

SERRAGEM DE EUCALIPTO E BAGAÇO DE CANA: ADSORVENTES NATURAIS PARA REMOÇÃO DE CORANTES RESIDUAIS DA INDÚSTRIA TÊXTIL

Eloiza Rossi (UNISATC) E-mail: eloizarossi@hotmail.com
Carolina Resmini Melo Marques (UNISATC) E-mail: carolina.melo@satc.edu.br
Débora De Pellegrin Campos (UNISATC) E-mail: debora.campos@satc.edu.br
Aline Resmini Melo (UNISATC) E-mail: aline.melo@satc.edu.br

Resumo: Um dos grandes desafios da indústria têxtil é a remoção do corante do efluente proveniente do processo produtivo para o seu posterior descarte adequado, sem infringir nenhuma norma vigente. O processo mais utilizado atualmente é a adsorção, porém alguns adsorventes são de custo elevado. Uma solução viável é a utilização de adsorventes naturais ao invés dos sintéticos devido a sua fonte renovável de obtenção, custo mais acessível e fácil aquisição. A partir de estudos prévios verificou-se que o bagaço da cana-de-açúcar e a serragem de eucalipto seriam adsorventes que poderiam ser utilizados. Portanto simulou-se o processo de adsorção em batelada utilizando banho termostático com ambos os adsorves variando parâmetros, que são eles: tempo de contato, pH e massa dos adsorventes. O resultado mais favorável foi utilizando como adsorvente o bagaço de cana onde, com o pH 4, massa do adsorvente de 5 g e tempo de exposição de 60 minutos, removeu 24,06% do corante. O processo utilizando serragem de eucalipto foi inviável, pois ele soltou coloração na amostra analisada. O processo com o bagaço de cana-de-açúcar é economicamente acessível, porém o percentual de remoção apresentou-se baixo.

Palavras-chave: Corante reativo, efluentes têxteis, adsorção, remoção.

EUCALYPTUS SAWMILL AND CANE PACKAGE: NATURAL ADSORBENTS FOR THE REMOVAL OF DYES FROM THE TEXTILE INDUSTRY

Abstract: One of the great challenges of the textile industry is the removal of the dye from the effluent from the production process for its subsequent proper disposal, without violating any current rules. The most widely used process today is adsorption, however some adsorbents are expensive. A viable solution is the use of natural adsorbents instead of synthetic ones due to its renewable source of obtaining, more accessible cost and easy acquisition. From previous studies it was found that sugarcane bagasse and eucalyptus sawdust would be adsorbents that could be used. Therefore, the batch adsorption process was simulated using a thermostatic bath with both adsorbs varying parameters, which are: contact time, pH and mass of the adsorbents. The most favorable result was using sugarcane bagasse as an adsorbent where, at pH 4, the mass of the adsorbent was 5 g and the exposure time was 60 minutes, it removed 24.06% of the dye. The process using eucalyptus sawdust was not viable, as it released color in the analyzed sample. The process with sugarcane bagasse is economically accessible, but the removal percentage was low.

Keywords: Reactive dye, textile effluents, adsorption, removal

1. Introdução

Uma das grandes preocupações das empresas atualmente são a geração e o tratamento de resíduos e efluentes. Com o passar do tempo cada vez mais a questão ambiental está sendo cobrada e controlada pelos órgãos regulamentadores. De acordo com Zanoni e Yamanaka (2016), na indústria têxtil não é diferente, no seu processo produtivo são gerados efluentes líquidos, os mesmos contêm alto teor de corantes e compostos orgânicos. Os corantes são de difícil remoção, estáveis à luz, ao calor e biologicamente não degradáveis.

Sabe-se que uma forma de os remover é por meio do processo de adsorção, ela consiste na transferência de massa de uma fase fluida para uma fase sólida (adsorvente/adsorvedor) (NASCIMENTO et al., 2014). Porém é fundamental que o adsorvente seja economicamente viável e de fácil aquisição. Uma alternativa possível são os naturais, que dependendo da região ou do País onde se deseja utilizá-los há diversas opções sem que haja a necessidade de importação.

O Brasil, com destaque para a região Sul, é um grande produtor de cana de açúcar e de eucalipto (CONAB, 2018; IBÁ, 2019). Sendo assim a utilização dos mesmos como adsorvente é uma alternativa viável e sustentável, considerando que a serragem e o bagaço que antes seriam desperdiçados ou descartados ganhariam um novo destino.

Sendo assim o objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade da utilização da serragem de eucalipto e bagaço de cana como adsorventes naturais para a remoção de corantes reativos presentes na água de indústrias têxteis. Este processo foi simulado em laboratório utilizando o corante reativo Vermelho 3BL CONC, com variação de parâmetros (pH, quantidade de adsorvente e tempo de contato), utilizando banho termostático. Estabelecendo assim qual adsorvente e quais as condições mais eficazes de remoção do corante.

Leia atentamente as instruções e formate seu artigo de acordo com este padrão. Recomenda-se, para isso, o uso dos estilos de formatação pré-definidos que constam deste documento. Para tanto, basta copiar e colar os textos do original diretamente em uma cópia deste documento.

Vale ressaltar que uma formatação correta é essencial para uma boa avaliação do seu artigo. Artigos fora da formatação serão excluídos do processo de avaliação.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Corante têxtil

O corante têxtil utilizado para os experimentos foi o Vermelho 3BL CONC. O mesmo é um corante reativo, segundo Lobo, Limeira e Marques (2014), e sua principal característica é a fusão dos corantes e pigmentos com a fibra a ser tingida, impedindo que haja desbotamento ou perda da cor original. Eles contêm o grupo cromóforo azo e antraquinona, e os grupos reativos, clorotriazinila e a sulfatoetilsulfonila.

2.2 Adsorção

A adsorção é um processo é baseado na separação de componentes de uma fase fluida, oriunda do contato entre as fases fluida e sólida. Nesse contato está presente um composto diluído na fase fluida (adsorbato) e um soluto na superfície de um sólido (adsorvente). Podendo existir dois tipos de fenômenos envolvidos na adsorção: fisissorção e quimissorção (GALINDO, 2012).

De acordo com Nascimento et al. (2014), o fenômeno de adsorção é resultado da combinação de diversos fatores químicos e físicos. Sendo assim vários aspectos podem influenciar nesse processo como, por exemplo, a área superficial, as propriedades do adsorvente e do adsorbato, a temperatura do sistema, a natureza do solvente e o pH do meio.

2.3 Adsorventes

O Estado de Santa Catarina tem uma expressiva participação no setor de produção de madeira e seus produtos. Tanto pelo número de empresas ligadas ao setor, como pela variedade e qualidade de produtos obtidos. Neste contexto as florestas plantadas de Pinus e Eucalipto são a principal fonte de suprimento da cadeia produtiva florestal, abastecendo diversos segmentos

industriais (ANDREJOW et al. 2018). Resíduos como cavacos e serragem representam 29,4% do total de resíduos da indústria, totalizando 4,52 milhões de toneladas/ano. A serragem é um material fibroso e sua utilização vem crescendo nos últimos anos, pois é proveniente de fontes renováveis (IBÁ, 2019; BRAZ, 2019).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo assim seu cultivo e comércio tem grande importância para o agronegócio. Estima-se que na região sul no ano de 2018 foi processado cerca 37,98 milhões de toneladas de cana. Ela é utilizada para produção de etanol e seus respectivos subprodutos, açúcar e até mesmo na geração de energia elétrica (CONAB, 2018).

De acordo com Santos et al. (2012) sua composição apresenta de 35-50% de celulose, 20-35% de hemicelulose, 10-25% de lignina e uma pequena quantidade de cinzas e extrativos.

2.4 Ensaios de adsorção em batelada

Nos experimentos foi utilizado o ensaio em banho termostático agitado, onde as amostras ficaram sob agitação e a temperatura desejada durante o processo de adsorção.

Segundo Silva et al. (2017) utiliza-se a Eq. (1) para obter a porcentagem de remoção do corante. Onde: Abs_i = absorvância inicial (---); Abs_f = absorvância final (---).

$$\%Remoção = 100x \frac{Abs_i - Abs_f}{Abs_i} \quad (1)$$

3. Procedimentos experimentais

3.1 Caracterizações dos adsorventes

De acordo com Lunardi (2014), para a realização do teste de umidade pesou-se 5 g de amostra em um béquer de 250 ml. O conjunto béquer-material adsorvente foi pesado e suas respectivas massas, anotadas. Posteriormente os béqueres foram postos em estufa por 3 h a temperatura de 150 °C. Após período de 3 h, retirado da estufa e deixado resfriar em um dessecador até a temperatura ambiente e novamente foi pesado e anotado as massas. O teor de umidade foi determinado utilizando a Eq. (2), onde: TU = teor de umidade (%); B = massa do recipiente (g);

C = massa do recipiente com a amostra original (g); D = massa do recipiente com a amostra seca (g).

$$TU = \frac{(C-D)}{(C-B)} x 100 \quad (2)$$

A partir da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), foi possível obter imagens tridimensionais que possibilitaram a avaliação da estrutura superficial da amostra. Essa análise foi realizada pelo Laboratório de Análises Químicas e Ambientais (LAQUA).

3.2 Caracterizações do efluente sintético

Para caracterizar o efluente sintético, foram medidas a cor aparente e turbidez, por meio da utilização do espectrofotômetro UV/VIS modelo Spectroquant® Pharo 100. Também foi realizada a medição do pH, através de um pHmetro de bancada.

3.3 Testes de adsorção

A amostra de serragem de eucalipto e o bagaço da cana-de-açúcar utilizadas nos experimentos foram doados por uma madeireira e por um agricultor, respectivamente, do município de Treviso localizado no Estado de Santa Catarina. Os adsorventes foram lavados e secos ao sol por 24 h. Sendo que a cana passou por trituração.

O corante utilizado foi o Vermelho 3BL CONC, que foi fornecido por uma lavanderia localizada em Criciúma, Santa Catarina.

Os ensaios de adsorção foram realizados no Laboratório de Fenômenos de Transferência e Operações Unitárias II, do Curso de Engenharia Química do Centro Universitário UniSATC, o mesmo contém uma bancada de adsorção (batelada e leito fixo), balança analítica, pHmetro de bancada e um espectrofotômetro UV/VIS modelo Spectroquant® Pharo 100. E para a realização do processo de adsorção em batelada foi utilizado o banho termostático de bandeja agitada (tipo Dubnoff), para 12 erlenmeyers.

Matos et al. (2013) e Almeida (2015) ressaltam em suas pesquisas que ao utilizar serragem e bagaço de cana como adsorvente em um corante reativo, as soluções ácidas são favorecidas com maior adsorção. Sendo assim foram testados os pHs 3, 4 e 5.

Foram utilizadas soluções de ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) para o ajuste do pH, ambas a concentração de 1M.

A quantidade de massa de adsorvente foi determinada referente ao tamanho dos erlenmeyers e pela quantidade de solução simulada do efluente utilizada, para não ficar uma quantidade muito grande ou pequena para o teste. Sendo assim utilizou-se 3 e 5 gramas. As concentrações das soluções com corante e água destilada, que simula o efluente foi 0,15 g/L (Lunardi, 2014).

De dez em dez minutos foram coletadas amostras do adsorvato para medição da cor e da absorbância no espectrofotômetro, foi determinado esse intervalo de tempo com base em gráficos da literatura, onde são utilizados tempos regulares para as medições, como resalta Nascimento et al. (2014) em sua pesquisa.

Baseados nas pesquisas de Almeida (2015) a temperatura para a realização dos testes foi controlada e mantida em 30 °C.

4. Resultados e discussões

Após a realização das etapas laboratoriais, foi possível analisar e interpretar os resultados obtidos, que são apresentados neste capítulo.

4.1 Caracterizações dos adsorventes

As análises morfológicas do bagaço da cana-de-açúcar e da serragem de eucalipto foram obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), realizadas pelo LACAMI (Laboratório de Caracterização Microestrutural), no CTSATC (Centro Tecnológico da Satc).

Para o bagaço da cana-de-açúcar são apresentadas na Figura 1 (A) ampliação de 500 vezes e na (B) 1000 vezes.

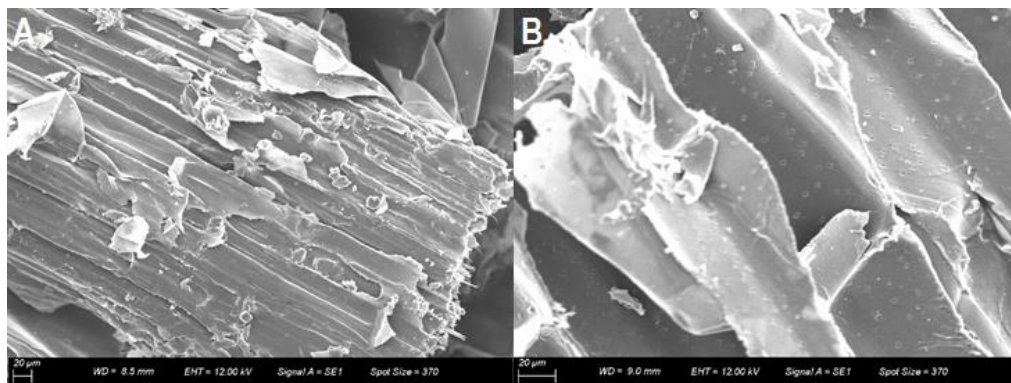


Figura 1 - Imagem microscópica do bagaço da cana-de-açúcar obtida por MEV com ampliação de 500 vezes (A) e 1000 vezes (B).
Fonte: Do autor (2020)

Para a serragem de eucalipto as ampliações apresentadas na Figura 2 (A) são de 500 vezes e na (B) 2000 vezes.

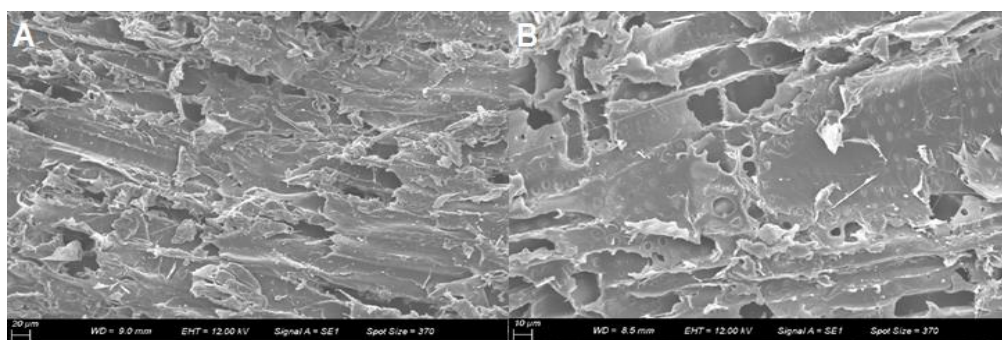


Figura 2 - Imagem microscópica da serragem de eucalipto obtida por MEV com ampliação de 500 vezes (A) e 2000 vezes (B).
Fonte: Do autor (2020)

Em ambos os casos pode-se observar que a superfície do material adsorvente é assimétrica, contém elevada rugosidade e porosidade que são importantes características dos adsorventes, o que favorece o processo de adsorção. (NASCIMENTO; NETO; MELO, 2014; SENHORAS, 2020).

Nas análises realizadas por Lenço (2010), menciona a presença de poros e vazios que as partículas do bagaço de cana possuem, o que segundo o autor influencia diretamente na fluidodinâmica da partícula. Como nota-se na Figura 1.

Ribeiro et al. (2016) ressalta em suas pesquisas que ao fazer a análise de Microscopia Eletrônica de Varredura na superfície da serragem de eucalipto verificou-se que ela apresenta irregularidades com presença de várias reentrâncias. O que pode ser observado na Figura 2.

Os testes de umidade foram realizados no Laboratório de Química, do Curso de Engenharia Química do Centro Universitário UniSATC, com o auxílio de um forno, a temperatura de 150 °C e um período de 3 h. Ambos os testes foram realizados em duplicata, posteriormente calculou-se a média, sendo encontrada uma umidade de 15,16 % no bagaço de cana e 14,69 % na serragem.

Lunardi (2014), ressalta em sua pesquisa que a umidade é a quantidade de água presente no material. A umidade mede a capacidade do adsorvente de reter líquido, tendo assim ligação

direta com sua porosidade o que influencia consideravelmente no processo de adsorção, quanto mais poroso for o adsorvente maior será a retenção de corante no seu interior durante o processo de adsorção.

Na Figura 3 e na Figura 4 tem-se ambos os adsorventes antes e após o teste de umidade. Onde são representados por A e B respectivamente em cada figura.

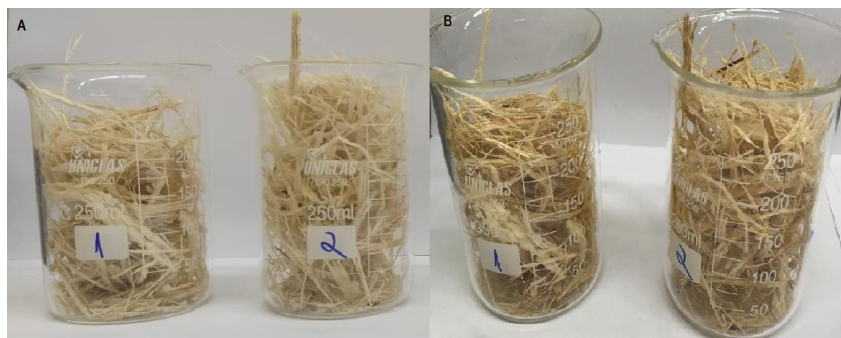


Figura 3 - Bagaço de cana antes (A) e após (B) o teste de umidade.

Fonte: Do autor (2020)

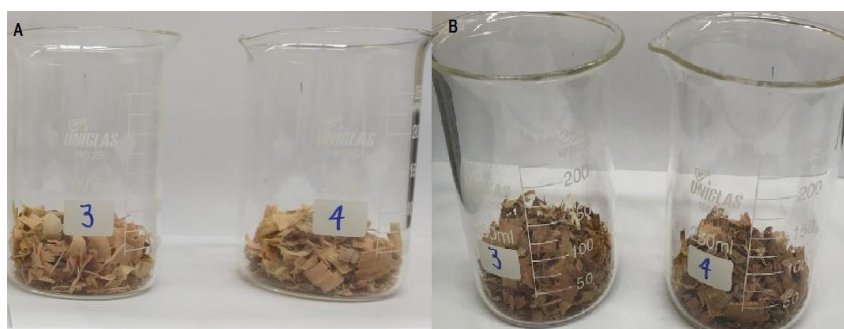


Figura 4 - Serragem de eucalipto antes (A) e após (B) o teste de umidade.

Fonte: Do autor (2020)

Ambos apresentaram variação da coloração original após o teste, como pode-se observar nas figuras, porém a do bagaço de cana foi mais significativa, passando de um tom esbranquiçado para marrom claro.

4.2 Caracterização do efluente sintético

As análises de cor, turbidez e pH foram realizadas no Laboratório de Química, do Curso de Engenharia Química do Centro Universitário UniSATC. Com um espectrofotômetro UV/VIS modelo Spectroquant® Pharo 100 e um pHmetro, do modelo MS TecnoPON mPA-210. Os resultados foram: cor (336 Hazen), absorvância (0,942), turbidez (990 Fau), pH (6).

4.3 Testes de adsorção

O processo de adsorção ocorreu em banho termostático agitado a temperatura regulada no controlador de 30 °C, sendo que ela variou aproximadamente 2 °C ao decorrer do tempo. Foram utilizados erlenmeyers de 125 mL com tampa, onde nos mesmos foram adicionados a solução de corante junto com o adsorvente, como pode-se observar na Figura 5.



Figura 5: Soluções do teste em banho termostático.
Fonte: Do autor (2020)

Foram coletadas amostras ao decorrer de 1 hora, em intervalos regulares de 10 minutos. Antes de medir a cor e a absorvância das amostras no espectrofotômetro, foram centrifugadas para a decantação dos sólidos suspensos.

A nomenclatura utilizada para cada amostra seguirá o seguinte padrão, primeiramente será apresentando o tempo em minutos em que os adsorventes ficaram em contato com a solução de corante no banho termostático, 'C' representará o adsorvente cana-de-açúcar e 'E' a serragem de eucalipto. Em seguida será apresentado o valor utilizado em massa do adsorvente e ao seu lado o valor do pH utilizado da solução. Exemplificando, 10C53: amostra retirada após 10 minutos, utilizando o bagaço de cana como adsorvente, contendo 5 g de bagaço no erlenmeyer, e pH da solução sendo 3.

Os resultados dos testes estão dispostos nas Tabelas 1 a 12, no qual calculou-se o percentual de remoção pela Equação 1.

Observa-se que números negativos estão presentes nos resultados, isso ocorreu, pois, os adsorventes soltaram cor na solução com corante. Ao realizar um teste em branco observou-se que isso aconteceu. Ambos os adsorventes passaram por lavagem antes do uso, onde soltaram considerável quantidade de cor. Uma opção a ser considerada para isso não ocorrer durante o processo de adsorção é lavá-los mais com água.

Tabela 1 - Testes de adsorção 1, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 3)	354	0,990	-
10C33	335	0,939	5,15
20C33	322	0,895	9,60
30C33	324	0,907	8,38
40C33	323	0,903	8,79
50C33	311	0,871	12,02
60C33	300	0,839	15,25

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 5 - Testes de adsorção 3, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 4)	350	0,980	-
10C34	322	0,902	7,96
20C34	316	0,884	9,80
30C34	315	0,882	10,00
40C34	311	0,862	12,04
50C34	304	0,850	13,27
60C34	304	0,851	13,16

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 2 - Teste de adsorção 1, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 3)	354	0,990	-
10E33	341	0,954	3,64
20E33	340	0,953	3,74
30E33	345	0,966	2,42
40E33	363	1,017	-2,73
50E33	366	1,024	-3,43
60E33	350	0,979	1,11

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 6 - Testes de adsorção 3, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 4)	350	0,980	-
10E34	347	0,973	0,71
20E34	350	0,981	-0,10
30E34	360	1,008	-2,86
40E34	354	0,991	-1,12
50E34	360	1,008	-2,86
60E34	365	1,021	-4,18

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 3 - Testes de adsorção 2, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 3)	325	0,910	-
10C53	313	0,876	3,74
20C53	301	0,841	7,58
30C53	292	0,817	10,22
40C53	286	0,800	12,09
50C53	301	0,841	7,58
60C53	294	0,824	9,45

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 7 - Testes de adsorção 4, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 4)	343	0,960	-
10C54	315	0,882	8,13
20C54	291	0,814	15,21
30C54	283	0,793	17,40
40C54	274	0,766	20,21
50C54	296	0,829	13,65
60C54	260	0,729	24,06

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 4 - Testes de adsorção 2, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 3)	325	0,910	-
10E53	546	1,528	-67,91
20E53	326	0,911	-0,11
30E53	344	0,962	-5,71
40E53	345	0,967	-6,26
50E53	334	0,936	-2,86
60E53	340	0,951	-4,51

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 8 - Testes de adsorção 4, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 4)	343	0,960	-
10E54	361	1,010	-5,21
20E54	344	0,964	-0,42
30E54	372	1,042	-8,54
40E54	379	1,062	-10,63
50E54	368	1,031	-7,40
60E54	347	0,972	-1,25

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 9 - Testes de adsorção 5, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 5)	333	0,932	-
10C35	314	0,878	5,79
20C35	308	0,863	7,40
30C35	311	0,870	6,65
40C35	300	0,841	9,76
50C35	299	0,838	10,09
60C35	299	0,837	10,19

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 10 - Testes de adsorção 5, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 5)	333	0,932	-
10E35	344	0,962	-3,22
20E35	333	0,932	0,00
30E35	369	1,033	-10,84
40E35	352	0,986	-5,79
50E35	358	1,002	-7,51
60E35	369	1,034	-10,94

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 11 - Testes de adsorção 6, bagaço de cana.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 5)	352	0,966	-
10C55	453	1,269	-31,37
20C55	453	1,267	-31,16
30C55	496	1,388	-43,69
40C55	530	1,483	-53,52
50C55	501	1,402	-45,13
60C55	750	2,090	-116,36

Fonte: Do autor (2020)

Tabela 12 - Testes de adsorção 6, serragem de eucalipto.

Nome da amostra	Cor (hazen)	Absorbância	Remoção (%)
Corante+ água (pH 5)	352	0,966	-
10E35	391	1,087	-12,53
20E35	394	1,104	-14,29
30E35	383	1,071	-10,87
40E35	414	0,159	-19,98
50E35	407	1,139	-17,91
60E35	421	1,179	-22,05

Fonte: Do autor (2020)

Na grande maioria dos resultados obtidos com a serragem de eucalipto a cor aumentou. Sendo assim pode-se concluir que ele soltou pigmentação na solução analisada. Serão então desconsiderados os resultados obtidos com serragem de eucalipto presentes nas Tabelas 2, 4, 6, 8 e 10, pois não foram obtidos resultados satisfatórios na remoção da cor.

Durante a execução dos testes houve uma pausa de aproximadamente 1 mês, sendo assim os resultados obtidos nas duas últimas tabelas (Tabela 11 e Tabela 12) foram oriundos desses testes, com os adsorventes que foram guardados e depois utilizados. Devido a isso ocorreu a presença de mofo no mesmo devido a sua umidade. O que alterou o resultado, elevando a cor da solução. Sendo assim, seus resultados não foram satisfatórios e então descartados.

Esperava-se, de acordo com os estudos de Matos et al. (2013) e Almeida (2015), que pHs mais ácidos favoreceriam a adsorção, quanto maior o tempo de contato e a quantidade de adsorvente, mais corante seria adsorvido.

Na Tabela 1 e Tabela 3 observam-se os resultados dos testes de adsorção utilizando a cana com o pH 3. Com os parâmetros utilizados a melhor remoção foi de 15,25% com a massa de adsorvente 3 g (Tabela 1). Esse percentual ocorreu no tempo de contato de 60 minutos, sendo ele o maior utilizado. Diferente do esperado que seria adsorver mais com 5 g, observou-se o oposto, pois o adsorvente não ficou totalmente imerso na solução de corante, sendo assim em uma pequena parte não ocorreu a adsorção como o desejado.

Encontra-se nas Tabela 5 e Tabela 7 os resultados dos testes de adsorção realizados com o pH 4, sendo o adsorvente o bagaço de cana. Obteve-se a melhor remoção que foi de

24,06%, com a massa de adsorvente de 5 g no tempo de 60 minutos. Observa-se que nesse caso com o pH mais alto ocorreu uma melhor adsorção do que no caso anterior, contrariando a bibliografia. Uma explicação para esse fato de um pH maior a remoção ser maior, e em alguns casos a remoção não aumentar com o tempo pode ser o tamanho das partículas do adsorvente, como não houve um peneiramento deles havia partículas maiores e menores. Quando utilizados em tamanhos menores podem ter adsorvido mais corante que as maiores, devido a sua superfície de contato ser maior.

Localiza-se na Tabela 9 os resultados dos testes de adsorção com o pH 5 do bagaço de cana. Considerando as variáveis aplicadas o melhor percentual de remoção foi de 10,19%, com a massa de adsorvente de 3 g a exposição por 60 minutos, como o esperado.

4. Conclusões

A partir da problemática vivenciada diariamente pelas indústrias têxteis buscou-se desenvolver uma alternativa para a utilização de adsorventes naturais ao invés dos sintéticos. Com a utilização do processo em batelada e um corante reativo observou-se o comportamento do bagaço de cana e da serragem de eucalipto quando em contato com a solução simulada.

Os testes com a serragem de eucalipto foram inconclusivos, pois ele soltou cor na solução inicial o que gerou resultados negativos, sendo assim para sua utilização sugere-se que o mesmo deve passar por um processo de lavagem mais rigoroso.

Várias variáveis podem influenciar no processo, tais como a temperatura, tamanho da partícula do adsorvente e a concentração da solução. Porém apenas os principais parâmetros foram variados e controlados que são eles: a quantidade de adsorvente, o pH e o tempo de contato. O melhor resultado obtido foi com o bagaço de cana-de-açúcar, resultando em 24,06% de remoção. As melhores condições foram pH 4, massa do adsorvente de 5g e tempo de contato de 60 minutos.

Apesar de economicamente viável, devido a fácil obtenção de ambos os adsorventes, a aplicação deles para esse fim não foi satisfatória. Ocorreu adsorção parcial do corante utilizando o bagaço de cana-de-açúcar, porém ele sozinho é insuficiente para que ocorra a liberação do efluente no ambiente. Mais testes devem ser realizados considerando mais variáveis, como granulometrias de diferentes tamanhos dos adsorventes, maior tempo de contato entre o adsorvente e o adsorvato, diferentes temperaturas e uma possível associação de dois ou mais adsorventes ou processos.

Referências

ALMEIDA, L.N.B. de. *Remoção do corante amarelo reativo b2r utilizando bagaço de cana-de-açúcar*. 65p. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7443/1/PG_COENQ_2015_1_01.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

ANDREJOW, G.M.P.; PEDRASSANI, D.; TUSSULINI, F.; ANGELO, A.C.; TAMBARUSSI, E.V.; & AUER, C.G. *Planalto Norte Catarinense: Considerações Sobre o Setor Florestal e a Eucaliptocultura*. Desenvolvimento Regional em debate, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 143-168, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi_zbbQtKzoAhUZGLkGHavTCFjADegQIBxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.periodicos.unc.br>

r%2Findex.php%2Fdrd%2Farticle%2Fview%2F1592%2F842&usg=AOvVaw2A8sxrPlo7RQY0rS2JHKs p>. Acesso em: 21 mar. 2020.

BRAZ, J.D. *Desenvolvimento e Caracterização de Compósitos de Polipropileno Reciclado Reforçados com Serragem e Resíduos Industriais*. 2019. 80f. Dissertação (Mestrado Profissional em Materiais) - Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, 2019. Disponível em: < http://sites.unifoa.edu.br/portal_ensino/mestrado/memat/arquivos/dissertacao/julia-dutra-braz.pdf>. Acesso em: 20 mar.2020.

CONAB - *Companhia Nacional de Abastecimento*. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_12_19_09_10_11_cana_dezembro.pdf>. Acesos em: 22 mar. 2020.

IBÁ. *Indústria Brasileira de arvores*. Disponível em: < <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

LENÇO, P.C. *Caracterização do bagaço de cana-de-açúcar para geração de energia*. 2010. 181f. Tese (Doutorado da Faculdade de Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264865/1/Lenco_PauloCesar_D.pdf >. Acesso em: 30 mai. 2020.

LOBO, R.N.; LIMEIRA, E.T.N. & MARQUES, R.N. *Fundamentos da tecnologia têxtil: da concepção da fibra ao processo de estamparia*. 1 ed. São Paulo: Érika, 2014. ISBN 9788536508856.

LUNARDI, L.M. *Remoção de corantes têxteis por adsorção com pó de serragem de pinus sp.* 2014. 54f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Superior de Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5886/1/CM_COECI_2014_1_17.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

MATOS, T.T.S.; DE JESUS, A.M.; ARAÚJO, B.R.; ROMÃO, L.P.C.; SANTOS, L.O. dos & SANTOS, J.M. *Aplicação de Subprodutos Industriais na Remoção de Corantes Reativos Têxteis*. Revista Virtual de Química, v.5, n.5, p. 840-852, ago.2013. Disponível em: < <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/337/363>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

NASCIMENTO, R.F. do; LIMA, A.C.A. de; VIDAL, C.B.; MELO, D. de Q.M. & RAULINO, G.S.C. *Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais*. 1ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. ISBN: 978-85-7485-186-0. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10267/1/2014_liv_rfdnascimento.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2020.

RIBEIRO, J.N.; RIBEIRO, A.V.F.N.; LICÍNIO, M.V.V.J.; LEÃO, R.T.; OLIVEIRA, J.P. De; SILVA, A.R. Da; PEREIRA, M. De G.; PEREIRA, E.V. & SANTOS, A.V. *Avaliação do pó de serragem da madeira de eucalyptus citriodora como agente removedor de congo red em água*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 56., 2016, Belém. Anais. Belém: CBQ, 2016. Disponível em: < <http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/5/9069-18636.html>. Acesso em 30 mai. 2020.

SANTOS, F.A.; QUEIRÓZ, J.H. de; COLODETTE, J.L.; FERNANDES, S.A.; GUIMARÃES, V.M. & REZENDE, S.T. *Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol*. Química Nova, São Paulo, v.35, n.5, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000500025>. Acesso em: 22 mar. 2020.

SENHORAS, E.M. *A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais 2*. 1ª ed. Ponta Grossa: Atena, 2020. ISBN 978-65-81740-19-1. Disponível em: < <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/ebookPDF/2989>>. Acesso em: 29 mai. 2020.

SILVA, P.O. Da. *Métodos De Tratamento de Efluentes da Indústria Têxtil*. 2013. 39 f. Monografia (Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. Montes Claros, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A2CJNF/1/tcc___paulo_ozeride_silva.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SILVA, D.C.C. da & PIETROBELLI, J.M.T. de A. *Estudo Cinético da Biossorção do Corante Amarelo Reativo B2R Em Resíduo Orgânico da Extração do Óleo de Semente de Chia (Salvia Hispanica)*. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 8., 2017, Curitiba. Artigo. Curitiba: Instituto Venturi, 2017. 1- 10. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/ESTUDO-CIN%C3%89TICO-DA-BIOSSOR%C3%87%C3%83O-DO-CORANTE-AMARELO-EM-Silva-Pietrobelli/2c90ef1a1d0f912ce8292de79ab7f5bc8145ae44>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ZANONI, M.V.B. & YAMANAKA, H. *Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento*. 1ª ed. São Paulo: Cultura acadêmica, 2016. Disponível em: <<https://wordpress.ft.unicamp.br/laeg/wp-content/uploads/sites/33/2017/10/Corantes.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2020.