

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE CHUMBO EM COMPÓSITOS DE QUITOSANA E MONTMORILONITA RETICULADAS COM GLUTARALDEÍDO

Ana Carolina Zanotto Antunes, Viviane Aparecida Spinelli Schein,
Jeane de Almeida do Rosário

INTRODUÇÃO

A contaminação hídrica por metais pesados, em particular por chumbo, constitui um desafio ambiental grave devido à toxicidade e persistência desses poluentes. A adsorção tem se consolidado como um método eficaz e ecologicamente viável para o tratamento de águas residuais. Diante desse cenário, este estudo explora o potencial de biossorventes na forma de micropérolas (*beads*) à base de quitosana (BQ) e compósitos de quitosana e montmorilonita (BC) para a remoção de chumbo em meio aquoso. Os objetivos primários foram determinar a influência do tratamento de reticulação com glutaraldeído sobre o ponto de carga zero (pH_{pcz}) dos adsorventes, e a influência do pH e da cinética do processo sobre a capacidade adsortiva dos materiais produzidos.

DESENVOLVIMENTO

Para os estudos experimentais, foram produzidos quatro tipos de amostras: *beads* de quitosana (BQ), *beads* de compósito de quitosana e montmorilonita (BC), e suas respectivas versões reticuladas com glutaraldeído (BQG e BCG). Inicialmente, procedeu-se a determinação do ponto de carga zero (pH_{pcz}) das *beads*. Soluções salinas de 0,01 M de NaCl foram preparadas, com o pH inicial ajustado para valores na faixa de 2,0 a 11,0. Após imersão de 0,2 g de *beads* nas soluções e agitação por 48 horas a 20°C, o pH final foi medido para análise gráfica, identificando o pH_{pcz} no ponto de interseção da curva de (pH final – pH inicial) com o eixo x. A etapa seguinte avaliou a eficiência de adsorção de chumbo em função do pH, onde soluções de chumbo a 50 mg/L foram preparadas, e o pH ajustado para valores de 2,0 a 11,0. As amostras de *beads* (0,5 g) foram adicionadas e mantidas sob agitação a 150 rpm por 48 horas, a 20°C. Após remoção das *beads*, as soluções foram filtradas e a concentração de chumbo remanescente foi quantificada por espectrometria de absorção atômica. Posteriormente, o estudo de cinética de adsorção foi realizado, para avaliar a influência do tempo de contato. Para este teste, foram preparadas soluções de chumbo a 10 mg/L, ajustados o pH para 7,0 e, para cada teste, eram adicionadas 0,2 g de *beads*, mantendo-se o contato sob agitação (150 rpm, 20°C) por um tempo que variava de 5 minutos a 30 horas.

RESULTADOS

A análise do pH_{pcz} indicou que as amostras BQ e BC não reticuladas apresentaram valores próximos de 9,0, sugerindo uma carga superficial neutra em pHs semelhantes. A reticulação com glutaraldeído alterou essa característica de forma significativa, especialmente no compósito, cujo pH_{pcz} do BCG foi reduzido para 7,2. Já nas amostras BQG, o ponto de carga zero foi levemente elevado para 9,4. Isso significa que a carga superficial das *beads* será positiva em pHs abaixo de seu pH_{pcz} (tendo atuação mais favorecida sobre ânions) e negativa em pHs acima de seu pH_{pcz} (tendo atuação mais favorecida sobre cátions). Desta forma, a atuação

adsortiva do BCG pode ser melhor adequada para diferentes adsorbatos de acordo com o pH utilizado. O teste de influência do pH na adsorção do chumbo revelou que a reticulação proporcionou uma eficiência superior e mais resiliente em um intervalo mais amplo de pH. O BQG demonstrou uma remoção de acima de 95% em pHs entre 4,0 e 10,0. O BCG foi o material mais eficaz, atingindo 99,1% de remoção em pH 9,0 e mantendo taxas de adsorção superiores a 95% em pHs neutros e alcalinos. A sua baixa eficiência em pHs ácidos é explicada por seu pH_{pcz} neutro, pois a superfície se torna positivamente carregada, o que repele o cátion Pb. Embora o pH_{pcz} tenha sido um bom indicador para o comportamento do BCG, ele não foi suficiente para prever o desempenho das demais amostras, sugerindo a influência de outros mecanismos. Finalmente, a análise cinética demonstrou uma remoção rápida do chumbo, alcançando a saturação em aproximadamente 3 h. O melhor ajuste aos dados experimentais foi com o Modelo de Pseudo 2ª Ordem, indicando que a adsorção é regida principalmente pela quimissorção, envolvendo interações químicas entre os íons de chumbo e a superfície dos materiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo confirmou que a reticulação com glutaraldeído é uma técnica vantajosa, que melhora a capacidade e a estabilidade da adsorção em *beads* de quitosana e seus compósitos. A amostra de compósito reticulado (BCG) destacou-se como o material mais promissor, especialmente em ambientes de pH neutro e alcalino. Tais achados validam a aplicação desses materiais como uma alternativa eficiente e sustentável para o tratamento de águas contaminadas por chumbo, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e para a melhoria da qualidade da água. A análise cinética, juntamente com os dados de pH, aprofundou a compreensão sobre o desempenho dos materiais, revelando um processo de remoção rápido e controlado por mecanismos de quimissorção.

Palavras-chave: adsorção; compósitos de quitosana e montmorilonita; chumbo.

ILUSTRAÇÕES

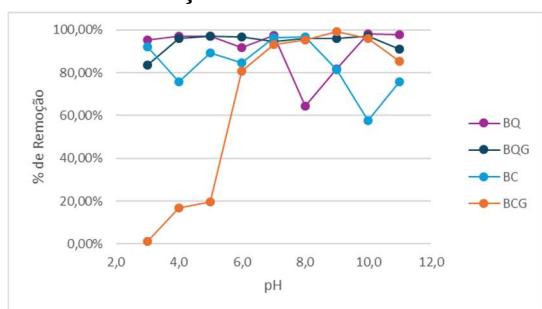


Figura 1. Testes de adsorção de Pb sob diferentes pHs.

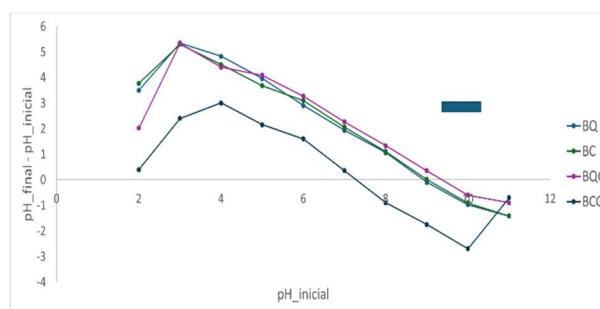


Figura 2. Avaliação do ponto de carga zero (pH_{pcz}) das beads.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HU, C. et al. **Comparative adsorption of Pb(II), Cu(II) and Cd(II) on chitosan saturated montmorillonite: Kinetic, thermodynamic and equilibrium studies.** Applied clay science, v. 143, p. 320–326, 2017.

JINTAKOSOL, T.; NITAYAPHAT, W. **Adsorption of silver (I) from aqueous solution using chitosan/montmorillonite composite beads.** Materials research, v. 19, n. 5, p. 1114–1121, 2016

PEREIRA, F. A. R. et al. **Chitosan-montmorillonite biocomposite as an adsorbent for copper (II) cations from aqueous solutions.** International journal of biological macromolecules, v. 61, p. 471–478, 2013.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Ana Carolina Zanotto Antunes

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC/UDESC

VIGÊNCIA: 01/09/2024 a 31/08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Jeane de Almeida do Rosário

CENTRO DE ENSINO: CAV

DEPARTAMENTO: Engenharia Ambiental e Sanitária

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Outras / Ciências Ambientais

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Desenvolvimento de compósito de montmorillonita e quitosana para remediação ambiental

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3085-2017