



# **AVALIAÇÃO DA TAXA DE ACUMULAÇÃO DE FÓSFORO TOTAL POR BIOFILME PERIFÍTICO COM VISTAS AO DESENVOLVIMENTO DE BIOTECNOLOGIA DE REMEDIAÇÃO AMBIENTAL**

## **TOTAL PHOSPHORUS ACCUMULATION RATE EVALUATION BY PERIPHYTIC BIOFILM AIMING THE DEVELOPMENT OF BIOTECHNOLOGY FOR ENVIRONMENTAL REMEDIATION**

Murilo Guimarães Balle (UFABC) & Tatiane Araújo de Jesus (UFABC)

**Palavras-chave:** *biorremediação; fósforo total; biofilme.*

**Keywords:** *bioremediation; total phosphorus; biofilm.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O fósforo é o principal nutriente relacionado com a eutrofização de ecossistemas aquáticos (VON SPERLING, 1996) e, conforme SALAS & MARTINO (1991), o fósforo é o elemento limitante da produção primária dos lagos presentes na América Latina. O processo de eutrofização de ambientes lênticos vem sendo acelerado pela ação humana através do despejo de esgotos não tratados ou tratados apenas a nível secundário nos corpos d'água. A alta concentração de fósforo nesses efluentes acarreta o aumento da proliferação de algas e cianobactérias nos reservatórios que os recebem, o que dificulta e torna mais oneroso o processo de tratamento, devido à necessidade de se adotar mais barreiras sanitárias, incluindo a utilização de carvão ativado para reter toxinas que são liberadas por algumas florações de cianobactérias. Além disso, mesmo que os ambientes que hoje se encontram eutrofizados deixem de receber esgotos não tratados ou que passem a receber efluentes sem esse elemento, poderão permanecer eutrofizados por muito tempo, até que suas águas sejam renovadas e que cessem os estoques do nutriente acumulados no compartimento sedimento.

Assim, estudos que visem à remoção de fósforo *in situ* de ambientes aquáticos eutrofizados são benéficos e necessários, a fim de contribuir com o equilíbrio dos ecossistemas e com a redução dos custos do tratamento de água, facilitando assim, o acesso à água potável no mundo.

Pesquisas como a de McCormick et al. (2006) apontam o perifíton como um importante agente para a remoção de fósforo de ambientes eutrofizados. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi o de quantificar a taxa de acumulação de fósforo pela comunidade perifítica, com vistas ao desenvolvimento de tecnologia para a biorremediação *in situ* de ecossistemas aquáticos eutrofizados.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

O experimento foi montado no Lago das Garças (23° 38' 40,6" S e 46° 37' 28,0" W), situado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo – SP. É um ambiente lântico eutrofizado (BICUDO *et al.*, 2002) devido à ação humana, pois recebeu cargas de esgoto não tratado por muitos anos, provenientes da Fundação Parque Zoológico de São Paulo e Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (COSTA, 2008), aumentando a concentração de fósforo e nitrogênio totais presentes no lago, bem como a produtividade primária.

### 2.2. Delineamento experimental

Suportes em madeira contendo os substratos artificiais: lâminas de vidro e PET (polietileno tereftalato) (n = 3) foram dispostos no Lago das Garças por 44 dias para a formação e acumulação de biofilme perifítico e consequente acumulação de fósforo total.

### 2.3. Determinações analíticas

Para a determinação de fósforo total, empregou-se o método de Andersen (1976) para digestão do material para a conversão de fósforo total para ortofosfato e posterior utilização da metodologia proposta por Strickland & Parsons (1960) para medir a sua concentração, através de leituras no espectrofotômetro.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio da taxa de acumulação de fósforo total foi de  $43,2 \pm 8,7$  mg PT/m<sup>2</sup> para o biofilme colonizado sobre lâminas de vidro e de  $53,8 \pm 2,3$  mg PT/m<sup>2</sup> para o biofilme colonizado sobre as lâminas de PET (Tabela 1). Nota-se que houve maior acumulação de fósforo no biofilme colonizado sobre as lâminas de PET. Desse modo, estima-se que com a colocação de 2.500 placas de PET de 1 m<sup>2</sup> de área cada, por exemplo, 1,11 kg de fósforo total seriam retirados do ambiente.

Os dados obtidos na presente pesquisa corroboram com dados obtidos em pesquisas anteriores, como pode ser observado na Tabela 1. As diferenças encontradas entre os estudos feitos em laboratório e os realizados em ambientes lânticos podem ser justificadas pelo uso de perifíton já desenvolvido e a falta de fatores que poderiam perturbar o crescimento do perifíton.



**Tabela 1.** Dados de remoção de fósforo total obtidos no presente trabalho e em estudos anteriores. A taxa de acumulação (mg PT/m<sup>2</sup>.dia) foi calculada a partir dos dados apresentados nos trabalhos.

Acumulação de fósforo total (mg PT/m <sup>2</sup> )	Taxa de acumulação de fósforo total (mg PT/m <sup>2</sup> .dia)	Local	Referência
Vidro: 43,2 PET: 53,8	Vidro: 0,98* PET: 1,22*	São Paulo, Brasil	O presente trabalho
-	6,0 a 32,8	Laboratório (EUA)	Pietro et al. (2006)
100,0	0,83*	Fülinger See, Köln, Alemanha	Jöbgen et al. (2004)
-	83,0	Laboratório (Argentina)	Mariñeralena & Di Giorgi (2001)

\*Valor calculado

Em estudos de remoção de fósforo utilizando macrófitas aquáticas, como o de Caris *et al.* (2008), no qual se utilizaram plantas da espécie *Lemna minuta*, a melhor taxa de remoção encontrada foi de 0,225 mg P-PO<sub>4</sub> por dia, em experimento realizado em estufa (condições controladas). No estudo realizado por Freitas (2010), utilizando macrófitas da espécie *Eichhornia crassipes pontederiaceae*, a maior remoção encontrada foi de 0,169 mg PT/L por dia. Os estudos não deixam claro qual o tamanho da área e o volume utilizado no experimento. Segundo Freitas (2010), os diversos estudos realizados utilizando macrófitas aquáticas apontam a redução da concentração de nitrogenados e fosforados, mas também é importante notar que a diminuição desses compostos pode não estar ligada apenas à associação direta pelas plantas, mas também a outros fatores, como a precipitação de fosforados, a ação de bactérias nitrificantes e a volatilização de NH<sub>3</sub>.

#### 4. CONCLUSÃO

Devido às taxas de acumulação apresentadas, de 0,98 e 1,22 mg PT/m<sup>2</sup>.dia, para os substratos vidro e PET, respectivamente, percebe-se que o PET teve melhor desempenho como substrato artificial. Comparativamente aos estudos de remediação com macrófitas aquáticas, o perifíton apresentou resultados de remoção de fósforo superiores. Desse modo, o perifíton se mostrou promissor como biotecnologia de remediação ambiental. Entretanto, mais pesquisas devem ser desenvolvidas a fim de aumentar a escala do sistema.



## REFERÊNCIAS

ANDERSEN, J.M. *An ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments*. Water Resources 10: 329-331. 1976.

APHA (American Public Health Association). *Standard methods for the examination of water and waste water*. American Public Health Association, 17th Ed., Washington DC, 1989.

BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; CARMO, C.F.; BOUROTE, C.; BICUDO, C.E.M.; MELFI, A.J. & LUCAS, Y. *A atmosfera, as águas superficiais e os reservatórios no PEFI: caracterização química*. In: Bicudo, D.C.; Forti, M.C. & Bicudo, C.E.M. (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação ameaçada pela urbanização de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. p. 158-198. 2002.

CARIS, M.L., ANDRADE, S.P. DE, PHILIPPI, L.S. *Determinação do potencial de biorremediação de nutrientes e bioindicação de águas residuárias da suinocultura por macrófitas flutuantes (Lemna minuta) – Efeito de altas taxas de nitrogênio amoniacal*. Evidência, Joaçaba v. 8 n. 1-2, p. 85-102. 2008.

COSTA, S.V. *Histórico da eutrofização do Lago das Garças (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga São Paulo) durante o século XX com base no registro das diatomáceas em sedimentos*. São Paulo. 2008.

ESTEVES, F.A. *Fundamentos da Limnologia*, 2ª edição: 203-209. 1998.

FREITAS, F.D. *Biorremediação em efluentes de piscicultura utilizando macrófitas aquáticas Eichhornia crassipes pontederiaceae) e probióticos*. 2010

JÖBGEN, A., PALM, A., MELKONIAN, M.. *Phosphorus removal from eutrophic lakes using periphyton on submerged artificial substrata*. Hydrobiologia, Volume 528, Issue 1-3: 123-142. 2004.

MARIÑELARENA, A.J., DI GIORGI, H.D.. *Nitrogen and Phosphorus Removal by Periphyton from Agricultural Wastes in Artificial Streams*. Journal of Freshwater Ecology, Volume 16, Issue 3: 347-353. 2001.

MCCORMICK, P.V., SHUFORD III, R.B.E., CHIMNEY, M.J. *Periphyton as a potential phosphorus sink in the Everglades Nutrient Removal Project*. Ecological Engineering, Volume 27, Issue 4: 279-289. 2006.

PIETRO, K.C., CHIMNEY, M.J., STEINMAN, A.D. *Phosphorus removal by the Ceratophyllum/periphyton complex in a south Florida (USA) freshwater marsh*. Ecological Engineering, Volume 27, Issue 4: 290–300. 2006.

STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. *A manual of sea water analysis*. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada 125: 1-185, 1960.