cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Modelagem estatística e otimização da remoção de 2-nitrofenol em sistemas de filtração com cinza da casca de arroz

Victor D. Trindade[1]; Patrícia R. Lira[1]; Jacson W. Menezes[1]; Chiara Valsecchi[1]
1.Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Campus Alegrete/ RS

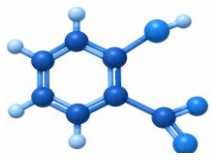
Introdução

uso de agroquímicos

~801mil ton.

- liderança mundial em 2023
- 19% do uso mundial (FAO, 2024)

2-nitrofenol (2N)
($C_6H_5NO_3$)



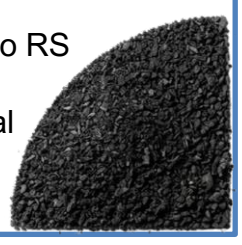
- contaminante emergente

por que preocupa?

- Alta toxicidade aquática
- Baixa biodegradabilidade
- Persistência nos recursos hídricos
- Resistente ao tratamento
- convencional

cinza da casca de arroz (CCA)

- Resíduo abundante no RS
- Baixo custo
- Alto potencial adsorvente



Objetivos

Avaliar a CCA como adsorvente complementar na remoção de 2N em sistemas de filtração, com otimização via ANOVA (tipo de adsorvente, matriz aquosa e tempo de contato).

Metodologia

Dois sistemas de filtração em escala laboratorial foram avaliados (carvão e carvão+CCA) em água destilada e água bruta (Rio Ibirapuitã-Alegrete/RS), contaminadas com 2N (80 mg/L). O planejamento fatorial $2^3 \times 4$ foi analisado por ANOVA no *Design-Expert*, monitorando a remoção por UV-Vis.

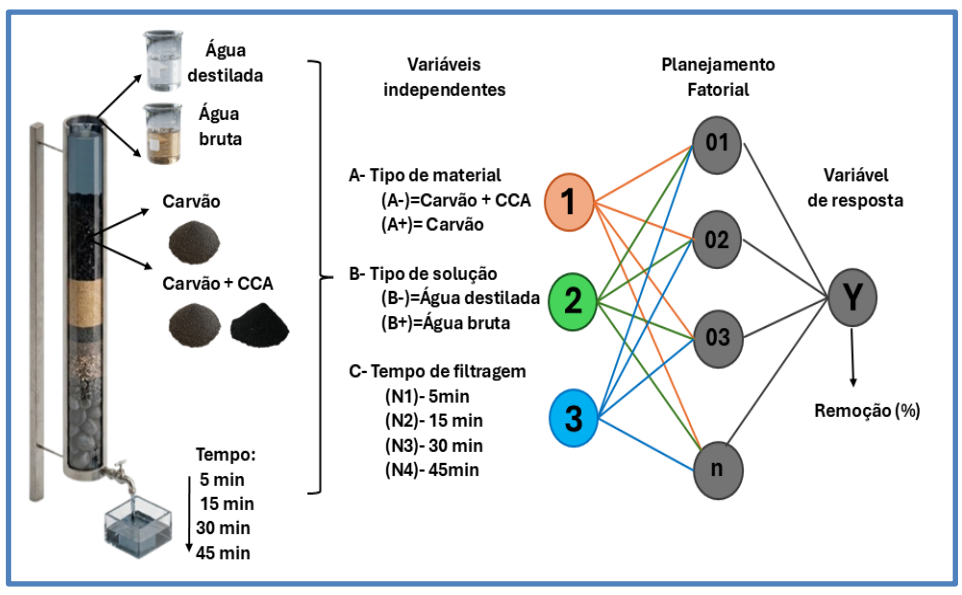


Figura 1. Fluxograma das variáveis

Resultados e Discussão

Remoção: os sistemas atingiram 79% (carvão) e 51% (carvão+CCA) em água destilada, e 87% e 65% em água bruta. A CCA destacou-se pela maior taxa de remoção nos estágios iniciais. O modelo ajustou-se com $R^2 = 0,9930$ e erro <5% sendo a variável B, o principal fator significativo ($p = 0,0006$) seguido das interações AC e BC.

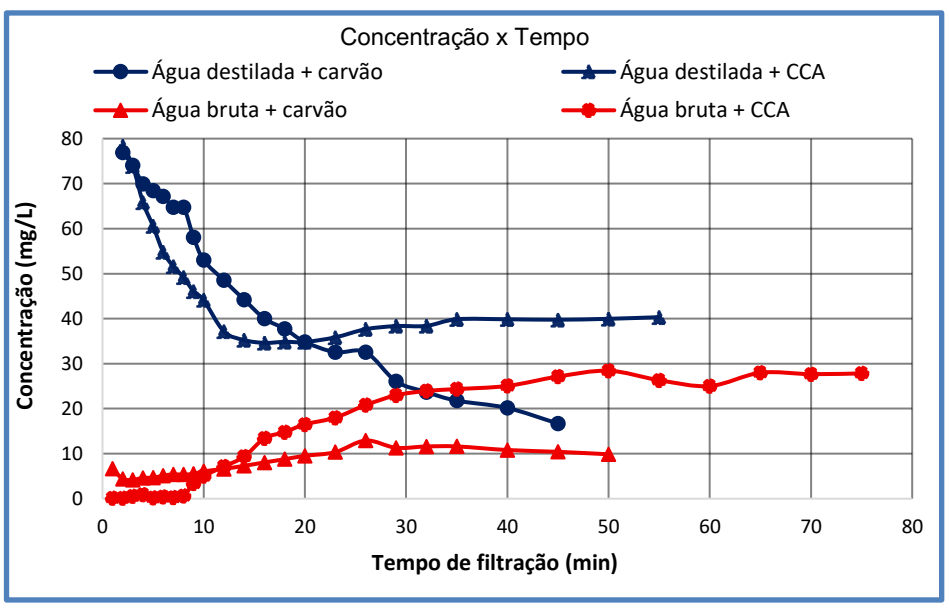


Figura 2. Desempenho dos sistemas filtrantes

Termo	SQ	gl	MQ	*f*o	p value
A	219,63	1	219,63	9,96	0,051
B	5280,2	1	5280,2	239,53	0,0006*
C	422,98	3	140,99	6,4	0,0809
AB	3,33	1	3,33	0,15	0,7234
AC	759,24	3	253,08	11,5	0,0376*
BC	2699,04	3	899,68	40,8	0,0062*
Erro	66,13	3	22,04	-	
Total cor.	9450,56	15	-	-	

Figura 3. ANOVA

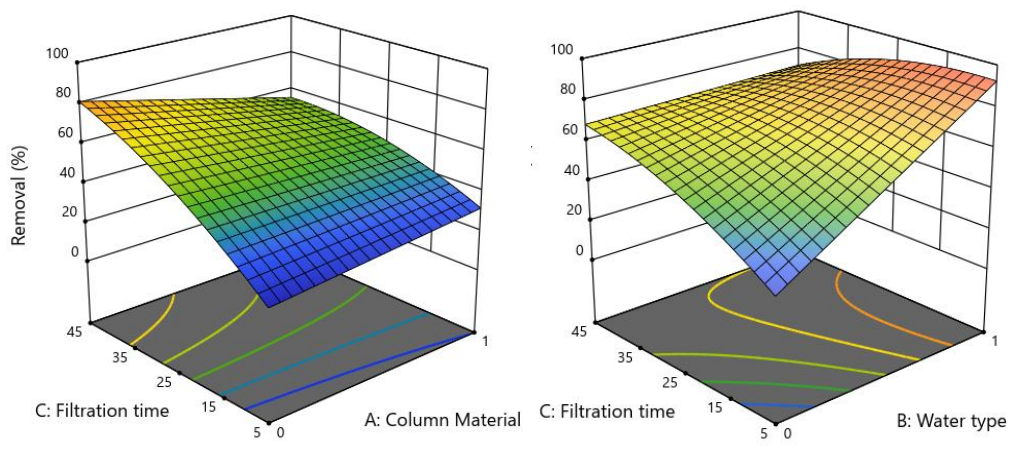


Figura 4. Modelo de Superfície de Resposta (RSM)

Conclusões

A CCA mostrou-se eficaz como adsorvente complementar na remoção de 2N, com modelo de alto ajuste ($R^2 = 0,9930$) e matriz aquosa como principal fator de influência.

Referências e Agradecimentos

Da Rosa Lira et al. (2024); Shamsollahi & Partovinia (2019); Montagner et al. (2017); FAO(2024)

unipampa Universidade Federal do Pampa
PPEng Programa de Pós-Graduação em Engenharia
FAPERGS
CAPES