

# REMOÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE UTILIZANDO BIOADSORVENTE OBTIDO DA SEMENTE DE MELÃO (*Cucumis melo* L.)

Valéria Laís N. da S. Correia<sup>1</sup>, Ricardo Henrique de L. Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: [valeria.lnsc@gmail.com](mailto:valeria.lnsc@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Dr. na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: [ricardoleite@ufersa.edu.br](mailto:ricardoleite@ufersa.edu.br)

**Resumo:** O cromo hexavalente (Cr (VI)) possui uma ampla aplicação em indústrias de produtos têxteis, de fertilizantes, de pesticidas, de eletrônicos, dentre outras. Com uma desagradável reputação, por ser cancerígeno e causar problemas respiratórios, náuseas, dermatite e diarreia. Assim, não pode ser descartado em redes de esgotos ou mananciais aquíferos. Entre vários, um dos processos mais utilizados na remoção de metais tóxicos, a adsorção tem se destacado por apresentar aspectos positivos como: baixo custo, facilidade de operação, baixa quantidade de resíduos gerados e grande capacidade de remoção. A adsorção utilizando os rejeitos agrícolas, como adsorventes, é uma das alternativas sustentáveis devido à biodegradabilidade, disponibilidade e menor custo. Os estados do Rio Grande do Norte e Ceará são os maiores produtores de melão no Brasil, sendo juntos, responsáveis por 99% do volume nacional produzido. Considerando a possibilidade de utilizar resíduos agrícolas oriundos da produção do melão, o presente trabalho tem o objetivo de analisar a adsorção do cromo hexavalente por um adsorvente oriundo das sementes do melão (*Cucumis melo* L.), tratado com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) em diferentes concentrações e tempos de contato. O adsorvente apresentou eficiência quando tratado com ácido sulfúrico em soluções aquosas, tendo a capacidade de adsorção ( $q$ ), para concentrações de 25% de  $H_2SO_4$ , entre 14 mg/g e 16,7 mg/g e para 75% de concentração de  $H_2SO_4$ , entre 21,5 mg/g e 25,7 mg/g. O percentual de remoção aumentou de 17% no bagaço sem tratamento para 56% no bagaço tratado com 25% de ácido, até 100% no bagaço tratado com 75% de ácido.

**Palavras-chave:** Adsorção; Percentual de Remoção; Cromo Hexavalente, Aproveitamento de Resíduos.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da produção de eletrônicos, papéis, têxteis, fertilizantes, entre outros produtos industriais, os problemas ambientais ocasionados pela indústria tornam-se cada vez mais frequentes. Mesmo sendo benéfica para a sociedade, a atividade industrial traz riscos, pois pode poluir, por exemplo, através da liberação de metais tóxicos no meio ambiente. Com o avanço da legislação ambiental e as pressões da sociedade, as indústrias vêm cada vez mais se conscientizando sobre a necessidade do tratamento de seus efluentes [2].

Por apresentar diversas aplicações na indústria como no processo de galvanização e curtumes, o cromo se torna um dos metais mais descartados no meio ambiente. Os estados de oxidação dos íons cromo, encontrados na natureza, são o trivalente e o hexavalente [9]. O cromo (III) apresenta benefícios aos seres humanos quando está presente em baixas concentrações na alimentação. Essa forma de cromo auxilia na melhora do metabolismo de glicose, lipídios e proteínas e pode ser encontrado em alguns alimentos como fígado, queijo e cereais. O cromo hexavalente, ao contrário, é altamente tóxico, bioacumulativo, e apresenta ação carcinogênica. Quando em altas doses, o cromo hexavalente causa náuseas, diarreia, dermatite e problemas respiratórios [11]. O cromo (VI) é absorvido por via respiratória, oral e dérmica, se espalhando pela medula óssea, pulmões, rins, fígado e outros órgãos. Devido à sua rápida absorção, o cromo hexavalente se integra nas células provocando alterações no DNA [14]. Portanto, os efluentes contendo este tipo de cromo não podem ser descartados em mananciais aquíferos ou em redes de esgotos [9].

Um problema preocupante da contaminação por metais tóxicos em ambientes aquáticos é sua alta toxicidade, capacidade de acumulação em habitats aquáticos, microrganismos, flora e fauna, alterando a cadeia alimentar e resultando em alterações significativas na saúde humana [7].

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) substituiu a Resolução nº20 de 2000 pela Resolução nº357 de 17 de março de 2005. Esta resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes

ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, objetivando enquadrar as diretrizes ambientais e os critérios de classificação dos corpos d'água [4].

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), que estabelece as normas de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seus padrões de potabilidade, publicou a Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde em 12 de dezembro de 2011, por meio da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde (CGVAM), [5].

As legislações ditas anteriormente têm o objetivo de promover o avanço da legislação ambiental, favorecendo a conservação dos recursos naturais em todo o território nacional. Evidenciando que o valor mínimo de cromo permitido em água doce, salgadas ou salobras é 0,05 mg/L de Cr [6].

Vários processos usados para a remoção desses metais tóxicos têm alto custo, incentivando a pesquisa de outras técnicas e métodos que possibilitem remover os mesmos de forma mais econômica [13]. Ultimamente o processo de adsorção vem sendo bastante utilizado por apresentar grande potencial para o tratamento de efluentes industriais com cromo hexavalente [3].

A adsorção é um dos processos de separação e purificação mais utilizados ultimamente, com grande importância tecnológica e bastante eficiente no tratamento de águas residuárias. A adsorção é uma operação de transferências de massa, onde o sólido tem a capacidade de concentrar na sua superfície certas substâncias existentes no líquido [1].

A substância que sofre o processo de adsorção é chamada de adsorvato e o sólido que o propicia é o adsorvente. Sendo os componentes principais da adsorção, o solvente, a superfície de contato e os elementos capturados pela superfície [7].

A adsorção pode ser classificada em dois tipos: adsorção física e adsorção química [1]. Na adsorção física, ou fisissorção, o processo ocorre por interações fracas, com a mesma ordem de grandeza das forças de Van der Waals, entre o adsorvato e a superfície do adsorvente [13]. Já na adsorção química, quimissorção, há um compartilhamento de elétrons entre o adsorvato e a superfície do adsorvente, gerando uma reação química e resultando em uma nova ligação química, bem mais forte que as ligações de natureza física [1].

Diversos fatores são de grande importância na adsorção, como: área superficial, propriedades do adsorvente, propriedades do adsorvato, temperatura e pH. A área superficial é proporcional à intensidade da adsorção, quanto menor a partícula melhor a adsorção pois a superfície interna da partícula será mais aproveitada. As propriedades do adsorvente são várias: área superficial específica, porosidade, volume específico de poros, distribuição dos poros, tipos de grupos funcionais presentes e natureza do adsorvente. Já as propriedades do adsorvato que influenciam são: o tamanho da espécie e sua polaridade, já que ajudam na adsorção por apresentar maior interação devido a esses dois fatores [1].

A utilização de adsorventes naturais provenientes de rejeitos da agricultura e de subprodutos da indústria é um dos diferenciais dos processos de adsorção, devido à disponibilidade, baixo custo e aproveitamento desses resíduos [3]. Os estudos comprovam a eficiência desses adsorventes para o tratamento de águas e efluentes contaminados com metais tóxicos [12].

A descoberta dos adsorventes veio a partir da observação de que gases estavam sendo adsorvidos em carbono ativado, sendo essa descoberta de grande importância para a indústria. Contribuindo para purificar e/ou separar uma certa espécie química e também para procedimentos de pré-concentração [7].

O carvão ativado é um dos adsorventes mais utilizados para remover impurezas de líquidos e gases, já que possui estrutura porosa com grande área superficial e volume de poros que aumentam sua eficiência. Mas, apesar de todas essas vantagens, o carvão ativado possui alto custo o que acaba dificultando o seu acesso [11].

Em busca de novos materiais que adequem as capacidades de adsorção, estudos mostraram materiais classificados como não-convencionais que possuem ação de redução e eliminação de contaminantes metálicos ou orgânicos presentes em águas residuais. Esses materiais também chamados de bioadsorventes são originados de resíduos agrícolas e da indústria alimentícia, a partir de frutas, plantas e resíduos vegetais [14].

Como exemplo da utilização de outros bioadsorventes na adsorção do cromo hexavalente, temos a casca de café [16], o pó da casca de laranja [14], caroço de seriguela [3], filmes e blendas de quitosana [10] e vários outros.

As sementes do melão (*Cucumis melo* L.) despertaram interesse já que o melão é de baixo custo e de fácil obtenção no Brasil. O melão (*Cucumis melo* L.) foi originado nos países da África, pertence à família das melancias e abóboras (*Curcubitaceae*) e possui vários tipos produzidos na nossa região. O Nordeste é o maior produtor do Brasil com 99% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Norte o maior do Nordeste com 56,7% pois seu clima semi-árido, quente e seco favorece a produção de um fruto com sabor mais agradável e um alto teor de açúcar [8].

O melão (*Cucumis melo* L.) apresenta vários tipos produzidos na nossa região, sendo o tipo Amarelo (*Cucumis melo* var. *inodorus*) mais comum por ter boa conservação pós-colheita e ser robusto. Caracterizado por ter casca amarela e polpa branco-creme com formato oval.

Seguindo isso, a presente pesquisa teve como objetivo utilizar o bagaço das sementes do melão Amarelo no processo de remoção do cromo hexavalente em soluções aquosas, modificando quimicamente as sementes para aplicar e analisar os diferentes adsorventes e determinar o percentual de remoção e a capacidade adsorvida de cada bagaço.

---

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1. Materiais e Métodos

#### 2.1.1 Obtenção do bagaço de sementes de melão

Cerca de 16 kg de melão amarelo (*Cucumis melo L.*) foram disponibilizados pelo Restaurante Universitário da UFERSA na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte. As sementes foram disponibilizadas sem ser lavadas e presas na placenta do fruto, como mostra a Figura 1.

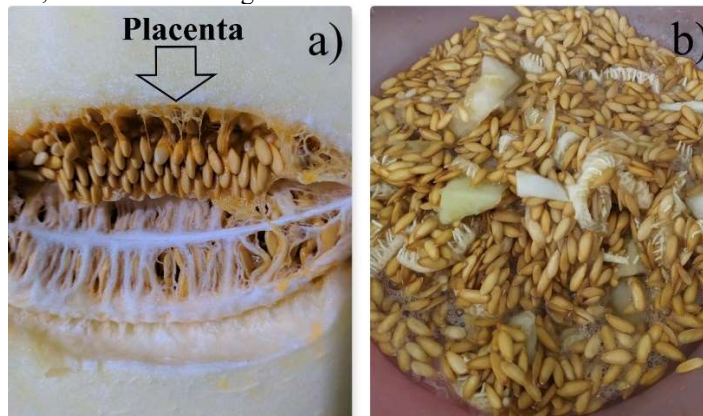


Figura 1. Sementes presas na placenta do melão (a) e sementes soltas da placenta do melão (b). (Autoria própria)

A partir desses 16 kg, foram obtidos 164,13 g de sementes limpas e secas. Em seguida as sementes foram trituradas em um moinho de facas, obtendo-se cerca de 158,85 g de bagaço. O equipamento não retém todo o material, as partículas finas escapam e se misturam ao ar, por isso as perdas de massa. A Figura 2 mostra as sementes secas e limpas e uma amostra do bagaço depois do processo de trituração.



Figura 2. Sementes limpas e secas (a) e amostra das sementes trituradas (b). (Autoria própria)

O bagaço triturado foi submetido a um peneiramento, passando por uma série de peneiras (5, 9, 16, 32, 48, 100 e 200 mesh) com agitador eletromagnético, pesando-se, ao final, o material retido em cada peneira. O agitador eletromagnético para peneiras está representado na Figura 3.



Figura 3. Agitador eletromagnético para peneiras. (Autoria própria)

### 2.1.2 Tratamento do bagaço SM

O bagaço escolhido para estudo foi denominado como SM e submetido a seis tratamentos químicos diferentes com o objetivo de aumentar a eficácia de adsorção. Primeiramente, uma amostra de 10 g de bagaço sem tratamento foi lavada várias vezes com água destilada em intervalos de 20 minutos sob agitação, até que o filtrado não apresentasse absorvância na região do visível em espectrofotômetro. Após lavagem, o bagaço sem tratamento, designado como SM0, foi seco em estufa por aproximadamente 2 h. Este bagaço sem tratamento foi utilizado para comparação com o bagaço tratado.

Foram preparadas soluções de ácido sulfúrico com concentração de 25% e 75% com a finalidade de obter diferentes tratamentos ácidos com variações nos tempos de contato do ácido com o bagaço. Cada solução foi adicionada em um frasco Erlenmeyer contendo 10 g de bagaço. As soluções foram colocadas sob agitação a temperatura ambiente, 25°C, por intervalos de 5, 10 e 15 min para as soluções contendo ácido sulfúrico a 25% e 75%, cada tratamento foi realizado em triplicata. Após os tratamentos, as soluções foram lavadas várias vezes com água destilada para eliminar o excesso de  $H_2SO_4$  até que o filtrado não apresentasse absorvância na região do visível. Após a lavagem, os bagaços tratados foram secos em estufa por aproximadamente 2h. Os bagaços tratados com ácido sulfúrico 25% por 5 min, 25% por 10 min, 25% por 15 min, 75% por 5 min, 75% por 10 min, 75% por 15 min foram nomeadas como SM1, SM2, SM3, SM4, SM5 e SM6 respectivamente.

## 2.2. Métodos Analíticos

### 2.2.1 Análise espectrofotométrica do cromo hexavalente

A absorvância utilizada neste trabalho foi determinada em um Espectrofotômetro UV-Visível Thermo Fisher Scientific®, modelo Evolution 600 PC, utilizando cubetas de plástico com caminho óptico de 1 cm e comprimento de onda de 540 nm.

Para a determinação do cromo hexavalente utilizou-se o método da difenilcarbazida proposto por Rodier (2009). Preparou-se uma série de 10 padrões nas concentrações: 0,05 mg/L, 0,10 mg/L, 0,15 mg/L, 0,20 mg/L, 0,25 mg/L, 0,30 mg/L, 0,35 mg/L, 0,40 mg/L, 0,45 mg/L, 0,50 mg/L. Transferindo-se volumes de 1,0 mL até 10 mL de uma solução padrão de cromo hexavalente (5 mg/L), preparada anteriormente, para 10 balões volumétricos de 100 mL, completando seu volume com água destilada. A seguir, foram adicionados 3 mL da solução ácida de difenilcarbazida em cada balão. Deixando a solução desenvolver a cor característica durante 10 min, logo após as amostras foram submetidas a uma leitura de absorvância a 540 nm em espectrofotômetro. Na Figura 4 mostra-se a curva obtida, sendo a curva necessária para determinar a concentração de cromo hexavalente a partir da leitura de absorvância das amostras tratadas de forma idêntica aos padrões.



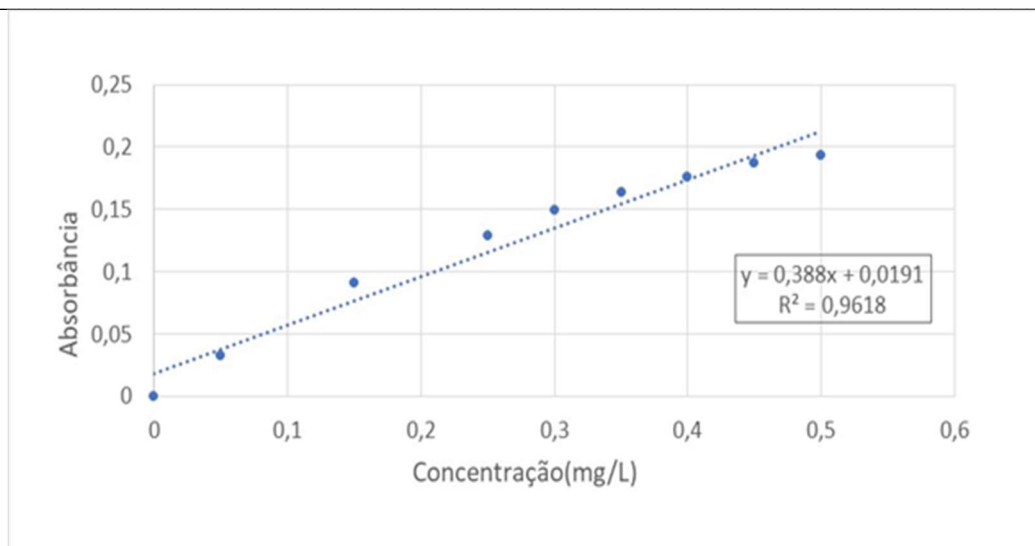


Figura 4. Curva analítica para o cromo hexavalente (0,05 mg/L até 0,50 mg/L). (Autoria própria)

### 2.3. Adsorção

Os ensaios de adsorção ocorreram em banho finito com agitação constante de 180 rpm, a uma temperatura de 25 °C e pH 1,0. Pesou-se 0,1 g dos adsorventes designados como SM0, SM1, SM2, SM3, SM4, SM5 e SM6 em três béqueres diferentes para cada adsorvente. Preparou-se 525 ml de solução de cromo hexavalente 100 mg/L. A solução de cromo teve seu pH equivalente a 5,0 ajustado para 1,0 com o auxílio de um pHmetro, através da adição de ácido clorídrico PA com pureza analítica de 37%. Em seguida, 25 mL de solução de cromo hexavalente 100 mg/L foram adicionados em cada béquer contendo o adsorvente. As sete soluções foram colocadas sob agitação constante.

A capacidade de cromo adsorvido é dada pela Equação 1 e o percentual de remoção de cromo hexavalente pode ser calculado pela Equação 2.

$$q = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1)$$

Onde  $q$  é a capacidade de adsorção em mg/g,  $C_o$  é a concentração inicial do adsorvato em mg/L,  $C_e$  é a concentração do adsorvato no equilíbrio em mg/L,  $V$  é o volume da solução em L e  $m$  a massa do adsorvente em g.

$$\% \text{ Remoção} = 100 \times \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \quad (2)$$

Onde  $C_o$  é a concentração inicial da solução em mg/L e  $C_e$  é a concentração da solução que permanece em solução em mg/L.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Obtenção do bagaço de sementes de melão

Obtivemos diferentes granulometrias do bagaço usando a técnica de peneiramento, como mostra a Figura 5.



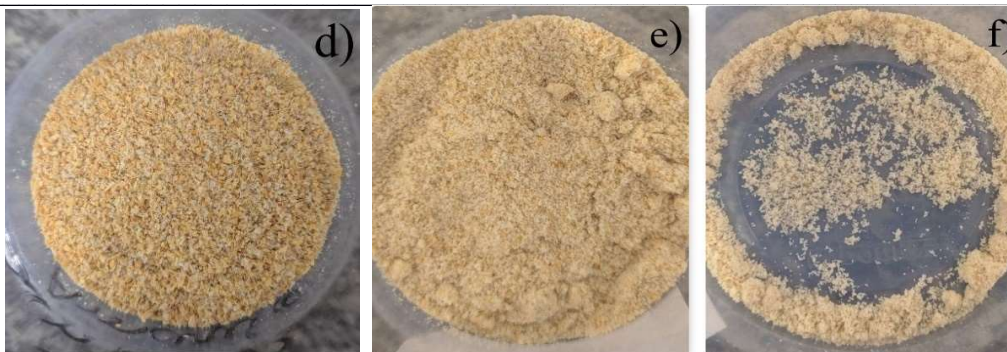


Figura 5. Granulometria do bagaço nos tamanhos de 5 mesh (a), 9 mesh (b), 16 mesh (c), 32 mesh (d), 48 mesh (e) e 200 mesh (f). (Autoria própria)

A granulometria do material varia de acordo com a abertura da peneira, variando desde o mais grosseiro de 9 mesh para um bem fino de 200 mesh. Como o diâmetro de partículas tem grande importância no processo de adsorção, o material escolhido foi o que ficou retido na peneira de 32 mesh, já que este foi um dos que teve maior rendimento cerca de 43% do total. Enquanto os outros diâmetros tiveram 0,074% (5 mesh), 4,4% (9 mesh), 44% (16 mesh), 7,2% (48 mesh) e 0,054% (200 mesh). A Figura 6 mostra o percentual de massa retido em cada granulometria nas respectivas peneiras.

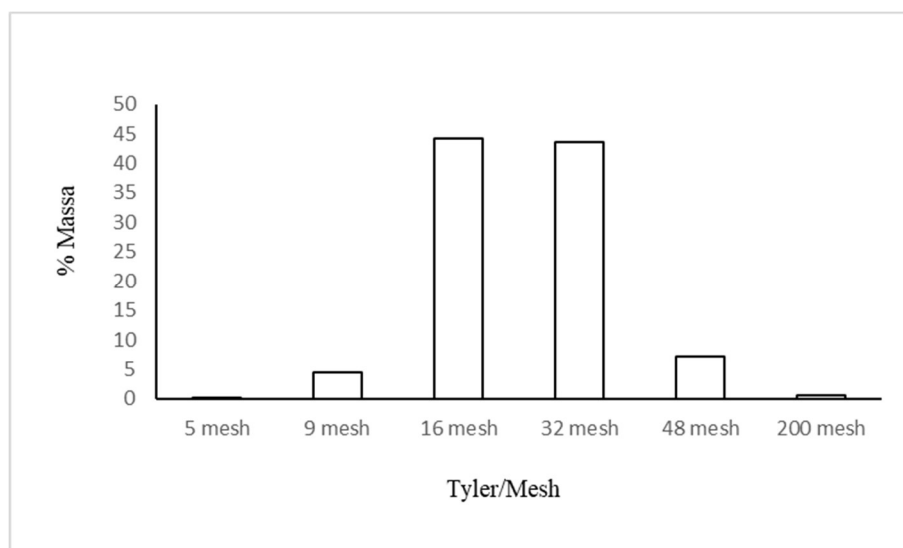


Figura 6. Percentual de massa retido em diferentes Tyler/Mesh. (Autoria própria)

### 3.2. Tratamento do bagaço SM

O adsorvente SM0 não sofreu nenhuma alteração química. Ao contrário dos demais, só ficou sob agitação em um certo intervalo de tempo e em seguida foi submetido a diversas lavagens com água destilada até que o filtrado não apresentasse absorvância na região do visível em espectrofotômetro. Já os outros bagaços foram submetidos a tratamentos com a concentração de 25% e 75% de ácido sulfúrico em diferentes intervalos de tempo (5, 10 e 15 minutos). A Figura 7 mostra as diferenças visuais do bagaço após cada tratamento.

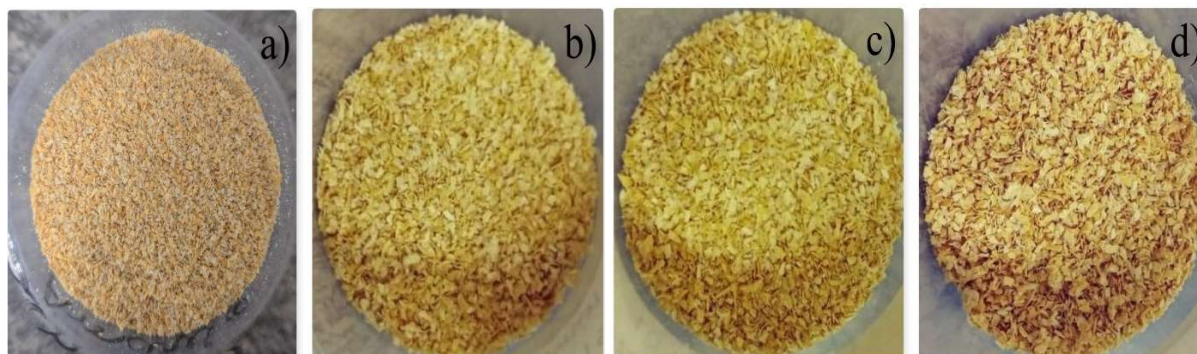




Figura 7. SM0 (a), SM1 (b), SM2 (c), SM3 (d), SM4 (e), SM5 (f) e SM6 (g). (Autoria própria)

As alterações de coloração entre os bagaços tratados e o não tratado sugerem que o material sofreu alterações químicas quando entrou em contato com o ácido sulfúrico. Sua coloração ficou mais escura com o aumento da concentração do ácido sulfúrico e do tempo de contato.

### 3.3. Percentual de remoção

A partir dos testes de adsorção em banho finito, foi possível determinar o percentual de remoção de cromo hexavalente de cada adsorvente.

A Figura 8 mostra o percentual de remoção em função dos diferentes adsorventes e seus tratamentos com o pH 1,0.

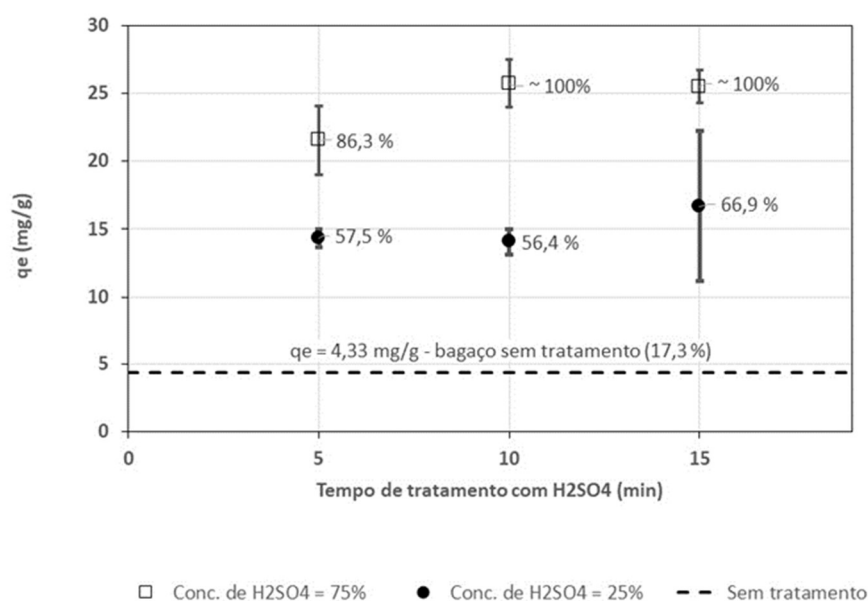


Figura 8. Percentual de remoção e capacidade de adsorção de cada adsorvente no pH 1,0. (Autoria própria)

Na Figura 8 podemos perceber que o bagaço sem tratamento apresentou percentual de remoção de 17,3% e a capacidade de adsorção (q) igual a 4,33 mg/g, valores inferiores aos bagaços com tratamento. O bagaço com tratamento com concentração de 25 % de ácido sulfúrico resultou em porcentagens acima do bagaço sem tratamento, com porcentagens de 57,5%, 56,4% e 66,9% para cada bagaço com seu respectivo tempo de contato, 5, 10 e 15 minutos, e q com valores respectivos de 14,3 mg/g, 14,07 mg/g e 16,7 mg/g. Já o bagaço com tratamento de 75% em concentração de ácido sulfúrico destacou-se em comparação aos outros com percentuais bem elevados, de 86,3% e 100%, para cada bagaço e seus tempos de contato com o ácido, e valores de q de 21,5 mg/g, 25,7 mg/g e 25,4 mg/g, respectivamente.

### 4. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, observamos que o bagaço de sementes de melão (*Cucumis melo L.*) demonstrou ser um bom adsorvente, quando tratado com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), na adsorção de cromo hexavalente. O ácido sulfúrico aumentou a capacidade de adsorção e o percentual de remoção do material, fazendo com que o bagaço com tratamento de 75% em concentração de ácido sulfúrico apresentasse um percentual de remoção de até 100% e capacidade adsorvida (q) de 25,7 mg/g, já o adsorvente sem tratamento alcançou apenas 17,3% de remoção nas mesmas condições de pH igual a 1,0, temperatura de 25 °C e agitação constante de 180 rpm e capacidade adsorvida de 4,33 mg/g. Podemos concluir que com o aumento da concentração do ácido sulfúrico e do tempo de contato, melhora a capacidade adsorvida e seu percentual de remoção obtidos pelos adsorventes de semente de melão.



Finalmente, pode-se ressaltar que os adsorventes provenientes do bagaço das sementes de melão (*Cucumis melo* L.) são promissores para remover o cromo hexavalente, sobretudo quando tratados com ácido sulfúrico.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais / Ronaldo Ferreira do Nascimento ... [et al.]. - Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.
- [2] ALVES, F. C. Estudo dos processos de adsorção utilizando argilas como adsorventes para remoção do corante verde malaquita. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- [3] BARBOSA, ARS de S. Caracterização e aplicação na remoção de cromo hexavalente de um bioadsorvente obtido de endocarpo de spondias purpurea l. 130 f. 2017. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN.
- [4] BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Portaria nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000: aprova o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001. 32 p.
- [5] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, Brasília, DF, 2005, 23p.
- [6] CARDOSO, N. F.; Remoção do corante azul de metileno de efluentes aquosos utilizando casca de pinhão in natura e carbonizada como adsorvente. 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- [7] COELHO, G. F.; GONÇALVES JR., A. C.; SOUSA, R. F. B.; SCHWANTES, D.; MIOLA, A. J.; DOMINGUES, C. V. R. Uso de técnicas de adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em águas. Journal of Agronomic Sciences, v. 3, p. 291-317, 2014.
- [8] COSTA, Nivaldo Duarte. A cultura do melão. Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E), 2008.
- [9] CRISÓSTOMO, L. A. et al. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Embrapa Agroindústria Tropical; Circular Técnica, 2002.
- [10] GERHARDT, Rafael; DE ALMEIDA PINTO, Luiz Antonio. Adsorção de  $\text{Cr}^{6+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$  utilizando filmes e blendas de quitosana e spirulina sp, 2019. 88 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Rio Grande/RS.
- [11] LEOCÁDIO, A. N. et al. Estudo da remoção do corante laranja reativo 3R-MR utilizando sementes de melão (*Cucumis melo* L.) como adsorvente via planejamento experimental. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 2, p. 14618-14625, 2015.
- [12] MOHAN, D.; RAJPUT, S.; SINGH, V. K.; STEELE, P. H.; PITTMAN JR., C. U. Modeling and evaluation of chromium remediation from water using low cost bio-char, a green adsorbent. Journal of Hazardous Materials, v. 188, p. 319-333, 2011.
- [13] OLIVEIRA, Jorge Luiz Bezerra de. Adsorção de cromo hexavalente utilizando bagaço de sementes de seriguela (*Spondias purpurea* L.) submetido a diferentes tratamentos de ativação / Jorge Luiz Bezerra de Oliveira. -2016.
- [14] TEJADA TOVAR, Candelaria et al. Absorción de Cromo Hexavalente en soluciones acuosas por cascaras de naranja (*Citrus sinensis*). Producción+ Limpia, v. 10, n. 1, p. 9-21, 2015.
- [15] VALLADARES-CISNEROS, María Guadalupe et al. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, v. 16, n. 31, p. 55-73, 2017.
- [16] XAVIER, A. S. et al. REMOÇÃO DE CÁDMIO E CROMO USANDO CASCA DE CAFÉ COMO ADSORVENTE EM PROCESSO BATELADA. p. 77-83. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. São Paulo: Blucher, 2019.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA  
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às quatorze horas do dia sete de fevereiro de dois mil e vinte, na sala de aula do prédio do Laboratório de Tecnologia de Alimentos – Centro de Engenharias da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **Valéria Laís Nogueira da Silva Correia** aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula **2016021351**, com o título **“REMOÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE UTILIZANDO BIOADSORVENTE OBTIDO DA SEMENTE DE MELÃO (Cucumis melo L.)”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; MSc. Francisco Leonardo Gomes de Menezes e Engenheira Honorina Fernandes Pimenta, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,0 ; 10,0 ; 9,5. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,5. E para constar, eu, Ricardo Henrique de Lima Leite, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 07 de fevereiro de 2020.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA  
Presidente e orientador

MSc. Francisco Leonardo Gomes de Menezes – UFERSA  
Primeiro Membro

Engenheira Honorina Fernandes Pimenta - UFERSA  
Segundo Membro