



# PREPARAÇÃO DE CASCA DE BANANA E BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR COMO BIOADSORVEDORES DE CORANTE AMARELO

G. RODRIGUES<sup>1</sup>, P. SILVA<sup>1</sup> e M.T.S. D'AMELIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade São Francisco, Engenharia Química  
E-mail para contato: glaucia.rodrigues-52@bol.com.br

**RESUMO** – Os efluentes industriais líquidos provenientes de diversos setores como os têxteis e de cosméticos têm provocado danos ao meio ambiente. O uso de adsorvedores neste âmbito tem sido alvo de estudos. O aumento de resíduos sólidos orgânicos provenientes de escolas, lanchonetes e restaurantes diminuem o tempo de vida de aterros. Aliado a esses dois fatores, propôs-se estudar os resíduos sólidos casca de banana e bagaço de cana de açúcar como potenciais bioadsorventes de corantes. As etapas de preparação dos materiais envolveram lavagem, contato do material com solução natural, de ácido clorídrico ou de hidróxido de sódio. Em todos os casos houve diminuição da massa final devido à evaporação de água, principalmente na casca de banana. Para caracterização, foram analisadas a granulometria dos materiais obtidos e realizada a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). O diâmetro médio da casca de banana tratada em ácido apresentou o menor diâmetro médio,  $0,76 \pm 0,09$  mm; com o tratamento com a base apresentou diâmetro médio de  $0,92 \pm 0,1$  mm e o tratamento somente com a água, de  $1,13 \pm 0,13$  mm. O bagaço de cana também apresentou diferença no diâmetro médio de acordo com o tratamento da amostra. O tratamento com o ácido também apresentou a menor granulometria, com diâmetro médio de  $0,73 \pm 0,13$  mm, enquanto que no tratamento com a base, o diâmetro médio foi de  $0,82 \pm 0,15$  mm. O MEV mostrou que os meios ácido e básico modificaram a estrutura dos materiais, tendo o último degradado mais.

## 1. INTRODUÇÃO

Os cuidados com a preservação e manutenção de recursos naturais são de suma importância para a qualidade de vida na Terra. Nesse aspecto destacam-se os poluentes provenientes do descarte inadequado de efluentes líquidos em rios e mares, os quais são causadores de problemas não só ao meio ambiente como à saúde pública (CERQUEIRA, 2000). A presença de corantes nos efluentes líquidos que envolvem o cenário industrial tem sido alvo de preocupação devido à sua toxicidade. As indústrias são as principais responsáveis pela geração de efluentes contendo compostos fenólicos, metais pesados e corantes. Na indústria têxtil, 15% dos corantes utilizados são perdidos durante o processo de tingimento e geram efluentes (PARSHETTI et al., 2010).

A operação de transferência de massa do tipo adsorção tem se apresentado bastante eficaz para a remoção de metais pesados e pigmentos do meio aquoso (MARTINS, et al.,



2015). Adsorção é uma operação unitária de transferência de massa do tipo fluido-sólido e explora a habilidade de certos sólidos concentrarem em sua superfície determinadas substâncias presentes em soluções líquidas ou gasosas. A escolha para o melhor adsorvente a ser utilizado é uma variável no processo de adsorção, de modo que, é necessário que o adsorvente selecionado apresente um bom desempenho em relação ao equilíbrio e em relação à cinética de adsorção. Para ser adequado, o adsorvente deve ser um material que tenha capacidade de reter o máximo de soluto no seu interior durante o menor tempo possível (TADINI et al., 2016). Muitos resíduos já foram testados como possíveis adsorventes, tais como cascas de alimentos, resíduos agrícolas, serragem entre outros materiais (SHARMA et al., 2011). Com a união da necessidade de tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos pelo método de adsorção, tem-se ampliado os estudos referentes a bioadsorventes.

Cultivada em muitos estados brasileiros, a banana é uma fruta popularmente consumida (FRANCISCO, 2011). Considerada como poluente, a casca da banana apresenta propriedades adsorventes, capaz de adsorver metais, compostos orgânicos (BONIOLLO, 2005) e pigmentos (MARTINS et al., 2015). O bagaço de cana de açúcar (subproduto da cana) é gerado em grande quantidade e tem causado sérios problemas de estocagem que afetam diretamente o meio ambiente. Ele é utilizado, principalmente, na produção de energia térmica seguido de alimentação animal o qual representa de 25% a 30% da cana moída. A utilização desses compostos como bioadsorvente contribui para a solução de dois problemas conhecidos, a biomassa residual que passa a ser retirada dos locais de despejo e os efluentes que podem ser devidamente tratados com a reutilização desse material (BONIOLLO, 2005).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Preparação das cascas de banana

As cascas de banana foram preparadas segundo Martins, et al. (2015). Inicialmente foram lavadas com água destilada corrente e cortadas em pedaços de cerca de 5 cm. Foram secas sob o sol por 3 dias para totalizar 20 horas de exposição ao sol. A secagem final foi realizada em estufa a 65°C em dois períodos de 12 horas com descanso de 12 horas. O material foi triturado para a obtenção de grãos. Quando submetidas a tratamento, este era realizado após a lavagem em água destilada corrente e o corte de 5 cm. A solução ácida foi preparada com 0,5 mol/L de ácido clorídrico, enquanto a básica, 0,5 mol/L de hidróxido de sódio. Neste processo, 500 g de casca de banana foram submersas em meio ácido ou básico de 1000 ml, e permaneceram sob constante agitação por 2 horas. Ao término do tratamento, as cascas foram filtradas e colocadas em água destilada a qual foi trocada a cada 30 minutos. Em meio ácido, após 2 horas, não houve mais observação de turbidez, sendo interrompido este processo neste momento. Em meio básico, foi necessária uma lavagem por 5 horas.

### 2.2 Preparação do bagaço de cana de açúcar

Para a preparação do bagaço de cana de açúcar foi realizada a metodologia apresentada por Baradel e Munhoz (2017). O bagaço de cana foi lavado em água destilada corrente por 3 minutos. Em seguida, ele foi fervido por 30 minutos em água. Esse procedimento foi repetido três vezes, com troca de água a cada ciclo. Para secagem, o material foi mantido em uma estufa a 60°C por 48h. Em seguida, foi triturado com o auxílio de um liquidificador. Foram



realizadas duas preparações, na primeira, com 100 gramas de bagaço de cana e, na segunda, 150 gramas de bagaço. O tratamento ácido ou básico foi realizado após as três fervuras por 30 minutos em água destilada (com troca de água a cada ciclo). Colocou-se o bagaço de cana em solução ácida, de 0,1 mol/L de ácido clorídrico e manteve-se por 2 horas, sob constante agitação. Após lavagem em água destilada, secou-se em estufa por 48 horas e triturou-se com auxílio de um liquidificador. No meio básico, a solução utilizada foi de 0,5 mol/L de hidróxido de sódio, sendo todos os demais os mesmos procedimentos.

## 2.3 Análises das amostras

Para verificar a estrutura do material adsorvente obtido, foram realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV). As análises foram realizadas para a casca de banana e o bagaço da cana de açúcar preparados nos três meios. Para analisar a caracterização dos materiais particulados quanto ao tamanho da partícula, foram realizadas análises granulométricas por meio de peneiramento para cada adsorvente em cada tipo de tratamento.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Casca de Banana

Na preparação do material somente em água houve redução da massa. Inicialmente as cascas apresentavam coloração característica, amarelas, no decorrer do processo foram escurecendo, em um tom de marrom, até que na fase de secagem, tiveram massa reduzida com aspecto retorcido. Foram realizadas duas bateladas de preparação. Na primeira, a partir de 1,5 kg de casca, foram obtidos 294,97 g de material, rendimento de 20%. Na segunda batelada, de 1,343 kg de cascas, obtiveram-se 629,75 g de material, um rendimento de 47%.

Durante a permanência da casca de banana no tratamento ácido, observou-se alteração na coloração da solução que inicialmente era incolor, e assumiu coloração levemente marrom com aspecto turvo. Ao término do período de 2 horas, retirou-se o material do meio ácido e registrou-se redução de 71,4% de sua massa inicial: de 500 g, obtiveram-se 143g de material. No procedimento de lavagem após o tratamento ácido, não se observou alteração na coloração das trocas de água, nem turbidez. Após à exposição ao sol, observou-se escurecimento das cascas que inicialmente apresentavam coloração característica amarela, mudando para cor marrom. A textura do material também mudou ficando seca, dura e retorcida. Após o processo de trituração, obteve-se 23,01 g de adsorverdor, rendimento de 4,6%.

No tratamento básico, observou-se alteração na coloração da solução que inicialmente apresentou-se incolor e posteriormente assumiu coloração marrom intensa com aspecto turvo. As cascas passaram a escurecer em um tom de verde-escuro. Ao término do período de 2 horas, retirou-se o material do meio básico e visualmente pode-se perceber a redução no volume do material, pois as cascas tiveram grande degradação em sua estrutura, uma vez que estavam pretas e passaram a exalar um cheiro forte, além de estarem amolecidas, com aspecto de massa.

No processo de lavagem, a coloração das trocas de água continuou com o aspecto da solução inicial, porém não estavam turvas, e mesmo após 5 horas de limpeza, o aspecto do

meio continuava como o inicial. Após à exposição ao sol, observou-se grande redução em sua massa, característica da desidratação sofrida. O adsorvente em pó apresentou massa de 21,7809g, grande redução quando comparada com a massa inicial da casca de banana in natura, com rendimento de 1,96%.

### 3.2 Cana de açúcar

Durante a permanência do bagaço de cana no tratamento ácido, observou-se alteração na coloração da solução que inicialmente apresentou-se incolor. Ao término do período de 2 horas, retirou-se o material do meio ácido e pesou-se, registrando redução de 87,42% de sua massa inicial de 500 g. No procedimento de lavagem após o tratamento ácido, não se observou alteração na coloração das trocas de água, nem turbidez. Após o processo de trituração, obteve-se 64,23 g de absorvedor, rendimento de 12,58%.

No tratamento básico, apresentou-se alteração na coloração da solução ao imergir em hidróxido de sódio, a coloração passou a ser amarelada intensa com aspecto turvo. Ao término do período de 2 horas, retirou-se o material do meio básico e visualmente pode-se perceber a redução no volume do material, pois o bagaço teve grande degradação em sua estrutura, uma vez que estavam amareladas e estarem amolecidas.

### 3.3 Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura

Nas Figuras 1 e 2, observa-se a estrutura dos materiais submetidos aos seus respectivos meios de preparação, com resolução de 200 $\mu$ m. Os materiais tratados em meio ácido, apresentaram menor degradação em sua estrutura, em contrapartida, as preparações em meio básico, causaram severa degradação das estruturas tanto da casca de banana (Figura 1b), quanto do bagaço de cana de açúcar (Figura 2b). A estrutura do material apresentou sensibilidade à ação de uma base forte. Quanto aos resultados em meio aquoso, não houve alteração intermediária do material.

Figura 1 – MEV Casca de banana em (a) meio ácido, (b) meio básico, (c) meio aquoso

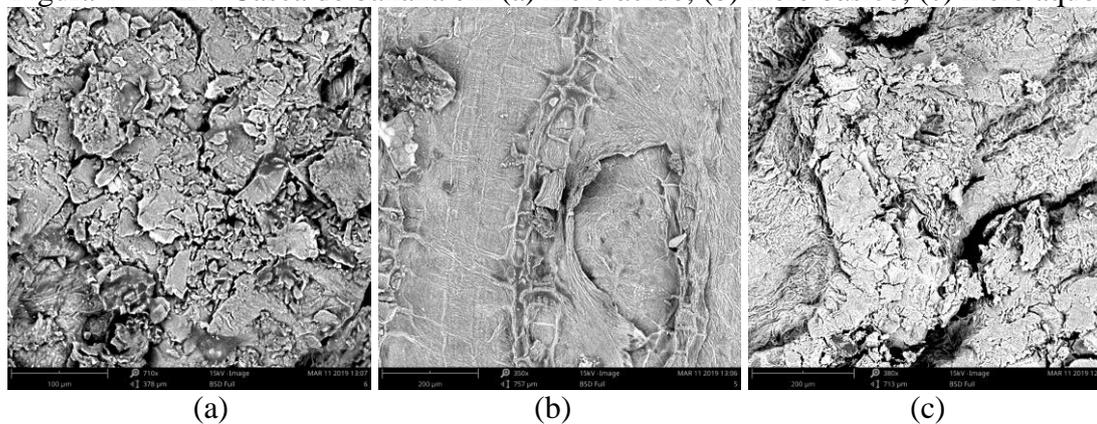
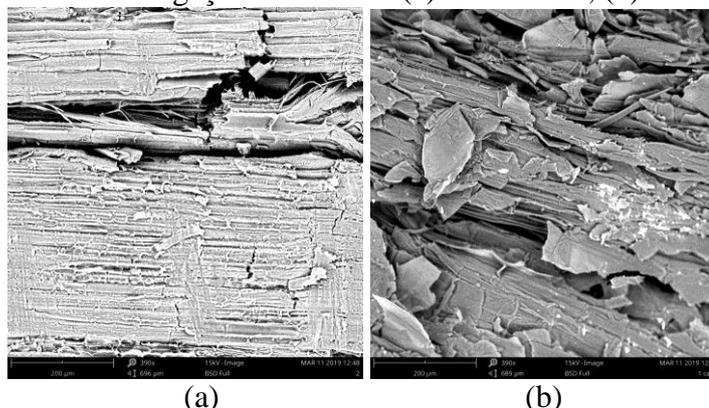


Figura 2 – MEV Bagaço de Cana em (a) meio ácido, (b) meio básico.



### 3.4 Análise Granulométrica

Para a obtenção dos dados de distribuição granulométrica dos bioadsorventes, apresentados na Tabela 1, utilizou-se certa quantidade do material (casca de banana) para cada meio de preparação, ácido, básico e aquoso, sendo de 84,502 g, 49,114 g e 45,825 g, respectivamente.

Tabela 1 – Análise granulométrica – Casca de banana e Bagaço de cana de açúcar.

Peneira (mesh)	Di (mm)	Massa Casca Banana (g) em meio ácido (HCl)	Massa Casca Banana (g) em meio básico (NaOH)	Massa Casca Banana (g) em meio aquoso (água destilada)	Massa Bagaço Cana (g) em meio ácido (HCl)	Massa Bagaço Cana (g) em meio básico (NaOH)
8	2,360	3,763	3,410	5,910	-----	1,328
10	2,000	3,248	3,048	4,854	1,8614	1,2018
16	1,180	19,278	14,417	16,841	12,471	102,0812
30	0,600	36,184	20,037	11,608	33,8103	51,1621
50	0,300	11,021	7,341	3,621	7,1262	42,4016
200	0,075	10,911	0,862	2,828	6,5032	25,04
Fundo		0,0980	-----	0,1632	0,5056	3,76

Obteve-se similaridade para as três preparações ao analisar o diâmetro das partículas referentes à peneira 30, sendo este de 0,6mm, pois para ambos os meios nesta faixa se concentrou as maiores quantidades de material, representando 42,87% para o meio ácido, 40,80% para o meio básico em relação às massas totais. O diâmetro médio da casca de banana tratada em ácido apresentou o menor diâmetro médio,  $0,76 \pm 0,09$  mm e também o de menor desvio padrão, isto é, o de partículas com tamanhos mais próximos. O tratamento com a base apresentou diâmetro médio de  $0,92 \pm 0,1$  mm e o tratamento somente com a água, de  $1,13 \pm 0,13$  mm. Este resultado mostra que a alteração do meio de tratamento do adsorvente contribuiu para diminuir seu tamanho e aumentar a área de contato com o meio a ser adsorvido. Foram utilizados três modelos matemáticos para descrever a distribuição granulométrica: Gates, Gaudin, Schumann (GGS), Rosin, Rammler e Bennet (RRB) e o modelo que estabelece a função  $X = X(D)$  no formato log-nominal. O modelo que melhor representou essas amostras foi o GGS, e a partir deste foram calculados os diâmetros médios de Sauter que foram, respectivamente, 0,322 mm, 0,581 mm e 0,517 mm.



Para a análise granulométrica do bagaço de cana de açúcar, utilizou-se uma massa de 62,30g para o meio ácido e 226,97g para o meio básico. Manteve-se aproximadamente 54% para a peneira 30, e aproximadamente 45% na peneira 16, respectivamente. Para obtenção de tais resultados utilizou-se a Tabela 2. O bagaço de cana também apresentou diferença no diâmetro médio de acordo com o tratamento da amostra. O tratamento com o ácido também apresentou a menor granulometria, com diâmetro médio de  $0,73 \pm 0,13$  mm, enquanto que no tratamento com a base, o diâmetro médio foi de  $0,82 \pm 0,15$  mm. O valor do desvio indica o desvio em relação à média. O melhor modelo de ajuste foi o GGS que indicou uma distribuição heterogênea da amostra.

#### 4. REFERÊNCIAS

BONIOLLO, M.R; YAMAURA, M. **Viabilidade do uso da casca de banana como adsorvente de íons de Urânio**. Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares, Santos, p. 1, 2005.

CERQUEIRA, A. A., **Utilização de argilas na remoção de íons cromo presentes em efluentes industriais**. 53f. Monografia de especialização em química ambiental – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2018.

FOLEGATTI, M. I. S., et al. **Banana processamento**. Embrapa mandioca e fruticultura tropical, 2004. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro\\_Banana\\_Cap\\_13IDPA3643xufd.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_13IDPA3643xufd.pdf)>. Acesso em: 12 de Julho de 2014.

FRANCISCO, M. S., **Diagnóstico da produção e qualidade dos frutos de banana (*Musa spp*), cultivada no município de Bananeiras – PB / Maria Sueli Francisco**. - Bananeiras, 2011.

MARTINS, W. A; OLIVEIRA, A. M. de; MORAIS, C. E. de; COELHO, L. F. O.; MEDEIROS, J. F. **Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. V. 10, n.1, p. 96. Pombal – PB, 2015.

PARSHETTI, G. K.; TELKE, A. A.; KALYANI, D. C.; GOVINDWAR, S. P. **Decolorization and detoxification of sulfonated azo dye methyl orange by *Kocuria rosea* MTCC 1532**. Journal of Hazardous Materials, v. 176, n. 1-3, p. 503–509, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.11.058>

SHARMA, P.; KAUR, H.; SHARMA, M.; SAHORE, V. **A review on applicability of naturally available adsorbents for the removal of hazardous dyes from aqueous waste**. Environmental Monitoring and Assessment, v. 183, p. 151-195, 2011.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA-FILHO, P. A. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. v. 2 São Paulo-SP: Editora LTC, 2016.