

ÁGUAS CONTAMINADAS POR FOSFATOS: QUANTIFICAÇÃO E POSSÍVEIS ALTERNATIVAS PARA REMOÇÃO

SÉRGIO VINÍCIUS DE FARIA SCHOLANTE; EDUARDO GRILL DA SILVA
CARVALHO²; WILIAM BOSCHETTI³

¹Universidade Federal de Pelotas– sergio.scholante@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas– ecbaine@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas– wiliamcaxias@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Fosfatos são compostos químicos que são considerados um nutriente essencial tanto para plantas como para animais, especialmente pelo seu papel no crescimento e desenvolvimento destas espécies. Embora fundamental para a vida vegetal e animal, seu excesso em corpos de água pode causar um tipo de poluição conhecida como eutrofização. (CLARIDGE, 2017).

A eutrofização desencadeia uma série de alterações no ecossistema, levando ao desequilíbrio ecológico e a deterioração na qualidade da água, causando poluição e danos ambientais. Esse fenômeno ocorre devido ao descarte de esgotos domésticos e industriais não tratados, fertilizantes agrícolas transportados pelas águas pluviais para rios e lagos, lixo orgânico e resíduos de gado. Como consequência, os corpos hídricos passam a apresentar excesso de fósforo em sua composição, e quando isso ocorre, algas e cianobactérias se multiplicam rapidamente, formando uma camada espessa na superfície da água. Essa camada bloqueia a passagem da luz solar, prejudicando a fotossíntese de plantas aquáticas mais profundas e causando sua morte. (AZEVEDO, 2021)

Junto a isso, à medida que essas plantas se decompõem, as bactérias consomem grandes quantidades de oxigênio dissolvido na água, causando hipoxia e posteriormente anoxia, podendo dizimar a vida aquática dependente de oxigênio para a sua sobrevivência. Além dos fatores já acima mencionados, outro ponto a ser considerado é a propensão que algumas cianobactérias têm de produzir toxinas prejudiciais à saúde humana e animal, contaminando a água até então potável e tornando-a imprópria para consumo e recreação. (BRASILINO, 2025)

Analizando todos esses fatores, a eutrofização pode levar a perda de biodiversidade, alteração na cadeia alimentar e ao colapso de ecossistemas aquáticos, sendo claramente um problema ambiental grave, o desenvolvimento de métodos para prevenir ou remediar os seus impactos negativos nos ecossistemas acima mencionados e na saúde pública se fazem de extrema importância, em especial técnicas para a remoção desse contaminante. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar estudos de desenvolvimento de um método para a remoção de fosfatos em amostras de águas através da complexação desse contaminante pela utilização de taninos provenientes de resíduos industriais.

2. METODOLOGIA

O monitoramento da concentração de fosfato nas amostras de água foi feito seguindo as condições do Método 365.3. (U.S. EPA, 1978;). Os reagentes utilizados foram molibdato de amônia e tartarato de antimônio e potássio 800 µL;

ácido sulfúrico 200 µL e ácido ascórbico 400 µL. Para as medições do complexo fosfomolibdínico foi utilizado um espectrofotômetro que opera na região do ultravioleta visível (UV-M51, BEL Photonics, Itália). O comprimento de onda utilizado foi de 830 nm.

Para avaliar a remoção de fosfato de amostras de água, uma solução simulando uma contaminação foi preparada, nesta solução encontrava-se uma concentração de fosfato de 15 mg/L. O tratamento dessa amostra consistiu no uso de taninos com massa variando de, 100,8 a 103,5 mg. O volume final amostra contaminada + taninos foi de 200 mL. Na sequência, os taninos ficaram em contato com a amostra por 2h seguindo um padrão já encontrado na literatura. (BABY, 2023; CHENET, 2024). Após as 2h, a amostra foi dividida em três alíquotas de 40 mL, já seguindo com a adição de Molibdato de amônia e tartarato de antimônio e potássio; ácido sulfúrico e ácido ascórbico em proporções diferentes, conforme Tabela 1.

Foram realizados três tratamentos para avaliar diferentes caminhos para a remoção do contaminante. No primeiro, foram utilizados os mesmos volumes de complexantes padronizados para 10 mL conforme descrito na literatura (BRIDGEWATER, 2017), apesar do volume da amostra ser de 40 mL, realizando três adições e filtrações sequenciais. No segundo, a quantidade de complexantes foi ajustada proporcionalmente ao volume de amostra em cada uma das aplicações, mantendo o procedimento de três adições e filtrações. Já no terceiro, foi utilizada a mesma dosagem do primeiro, também para amostra de 40 mL, porém com uma única filtração ao final das três adições, a fim de avaliar o impacto da etapa de filtração e separação do adsorvente do contaminante.

Tabela 1 – Dosagem de complexante antes de cada filtração

Tratamento	Filtração	Molibdato de amônia e tartarato de antimônio e potássio(mL)	Ácido sulfúrico(mL)	Ácido ascórbico(mL)
1	Em cada	0,80	0,20	0,40
2	1	3,20	0,80	1,60
	2	2,40	0,60	1,20
	3	1,76	0,44	0,88
3	1	2,40	0,60	1,20

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o desenvolvimento do método proposto, foram realizados três tratamentos de amostra distintos a fim de identificar a forma mais adequada para realizar a remoção do fosfato em amostras contaminadas, pois durante um teste de bancada, foi identificado que ao adicionar os complexantes em uma amostra contaminada e que também possui a presença de taninos, os complexantes agem não só com o fosfato mas com o tanino que o adsorveu, gerando precipitado e possibilitando a filtração para a remoção do contaminante em questão.

Após as etapas de preparo acima listadas, as amostras foram analisadas através da técnica UV-VIS, para determinar as concentrações de fosfato presentes no meio após as remoções. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 2. De acordo com os resultados obtidos, o segundo tratamento foi o mais eficaz, suas concentrações finais após a terceira filtração foram as mais baixas de todos

os experimentos (0,0672 mg/L; 0,0464 mg/L e 0,1087 mg/L). A abordagem de dosar os complexantes proporcionalmente ao volume de amostra e realizar múltiplas etapas de adsorção-filtragem mostrou-se superior ao reduzir o contaminante a níveis muito baixos.

O terceiro tratamento apresentou resultados intermediários, com concentrações finais em torno de (~1,6 mg/L), significativamente mais altas que as do segundo tratamento, mas muito mais baixas que as primeiras filtrações dos outros métodos, o que sugere que esse método seja mais simples, mas menos eficaz na remoção completa do fosfato. Já o primeiro tratamento, demonstra ser o menos eficaz dentre os três, visto que apesar de resultar em concentrações baixas em duas duplicatas (~0,10 mg/L), foi inconsistente pois uma replicata mostrou valor não detectável, indicando imprecisão próxima ao limite de detecção.

A comparação entre o primeiro e o segundo tratamento mostram a diferença entre uma dosagem fixa e uma proporcional, demonstrando uma variação muito alta entre os valores de concentração no primeiro tratamento, possivelmente proveniente do fato do método colorimétrico para dosar fosfato depender da formação de um complexo específico, dificultando assim a sua correta quantificação. Enquanto no segundo método, ao ajustar a quantidade de reagentes de acordo com o volume aferido, foi realizada uma quantificação precisa que revelou uma alta eficiência do processo de absorção do tanino.

Tabela 2 – Resultados das concentrações de fosfato em todas as amostras analisadas.

Tratamento	Amostra	Filtragem	Absorbância	Concentração (mg/L)
1	1A	1	0,7210	6,7247
		2	0,3240	2,6078
		3	0,0850	0,1294
	1B	1	0,7770	7,3054
		2	0,2170	1,4982
		3	0,0910	0,1916
	1C	1	1,0390	10,0224
		2	0,2680	2,0271
		3	0,0640	ND*
2	2A	1	0,1200	0,4924
		2	0,1120	0,4094
		3	0,0830	0,1087
	2B	1	0,1140	0,4301
		2	0,0950	0,2331
		3	0,0790	0,0672
	2C	1	0,1500	0,8035
		2	0,0890	0,1709
		3	0,0770	0,0464
3	3A	1	0,2330	1,6642
	3B	2	0,2030	1,3531
	3C	3	0,2400	1,7368

*ND – não detectado

4. CONCLUSÕES

O método desenvolvido mostrou-se eficaz na remoção de fosfato em amostras de água, especialmente o segundo tratamento, alcançando as concentrações finais mais baixas. Através dos resultados obtidos, foi possível avaliar de forma válida e confiável a alta eficiência do tanino como adsorvente, comprovando sua capacidade de reduzir a concentração de fosfato para níveis próximos do zero de maneira consistente, além disso, o método proposto se mostra como uma alternativa viável para possíveis aplicações em estações de tratamento de água, visto que pode se observar uma absorvância de fosfato pelo tanino em todos os processos analisados, e também para possíveis produções de filtros pela indústria através do desenvolvimento de alguma tecnologia que se baseie no método proposto. Como próximos passos, espera-se otimizar o processo realizando experimentos mudando parâmetros como pH, tempo de contato, temperatura, entre outros. Realizar técnicas de caracterização de materiais para entender como o fosfato se liga ao tanino e posteriormente fazer testes de bancada a fim de aprimorar essa interação, por fim, buscar parcerias para o desenvolvimento de tecnologias voltadas a aplicação industrial.

Agradecimentos: Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PROBIC) UFPel e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio financeiro através da concessão de bolsa, viabilizando assim a realização desta pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, J. ECYCLE. **O que é eutrofização e quais suas consequências.** Acessado em: 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/eutrofizacao/>
- BABY, R. et al. Preparation of Functionalized Palm Kernel Shell Bio-adsorbent for the Treatment of Heavy Metal-Contaminated Water. **Journal of Hazardous Materials Advances**. v.10, p. 100253 - 100261, 2023.
- BRIDGEWATER, L. L. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington: American Public Health Association, 2017.
- BRASILINO, N. G. PORTAL EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Eutrofização.** Governo do Estado de São Paulo. Acessado em 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/eutrofizacao/>
- CHENET, T. et al. Scallop Shells as Biosorbents for Water Remediation from Heavy Metals: Contributions and Mechanism of Shell Components in the Adsorption of Cadmium from Aqueous Matrix. **Heliyon**. v. 10, p. 7 – 22, 2024.
- CLARIDGE, D. CURA TERRAE. **Why Monitor Phosphate Levels in Water.** Water and Environment Management Services. Acessado em 20 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.em-solutions.co.uk/insights/why-monitor-phosphate-levels-in-water/>
- EPA, U. S. Method 365.3: Phosphorus, all Forms (Colorimetric, Ascorbic Acid, two Reagent). **United States Environmental Protection Agency.** Whashington, DC, 1978.