

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

Eloiza Rossi¹

Dra. Aline Resmini Melo²

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.

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações das empresas atualmente são a geração e o tratamento de resíduos e efluentes. Com 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 através do processo de adsorção, ela consiste na transferência de massa de uma fase fluida para uma fase sólida

¹ Graduanda em Engenharia Química. E-mail: eloizarossi@hotmail.com

² Professora do Centro Universitário UniSatc. E-mail: aline.melo@satc.edu.br

(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 utiliza-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.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas as revisões de trabalhos presentes na literatura a respeito das indústrias têxteis, corantes, tratamento de efluentes, adsorção e características dos adsorventes. Como também a remoção do corante presente no efluente, visando as questões ambientais e o descarte correto do mesmo no meio ambiente.

2.1 INDÚSTRIA TÊXTIL

O Setor Têxtil e de Confecção Brasileiro é o quinto maior do mundo, produz cerca de 5,1 bilhões em peças de vestuário, é o segundo maior produtor de denim (jeans) e o terceiro na produção de malhas. Tem destaque no cenário mundial por seu profissionalismo, criatividade e tecnologia, além de ser autossuficiente na produção de algodão (ABIT, 2020).

Durante o beneficiamento o tecido passa pelo processo de tingimento, onde de 10 a 15% dos corantes são descartados nos efluentes. A ineficiência ou ausência de tratamento de remoção destes confere grande impacto ambiental (SILVA E PIETROBELLI, 2017).

Quando liberadas em águas superficiais sem o devido tratamento, os resíduos têxteis podem causar rápida redução de oxigênio dissolvido e gerar grandes danos ao meio ambiente. Quando presentes, os corantes reduzem a penetração da luz solar nas camadas mais profundas dos aquíferos, o que atrapalha a fotossíntese, causando efeitos tóxicos agudos na fauna e na flora aquática (LALNUNHLIMI E KRISHNASWAMY, 2016).

2.2 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.

De acordo com a FISPQ (Ficha de informações de segurança de produtos químicos) da Quimitextil (2019), o corante não é um produto perigoso pelo sistema de classificação utilizado, porém pode causar irritação nos olhos e na pele, se inalado pode causar problemas respiratórios. Os dados de propriedades físico-químicas do corante estão na Qd. 1.

Quadro 1: Propriedades físico-químicas do corante.

Propriedade	Valor
Forma	Pó
Cor	Vermelho acastanhado
Densidade	Mais pesado que o ar
Odor	Característico
Solubilidade em água	30 g/L a 25°C
pH	8

Fonte: Quimitextil (2019)

2.3 PRINCIPAIS FORMAS DE TRATAMENTO DOS EFLUENTES TÊXTEIS

A fim de garantir o controle exigido pelos órgãos ambientais legais as indústrias brasileiras adotam os seguintes métodos de tratamento: processo fenton, adsorção, membranas, coagulação/floculação, eletrólise, degradação química, radiação ultravioleta, degradação por reação fotoquímica e a biodegradação (SILVA, 2013).

2.4 ADSORÇÃO

A adsorção é um fenômeno bastante empregado nos processos de purificação e separação. Ela é observada quando uma substância se concentra na interface entre duas fases (sólido-líquido, líquido-líquido, líquido-sólido, líquido-gás ou sólido-gás) (VAL, DOMINGUES E MATENCIO, 2010).

Esse 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).

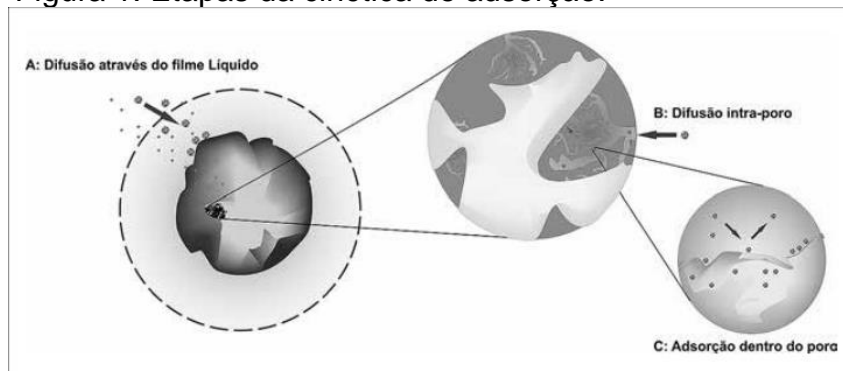
A adsorção química (quimissorção) ocorre quando há interação de natureza química caracterizado por elevado potencial de interação que leva a elevados valores de adsorção, envolvendo a troca ou compartilhamento de elétrons entre as moléculas do adsorbato e a superfície do adsorvente, resultando em uma reação química. Já a adsorção física (fisissorção) é reversível, ou seja, apresentam ligações do tipo Van der Waals que são similares às forças de coesão molecular, sem formação de ligações químicas (NASCIMENTO et al., 2014; REIS, 2013).

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.

Nascimento et al. (2014) enfatiza que a cinética da adsorção é obtida como a taxa de remoção do adsorbato na fase fluida em relação ao tempo. Esse processo

envolve a transferência de um ou mais componentes presentes na massa líquida para o interior da partícula adsorvente. A cinética de adsorção pode ser conduzida por diferentes processos, o mesmo também se observa na Fig. 1.

Figura 1: Etapas da cinética de adsorção.



Fonte: Nascimento et al. (2014, p. 52)

- Transferência de massa externa (A): transferência de moléculas da fase fluida para superfície externa da partícula adsorvente;
- Difusão no poro (B): difusão de moléculas no fluido para o interior dos poros;
- Difusão na superfície (C): difusão das moléculas totalmente adsorvidas ao longo da superfície do poro.

2.4.1 Adsorventes

A aplicação de materiais adsorventes economicamente viáveis é um recurso ainda a ser amplamente explorado em processos de tratamentos efluentes. Materiais que normalmente são descartados na natureza, como resíduos industriais e agrícolas, podem ser reutilizados em sistemas de tratamentos, melhorando a eficiência dos mesmos e agregando valor ao rejeito industrial (PEREIRA et al., 2019).

Os solventes são materiais porosos e insolúveis que tem a capacidade de reter substâncias em sua superfície ou interior. A vantagem do seu uso é que em diversas situações podem ser regenerados e utilizados por vários ciclos, diminuindo o custo e o volume de resíduo. Dentre os mais conhecidos e utilizados são o carvão ativado, alumina ativa e sílica gele zeólitas (HARO, 2013).

2.4.2 Serragem de Eucalipto

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).

A serragem é considerada um adsorvente não iônico de matriz orgânica, pois não apresenta carga superficial. É composta por celulose ($45 \pm 2\%$), polioses ($30 \pm 5\%$), lignina ($20 \pm 4\%$) e extrativos ($3 \pm 2\%$). Os principais elementos constituintes são o carbono (C), o hidrogênio (H), o oxigênio (O) e o nitrogênio (N). Podem-se observar seus percentuais presentes na Tab. 1 (KLOCK; ANDRADE, 2014).

Tabela 1: Composição percentual dos elementos químicos da madeira.

Elemento	Porcentagem
C	49-50
H	6
N	44- 45
O	0,1-1

Fonte: KLOCK; ANDRADE (2014)

2.4.3 Bagaço da cana-de-açúcar

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.

2.5 ENSAIOS DE ADSORÇÃO EM BATELADA

De acordo com Nascimento et al. (2014) os experimentos em bateladas são mais simples de serem desenvolvidos e podem ser obtidas importantes informações. As principais variáveis envolvidas nos processos em batelada são temperatura, massa do adsorvente, concentração do adsorbato e velocidade de agitação. Os ensaios em batelada podem ser de três formas, que são elas: ensaio em agitador magnético, ensaio com banho termostático agitado e ensaio em reator batelada encamisado.

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.

$$\%Remoção = 100x \frac{Absi - Absf}{Absi} \quad (1)$$

Onde:

Absi = absorbância inicial (---);

Absf = absorbância final (---).

3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Neste capítulo, serão apresentados os materiais, reagentes e equipamentos que foram empregados nesse trabalho, assim como a metodologia utilizada para realizar o estudo da adsorção de um corante sintético em serragem de eucalipto e no bagaço da cana-de-açúcar.

3.1 CARACTERIZAÇÕES DOS ADSORVENTES

Os adsorventes naturais apresentam características próprias que variam de espécie para espécie. As características relevantes para o estudo são a umidade e as morfológicas.

3.1.1 Umidade

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 anotado as massas. O teor de umidade foi determinado utilizando a Eq. (2):

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

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).

3.1.2 Análises morfológicas

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, através da utilização do espectrofotômetro UV/VIS modelo Spectroquant® Pharo 100. Também foi realizada a medição do pH, através de um pHmetro de bancada.

Essas características podem ser definidas segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2020) como:

- Cor: a cor aparente é causada por materiais dissolvidos no efluente, sendo considerada em sua análise as partículas suspensas.
- Turbidez: a turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido.
- pH: o potencial hidrogênioônico representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+).

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 estado de Santa Catarina. Os adsorventes foram lavados e secos ao sol por 24 horas. 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 da Faculdade Satc, 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 serão 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 erlenmeyrs, 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

A seguir são apresentados os resultados obtidos para as análises realizadas com os adsorventes desenvolvidos a partir do bagaço da cana-de-açúcar e da serragem de eucalipto.

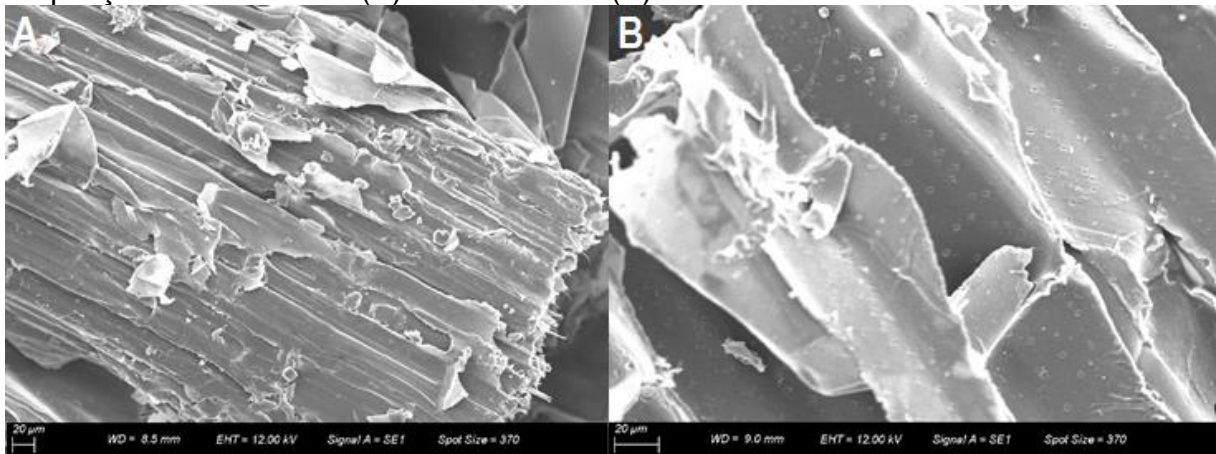
4.1.1 Análises morfológicas

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 Fig. 2 (A) ampliação de 500 vezes e na (B) 1000 vezes.

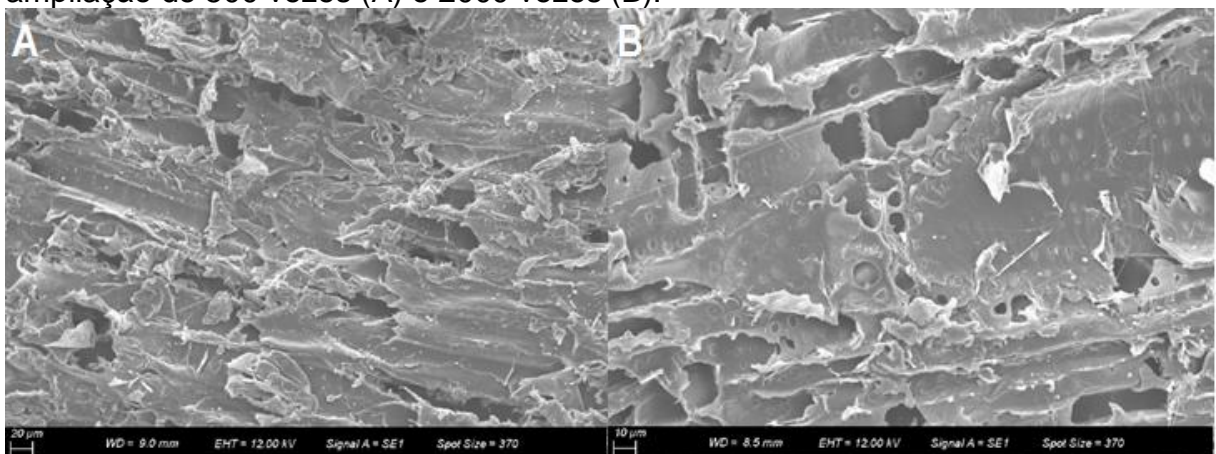
Figura 2: Imagem microscópica do bagaço da cana-de-açúcar obtida por MEV com ampliação de 500 vezes (A) e 1000 vezes (B).



Fonte: LACAMI - Laboratório de Caracterização Microestrutural (2020)

Para a serragem de eucalipto as ampliações apresentadas na Fig. 3 (A) são de 500 vezes e na (B) 2000 vezes.

Figura 3: Imagem microscópica da serragem de eucalipto obtida por MEV com ampliação de 500 vezes (A) e 2000 vezes (B).



Fonte: LACAMI - Laboratório de Caracterização Microestrutural (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).

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 Fig. 3.

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 Fig. 2.

4.1.2 Umidade

Os testes de umidade foram realizados no Laboratório de Química, do Curso Engenharia Química da Faculdade Satc, com o auxílio de um forno, a temperatura de 150 °C e um período de 3 horas. Ambos os testes foram realizados em duplicata, posteriormente calculou-se a média e os resultados obtidos estão na Tab. 2.

Tabela 2: Resultados dos testes de umidade.

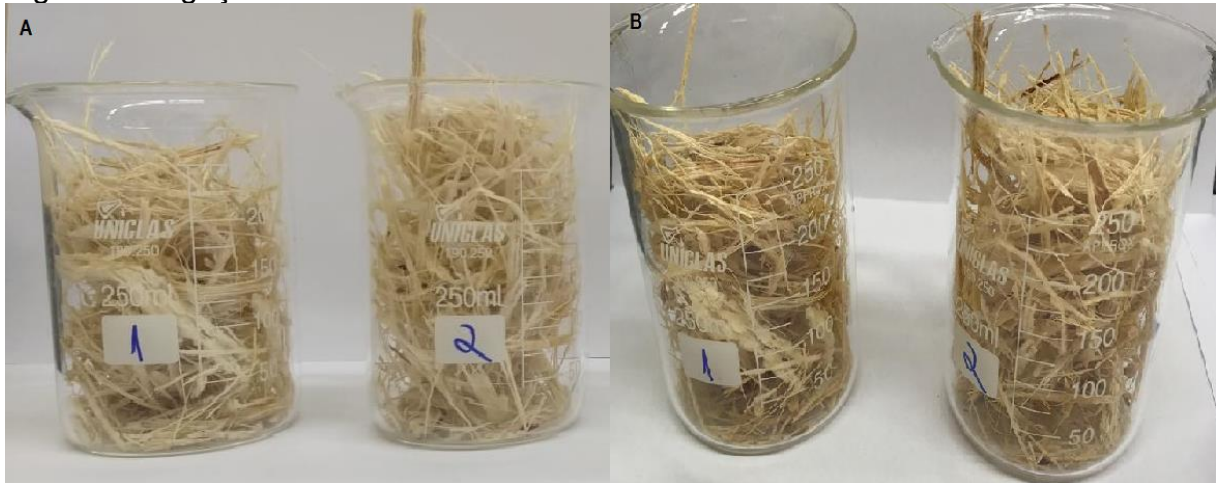
Adsorvente	Umidade (%)
Bagaço de cana-de-açúcar	15,16
Serragem de eucalipto	14,69

Fonte: Do autor (2020)

Lunardi (2014), ressalta em sua pesquisa que a umidade é a quantidade de água presente no material ela 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.

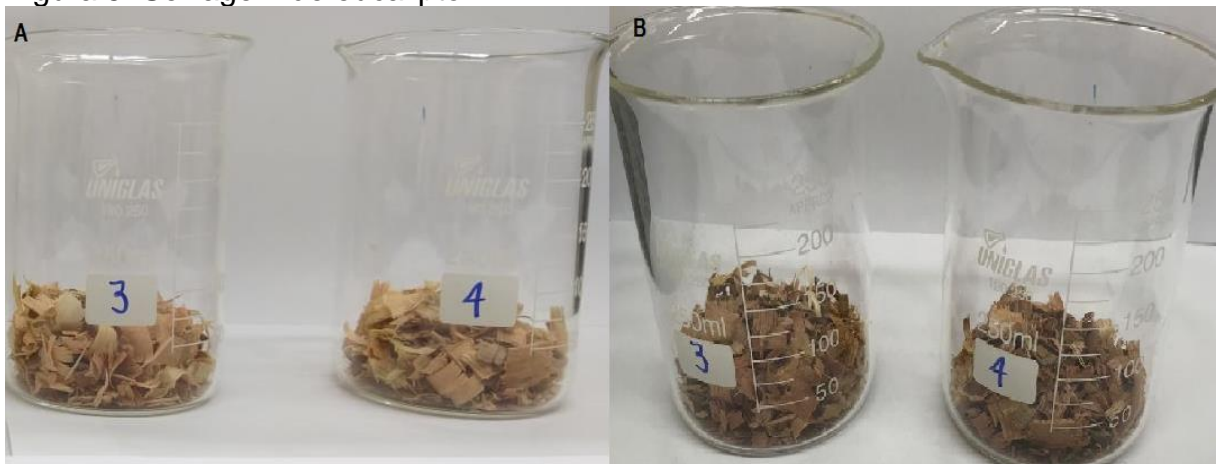
Na Fig. 4 e na Fig. 5 tem-se ambos os adsorventes antes e após o teste de umidade. Onde são representados por A e B respectivamente em cada figura.

Figura 4: Bagaço de cana.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 5: Serragem de eucalipto.



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.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE SINTÉTICO

As análises de cor, turbidez e pH foram realizadas no Laboratório de Química, do Curso de Engenharia Química da Faculdade Satc. Com um espectrofotômetro UV/VIS modelo Spectroquant® Pharo 100 e um pHmetro. Os resultados são descritos na Tab. 3.

Tabela 3: Resultados caracterização

Padrão analisado	Resultado
Cor	336 Hazen
Absorbância	0,942
Turbidez	990 Fau
pH	6

Fonte: Do autor (2020)

Segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2020) esses parâmetros podem ser definidos como:

- Cor: a cor aparente é causada por materiais dissolvidos, sendo considerada em sua análise também as partículas suspensas. O resultado foi definido por espectrofotômetro da marca Spectroquant e modelo Pharo 100. O valor é expresso em unidade de medida UH (Unidades Hazen). Ela varia de acordo com o corante utilizado.

- Turbidez: indica a qualidade estética do efluente e pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. Foi medido em espectrofotômetro marca Spectroquant modelo Pharo 100, em que o resultado é expresso em FAU (Unidade de Atenuação de Formazina). Esse parâmetro varia de acordo com o corante utilizado.

- pH: o potencial hidrogênioônico representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H^+), tem forte influência no processo de adsorção dependendo da espécie do adsorvente. Os valores avaliados foram 3, 4 e 5 baseados nos estudos de Matos et al. (2013) e Almeida (2015) sendo que o ajuste foi feito no início do processo com solução de HCl 1 N.

- Absorbância: é a capacidade de absorver a luz. É variável de acordo com a solução medida no espectrofotômetro Pharo 100. Observou-se que quanto menor a cor menor também a absorbância.

4.4 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 erlemayers de 125 mL com tampa, onde nos mesmos foram adicionados a solução de corante juntamente com o adsorvente, como pode-se observar na Fig. 6.

Figura 6: 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 absorbância 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 a serragem de eucalipto. Em seguida será apresentado o valor utilizado em massa do adsorvente e ao seu lado 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 Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7, Tab.8, Tab. 9, Tab. 10, Tab.11, Tab.12., Tab.13, Tab. 14 e Tab. 15. Onde calculou-se o percentual de remoção pela Eq. 1.

Tabela 4: 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: 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 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 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 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 9: 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 10: 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 11: 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 12: 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 13: 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 14: 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 15: 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)

Observa-se que números negativos estão presentes no resultado, 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.

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 na Tab. 5, Tab.7, Tab.9, Tab. 11 e Tab.13, 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 (Tab.14 e Tab.15) 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 Tab. 4 e Tab. 6 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 (Tab. 4). 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 Tab. 8 e Tab. 10 os resultados dos testes de adsorção realizados com o pH 4, sendo o adsorvente o bagaço de cana. Obterem-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. As maiores podem ter adsorvido mais corante que as menores, devido ao tamanho da superfície de contato.

Localiza-se nas Tab. 12 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.

5 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 uma pequena quantidade de adsorção 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 e uma possível associação de dois ou mais adsorventes ou processos.

REFERÊNCIAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Disponível em: <
<https://www.abit.org.br/cont/quemsomos>>. Acesso em: 08 mar. 2020.

ACCIOLY, Maíla Gomide. **Adsorção do corante luganil azul por espuma de poliuretano**. 2008. 34f. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto de Geociências e Ciências Exatas) - Unesp, Rio Claro, 2008. Disponível em: <
https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/117947/accioly_mg_tcc_rcla.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 mar.2020.

ALMEIDA, Lariana Negrão Beraldo 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, Gisela Maria Pedrassani; PEDRASSANI, Daniela; TUSSULINI, Flávia; ANGELO, Alessandro Camargo; TAMBARUSSI, Evandro Vagner; AUER, Celso Garcia. Planalto Norte Catarinense: Considerações Sobre o Setor Florestal e a Eucaliptocultura. **Desenvolvimento Regional em debate**, Curitibaanos, 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_zbbQtKzoAhUZGLkGHavTCFcQFjADegQIBxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.periodicos.unc.br%2Findex.php%2Fdrd%2Farticle%2Fview%2F1592%2F842&usq=AOvVaw2A8sxrPlo7RQY0rS2JHKsp>. Acesso em: 21 mar. 2020.

BRAZ, Júlia Dutra. **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.

CUNHA, Bruna dos Santos. **Utilização de biossorventes alternativos na remoção de corantes têxteis**. 2014, 63f. TCC (Trabalho de conclusão de curso Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Disponível em: <
http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4397/1/MD_COEAM_2014_2_02.pdf>. Acesso em: 23 mar.2020.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs. Disponível em: <
http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf> Acesso em: 12 abr. 2020.

GALINDO, Luz Stella Gaona. **Remoção de Íons De Chumbo e Cádmiio em Diferentes Sistemas de Adsorção/Troca Iônica em Argila Bentonítica Tipo Fluidgel**. 2012,126 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012. Disponível em: <
http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266715/1/GaonaGalindo_LuzStella_M.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

GASPAR, Ana Teresa Ferreira da Silva. **Bioadsorção de Cromo em Algas Marinhas Utilizando Coluna Extratora**. 2003. 145f. Dissertação de Mestrado

(Mestrado em Engenharia Química.) - Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <
http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266468/1/Gaspar_AnaTeresaFerreiradaSilva_M.pdf>. Acesso em: 22 mar.2020.

HARO, Nathalia Krummenauer. **Remoção de bisfenol-A por adsorção**. 2013. 134f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96406/000914605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

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

KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato de. **Química da Madeira**. Manual didático. Universidade Federal do Paraná. Disponível em:
<<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

LALNUNHLIMI, Sylvine; KRISHNASWAMY, Veenagayathri. Decolorization Of Azo Dyes (Direct Blue 151 And Direct Red 31) By Moderately Alkaliphilic Bacterial Consortium. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, Vol.47 n.1, p. 39-46, jan./mar. 2016. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822016000100039>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LENÇO, Paulo César. **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, Renato Nogueiro; LIMEIRA, Erika Thalita Navas; MARQUES, Rosiane do Nascimento. **Fundamentos da tecnologia têxtil: da concepção da fibra ao processo de estamparia**. 1 ed. São Paulo: Érika, 2014. ISBN 9788536508856.

LUNARDI, Layane Martins. 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, Tassytha Thaiza S.; DE JESUS, Amanda Maria; ARAÚJO, Bruno Rafael; ROMÃO, Luciane P. C.; SANTOS, Luana O. dos; SANTOS, Jandyson 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, Ronaldo Ferreira do; LIMA, Ari Clecius Alves de; VIDAL, Carla Bastos; MELO, Diego de Quadros Melo; RAULINO, Giselle Santiago Cabral. **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.

OLIVEIRA, Leticia Raquel de. **Remoção de alumínio em sistema contínuo por adsorção em coluna de leito fixo com carvão ativado**. 2014. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15225/1/RemocaoAluminioSistema.pdf> >. Acesso em: 23 mar. 2020.

PEREIRA, Vanessa C.; NASCIMENTO, Patricia M. K. B. do; NUNES, Chalder N.; GIMENES, Marcelino L.; CORDEIRO, Patricia H. Y.; LIMA, Liliâne S. de; QUINÁIAA, Sueli P. Remoção de alprazolam em águas contaminadas: avaliação de adsorventes alternativos. **Revista Virtual de Química**, Guarapuava, v. 11, n. 3, p. 893-908, maio. 2019. Disponível em: < <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v11n3a21.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

Quimitextil. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico- FISPQ VERMELHO 3BL CONC. 2019.

REIS, Danielle Cristina Neves Silveira Pessôa. **Importância do estudo da área superficial específica e porosidade do estearato de magnésio para o setor farmacêutico**. 2013. 59 f. (Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação) - Instituto de Tecnologia em Fármacos/Farmanguinhos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/7720>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

RIBEIRO, Joselito Nardy; RIBEIRO, Araceli Verónica Flores Nardy; LICÍNIO, Marcus Vinícius Vaughan Jennings; LEÃO, Rowenna Tonani; OLIVEIRA, Jairo Pinto De; SILVA, André Romero Da; PEREIRA, Madson De Godoi; PEREIRA, Evaldo Vitor; SANTOS, Arnaud Victor SANTOS. 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, Fernando A.; QUEIRÓZ, José H. de; COLODETTE, Jorge L.; FERNANDES, Sergio A.; GUIMARÃES, Valéria M.; REZENDE, Sebastião 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, Eloi Martins. **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, Paulo Ozeride 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, Deborah Cristina Crominski da; PIETROBELLI, Juliana Martins Teixeira de Abreu. 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.

TOMASELLA, Richard Clayton; OLIVEIRA, Edson Gomes de; ANGELIS, Dejanira de Franceschi de; GARCIA, Marcelo Loureiro. Avaliação do potencial de compostos naturais (argila, turfa e carvão) na remoção de chumbo e toxicidade de um efluente industrial. **Eng Sanit Ambient**. Rio Claro, v.20, n.2, p. 251-258, abr/jun 2015. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n2/1413-4152-esa-20-02-00251.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

VAL, Amélia Maria Gomes do; DOMINGUES, Rosana Zacarias; MATENCIO, Tulio. **Físico-química II**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Química. 2010. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/quimicaead/files/2013/09/FQ_II_Fenomenos_superficie.pdf>.
Acesso em: 13 mar. 2020.

VEIT, Márcia Teresinha; SILVA, Edson Antonio da; FAGUNDES-KLEN, Márcia Regina; TAVARES, Célia Regina Granhen; GONÇALVES, Gilberto da Cunha. Efeito da vazão volumétrica nas curvas de ruptura para o sistema de biossorção de Cr (III) e Ni (II). **Estudos Tecnológicos**, Toledo, v. 5, n.2. p. 187-194, mai/ago. 2009.

Disponível em: <

http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/4974/2220>.

Acesso em: 23 mar.2020.

ZANAROTTO, Romina; RAYMUNDO, Aline Sartório; DEL PIERO, Poliana Bastos; BELISÁRIO, Marciela; RIBEIRO, Joselito Nardy; RIBEIRO, Araceli Verónica Flores Nardy. avaliação de adsorventes naturais no tratamento de efluentes contendo o corante vermelho congô. In: Congresso Brasileiro de Química. 48., 2008, Rio de Janeiro. **Iniciação Científica**. Rio de Janeiro: CBQ. Disponível em:

<<http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/13/13-419-4586.htm>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

ZANONI, Maria Valnice Boldrin; YAMANAKA, Hideco. **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.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora. A minha família e ao meu namorado que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões. Aos meus professores que me ajudaram desde antes de Faculdade até agora, em especial a Aline Resmini Melo minha orientadora. A Grasielle Gambalunga que não me deixou desistir em momento algum e a Satc por me disponibilizar os laboratórios para as análises.