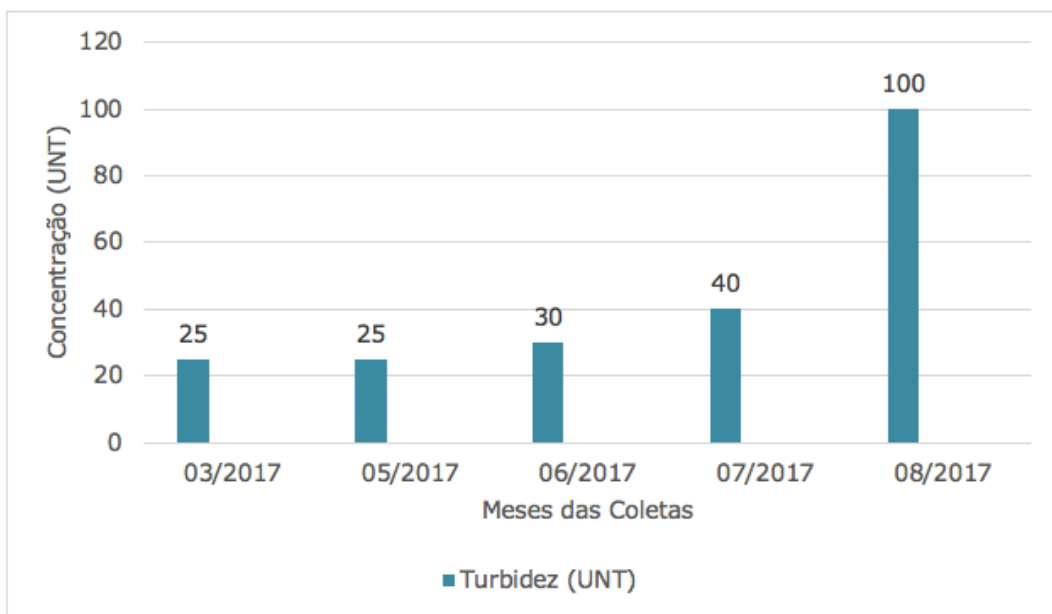
Fonte: Autores.

Figura 5 – Gráfico dos resultados das análises de nitrato (mg/L) e fosfato (mg/L) do Córrego Jaboticabal, Jaboticabal.



Fonte: Autores.

Figura 6 – Gráfico dos resultados das análises de turbidez (UNT) da Lagoa do Saibro, Ribeirão Preto.



Fonte: Autores.

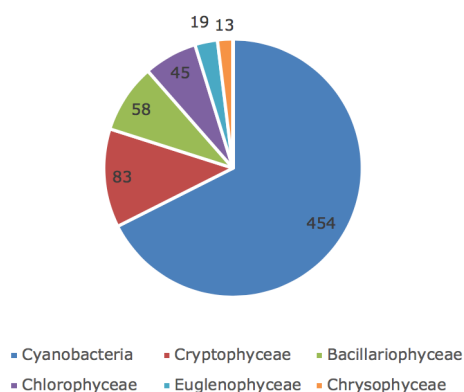
Os valores das concentrações de nitrato, fosfato e turbidez de ambos os córregos e da lagoa encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), onde o limite permitido para nitrato é 10 mg/L, fosfato é 0,1 mg/L e turbidez é 100 UNT.

Resultados comunidade fitoplanctônica

Os resultados da densidade fitoplanctônica encontram-se nas figuras 7, 8 e 9, onde estão descritos os valores das densidades de cada ponto de coleta e as classes de fitoplânctons identificadas nas análises.

No córrego Sul a densidade da comunidade fitoplanctônica está descrita na figura 3 e foram identificados 671 ind/mL-1, a classe com maior quantidade de ind/mL-1 foi a cianobactéria representada por 454 ind/mL-1. Neste ponto de coleta a densidade de fitoplâncton encontra-se mais baixa, comparada com os demais pontos, pois, na análise foi encontrado maior quantidade de material sedimentável comparado com os outros pontos de coleta, provavelmente devido a obras de canalização no local. Como a turbidez interfere na penetração de luz na água, houve provavelmente prejuízo no desenvolvimento das populações de algas.

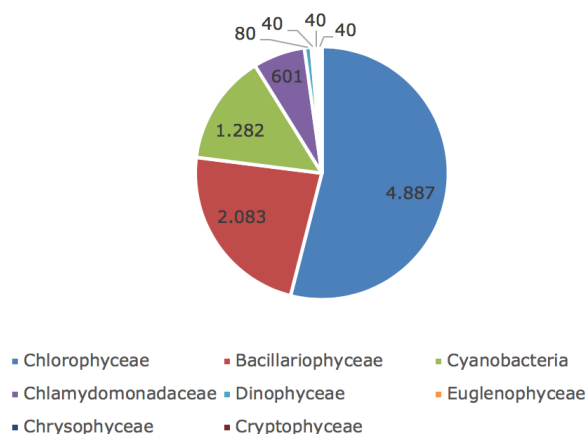
Figura 7 - Distribuição das densidades (ind/mL-1) das classes de comunidade fitoplanctônica no córrego Sul, Sertãozinho.



Fonte: Autores.

No córrego Jaboticabal a densidade da comunidade fitoplanctônica está descrita na figura 8 e foram identificados 9.053 ind/mL-1, salientando que este corpo d'água está passando pelo processo de eutrofização, devido às altas concentrações de nutrientes presentes na água, provenientes do despejo de efluentes (figura 9). A classe com maior quantidade por ind/mL-1 foi a clorófitas representada por 4.887 ind/mL-1.

Figura 8 - Distribuição das densidades (ind/mL-1) das classes de comunidade fitoplanctônica no córrego Jaboticabal, Jaboticabal.



Fonte: Autores.

Figura 9 - Córrego Jaboticabal sobre o processo de eutrofização.



Fonte: Foto dos autores.

Das três classes de fitoplânctons presentes na amostra com o maior número de ind/mL-1, são bioindicadores de poluição, a classe clorofícea que representa grande diversidade quanto a táxons em águas continentais brasileiras, principalmente em sistemas tropicais eutrofizados (RODRIGUES; SANT'ANNA; TUCCI, 2010), e a classe diatomácea é composta por organismos relacionados à produção de ácido domóico (neurotoxina), que se concentra em moluscos e causa amnésia em seres humanos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2013). As cianobactérias são organismos com capacidade de produzir toxinas capazes de causar a morte de animais domésticos e selvagens e causar problemas à saúde humana. Os problemas relacionados à saúde humana por intoxicação incluem distúrbios hepáticos, neurológicos, gastrointestinais e reações alérgicas (AZEVEDO, 1998).

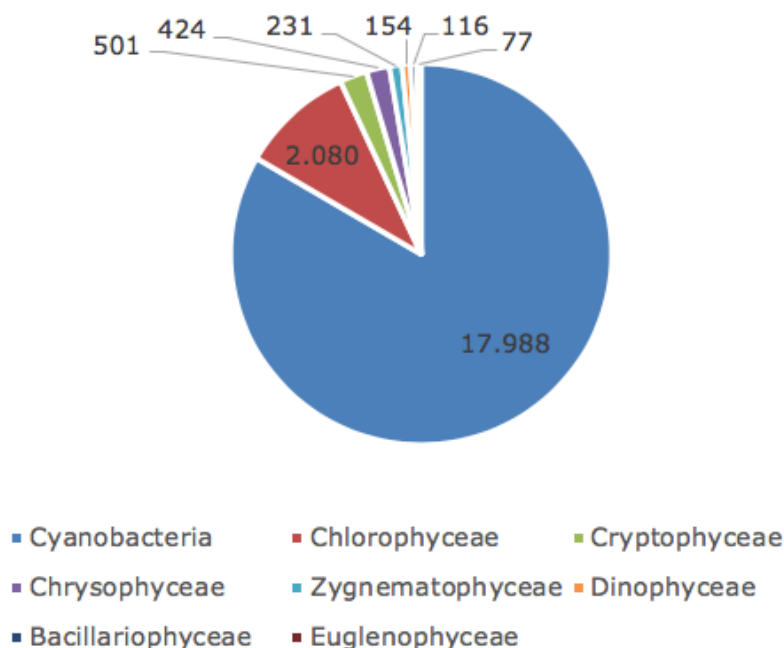
Na lagoa do Saibro a densidade da comunidade fitoplanctônica está descrita na figura 10 e foram identificados 21.570 ind/mL-1. A classe com maior quantidade por ind/mL-1 foi a cianobactéria representada por 17.988 ind/mL-1. Valores acima do limite podem comprometer a qualidade da água devido à eutrofização, presença de cianotoxinas e comprometimento de usos futuros da água superficial. A alta turbidez deste corpo d'água pode ser associada a grande densidade da comunidade fitoplanctônica. Conforme mencionado acima os organismos da classe cianobactérias podem ser nocivos aos animais e às pessoas que utilizam o local. E neste corpo d'água foram observadas pessoas utilizando o local para balneabilidade e prática de pesca, o que pode levar à intoxicação, oferecendo riscos à saúde.

No Brasil segundo Teixeira et al. (1993) foi descrita uma forte evidência relacionando as florações de cianobactérias, no reservatório de Itaparica na Bahia, com a morte de 88 pessoas com caso de gastroenterite, entre 2000 pessoas intoxicadas, por consumir água do reservatório, no ano de 1988.

A comunidade fitoplanctônica é utilizada como um importante bioindicador, pois é possível encontrar espécies de algas em quase todas as águas doces, podendo inserir espécies tolerantes e outras muito vulneráveis à poluição. Pode-se citar a classe cianobactérias, que são algas cianofíceas, como algas que possuem uma grande vantagem competitiva sobre outras classes de fitoplâncton, devido à capacidade de desenvolver heterocitos quando há falta de nitrogênio na água, podendo fazer a produção deste composto. Portanto, quando um corpo d'água tem a presença de organismos pertencendo a poucas espécies, isso

pode indicar um ambiente que recebe carga poluente, no entanto havendo a ocorrência de muitas espécies com poucos organismos, pode caracterizar um ambiente natural em equilíbrio. Havendo ocorrência de uma espécie resistente à poluição ou à inexistência de espécies vulneráveis não é possível concluir se o corpo d'água está poluído, desta maneira se faz necessário uma análise quantitativa dos grupos de algas para conhecer as classes dominantes (LOPES, 2007).

Figura 10 - Distribuição das densidades (ind/mL-1) das classes de comunidade fitoplanctônica na lagoa do Saibro, Ribeirão Preto.



Fonte: Autores.

No entanto, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), os 3 corpos d'água encontram-se em conformidade quanto ao padrão permitido para o parâmetro densidade de cianobactérias limite de 50.000 ind/mL-1.

Resultados coliformes termotolerantes

Os resultados de coliformes termotolerantes estão descritos na tabela 1. As concentrações de coliformes termotolerantes foram estabelecidas por meio da técnica de tubos múltiplos (CETESB, 1993; CETESB, 2007), sendo que as diluições utilizadas nos procedimentos foram: córrego Sul (10-3, 10-4 e 10-5), córrego Jaboticabal (10-2, 10-3 e 10-4) e lagoa do Saibro (10-3, 10-4 e 10-5).

Tabela 1 - Resultados de coliformes termotolerantes nos pontos de amostragem.

Local/ Cidade	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Córrego Sul / Sertãozinho	4,5x10 ⁴
Córrego Jaboticabal / Jaboticabal	3,3x10 ⁴
Lagoa do Saibro / Ribeirão Preto	<100

Fonte: Autores.

Foi constatado que os córregos Sul e Jaboticabal possuem concentrações elevadas de coliformes termotolerantes, indicando que a qualidade da água está comprometida, proveniente do despejo de esgoto bruto. Considerando que o limite aceito para corpos d'água Classe 2 é de 1000 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, os córregos estudados estão acima do padrão permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

Na lagoa do Saibro, não foi observado o desenvolvimento de coliformes termotolerantes pela técnica de tubos múltiplos, sendo considerado o resultado <100 NMP/100mL. Confirmando que o corpo d'água não apresenta despejo de esgoto bruto, com isso não contribuindo para elevação de quantidade desses organismos.

O despejo de esgoto bruto em águas naturais sem o devido tratamento proporciona o enriquecimento com matéria orgânica, com grande número de bactérias, entre elas encontram-se principalmente o grupo de coliformes, um grupo de bactérias que se reproduz no intestino de animais homeotermos. Quando presentes na água apontam a ocorrência potencial de micro-organismos intestinais patogênicos, como bactérias, protozoários e vermes que são uma ameaça potencial à saúde humana quando são eliminados por pessoas possuidoras de doenças (LOPES, 2007).

A *Escherichia coli* é a principal bactéria que compõe o grupo dos coliformes termotolerantes, sendo bactérias abundantes nas fezes humanas e de animais, indicando que os corpos d'água estão contaminados por agentes patogênicos (VON SPERLING, 2007). O lançamento de esgoto bruto sem tratamento ou até mesmo tratado, mas sem a desinfecção apropriada, vem a contribuir com quantia considerável de coliformes, entre os quais estão agentes de doenças de veiculação hídrica (RIBAS; FORTES NETO, 2008).

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que os córregos analisados estão sob grande pressão urbana e encontram-se deteriorados principalmente pelo despejo de efluentes. Por outro lado, a lagoa do Saibro não apresenta lançamento de esgoto bruto, entretanto observa-se a presença de resíduos sólidos, grande contato da população, que a utiliza para balneabilidade e pesca, embora não sejam permitidas estas atividades no local. Destaca-se na lagoa a redução periódica no volume de água em função da impermeabilização da área urbana, escassez de chuvas no período de março até agosto de 2017 e consequente acúmulo de algas, especialmente cianobactérias, o que pode levar à contaminação da água por cianotoxinas.

Assim, foi possível observar aspectos de impacto ambiental neste trabalho de monitoramento e levantamento de dados dos ecossistemas aquáticos nos municípios de Sertãozinho, Jaboticabal e Ribeirão Preto, por meio da amostragem periódica de água do córrego Sul, córrego Jaboticabal e lagoa do Saibro.

Quanto às propostas de mitigação dos impactos nestes recursos hídricos, ressalta-se a importância de interceptação dos esgotos para que sejam destinados para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), políticas públicas para garantir a eficiência do saneamento básico e a implantação de parques lineares ao longo dos corpos d'água, propiciando melhoria do microclima urbano, sendo palco natural em meio aos municípios e locais de recreação para as populações urbanas. Este projeto foi desenvolvido em parceria com a ONG Earthwatch Institute, por intermédio do projeto FreshWater Watch, corroborando com os objetivos da ONG, sendo um estudo inédito no interior do estado de São Paulo.

Referências

APHA; AWWA; WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22nd. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 2012.

AZEVEDO, S. M. O. A. Toxinas de Cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina On Line**, v. 1, n. 3, jul.-set., 1998. Disponível em: <<http://leic.biof.ufrj.br/sites/default/files/1998%20Azevedo%20Toxinas.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2018.

BRASIL. Decreto nº 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 (1), de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas**. 1977.

BRASIL. 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**. DOU nº 053, p. 58-63. 2005.

BRASIL a. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **CBH-Mogi**. 2018. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhmogi/apresentacao>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

BRASIL b. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **CBH-Pardo**. 2018. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhparado/apresentacao>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.930>>. Acesso em: 08 out. 2019.

CASTILLA, E. P.; CUNHA, D. G. F.; LEE, F. W. F.; LOISELLE, S.; HO, K. C.; HALL, C. Quantification of phytoplankton bloom dynamics by citizen scientists in urban and peri-urban environments. **Environ Monit Assess**, v. 187, ed. 11, art. 690, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10661-015-4912-9>>. Acesso em: 22 set. 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. **Coliformes totais e fecais – determinação pela técnica de tubos múltiplos: método de ensaio**, 1993, p. 39. Norma Técnica L5.202.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. **Coliformes termotolerantes: determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 – método de ensaio**, 2007, p. 16. Norma Técnica L5.406.

CUNHA, D. G. F. **Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal do reservatório de Itupararanga**: uma contribuição ao manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Sorocaba (SP). 235 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, EESC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

CUNHA, D. G. F.; CASALI, S. P.; FALCO, P. B.; THORNHILL, I.; LOISELLE, S. A. The contribution of volunteer-based monitoring data to the assessment of harmful phytoplankton blooms in Brazilian urban streams. **Science of the Total Environment**, v. 584-585, p. 586-594, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.080>>. Acesso em: 05 out. 2018.

DAHLGREN, R.; NIEUWENHUYSE, E.; LITTON, G. Transparency tube provides reliable water-quality measurements. **California Agriculture**, v. 58, n. 3, p. 149-153, jul.-set., 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.3733/ca.v058n03p149>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

EARTHWATCH. **About EARTHWATCH**. 2017. Disponível em: <<http://earthwatch.org/About>>. Acesso em: 07 set. 2018.

FRESHWATER WATCH. **Bem-vindo ao desafio da água doce**. Disponível em: <<https://freshwaterwatch.thewaterhub.org/pt-br/content/desafio-da-agua-doce>>. Acesso em: 07 set. 2018.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **FAPAM**, v. 2, n. 1, Pará de Minas, 2003. Disponível em: <<http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

LOPES, A. G. D. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP**. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez., 2002. Disponível em: <http://taquari.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf>. Acesso em: 08 out. 2019.

MOTA, F. S. B.; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PEREIRA, R. H. A. **Análise temporal de parâmetro de qualidade de água e sua relação com uso e ocupação na Bacia do Alto Tietê**. 105 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2016.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 29.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 830.

RIBAS, T. B. C.; NETO, P. F. Disposição no solo de efluentes de esgoto tratado visando à redução de coliformes termotolerantes. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 81-94, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92830307>>. Acesso em: 9 ago. 2018.

RODRIGUES, L. L.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das represas Billings (braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. **bras. Bot.**, v. 33, n. 2, abr.-jun., São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000200006>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 329-338, jul./set. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000300013>>. Acesso em: 25 set. 2018.

TEIXEIRA, M.G.L.C.; COSTA, M.C.N.; CARVALHO, V.L.P.; PEREIRA, M. S.; HAGE, E. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. **Bulletin of the Pan American Health Organization**, v. 27, n. 3, p. 244-253. 1993. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8220519>>. Acesso em: 02 out. 2018.

UTHERMÖHL, H. **On the perfecting of quantitative phytoplankton method**. Inst. Ass. Theor. Commum. vol. 9. 1958.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. p. 588.

XU, Y.; LI, A. J.; QIN, J.; LI, Q.; HO, J. G.; LI, H. Seasonal patterns of water quality and phytoplankton dynamics in surface Waters in Guangzhou and Foshan, China. **Science of the Total Environment**. v. 590-591, p. 361-369. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.032>>. Acesso em: 08 out. 2019.