



ESTUDO DA ADSORÇÃO EM EFLUENTES LÍQUIDOS ATRAVÉS DO MESOCARPO DO COCO E BAGAÇO DA CANA DE AÇÚCAR

A. L. O. TOLEDO¹, C. A. COSTA², G. N. R. OLIVEIRA³, N. R. SANTOS⁴, N. M. R. MORINAGA⁵, W. S. BENJAMIN⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – *A preocupação para minimizar os impactos ambientais decorrentes da poluição dos mananciais de água, é frequente na sociedade. O gerenciamento de resíduos é, portanto, um dos grandes desafios das indústrias. Desse modo, propôs-se a utilização de biomassa, bagaço de cana-de-açúcar e mesocarpo do coco, para promover a adsorção de hidrocarbonetos em efluentes líquidos contaminados com óleo. O material orgânico foi preparado em termos de lavagem, secagem, definição de granulometria e ajuste de pH. Em todos os testes, este foi imerso em 600mL de água e 100mL de óleo, simulando o corpo aquático contaminado. Utilizou-se óleo diesel S-10 e óleo doméstico reutilizado. De acordo com os testes, foi possível observar que os fatores quantidade de matéria, tipo de fluido, granulometria empregada e sujeira presente no óleo, influenciaram diretamente na adsorção.*

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem sido palco de grandes discussões na atual sociedade, a qual tem se responsabilizado por estudos na área do desenvolvimento de técnicas, com objetivo de minimizar o impacto da poluição ou acidentes ambientais, sobretudo nos mananciais de água.

Um dos grandes vilões são os contaminantes orgânicos, como os hidrocarbonetos originados dos processos de produção nas indústrias de plásticos, borrachas sintéticas, tintas, corantes, adesivos, solventes, detergentes, explosivos, produtos farmacêuticos, que derivam do petróleo (LIMA; SILVA; SOUZA, 2011). Estes apresentam difícil remoção devido à estabilidade a luz e ao calor (ALSINA; SANTOS; SILVA, 2006).

O gerenciamento de resíduos é, portanto, um dos grandes desafios das indústrias na atualidade, visto que, o descarte excessivo de materiais pode ser prejudicial. Desse modo, pesquisas para reaproveitamento do bagaço residual da cana de açúcar e as fibras de coco, enquanto resíduos orgânicos, têm ganhado destaque, principalmente no que se diz respeito ao processo de separação por adsorção em efluentes líquidos contaminados. Além disso, torna-se um



meio de evitar o descarte da matéria orgânica na natureza, visto que o Brasil gera grande quantidade de bagaço residual e cerca de 80% do lixo coletado na orla marítima corresponde ao coco.

Paralelamente, as indústrias que processam água-de-coco geram volumes significativos e crescentes do mesmo material, que é enterrado em lixões e aterros, causando problemas, especialmente em grandes centros urbanos (ROSA, 1998).

A adsorção como uma operação unitária para a separação de componentes presentes em grandes quantidades é relativamente recente, iniciando por volta de 1970 e sendo impulsionada pela indústria petroquímica (RUTHVEN, 1984).

Santos et al. (2003a e 2003b) e Rubio et al. (2003) estudaram a adsorção de derivados de petróleo utilizando diferentes biomassas. Swaminathan et al. (2005) estudaram a adsorção de chumbo de soluções aquosas utilizando o bagaço de cana como adsorvente. Brandão et al. (2006) e Romanielo et al. (2007) estudaram adsorção de gasolina e diesel respectivamente, neste adsorvente.

Em 2007, foi fundada no Rio de Janeiro, a empresa EPS (Environmental Products and Services) especializada em soluções para prevenção e combate a emergências de derramamento de óleo e outros produtos perigosos no mar e na terra. Dentre os produtos da empresa, estão os materiais absorventes como mantas e travesseiros de microfibras de polipropileno e o Bioturf, adsorvente particulado vegetal orgânico para hidrocarbonetos, químicos e petroquímicos.

A adsorção corresponde à transferência de um soluto para uma superfície sólida, sendo esta impulsionada pela diferença de concentração no interior do líquido e do material sólido. O composto adsorvido fica retido por meio das interações com as partículas do material (BONI, 2012 apud FOUST, 1982). Ou seja, a adsorção é um fenômeno superficial, diferente da absorção em que há permeação do volume de um material.

Segundo Gomide (1988) para que um adsorvente seja comercialmente importante, ele deve reunir uma série de características favoráveis de eficiência, seletividade, resistência mecânica, perda de carga, custo, aglomeração, inércia química, densidade e área interfacial.

As biomassas possuem propriedade altamente hidrofóbica somada a uma elevada porosidade que desenvolve força capilar no sentido da adsorção de óleos. Além disso, a maioria das matérias orgânicas se configuram como adsorventes de baixo custo (Romanielo et al., 2008).

Romanielo (apud Rubio et al., 2003) afirma que: “tecidos vegetais, com alta área superficial e com grandes poros tendem a adsorver contaminantes orgânicos por mecanismos físico-químicos de uma maneira semelhante à do carvão ativado”.



Pensando nisso e, com o propósito de contribuir com os estudiosos da área, propõe-se a utilização de biomassa, bagaço de cana-de-açúcar e mesocarpo do coco, para promover a adsorção de hidrocarbonetos em efluentes líquidos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O bagaço da cana-de-açúcar foi cedido pelo proprietário do estabelecimento localizado em frente ao Aeroporto Mário de Almeida Franco, em Uberaba-MG. Devido ao processo de prensagem do mesmo, para sua utilização na produção do suco da cana (garapa) e seu armazenamento, quando recebido ainda continha resíduos de açúcar (sacarose) e alguns materiais indesejáveis como poeira que podiam influenciar as análises, por isso preparou-se o bagaço antes de sua utilização no processo de adsorção. O coco também foi cedido pelo estabelecimento citado e passou por um preparo.

Ambas as biomassas foram lavadas em água corrente. Em seguida, o bagaço de cana-de-açúcar foi imerso em água destilada suficiente para encharcá-lo, por cerca de 2 horas para haver a difusão para a fase aquosa da sacarose e outros compostos e, assim, evitar sua decomposição com o armazenamento.

Para o preparo do coco foi necessário a retirada da casca e castanha, restando apenas o mesocarpo do coco, que contém as fibras.

Então, para utilização das biomassas na forma natural, após a lavagem, essas foram secas à temperatura ambiente durante dois dias. Com as biomassas pré-secas, essas foram submetidas a um tratamento em uma estufa de secagem, à temperatura variando de 70°C por três dias até atingir o equilíbrio, ou seja, massa constante pela perda de umidade.

Em seguida, parte do material seco, foi submetido à moagem em um moinho de facas da marca Marconi – Modelo Ma048 e, determinou-se as granulometrias para análise utilizando peneiras granulométricas com aberturas em mm equivalentes a 850, 600, 0,297 e 0,250, respectivamente.

Concluída a fase de tratamento das biomassas, foram realizados testes com características distintas, apresentando as fibras de coco e o bagaço misturados na forma granulométrica e também em pedaços (material não submetido à moagem).

Em todos os testes, o material orgânico foi imerso em 600mL de água e 100mL de óleo, simulando o corpo aquático contaminado. Utilizou-se óleo diesel S-10 e óleo doméstico reutilizado.

Os experimentos foram submetidos a uma agitação e contaram com o ajuste do pH, onde Ácido Clorídrico (HCl) ou Hidróxido de Sódio (NaOH), ambos 0,1 M, foram adicionados,



buscando deixar as soluções com um pH igual a 6. Conforme a necessidade de cada ensaio foi inserida em torno de 8 a 30 gotas de HCL quando a solução estava mais básica, ou NaOH quando a acidez predominava.

Cerca de 60 min após a imersão das biomassas, quantificou-se o óleo adsorvido por meio da diferença de volume inicial e final presente na água. Para isso, utilizou-se um funil de decantação, onde houve separação das fases, e uma proveta de 100mL para quantificação do óleo remanescente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia adotada, coletou-se dados, os quais posteriormente foram analisados e dispostos nas tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1 – Biomassas em pedaços

Tipo de Óleo	Massa Inicial da Biomassa (g)	Quantidade de óleo Adsorvida (mL)	Quantidade de óleo Adsorvida (mL óleo /g de biomassa)
Doméstico	2,100	33	15,71
Doméstico	4,200	15	3,57
Diesel (S-10)	2,128	26	12,22
Diesel (S-10)	4,200	32	7,62

Fonte: Dados experimentais

Tabela 2 – Biomassas com granulometria definida

Tipo de Óleo	Massa da Biomassa (g)	Granulometria (mm)	Quantidade de óleo Adsorvida (mL)	Quantidade de óleo Adsorvida (mL óleo /g de biomassa)
Doméstico	4,400	<0,250	67	15,23
Doméstico	5,600	600<x<850	50	8,93
Diesel (S-10)	4,400	<0,250	33	7,50
Diesel (S-10)	5,600	600<x<850	40	7,14

Fonte: Dados experimentais



O óleo doméstico utilizado no segundo ensaio do primeiro experimento com as biomassas em pedaços, continha muitas impurezas. Acredita-se que as mesmas quando entram em contato com o material adsorvente, encobrem seus poros, provocando assim, um índice de adsorvibilidade mais baixo. Nota-se que mesmo com o dobro da quantidade de massa a quantidade adsorvida foi menor em relação ao experimento anterior, pois o óleo encontrava-se mais sujo.

Tratando-se de granulometria, quanto menor o tamanho da biomassa adsorvente, maior é a sua área de contato com o fluido que pretende ser adsorvido, o que acarreta assim uma maior adsorção. Isto pode ser observado comparando-se os resultados afins entre as tabelas ou ainda entre as diferenças granulométricas da tabela 2. Tais diferenças apresentaram-se mais eficaz para a adsorção do óleo doméstico.

Ao analisar o tópico quantidade de matéria observou-se que inserindo mais biomassa no processo obtém-se uma adsorção mais significativa, mesmo com diferença de granulometria. Os resultados de adsorção do óleo diesel na tabela 2 mostram isso, pois inicialmente esperava-se maior adsorção para a menor granulometria ($<0,250$), entretanto isto não ocorreu devido a massa utilizada no teste de granulometria $600 < x < 850$ ser maior.

Por fim, em relação ao tipo de fluido a ser adsorvido, temos que quanto maior a cadeia carbônica mais difícil é a adsorção. O óleo doméstico é formado por triglicerídeos, lipídios formados pela união de uma molécula de glicerina com três ácidos graxos, triésteres. Assim, esses compostos possuem longas cadeias carbônicas. Já o óleo diesel S-10 possui baixo teor de enxofre 10 mg/kg (ppm) e alto número de cetano – no mínimo 48 – o que o faz ser considerado um óleo combustível pesado para o motor.

O índice de cetano está relacionado com a velocidade de ignição, medindo, portanto, a qualidade da combustão e dos combustíveis. Uma ignição rápida sugere uma combustão de boa qualidade e baixos valores de cetano acarretam dificuldades de partida e mau funcionamento do motor.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que os fatores quantidade de matéria, tipo de fluido, granulometria empregada e sujeira presente no óleo, influenciaram diretamente na adsorção.

Desta forma a utilização do mesocarpo do coco e do bagaço da cana de açúcar pode se consumir como uma saída para poluições de efluentes líquidos, apesar de ainda encontrar algumas dificuldades dependendo do tipo de fluido, pois a adsorção pode não ser muito efetiva devido a fatores como impurezas e o tamanho da cadeia carbônica do poluente.



É indispensável frisar também que a utilização de ambas as biomassas minimizaria os impactos ambientais, propondo assim, um caminho mais sustentável ao descarte excessivo de materiais na natureza.

Além disso, o resíduo gerado no processo de adsorção poderia ser utilizado posteriormente em biodigestores para geração de energia ou ainda submetido a pirólise que gera subprodutos com valores agregados como bio-óleo e gás, ainda passíveis de reaproveitamento conforme as condições.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSINA, O. L. S.; SANTOS, E. G.; SILVA, F. L. H. *Desempenho de Biomassas na Adsorção de Hidrocarbonetos Leves em Efluentes Aquosos*. *Química Nova*, vol. 30, n. 2, p. 327-331, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/16.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

BONI, H. T. **Aplicação de Biomassa na Redução do Teor de Óleos e Graxas Presentes em Efluentes Aquosos**. 2012. 121 f.. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100530/308796.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MARQUES, M. G.; ROMANIELO, L. L.; SILVA, F. L. Adsorção de Hidrocarbonetos em Soluções Aquosas Utilizando Bagaço de Cana. In: 4º Semana do Servidor e 5º Semana Acadêmica, 2008, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2008, p. 01-08. Disponível em: <<https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/seg/cd2008/PDF/SA08-10608.PDF>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

MONACO, P. A. V. L., et al. Desempenho de Filtros Constituídos por Fibras de Coco no Tratamento de Águas Residuárias de Suinocultura. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.17 n.6, p. 473-480. nov./dez. 2009.

SOUZA, R. S.; LIMA, L. M. R.; SILVA, V. L. M. M. Adsorção de óleo diesel em sistema de leito diferencial com biomassa bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.6, n.2, p. 123-126, 2011. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/255/203>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

PETROBRAS. Disponível em:

<<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/bbf8ea004de4797c8e8adf73cb9b3dc7/manual-tecnico-diesel-s-10.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 06 nov. 2015.