

**RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS UTILIZANDO
GRANULADOS BIOCLÁSTICOS E BIOCHAR**

Brenda Dos Santos Barboza (brenda.barboza@ufrj.br)

Aline Ramos Portella (portella.arp@gmail.com)

Yuri Marinho Ferreira (yurimarinho_f@hotmail.com.br)

Alexandre Lioi Nascentes (alexandrelioi@gmail.com)

O lançamento inadequado de esgoto sanitário em corpos hídricos representa séria ameaça à saúde pública e aos ecossistemas aquáticos, pois a elevada carga de matéria orgânica reduz o oxigênio dissolvido e favorece processos anaeróbios. O excesso de fósforo e nitrogênio intensifica a eutrofização, comprometendo a qualidade da água e a vida aquática. Nesse contexto, surgem alternativas sustentáveis como o uso de adsorventes naturais, destacando-se o granulado bioclástico (GB), derivado da alga *Lithothamnium calcareum*, e o biochar obtido do composto exaurido de cogumelo (CEC).

O *Lithothamnium calcareum*, rico em carbonato de cálcio e abundante na plataforma continental brasileira, é explorado pela elevada capacidade de remoção de fósforo em ambientes eutrofizados. Já o biochar produzido a partir do CEC, resíduo agroindustrial do cultivo de cogumelos, alia o aproveitamento de resíduos à obtenção de um material poroso, com grupos funcionais capazes de reter nutrientes. Essa abordagem integra a economia circular e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, reforçando seu caráter inovador e ambientalmente alinhado.

A pesquisa utilizou a Metodologia de Superfície de Resposta (RSM), com delineamento fatorial composto central, para otimizar a remoção de fósforo. No caso do GB, os ensaios empregaram água do Lago Açu, altamente impactada (8 mg/L de fósforo, acima dos limites do INEA). O material foi peneirado para granulometria de 0,3 a 0,6 mm e testado em contato com 125 mL da amostra, variando tempo (35 a 204 min) e concentração (11,72 a 68,28 g/L). A variável resposta foi a porcentagem de remoção de fósforo. Resultados mostraram remoção de 30–40% em 125 a 150 min, sendo a concentração do material e sua interação com o tempo os fatores mais influentes. A análise de variância confirmou a relevância estatística desses parâmetros.

Para o biochar, a produção ocorreu por pirólise de CEC de shimeji em reator tubular sob fluxo de nitrogênio, em temperaturas entre 380 e 620 °C. Ensaios exploratórios indicaram elevada capacidade adsortiva. A RSM avaliou os efeitos da dosagem (3 a 87 g/L) e da temperatura de pirólise. Os experimentos mostraram eficiências superiores a 99% em quase todos os casos, com capacidade máxima acima de 18 mg/g, especialmente em 5 a 6 g/L e 500 a 600 °C. A dosagem foi o fator determinante, apresentando comportamento quadrático: doses muito baixas ou muito altas reduziram a eficiência, enquanto a temperatura exerceu influência secundária. A ANOVA confirmou que a dosagem foi o principal parâmetro, essencial para maximizar a adsorção.

Na comparação, o biochar apresentou desempenho superior e mais estável, alcançando remoção quase total de fósforo, enquanto o GB teve eficiência relevante, mas inferior e dependente de múltiplas variáveis, como tempo e concentração. Outra diferença foi o tempo de equilíbrio: no biochar, os ensaios duraram 24 horas, favorecendo a saturação dos sítios ativos, enquanto no GB o máximo foi 204 minutos, possivelmente sem atingir o equilíbrio adsortivo. Isso sugere que o desempenho do GB poderia melhorar com maiores tempos de contato ou ajustes operacionais.

Conclui-se que ambos os adsorventes apresentam potencial para a remoção de fósforo em águas residuárias, sendo o biochar de CEC o mais promissor devido à robustez, alta eficiência e aproveitamento de resíduos agroindustriais. O GB, por sua vez, mantém relevância como alternativa natural e sustentável, mas demanda otimização para se aproximar do desempenho do biochar. Essas estratégias representam avanços em tecnologias limpas, contribuindo para o controle da eutrofização, a proteção da vida aquática e a promoção da sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: biochar de resíduo agrícola; granulado bioclástico; capacidade adsortiva.