

ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO USANDO O CARVÃO DA CASCA DO ABACAXI E MISTURA DE FRUTAS

Michelle Ludmila Guedes dos Santos¹ (ludmilaguedes@ifto.edu.br), Marcelo Mendes Pedroza¹ (mendes@ifto.edu.br), Luciana R. A. Oliveira² (lroliveira@unaerp.br), Bruno Henrique Alves Mota¹ (brunoham48@gmail.com), Elaine da Cunha Silva Paz¹ (elaine@ifto.edu.br), Evanuzia Miranda da Silva¹ (evamiranda@ifto.edu.br), Argemiro Lima Pedrosa¹ (pedrosa@ifto.edu.br), Ricardo Resplandes de Sousa Paz¹ (ricardosousapaz@gmail.com), João Victor Barbosa Moura (victor.moura@ufca.edu.br)³

1 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS - IFTO

2 UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO - UNAERP

3 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI - UFCA

RESUMO

A quantidade de resíduos gerados pelo Brasil, tem proporcionado um leque de pesquisa no reaproveitamento de resíduos para a produção de carvão vegetal a partir de matéria prima com menor custo. O carvão produzido de resíduos é uma ótima alternativa para aplicação no tratamento de corpos d'água poluídos por processos industriais. Este trabalho tem como objetivo apresentar dados obtidos com os ensaios de análise imediata do carvão vegetal produzido a partir da casca do abacaxi e da mistura de casca de frutas (MIX) e o teste de adsorção para análise da eficiência de remoção do azul de metileno (10mg/L), com diferentes quantidades de amostra em massa. Os valores da análise imediata encontrados neste trabalho foram: umidade 3,7% e 5,33%, cinzas 14,41% e 10,05%, voláteis 58,18% e 61,40%, carbono fixo 20,70% e 23,20% para o carvão da casca do abacaxi e do MIX respectivamente. A densidade aparente do carvão da casca do abacaxi e do MIX foram 0,15g/cm³ e 0,12g/cm³ na mesma ordem. O teste de adsorção foi realizado para avaliar o melhor desempenho na remoção de azul de metileno pelos carvões, os resultados de eficiência com relação as diferentes massas foram de 85,45% e 79,67% para uma quantidade de 0,2g, 86,95% e 83,68% para 0,4g e 87,27% e 85,89% para 0,6g de carvão vegetal da casca do abacaxi e MIX respectivamente.

Palavras-chave: Resíduos, Carvão vegetal, Adsorção.

REMOVAL OF METHYLENE BLUE BY ADSORPTION USING COAL FROM PINEAPPLE BARK AND MIX FRUIT PEEL

ABSTRACT

The amount of waste generated by Brazil, has provided a range of research on the reuse of waste for the production of charcoal from raw materials at a lower cost. The coal produced from waste is a great alternative for application in the treatment of polluted water bodies by industrial processes. This work aims to present data obtained with immediate analysis tests of charcoal from the bark pineapple and mix fruit Peel and adsorption test for analysis with different amounts of sample. Immediate analysis values found in this study were: 3.7% and 5.33% humidity, 14.41% ash and 10.05%, 58.18% volatile and 61.40%, 20.70% fixed carbon and 23.20% for coal from shell of pineapple and fruit mix respectively. The bulk density of coal from the shell of the pineapple and fruit mix were 0, 15 g/cm³ and 0, 12 g/cm³ respectively. The adsorption test was conducted to evaluate the best performance in the removal of methylene blue by coals, the results of efficiency with regard the different masses were of 85.45% 79.67% and for a quantity of 0, 2 g, 86.95% and 83.68% for 0, 4g, 87.27% and 85.89% for 0,6g of charcoal from the bark of the pineapple and MIX respectively.

Keywords: Waste, Charcoal, Adsorption.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma boa localização geográfica e possui condições climáticas favoráveis para o cultivo, apresentando-se como um dos grandes produtores agrícolas (Vieira, 2012). A secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), em seu levantamento informa que o Brasil se encontra em terceiro lugar no ranking da produção mundial de frutas com 5,3% do volume colhido, com uma produção de 41 milhões de toneladas, sendo o primeiro produtor a China e o segundo a Índia. As colheitas com números mais expressivos são de laranja, banana, coco, abacaxi, mamão, castanha de caju, caju e castanha-do-Brasil (ANDRADE, 2015).

Segundo dados do IBGE, em 2011, o processo industrial teve uma quantidade de 9,5 milhões de toneladas de rejeitos. Favorecendo, portanto, a utilização dos resíduos para produção de produtos que beneficie na capacidade energética do país, por meio de uma alternativa sustentável (SANTOSA *et. al.*, 2014). Assim, a preocupação constante com o volume produzido de resíduos sólidos, aliada a novas tecnologias, torna o aproveitamento e a reciclagem destes cada vez maior, favorecendo a questão socioambiental (SILVEIRA, 2008).

As quantidades de resíduos geradas estão diretamente interligadas com a produção agrícola, portanto quanto maior a quantidade de resíduos, maiores serão os impactos ambientais. Diante do exposto, a produção de carvão vegetal é um fator relevante para a diminuição da disposição inadequada de resíduos gerados na agricultura.

Estudos feitos mostram a possibilidade de produzir adsorventes por meio de diversas biomassas com o melhor custo benefício. A utilização destes resíduos pode ser uma ótima alternativa para amenizar os custos de descarte e até mesmo contribuir na proteção do meio ambiente (BHATNAGAR e SILLANPAA, 2010) promovendo, portanto, uma nova alternativa no tratamento de água, já que podem ser obtidos a partir da grande variedade de matéria-prima.

As mais variadas aplicações do carvão ativado encontram-se: na indústria, purificação de líquidos, produtos químicos, área alimentícia, entre outras. Entretanto o maior mercado para o uso do carvão é no tratamento de água potável e de reuso (REVISTA TAE, 2017). O carvão ativado é o adsorvente mais popular na remoção de poluentes das águas residuária em todo o mundo. Apesar de ser bastante utilizado, ele ainda tem um preço elevado, tornando-o pouco atraente para as indústrias devido ao seu alto custo (BABEL, 2003).

De acordo com Rafatullah (2010), o carvão é composto por materiais carbonosos e minerais, consequente da degradação de plantas. As propriedades de adsorção de cada carvão são determinadas pela origem da matéria prima e as mudanças físico-químicas que ocorrem após a decomposição da matéria.

Indústrias tais como de têxtil, de produção de alimentos, de cosméticos dentre outros, utilizam, em seus processos de produção, corantes, favorecendo a poluição dos corpos d'água caso não sejam tratados antes da disposição final.

Conforme Luís (2012), a adsorção é um excelente processo para remover cor em efluentes têxteis, além de favorecer o meio ambiente ainda é um processo econômico de ser implantado e operacionalizado.

Novos estudos estão sendo desenvolvido com a finalidade de encontrar adsorventes com valores de mercado menores que os praticados e que tenham boa eficiência. Na sua grande maioria, os adsorventes, estão sendo desenvolvidos através dos resíduos da indústria e da agricultura, com a finalidade de remoção dos corantes (CRINI, 2006).

Diante do exposto, a pesquisa para produção de carvão oriundo dos subprodutos da agricultura para substituí-lo é de grande relevância. Os adsorventes provenientes dos subprodutos da agricultura possuem baixo custo, visto que a matéria-prima se encontra em grande abundância na natureza, exigem pouco processamento e ainda são matérias com uma boa eficiência.

2. OBJETIVO

Produzir e caracterizar carvões oriundos dos resíduos da casca do abacaxi e da mistura da casca de frutas (MIX), bem como analisar o desempenho na adsorção de azul de metileno em solução aquosa em diferentes proporções de massa.

3. METODOLOGIA

Os ensaios do presente trabalho tiveram seu desenvolvimento no Laboratório LARSEN do IFTO – Campus Palmas. Foi realizado o preparo da biomassa, produção de carvão por meio de pirólise, ensaios de análise imediata e adsorção em azul de metileno.

Os resíduos são derivados do comércio alimentício no setor urbano da cidade de Palmas – Tocantins, os quais são descartados na coleta urbana. O material em estudo é oriundo do processo de extração da casca do abacaxi e do MIX constituído por mamão, laranja, melão, melancia e banana.

As cascas do abacaxi foram reduzidas em fragmentos menores (Figura 1) e logo após foram levadas à estufa de secagem e esterilização da marca Solab, modelo SL-100 a 50°C por quatro dias para a secagem total da amostra. Para o MIX (Figura 2) obedeceu o mesmo procedimento, porém foram necessárias apenas 24 horas em estufa. Posterior a secagem as amostras foram trituradas e classificadas em peneira de Mesh 14 (1,18mm) com a finalidade homogeneizar a biomassa.

Figura 1: Resíduo da casca do abacaxi em fragmentos menores.



Fonte: Autor, 2016.

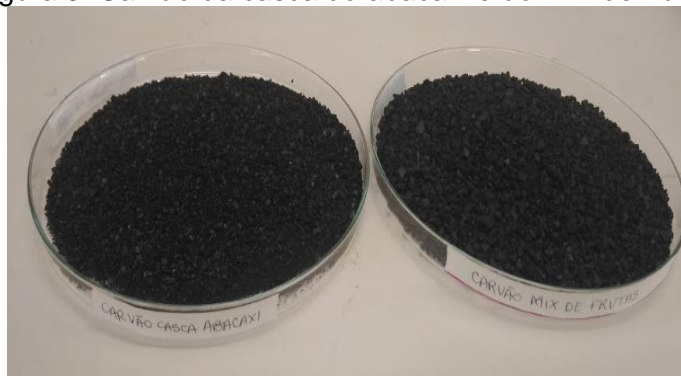
Figura 2: Resíduo da mistura de casca de frutas em fragmentos menores.



Fonte: Autor, 2017.

Após a classificação do material seco, foi realizada a produção do carvão da casca do abacaxi e do MIX, em forno mufla da modelo Magnu's analógico até 1.200°C, em atmosfera inerte. Colocou-se uma amostra com peso igual a 5 g de biomassa da casca do abacaxi na mufla por 30 minutos a uma temperatura de 350°C com ausência de oxigênio e para o carvão do MIX foi adotado o mesmo procedimento, porém com uma temperatura de 400 °C (Figura 3).

Figura 3: Carvão da casca do abacaxi e do MIX de frutas.



Fonte: Autor, 2017.

Logo após a produção de carvão foram realizados os ensaios de análise imediata fornecendo as frações em peso de umidade, voláteis, teor de cinzas e carbono fixo. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

Para a realização dos ensaios de análise imediata, foi necessário preparar os cadinhos obedecendo os seguintes procedimentos: levaram-se os cadinhos à estufa em uma temperatura de 105°C por duas horas, na sequência esperou esfriar no dessecador por 30 minutos e pesou.

O teor de umidade (%H) das amostras foi determinado da seguinte maneira: pesou-se 1 g de amostra no cadinho, levou à estufa por 1 hora a uma temperatura de 105°C, na sequência o cadinho foi colocado no dessecador 30 minutos e pesou. Para as cinzas (%CZ), pesou-se aproximadamente 1 g de amostra levou para mufla por 30 minutos a 815°C, na sequência o cadinho foi colocado por 1 hora no dessecador e pesado. Para obtenção dos voláteis (%MV) foi pesado 1 g de amostra, levado a mufla por 30 minutos a uma temperatura de 900°C na ausência de oxigênio, logo após colocou o cadinho em um dessecador por 1 hora e pesou. O teor de carbono fixo (%CF) foi determinado pela diferença entre os resultados obtidos.

Para determinação da densidade aparente utilizou-se uma proveta graduada com volume de 10 mL (10cm³) e foi levada a uma balança de precisão, modelo tecnal mark 220 classe II, em que sua massa foi desprezada. Adicionou-se o carvão na proveta a cada 2mL (2cm³) e mediu-se a massa nos intervalos de volume e foi feito o cálculo de densidade aparente por meio da equação 1.

$$D = M / V$$

Equação 1

Em que: **D** = Densidade aparente (g/mL ou g/cm³); **M** = Massa do carvão (g); **V** = Volume (mL ou cm³).

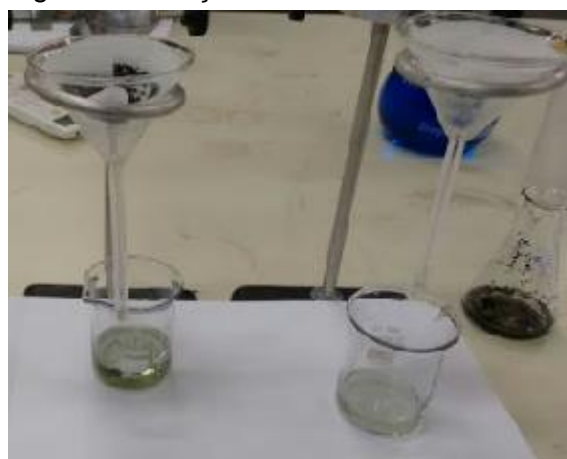
Para ensaio de adsorção, o carvão foi lavado com água destilada e secado na estufa por 1 hora a 105 °C. Em seguida pesou-se 0,2g, 0,4g e 0,6g de material adsorvente e colocou em contato com 30ml de solução de azul de metileno em uma concentração de 10mg/L. Em seguida as amostras foram levadas a uma mesa agitadora por 10 minutos com velocidade de 50 rpm a uma temperatura de 30°C (Figura 4). Após a adsorção as amostras foram filtradas (Figura 5) e determinado a absorbância das soluções a 660nm.

Figura 4: Amostras em mesa agitadora.



Fonte: Autor, 2017.

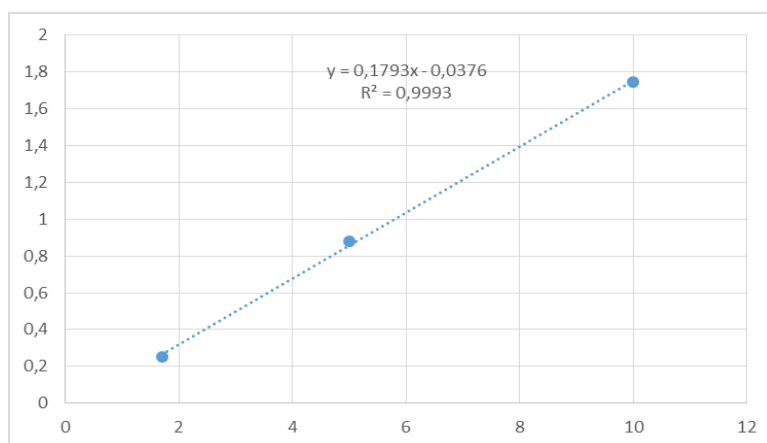
Figura 5: Filtração das amostras.



Fonte: Autor, 2017.

Para avaliação da eficiência da remoção do corante foi utilizada a curva de calibração de azul de metileno para o comprimento de onda de 660nm (Figura 6).

Figura 6: Curva de calibração do corante azul de metileno (660nm).



Fonte: Autor, 2017.

Para obtenção dos valores das Tabela 1 e 2, foi necessário calcular Concentração Final (CF), Concentração Final Média (CFM), Concentração Adsorvida Média (CAM), Quantidade de soluto adsorvido por grama de adsorvente (QS) e Eficiência de Remoção (EF), conforme expresso nas equações abaixo.

$$CF = (y + 0,0376) / 0,01 \text{ (Equação da curva de calibração)}$$

Equação 2

$$CFM = \sum CF / 3$$

Equação 3

$$CAM = CI - CFM$$

Equação 4

$$QS = (CAM \times S) / QAm$$

Equação 5

$$EF = ((CI - CFM) / CI) \times 100$$

Equação 6

Em que: **Y** = Valores da absorbância lida no espectrofotômetro; **CI** = Concentração inicial (10 mg L⁻¹); **S** = Solução (0,03L); **QAm** = Quantidade de amostra (g).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados na análise imediata das amostras, realizado em triplicata, para verificação do comportamento quanto umidade, cinzas, materiais voláteis, carbono fixo e densidade aparente, bem como o ensaio de adsorção em azul de metileno, serviram como base para analisar qual o carvão que obteve melhor desempenho.

Os resultados da caracterização físico-química (tabela 1) do carvão da casca do abacaxi e do MIX foram determinados pela média dos resultados dos ensaios.

Conforme os valores do teor de umidade (tabela 1), foi possível notar que o carvão da casca do abacaxi tem menor capacidade de retenção de água com o valor igual a 3,70%, ou seja o carvão do MIX é composto por um material mais poroso, portanto possui uma maior capacidade de reter um volume maior de líquido.

Dados obtidos na tabela 1 indicam, que quanto maior a quantidade de voláteis menor será o teor de cinzas, assim o carvão do MIX obteve menor valor de cinzas em relação ao da casca do abacaxi, em consequência este carvão pode apresentar uma menor proporção de sais minerais. A quantidade de material volátil está associada diretamente com a presença de material orgânico, portanto o carvão do MIX possui mais matéria orgânica comparado com o carvão da casca do abacaxi.

Tabela 1: Análise imediata do Carvão da casca do abacaxi e mistura de casca de frutas.

Análise Imediata do Carvão

Fibra da Casca do Abacaxi e Mix de Frutas					
Fonte	Umidade (%)	Cinzas (%)	Material Volátil (%)	Carbono Fixo (%)	Densidade Aparente (g/cm ³)
Autor (Abacaxi)	3,70	14,41	58,18	20,70	0,15
Autor (MIX)	5,33	10,05	61,40	23,20	0,12

Fonte: Autor, 2017.

A densidade aparente está ligada diretamente ao peso de um material em um determinado volume, portanto, pode-se concluir que quanto maior a densidade menor será o volume que o carvão irá ocupar dentro do alto forno. Os carvões analisados neste trabalho possuem 0,15g/cm³ e 0,12g/cm³ de densidade para a casca do abacaxi e para o MIX, respectivamente.

A adsorção é decorrente da presença de grupos funcionais que constituem o material adsorvente. Os testes de adsorção nos dois carvões vegetal foram realizados para verificação do melhor desempenho de remoção do poluente químico (azul de metileno). As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados experimentais obtidos durante os ensaios de adsorção do poluente em carvão da casca do abacaxi e MIX, respectivamente.

Tabela 2: Teste de adsorção de azul de metileno, carvão da casca do abacaxi.

Teste de adsorção de azul de metileno, com diferentes massas, realizado na casca do abacaxi.

Identificação	Quant. amostra (g)	Concentração final (mg L ⁻¹)	Concentração final média (mg L ⁻¹)	Concentração adsorvida média (mg L ⁻¹)	Quantidade de soluto adsorvido por grama de adsorvente qe (mg g ⁻¹)	Eficiência de remoção (%)
1.1		1,36				
1.2	0,2	1,51	1,46	8,54	1,28	85,45
1.3		1,49				
2.1		1,35				
2.2	0,4	1,30	1,30	8,70	0,65	86,95
2.3		1,26				
3.1		1,26				
3.2	0,6	1,29	1,27	8,73	0,44	87,27
3.3		1,26				

Fonte: Autor, 2017.

Tabela 3: Teste de adsorção de azul de metileno, carvão de MIX.

Teste de adsorção de azul de metileno, com diferentes massas, realizado no carvão de MIX.

Identificação	Quant. amostra (g)	Concentração final (mg L ⁻¹)	Concentração final média (mg L ⁻¹)	Concentração adsorvida média (mg L ⁻¹)	Quantidade de soluto adsorvido por grama de adsorvente qe (mg g ⁻¹)	Eficiência de remoção (%)
1.1		2,15				
1.2	0,2	2,02	2,03	7,97	1,19	79,67
1.3		1,93				
2.1		1,68				
2.2	0,4	1,60	1,63	8,37	0,63	83,68
2.3		1,62				
3.1		1,46				
3.2	0,6	1,35	1,41	8,59	0,43	85,89
3.3		1,41				

Fonte: Autor, 2017.

Percebe-se uma maior eficiência de remoção do corante no carvão da casca do abacaxi, sendo o maior valor observado igual a 87,27%. Nos ensaios onde foram empregadas amostras de carvão do tipo MIX, a eficiência de remoção do poluente variou entre 79,67 e 85,89%. Como observado nas Tabelas 2 e 3, que a variação na quantidade de massa do carvão utilizado no processo não teve influência de remoção do poluente. Estudo realizado por NIEDERSBERG (2012), em que foi realizado o estudo de adsorção em carvão ativado a partir da casca do tungue, concluiu esta mesma observação.

5. CONCLUSÃO

O aumento de massa das amostras de carvão utilizadas nos testes não apresentou grandes alterações com relação a eficiência na remoção do corante de azul de metileno.

Estima-se que pela grande quantidade de resíduos da produção agrícola, bem como a produção de frutas no Brasil, contribui para produção do carvão vegetal de menor custo comparado ao carvão ativado. Os carvões vegetais possuem um bom desempenho como adsorvente para azul de metileno, sendo assim apresentando um grande potencial para tratamento de efluentes industriais com presença de pigmentos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. F. S.. SEAB—Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL—Departamento de Economia Rural, 2015.

BABEL, S.; KURNIAWAN, T. A. Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review. **Journal of hazardous materials**, v. 97, n. 1, p. 219-243, 2003.

BHATNAGAR, A.; SILLANPÄÄ, M.. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—a review. **Chemical Engineering Journal**, v. 157, n. 2, p. 277-296, 2010.

CRINI, G.. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. **Bioresource technology**, v. 97, n. 9, p. 1061-1085, 2006.

COSTA, L. S.. **Utilização do caroço de açaí como leito filtrante no tratamento de água de abastecimento e residuária**. 2015. 216p. 2015. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

LUÍS, P. M. S.. **Remoção de cor em efluentes têxteis por adsorção em materiais inorgânicos de origem natural**. 2012. 245p. 2012. Dissertação de Mestrado - Faculdade de engenharia universidade do Porto – FEUP, Porto, 2012.

NIEDERSBERG, C. **Ensaio de adsorção com carvão ativado produzido a partir da casca do tungue (aleurites fordii), resíduo do processo de produção de óleo**. 2012. 65 p. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação Em tecnologia Ambiental, Área de Concentração em Gestão e Tecnologia Ambiental, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul. 2012.

SANTOSA, C. M.; MORAISA, L. C.. **Estudo Da Decomposição Térmica Da Casca Seca E Carbonizada De Laranja**. In: ANAIS DO IX Congresso Brasileiro de Análise Térmica e Calorimetria. Serra Negra, ABRATEC, 2014, 4p.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas**. 2012. 72p. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2012.

WERLANG, E. B., SCHNEIDER, R. C. S. Rodriguez, A. L., Niedersberg, C.. Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 3, n. 1, p. 12, 2013.

REVISTA TAE. **O uso de carvão no processo de tratamento de água**. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/artigos.asp?id=109&fase=c>, acesso em: 25 de abril de 2017.



RAFATULLAH, M., SULAIMAN, O., HASHIM, R., AHMAD, A.. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review. **Journal of hazardous materials**, v. 177, n. 1, p. 70-80, 2010.