

## II-423 - REMOÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO (AM) UTILIZANDO COMO ADSORVENTE A CINZA DA CASCA DO ARROZ (CCA)

**Jarbas Rodrigues Chaves<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental pelo Instituto Centec. Especialista em Gestão de Recursos Hídricos. pelo Instituto Centec. Técnico de Laboratório do Instituto Federal do Ceará – IFCE, Campus Limoeiro do Norte.

**Hosineide de Oliveira Rolim<sup>(2)</sup>**

Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

**Heraldo Antunes Silva Filho<sup>(3)</sup>**

Graduação em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

**Elivania Vasconcelos Moraes dos Santos<sup>(4)</sup>**

Graduação em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará - IFCE. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Estevam Remígio, 1145 - Centro – Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62930-000 - Brasil - Tel: (88) 3447-6413 - e-mail: [jarbasrodrigues@ifce.edu.br](mailto:jarbasrodrigues@ifce.edu.br)

### RESUMO

Dentro do contexto ambiental a indústria têxtil apresenta um especial destaque, por ser uma grande fonte geradora de efluentes, caracterizados por serem altamente tóxicos e coloridos devido à presença de corantes que não se fixam na fibra do tecido. Técnicas convencionais de tratamento de efluentes como coagulação/floculação, adsorção com carvão ativo, lodo ativo não têm demonstrado eficiência ótima, devido à alta estabilidade e a difícil degradação dos corantes. De acordo com a problemática citada, o presente trabalho consiste em avaliar a remoção de um corante, o Azul de Metileno (AM), através de um material sem nenhum valor econômico e muito abundante, a Cinza da casca do arroz (CCA), resíduo negro de difícil degradação e sem maior utilização, potencialmente poluidora se lançada nos recursos hídricos. Os ensaios analíticos para remoção do corante foram realizados em triplicata com sistemas em repouso e com agitação em temperatura ambiente. Foram analisados os efeitos da dosagem, variando a massa do adsorvente, o efeito do tempo de contato corante e cinza em sistemas em repouso, o sistema sobre a influência de agitação e o efeito da concentração do corante. Através do tratamento analítico dos dados, foram analisadas as isotermas de adsorção pelas equações de Langmuir e Freundlich, mostrando uma boa correspondência para os dois modelos. Os resultados das taxas de remoção demonstraram que a CCA é um adsorvente que pode ser utilizado na remoção de corantes e na redução de cor de efluente têxtil, sendo uma alternativa econômica e ambientalmente sustentável em relação a outras tecnologias de tratamento de água residuárias industriais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Remoção, Azul de metileno (AM), cinza da casca do arroz (CCA).

### INTRODUÇÃO

Atualmente, com a crescente exploração e escassez dos recursos naturais, o tratamento de efluentes industriais torna-se uma necessidade na preservação da natureza, principalmente no que se refere aos corpos hídricos, que recebem, como por exemplo, de indústrias têxteis, grandes volumes de efluentes, com composição variada e elevada toxicidade.

Os corantes quando presentes nos corpos hídricos interferem negativamente na demanda química de oxigênio e na fotossíntese de algas, além de alguns possuírem propriedades carcinogênicas e serem pouco biodegradáveis (SILVA, 2010).

Dessa forma a remoção da cor dos efluentes é de fato um dos grandes problemas enfrentados pelas indústrias têxteis, isso porque, a elevada estabilidade biológica dos corantes dificulta sua degradação pelos sistemas convencionais de tratamento, baseados normalmente em lodo ativo (CARVALHO, 2006).

Um processo de grande empregabilidade industrial voltado para eliminação desses contaminantes (corantes) de águas residuárias, é a adsorção (termo utilizado para descrever o fenômeno no qual moléculas que estão presentes em um fluido, líquido ou gasoso, concentram-se espontaneamente sobre uma superfície sólida), que exige baixos custos e apresenta elevadas taxas de remoção (id, 2006).

De acordo com Figueiredo (1996) e Carvalho (2006), os adsorventes de maior empregabilidade em escala industrial são as zeólitas, resinas, polímeros, sílica gel e carvão ativado. Este último é o mais comumente utilizado, no entanto, por causa do seu alto preço e das perdas ocorridas durante o processo de recuperação do adsorvente, sua aplicação torna-se onerosa.

A procura por um adsorvente deve levar em consideração sua seletividade quanto à adsorção, capacidade de remoção e vida longa, devendo o mesmo estar disponível em grandes quantidades e a custo econômico (FIGUEIREDO, 2000). No atendimento a essas características, aparece a cinza da casca de arroz, adsorvente esse, que pode ser largamente encontrado no meio ambiente na forma de resíduo, o que dispensa custos de aquisição e proporciona benefícios ambientais advindos da retirada desse rejeito da natureza.

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo verificar a eficiência de um material de baixo custo como adsorvente na remoção de corante, a cinza da casca do arroz.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A solução do corante foi preparada a partir de azul de metileno P.A com 99,5% de pureza. Foi preparada uma solução estoque de 1000 mg.L<sup>-1</sup> e através de diluições, obteve-se as soluções com as concentrações desejadas.

As cinzas da casca do arroz (CCA) são provenientes da utilização das cascas em caldeiras para geração de energia térmica e foram cedidas pela CIVAB - Cooperativa Central Agropecuária dos Irrigantes do Vale do Banabuiú LTDA (Morada Nova – CE). O único tratamento dado às cinzas da casca do arroz antes de utilizadas nos sistemas foi à secagem em estufa a uma temperatura de 105°C por 24 horas.

Para todos os testes foram utilizado 50 mL da solução do corante Azul de Metileno (AM). Decorrido os tempos de trabalho, a concentração remanescente do corante foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular (EAM), utilizando espectrofotômetro UV-visível em comprimento de onda de 655 nm determinado através de uma varredura utilizando uma solução do corante.

Os ensaios analíticos foram feitos em triplicata a temperatura ambiente (26° a 30°C) com sistemas primeiramente em repouso, variando a dosagem do adsorvente (0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,5 e 2,0 g) que foram postas em contato durante 48 h com a solução aquosa de 50 mg.L<sup>-1</sup> do azul de metileno, a fim de se determinar a massa ideal para os demais testes.

Avaliou-se também o tempo de contato com os sistemas em repouso, com concentração inicial de 50 mg.L<sup>-1</sup> durante 24, 28, 32, 36, 40, 44 e 48 h utilizando 1g da CCA. A taxa de descoloração foi medida através do decréscimo da concentração inicial através da relação:

$$TR = 100 \cdot (C_0 - C)/C \quad [Eq. 01]$$

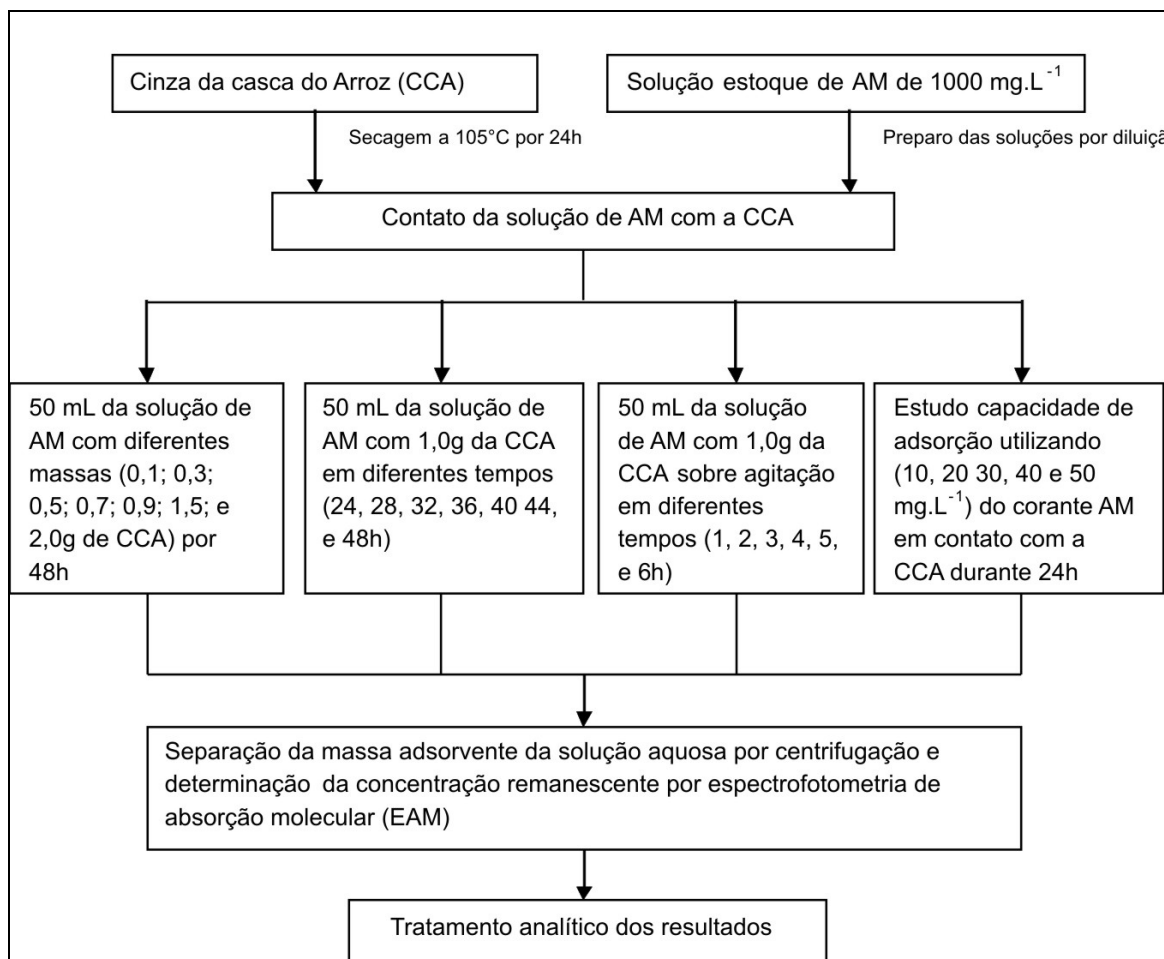
onde TR é a taxa de remoção do corante em porcentagem e C<sub>0</sub> e C, as concentrações iniciais e finais, respectivamente, onde a concentração final foi calculada através da equação do gráfico obtido pela curva de calibração do aparelho apresentando um R<sup>2</sup> = 0,9923.

Posteriormente foram feitos testes com a solução do corante e as cinzas sob a influência de agitação em mesa agitadora orbital Tecnal, modelo TE – 145, à velocidade de 100 rpm, utilizando 1g da CCA durante 1h, 2h, 3h, 4h, 5h e 6h. Após todos os ensaios o material adsorvente foi separado da solução por processo de centrifugação a 1500 rpm durante 5 minutos antes de determinar as concentrações finais e a taxa de remoção (TR).

O estudo da capacidade de adsorção do corante foi feito utilizando concentrações do AM variando de 10 a 50 mg.L<sup>-1</sup> em contato com 1g do adsorvente durante 24h com sistemas em repouso. Decorrido o tempo à concentração final foi determinada por EAM. Com os dados obtidos foram traçados os gráficos das isotermas de adsorção através dos modelos de Langmuir e Freundlich. A capacidade de adsorção do AM  $Q_e$  (mg.g<sup>-1</sup>) foi determinada através da equação:

$$Q_e = [(C_o - C_e) \times V]/m \quad [\text{Eq. 02}]$$

onde  $C_o$  é a concentração do soluto na solução inicial (mg.L<sup>-1</sup>);  $C_e$ , concentração do soluto no equilíbrio (mg.L<sup>-1</sup>); V, volume da solução (L); m, massa do adsorvente (g).



**Figura 1 – Metodologia utilizada**

## RESULTADOS

### Efeito da dosagem da CCA

Os ensaios com dosagens diferentes das cinzas serviram para avaliar a capacidade do material de remover o corante e qual a dosagem ótima para os demais testes. Os testes utilizando diferentes dosagens da CCA apresentaram uma remoção de 78 a 97% em relação à concentração inicial de 50 mg.L<sup>-1</sup> do AM. A partir da dosagem de 0,7 g os resultados mostraram-se lineares, justificando a utilização de 1g de cinzas durante os demais testes (ver Figura 1).

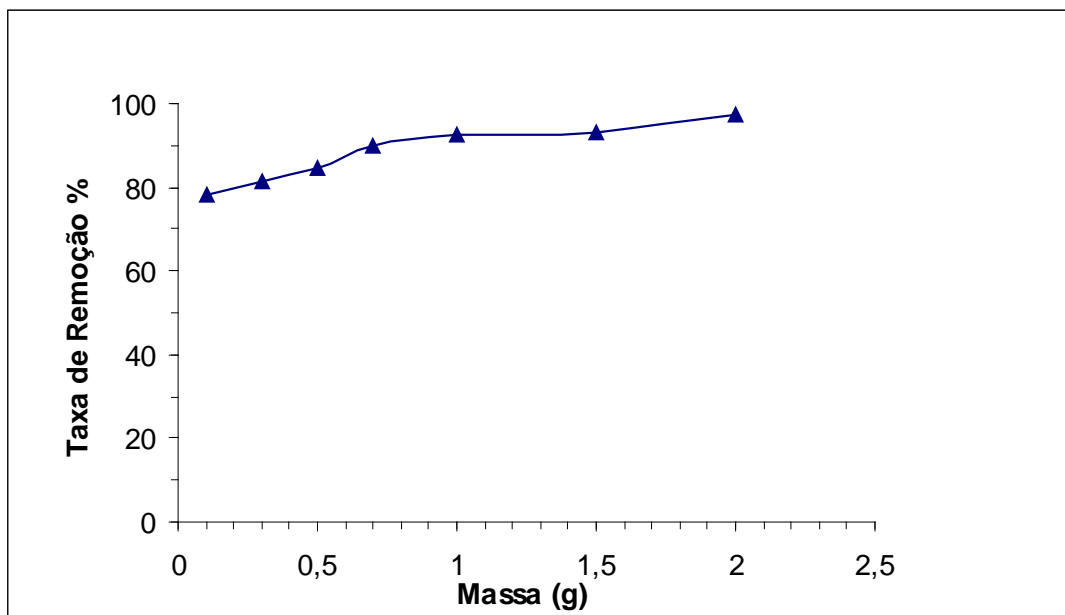


Figura 1: Remoção do corante AM utilizando diferentes dosagens da CCA

#### Efeito do tempo de contato em sistemas em repouso e com agitação

Os ensaios com os sistemas em repouso variando o tempo de contato mostraram resultados expressivos com taxas de remoção do corante entre 83 % e 94 % demonstrando afinidade das cinzas pelo corante (ver Figura 2).

Os ensaios ainda apresentaram melhores resultados com os sistemas sob agitação mecânica obtendo taxas de remoção em um tempo muito menor de contato. O efeito da agitação influencia na velocidade de adsorção do corante pelas cinzas, isto devido à maior facilidade do contato do corante com os sítios de adsorção devido à mistura da massa adsorvente na solução. Assim em apenas 1 (uma) hora de contato já se tem taxas de remoção de aproximadamente 80% do corante, diminuindo em 23 horas quando comparado com o tempo de contato para os sistemas em repouso, no qual se obteve uma mesma taxa de remoção .

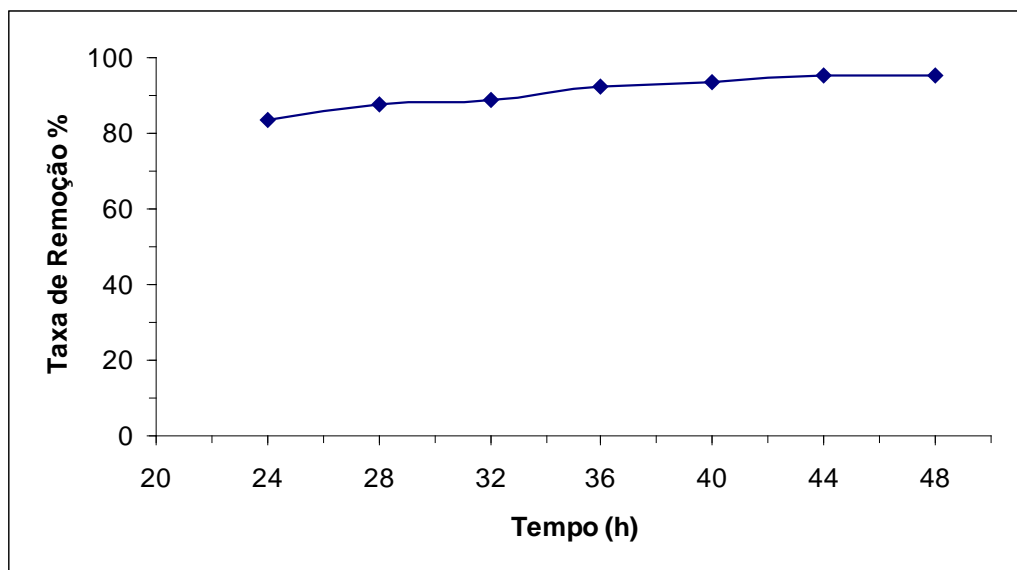


Figura 2: Remoção do corante AM em repouso

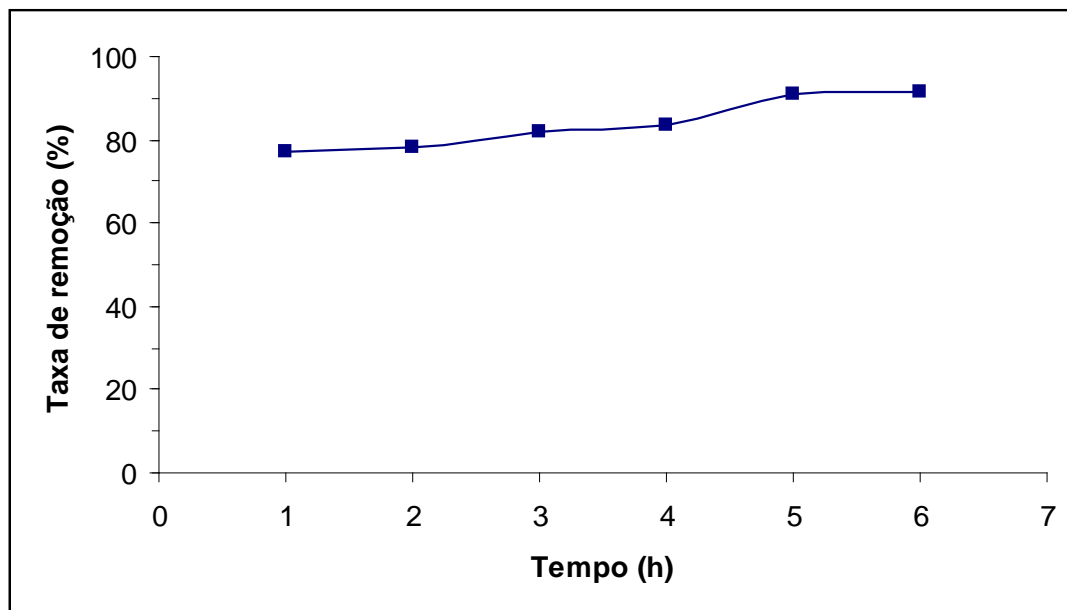


Figura 3 – Teste de adsorção com agitação a 100 rpm

**Variação da concentração do adsorbato e as isotermas de adsorção**

Pelos dados analisados percebe-se que o percentual de remoção do AM decresce quando aumenta a concentração do adsorbato na solução (ver Tabela 1), tal fato pode ser justificado pelo preenchimento dos sítios ativos do adsorvente restando apenas regiões de mais difícil acesso.

**Tabela 1 – Dados obtidos nos testes das isotermas de adsorção**

$C_o$ (mg.L <sup>-1</sup> )	$C_e$ (mg.L <sup>-1</sup> )	$Q_e$ (mg.g <sup>-1</sup> )	Taxa de Remoção (%)
10	0,62	0,47	93,78
20	1,75	0,91	91,27
30	5,64	1,22	81,19
40	8,26	1,59	79,35
50	11,25	1,94	77,50

As isotermas de adsorção foram determinadas para o sistema em repouso com os dados obtidos através do contato corante/cinza, usando o modelo de isotermas de Langmuir e Freundlich (CHAVES *et al.* 2009).

O modelo de Langmuir é descrito pela equação:

$$C_e/q_e = 1/Q_m b + C_e/Q_m \quad [\text{Eq. 03}]$$

onde  $C_e$  é a concentração do corante no equilíbrio (mg.L<sup>-1</sup>),  $q_e$  é a quantidade adsorvida no equilíbrio (mg.g<sup>-1</sup>),  $Q_m$  (mg.g<sup>-1</sup>) e  $b$  (L.mg<sup>-1</sup>) são constantes relacionadas com a capacidade de adsorção e a energia de adsorção respectivamente. A característica fundamental da isoterma de Langmuir pode ser expressa pela constante adimensional de equilíbrio  $R_L$  definida pela equação:

$$R_L = 1/(1 + bC_o) \quad [\text{Eq. 04}]$$

onde  $C_o$  é a maior concentração inicial do corante (mg.L<sup>-1</sup>). Valores de  $R_L$  entre 0 e 1 indica uma adsorção favorável.

O modelo de Freundlich definido pela equação:

$$\text{Log } x/m = \text{Log } K_f + 1/n \text{ Log } C_e \quad [\text{Eq. 05}]$$

onde  $x$  é a quantidade de corante adsorvido (mg),  $m$  é a massa da cinza (g),  $K_f$  é a constante de Freundlich,  $1/n$  o fator de linearidade da isoterma e  $C_e$  é a concentração do corante no equilíbrio ( $\text{mg.L}^{-1}$ ). Para o modelo linear de Freundlich valores de  $1/n$  entre 0 e 1 indica um processo de adsorção favorável.

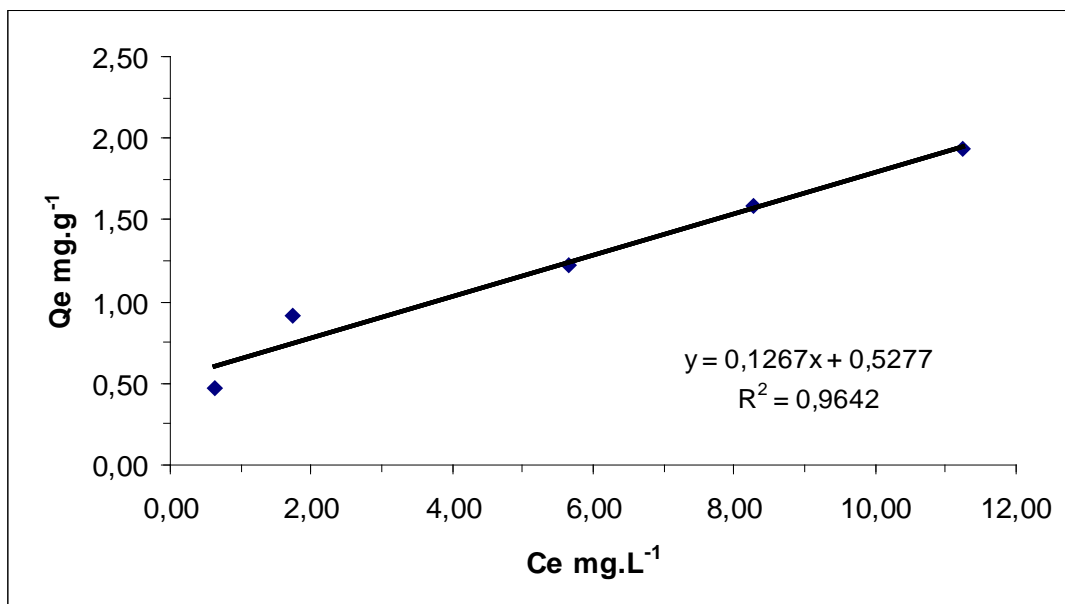


Figura 4 - Isotherma de adsorção de Langmuir para adsorção do AM em repouso durante 24h

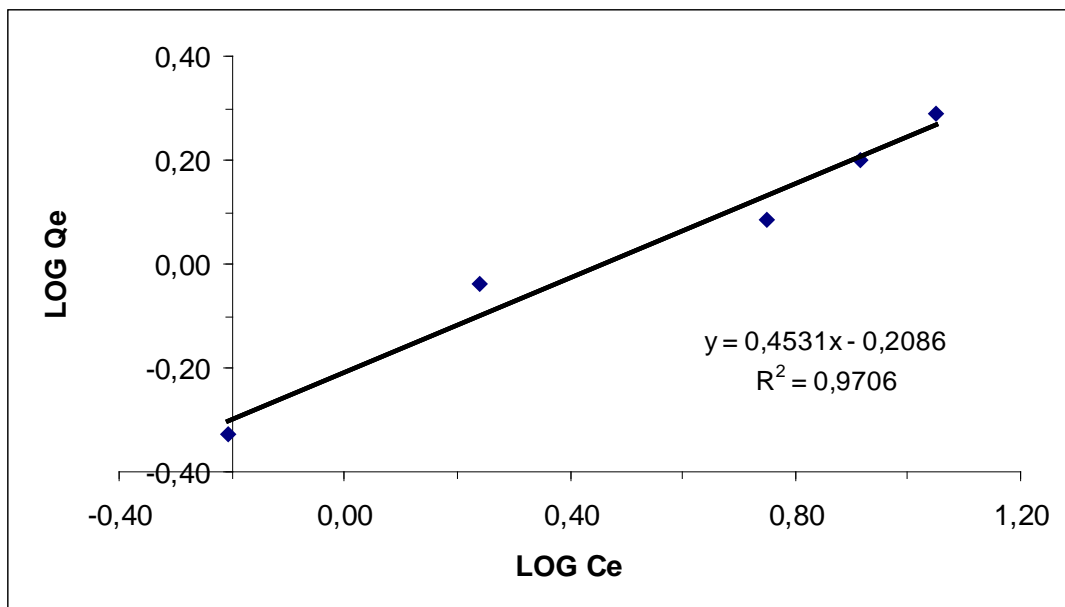


Figura 5 - Isotherma de adsorção de Freundlich para adsorção do AM em repouso durante 24h

A Tabela 2 mostra as constantes obtidas por regressão linear utilizando os modelos de Langmuir e Freundlich. Os resultados demonstraram que a adsorção foi favorável para os dois modelos propostos para a faixa de concentração estudada.

**Tabela 2 – Coeficientes obtidos pelos modelos de Langmuir e Freundlich**

Modelos	Coeficientes	Faixa desejada	Valores
Langmuir	$R_L$	0 e 1	0,077
Freundlich	$1/n$	0 e 1	0,453

## CONCLUSÕES

Analisando-se os valores de remoção pode-se concluir que é possível utilizar a Cinza da casca do arroz (CCA) para remoção de corantes. A utilização das cinzas sendo retirado apenas à umidade residual sem nenhum pré-tratamento mostrou alta eficiência na adsorção do corante azul de metileno em soluções aquosas.

Nos testes com agitação utilizando-se de apenas 1g da CCA se obteve uma remoção de aproximadamente 80% em apenas 1 (uma) hora demonstrando alta afinidade pelo corante AM, obtendo taxas de remoção igual quando comparado ao sistema em repouso durante 24h, verificando que o processo de agitação influencia no processo de remoção.

As isotermas de adsorção de Langmuir e Freundlich mostraram um processo de adsorção favorável com valores de  $R_L$  e  $1/n$  dentro das faixas recomendadas.

De acordo com os resultados pode-se dizer que a CCA, um resíduo poluidor e encontrado em abundância, dentro do ponto de vista ambiental e econômico, pode ser utilizado como fonte alternativa no tratamento de águas residuárias da indústria têxtil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, I.M.; *et al.* Uso de casca de arroz para a remoção de corante em solução aquosa. In: XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia. 2006, Rio Grande do Sul. 2 p.
2. CHAVES, F. C.; *et al.* Uso da cinza da casca do arroz (CCA) obtida da geração de energia térmica como adsorvente de Zn(II) em soluções aquosas. Quim. Nova. v. 32 p. 1378-1383, 2009.
3. FIGUEIREDO, S.A; BOAVENTURA, R.A; LOUREIRO, J.M. Color removal with natural adsorbents: modeling, simulation and experimental. Elsevier, [S.I], p 129-141, 2000.
4. FIGUEIREDO, S.A.R. da C. Remoção de cor em efluentes de tinturarias têxteis usando adsorventes de baixo custo. Porto: FEUP, 1996. 220 p.
5. SILVA, K. M. L. *et. Al.* Degradação de corante azo em efluente sintético de indústria têxtil por *aspergillus niger* an 400 em reatores em batelada. Conexões Ciência e Tecnologia. V. 4 p. 34 -33, 2010.