

## SÍLICA MESOPOROSA MODIFICADA PARA REMOÇÃO DE ÍONS FOSFATO EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES

GABRIEL T. COUTO<sup>1</sup>; WANDERSON S. RORIZ<sup>2</sup>; CÉLIA C. ROSA<sup>3</sup>; DIOGO R. NOVO<sup>4</sup>; EDILSON V. BENVENUTTI<sup>5</sup>; DANIELA BIANCHINI<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – [gabrielcoutho08@gmail.com](mailto:gabrielcoutho08@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – [wanderson.silvaroriz@gmail.com](mailto:wanderson.silvaroriz@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – [cfcrosa@ufpel.edu.br](mailto:cfcrosa@ufpel.edu.br)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – [diogo.la.rosa@hotmail.com](mailto:diogo.la.rosa@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) – [benvenuti@ufrgs.br](mailto:benvenuti@ufrgs.br)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – [danielabianchini.ufpel@gmail.com](mailto:danielabianchini.ufpel@gmail.com)

### 1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A eutrofização é um processo que provoca o crescimento excessivo de algas e outras plantas aquáticas devido ao aumento da presença de nutrientes oriundos da poluição de corpos hídricos, especialmente com fósforo. O processo de eutrofização pode resultar em sérias consequências ecológicas e econômicas, como a redução do oxigênio na água, a morte de peixes, a perda de biodiversidade e impactos negativos na qualidade da água potável (RIVERA, 2003). O fósforo presente nas águas residuais geralmente se apresenta como ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), sendo que a alta concentração em corpos hídricos tem origem antropogênica, através da descarga de efluentes de esgotos domésticos, processos industriais e práticas agrícolas.



*Imagem 1: Foto de um lago em processo de eutrofização.*

Atualmente, o principal método utilizado para a remoção de íons fosfato em água é a precipitação química. O processo de precipitação química ocorre em quatro etapas: inicia-se pela reação dos íons fosfato com sais metálicos, seguido pela coagulação, floculação e filtração. Os íons fosfato solúveis precipitam na forma de fosfatos metálicos insolúveis, que podem ser separados por filtração. Durante a coagulação, ocorre a desestabilização e crescimento das partículas coloidais. Por outro lado, na floculação ocorre a formação de agregados a partir das partículas coaguladas, o que aumenta o tamanho dos flocos e torna mais eficiente a remoção destes por filtração (KELLER, 2021). Uma das desvantagens desse método é a grande quantidade de insumos químicos utilizados, o que reflete em

um tratamento com custos elevados e que apresentam uma baixa eficiência na remoção de íons fosfato em baixas concentrações. (RODRIGUES, 2008).

Nesse contexto, o produto sintetizado, uma sílica mesoporosa modificada com metais trivalentes, mostra-se uma alternativa ecologicamente amigável para remoção de íons fosfato em baixas concentrações presentes em águas residuais.

Sílicas mesoporosas podem apresentar uma grande área superficial e quando adequadamente modificadas, podem tornar-se mais seletivas para a adsorção química de íons fosfato solubilizados em água. Os íons fosfato apresentam uma alta afinidade por metais trivalentes, M(III), sendo que a modificação da superfície com esses metais pode melhorar o desempenho da sílica como adsorvente, uma estratégia promissora para reduzir a contaminação com íons fosfato. (HASSANZADEH-AFRUZI, 2022). Além de permitir a remoção de íons fosfato da água em baixas concentrações, a sílica modificada pode ser separada por filtração.

## 2. ANÁLISE DE MERCADO

Partindo para análise de mercado uma possível demanda seria lavanderias industriais e hospitalares, sabões e detergente são ricos em fosfato, sendo produtos que contribuem para a poluição de efluentes.

Outro mercado seria as próprias estações de tratamento de água, atualmente o mais comum de se utilizar é a precipitação química. A vantagem dessa técnica é sua praticidade, mas é uma técnica que consome muitos produtos químicos como sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), o aluminato de sódio ( $\text{NaAlO}_2$ ), o Hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), o sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), o cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), o cloreto ferroso ( $\text{FeCl}_2$ ) e o sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ). Outro problema dessa técnica é a ineficiência em baixas concentrações de fosfato. (GLAUBERTO, 2009)

Por fim um outro mercado a ser explorado seriam as pequenas lavanderias. Hoje em dia as empresas e produtos com selo eco friendly vendendo ganhando cada vez mais espaço no mercado e ter uma forma de liberar menos fosfato pode ser um atrativo para o público ligado as causas ambientais.

## 3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O material ainda está na fase de otimização, foi demonstrado um potencial, mas ainda são necessários testes e caracterizações, o material possui uma área superficial considerável o que aumenta a validade de um filtro com a sílica modificada como base.

Amostra	Área superficial ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Volume de poros ( $\text{cm}^3/\text{g}$ )
Sílica mesoporosa	$675 \pm 10$	$0,851 \pm 0,003$
Sílica+metal	$735 \pm 10$	$0,810 \pm 0,003$

*Tabela 1: Propriedades texturais das sílicas.*

Um risco considerável é o alto custo de produção, mas em larga escala esse custo pode ser mitigado, por isso a estratégia em relação ao material seria o registro intelectual ou uma parceria com uma grande indústria.

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO**

Com o produto no mercado espera-se um impacto ambiental considerável, o material tem um potencial grande de adsorção e pode ajudar a melhorar a qualidade da água destinada a população, além disso no estágio de venda para lavanderias industriais e de pequeno porte deve ajudar a diminuir o quanto de fosfato chega nos efluentes, facilitando o processo na hora do tratamento.

#### **5. CONCLUSÕES**

Em conclusão a sílica modificada tem um bom potencial para entrar forte no mercado de tratamento de águas, podendo ser um material de alta durabilidade devido sua área superficial. O projeto ainda está no início, mas as possibilidades são promissoras.

#### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GUALBERTO, F F. **Otimização de processos de precipitação química na remoção de fósforo de esgotos sanitários mediante a utilização de sais de ferro como coagulante**. 2009, 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

HASSANZADEH-AFRUZI, F; ESMAILZADEH F; ASGHARNASL, S; GANJALI, F; TAHERI-LEDARI, R; MALEKI, A. Efficient removal of Pb(II)/Cu(II) from aqueous samples by a guanidine-functionalized SBA-15/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. **Separation and Purification Technology**, Heverlee, v.291, p.2-3, 2022

KELLER, M H. **Modificação de polímeros com grupos biguanida para uso como adsorvente de íons fosfato**. 2021. 73p. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação de Química, Universidade Federal De Santa Catarina

RIVERA, E A. **Modelo sistêmico para compreender o processo de eutrofização em um reservatório de água**. 2003, 152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

RODRIGUES, L A; DA SILVA, M L C P. Estudo da adsorção de íons fosfato em matriz inorgânica. **Cerâmica**, São Paulo p. 92-96, 2008.