

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL NOS TEORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO E DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA

Raissa Caroline Gomes¹

Regina Márcia Longo²

AdmilsonÍrio Ribeiro³

Conservação e Educação de Recursos Hídricos

RESUMO

A qualidade da água é resultado das ações naturais juntamente com a atuação do homem, ou seja, das condições naturais do ambiente e da maneira como o solo é utilizado e ocupado, tanto nas áreas urbanas como em rurais. O oxigênio dissolvido é fundamental para a manutenção da vida aquática e a demanda bioquímica de oxigênio é indicativo da disponibilidade de matéria orgânica presente no corpo d'água e ambos são parâmetros representativos e fundamentais para a discussão sobre a qualidade das águas. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar as alterações espaço-temporal nos teores OD e DBO em uma bacia hidrográfica urbana na cidade de Campinas/SP e buscar entender as possíveis causas de interferências em suas alterações. Os resultados obtidos apontaram que há comprometimento da qualidade das águas e os impactos sofridos podem ser provenientes da urbanização, principalmente no que diz respeito ao oxigênio dissolvido.

Palavras-chave: qualidade da água; degradação ambiental; Ribeirão das Pedras.

INTRODUÇÃO

O termo *bacia hidrográfica* é amplamente utilizado no Brasil, definindo-se como unidade base para implementar a Política Nacional dos Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Vaezaet al. (2010) definem que a bacia hidrográfica constitui-se como a mais adequada unidade de planejamento no que tange aos usos e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis no horizonte de planejamento humano, permitindo acompanhamento das alterações. Ou seja, o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos é o disciplinamento do uso e ocupação das terras de uma bacia hidrográfica. Porém, além do quantitativo é necessário que se conheça qualitativamente as águas, principalmente quando se trata dos pequenos corpos localizados em áreas urbanas (GOMES *et al.*, 2016).

O oxigênio dissolvido nas águas é essencial para a manutenção da vida dos organismos aeróbios. Naturalmente é inserido no meio pela dissolução do oxigênio atmosférico, produção através dos organismos fotossintetizantes e pela própria agitação da corrente. Quando em concentrações muito baixas é indicativo da presença de matéria orgânica, podendo ocasionar a mortandade de peixes e demais organismos, já concentrações elevadas, pode indicar presença de algas com produção do O₂ puro (vonSperling, 2007).

¹ Mestra em Sist. de Infr.Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, raissa.cgt@hotmail.com;

² Prof.^a Dr.^a da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, regina.longo@puc-campinas.edu.br;

³ Prof.^o Dr.^o da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Sorocaba, admilson@sorocaba.unesp.br.

Esteves (1998) afirma que o oxigênio é um dos gases mais importantes para a dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos. Porém trata-se de um elemento que se perde facilmente através, principalmente, do consumo para a decomposição da matéria orgânica. Sua concentração na água é diretamente relacionada com a temperatura uma vez que esta quando encontrada em valores elevados altera a respiração dos organismos e acelera a velocidade das reações (ESTEVES, 1998). Segundo Souza e Gastaldini (2014) a ocorrência de precipitação também proporciona interferências diretas nas concentrações de oxigênio dissolvido devido à entrada de água pelo sistema fluvial.

A matéria orgânica presente na água é medida indiretamente pela DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e trata-se de um parâmetro de extrema importância, pois mede o consumo de oxigênio necessário para os microrganismos decompositores aeróbios realizarem a decomposição da matéria orgânica presente no corpo hídrico. Por isso trata-se de umaferimento indireto de matéria orgânica, pois não mede diretamente sua concentração e sim o quanto de oxigênio é necessário para a decompor. Segundo Von Sperling (2007) a DBO é o parâmetro de maior importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou analisar a variação espaço-temporal dos teores de OD e DBO, buscando associar e inter-relacionar características conhecidas em uma bacia hidrográfica urbana.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo trata-se da microbacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras, localizada no município de Campinas/SP. Circunscrita pelas coordenadas 22° 47' 10" e 22° 52' 20" S, e 47° 07' 15" e 46° 02' 55" O a microbacia abrange uma área de 29,70Km² e localiza-se na porção norte-noroeste do município (DAGNINO, 2007). O clima da região caracteriza-se como subtropical com períodos quentes e úmidos, nos meses de outubro a abril, alternando com períodos frios e secos, nos meses de maio a setembro (MULLER, 2008).

Visando analisar ambientalmente a microbacia, definiram-se seis pontos estratégicos para coleta de água para verificar sua qualidade. Sendo P01 (nascente) e P06 (jusante), para analisar a qualidade no início e no fim do ribeirão, e quatro pontos intermediários (P02, P03, P04 e P05) escolhidos de acordo com o acesso ao leito do ribeirão. As coletas de água foram realizadas em triplicata; seguiu-se o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011); e foram coletadas trimestralmente, nas datas: 04/10/2015, 17/01/2016,

26/04/2016 e 03/07/2016, definidas para possível verificação de interferência sazonal. A medição do oxigênio dissolvido foi realizada *in loco* com auxílio de um oxímetro (CETESB, 2011) fornecido pelo laboratório de saneamento da PUC-Campinas bem como a medição da DBO_(5,20), determinada pelo método oxímetro e incubação (APHA, 2005).

Os dados obtidos com as análises de qualidade de água foram comparados entre si através do Teste de Tukey (Software Assisat versão 7.7 pt (SILVA, 2016)) que compara médias para verificar se há diferença significativa entre as mesmas a 5% de probabilidade (GONÇALVES, 2009) comparando-as de maneira espaço-temporal.

Realizou-se ainda a comparação com a legislação vigente, Resolução nº 357 de 2005 (Classe 2), instituída pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2005), que apresenta valores limítrofes de determinados parâmetros para o enquadramento dos corpos d'água de acordo com seus usos preponderantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de OD encontradas na nascente principal do Ribeirão das Pedras foram significativamente mais baixas se comparadas às demais áreas analisadas, como mostra a Tabela 1. Nota-se também que as concentrações obtidas no mês de Julho/2016 se apresentaram mais elevadas, confirmado pelo Teste de Tukey, (com exceção de P01 e P02 que possuem praticamente todas suas áreas impermeabilizadas), indicando melhora na oxigenação da água associada à ausência de precipitação e à presença de áreas permeáveis.

Tabela 1. Oxigênio Dissolvido em amostras de água do Ribeirão das Pedras – Campinas/SP

	Oxigênio Dissolvido (mg/L)								
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	Méd.	D. P.	CV (%)
Out./15	1,44* aC	3,42 bcB	4,54 bA	4,42 abA	4,65 cAB	3,93 bAB	3,73	1,21	32,50
Jan./16	1,05** aC	4,79 aA	4,53 bAB	3,78 bcB	4,57 bAB	4,52 bAB	3,87	1,43	36,79
Abr./16	1,07*** aD	3,00 cC	3,98 bAB	3,51 cBC	4,42 cbAB	4,62 bA	3,43	1,30	37,89
Jul./16	1,39 aD	4,15 abC	5,68 aA	4,68 aBC	5,47 aAB	5,55 aAB	4,49	1,63	36,30
Média	1,24	3,84	4,68	4,10	4,78	4,66	-	-	-
D. P.	0,21	0,79	0,71	0,54	0,47	0,67	-	-	-
CV (%)	16,66****	20,62	15,26	13,29	9,87	14,39	-	-	-

* Os resultados são expressos pela média de três repetições.

** Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade em relação à época de amostragem.

*** Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade em relação ao local de amostragem.

**** CV: coeficiente de variação.

A baixa concentração de OD verificada em todos os pontos (com exceção de P03, P05 e P06, no mês de julho/2016) pode comprometer a manutenção da vida aquática ao longo do Ribeirão das Pedras uma vez que apresentaram concentrações abaixo da estabelecida pela Resolução CONAMA 357/05 (Classe II - mínimo de 5,0mg/L) (BRASIL, 2005). Esse

aumento verificado a partir do ponto 3 (P03), no talvegue principal, pode-se justificar pela agitação da água que ocorre a partir deste ponto (onde se inicia o médio curso). Foram verificadas, portanto, maiores concentrações de OD na ausência de precipitação.

Com relação à DBO verifica-se que houve uma diminuição significativa no mês de Julho/2016, quando se verificou também uma queda na precipitação, sendo observados 24 dias na ausência de precipitação (CEPAGRI, 2016), ou seja, não houve a “lavagem” do solo (impermeável e permeável) o que manteve estes dois parâmetros em melhores condições.

Verifica-se que os pontos P01 e P02 possuem menor concentração de matéria orgânica e que os pontos P03 e P04 apresentaram maiores concentrações, sendo este fato associado ao uso e ocupação das áreas de drenagem, assim como constataram Pinto, Oliveira e Pereira (2009) que puderam observar que a qualidade da água é fortemente influenciada pelo uso e ocupação do solo na área da bacia, bem como pela precipitação. Nos pontos P01 e P02 praticamente toda a área é urbanizada (impermeabilizada) enquanto nos pontos P03 e P04 há uma mudança de matriz de uso e ocupação, ou seja, as áreas de drenagem passam a ser em sua maioria permeáveis, porém sem vegetação nativa ou APP, mas com áreas agrícolas, cultivo de cana-de-açúcar e pastagem, o que deixa o solo mais exposto permitindo assim o carreamento de partículas para o leito do ribeirão em períodos chuvosos. O limite máximo estabelecido pela CONAMA 357/05 para corpos d’água de classe II é de 5,0mg/L (BRASIL, 2005) e como se verifica na Tabela 2, todas as amostragens se encontram dentro do limite. De modo geral, pode-se observar que a qualidade da água do Ribeirão das Pedras sofre pressão constante pelo uso e ocupação irregular da bacia, como constatado por Gomes, *et al.* (2016).

Tabela 2. Demanda Bioquímica de Oxigênio em amostras de água do Ribeirão das Pedras – Campinas/SP

	Oxigênio Dissolvido (mg/L)						Méd.	D. P.	CV (%)
	P01	P02	P03	P04	P05	P06			
Out./15	0,50* ^{aC}	1,49 ^{abc}	4,40 ^{aA}	3,95 ^{aA}	2,17 ^{aB}	2,25 ^{abB}	2,46	1,35	54,78
Jan./16	0,21** ^{aB}	1,52 ^{aA}	1,65 ^{cA}	1,59 ^{bA}	1,37 ^{abA}	2,49 ^{aA}	1,47	0,67	45,47
Abr./16	0,15*** ^{aD}	1,54 ^{aB}	3,32 ^{bA}	3,11 ^{aA}	1,31 ^{abB}	1,33 ^{bcB}	1,79	1,10	61,41
Jul./16	0,02 ^{aA}	0,97 ^{aA}	0,94 ^{cA}	0,65 ^{bA}	0,73 ^{bA}	0,88 ^{cA}	0,70	0,32	46,35
Média	0,22	1,38	2,58	2,33	1,40	1,74	-	-	-
D. P.	0,20	0,27	1,57	1,48	0,59	0,76	-	-	-
CV (%)	92,19****	19,86	60,99	63,81	42,42	43,71	-	-	-

* Os resultados são expressos pela média de três repetições.

**Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade em relação à época de amostragem.

***Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade em relação ao local de amostragem.

**** CV: coeficiente de variação.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos apontaram que os impactos sofridos na qualidade da água podem ser provenientes da urbanização e do mal planejamento das áreas da microbacia.

Porém se faz necessária a ampliação da coleta de dados espaciais e temporais para que se possibilite afirmar que há interferência dos eventos de precipitação sobre a qualidade das águas. Ressalta-se, portanto, à iniciativa pública a programação de análises periódicas dos corpos d'água municipais a fim de verificar as interferências ocorridas nos mesmos; assim como é necessário que sejam fiscalizados os empreendimentos com estação de tratamento próprias, para que não haja degradação dos corpos d'água por estes.

REFERÊNCIAS

- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington. 2005.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Brasília, 09 de Janeiro de 1997. Seção 1, p. 470.
- 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. *Diário Oficial da União* de 18 de Março de 2005. p. 58-63.
- CEPAGRI. Centro de Pesq. Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. UNICAMP. 2016.
- CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão, *et al.* São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.
- DAGNINO, R. S. Riscos ambientais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Campinas/São Paulo. 2007. 127 p. + Anexos. Dissertação (Mestrado em Geografia), UNICAMP. Campinas/SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000423682>>.
- ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- GOMES, R. C., LONGO, R. M., RIBEIRO, F. H., BETTINE, S. D. C., DEMANBORO, A. C., & RIBEIRO, A. I. (2016). Water Quality Index In An Urban Watershed. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, v. 11, n. 6, p. 1037-1043, 2016.
- MULLER, M. I. Fauna helmintológica das espécies amazônicas de peixes (*Cichlamonculus* e *Bryconamazonicus*) introduzidas nas lagoas da Fazenda Rio das Pedras, Campinas/SP. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia. Campinas/SP. 2008. 68 p.
- PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H. e PEREIRA, G. A. A influência do aporte de sedimentos fluviais na qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. *Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade*. Taubaté. 2009. p. 189-198.
- SILVA, A.L. LONGO, R.M. **Influence of urbanization on the original vegetation cover in urban river basin: case study in Campinas/SP, Brazil**. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 19, EGU2017-5368, 2017.
- SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. *Eng. sanit. ambient*, v. 19, n. 3, p. 263-274, 2014.
- VAEZA, R. F., OLIVEIRA FILHO, P. C. de, MAIA, A.G., DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Revista Floresta e Ambiente*, 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>>.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA; Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.