



## **ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO COM BAGAÇO DE CANA E SERRAGEM COM E SEM PRÉ-TRATAMENTO DA BIOMASSA**

A.C.R. BALSAMO<sup>1</sup>, A.P. PRATA<sup>1</sup>, G.A. RODRIGUES<sup>1</sup>, L.V.D. OLIVEIRA<sup>1</sup>, P. H. C. BARBOSA<sup>1</sup>, S.C. DANTAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Departamento de Engenharia Química

*RESUMO – Nos dias de hoje, têm-se grande preocupação com o destino das diferentes biomassas geradas nas indústrias. Uma das aplicações destas biomassas é como adsorvente no tratamento de uma solução, como um efluente ou contaminante não desejado. Neste trabalho, foram realizados quatro testes com dois adsorventes diferentes, sendo eles o bagaço de cana e a serragem. Foi feito o tratamento destes dois adsorventes em NaOH 0,1 M para que fosse possível uma comparação do processo com os adsorventes sem o tratamento prévio. Cada teste durou de 35 a 43 minutos variando de acordo com o adsorvente utilizado. Nota-se que para a serragem, a capacidade de adsorção, foi maior para a tratada e para o bagaço de cana, o tratamento não teve grande influência no resultado.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional e o aumento da atividade industrial têm causado problemas ambientais cada vez mais críticos e frequentes, podendo ser observados através de alterações na qualidade do solo, ar e água. Por este motivo a busca por novas alternativas, para minimizar os danos causados por estas ações antrópicas, tem sido cada vez mais considerada (Kunz et. al., 2002).

Os resíduos gerados na agricultura têm se tornado cada vez mais frequentes, o Brasil é considerado como um dos maiores produtores agrícolas devido a sua disponibilidade de área para cultivo. Alguns resíduos de origem agrícola, aqueles que possuem um poder calorífico considerado para ser usado como combustível, apresentam grande potencial para serem utilizados na produção de energia, como exemplo, casca de frutos, bagaços, rejeitos madeireiros, entre outros (VIEIRA, 2012).

O uso da técnica de adsorção tem sido empregado com sucesso na remoção de corantes. Fibras naturais como a fibra de coco verde, ou de bagaço de cana-de-açúcar e entre outras biomassas, pode ser citado como uma solução alternativa, pois apresenta uma boa viabilidade econômica, junto de um menor risco ao meio ambiente. Além disso, proporciona uma grande eficiência de remoção sem perda da identidade química, por ser um método não destrutivo (CUNICO, 2009).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de adsorção de uma solução de

---

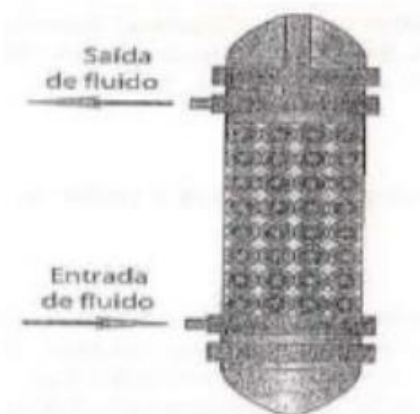


azul de metileno em uma coluna de leito fixo usando bagaço de cana-de-açúcar e serragem como adsorventes, com e sem pré-tratamento. Foram analisados capacidade de adsorção do adsorvente, ponto de ruptura, ponto de equilíbrio, altura utilizável e altura não utilizável.

## 2. COLUNA DE ADSORÇÃO

A absorção é um fenômeno onde o adsorbato em fase gasosa ou líquida é transferido para uma superfície de fase sólida. A transferência destes elementos tem como força motriz a diferença de concentrações entre o seio do fluido e a face do adsorvente. Na maioria dos casos o adsorvente é constituído por partículas que são empacotadas em um leito fixo, podendo ser chamada como coluna de recheio ilustrado na Figura 1, por onde flui a fase fluida continuamente até que não existe transferência de massa no sistema (OLIVEIRA, 2014).

Figura 1 – Representação da coluna de recheio.

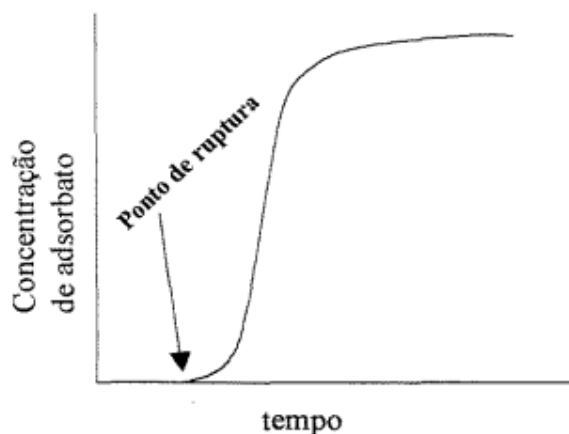


Fonte: Cremasco (2012).

Através dos dados experimentais obtidos dos ensaios de absorção, é possível montar a curva de ruptura dada na Figura 2, que mostra quando o adsorbato alcança o topo do leito, onde é detectado o primeiro ponto de concentração não-nula do processo (HOMEM,2001).



Figura 2 – Representação da Curva de Ruptura (HOMEM, 2001)



Fonte: Autores (2018).

A curva de ruptura é obtida a partir dos dados de concentração do corante, é necessário que as concentrações de corante na alimentação e na saída da coluna sejam iguais. Os dados são coletados na saída da coluna de adsorção em leito fixo em função do tempo, até atingir a concentração de equilíbrio (Bordignon,2013).

A altura útil  $H_u$  é a altura do leito que foi utilizada até o ponto de ruptura, conforme Equação 1. Ela é encontrada a partir do tempo equivalente a capacidade total do leito ( $t_t$ ), tempo útil ( $t_u$ ), tempo equivalente a capacidade utilizável do leito, e a altura total do leito ( $H_t$ ) (Bordignon,2013).

$$H_u = \frac{t_u}{t_t} H_t \quad (1)$$

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu no período de agosto a novembro de 2018 no laboratório de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias da Universidade Federal do Triângulo Mineiro em Uberaba - MG. Para o estudo utilizou-se como adsorbato, solução de azul de metileno 1% (v/v) e adsorvente, o bagaço de cana e a serragem com e sem pré-tratamento em meio básico. Para o pré-tratamento, os adsorventes foram mergulhados em solução de NaOH 0,1 M por 18 h, depois lavados e deixados no secador por 24 h.



Para realização do procedimento experimental com o bagaço de cana, primeiramente foi preparada 2 litros de uma solução de água com azul de metileno a uma concentração de 6 mL/L. A coluna foi preenchida com bagaço de cana, a massa de bagaço foi previamente pesada por diferença. Para isso, mediu-se a massa do béquer com bagaço antes de colocar bagaço na coluna e após colocar, e a diferença encontrada foi a massa de bagaço dentro da coluna. A coluna foi colocada no suporte universal, as mangueiras foram devidamente conectadas na coluna, bomba, e no recipiente com solvente conforme Figura 3.

Figura 3 –Coluna montada no suporte universal.



Fonte: Autores (2018).

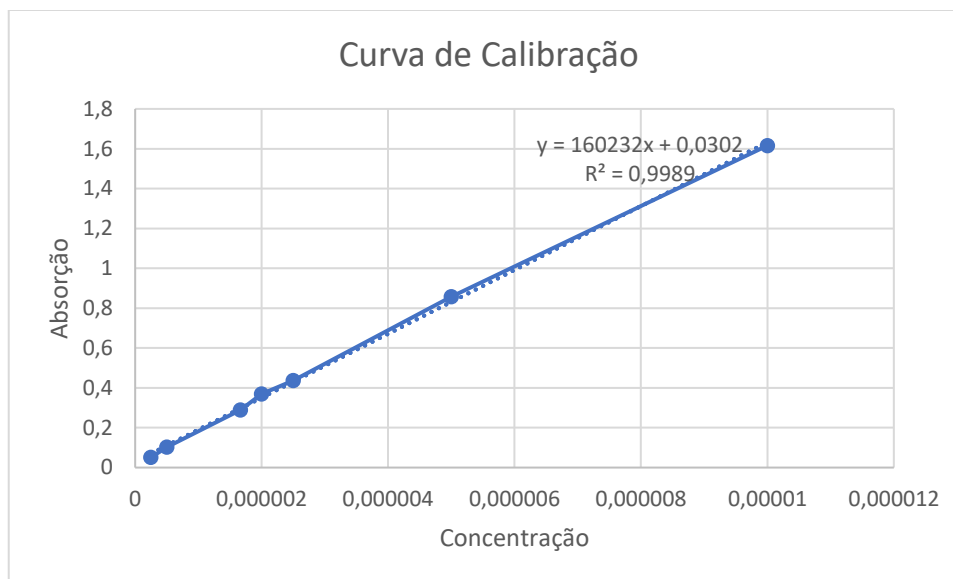
A partir da primeira gota de líquido que caiu no recipiente foi iniciada a contagem de tempo, e amostras de líquido foram coletadas periodicamente, trocando o recipiente. Cada amostra coletada foi levada ao espectrofotômetro para medir a absorvância e assim calcular a concentração de azul de metileno presente na amostra. Para medir a absorvância, o espectrofotômetro foi colocado em um comprimento de onda de 664 nm e calibrado com água destilada. Amostras com absorvância maior que 1,0 foram diluídas em água destilada para que pudessem ser medidas de forma correta (Lei de Beer).

O procedimento é repetido com o bagaço de cana tratado com NaOH, com a serragem com tratamento e sem pré-tratamento. Mas com a serragem, a concentração do azul de metileno utilizada foi de 16 mL/L.

Uma curva de calibração de solução de azul de metileno foi realizada previamente para se obter a absorvância em função das diferentes concentrações, ilustrada no Gráfico 1.



Gráfico 1 – Curva de calibração para azul de metileno



Fonte: Autores (2018)

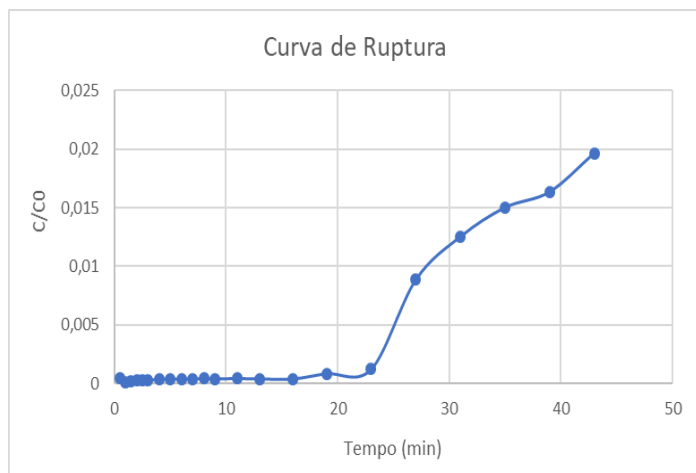
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme já descrito anteriormente, foram realizados quatro procedimentos utilizando dois tipos de adsorvente na coluna de absorção. Estes foram analisados e apresentaram os resultados descritos a seguir.

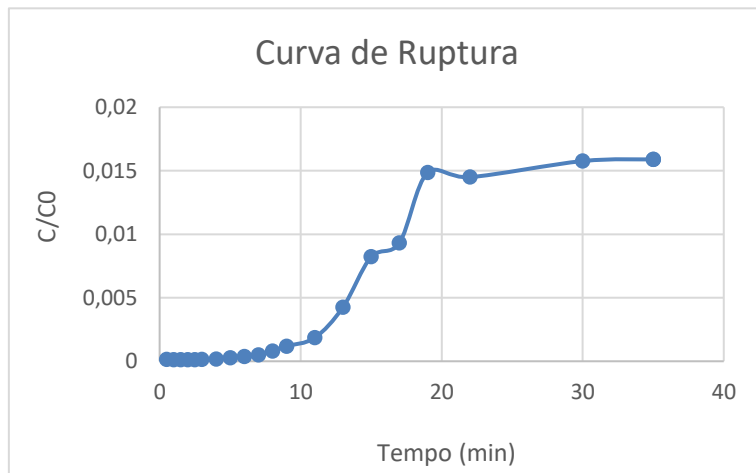
A partir das medidas de absorvância e dos valores encontrados da concentração de azul de metileno, foi construída a curva de ruptura, Figura 4, para a serragem não tratada com NaOH. Nesta curva, podemos observar que o ponto referente à 23 minutos é o tempo de ruptura, e o tempo de equilíbrio se refere a 43 minutos. Já na Figura5, obteve a curva de ruptura para a serragem tratada com NaOH. Nesta, observa-se que o ponto referente a 9 minutos é o tempo de ruptura, e o tempo de equilíbrio se refere a 35 minutos. Esses tempos de ruptura foram estipulados a partir do momento em que a razão de concentração ( $C/C_0$ ) começou a subir rapidamente.



**Figura 4 – Ruptura serragem não tratada.**



**Figura 5 – Ruptura serragem tratada.**



Fonte: Autores (2018).

Com base nos gráficos, é possível notar que tanto o tempo de equilíbrio, quanto razão de concentração ( $C/C_0$ ) foram menores para a serragem tratada. Isso acontece porque a concentração inicial ( $C_0$ ) é a mesma durante os dois procedimentos e a concentração ( $C$ ) para a serragem tratada é menor.

Como um comparativo para a serragem, quando tratada com NaOH, obteve-se uma maior capacidade de adsorção e um total de azul de metileno maior conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 – Capacidade de adsorção da serragem.**

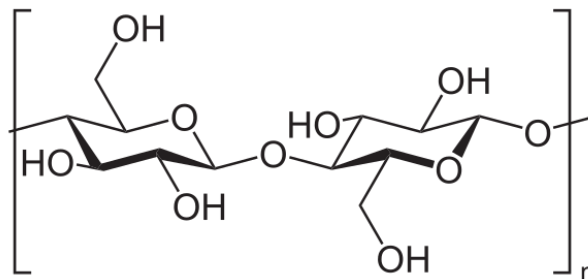
	Capacidade de adsorção (g Azul de metileno / g serragem)	Total de Azul de metileno adsorvido
Serragem não tratada	0,01769	0,08918
Serragem tratada	0,02154	0,1085

Fonte: Autores (2018).

Tal adsorção é possível devido ao fato de a madeira ser composta celulose, que apresenta grupos de hidroxila em sua, o que torna capaz de interagir. A estrutura da celulose é mostrada na figura a seguir.



Figura 4 – Estrutura da celulose.



Fonte: WIKIWAND (2010).

A celulose é um polímero de alto peso molecular, que contém regiões com alto grau e desordem molecular. Segundo Piccoli (2008), "A teoria geral do tingimento, inicialmente ocorre a penetração de pigmentos por difusão no interior das fibras e posteriormente a adsorção." Com isso, a adsorção ocorre pelo fato da formação de ligações de hidrogênio e da atração devido às forças de Van der Waals entre os grupos funcionais da celulose e do azul de metileno.

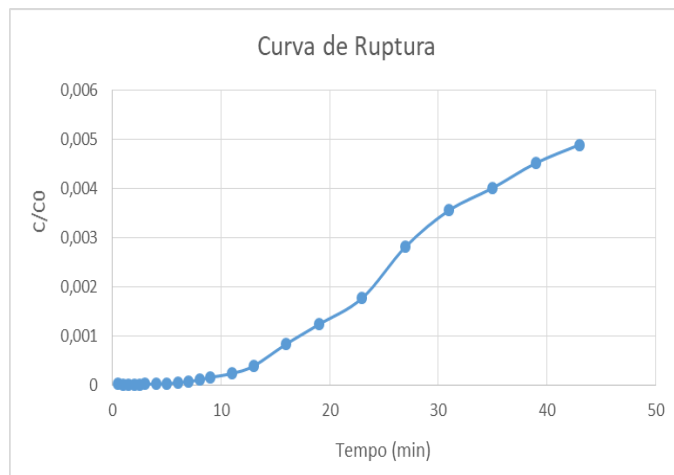
Diante ao aumento da taxa de adsorção após tratamento químico com NaOH é evidenciado devido ao aumento de pontes de hidrogênio entre a celulose da serragem e o azul de metileno, elevando assim a atração eletrostática entre tais elementos. Segundo Liu et al (2012), o pH é um dos parâmetros mais significativos que influenciam no processo de adsorção, ficando claro que a capacidade de adsorção é notavelmente alterada pela mudança no pH.

O cálculo para o total de azul de metileno adsorvido foi feito com base na concentração padrão, vazão da bomba e o tempo de equilíbrio. Para achar a capacidade de adsorção usou-se o total de azul de metileno adsorvido e dividiu-se pela quantidade em gramas de serragem utilizada na coluna. Dessa forma, o total de azul de metileno adsorvido representa a porcentagem de azul de metileno que a serragem em ambos procedimentos (tratada e não tratada) consegue adsorver. Já a capacidade de adsorção representa a quantidade em gramas de azul de metileno/ gramas de serragem.

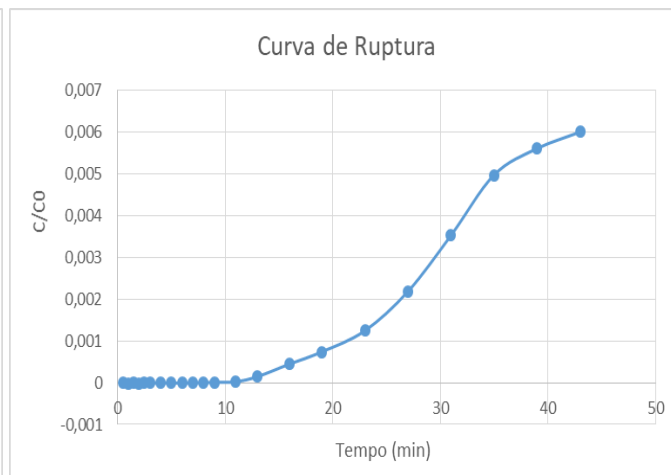
Para o bagaço de cana, assim como para a serragem, os comprimentos de onda para cada amostra coletada em ambos os casos (pré-tratado e não pré-tratado) foram obtidos e a partir da curva de calibração, obteve-se as concentrações de azul de metileno para a construção das curvas de ruptura (Figuras 6 e 7)



**Figura 6 – Ruptura bagaço não tratado.**



**Figura 7 – Ruptura bagaço tratado.**



Fonte: Autores (2018).

Pode-se verificar que, diferentemente da serragem, no caso do bagaço o comportamento para ambas as corridas (amostra não tratada e tratada) foi muito similar. Ambas as amostras apresentaram tempo de ruptura próximo dos 13 minutos, e tempo de equilíbrio a partir dos 43 minutos, aproximadamente.

Fez-se também o comparativo para o bagaço, quando tratada com NaOH, conforme se verifica na Tabela 2.

**Tabela 2 – Capacidade de adsorção do bagaço.**

	Capacidade de adsorção (g Azul de metileno / g bagaço)	Total de Azul de metileno adsorvido
Bagaço não tratado	0,01352282	0,068155
Bagaço tratada	0,014001984	0,07073

Fonte: Autores (2018).

Entretanto, como já citado anteriormente, em comparação com a bibliografia, esperava-se que o poder de adsorção do bagaço de cana tratado com solução básica fosse maior. Todavia, durante a realização dos testes, o bagaço de cana não tratado disponível para a realização da corrida se encontrava em granulometria consideravelmente menor se comparado à do bagaço de cana tratado previamente, o que pode ter trazido ao adsorvente não tratado uma melhor capacidade de adsorção, e aproximado as curvas de ruptura.





## 5. CONCLUSÕES

Inferiu-se que a serragem e o bagaço de cana são resíduos agroindustriais passíveis de serem utilizados como adsorventes para o processo de adsorção de azul metileno.

Verificou-se, ainda, que o processo de separação por adsorção mostrou-se bastante eficaz para a remoção de poluentes diluídos em efluentes líquidos, devido a capacidade de adsorção de ambos adsorventes serem consideráveis.

O resultado dos procedimentos mostrou-se que para a serragem a capacidade de adsorção foi maior na serragem tratada com NaOH, sendo 0,02154 e para a não tratada 0,01769. Já para o bagaço de cana, obteve-se resultados bastante próximos, possivelmente devido a diferenças na granulometria dos adsorventes, sendo 0,01352 para não tratado e 0,014 para o tratado.

## 6. REFERÊNCIAS

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G.; DURÁN, N. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Química nova, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 72 f., Cascavel, Paraná, 2012.

BELTRAME, L. T. C. **Caracterização de efluente têxtil e proposta de tratamento**. Curso de Pós - Graduação em Engenharia Química, UFRN. Natal –RN, 2000.

SOUZA, R. S., LIMA, L.M.R., SILVA, V.L.M.M. **Adsorção de óleo diesel em sistema de leito diferencial com biomassa bagaço de cana-de-açúcar**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. CAMPO GRANDE, v.6, p.123-126, 2011

CUNICO, P.; MAGDALENA, C. P.; CARVALHO, T. E. M.; FUNGARO, D. A. **Adsorção de corante reativo preto 5 em solução aquosa utilizando cinzas leves de carvão**. International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2009.

OLIVEIRA, L. R. **Remoção de alumínio em sistemas contínuos por adsorção em coluna de leito fixo com carvão ativado**. Dissertação de Pós Graduação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

HOMEM, E. **Remoção de chumbo, níquel e zinco em zeólita utilizando sistema de leito fluidizado**. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, 2001



BARROS, A. R. B., **Remoção de Íons Metálicos em Água Utilizando Diversos Adsorventes.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2001.

BORDIGNON, V. A. F. et. al. , **Obtenção das curvas de ruptura de adsorção do corante reativo Azul 5G utilizando escamas do peixe Oreochromis niloticus.** 3º Encontro Paranaense de Engenharia e Ciência, p. 52-55, Toledo - PR, 2013