



Avaliação da capacidade de adsorção de resíduos de casca de ovo na remoção de cobre de soluções aquosas

Clabety da Costa Pinheiro

Orientadora

Professora Doutora Maria da Conceição Mesquita dos Santos

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciado em Biotecnologia Alimentar, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria da Conceição Mesquita dos Santos, Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Este trabalho de investigação contou com o apoio da Unidade de Investigação “Qualidade De Vida No Mundo Rural – QRural” financiado pelo Instituto Politécnico de Castelo Branco

Outubro/2021

Agradecimentos

Quero agradecer ao Diretor da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Professor João Pedro Várzea Rodrigues, pela oportunidade de poder realizar o meu estágio num Laboratório da Escola e por todos os meios que foram colocados à minha disposição e a Coordenadora de Curso e Orientadora de estágio, Professora e Doutora Conceição Mesquita, pela preocupação, dedicação e disponibilidade durante todo este período de estágio. Também gostaria de expressar o meu profundo e sincero agradecimento a Engenheira Lena pela sua ajuda empatia e disposição por estar sempre presente.

Não esquecendo de agradecer aos meus pais e o Amadeu Ramos que desde o início me apoiaram em todas as minhas decisões e a alcançar os meus objetivos.

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo o estudo da capacidade de adsorção de Cu^{2+} , presente em meios aquosos, de resíduos de casca de ovo sem membrana interna.

Nos ensaios de adsorção de Cu^{2+} foram avaliados os seguintes parâmetros (i) efeito do pH do meio, (ii) efeito da massa de material adsorvente, (iii) concentração inicial de Cu^{2+} .

Os ensaios experimentais realizados em descontínuo com soluções sintéticas de cobre mostraram que o resíduo pode remover cobre em quantidades significativas, a partir de 60 minutos de contato. A eficiência de remoção foi mais elevada para as concentrações mais baixas. A remoção de cobre terá sido essencialmente devida a mecanismos de adsorção eletrostática e permuta iônica, porque para valores de $\text{pH} \geq 6,0$ favorecem esses mecanismos. Quanto à quantidade de cobre adsorvido no equilíbrio por grama de casca de ovo variou entre 1 mg/g e 6,3mg/L, para uma concentração inicial de cobre de 10 mg/L e 60 mg/L, respectivamente, evidenciando um aumento na capacidade de adsorção da casca de ovo com o aumento da concentração inicial de metal.

Os resultados mostram que a casca de ovo pode ser utilizada para a remoção de cobre, podendo constituir uma alternativa aos adsorventes utilizados atualmente na eliminação daqueles metais de efluentes líquidos.

Palavras-chave

Casca de ovo; adsorção; cobre; soluções aquosas.

Abstract

The main goal of the present work is the study of Cu^{2+} adsorption capacity, present in aqueous medium, of eggshell residue without inner membrane.

In the Cu^{2+} adsorption assays the following parameters were evaluated (i) effect of the pH medium, (ii) effect of the mass adsorbent material, (iii) Cu^{2+} initial concentration.

Experimental tests carried out in batch mode with synthetic copper solutions, showed that the residue can remove significant amounts of copper, up to 60 minutes of contact. The removal efficiency was very high when lower concentrations of metal were used. The copper removal has occurred essentially due to electrostatic adsorption and ion exchange mechanisms, because the pH values ≥ 6.0 , are favourable for these mechanisms. Regarding the amount of copper absorbed at equilibrium per gram of eggshell it varied between 1 mg/g and 6.3 mg/L, for an initial copper concentration of 10 mg/L and 60 mg/L, respectively, showing an increase in eggshell adsorption capacity with increasing initial metal concentration.

The results show that the eggshell can be used for the removal of copper and may be an alternative product for replacing the adsorbents currently used in the treatment of these liquid effluent metals.

Keywords

Eggshell; adsorption; Copper; aqueous solutions.

Índice geral

Agradecimentos.....	III
Resumo	V
Abstract	VII
Índice figuras.....	XI
Índice de tabela.....	XIII
Abreviaturas	XV
Lista de símbolos	XV
1 Introdução.....	1
2 Referencia bibliográfica	2
2.1 Metais pesados - Cobre.....	2
2.2 Processo de adsorção.....	3
2.3 Materiais adsorventes - Casca de ovo.....	6
3 Materiais e métodos.....	7
3.1 Materiais, reagentes e soluções	8
3.2 Ensaios de adsorção de cobre (Cu ²⁺).....	8
4 Resultados e discussão	11
4.1 Efeito da variação do pH da solução inicial na adsorção de cobre	11
4.2 Efeito da massa inicial de adsorvente na adsorção de cobre	18
4.3 Efeito da concentração inicial de metal na adsorção de cobre.....	23
5 Considerações finais	27
6-Referências Bibliográficas.....	28
Anexos	33

Índice figuras

Figura 1 - Diagrama de especiação do logaritmo da concentração C (em mol L ⁻¹) de Cu ²⁺ em (função do pH Burriel <i>et al.</i> , 2002)	5
Figura 2 – Agitador	10
Figura 3 - Filtração das alíquotas recolhidas para os tempos pré-determinados	10
Figura 4 - Exemplo de uma curva de calibração determinada ao longo do presente trabalho.....	10
Figura 5- Evolução da concentração de cobre na solução ao longo do tempo, para diferentes valores de pH da solução inicial.....	13
Figura 6 – Evolução da concentração de cobre na solução para diferentes valores de pH da solução inicial.....	13
Figura 7 – Percentagem de remoção de cobre total para diferentes valores de pH da solução inicial e diferentes tempos de contacto.....	14
Figura 8 – Quantidade de Cobre total adsorvido para diferentes valores iniciais de pH e diferentes tempos de contacto (mg/g)	15
Figura 9 – Variação do pH da solução final ao longo do tempo e para diferentes valores de pH iniciais.....	16
Figura 10 – Variação do Condutividade Elétrica (CE) da solução final ao longo do tempo e para diferentes valores de pH iniciais	16
Figura 11 – Variação da concentração de cobre total ao longo do tempo.....	17
Figura 12 - Influência da massa inicial de adsorvente na capacidade de remoção de cobre total.....	20
Figura 13 - Percentagem de remoção de cobre total ao longo do tempo, para diferentes massas iniciais de adsorvente.....	21
Figura 14 – Capacidade de adsorção de cobre pela casca de ovo para diferentes valores iniciais de massa de adsorvente	22
Figura 15 – Capacidade de adsorção de cobre, pela casca de ovo, ao longo do tempo.....	23
Figura 16 - Percentagem de remoção de cobre para diferentes concentrações iniciais de cobre.....	25
Figura 17 - Percentagem de remoção de cobre ao longo do tempo para diferentes concentrações iniciais de cobre.....	25
Figura 18 – Capacidade de adsorção de cobre pela casca de ovo, para diferentes concentrações iniciais de cobre.....	26
Figura 19 – Capacidade de adsorção de cobre pela casca de ovo, ao longo do tempo para diferentes concentrações iniciais de cobre	27

Índice de tabela

Tabela 1 – Produção de ovos para consumo e estimativa de produção de resíduos de casca de ovo para alguns países europeus e para os anos 2019 e 2020.....	7
Tabela 2 – Concentração média de cobre total (mg/L) e respetivo desvio padrão (D.P.) para diferentes tempos de contacto e diferentes valores iniciais de pH	12
Tabela 3 – Capacidade de adsorção de cobre pela casca de ovo (mg/g), para diferentes valores de pH e diferentes tempos de contacto	15
Tabela 4 - Capacidade de adsorção (mg/g) e percentagem de remoção (%) de cobre	18
Tabela 5 – Concentração média de cobre total (mg/L) e respetivo D.P., para diferentes tempos de contacto e diferentes valores iniciais de massa de resíduo de casca de ovo	19
Tabela 6 – Percentagem de remoção de cobre total (%) para diferentes massas iniciais de adsorvente e ao longo do tempo.....	21
Tabela 7 – Capacidade de adsorção de cobre pela casca de ovo	22
Tabela 8 – Concentração média de cobre total (mg/L) e D.P., para diferentes tempos de contacto e diferentes concentrações iniciais de cobre	24

Abreviaturas

ESACB- Escola Superior Agrária Castelo Branco.

LAAR- Laboratório de Águas e Águas Residuais.

QVMR- Qualidade De Vida No Mundo Rural

VLE - Valor Limite de Emissão

EAA - espectrofotómetro de absorção atómica por chama

CV- Coeficiente de Variação.

DP- Desvio Padrão.

C.E.- Condutividade Eléctrica.

Lista de símbolos

\emptyset - Diâmetro

q -Capacidade de adsorção

C_0 - Concentração inicial

C_e - Concentração final

m - Massa

η - Percentagem de remoção