

**Preparo da farinha de resíduo (caroço e semente) de manga (*Mangifera indica* L.) para aplicação na remoção de cobre (II) em meio aquoso através do processo de adsorção**

*Preparation of mango (*Mangifera indica* L.) waste (core and seed) flour for application of copper (II) removal in aqueous medium through the adsorption process*

*Preparación de la harina de residuos (bulto y semilla) de manga (*Mangifera indica* L.) para la aplicación de la eliminación de cobre (II) en medio acuoso a través del proceso de adsorción*

**Fernanda Kelly Alves de Souza**

Graduanda, UNESP Bauru, Brasil.  
fernanda.a.souza@unesp.br

**Aroldo Geraldo Magdalena**

Professor Doutor, UNESP Bauru, Brasil.  
aroldo.magdalena@unesp.br

**Maria Laura Della Costa Silveira**

Mestre, UNESP Bauru, Brasil.  
maria.laura@unesp.br

**RESUMO**

A contaminação da água por íons cobre (II) proveniente de efluentes industriais prejudica o meio ambiente e a saúde humana.<sup>1</sup> A adsorção é uma maneira de diminuir a concentração destes íons, apresentando notória importância na literatura.<sup>1,2,3,4</sup> O material mais utilizado na adsorção é o carvão ativado, porém este pode ser substituído por bioadsorventes, materiais adsorventes oriundos da biomassa de resíduo agroindustrial que apresentam viabilidade econômica, alta disponibilidade e acessibilidade, além de serem renováveis e representarem uma maneira de reciclar um provável lixo orgânico, atribuindo valor econômico a este material.<sup>1</sup> Um exemplo de material bioadsorvente é a farinha produzida a partir do resíduo (caroço e semente) de manga (*Mangifera indica* L.), sendo capaz de adsorver íons metálicos através de grupos funcionais orgânicos presentes em sua superfície.<sup>1</sup> Este estudo objetivou verificar a eficiência de adsorção de íons cobre (II) utilizando farinha de resíduo de manga (FRM). O preparo da FRM foi constituído por separação manual dos caroços e sementes de mangas Tommy, secagem em estufa (80°C, 48h), trituração com liquidificador e peneiração com peneiras (14-200mesh);<sup>1</sup> O tratamento químico da FRM foi com ácido clorídrico (0,05mol.L<sup>-1</sup>, 10min) seguido de lavagem com água destilada até pH neutro e secagem em estufa (100°C, 24h);<sup>3</sup> A FRM foi caracterizada com espectroscopia na região do infravermelho (FTIR), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e medida do ponto de carga zero (PCZ);<sup>1,3</sup> Os estudos de adsorção foram efetuados em batelada, sob temperatura ambiente, com pH natural (~4) e agitação constante;<sup>3</sup> Os parâmetros para determinar as condições ótimas de adsorção foram tempo de adsorção (15, 30, 60, 120, 180min) e massa de FRM (0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5g);<sup>3</sup> Ao final da adsorção, as amostras foram centrifugadas e determinada a concentração de íons cobre (II) por titulação complexométrica. O FTIR identificou grupos orgânicos (hidroxilas, ácidos carboxílicos e ésteres) capazes de interagir com os íons cobre (II) e promover a adsorção;<sup>3</sup> O PCZ determinou que em pH igual a 4,3 a carga da superfície da FRM é nula, assim, em pH menor que 4,3 a carga é positiva e interage com carga negativa e em pH maior que 4,3 a carga é negativa e interage com carga positiva, como os íons cobre (II);<sup>1</sup> As micrografias de MEV da FRM mostraram que antes da adsorção a morfologia da superfície da FRM era mais porosa e depois ficou mais preenchida, possivelmente por íons cobre (II);<sup>3</sup> As condições ótimas de adsorção, foram 30min e 0,1g de FRM; O modelo de isoterma de adsorção de Freundlich adequou-se mais a esta adsorção, sugerindo um mecanismo de adsorção em multicamadas da FRM;<sup>3</sup> As taxas de adsorção evidenciaram o percentual máximo de remoção de íons cobre (II) igual a 77,48% em 18,47ppm de íons cobre (II). Em suma, é possível concluir que este processo de adsorção utilizando FRM possui potencial na remoção de íons cobre (II).

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioadsorção. Íons metálicos. Manga.

**ABSTRACT**

*Contamination of water by copper (II) ions from industrial effluents harms the environment and human health.<sup>1</sup> Adsorption is a way to reduce the concentration of these ions, with notorious importance in the literature.<sup>1,2,3,4</sup> The material most used in adsorption is activated carbon, but this can be replaced by biosorbents, adsorbent materials derived from agroindustrial waste biomass that are economically viable, highly available and accessible, in addition to being renewable and representing a way to recycle a likely organic waste, attributing economic value to this material.<sup>1</sup> An example of bioadsorbent material is the flour produced from the residue (core and seed) of mango (*Mangifera indica* L.), being able to adsorb metallic ions through organic functional groups present in its surface.<sup>1</sup> This study aimed to verify the efficiency of adsorption of copper (II) ions using mango waste flour (MWF). The preparation of the MWF consisted of manually separating the cores and seeds of Tommy mangoes, drying in an oven (80°C, 48h), crushing with a blender and sifting with sieves (14-200mesh);<sup>1</sup> The chemical treatment of the MWF was with hydrochloric acid (0.05mol.L<sup>-1</sup>, 10min) followed by washing with distilled water until neutral pH and drying in an oven (100°C, 24h);<sup>3</sup> MWF was characterized with infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscopy (SEM) and point zero charge measurement (PZC);<sup>1,3</sup> The adsorption studies were carried out in batches, at room temperature, with natural pH (~4) and constant agitation;<sup>3</sup> The parameters to determine the optimal adsorption conditions were adsorption time (15, 30, 60, 120, 180min) and MWF mass (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5g);<sup>3</sup> At the end of the adsorption, the samples were centrifuged and the concentration of copper (II) ions determined by complexometric titration. FTIR identified organic groups (hydroxyls, carboxylic acids and esters) capable of interacting with copper (II) ions and promoting adsorption;<sup>3</sup> The PCZ determined that at a pH equal to 4.3, the charge on the MWF surface is null, thus, at a pH lower than 4.3, the charge is positive and interacts with a negative charge, and at a pH greater than 4.3, the charge is negative and interacts with a positive charge, such as copper (II) ions;<sup>1</sup> SEM micrographs of the MWF showed that before adsorption the surface morphology of the MWF was more porous and afterwards it became more filled, possibly by copper(II) ions;<sup>3</sup> The optimal adsorption conditions were 30min and 0.1g of MWF; The Freundlich adsorption isotherm model was more suitable for this adsorption, suggesting a multilayer adsorption mechanism of the MWF;<sup>3</sup> The adsorption rates showed the maximum percentage of removal of copper (II) ions equal to 77.48% in 18.47ppm of copper (II) ions. In short, it is possible to conclude that this adsorption process using FRM has potential in removing copper (II) ions.*

**KEYWORDS:** Bioadsorption. Metal ions. Mango.

**RESUMEN**

La contaminación del agua por iones de cobre (II) provenientes de efluentes industriales daña el medio ambiente y la salud humana.<sup>1</sup> La adsorción es una forma de reducir la concentración de estos iones, con notoria importancia en la literatura.<sup>1,2,3,4</sup> El material más utilizado en la adsorción es el carbón activado, pero este puede ser reemplazado por biosorbentes, materiales adsorbentes derivados de la biomasa de residuos agroindustriales que son económicamente viables, altamente disponibles y accesibles, además de ser renovables y representan una forma de reciclar un probable residuo orgánico, atribuyendo valor económico a este material.<sup>1</sup> Un ejemplo de material bioadsorbente es la harina que se produce a partir del residuo (bulto y semilla) del mango (*Mangifera indica* L.), pudiendo adsorber iones metálicos a través de grupos funcionales orgánicos presentes en su superficie.<sup>1</sup> Este estudio tuvo como objetivo verificar la eficiencia de adsorción de iones de cobre (II) utilizando harina de residuo de mango (HRM). La preparación del HRM consistió en separar manualmente los bultos y semillas de los mangos Tommy, secar en horno (80°C, 48h), triturar con batidora y tamizar con tamices (14-200mesh);<sup>1</sup> El tratamiento químico de la HRM fue con ácido clorhídrico (0.05mol.L<sup>-1</sup>, 10min) seguido de lavado con agua destilada hasta pH neutro y secado en estufa (100°C, 24h);<sup>3</sup> HRM se caracterizó con espectroscopía infrarroja (FTIR), microscopía electrónica de barrido (SEM) y medición del punto de carga cero (PCC);<sup>2,3</sup> Los estudios de adsorción se realizaron por lotes, a temperatura ambiente, con pH natural (~4) y agitación constante;<sup>3</sup> Los parámetros para determinar las condiciones óptimas de adsorción fueron el tiempo de adsorción (15, 30, 60, 120, 180 min) y la masa HRM (0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 g);<sup>3</sup> Al final de la adsorción, las muestras se centrifugaron y se determinó la concentración de iones de cobre (II) mediante titulación complexométrica. FTIR identificó grupos orgánicos (hidroxilos, ácidos carboxílicos y ésteres) capaces de interactuar con iones de cobre (II) y promover la adsorción;<sup>3</sup> El PCC determinó que a un pH igual a 4.3 la carga es nula, así a un pH menor a 4.3 la carga es positiva e interactúa con una carga negativa, ya un pH mayor a 4.3 la carga es negativa e interactúa con una carga positiva, como los iones de cobre (II);<sup>1</sup> Las micrografías SEM del HRM mostraron que antes de la adsorción, la morfología de la superficie del HRM era más porosa y luego se llenó más, posiblemente por iones de cobre (II);<sup>3</sup> Las condiciones óptimas de adsorción fueron 30 min y 0,1 g de HRM; El modelo de isoterma de adsorción de Freundlich fue más adecuado para esta adsorción, sugiriendo un mecanismo de adsorción multicapa del FRM;<sup>3</sup> Las tasas de adsorción mostraron el porcentaje máximo de eliminación de iones de cobre (II) igual a 77,48% en 18,47 ppm de iones de cobre (II). En resumen, es posible concluir que este proceso de adsorción que utiliza FRM tiene potencial para eliminar los iones de cobre (II).

**PALABRAS CLAVE:** Bioadsorción. Iones metálicos. Mango.

**REFERÊNCIAS**

<sup>1</sup> NADEEM, R. *et al.* Efficacy of physically pretreated *Mangifera indica* biomass for Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> sequestration. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 19, n. 1, p. 23-35, jan. 2015.

<sup>2</sup> SAMPAIO, C. G. *et al.* Chromium (VI) remediation in aqueous solution by waste products (peel and seed) of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 6, p. 5588-5600, jan. 2019.

<sup>3</sup> LEANDRO-SILVA, E. *et al.* Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. **Revista Matéria**, v. 25, n. 2, jul. 2020.

<sup>4</sup> DOTTO, G. L. *et al.* Remoção dos corantes azul brilhante, amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina de soluções aquosas utilizando carvão ativado, terra ativada, terra diatomácea, quitina e quitosana: estudos de equilíbrio e termodinâmica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1193-1199, maio. 2011.