



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

INVENTÁRIO LIMNOLÓGICO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO RIO TIETÊ NO MUNICÍPIO DE MOGI DAS CRUZES, SÃO PAULO: USO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Jéssica Akemi Hitaka Soares⁽¹⁾; Marcela Biachessi da Cunha-Santino⁽²⁾

(1) Estudante; Departamento de Hidrobiologia; Universidade Federal de São Carlos; São Carlos, São Paulo; jessicahitaka1802@gmail.com; (2) Professora; Departamento de Hidrobiologia; Universidade Federal de São Carlos; São Carlos, São Paulo; cunha_santino@ufscar.br.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – O rio Tietê tem sido submetido a alterações estruturais morfométricas, químicas, físicas e biológicas de suas águas. Deste modo, há a necessidade de se diagnosticar a qualidade do rio Tietê em Mogi das Cruzes, SP por intermédio do Índice de Qualidade da Água (IQA). Coletas de água foram realizadas durante os períodos de seca e cheia, na entrada (P1) e na saída (P2) do município, para a realização de análises limnológicas, e posteriormente, foram classificadas segundo os padrões do CONAMA 357/05 e o IQA foi calculado. Os resultados obtidos demonstraram que houve um acréscimo na concentração das nove variáveis analisadas entre os pontos (P1 e P2), devido ao lançamento irregular de efluentes domésticos/industriais na travessia do rio pelo município. Entretanto, do período de seca, para o de chuvas, ocorreu uma diminuição dos valores das variáveis analisadas de ambos os pontos, fato que pode ser explicado pelo aumento da vazão do rio proporcionado pelo aumento das precipitações atmosféricas, que consequentemente diluem os poluentes/contaminantes nas águas do rio Tietê. Contudo, no período de seca, o P1 apresentou uma qualidade *boa* segundo o IQA, enquanto o P2 foi considerado *regular*. Já durante a cheia, o IQA, foi considerado *regular* para ambos os pontos amostrados.

Palavras-chave: Limnologia. CONAMA 367/05. Poluição. Rio Tietê.

ABSTRACT – The Tietê River has been submitted to changes in its morphometric, chemical, physical and biological parameters of water quality. Therefore, it's appropriate to diagnose the quality of the river in Mogi das Cruzes (SP), using the Water Quality Index (WQI). Samples were collect during periods of the drought and flood at the upstream (P1) and downstream (P2) of the municipality in order to perform limnological analysis, and subsequently, the parameters were classified according to CONAMA 357/05, and the WQI was calculated. The results showed an increase in the concentration of the nine variables between the sampling points (P1 e P2), due to the irregular release of domestic and industrial sewage into the river crossing the city. However, from the drought to the rainy period, there is a decrease in the concentration values of the water quality parameters, due to the increase of



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

flow rate provided by rainfall, which consequently dilute the pollutants in the river waters. In the dry period, P1 was classified as having a *good* water quality, while P2 was considered *regular*. Already in the rainy period, the IQA was considered *regular* for both points (P1 e P2).

Keywords: Limnology. CONAMA 357/05. Pollution. Tietê River.

Introdução

A partir do século XX desenvolveu-se o mito de que “São Paulo não pode parar”, iniciando neste estado, um processo de desenvolvimento econômico desordenado, em que os recursos hídricos, como os rios, foram os principais desfavorecidos. Desde então, o Rio Tietê possui um considerável significado econômico, já que é utilizado tanto para a geração de energia elétrica, quanto para o escoamento de produções industriais. Com o desenvolvimento do estado, o rio Tietê foi submetido às alterações estruturais como, por exemplo, sua retificação e pavimentação das margens, além de se tornar o principal local de despejo de esgotos urbanos dos municípios paulistas (DAEE, 2011).

Segundo Oliveira (2014), o rio Tietê começou a ser poluído e contaminado em 1901 com a suinocultura e o despejo de esgotos (sem tratamento) domésticos na região de Mogi das Cruzes, localizada a 45 km da nascente em Salesópolis (DAEE, 2011). Na década de 50 iniciou-se a construção de pistas nos terrenos de várzeas dos rios Tamanduateí e Tietê, o que consequentemente resultou em um depósito de resíduos sólidos nas margens de ambos os rios. Outras atividades antrópicas foram realizadas, como: (i) substituição da vegetação por vias impermeabilizadas, que aumentam a velocidade de vazão das águas do rio na região metropolitana; (ii) o desmatamento e a supressão da mata ciliar e (iii) lançamento de esgotos domésticos e industriais (Oliveira, 2014) que combinados contribuíram e ainda contribuem para a alteração das propriedades físico-química e biológicas deste recurso hídrico.

Uma forma de diagnosticar a qualidade de corpos hídricos é pela utilização do índice de qualidade de águas que segundo a CETESB (2015), é uma ferramenta utilizada para fornecer uma visão geral da qualidade da água, pois integram os resultados de diversas variáveis através de um único indicador, como por exemplo, o “Índice de Qualidade de Águas” (IQA), abordado nesta pesquisa. Ao analisar o histórico de contaminação e poluição que o rio Tietê está submetido, notou-se a necessidade de se diagnosticar a dimensão de sua qualidade na cidade de Mogi das Cruzes. Desta forma, este estudo analisou as variáveis limnológicas do Índice de Qualidade de Águas durante os períodos de seca e cheia, de 2015 a 2016, de dois trechos do Rio Tietê ao atravessar o município em questão.

Material e Métodos

Os pontos de coleta estão localizados em duas regiões diferentes do rio Tietê: uma encontra-se antes (P1), e outro, após sua passagem por Mogi das Cruzes (P2). O ponto de coleta na entrada (P1) encontra-se razoavelmente



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

conservado, possuindo uma mata ciliar espessa com cerca de quatro metros de largura. Já o ponto localizado na saída (P2) apresenta-se mais degradado, haja vista que apresenta uma coloração escura e uma ilha de sedimentos que se formou no centro do rio no período de seca.

Nas estações de seca (agosto de 2015) e cheia (janeiro de 2016) foram realizadas coletas de amostras de água na calha principal do rio Tietê na subsuperfície (cerca de 15 cm de profundidade), sendo armazenadas em frascos de polietileno com capacidade de 1 litro. Em seguida foram preservadas a 4°C, até o momento da realização das análises limnológicas. A temperatura do ar e da água foi medida *in situ* com auxílio de termômetro de mercúrio. Após a realização das análises das variáveis limnológicas (pH: pHmetro Digimed DMPH-2; oxigênio dissolvido: Oxímetro YSI modelo 58; condutividade elétrica: Condutivímetro Digimed DM3; fósforo total: Espectrofotômetro Pharmacia; turbidez: Turbidímetro Hach 2.100P; demanda bioquímica de oxigênio: Oxímetro YSI modelo 58; coliformes: Colipaper; clorofila a: Sonda YSI 6600; sólidos totais: Balança analítica Boeco e nitrogênio total: TOC Shimadzu), os resultados obtidos foram utilizados nos cálculos de índice de qualidade da água, para posteriormente serem avaliados de acordo com os padrões CONAMA 357/05, Cetesb (2015) e EPA (2003). O índice de qualidade da água (IQA) foi calculado segundo a CETESB (2015), em que cada variável analisada recebeu uma pontuação de importância ecológica e/ou sanitária e teve seu resultado analítico ponderado em uma equação produtória.

Resultados e Discussão

Os resultados das variáveis limnológicas durante a seca e a cheia são apresentados na Tabela 1. Os resultados obtidos com o pH demonstram que o P1 e P2 de ambos os períodos considerados encontram-se dentro do padrão de Classe 1 estabelecido pelo CONAMA 357/05. Ao comparar o pH da água entre os dois pontos de coleta durante o período de estiagem, observou-se que a mudança do estado ácido para mais alcalino no P2 (saída) pode estar relacionado com a presença de bicarbonatos (MORAES, 2008) provenientes de esgotos domésticos e industriais por apresentarem alcalinidades elevadas (PINTO, 2006). Diferentemente, na cheia observou-se o aumento do pH, principalmente no P1, fato que pode estar associado ao aumento da pluviosidade resultando na diluição de compostos (CARVALHO, et al., 2000).

Tabela 1. Média das variáveis limnológicas do rio Tietê durante o período de seca e cheia. Em que: OD = oxigênio dissolvido, CE = condutividade elétrica, ST = sólidos totais, Cl-a = clorofila-a e DBO₅ = demanda bioquímica de oxigênio. * Dado obtido do relatório de Águas da Cetesb 2015.

Variável Limnológica	Unidade	Período de Seca		Período de Cheia	
		P1	P2	P1	P2
Temperatura	°C	21	21	25	25
Ph	-	6,75	7,36	7,35	7,18
OD	mg/L	7,33	6,68	4,28	4,03



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

CE	uS/cm	150,3	262,0	89,7	88,43
Turbidez	UNT	5,12	9,47	15,07	20,1
ST	mg/L	1,18	1,5	0,09	0,11
Coliformes totais	UFC/100 ml	294400	670400	257600	339200
Coliformes fecais	UFC/100 ml	54400	491200	179200	219200
Cl-a	ug/L	0,15	1,8	0,23	0,57
DBO ₅	mg/L	10,06	15,43	2,29	2,42
P _{total}	ug/L	429,34	1226,68	122,63	91,97
N _{total}	mg/L	1,657	7,272	*1,24	*1,09
IQA	-	53,5	38,5	44,8	43,8

Fonte: autor.

As concentrações de oxigênio dissolvido em ambos os pontos na estiagem, enquadram-se na Classe 1. Diferentemente, no período de cheia, onde se encontra na Classe 3, apresentando uma degradação de sua qualidade. Pode ser observado que entre os pontos há diminuições na concentração desse gás, pois como afirma Arruda et al. (2010), a concentração do oxigênio dissolvido tende a diminuir com o aumento da quantidade de resíduos orgânicos. Além disso, observou-se um acentuado decréscimo dessa variável entre os períodos analisados, que pode ser explicado pela diminuição da temperatura como cita Gonçalves (2013), uma vez já que o potencial em solubilizar o oxigênio é maior quanto menor for a temperatura. Neste caso, na seca, os pontos apresentaram 21° C, enquanto na cheia, 25° C. Outra variável associada é o aumento da turbidez, já que limita a entrada de raios solares, reduzindo a fotossíntese e conseqüentemente o oxigênio no meio (FARIAS, 2006).

A turbidez nos P1 e P2, durante as duas épocas se apresentaram dentro do limite de 40 UNT, estando, portanto na Classe 1 (CONAMA 357/05). Comparando os dois períodos, notou-se o aumento da turbidez, que apresenta uma correlação com os materiais em suspensão, uma vez que o volume de chuvas proporciona o carreamento de material sólido para o leito dos rios elevando a turbidez (OLIVEIRA, et al., 2008).

A DBO₅ das amostras de água do P1 na época de seca classificou esse ponto como Classe 3 e o P2 como Classe 4, demonstrando uma deterioração da qualidade de água com o aumento de matéria orgânica. Inversamente, durante a estação de maior precipitação atmosférica, tanto o P1 quanto o P2, foram considerados como Classe 1. Observou-se um aumento da DBO₅ do P1 em relação ao P2 durante as duas estações, com destaque entre os pontos durante a época de estiagem. Segundo Possa et al. (2008), valores elevados de DBO₅ indicam uma alta concentração de matéria orgânica, o que pode ocorrer devido ao lançamento de esgoto doméstico e industrial no curso do rio, podendo resultar no aumento da microflora no ambiente, interferindo no equilíbrio da vida aquática (CETESB, 2015). Apesar dos valores elevados durante a seca, a DBO₅ no período de cheia foi satisfatória, já que devido à maior vazão do rio, o processo de



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

autodepuração é mais intenso e acelerado pela maior movimentação da água apresentando menos DBO (BARROS et al., 2011).

Em relação aos sólidos totais, observou-se que os pontos amostrais de ambos os períodos encontraram-se em conformidade com o padrão CONAMA 357/05, sendo classificados como Classe 1, já que não ultrapassaram o máximo de 500 mg/L. Um aumento de sólidos dissolvidos foi observado nos dois ciclos hidrológicos em ambos os pontos, o qual sua principal causa esteve relacionada ao carreamento de materiais (minerais e orgânicos) procedentes de diversas fontes, como erosão do solo (evidenciado no P2 no período de seca), e principalmente de esgotos domésticos (NAIME e FAGUNDES, 2005). O carreamento de sólidos totais pelas águas está intrinsecamente relacionado aos tipos de solos predominantes da Bacia do Alto Tietê, pois segundo São Paulo (2002) são geralmente rasos (profundidade menor que 1,5 metros), sendo facilmente o horizonte C exposto devido aos processos de ocupação urbana, assim logo as áreas são expostas a ação das chuvas, tornando-se uma área de elevado potencial de produção de sedimentos (silte, areia e argilas dispersas). Entretanto, no período de cheia ocorreu um decréscimo da concentração dessa variável, pois com o aumento das chuvas no período de cheia, ocorreu a diluição dos sólidos totais (NAIME e FAGUNDES, 2005).

O fósforo total foi considerado classe 3 para P1 e P2 no período de seca, assim como para o P1 no período de cheia. Em contrapartida, o P2 na cheia foi considerado de Classe 1. Um aumento de 2,7 mg/L do P2 em relação ao P1 caracterizou o período de estiagem, indicando que houve descarga de esgotos sanitários, haja vista que são considerados fontes de fósforo em águas naturais, podendo ocorrer na forma de detergentes de uso doméstico ou substâncias de uso industrial. Já o aumento no P1 durante a maior vazão, pode estar relacionada às atividades agrícolas no município de Biritiba Mirim (anterior a Mogi das Cruzes), que consequentemente, podem provocar a presença excessiva de fósforo (CETESB, 2015), devido as águas drenadas das áreas agrícolas para o rio. Contudo, entre a seca e a cheia houve uma acentuada diminuição do fósforo total, que ocorreu devido ao aumento da vazão no rio Tietê (ZANINI et al., 2010).

No decorrer do período de seca a concentração de nitrogênio total apresentou um aumento do P1 para o P2, decrescendo da Classe 1 (máximo de 3,7 mg/L) para a Classe 3 (máximo de 13,3 mg/L) segundo a resolução CONAMA 357/05. Segundo a Cetesb (2015) este aumento decorre principalmente de esgotos sanitários (constituídos por proteínas) como também pela hidrólise da uréia em amônio na água. Já durante o período de maior vazão, o P1 e P2 foram considerados de Classe 1, o qual observou-se uma diminuição das concentrações de nitrogênio graças ao aumento da vazão que proporcionou a diluição de compostos, mais especificamente o esgoto, que o rio recebe ao atravessar o município de Mogi das Cruzes.

As variáveis limnológicas relacionadas aos coliformes termotolerantes e fecais não foram satisfatórias tanto para P1 quanto para P2, nos dois ciclos hidrológicos.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

Os resultados de coliformes termotolerantes durante a estiagem excederam drasticamente os limites impostos pela legislação, já que do P1 ao P2 houve um acréscimo de 7,7 vezes no valor dos coliformes fecais. Além disso, para o mesmo período, os valores de coliformes totais também foram elevados, sendo superiores aos coliformes fecais. Já durante o período de maior vazão, os valores de P1 e P2, decresceram para os coliformes fecais e totais, fato que pode ser explicado pela diluição ocasionada pelo aumento da vazão (janeiro de 2016), o qual auxilia na diminuição do número de coliformes fecais e totais encontrados na água (ZONTA et al., 2008). Entretanto, em ambos os períodos a concentração de coliformes totais e fecais no rio Tietê são designados como Classe 4, sendo destinados apenas as atividades de navegação e de harmonia paisagística.

A principal causa da elevada concentração de coliformes fecais e totais é o despejo de esgoto doméstico no rio, pois de acordo com Amaral (2007) em efluentes domésticos podem ser encontradas concentrações de nutrientes e de bactérias do grupo coliforme, como a *Escherichia coli*.

Por fim, em relação ao Índice de Qualidade de Águas, durante o período de seca, o P1 alcançou o valor de 53,5 e o P2, 38,5, sendo assim caracterizados com águas de qualidade boa e regular, respectivamente. E durante o período de cheia, o P1 obteve o valor de 45,1 e o P2, 42,9, possuindo então ambos uma qualidade regular. Deste modo, analisando o período de seca, nota-se que o rio Tietê, ao entrar no município, possui uma qualidade boa devido ao oxigênio dissolvido presente no meio, porém, ao atravessar a malha urbana de Mogi das Cruzes, sofre uma queda de sua qualidade devido às altas concentrações de nitrogênio e fósforo total, e principalmente, de coliformes fecais, decorrentes da adição de efluentes domésticos. Já na época de maior vazão, apresenta no P1 uma qualidade regular devido a baixa solubilização do oxigênio dissolvido e uma carga elevada de coliformes fecais, e ao atravessar Mogi das Cruzes, também possui uma qualidade regular, demonstrando que mesmo com o aumento da precipitação, não houve uma melhora na qualidade de água nos P1 e P2, apesar das variáveis de DBO₅, fósforo e nitrogênio total apresentarem menores concentrações.

Conclusões

Na época da seca, o P1 e o P2, foram classificados com qualidade boa (53,5) e regular (38,5), respectivamente, demonstrando uma queda da qualidade da água do rio Tietê devido a adição de esgoto doméstico no rio ao atravessar o município de Mogi das Cruzes. Durante a época de cheia, tanto o P1, quanto o P2, foram classificados com uma qualidade regular (44,8 e 43,8 respectivamente), evidenciando que mesmo com maiores taxas de precipitação, e conseqüentemente, com o aumento do potencial diluidor, a qualidade da água no P1 e P2, não apresentou uma melhoria, pelo contrário, o P1, obteve uma queda de qualidade, uma vez que na seca, apresentava uma qualidade boa.

Agradecimentos



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2015
www.meioambiente.pocos.com.br

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP: 2015/00584-8).

Referências

AMARAL, A. Microorganismos indicadores de qualidade de água. 2007, 37 p. Trabalho de conclusão de curso (especialização), Instituição de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

ARRUDA, T.; OLIVEIRA, F.; SILVEIRA, J.; PEDROSA, L. Identificação de vulnerabilidades ambientais na microbacia do rio Guarabira-PB. Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 11, nº34, junho de 2010, p. 50-61.

BARROS, et al. Determinação do Índice de qualidade da água (IQA) na sub-bacia do córrego André em Mirassol D'Oeste, Mato Grosso. Engenharia Ambiental, Espírito Santo, v.8, n.3, p.138-153, jul/set, 2011.

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 da outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em julho de 2015.

CARVALHO, A.; SCHLITTLER, F., TORNISIELO, V. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. Química Nova. Sociedade Brasileira de Química, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Apêndice D: Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade, 2015. Disponível em: < <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-%20content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>> Acesso em: agosto de 2015.

DAEE. Departamento de Águas e Energia Elétrica. O Tietê, por Fausto Nogueira. Disponível em: < http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=794%3Ao-tiete-por-fausto-nogueira&catid=54%3Aparques&Itemid=53>. Acesso em: agosto de 2014.

FARIAS, M. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo. 2006, 146 p. Tese (doutorado), Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2006.

GONÇALVES, P. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água da sub-bacia do rio Ivinhema, RS. 2013, 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2013.

NAIME, R., FAGUNDES, R. Controle da qualidade da água do Arroio Portão. Pesquisas em Geociências, Novo Hamburgo, RS, v. 32, p. 27-35, 2005.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

OLIVEIRA, A. O rio Tietê: o processo histórico e sua importância para São Paulo. In: I Simpósio Mineiro de Geografia, 26 a 30 de maio de 2014, Minas Gerais.

OLIVEIRA, L. et al. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do Rio São Francisco Verdadeiro. Engenharia Agrícola, v. 28, n. 4, p. 770-781, 2008.

POSSA, R, et. al. Estimativa da qualidade de água do rio Barro Preto: utilizando os parâmetros fenóis, DQO e DBO. Synergismus scientifica TFPR, Pato Branco, 03, (4), 2008.

ZANINI, H. et al. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 732-741, jul/ago 2010.

ZONTA, J. et al. Qualidade das águas do rio Alegre, Espírito Santo. Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 155-161, 2008.