

DESCOLORAÇÃO DOS CORANTES AZUL QR-19 E MAGENTA POR PROCESSO DE ADSORÇÃO COM USO DE FARINHA DE CASCA DE BANANA

Rafaela Franqueto¹

RESUMO

A atividade têxtil resulta em grandes quantidades de efluentes com uma variedade de corantes. Dentre os tratamentos usados para esses efluentes, a adsorção é uma das técnicas que tem sido empregada com sucesso na efetiva remoção de corantes. Deste modo, o objetivo deste trabalho consiste na avaliação da eficiência de adsorção dos corantes (Azul QR-19 e Magenta) na farinha da casca de banana tratada com ácido clorídrico e da farinha *in natura* (somente lavada com água). Antes do estudo cinético, foram feitos os planejamentos fatoriais para os corantes estudados, usando as variáveis: concentração de adsorventes, pH do corante e tempo de contato. A adsorção dos corantes têxteis foi avaliada por meio de estudos cinéticos para os corantes isolados. Os resultados obtidos foram: para o Azul QR-19 o máximo de descoloração foi na faixa 52% para 1 grama de adsorvente e 38% para 0,5 gramas em 30 minutos de ensaio. Em linhas gerais, a técnica utilizada nos estudos é viável e pode ser aplicada em escala industrial.

Palavras-chave: adsorção, descoloração de efluente têxtil, farinha de casca de banana

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste. E-mail: rafaela.eng@meioambiente.eng.br

1 INTRODUÇÃO

A contaminação dos corpos hídricos com diversos poluentes químicos representa grandes riscos para o meio ambiente e para a saúde pública, decorrente da crescente urbanização e industrialização. Neste sentido inclui-se a indústria têxtil, cujos corantes são potencialmente poluidores ao meio ambiente, conduzindo ao comprometimento da qualidade da água e do solo (SERENO, 2004).

O segmento têxtil representa um importante setor na economia brasileira e mundial, entretanto, o processo em si, apresenta um grande consumo de água. Segundo TWARDOKUS (2004), os maiores setores consumidores de água doce disponível são a agricultura e a indústria, sendo o setor têxtil responsável por 15% da água consumida pelas indústrias. A água usada na indústria têxtil é para o transporte de produtos químicos que adentram ao processo, bem como para a remoção do excesso dos produtos que não são usados nos substratos têxteis.

Os efluentes têxteis apresentam como principal característica ser altamente colorido, devido à presença de corantes que não foram fixados na fibra na etapa de tingimento. Estima-se que aproximadamente 90% das espécies químicas utilizadas no beneficiamento de fibras, incluindo os corantes, são eliminadas nos efluentes após cumprirem a sua função (CISNEROS, et al. 2002). De toda carga orgânica o maior problema de impacto ambiental consiste na presença de corantes, os quais podem apresentar potencial mutagênico e carcinogênico.

Há basicamente três tipos de tratamento utilizados para os efluentes têxteis: físicos, químicos e biológicos. Os métodos físicos incluem métodos de precipitação, incluindo coagulação, floculação e decantação. Os métodos químicos mais comuns são os processos oxidativos e para os tratamentos biológicos podem ser classificados, segundo a presença do oxigênio no processo, em aeróbicos ou anaeróbicos, empregando diferentes micro-organismos (KAMIDA et al. 2005; SPONZA, et al. 2004; FORGACS et al. 2004). Em função da problemática com o efluente colorido e da dificuldade de técnicas existente para o tratamento, novas

alternativas para a remoção dos corantes vêm sido propostas, entre elas a adsorção.

A adsorção é uma das técnicas que tem sido empregada com sucesso na efetiva remoção de corantes (VASQUES, 2011). Costuma-se dizer que ocorreu sorção ou adsorção, quando há mudanças na concentração de uma substância na interface de um sistema relativamente às suas fases vizinhas. O processo oposto ao da sorção é a dessorção, o qual consiste em um fenômeno pelo qual uma substância é liberada através de uma superfície (CRUZ, 2011).

Dependendo das fases que estejam em contato, poderão ser considerados os sistemas: sólido-líquido; sólido-gás; líquido-líquido e líquido-gás. Os dois primeiros são os mais empregados em escala industrial. Este processo encontra grande aplicação industrial, pois associa baixo custo e elevadas taxas de remoção. As forças responsáveis por esses processos são denominadas forças de adsorção (DABROWSKI, 2001).

O carvão ativado é o mais popular e eficiente adsorvente usado. Entretanto, o alto custo restringe o seu uso, principalmente em países em desenvolvimento (CUNICO, et al. 2009). O processo de adsorção pode ser feito por meio de adsorventes naturais como fibras do bagaço de cana-de-açúcar, resíduos agrícolas e casca de banana, podendo assim ser citado como uma alternativa que apresenta viabilidade econômica e ambiental.

Segundo BONIOLLO (2006) o Brasil atualmente destaca-se como sendo um dos três maiores produtores e consumidores de banana. Entretanto, é um dos países que mais apresentam desperdícios da fruta. Essas perdas decorrem da comercialização, colheita e transporte da fruta. Podemos incluir as perdas nas indústrias alimentícias, onde se utiliza somente a polpa da fruta, descartando as cascas em lixo comum. Segundo SILVA et al. (2003) essas perdas (anualmente) variam de 20% a 40% da produção nacional, o que equivale a mais de dois bilhões de dólares.

A casca da banana representa de 47 a 50% do peso total da fruta madura, e não tem aplicações de ordem industrial, sendo esporadicamente utilizada, de forma direta, na alimentação animal (TRAVAGLINI, 1993).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho consiste na utilização da casca da banana em forma de farinha como adsorvente para a descoloração de corantes Magenta e Azul QR-19 usado no processo de coloração da indústria têxtil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DO ADSORVENTE

A casca da banana Caturra foi obtida in natura, na região de Irati (PR) em supermercados locais. Depois de descartada a casca, a mesma foi lavada em água corrente e seca pela ação do sol por 24 horas. Após a secagem, a casca foi triturada com o auxílio de um liquidificador e peneirada em peneira com granulometria de 1 mm. As amostras foram armazenadas para posterior aplicação. A metodologia foi seguida por JESUS et al. (2011).

2.2 CORANTES UTILIZADOS

Foram usados os corantes: Magenta e Azul QR 19 como modelo para o estudo, cujas estruturas químicas estão apresentadas na Figura 1.

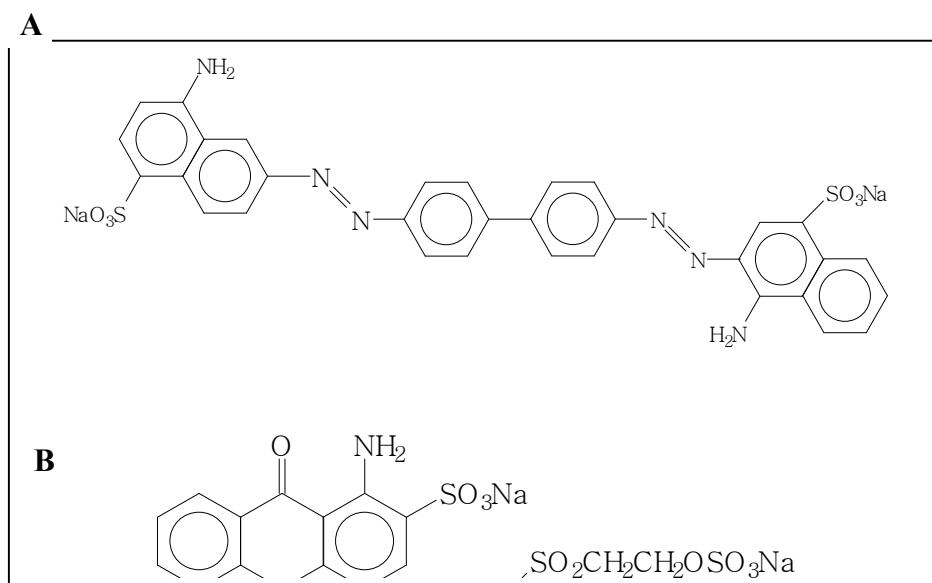


Figura 1 :Estrutura molecular dos corantes: Magenta (A); Azul QR-19 (B).

Fontes: Adaptado de Salgado et al. 2009 (A); Adaptado de Siebel, 2010 (B).

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 247-264,out.2016/mar. 2017.

2.2 PLANEJAMENTO FATORIAL

Com a finalidade de otimizar as variáveis envolvidas no sistema de adsorção, foi realizado o planejamento fatorial para cada um dos corantes estudados, composto de três variáveis e dois níveis (2^3).

Um sistema de planejamento fatorial permite avaliar a influência de variáveis operacionais de importância para a remoção dos corantes. Os planejamentos foram baseados em fundamentos estatísticos para poder chegar às condições ótimas, avaliando os efeitos das variáveis no processo.

Para reduzir a variabilidade e aumentar a confiabilidade dos resultados, além da redução de tempo e custo do experimento, estudos de planejamento fatorial vêm sendo amplamente utilizados. O método é simples de ser executado e visa a otimização dos parâmetros operacionais de grande importância para o estudo, com um número reduzido de experimentos.

Para este trabalho, foi realizado um planejamento fatorial 2^3 com ponto central, visando à otimização das seguintes variáveis: concentração do adsorvente, pH do corante e tempo de contato corante/adsorvente. A resposta foi dada em porcentagem de descoloração do corante, com utilização do Excel (ANOVA).

A listagem dessas combinações, que é chamada de matriz de planejamento, é apresentada na Tabela 1, juntamente com os rendimentos obtidos nos experimentos em duplicata. A matriz de planejamento lista os ensaios na ordem padrão. Todas as colunas começam com o nível inferior (-) e depois os sinais vão se alternando. Um a um na primeira coluna, - + - +..., depois dois a dois, - - + +..., e finalmente quatro sinais negativos e quatro positivos na última coluna. Se houvesse uma quarta coluna, a coluna correspondente a ele consistiria em oito sinais menos e seguida oito sinais mais. Com um total de k fatores a última coluna 2^{k-1} sinais negativos e depois 2^{k-1} sinais positivos (MONTGOMERY, 1997). Assim, pode-se escrever facilmente a matriz de planejamento de qualquer fatorial de dois níveis na sua ordem padrão.

A partir da matriz de planejamento podemos formar a tabela de coeficientes de contraste, multiplicando um a um os sinais das colunas apropriadas para obter as novas colunas correspondendo às interações. Os sinais correspondentes a esses efeitos de interação na tabela de coeficientes de contraste são obtidos multiplicando-se as colunas correspondentes de cada interação. Acrescentando a coluna de sinais positivos, necessária para o cálculo da média, teremos $2^3 = 8$ colunas ao todo, como observa-se nas Tabelas 2 e 3.

O planejamento fatorial feito para os corantes estudados seguiram as variáveis especificadas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis e níveis para o planejamento fatorial.

Variáveis	Nível (-)	Nível (0)	Nível (+)
pH	2	6	9
[] Adsorvente (mg)	50	500	1000
Tempo (minutos)	30	60	120

Fonte: Autores (2013).

Como as observações individuais foram feitas em duplicatas, a estimativa combinada da variância de uma observação individual é dada por:

$$\sigma_i^2 = d_i^2 / 2$$

A variância total do planejamento fatorial em questão é dada pela soma das variâncias de cada experimento (σ_t^2) dividido pelo número de corridas:

$$\sigma^2 = \sigma_t^2 / 8$$

Para decidir se os efeitos calculados são significativamente diferentes de zero podemos empregar um teste t usando as tabelas estatísticas existentes.

É importante salientar que os experimentos correspondentes ao ponto central foram realizados em triplicata, para o cálculo do desvio padrão. Foram calculados também os efeitos principais, ou seja, de cada variável isolada e o efeito da interação entre elas (efeito combinado).

2.3 ESTUDOS CINÉTICOS DA ADSORÇÃO

Os ensaios cinéticos de adsorção foram realizados com os corantes Magenta e Azul QR-19. Os ensaios foram conduzidos com 50 mL dos corantes com concentração de 50 mg L⁻¹ não separar unidade para o corante Magenta e para o Azul QR-19 em tempo determinado de 60 minutos. Em intervalos de tempo pré-determinados, foram coletadas alíquotas e centrifugadas a 3000 rpm Usar a unidade em força centrífuga, medida como "g" por 3 minutos. As leituras das concentrações foram determinadas em espectrofotômetro na região do visível em comprimentos de onda específicos para cada corante.

A concentração de soluto adsorvido na fase sólida pode ser determinada utilizando a equação 1.

$$qe = \frac{(Co - Ceq) \times V}{m} \quad (1)$$

Em que: **qe** = a quantidade de soluto adsorvido na fase sólida (mg g⁻¹); **Co** = concentração de adsorbato inicial (mg L⁻¹); **Ceq** = concentração de equilíbrio do adsorbato (mg L⁻¹); **V** = volume da solução (L) e **m** = massa de adsorvente (g).

A condição de equilíbrio de adsorção é descrita por meio dos gráficos das Figuras 2 e 4, as quais relacionam a quantidade de soluto adsorvida com o tempo de contato. Estes gráficos são denominados de isotermas de adsorção e refletem a capacidade de adsorção do adsorvente pelo soluto sob determinadas condições experimentais em que o processo é submetido (CHAKRABORTY, 2005).

Para o cálculo da descoloração dos corantes foi determinada pela equação 2.

$$\% \text{ descoloração} = \frac{(Co - Cf)}{Co} \times 100 \quad (2)$$

Em que: **Co** = Concentração inicial e **Cf** = Concentração final (mg L⁻¹)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PLANEJAMENTO FATORIAL

Os resultados para os planejamentos fatoriais são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Planejamento fatorial 2³ para otimização do processo de adsorção. Corante Magenta ($\lambda=544$ nm) em farinha de casca de banana 0,05 mol L⁻¹ de HCl. Resposta: % de descoloração.

Experimento	Variáveis			Resposta 1 (%)	Resposta 2 (%)	Média (%)
	Adsorvente	pH	Tempo			
1	-	-	-	98,86	70,64	84,75
2	+	-	-	95,85	90,46	93,16
3	-	+	-	98,96	53,61	76,29
4	+	+	-	96,16	72,3	84,23
5	-	-	+	94,51	58,3	76,41
6	+	-	+	20,23	10,17	15,2
7	-	+	+	83,72	49,07	66,39
8	+	+	+	68,77	18,98	43,88
9	0	0	0	48,34	48,96	48,61
10	0	0	0	36,51	44,5	40,51
11	0	0	0	62,62	65,96	64,29

Desvio padrão ($\sigma=4,68$), EP [ads]= - 8,42; EP pH= + 0,32; EP tempo= -34,13; EC (pH x ads)= +9,56;

EC (ads x tempo)= -25,02; EC (pH x tempo)= +9,01; EC= (ads x pH x tempo)= +9,7923

Fonte: Autores (2013).

De acordo os as respostas obtidas no planejamento, o experimento 2 apresentou a melhor resposta, porém o experimento 4 foi o escolhido para os estudos posteriores por apresentar uma resposta também eficiente, comparada com o valor do experimento 2. A escolha do experimento 4 foi com relação ao valor de

pH, pois em meio básico o valor do pH facilita o estudo com o efluente real, uma vez que estes efluentes possuem pH maior do que 6.

O experimento referente ao corante Magenta apresentou um desvio padrão $\bar{\sigma}=4,68\%$, do qual foi realizado somente com os experimentos 9 e 10, ou seja, considerando a quadruplicata. O experimento 11 não foi considerado para o cálculo do desvio por ter apresentado resultados muito diferentes dos outros dois experimentos citados, o que pode indicar uma falha experimental na execução deste experimento.

Em relação ao estudo dos efeitos das variáveis, o efeito é positivo para o pH (+0,32) indicando que quando a variável passa do nível - (pH 2) para o nível + (pH 9) a eficiência no processo de remoção de cor aumenta. Para a concentração do adsorvente o efeito é negativo (- 8,42), ou seja, quando passa de 50 mg para 1000 mg o processo tem uma perda de eficiência. Para o tempo, a variável apresentou um efeito negativo (-34,13) tendo assim, uma diminuição de sua eficiência, quando passa do nível - (30 minutos) para o nível + (120 minutos).

Comparando os valores dos efeitos com o valor do desvio padrão, os que apresentaram maior significância foram o tempo e a concentração. O efeito combinando mostra o efeito de sinergismo das variáveis estudadas. Os efeitos combinados de segunda e de terceira ordem também apresentaram resultados significativos, indicando o sinergismo entre todas as variáveis.

Para o corante Magenta, o nível de 95% de confiança foi adotado, correspondente a 9 graus de liberdade é 2,128.

A equação da curva de calibração do corante Magenta é $= -0,0146x + 0,1496$.

Para o corante Azul QR-19, os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Em função das respostas obtidas para este corante, percebe-se que todos os experimentos se mostraram eficientes na descoloração do corante, deste modo, as variáveis do experimento 3 foram as escolhidas para os estudos posteriores para este corante.

Os cálculos das variáveis mostram que as três variáveis apresentaram efeito negativo, ou seja, a diminuição da eficiência se passou do nível - para o +. Os resultados dos efeitos mostram também que as variáveis isoladas apresentam um efeito pouco significativo no processo, comparando seus valores com o desvio

padrão. Entre os valores do efeito combinado de segunda e de terceira ordem, o que apresentou maior significância foi o efeito combinado de segunda ordem (adsorvente x tempo). Estes resultados indicam que o pH do meio não influencia no processo de adsorção, nem de maneira isolada e nem de forma combinada.

Para o corante Azul QR-19, o nível de 95% de confiança foi adotado, correspondente a 10 graus de liberdade é 1,7564.

A equação para calibração da curva do corante é $y = -0,0052x + 0,056$

Tabela 3. Planejamento fatorial 2^3 para otimização do processo de adsorção. Corante Azul QR-19 ($\lambda=592$ nm) e farinha de casca de banana $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl.

Experimento	Variáveis			Resposta 1 (%)	Resposta 2 (%)	Média (%)
	Adsorvente	pH	Tempo			
1	-	-	-	99	99,65	99,33
2	+	-	-	100	100	100
3	-	+	-	98,75	98,9	98,83
4	+	+	-	100	100	100
5	-	-	+	97,8	97,4	97,6
6	+	-	+	100	78,75	89,38
7	-	+	+	87,15	95,45	91,3
8	+	+	+	87,5	88,6	88,05
9	0	0	0	88,9	90,4	89,65
10	0	0	0	87,95	90,85	89,4
11	0	0	0	86,35	86,55	86,45

Desvio padrão ($\bar{\sigma}=1,98$), EP [ads]= - 2,41; EP pH= -2,03; EP tempo= -7,96; EC (pH x ads)= +1,37; EC (ads x tempo) = -3,08; EC (pH x tempo)= -1,53; EC= (ads x pH x tempo)= +1,12.

Fonte: Autores (2013).

Todas as colunas têm quatro sinais positivos e quatro sinais negativos. Qualquer efeito, portanto, pode ser interpretado como a diferença entre duas médias, cada uma das quais contendo metade das observações.

3.2 CINÉTICA DE ADSORÇÃO - AZUL QR-19

Na Figura 2 estão apresentados os resultados da cinética de adsorção do corante Azul QR-19 para a farinha de casca de banana.

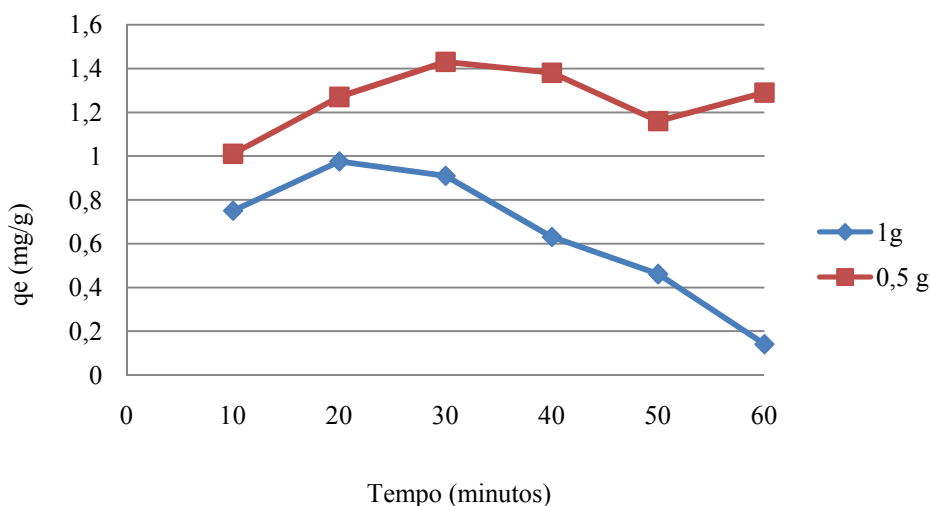


Figura 2: Cinética de adsorção do corante Azul QR-19 em função do tempo.

Fonte: Autores (2013).

Nos processos de adsorção o equilíbrio é estabelecido quando a quantidade de soluto adsorvida sobre o adsorvente é igual à quantidade dessorvida. Quando o equilíbrio for atingido, a concentração do soluto na fase líquida e na fase sólida permanece constante (ALLEN et al. 2003).

Na figura 2, observa-se que nos tempos iniciais do estudo (até 30 minutos) já ocorreu à máxima adsorção para ambas as concentrações do adsorvente, fazendo com que ocorra uma queda acentuada só na concentração de 1 g a de 0,5 não foi acentuada no q_e das duas concentrações indicando processo de dessorção.

A descoloração obtida na concentração de 1 grama para o tempo de 20 minutos de contato foi de 52% enquanto que para o tempo final do experimento (60 minutos) foi em torno de 7,5%. Um fator que pode ter influenciado a faixa de descoloração para o corante seria o tempo de contato da solução com o adsorvente, pois segundo OZACAR et al. (2003) a taxa de adsorção aumenta com o tempo até atingir um valor máximo, onde nenhuma adsorção adicional acontece. Depois de 20

minutos de processo, ocorre dessorção do corante devido à saturação do adsorvente no meio.

Para 0,5 gramas de adsorvente, a descoloração máxima ocorreu ao tempo de 30 minutos de contato que apresentou 38% e para o tempo final (60 minutos) 34,30%. Os resultados se mostraram favoráveis com o experimento escolhido no planejamento fatorial (experimento nº. 3), pois utilizou-se de menor concentração e tempo.

Fazendo uma comparação com o estudo de GUARI et al. (2011) do qual usou as mesmas quantidades de adsorvente (0,5 e 1,0 grama) em 120 minutos de ensaio os resultados obtidos foram 49% para 0,5 gramas e 56% para 1 grama, sendo similares ao do presente estudo.

A Figura 3 evidencia a descoloração para 1 e 0,5 gramas.

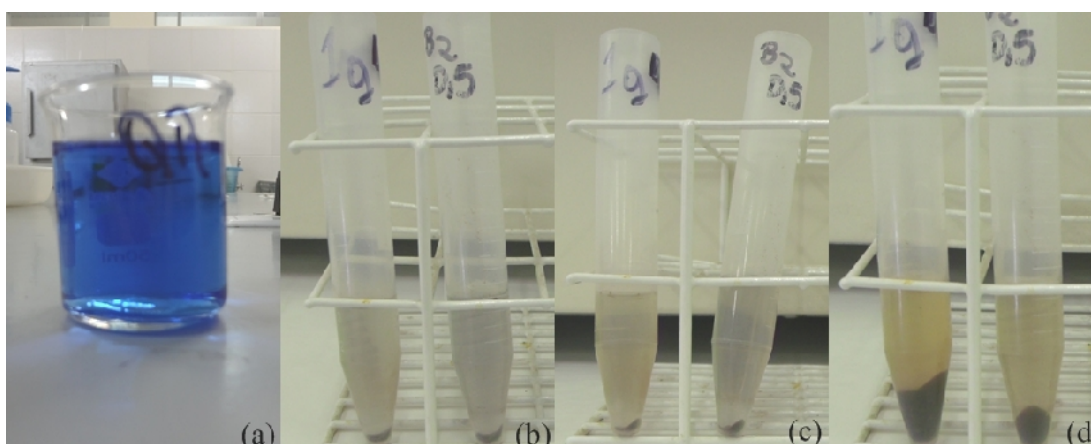


Figura 3: Comparação das análises da curva de cinética de adsorção para o corante Azul QR-19. (a)Amostra bruta; (b) amostra após 20 minutos; (c) amostra após 30 minutos; (d) amostra final (60 minutos).

Fonte: Autores (2013).

É possível observar na Figura 3, que a descoloração nos tempos estipulados foi visivelmente aceitável, contudo, necessitaria de estudos mais aprofundados para que a descoloração fosse ainda mais eficiente.

Um fator muito importante para o processo de adsorção, e que não foi considerado no estudo, é a temperatura. O estudo foi realizado em temperatura ambiente (aproximadamente 21°C). Na literatura, verifica-se que em temperaturas altas (55°C) o processo de adsorção apresentou resultados melhores do que a 21°C, R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 247-264, out.2016/mar. 2017.

(BALDISSARELLI et al. 2006), entretanto, precisa-se de um tempo de contato maior para alcançar esses resultados. Isso se justifica pelo fato de que em temperatura mais altas ocorrem maiores choques entre as partículas, dificultando assim, o processo de “aderir” o corante ao adsorvente.

3.1.2 CINÉTICA DE ADSORÇÃO – MAGENTA

Na Figura 4 está representada a curva da cinética de adsorção para o corante Magenta.

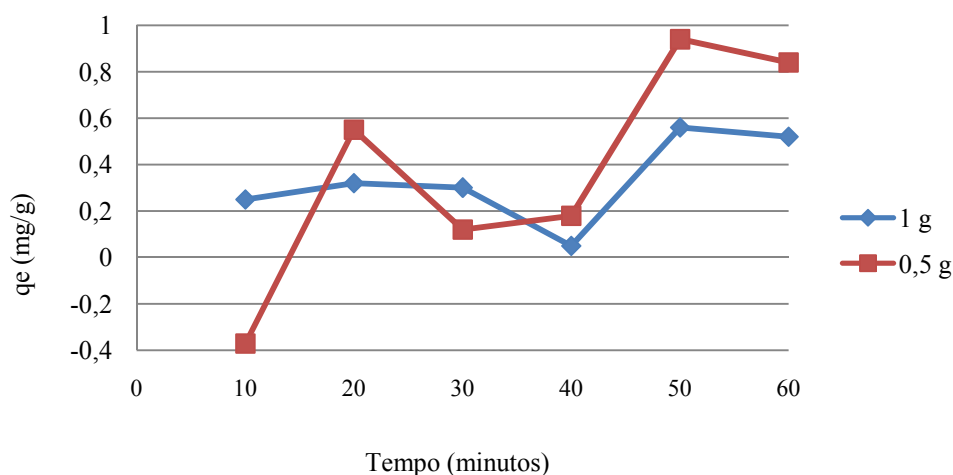


Figura 4: Cinética de adsorção do corante Magenta em função do tempo.

Fonte: Autores (2013).

Como observado para o corante azul QR-19, para o corante Magenta segue a mesma tendência de estabilização após o tempo de 60 minutos. Entretanto, a curva para o corante magenta é mais acentuada do que a anterior, isso pode ser explicado, pelo fato de que, o corante magenta é uma mistura de outros dois corantes - vermelho e azul (GONÇALVES, 2007), assim sua concentração é teoricamente maior, o que torna sua descoloração um pouco mais demorada.

No ensaio considerando 1 grama de adsorvente, a curva segue uma tendência de estabilização, do qual, não ocorre nos primeiros 60 minutos propostos no estudo. O ponto de 50 minutos onde ocorreu o máximo de adsorção apresentou uma descoloração de 20,1% do qual se manteve até o fim do ensaio.

O ponto amostral de 40 minutos em 1 grama de adsorvente, apresentou uma queda acentuada de aproximadamente 0,2 mg/g em relação aos outros pontos obtendo uma descoloração de 2%. Uma das hipóteses possíveis, seria de que, pode ter ocorrido erro no processo de análise, fazendo com que a concentração do corante na solução fosse maior do que a esperado. Entretanto, se considerarmos possíveis erros experimentais, a resposta obtida está dentro da conformidade para essa curva cinética.

O ensaio para a concentração de 0,5 gramas não foi muito satisfatório, pois a curva apresentou muitas alternâncias e variações ao longo dos 60 minutos. Para o tempo de 50 minutos a porcentagem de descoloração ficou em torno de 17% e se manteve até o fim do ensaio.

Na Figura 5 pode-se observar a comparação visual dos resultados obtidos nos experimentos.

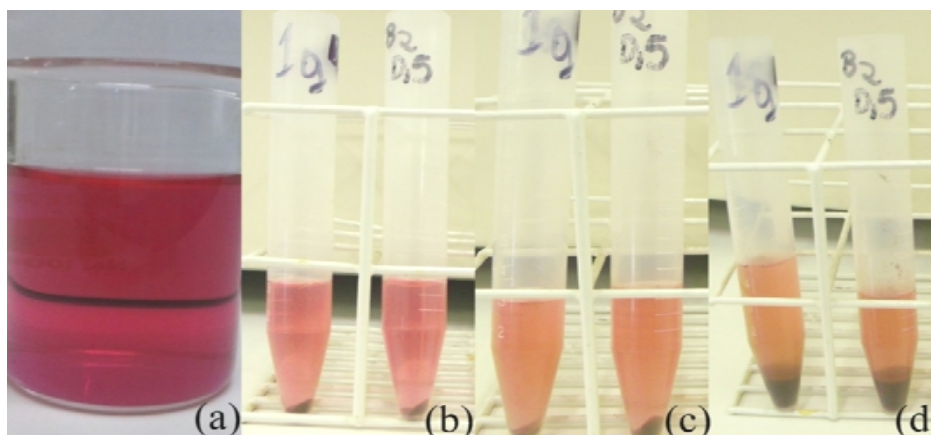


Figura 5: Comparação das análises da curva de cinética de adsorção para o corante magenta. (a) Amostra bruta; (b) amostra após 10 minutos; (c) amostra após 40 minutos; (d) amostra final (60 minutos).

Fonte: Autores (2013).

Uma explicação mais aceitável para a cor se apresentar um pouco mais escura ao fim do ensaio, seria de que, o próprio adsorvente ter liberado substâncias que, em contato com a mistura dos corantes, teria desprendido cor a solução teste.

4 CONCLUSÃO

O estudo inicial do planejamento fatorial foi de extrema importância no que se refere às condições experimentais para o estudo. Com o planejamento fatorial foi realizado uma triagem das variáveis mais significativas para o estudo (concentração de adsorvente, pH do corante e tempo de contato).

Os resultados obtidos para o corante Azul QR-19, revelaram boas perspectivas de aplicação na indústria, sendo que sua eficiência máxima de adsorção ocorreu como pré-determinado no estudo de planejamento fatorial (30 minutos), onde o percentual de descoloração chegou a 52% para 1 grama de adsorvente e 38% para 0,5 gramas.

Para o corante magenta, os resultados mostraram-se inferiores comparados com o Azul QR-19. Sua eficiência máxima se deu próxima aos 50 minutos do processo onde o percentual de descoloração chegou 20% para 1 grama e 17% para 0,5 gramas. Entretanto, os resultados foram viáveis em virtude do valor de aquisição do adsorvente ser praticamente nulo.

A destinação final da farinha da casca de banana após a utilização no processo pode ser aterro sanitário, do qual, diminui custos com transporte já que é leve e em menores quantidades. A destinação em aterro comum só é possível porque o resíduo da banana é biodegradável.

Levando em consideração todos os resultados obtidos, a técnica de adsorção em farinha de casca de banana foi viável e pode ser empregada em sistemas de tratamentos de efluentes têxteis, sem a necessidade de correções prévias de pH no efluente descartado, diminuindo gastos com produtos químicos. Outra redução de gastos financeiros é, em relação à aquisição de material adsorvente, visto que, o adsorvente estudado tem custos bem inferiores ao normalmente usado para essa técnica, o carvão ativado.

BLUE DISCOLORATION OF DYES QR-19 AND MAGENTA BY ADSORPTION PROCESS WITH USE OF BANANA PEEL FLOUR

ABSTRACT

The textile activity results in large quantity of wastewater with a variety of dyes. Among the treatments used for these wastewater, adsorption is one of the techniques that has been successfully employed in the effective dyes removal. So, the aim of this study is to measure the efficiency of dyes adsorption (QR -19 Blue and Magenta) in banana peel flour treated with hydrochloric acid and plain flour (just washed with water). Before the kinetic study, factorial designs were made for the studied dyes, using the variables: concentration of adsorbents, dye pH and contact time. The adsorption of textile dyes was by means of kinetic studies for the isolated dye. The achieved results were: for the QR- Blue 19 was the most discoloration in the range 52 % in 1 gram of adsorbent and 0.5 grams 38 % in 30 minutes of the test. In other hand, for the magenta dye, the maximum discoloration was 20 % in 1 gram and 17% in 0.5 after 50 minutes of the test. In general, the technique used in the study is viable and it can be applied on an industrial scale.

Key words: adsorption, discoloration textile.

REFERÊNCIAS

ALLEN, S.J; GAN,Q; MATTHEWS, R.; JOHNSON, P.A. **Comparison of optimised isotherm models for basic dye adsorption by kudzu**. Bioresource Technology v.88, p.143–152, 2003.

BALDISSARELLI, V.Z. **Estudo da adsorção do corante reativo preto 5 sobre carvão ativado: caracterização do adsorvente e determinação de parâmetros cinéticos e termodinâmicos**. Orientador: Prof. Dr. Clodoaldo Machado. Blumenau:[S.N], 2006.117p. Dissertação (Mestrado em Química - Universidade Regional de Blumenau).

BONIOLLO, M.R.; YAMURA, M. **Biossorvente: uma opção alternativa para o tratamento de resíduo radioativo**. In: ICTR-2006 -Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável - São Pedro - SP - 14 a 17/Maio. Anais do ICTR 2006. p. 1-10.

CHAKRABORTY, S. et al. **Adsorption Study for the Removal of a Basic Dye Experimental and Modeling**. Chemosphere, v. 58, p. 1079-1086, 2005.

CISNEROS, R. L.; ESPINOZA, A. G.; LITTER, M. I. **Photodegradation of an azo dye of the textile industry**. *Chemosphere* 48, 393-399

CRUZ, M.A.R.F.; GUERRA, A.R.; ISHIKAWA, D.N.; ALFAYA, R.V.S.; ALFAYA, A.A.S. **Farinha da casca de banana: um biosorvente para metais pesados de baixo custo**, Londrina – PR, Universidade Estadual de Londrina, 2011.

CUNICO, P.; MAGDALENA, C. P.; CARVALHO, T. E. M.; FUNGARO, D. A. **Adsorção de corante reativo preto 5 em solução aquosa utilizando cinzas leves de carvão**. International Workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2009.

DABROWSKI, A. **Adsorption from theory to practice**. *Advances in Colloid and Interface Science.*, v.93, p. 135-224, 2001.

FORGACS, E.; CSERHÁTI, T.; OROS, G. **Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review**. *Environment International*, v.30, p.953–971, 2004.

GONÇALVES, M.J. **Biodescoloração de Efluentes Têxteis**. Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Ulson de Souza. Florianópolis: [S.N.], 2007. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química – Universidade Federal de Santa Catarina).

GUARI, E.B.; CORSO, C.R.; YAMAGAMI, N.S.; ALMEIDA, E.J.R. De. **Teste de adsorção do corante acid blue - 29, usando materiais de baixo custo (fibra de coco, serragem e cascas de banana e laranja)**. In: XXXIII Congresso de Iniciação Científica da Unesp, Rio Claro, São Paulo, 2011. ISSN: 2178-860X.

JESUS, D.M.A.; ROCHA, J.F.; ALFAYA, A.A.S. **Utilização da farinha da casca de banana na remoção de corante têxtil em solução aquosa**, Londrina – PR, Universidade Estadual de Londrina.

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R.; MONTEIRO, R. T. R.; ARMAS, E. D. de. **Biodegradação de efluente têxtil por *Pleurotus sajor-caju***. *Quím. Nova* [online]. 2005, vol.28, n.4, pp. 629-632. ISSN 0100-4042

ÖZACAR, M; SENGIL, I. A. **Adsorption of Reactive Dyes on Calcined Alunite from Aqueous Solutions**. *Journal of Hazardous Materials B*, v. 98, p. 211-224, 2003.

SALGADO, B.C.B; NOGUEIRA, M.I.C; RODRIGUES, K.A; SAMPAIO, G.M.M.S; BUARQUE, H.L.B; ARAÚJO, R.S. **Descoloração de efluentes aquosos sintéticos e têxtil contendo corantes índigo e azo via processo Fenton e foto-assistido (UV e UV/H₂O₂)**. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol. 14, n. 1, p. 1-8, jan/mar 2009.

SERENO, M. L. **Avaliação da tolerância da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) a metais pesados: expressão dos genes de Metalotioneína**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 247-264, out.2016/mar. 2017.

SIEBEL, J. **Degradação de corante reativo Azul QR-19 através de Fotocatálise Heterogênea utilizando sílica-gel funcionalizada com TiO₂**. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 2010.

SILVA CS et al. 2003. **Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25, 229-234.

SPONA, D.T.; ISIK,M. **Decolorization and azo dye degradation by anaerobic/aerobic sequential process**. *Enzyme and Microbial Technology*, v.31, p.102-110, 2002.

TRAVAGLINI, D.A.; NETO, M.P.; BLEINROTH, E.W.; LEITÃO, M.F.F. **Banana-passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL, 1993. 73p.

TWARDOKUS, R. G. **Reuso De Água No Processo De Tingimento Da Indústria Têxtil**. Orientador: Prof. Dr. Antônio Augusto Ulson De Souza. Florianópolis:[S.N],2004.136p. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Química - Universidade Federal De Santa Catarina).

VASQUES, A.R; DE SOUZA,S.M.A.G.U; WEISSENER, L; DE SOUZA,A.A.U; VALLE, J.A.B. **Adsorção dos corantes RO16, RR2 e RR141 utilizando lodo residual da indústria têxtil**, Florianópolis, v.16, n.3, p. 245-252, jul/set.2011.