

## **AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE FÓSFORO DE EFLUENTE SECUNDÁRIO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS *Chlorella vulgaris* IMOBILIZADA EM MATRIZ DE ALGINATO DE CÁLCIO**

Lívia Fragoso de Melo Verçosa  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB  
e-mail: liviafragosomelov@gmail.com

Isabel de Araújo Meneses  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB  
e-mail: isabelaraujof@hotmail.com

Howard William Pearson  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
e-mail: howard\_william@uol.com.br

### **INTRODUÇÃO**

A crescente demanda por produtos e serviços tem elevado as atividades industriais e intensificado a utilização dos recursos naturais. Um dos maiores impasses da atualidade é suprir a necessidade da população diante da escassez dos recursos, conciliando desenvolvimento com a preservação do meio ambiente. Assim, o manejo adequado meio ambiente é cada vez mais necessário, uma vez que o aumento das atividades industriais e humanas acarreta no aumento da geração de poluentes que modificam e degradam o meio ambiente.

A água é um dos recursos naturais mais intensamente utilizados e, atualmente, enfrenta problemas relacionados à disponibilidade não só quantitativa, mas principalmente qualitativa, agravando a questão da escassez. O despejo proveniente dos diversos usos da água apresenta uma variada composição de substâncias e microrganismos, que quando lançado *in natura* nos corpos hídricos pode causar danos tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente.

Dentre essas substâncias, destaca-se o fósforo que aparece em águas naturais devido principalmente à descarga de esgotos sanitários. O fósforo é um nutriente essencial ao crescimento de plantas nos sistemas aquáticos naturais (ZOU;WANG, 2016). No entanto, concentrações elevadas de fósforo no meio aquático podem levar a um crescimento excessivo de algas que, por sua vez, pode resultar no esgotamento de oxigênio dissolvido e resultar em alterações deletérias na abundância e diversidade da fauna aquática (FURTULA et al., 2012). Ainda, as algas podem liberar substâncias tóxicas tanto para os seres aquáticos quanto para o homem, comprometendo os diversos usos dessa água (SCHOUMANS et al., 2014).

Vários são os processos usados para a remoção de fósforo, contudo, os elevados custos e alta produção de lodo são as principais desvantagens dos tratamentos convencionais (YUAN et al., 2011). Além disso, a remoção de fósforo no tratamento secundário não é satisfatória devido, principalmente, à falta de fontes de carbono (HE;WANG;SONG, 2016).

As microalgas são microrganismos fotossintéticos que combinam água, dióxido de carbono atmosférico e luz solar para produzir diversas formas de energia e oxigênio, e necessitam basicamente de nutrientes como fósforo e nitrogênio para se desenvolverem. A aplicação de microalgas no tratamento de esgotos domésticos se configura como uma alternativa promissora visto que elas removem nutrientes através do seu metabolismo para seu crescimento celular e ainda fornece oxigênio para as bactérias decompositoras de matéria orgânica.

Considerando a necessidade de novas tecnologias no tratamento de efluentes, a utilização de microalgas imobilizadas constitui-se uma alternativa simples e inovadora. Sob esta perspectiva, este estudo avaliou a remoção de fósforo a partir da utilização de microalgas imobilizadas, gerando um efluente de boa qualidade que permite seu lançamento nas águas naturais sem comprometer a sua qualidade e preservando o meio ambiente.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário (EXTRABES), situada no Bairro do Tambor, numa área pertencente à companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), sob responsabilidade da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizada na cidade de Campina Grande/PB.

### **Ensaio preliminares**

- Cultivo da *Chlorella vulgaris* em Meio Basal Bold's

As cepas de microalga foram isoladas das lagoas de estabilização funcionando na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) e foram cultivadas em frascos de erlenmeyer de 2L contendo 1L de Meio Basal Bold's (BISCHOFF;BOLD, 1963) sob aeração em aerador Inalar modelo Compact.

- Imobilização da *Chlorella vulgaris* em esferas de alginato

Na imobilização das microalgas foram dissolvidas 4 g de alginato de sódio em 100 ml de água destilada. Paralelamente, 22 g de cloreto de cálcio foram dissolvidos em 500 ml de água destilada. Ambas as soluções de alginato de sódio e cloreto de cálcio foram esterilizadas em autoclave modelo Phoenix por 15 minutos a uma temperatura de 121° C.

Ainda nessa etapa, foram centrifugados 1000 ml de cultivo de *Chlorella vulgaris*. a 3000 rpm durante 15 minutos, obtendo-se um extrato algal concentrado de 100 ml. Esse extrato foi adicionado à solução de alginato na proporção 1:1, resultando em uma suspensão com concentração final de 4%.

Posteriormente, a solução alga-alginato foi vertida em bureta de 50 ml em 500 ml de  $\text{CaCl}_2$  a 0,4 M sob ação de agitador Fanem Modelo 258, formando esferas que contém algas pelo contato destas com a solução de  $\text{CaCl}_2$ . Para a produção das esferas controle, foram diluídos 4 gramas de alginato de sódio em 100 ml de água destilada, procedendo a imobilização como descrito anteriormente. Finalizado o procedimento, as esferas foram lavadas com água destilada, imersa em meio de cultura e armazenadas na geladeira, até ser utilizada para o enchimento dos sistemas.

### **Ensaio conclusivos**

- Caracterização dos biorreatores

Foram monitorados dois biorreatores constituídos por buretas de vidro pyrex com capacidade de 0,1 L, 66 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Um biorreator continha esferas de algas imobilizadas enquanto que o outro servia de controle negativo, contendo esferas apenas com o alginato de cálcio. O experimento foi realizado em temperatura controlada de 27°C, sob iluminação artificial de 4 lâmpadas fluorescentes de 40 watts

O ensaio iniciou-se com a coleta de 0,1L de efluente proveniente do sistema UASB seguido de filtro anaeróbio, da qual foram retirados 30 ml que constituiu a amostra T0. Cada biorreator foi alimentado com 0,06L do efluente em um regime de batelada com tempo de contato de 6 horas.

- Monitoramento dos biorreatores

Os experimentos foram realizados semanalmente, durante um período de 6 horas, iniciando às 8 horas da manhã e finalizando às 14 horas da tarde. Foram coletadas 30 ml de efluente tratado a cada 3 horas de contato para análise nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. A metodologia utilizada para determinação do pH, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato se encontram no APHA (1995).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido no biorreator com algas e no reator controle. A cada três horas, coletou-se uma amostra de 30 ml de ambos os reatores e medido seu pH. Observou-

se um aumento no pH do biorreator com algas, indicando a realização de fotossíntese. Sendo assim, o metabolismo desses microrganismos tem um ação significativa no aumento de pH, o que confirma o seu importante papel na alteração do meio, promovendo o tratamento do efluente. Na figura 1 estão representados os valores médios de pH dos biorreatores com alga e do reator controle.

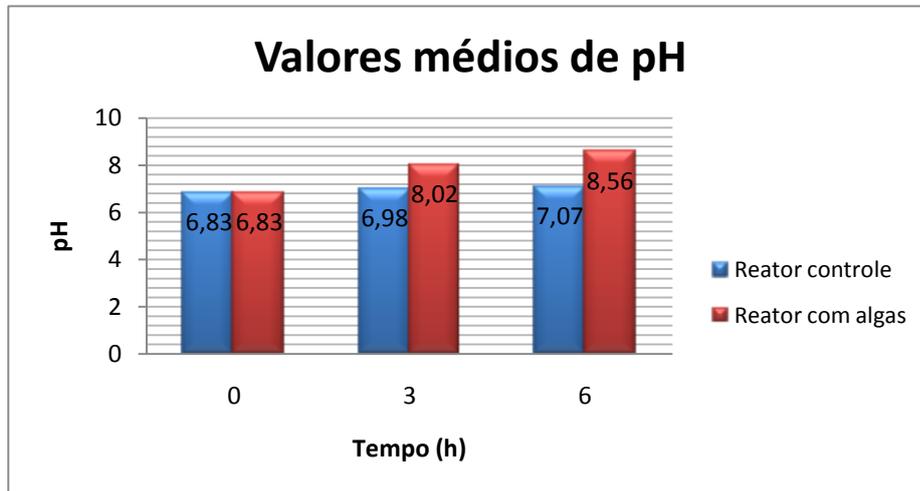


Figura 1 – Valores médios de pH

A remoção de fósforo pelas algas ocorre, geralmente, pela assimilação do fósforo na forma de polifosfato solúvel, utilizado no seu metabolismo. Ainda, em condições de pH elevado ocorre a precipitação de fosfatos. Os resultados de remoção média de fósforo total estão representados na Figura 2 e a remoção média de ortofosfato na Figura 3.

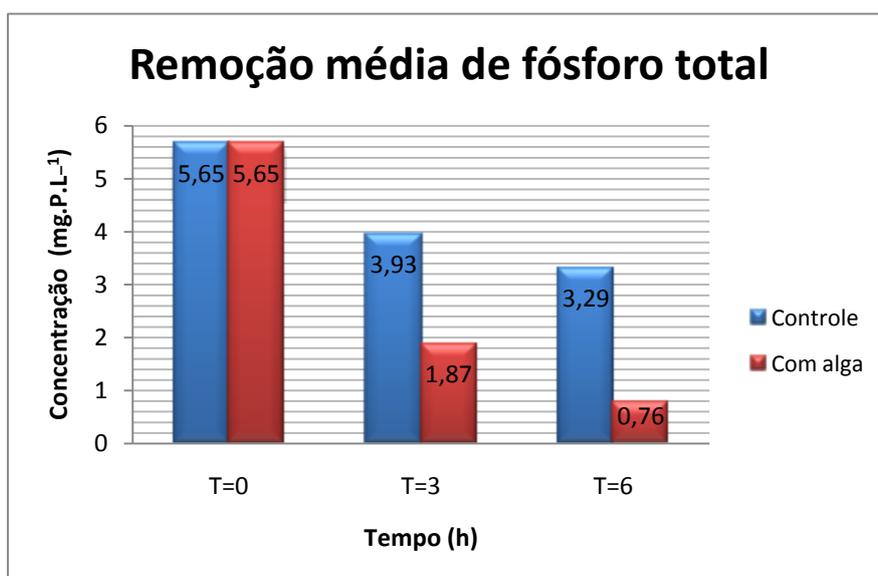


Figura 2 – Remoção média de fósforo total em função do tempo

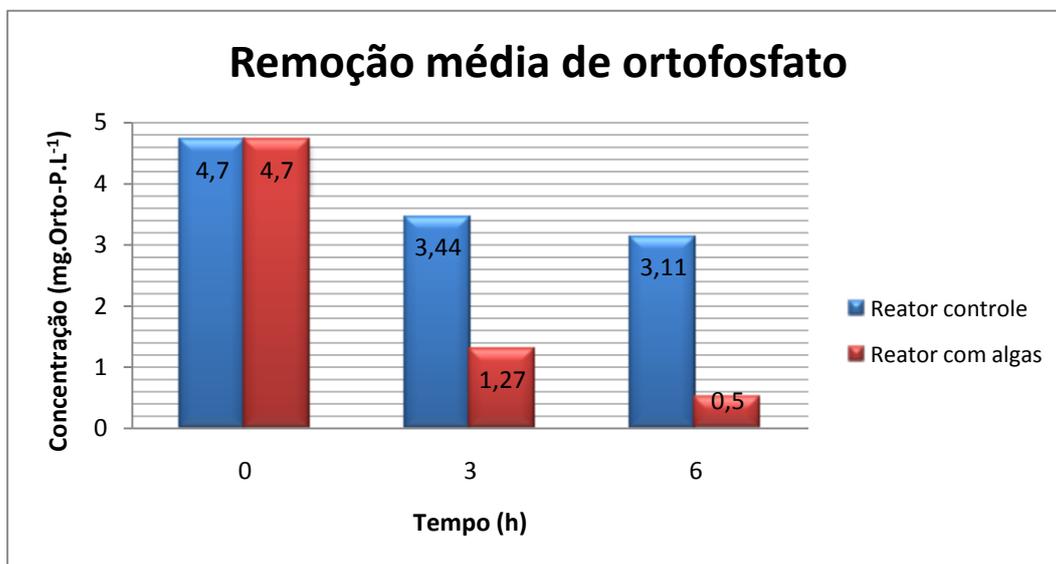


Figura 3 – Remoção média de ortofosfato em função do tempo

Como pode ser observado no gráfico, as algas imobilizadas realizaram, ao final de um tempo de contato de 6 h, eficiência média de remoção de 89,4% para ortofostato e 86,5% para fósforo total e obtiveram maior eficiência na remoção de fósforo e ortofosfato em relação ao controle durante todos os tempos de contato.

A remoção de fósforo no biorreator ocorreu pela assimilação do fósforo na forma de polifosfato solúvel, utilizado no seu metabolismo, uma vez que o biorreator não apresentou os valores de pH favoráveis à precipitação do fósforo. Sendo assim, no sistema de algas imobilizadas, a retirada de fósforo ocorre primeiramente pela sua adsorção na matriz alginato e sem seguida sua penetração na esfera e assimilação na célula. Isso explica a remoção média de 41,8% para fósforo total e de 33,8% para ortofosfato realizada pelas esferas de alginato no biorreator controle.

## CONCLUSÕES

Tomando-se por base a análise dos dados deste trabalho, pode-se concluir que o biorreator de microalgas imobilizadas em matriz de alginato de cálcio se configura como uma alternativa bastante eficiente para remoção de fósforo em efluentes provenientes de tratamento secundário, gerando um efluente de melhor qualidade e reduzindo os riscos de eutrofização decorrente do seu lançamento nos corpos aquáticos.

Os resultados também apontam para o potencial dessa tecnologia na região Nordeste, pois além de ser uma tecnologia simples e de baixo custo, essa região possui as condições ambientais favoráveis para o crescimento das microalgas. Ainda, a região Nordeste, principalmente o semi-árido, possui uma carência em de tratamento de esgoto e, no atual cenário de escassez crítica de água, tanto em termos quantitativo quanto qualitativo, é necessário a busca e o incentivo para tecnologias alternativas e acessíveis.

Em termos operacionais, a utilização de microalgas imobilizadas oferece uma grande flexibilidade, facilitando a separação das algas dos efluentes tratados, constituindo um grande avanço em relação à utilização de microalgas livres no biorreator. Portanto, pode-se concluir que o diferencial dessa tecnologia e a eficiência de remoção de fósforo estão associados à imobilização das microalgas na matriz de alginato de cálcio, visto que ela facilita a assimilação do fósforo pelas microalgas.

## **REFERÊNCIAS**

APHA. (1995). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington, DC.

BISCHOFF, H. W.; BOLD, H. C. **Physiologic studies. Some algae from Enchanted Rock and related algae species**. University of Texas Publications, v. 6318, p. 1 – 5, 1963.

FURTULA, Vesna et al. Inorganic nitrogen, sterols and bacterial source tracking as tools to characterize water quality and possible contamination sources in surface water. **Water Research**, [s.l.], v. 46, n. 4, p.1079-1092, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.002>.

HE, Yuan; WANG, Yuhui; SONG, Xinshan. High-effective denitrification of low C/N wastewater by combined constructed wetland and biofilm-electrode reactor (CW-BER). **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 203, p.245-251, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.12.060>.

SCHOUMANS, O.f. et al. Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 468-469, p.1255-1266, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.061>

ZOU, Haiming; WANG, Yan. Phosphorus removal and recovery from domestic wastewater in a novel process of enhanced biological phosphorus removal coupled with crystallization. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 211, p.87-92, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.073>.