

# RESUMO EXPANDIDO

## **Categoria**

Simpósio Temático 02 - Bacia Hidrográfica, Geoprocessamento e Cerrado

## **DETERMINAÇÃO DA DEMANDA BENTÔNICA EM UM RIO TROPICAL: ESTUDO DE CASO NO RIO DOS BOIS, NAZÁRIO - GOIÁS**

Kamila Teles de Almeida (UFG); Wanderson Willian Santos (UFG); Kátia Alcione Kopp (UFG); Paulo Sérgio Scalize (UFG); Eduardo Queija de Siqueira (UFG)

A oxidação da matéria orgânica, demanda bentônica, nitrificação, reaeração atmosférica e fotossíntese, são alguns dos principais fenômenos relacionados ao consumo e produção de oxigênio em um corpo hídrico, e de acordo com Sperling (2005) na autodepuração há um balanço entre estes processos.

A demanda de oxigênio originada a partir dos processos de degradação da matéria orgânica e diversos outros fatores, associadas ao lodo de fundo, é denominada demanda de oxigênio pelo sedimento ou demanda bentônica (BOWIE et al., 1985).

A matéria orgânica presente nos esgotos, segundo Sperling (2005), se apresenta nas formas dissolvida e em suspensão. E ao ser introduzida no corpo hídrico, a matéria em suspensão (ou particulada) de maiores dimensões tende a sedimentar no corpo d'água, formando o lodo de fundo. Já a matéria dissolvida (ou solúvel), juntamente com a matéria suspensa de pequenas dimensões permanece na massa líquida.

Depósitos bentônicos, em qualquer localidade de um sistema aquático são resultados do transporte e sedimentação de matéria orgânica. Este material pode ser originado fora do sistema, como é o caso da DBO particulada de efluentes (matéria alóctone), ou gerada dentro do sistema, representado principalmente pelo crescimento de plantas (matéria autóctone). E essa matéria orgânica pode exigir uma alta demanda de oxigênio em algumas circunstâncias (BOWIE et al., 1985).

# RESUMO EXPANDIDO

Para Truax (1999), parte do esgoto lançado nos corpos hídricos que acaba sedimentando, contribui para a demanda bentônica. Porém, até rios e estuários que não recebem descargas significantes de efluentes, podem apresentar taxas expressivas de consumo de oxigênio, devido a um ecossistema bentônico suportado por substâncias orgânicas solúveis na coluna d'água e que sedimentam, derivados de plantas e animais aquáticos e de detritos carregados pelo escoamento superficial.

A demanda bentônica pode representar um alto consumo de oxigênio em águas superficiais. Bowie et al. (1985) argumentam que o consumo de oxigênio em corpos hídricos normalmente refere-se à demanda de oxigênio pelo sedimento, por conta do seu típico modo de mensuração: colocar o sedimento em uma câmara e medir as alterações na concentração de oxigênio dissolvido ao longo do tempo, podendo esta técnica ser utilizada no laboratório ou in situ. Logo, o oxigênio consumido por unidade de área e tempo ( $\text{g}/\text{m}^2.\text{dia}$ ) é a demanda bentônica.

Apesar da demanda bentônica ser apontada como um importante sumidouro de oxigênio em sistemas aquáticos, poucas publicações foram realizadas acerca do tema, sendo alguns dos principais estudos realizados em regiões de clima temperado, como é possível observar nos trabalhos de Koncan et al. (1991), Truax et al. (1995), Ling et al. (2009) e Yee et al. (2011).

Thomann (1972) apresentou intervalos de demanda bentônica para certos ambientes, a partir de valores disponíveis na literatura. Para regiões próximas a lançamentos de esgoto doméstico, observou-se uma variação de 2,0-10,0  $\text{g.O}_2/\text{m}^2.\text{dia}$  e a jusante destes lançamentos, assim como em lodos estuarinos, os valores ficaram entre 1,0-2,0. Os menores valores observados foram para regiões de camada de fundo arenosa, variando de 0,2-1,0 e para solos minerais, com 0,05-0,1.

Bowie et al. (1985) em seus estudos apresentam valores mensurados da Demanda de Oxigênio pelo Sedimento em  $\text{g.O}_2/\text{m}^2.\text{dia}$ , em diferentes cursos de água. Para o rio Wisconsin foram obtidos valores entre 0,022-0,92, em rios ao leste dos Estados Unidos da América (EUA) os valores foram de 0,15-0,04, já em rios do sudeste dos EUA a demanda de oxigênio pelo sedimento variou entre 0,55-0,22. Para rios ao sudeste de Michigan a variação ocorreu entre 0,10-5,3, e para os rios no norte de Illinois os valores obtidos foram 0,27-9,8. Em New Jersey, nos rios foram obtidos valores entre 1,1-12,8. E a

# RESUMO EXPANDIDO

jusante de cursos d' água que recebiam descargas de fábricas de papel, os valores oscilaram entre 0,1-33,0.

Já no estudo desenvolvido por Truax et al. (1995), buscou-se correlacionar as formas de coleta de dados de demanda de oxigênio pelo sedimento, procedimento de medição in situ e o estudo em laboratório. Para o procedimento de medição in situ os valores obtidos ficaram entre o intervalo de 0,363-1,368 g.O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>.dia. E no laboratório os valores encontrados foram entre 0,348-1,036 g.O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>.dia. Isso mostra que a metodologia para simulação em laboratório apresentou resultados próximos aos obtidos em campo.

De 0,76-21,4 g.O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>.dia foi a variação encontrada por Ling et al. (2009) em seu estudo realizado no rio Semariang Batu, localizado perto da cidade de Kuching, Malásia Oriental. Sendo a amplitude dos valores encontrados justificada pelas atividades antrópicas desenvolvidas ao longo deste curso de água.

O consumo de oxigênio pelo sedimento no estudo de Yee et al.(2011), analisado em laboratório, apresentou valores variando de 4,5 a 9,8 g de O<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>. dia. Sendo estes valores relacionados com a proximidade de áreas de aquicultura, onde quanto mais perto destes locais, significativamente maiores foram os valores obtidos.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo determinar a demanda bentônica pontual em um rio de clima tropical, comparando os resultados com os dados presentes na literatura científica.

A área de estudo foi o rio dos Bois, localizado no Município de Nazário, Goiás, no mês de março de 2016. A bacia hidrográfica do rio dos Bois está localizada na Região Centro-Oeste, no sul do estado de Goiás fazendo limite com o Estado de Minas Gerais, ocupando uma área de de 32.069 Km<sup>2</sup>, e um perímetro de 855,92 Km. Os principais usos dos recursos hídricos identificados na bacia do rio dos Bois são para abastecimento público e fins agrícolas, utilizados pelos pivôs-centrais para irrigação (MARTINS, 2002).

A coleta foi realizada em um único ponto, na margem direita do corpo hídrico, com coordenadas geográficas: 16° 34' 58" S e 49° 52' 04" W. Este ponto está à montante do lançamento de efluentes de dois curtumes, os quais podem vir a influenciar a qualidade da água ao longo do corpo hídrico. Além disso, o local da coleta se caracteriza como margem deposicional, área onde geralmente ocorre deposição de sedimentos finos

# RESUMO EXPANDIDO

(argila), e que normalmente os contaminantes são retidos e a comunidade bentônica é mais desenvolvida (CETESB, 2011).

A coleta do sedimento foi realizada de forma manual, utilizando um amostrador de sedimento tubular do tipo Kajac, da empresa Limnotech. Este instrumento é composto de um tubo de vidro transparente, com 75 mm de diâmetro e cerca de 70 cm de comprimento. O tubo é acoplado a uma estrutura metálica, onde foi possível, a partir do seu peso próprio e com a força aplicada, lançá-lo na coluna d'água do corpo hídrico de modo que ele chegasse ao fundo, penetrando a camada do sedimento e, ao ser puxado por uma corda, uma pressão exercida no tubo impedia que o sedimento escapasse de seu interior.

Ao retirar o amostrador com o material de sedimento de fundo do corpo hídrico, a amostra foi transferida para um tubo de Policloreto de Vinila (PVC), também com 75 mm de diâmetro, para evitar ao máximo a deformação, e com 17 cm de altura, fechado em uma das extremidades por um cap (tampa), ficando a parte superior aberta, permitindo acesso ao sedimento.

No ponto de amostragem, foram coletadas seis amostras. Para a conservação da amostra, de modo a evitar ao máximo a descaracterização do sedimento, os recipientes foram cobertos por plástico filme de PVC, e armazenados em caixa térmica com gelo à aproximadamente 4°C, com a finalidade de diminuir a atividade dos microrganismos presentes no conteúdo, e por consequência, amortizar o consumo de oxigênio.

No laboratório de Análises de Águas da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás, o método de estudo proposto por Truax et al. (1995), foi seguido com algumas adaptações, assim as seis amostras coletadas foram dispostas em duas caixas plásticas com iguais dimensões (reatores). No primeiro reator, após fixadas três amostras em seu interior, o mesmo foi preenchido por água do rio de forma que as amostras ficassem submersas. Da mesma forma, as outras três amostras foram colocadas no segundo reator, porém esse foi preenchido com água ultrapura. As águas, tanto do rio como a ultrapura (água destilada e deionizada), foram dispostas lentamente nos reatores, para que não houvesse grande movimentação sobre o sedimento.

Com isto, para evitar ao máximo a entrada de oxigênio no reator, foi utilizada uma placa de isopor em contato com a superfície da água, sendo feitas perfurações em

# RESUMO EXPANDIDO

formato circular, com diâmetro de aproximadamente 2 cm, de modo a ser possível manusear a sonda do medidor de oxigênio dissolvido (OD), neste caso, sendo utilizado o modelo HQ40d da marca Hach.

Prevendo-se a estratificação das concentrações de OD e de temperatura, dentro do reator, antes de cada leitura foi provocada uma movimentação da água sob as amostras, utilizando um bastão de vidro, de modo também a trazer uma maior proximidade deste sistema com o ambiente natural. Além disso, foram feitas três medições de OD, através das aberturas feitas na placa de isopor, observando-se o valor médio em cada leitura, para cada reator.

As medições de OD foram realizadas durante 4 dias, período em que se observou que os valores de OD ficaram constantes. A demanda bentônica foi calculada conforme a equação 1.

$$DB=(C \times V)/(A \times t)$$

(Eq. 1)

Onde:

- DB = demanda bentônica (g/m<sup>2</sup>.dia);
- C = variação da concentração de OD durante o período de ensaio (g/m<sup>3</sup>);
- V = volume de água utilizada no reator (m<sup>3</sup>);
- A = área superficial ocupada pelo sedimento no interior do reator (m<sup>2</sup>);
- t = período do ensaio (dias);

O monitoramento de OD foi realizado nos dois reatores. O segundo, formado por três amostras submersas em água ultrapura, foi utilizado para verificar a influência apenas do sedimento no consumo de oxigênio, sendo, portanto, utilizado para a determinação da demanda bentônica. Já o primeiro, composto por amostras de sedimento e água do rio, foi monitorado apenas para verificar o comportamento do decaimento de OD, considerando todos os processos envolvidos no ambiente in natura.

Para o primeiro reator, obteve-se o valor inicial de OD de 6,81 mg/L e final de 5,84 mg/L, ocorrendo, portanto, o decaimento de oxigênio ao longo do tempo, conforme

# RESUMO EXPANDIDO

esperado, por conta de diversos processos, como oxidação da matéria orgânica na coluna d'água, demanda bentônica e nitrificação.

Por meio das análises realizadas no segundo reator, o valor encontrado de OD inicial foi de 7,5 mg/L e final de 6,35 mg/L, e com isso a variação da concentração de OD durante o período de ensaio foi de 1,1 mg/L ou 1,1 g/m<sup>3</sup>. O volume de água ultrapura utilizada no reator foi de 0,0103 m<sup>3</sup>, e a área superficial ocupada pelo sedimento de 0,0133 m<sup>2</sup>, já considerando as três amostras.

Dessa maneira, a demanda de oxigênio pelo sedimento, ou demanda bentônica calculada para o ponto de estudo foi de 0,2129 g de O<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>. dia. Este valor comparado com dados disponíveis na literatura, faz referência a um sedimento com característica arenosa e com baixo teor de matéria orgânica.

Os valores encontrados na literatura refletem o quanto a demanda de oxigênio pelo sedimento pode variar, mostrando uma amplitude significativa, desde o valor de 0,022 g.O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>.dia , ao valor de 33,00 g.O<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>.dia, ambos resultados obtidos por Bowie et al. (1985) em diferentes rios, além de valores extremamente elevados, o que aponta para a relevância desse fenômeno sumidouro de oxigênio.

É importante salientar que os valores comparativos da demanda bentônica são referentes a corpos hídricos de regiões com clima temperado, pois inexistem estudos realizados em regiões tropicais que possam ser utilizados para comparação. No entanto, para regiões tropicais esperava-se um valor mais elevado, visto que com as maiores temperaturas, sólidos mais finos não de sedimentar mais rapidamente, levando-se em conta a Lei de Stokes.

De toda forma, o trabalho aponta a relevância dos estudos de demanda bentônica para regiões tropicais, devendo-se ter uma atenção especial em corpos hídricos de regiões antropizadas. O valor de 0,213 g.O<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>.dia encontrado para o ponto de estudo no Rio dos Bois, revela que há o consumo de oxigênio pelo sedimento do rio. Assim observa-se que mais pontos deverão ser estudados para que se possa analisar como ocorre a variação da demanda bentônica neste curso hídrico e se a influência das atividades antrópicas, bem como da temperatura da região, gerará uma variação significativa.

# RESUMO EXPANDIDO

**Palavras Chave:** Demanda de Oxigênio pelo Sedimento; Demanda Bentônica; Oxigênio Dissolvido; Sedimento; Qualidade das Águas

## Referências:

BOWIE, G.L. MILLS, W. B. PORCELLA, D. B. CAMPBELL, C. L. PAGENKOPF, J. R. RUPP, G. L. JOHNSON, K. M. CHAN, P. W. H. GHERINI, S. A. Rates, Constants, and Kinetics Formulations in surface water quality modeling. 2 ed. Georgia .1985. 455 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas, e Efluentes Líquidos. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora, 2011.326 p.

LING, T. Y. NG, C. S. LEE, N. BUDA, D. Oxygen Demand of the Sediment from the Semariang Batu River, Malaysia. World Applied Sciences Journal, IDOSI Publications, p. 440-447, 2009.

MARTINS, O. C. Usos Múltiplos de Água na Bacia do rio dos Bois – GO. I Jornada Científica de Engenharia. Universidade Católica de Goiás. 2002.

THOMANN, R.V., J.J. FITZPATRICK. Calibration and Verification of A Mathematical Model of the Eutrophication of the Potomac Estuary, Prepared for Department of Environmental Services. Government of the District of Columbia. 1982.

TRUAX, D.D. SHINDALA, A. SARTAIN, H. Comparison of two sediment oxygen demand measurement techniques. Journal of Environmental Engineering. p. 619-624, September 1995.

VON SPERLING, M. Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Ed. UFMG, vol. 1, 3 ed., 2005.

YEE, L. T. PUSIN, H. N. M. F. NYANTI, L. MIOD, M. C. Sediment Oxygen Demand of the Santubong River and Their Contributing Factors. International Journal of Applied Science and Technology, Centre for Promoting Ideas, USA, v. 1, n. 6, p. 162-168, November 2011.

ZAGORC-KONCAN, J. DULAR, M. SOEMEN, J. Evaluation of dissolved oxygen balance in two shallow turbulent slovene streams. Great Britain, v. 25, n. II, p. 1357-1363, 1991.