

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS LIGNOCELULÓSICOS PARA ADSORÇÃO DE CORANTES

Júlia Ponce (PIBIC/CNPq), Milena Keller Bulla (Pesquisador), Silvia Luciana Favaro (Pesquisadora), Beatriz Cervejeira Bolanho Barros (Co-orientadora), Vagner Roberto Batistela (Orientador) e-mail: ra102632@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Tecnologia / Umuarama, PR.
Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Mecânica /
Maringá, PR.

Engenharia / Engenharia Química

Palavras-chave: resíduos, adsorção, azul de metileno.

Resumo: A destinação de resíduos agroindustriais é um grande desafio ambiental dada a geração em grande volume e falta de opções sustentáveis de utilização. Neste trabalho, avaliou-se a ação de resíduos de bagaço da cana-de-açúcar, palha do milho e casca de arroz pré-tratados em meio básico como adsorventes do corante azul de metileno. Caracterizou-se os materiais por pH_{pzc}, ATR-FTIR, MEV e teor de fibras. Avaliou-se a eficiência de adsorção de cada adsorvente por meio de planejamento fatorial de Box-Behnken com as variáveis pH, concentração do corante e dosagem de adsorvente, fixando o tempo de contato em 2h. Os resíduos apresentaram porcentagens médias de adsorção próximos a 90% indicando que sua destinação como biosorventes é viável para as agroindústrias dos setores estudados.

Introdução

O Brasil se destaca pela importante produção de produtos agroindustriais, mas ainda gera grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes decorrente do beneficiamento das matérias primas (MACHADO; ADAME, 2016). Na região noroeste do Paraná, geram-se toneladas de resíduos do bagaço da cana-de-açúcar e também palha do milho, ambos bastante ricos em fibras vegetais. No beneficiamento do arroz, matriz da alimentação brasileira, a casca do arroz é usada geralmente para produção de energia, porém tem degradação lenta e emite gases tóxicos em sua combustão (MAYER et al., 2006). Nos três casos citados, faltam abordagens para a transformação desses resíduos em produtos com valor agregado. No entanto, como possuem composição orgânica diversificada e, assim, possíveis sítios de adsorção, estes resíduos podem ser empregados como bioadsorventes para o tratamento de efluentes aquosos (RUTHVEN, 1984; OLIVEIRA, 2019), promovendo um meio sustentável de destinação desses materiais e também de remediação de poluição hídrica (RAJESHWARISIVARAJ, 2001). Neste

trabalho, avaliou-se a ação de bagaço de cana-de-açúcar (SCB), palha do milho (MIL) e casca do arroz (ARR) como bioadsorventes do corante azul de metileno (MB), utilizado como composto modelo, relacionando a eficiência de adsorção com as caracterizações dos materiais por técnicas de pH_{pcz}, ATR-FTIR, MEV e teor de fibras.

Materiais e métodos

1. *Preparo e tratamento dos bioadsorventes*

Obteve-se os resíduos SCB, MIL e ARR nas indústrias e lavouras da região de Umuarama, Paraná. Cortou-se os resíduos em tamanhos de 0,5 cm e peneirou-se, recolhendo-se a fração que ficou retida. Após secarem em condição ambiente, lavou-se os resíduos com água corrente e tratou-se com solução de NaOH 0,10 mol/L por 24h. Em seguida, lavou-se em água corrente novamente, secou-se a 50 °C por 24 em estufa e armazenou-se em dessecador.

2. *Caracterização dos adsorventes*

Determinou-se o ponto de carga zero (pH_{pcz}) de acordo com KENG E UEHARA, 1974. Obteve-se micrografias eletrônicas (MEV) em um microscópio QUANTA 250 FEI, com as amostras metalizadas em Au e ampliações de 500x. Obteve-se os espectros ATR-FTIR em um FTIR Alpha espectrofotômetro com módulo de cristal de diamante. Determinou-se o teor de fibras em detergente ácido (FDA), fibras em detergente neutro (FDN), celulose, hemicelulose e lignina segundo VAN SOEST, 1963; VAN SOEST, 1967; OLIVEIRA, 2019.

3. *Ensaio de adsorção*

Realizou-se os ensaios de adsorção em frascos falcon contendo 10,0 mL de solução do corante MB, agitados por 2h a 25 °C e monitorados a 655 nm. Os fatores e variáveis foram analisados em planejamento fatorial de Box-Behnken: pH (3,0; 7,0 e 11,0), concentração de MB (2,0, 5,0 e 8,0 mg/L) e dosagem de adsorvente (5,0, 10,0 e 15 g/L). Obteve-se as superfícies de respostas com o software Design Expert[®], considerando os melhores resultados estatísticos (ANOVA) para o ajuste de modelos matemáticos.

Resultados e Discussão

Todos os adsorventes apresentaram pH_{pcz} entre 3 e 4, indicando que a adsorção do MB (corante catiônico) deve ocorrer melhor em pH básico, acima do pH_{pcz} dos adsorventes. Pelo MEV, os resíduos SCB (Figura 1A) e MIL (Figura 1B) apresentaram superfície fibrosa e porosa, o que pode facilitar a adsorção do corante. O resíduo ARR (Figura 1C) apresentou superfície rugosa e sem porosidade aparente.

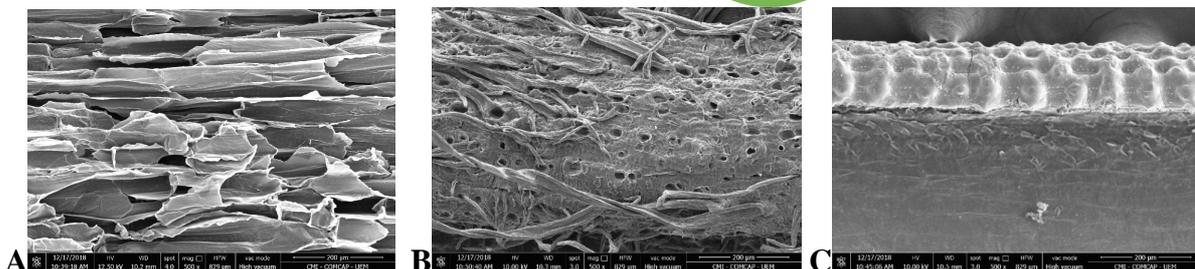


Figura 1- Microscopias eletrônicas de varredura dos adsorventes: CAN (A), MIL (B) e ARR (C) com ampliações de 500x.

Pela Tabela 1, os teores de celulose seguem a ordem decrescente SCB>MIL>ARR, os de lignina seguem ARR>SCB>MIL e os de hemicelulose MIL>ARR>SCB. A presença dos biopolímeros foi confirmada por ATR-FTIR.

Tabela 1- Resultados do teor de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, lignina e celulose, em % m/m.

MATERIAL	FDN	FDA	HEMICELULOSE	LIGNINA	CELULOSE
MIL	89,40±0,84	62,27±0,54	27,13	8,78	54,69
ARR	85,74±0,28	79,25±0,54	6,79	21,76	45,71
CAN	89,58±0,54	84,06±0,54	5,52	12,95	71,31

Na Figura 2 estão apresentadas as superfícies de resposta para a adsorção do MB pelos três bioadsorventes. Os valores médios de adsorção no ponto central foram de 98,5% para o MIL, 95,4% para o ARR e 85,5% para a CAN. De forma geral, os maiores valores de adsorção para os três adsorventes foram alcançados em meio básico com concentrações menores de MB. Isso pode ser explicado pelo fato dos bioadsorventes apresentarem carga negativa superficial em $\text{pH} > \text{pH}_{\text{pcz}}$, o que promove maior interação eletrostática com o corante catiônico MB. A menor concentração do MB favorece a maior adsorção, dada a maior probabilidade de contato com os sítios ativos dos biomateriais.

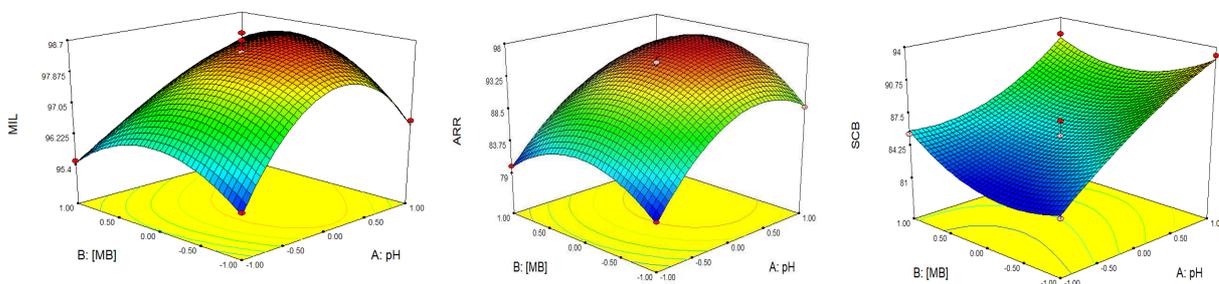


Figura 2 - Superfícies de resposta da adsorção do MB pelos adsorventes MIL, ARR e SCB e em relação ao pH e [MB], em dosagem de adsorvente de 10 g L^{-1} , a 2h de agitação e $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Os modelos matemáticos do processo de adsorção apresentaram parâmetros de ordem $n \geq 2$, com efeitos sinérgicos significativos entre as variáveis. Todos os

modelos apresentaram valores elevados do coeficiente de determinação R^2 com insignificantes erros devido à falta de ajuste ou erro puro, nas condições de contorno dos experimentos

Conclusões

Os resíduos SCB, MIL e ARR apresentaram elevadas porcentagens de adsorção do corante MB, próximas a 90%, sendo MIL e ARR os melhores adsorventes nas condições estudadas. O aproveitamento de resíduos agroindustriais como bioadsorventes proporciona uma importante aplicação, beneficiando o meio ambiente, como alternativa para o tratamento de efluentes e recuperação de corpos d'água contaminados.

Agradecimentos

PIBIC/UEM; COMCAP/UEM.

Referências

- KENG, J. C. W.; UEHARA, G. **Chemistry, mineralogy and taxonomy of Oxisols and Ultisols**. Proceedings of Soil Crop Science Society of Florida, 33,1974, 119-126.
- MACHADO, M. M.; ADAME, A. **Problemas Ambientais Causados Pelos Resíduos Sólidos, Poluição das Águas, Aterro Sanitário e Destinação Correta do Lixo**. AJES. Mato Grosso, 2016.
- MAYER, F. D.; HOFFMANN, R.; RUPPENTHAL, J. E. **Gestão Energética, Econômica e Ambiental do Resíduo Casca de Arroz em Pequenas e Médias Agroindústrias de Arroz**. XIII SIMPEP. Bauru, 2006.
- OLIVEIRA, A. V. B.; RIZZATO, T. M.; BARROS, B. C. B.; FAVARO, S. L.; CAETANO, W.; HIOKA, N.; BATISTELA, V. R. **Physicochemical modifications of sugarcane and cassava agro-industrial wastes for applications as biosorbents**. Bioresource Technology Reports, 2019. In proof.
- RAJESHWARISIVARAJ; SIVAKUMAR, S.; SENTHILKUMAR, P.; SUBBURAM, V. **Carbon from Cassava peel, an agricultural waste, as an adsorbent in the removal of dyes and metal ions from aqueous solution**. Bioresource Technology, 80(3), 2001, 233-235.
- RUTHVEN, D. M. **Principles of Adsorption and Adsorption Process**. New York: John Wiley & Sons, 1984.
- VAN SOEST, P. J. **Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II. A rapid method of the determination of fiber and lignin**. J. Assoc. Official Agr. Chem., 46(5), 1963, 829-35
- VAN SOEST, P.J. **Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forage**. J. Anim. Sci., 26(1), 1967, 119-128.