

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

UTILIZAÇÃO DA TORTA DE CAROÇOS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*)
NA PREPARAÇÃO DE CARVÕES ATIVADOS QUIMICAMENTE COM
SULFATOS COMO AGENTES ATIVANTES

Isadora Ribeiro Barbosa
Bolsista FAPEAM

Manaus - AM
Setembro/2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-E-/0052/2011

UTILIZAÇÃO DA TORTA DE CAROÇOS DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*)
NA PREPARAÇÃO DE CARVÕES ATIVADOS QUIMICAMENTE COM
SULFATOS COMO AGENTES ATIVANTES

Isadora Ribeiro Barbosa
Bolsista FAPEAM

Prof. Dr. Paulo Rogério da Costa Couceiro
Orientador

Manaus - AM
Setembro/2012

RESUMO

Um dos problemas ambientais mais comuns é a contaminação das águas superficiais a partir da atividade industrial que descarta seus efluentes nos mananciais. Os carvões ativados são materiais carbonosos porosos que possui uma elevada área superficial e características químicas de superfície e são um dos principais adsorventes utilizados para a remoção de contaminantes de ambientais. Vários materiais de origem vegetal podem ser utilizados na preparação dos carvões, como resíduos da agroindústria como cascas e caroços de frutos, ambos com alto teor de carbono. O processo de preparação dos carvões ativados consiste em duas etapas: carbonização e a ativação. Nesse projeto, foram preparados quatro grupos de carvões utilizando os seguintes agentes ativantes: Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), Sulfato de Potássio (K_2SO_4), Sulfato de Magnésio ($MgSO_4$) e Sulfato Férrico $Fe_2(SO_4)_3$. A torta dos caroços de Açaí (*Euterpe oleracea*) foi impregnada com o agente ativante na proporção 1:1 em massa a aproximadamente $80^\circ C$ duas horas. Após a impregnação do agente ativante, o material foi aquecido a $400^\circ C$ por 3 horas, sob fluxo de N_2 (atmosfera inerte), e por fim, lavado com água para a remoção do excesso de agente ativante e conseqüentemente, ocorrendo a desobstrução dos poros. Os carvões obtidos foram comparados com o carvão comercial (Merck). O estudo de adsorção foi realizado utilizando a molécula azul de metileno como adsorvato e variando somente a concentração da solução. Por fim, os dados obtidos foram ajustados aos modelos de Langmuir e Freundlich para o cálculo dos parâmetros de adsorção. Os carvões obtidos apresentaram baixa área superficial, pois a pirólise pode ter sido realizada em uma temperatura não adequada. O espectro no infravermelho mostrou a presença de bandas semelhantes ao do carvão comercial, mostrando que os carvões preparados possuem características semelhantes ao do carvão comercial. O estudo de adsorção mostrou que os carvões se adequaram melhor ao modelo de Freundlich, o qual considera o modelo de adsorção de multicamadas. Foram realizados testes preliminares de adsorção do composto 2,4-Diclorofenoxiacético, pelos carvões ativados, entretanto, até o momento, os resultados obtidos não foram satisfatórios.

Palavras-chaves: carvão ativado, contaminantes ambientais, adsorção.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- 2,4-D - Ácido 2,4 diclorofenoxiacético
- ASE - Área Superficial Específica
- ATG - Análise Termogravimétrica
- CA - Carvão Ativado
- CA-Fe - Carvão ativado com Sulfato Férrico
- CA-H - Carvão ativado com Ácido Sulfúrico
- CA-K - Carvão ativado com Sulfato de Potássio
- CA-M - Carvão ativado Comercial (Merck)
- CA-Mg - Carvão ativado com Sulfato de Magnésio
- IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada (sigla inglesa de International Union Pure Applied Chemistry)
- IV-TF - Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier
- K_F - Constante de Freundlich
- K_L - Constante de Langmuir
- MB - Azul de Metileno (sigla inglesa de Methylene Blue)

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Exemplar dos frutos de açaí (<i>Euterpe oleracea</i>).	12
Figura 2. Espectros de IV-FT dos CA's comercial e com os ativantes H ₂ SO ₄ , K ₂ SO ₄ , MgSO ₄ , Fe ₂ (SO ₄) ₃	13
Figura 3. Efeito da concentração final da adsorção do MB (a) e do composto 2,4-D (b) pelos CA's em função do tempo de contato.	13
Figura 4. Curvas experimentais do comportamento da adsorção do MB (a) e do composto 2,4-D (b) sobre os CA's.	14
Figura 5. Ajuste dos dados de adsorção do MB (a) e do composto 2,4-D (b) pelos CA's ao modelo de Langmuir	14
Figura 6. Ajuste dos dados de adsorção do MB (a) e do composto 2,4-D (b) pelos CA's ao modelo de Freundlich	14

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Rendimento da preparação e área superficial específica (ASE) dos carvões ativados.	12
Tabela 2. Parâmetros dos modelos matemáticos de adsorção do MB e do composto 2,4-D pelos CA's.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3. MÉTODOS UTILIZADOS.....	11
5. CONCLUSÕES.....	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	19

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e a agroindústria têm causado diversos problemas ambientais devido aos despejos de resíduos em efluentes aquosos e aos usos inadequados de herbicidas na lavoura.

O uso de corantes pode causar desequilíbrio à vida aquática além de ser fonte de poluição visual a partir da liberação de águas coloridas no ecossistema. Águas residuais coloridas constituem efluentes líquidos de diversas indústrias tais como de celulose, têxteis, tintas etc. Dentre os corantes comumente utilizados destaca-se o azul de metileno, um corante catiônico de fórmula molecular $C_{16}H_{18}ClN_3S$ e pode ser nocivo por ingestão.

A utilização de pesticidas em lavouras apresenta extenso efeito residual. Os herbicidas ácidos são uma importante classe de pesticidas entre os quais se destaca o 2,4-diclorofenoxiacético, que pertence à classe dos ácidos fenoxiacéticos e tem sido usado no controle de uma variedade de ervas daninhas e em lavouras de cana de açúcar.

Um dos processos utilizados na remoção de substâncias em meio aquoso é a adsorção que consiste na retenção de partículas líquidas ou gasosas na superfície de um sólido, através da aplicação de materiais com grande capacidade adsorvente. Um dos materiais que podem ser utilizados como adsorventes são os carvões ativados, muito eficazes devido sua porosidade altamente desenvolvida, grande área de superfície e características variáveis de superfície. Os precursores dos carvões ativados podem ser obtidos utilizando resíduos da agroindústria como cascas e caroços de frutos ambos com alto teor de carbono.

O processo de preparação do carvão ativado consiste em duas etapas: carbonização que consiste em aquecer o material a temperaturas elevadas levando a remoção de componentes voláteis e a ativação que consiste em submeter ao material carbonizado a reações secundárias, visando aumentar a área superficial, com consequente aumento da porosidade.

Dessa forma, o presente projeto tem como principal proposta produzir carvões ativados através do processo de pirólise, utilizando como matéria-prima amostras de caroços de açaí despulpados (*Euterpe oleracea*), espécie botânica comumente encontrada na região amazônica utilizando os compostos H_2SO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$ e $Fe_2(SO_4)_3$ como agente ativante e também, realizar estudos da capacidade de adsorção ou degradação do corante azul de metileno e do composto organoclorado 2,4-diclorofenoxiacético em meio aquoso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atividade industrial adquiriu um papel fundamental na sociedade devido ao desenvolvimento de inúmeros produtos que se tornaram de primeira necessidade. Geralmente, a atividade industrial costuma ser responsabilizada pela contaminação ambiental devido à ineficiência dos processos de conversão, causando geração de resíduos (Freire *et al.*, 2000). A poluição das águas tem sido um dos grandes problemas enfrentados pela atividade industrial. Diversos segmentos da indústria como tintas, têxteis e papéis utilizam corantes para tingir seus produtos, consumindo um volume substancial de água e resultando em uma exorbitante quantidade de resíduos coloridos (Peruzzo, 2003).

O elevado consumo de produtos agrícolas tem aumentado o uso de pesticidas principalmente para o controle de uma variedade de ervas daninhas em culturas de cereais, cana-de-açúcar, pomares e em controle florestal. Um dos compostos mais utilizados nesse processo é o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), composto ácido que pertence a classe dos fenóxiacéticos (Júnior *et al.*, 2003). De acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005, o máximo permitido do composto 2,4-D em águas que podem ser destinadas ao abastecimento para o consumo humano é de $4,0 \mu\text{g L}^{-1}$.

Um dos adsorventes mais utilizados no processo de adsorção de contaminantes ambientais é o carvão ativado (CA) que pode ser utilizado em vários processos industriais como purificação, desintoxicação, desodorização, filtração e descoloração (Claudino, 2003).

Os carvões ativados (CA`s) são materiais carbonosos porosos que apresentam uma forma microcristalina não grafitica, que sofre um processamento para aumentar a porosidade interna (Nunes, 2009). O processo de produção de CA envolve duas etapas: Carbonização (pirólise) e a Ativação. A **Carbonização (pirólise)** consiste em aquecer o material a altas temperaturas em atmosfera inerte. A **Ativação** consiste em submeter o material a reações secundárias visando o aumento da área superficial (Rodrigues-Reinoso e Molina-Sabio, 1998). O processo de ativação pode ser físico ou químico. A **Ativação física** consiste na gaseificação do material previamente carbonizado pela oxidação com vapor d'água, dióxido de carbono, ar ou qualquer mistura desses gases, em uma faixa de temperatura entre $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $1.100\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Ativação química** – envolve a impregnação de agentes desidratantes, como ácidos, bases ou cloretos, sobre o precursor ainda não carbonizado, com posterior carbonização e ativação (Wigmans, 1989).

As propriedades do CA dependem das estruturas porosas e dos grupos químicos em sua superfície. A **porosidade** é resultado de diferentes formas e tamanhos dos poros. Baseado nas propriedades de adsorção, a IUPAC estabelece uma classificação assim

resumida: **Dimensões:** microporos ($\Phi_m < 2 \text{ nm}$) que proporciona alta capacidade de adsorção para moléculas de dimensões pequenas como gases e solventes comuns; mesoporos ($2 \text{ nm} \leq \Phi_m \leq 50 \text{ nm}$) que são importantes para adsorção de moléculas grandes; Macroporos ($\Phi_m > 50 \text{ nm}$) que sua função é servir como meio de transporte para moléculas gasosas (Gregg e Sing, 1982). A **área superficial** do CA está diretamente relacionada com sua capacidade de adsorção. Em um sólido estão presentes dois tipos de área superficial: externa que é constituída pelos espaços existentes entre as partículas e a interna que é formada pela parede de sulcos, poros e cavidades mais profundas que representa a maioria da área total dos sólidos (Coutinho *et al.*, 2001). A **química de superfície** do CA está associada a uma quantidade de heteroátomos como o oxigênio e nitrogênio, que são quimicamente ligados a sua estrutura, e componentes inorgânicos (cinzas). Os grupos oxigenados são os mais importantes e influenciam nas características da superfície de um carvão (Rodrigues-Reinoso e Molina-Sabio, 1998).

Um dos processos utilizados para remoção de contaminantes ambientais é a adsorção, no qual um soluto é removido de uma fase e é acumulado na superfície da segunda fase. O material adsorvido é chamado de adsorvato e o meio onde se faz o acúmulo deste é chamado de adsorvente. A capacidade de adsorção é pode ser determinada a partir das **isotermas de adsorção**, onde a capacidade de um material adsorver é dada pelo equilíbrio de fases. A partir da isoterma de adsorção, pode-se prever a quantidade de carvão necessária para a retirada total ou parcial do adsorvato de um meio e fornecer informações importantes sobre o processo de adsorção (Nunes, 2009).

A **Isoterma de Langmuir** é um modelo de adsorção, em que a superfície de um sólido é constituída por um número finito de sítios de adsorção nos quais as moléculas se adsorvem e não existem interações entre moléculas adsorvidas em sítios vizinhos. É representada pela equação: $q_e = \frac{q_0 b C_{eq}}{1 + b C_{eq}}$ onde q_e é a quantidade adsorvida na fase sólida ($\text{mg}_{\text{adsorbato}}/\text{g}_{\text{adsorvente}}$); C_{eq} é a concentração no equilíbrio na fase líquida (mg L^{-1}) e q_0 é um parâmetro de Langmuir que representa a máxima capacidade de cobertura da monocamada ($\text{mg}_{\text{adsorbato}}/\text{g}_{\text{adsorvente}}$). A constante b também é um parâmetro de Langmuir, que está relacionado com a constante de equilíbrio de Langmuir, K_L , dada pela equação $K_L = q_0 \times b$ (Brandão, 2006). A **Isoterma de Freundlich** é uma equação empírica que considera a existência de uma estrutura de multicamadas e não prevê a saturação da superfície e considera o sólido heterogêneo e distribuição exponencial para caracterizar os vários tipos de sítios de adsorção, os quais possuem diferentes energias adsorptivas. O modelo é dado pela equação $q_e = K_F C_{eq}^{1/n}$ onde o expoente $1/n$ dá uma indicação se a isoterma é favorável ou desfavorável e K_F é a constante de adsorção de Freundlich (Fernandes, 2008).

3. MÉTODOS UTILIZADOS

- 3.1. **Materiais utilizados** – Carvão ativado comercial Merck; Reagentes: Ácido Sulfúrico PA (H_2SO_4), Sulfato de Potássio PA (K_2SO_4), Sulfato de Magnésio PA (MgSO_4), Sulfato Férrico PA [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$], Ácido 2,4-diclorofenoxacético ($\text{C}_8\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_3$), substância presente no pesticida TORDON, Azul de Metileno PA ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$).
- 3.2. **Matéria-prima** - Amostras dos caroços despulpados de açaí (*Euterpe oleracea*) foram coletadas na Feira do Mutirão, Bairro Amazonino Mendes, em Manaus/AM.
- 3.3. **Preparação dos CA's** – Nessa primeira etapa, foram preparados quatro grupos de carvões variando somente o agente ativador e fixando-se a temperatura, o tempo de ativação e a proporção em massa de torta:agente ativante em 1:1. A torta dos caroços de açaí foi tratada utilizando os agentes ativantes H_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 e $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Foi preparada uma solução contendo torta dos caroços, agente ativante e 200 mL de água. Em seguida, o agente ativante foi impregnado sob agitação a aproximadamente 80 °C por 2 h e seca em estufa a 110 °C por 24 h. Em seguida, foi pirolisada em um tubo reator, modelo Forno FC-23P, sob fluxo de N_2 a 400 °C por 3 h. Por fim, o carvão foi lavado com H_2O destilada para retirada do excesso de agente ativante. Esse material foi seco em estufa a 60 °C por 24 h.
- 3.4. **Área Superficial Específica (ASE) pelo método do Azul de Metileno (MB)** - Solução de MB 0,001 mol L^{-1} foi adicionada gota a gota em aproximadamente 0,1 g de CA até cor azul constante. A área superficial foi estimada pela fórmula $\text{ASE} = \frac{V_t}{m_c} \times 6,45 \text{ mL}^{-1} \text{ m}^2$, onde V_t (mL) é o volume de azul de metileno titulado e m_c é a massa de amostra de carvão ativado (Gomes, 1988).
- 3.5. **Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (IV-TF)** – A análise foi feita em um espectrômetro Nicolet IR-200, com faixa espectral de 4000 a 400 cm^{-1} e 32 scans. A amostra foi misturada com KBr na proporção 1:200 e prensada em disco.
- 3.6. **Estudo de adsorção** – O monitoramento quantitativo dos adsorvatos (corante MB e o contaminante 2,4-D) foi feito em um espectrofotômetro UV-Visível, modelo SP22, utilizando os comprimentos de onda de 664 e 320 nm, respectivamente. Uma solução aquosa do corante **MB** foi adicionada a ~10 mg de CA, em diferentes concentrações (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 e 10 mg L^{-1}) durante 1 h. O pesticida diluído em solução aquosa contendo o ácido **2,4-D** foi adicionado a ~30 mg de CA em várias concentrações (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 e 1000 mg L^{-1}) durante 6 h. Após os ensaios de adsorção, os dados foram ajustados aos modelos de Langmuir e Freundlich para o cálculo dos parâmetros de adsorção.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caroços de açaí (*Euterpe oleracea*) após serem limpos e secos, foram utilizados como matéria-prima para obtenção dos carvões e apresentou forma esférica com diâmetro médio de 1,3 cm, coloração marrom, consistência dura e apresentou massa média de 0,91 g (Figura 1).



Figura 1. Exemplar dos frutos de açaí (*Euterpe oleracea*).

O rendimento durante a preparação dos CA's e suas respectivas ASE's são mostrados na Tabela 1. Os valores de área superficial (método de MB) dos CA's foram inferiores ao CA-M sugerindo que a temperatura usada não foi adequada para ativação dos carvões. Uma das possíveis explicações é que, como a impregnação dos agentes ativantes no carvão ocorreu em solução aquosa, pode ter havido a formação de compostos na superfície do material precursor, que podem ter o ponto de ebulição muito abaixo de 400 °C ou acima de 400 °C, tornando assim a temperatura de 400 °C inadequada para a ativação do material (Pereira, 2008).

Tabela 1. Rendimento da preparação e área superficial específica (ASE) dos carvões ativados.

Agente ativante	Amostra	Rendimento/%m/m	ASE/m ² g ⁻¹
-	CA-M	-	639,9
H ₂ SO ₄	CA-H	35,1	21,6
K ₂ SO ₄	CA-K	22,6	30,6
MgSO ₄	CA-Mg	29,6	29,0
Fe ₂ (SO ₄) ₃	CA-Fe	36,7	15,8

Os espectros de IV-TF do carvão Merck (CA-M) e dos CA's com os ativantes H₂SO₄ (CA-H), K₂SO₄ (CA-K), MgSO₄ (CA-Mg) e Fe₂(SO₄)₃ (CA-Fe) apresentaram uma banda larga em aproximadamente 3.400 cm⁻¹ correspondente a deformação axial de O-H. As absorções na região de 2.915 até 2.850 cm⁻¹ são típicas de vibrações simétricas e assimétricas de ligações C-H metilas e metilenos, respectivamente. A banda próxima de 1.600 cm⁻¹ é atribuída ao estiramento de ligação C=C de grupos aromáticos; a banda em 1.410 cm⁻¹ é correspondente a ligação C-H e as bandas entre 1.100 e 1.050 cm⁻¹ são atribuídas ao estiramento do grupo C-O de alcoóis ou éteres (Figura 2).

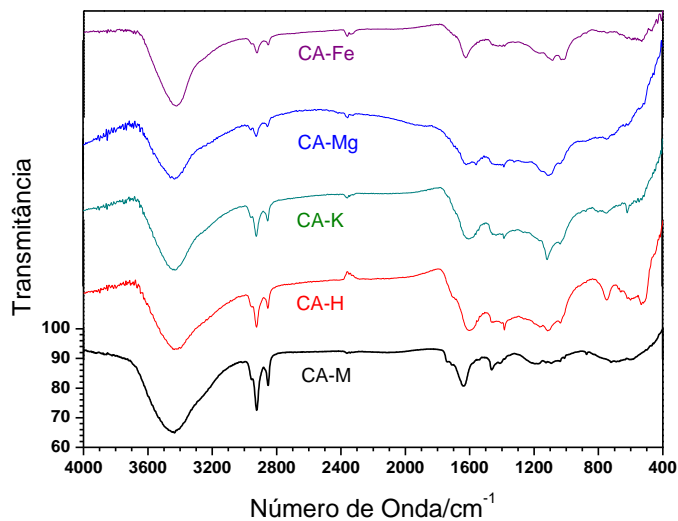


Figura 2. Espectros de IV-FT dos CA's comercial e com os ativantes H_2SO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$.

O estudo cinético das reações do MB adsorvidos aos CA's Merck e com os ativantes H_2SO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$ é de fácil acompanhamento devido à descoloração de sua solução que apresenta cor azul intensa. A curva padrão de absorbância *versus* concentração do MB ($1,0$ a $10,0$ $mg\ L^{-1}$) mostrou uma excelente linearidade, $R \sim 0,993$. O mesmo processo foi feito para a adsorção do ácido 2,4-D sendo que a curva padrão absorbância *versus* concentração do 2,4-D ($100,0$ a $1000,0$ $mg\ L^{-1}$) mostrou uma linearidade, $R \sim 0,989$.

O processo de adsorção do MB e do composto 2,4-D pelos CA's produzidos foi avaliado quanto à influência da concentração final do adsorvato. O tempo de contato necessário para atingir o equilíbrio de adsorção foi de 60 min para o MB e 360 min para o composto 2,4-D, respectivamente (Figura 3).

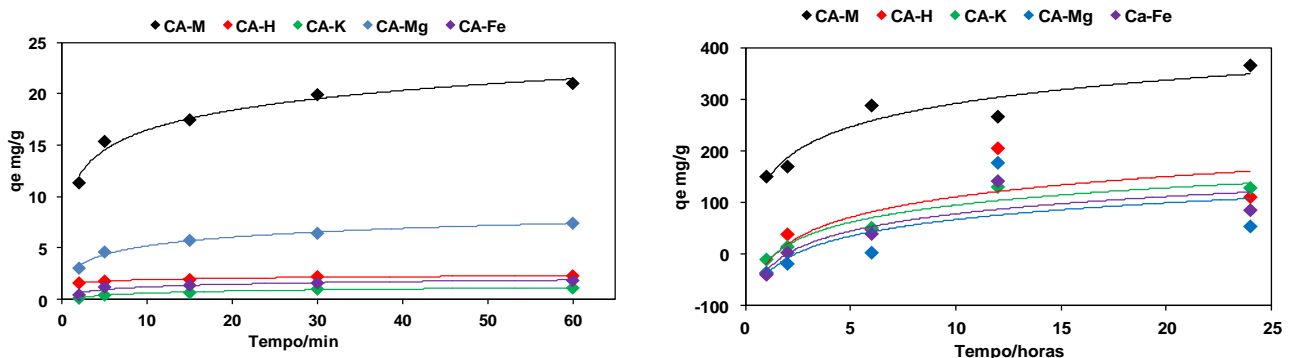


Figura 3. Efeito da concentração final da adsorção do MB (esquerda) e do composto 2,4-D (direita) pelos CA's em função do tempo de contato.

As isotermas de adsorção do MB pelos CA's apresentaram forma convexa, o que segundo CUSSLER (1997), esse tipo de isoterma é favorável, pois grandes quantidades adsorvidas podem ser obtidas com baixas concentrações do adsorvato (Figura 4).

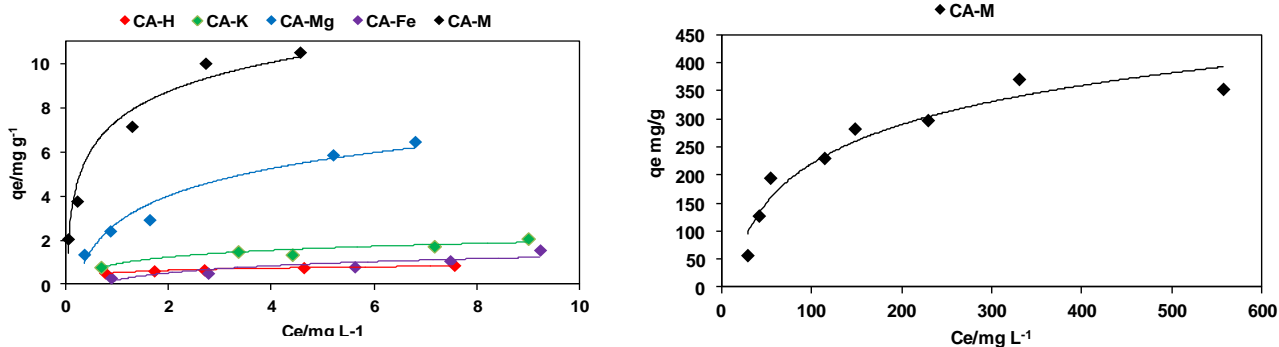


Figura 4. Curvas experimentais do comportamento da adsorção do MB (esquerda) e do composto 2,4-D (direita) sobre os CA's.

Os dados da adsorção do MB pelos CA's foram ajustados com os modelos de Langmuir e Freundlich, sendo que as curvas de adsorção são mostradas nas Figuras 5 e 6, respectivamente, e os parâmetros foram obtidos a partir das equações dos respectivos modelos (Tabela 2).

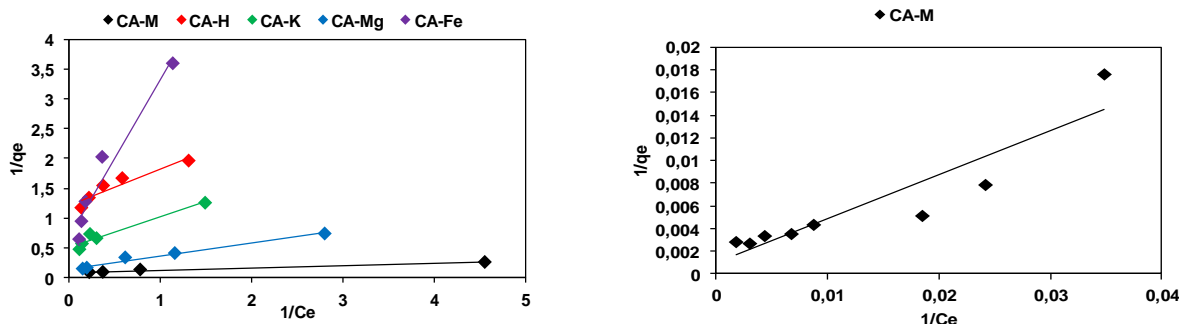


Figura 5. Ajuste dos dados de adsorção do MB (esquerda) e do composto 2,4-D (direita) pelos CA's ao modelo de Langmuir.

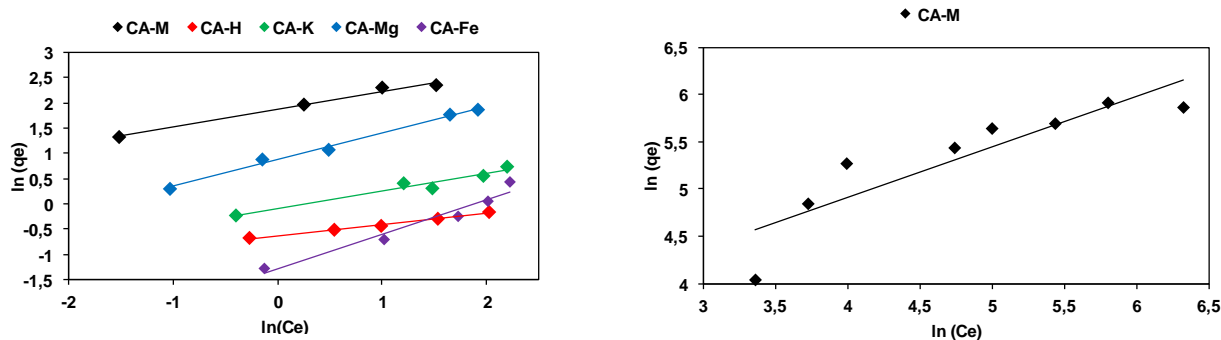


Figura 6. Ajuste dos dados de adsorção do MB (esquerda) e do composto 2,4-D (direita) pelos CA's ao modelo de Freundlich.

A partir da Tabela 2, observa-se que o modelo de Freundlich é o mais adequado para descrever a adsorção de MB pelos CA's devido apresentar um maior valor de coeficiente de correlação da reta. O modelo de Freundlich considera a existência de uma

estrutura de multicamadas, e não prevê a saturação da superfície, pois considera o sólido heterogêneo e a distribuição exponencial para caracterizar os vários tipos de sítios de adsorção, os quais possuem diferentes energias adsortivas e se aplica bem em dados experimentais de faixa de concentração limitada (Fernandes, 2008).

Tabela 2. Parâmetros dos modelos matemáticos de adsorção do MB e do composto 2,4-D pelos CA's.

Adsorvente	Adsorbato	Langmuir			Freundlich		
		$q_0/\text{mg g}^{-1}$	K_L	R	K_F	n	R
CA-M	AM	8,1023	62,3652	0,9683	6,4876	2,7642	0,9975
	2,4-D	384,76	6,8268	0,9548	63,2298	3,4962	0,9519
CA-H	AM	0,8176	1,6412	0,9471	0,5321	4,5068	0,9958
	2,4-D	-11,72	0,0648	0,7013	-	-	-
CA-K	AM	1,94	1,9718	0,9730	0,9093	2,8699	0,9760
	2,4-D	29,04	-0,1576	-0,3768	-	-	-
CA-Mg	AM	6,50	4,6359	0,9887	2,3904	1,8963	0,9963
	2,4-D	-274,94	-0,1156	-0,8115	-	-	-
CA-Fe	AM	1,4635	0,3765	0,9738	0,2762	1,4642	0,9759
	2,4-D	-183,2634	-0,2059	-0,7850	-	-	-

5. CONCLUSÕES

Os CA`s obtidos apresentaram ASE`s menores em comparação com o do carvão comercial, tal comportamento pode ser devido a temperatura de ativação utilizada não ser a mais adequada para no processo de ativação para os agentes ativantes: H_2SO_4 , K_2SO_4 , $MgSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$.

A partir da análise no IV-TF, pode-se observar que os CA`s obtidos possuem características semelhantes ao do carvão comercial devido a presença de bandas similares - mesmos grupos funcionais - que podem influenciar no processo de adsorção.

Os testes de adsorção do MB pelos CA`s (incluindo o Merck) mostraram que o modelo que mais se adequou aos dados experimentais foi o de Freundlich, o qual descreve uma adsorção por várias camadas. Em comparação com o carvão comercial, a adsorção do MB pelos CA`s foram relativamente menores, muito abaixo da expectativa.

Foram realizados experimentos envolvendo a adsorção do 2,4-D pelos carvões ativados, entretanto apenas para o CA-M apresentou resultado consistente, os resultados para os demais CA`s ainda não são satisfatórios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandão, P. C.; Avaliação do uso do bagaço de cana como adsorvente para a remoção de contaminantes, derivados do petróleo, de efluentes. 160 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Qualidade da Água, Resolução N°357, 2005.
- Claudino, A.; Preparação de carvão ativado a partir da turfa e sua utilização na remoção de poluentes. 101 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- Coutinho, F. M. B.; Teixeira, V. G.; Gomes, A. S.; Principais métodos de caracterização da porosidade de resinas à base de divinilbenzeno. Química Nova, v. 24, n.º6, p. 808-818, 2001.
- Cussler, E. L. Diffusion: Mass Transfer in Fluid Systems. 2nd . Ed., Cambridge University, Cambridge; p. 580, New York, 1997.
- Fernandes, F. L.; Carvão de endocarpo de coco da baía ativado quimicamente com $ZnCl_2$ e fisicamente com vapor d'água: produção, caracterização, modificações químicas e aplicação na adsorção de íon cloreto. 116 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.
- Freire, R. S.; Pelegrini, R.; Kubota, L. T.; Durán, N. Peralta-Zamora, P.; Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. Química Nova, v. 23, n° 4, p. 504-511, 2000.
- Gregg, S. J.; Sing, K. S. W.; Adsorption, surface area and porosity. Academic Press 2, p. 40 - 48, London, 1982.
- Gomes, C. F.; Argilas: O que são e para que servem?. Pg. 271-273. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1988.
- Júnior, O. P. A.; Santos, T. C. R.; Nunes G. S.; Ribeiro, M. L.; Breve revisão de métodos de determinação de resíduos do herbicida ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-d); Química Nova, v. 26, n° 2, p. 223-229, 2003.
- Nunes, D. L.; Preparação de carvão ativado a partir de torta prensada de *Raphanus sativus* L. e utilização para clarificação de soluções. 117 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

Pereira, E. I.; Produção de carvão ativado a partir de diferentes precursores utilizando FeCl_3 como agente ativante. *Química Nova*. v. 31, n° 6, p. 1296-1300, 2008.

Peruzzo, L. C.; Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil em colunas de leito fixo. 93 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

Rodrigues-Reinoso, F.; Molina-Sabio, M.; Textural and chemical characterization of carbons microporous. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 76-77, p. 271-294, 1998.

Wigmans, T. Industrial aspects of production and use of activated carbons. *Carbon*, v. 27, n° 1, p. 13-22, 1989.

7. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Descrição	2011					2012						
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Revisão da literatura	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Preparação do CA		R	R	R								
Caracterização do CA – IV-TF e TGA/DTA			R	R	P							
Determinação principais propriedades físico-química				R	R	R						
Apresentação Parcial				R								
Elaboração do relatório parcial						R						
Estudos de atividade oxidativa com azul de metileno via UV-vis						R	R	R	R			
Estudos de atividade oxidativa com composto organoclorado via UV-vis									P	P	P	
Elaboração do Resumo e Relatório Final											R	
Preparação da Apresentação Final para o Congresso												R

Legenda: R – realizado. N – não realizado. P – parcialmente realizado.