

REMOÇÃO DE CORANTE AMARELO BF-3R UTILIZANDO ARGILA VERDE-LODO COMO ADSORVENTE

Francisco Josimar de Queiroz¹; Gladson Euler Lima Júnior¹;
Tellys Lins Araújo Barbosa¹; Meiry Gláucia Freire Rodrigues¹.

¹Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 58109-970 Campina Grande, Brasil. email: josimarq@gmail.com

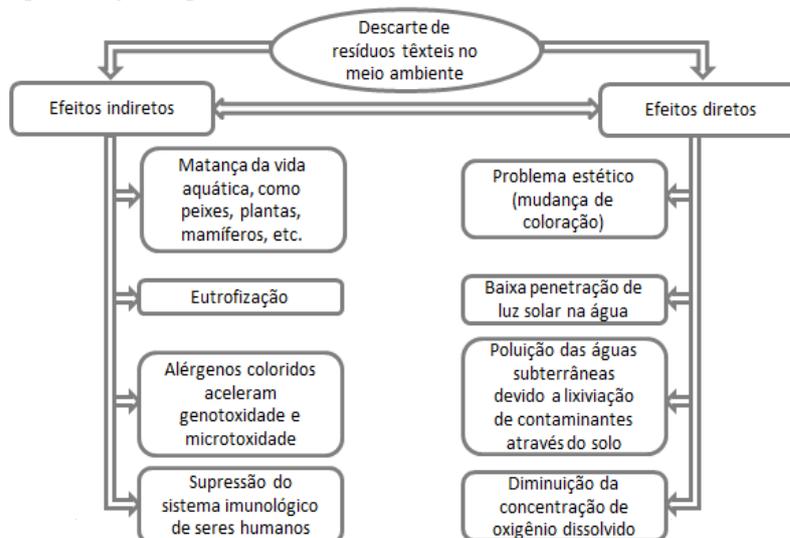
RESUMO – A indústria têxtil desempenha papel importante em termos de faturamento e geração de empregos, tanto no cenário mundial como nacional. Mas um dos problemas enfrentados por esse setor é a geração de resíduos tóxicos, que, obviamente, não podem ser descartados no meio-ambiente e necessitam de pré-tratamento. O presente trabalho avaliou o potencial da argila verde-lodo, em sua forma natural, como adsorvente na remoção de corante amarelo BF-3R utilizando-se um sistema de banho finito no processo de adsorção. Duas diferentes técnicas espectroscópicas foram utilizadas para caracterização da argila verde-lodo: Difração de raios X (DRX) e Espectroscopia de Fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (FRX-ED). Foi realizado um Planejamento Experimental, variando-se pH e tempo de agitação para avaliar a influência destes na remoção de corantes. De acordo com os dados obtidos a partir do planejamento experimental, foi possível observar que a argila verde-lodo apresentou melhores resultados de remoção para valores menores de pH, verificando-se também que o tempo de agitação não é uma variável tão significativa.

Palavras-chave: Argila montmorilonita; Corante; Adsorção; Remoção.

INTRODUÇÃO

Efluentes de indústrias têxteis contêm diferentes tipos de corantes, que em função do alto peso molecular e estruturas complexas mostram muito baixa biodegradabilidade (VERMA *et al.*, 2012), assim como alta DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e forte coloração. O descarte inadequado de resíduos têxteis sem um tratamento apropriado é muito prejudicial ao meio-ambiente, o que indiretamente também prejudica os seres humanos. A Figura 1 esquematiza os efeitos diretos e indiretos do descarte de resíduos têxteis no meio ambiente.

Figura 1. Representação esquemática do efeito do descarte de resíduos têxteis no meio ambiente.



(Adaptado de VERMA *et al.*, 2012).

Entre os vários métodos químicos e físicos, a adsorção tem evoluído como um dos processos mais eficazes para a descontaminação desses efluentes. Atualmente, existe um interesse crescente na utilização de materiais alternativos em vez de adsorventes tradicionais (como o carvão ativado). (BARKA *et al.*, 2011). As argilas vêm se destacando bastante no uso tratamento de efluentes industriais, pelo fato de apresentar uma alta capacidade de remoção além de um baixo custo em relação aos demais materiais utilizados (MONTEIRO *et al.*, 2016; BARBOSA, *et al.*, 2015; ROCHA *et al.*, 2015; SILVA, *et al.* 2016). Argilas montmoriloníticas ou esmectíticas são constituídas de partículas cristalinas de argilas de granulometria fina. Estas possuem grande espaço interlamelar, podendo adsorver quantidades significativas de água e algumas moléculas orgânicas na sua estrutura, que são englobadas pela grande área superficial, tornando-as expansíveis (SANTOS, 1989; JAAFAR, 2006).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as potencialidades da argila verde-lodo natural na remoção do corante amarelo BF-3R, analisando a influência do pH e tempo de agitação no processo de remoção, a partir de um planejamento experimental. Por ser um material da região, de grande disponibilidade e barata, a argila verde-lodo natural foi utilizada na remoção dos corantes.

METODOLOGIA

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV), localizado na Unidade Acadêmica de Engenharia Química, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UAEQ/CCT/UFPG).

A argila verde-lodo natural foi fornecida pela empresa Dolomil Industrial Ltda e como adsorbato foi utilizado o corante amarelo BF-3R, da linha de Corantes Reativos Bi Funcionais, fornecido pela Texpal.

A argila verde-lodo natural foi recebida na forma de aglomerados, esta foi desagregada, moída e peneirada (200 mesh).

Caracterização

Difração de raios X (DRX)

Foi utilizado o método do pó empregando-se um difratômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,020 2 θ e tempo por passo de 1,000 s, com velocidade de varredura de 2° (2 θ)/min, com ângulo 2 θ percorrido de 2 a 50°.

Espectroscopia de Fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (FRX-ED)

A análise química a partir do FRX-ED permite identificar e quantificar a composição química quantitativa global de um sólido. As amostras foram homogeneizadas, peneiradas em malha 200 mesh (abertura de 0,075 mm).

Remoção do corante amarelo BF-3R em sistema de banho finito

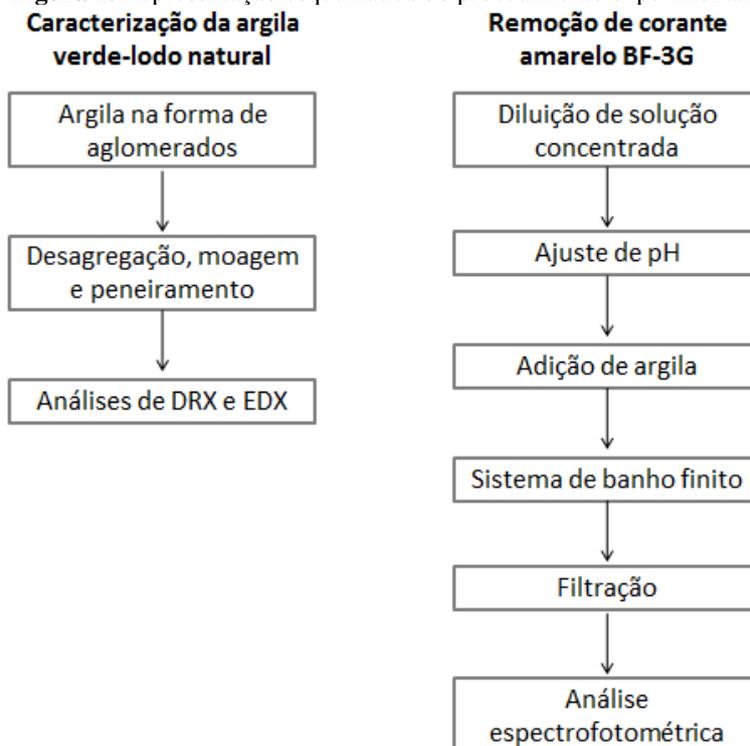
Foi realizado um planejamento experimental em que foram selecionadas duas variáveis de interesse: pH (A) e tempo de agitação (B). Conduziu-se um planejamento fatorial com 2 níveis (pH 1 e 7; tempo de agitação de 1 e 3 horas) com uma única réplica de corrida em cada ponto fatorial e aumentando 3 repetições nos pontos centrais.

Tabela 1 – Valores reais e sinais algébricos para cálculos dos efeitos.

Ensaio	pH	tempo de agitação (h)	Tratamento	Efeito Fatorial			
				I	A	B	AB
1	1	1	(1)	+	-	-	+
2	7	1	A	+	+	-	-
3	1	3	B	+	-	+	-
4	7	3	AB	+	+	+	+
5	4	2	nc ₁	+	0	0	0
6	4	2	nc ₂	+	0	0	0
7	4	2	nc ₃	+	0	0	0

Partindo-se de uma solução concentrada de corante (1000 mg/L), 7 amostras de 50 mL (50 g/L) foram preparadas. O pH foi ajustado com adição de ácido clorídrico 0,3 M. Após o ajuste do pH adicionou-se 0,5 g de argila verde-lodo natural para cada amostra, e estas foram mantidas sob agitação fixa de 200 rpm em um shaker TE-420 da Tecnal, com tempo de agitação em um sistema de banho finito variando de acordo com o planejamento experimental. Após o período de agitação, as amostras foram filtradas para determinação da quantidade de corante presente no filtrado. Para análise, foi coletado 5 ml da amostra a ser analisada e foi realizada a leitura da absorbância, em 427 nm no espectrofotômetro. E através da curva de calibração foi possível determinar a concentração de corante na amostra. Depois disso, o material foi filtrado para a retenção da parte sólida, e, finalmente, levado a análise espectrofotométrica visível para avaliar a remoção do corante. Os procedimentos estão esquematizados na Figura 2.

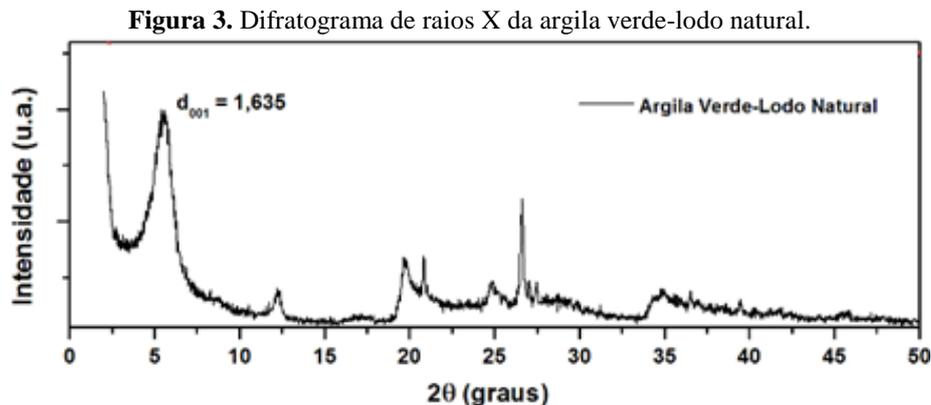
Figura 2. Representação esquemática do procedimento experimental.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Difração de Raios X (DRX)

Na Figura 3 está ilustrado o difratograma de raios X da argila verde-lodo natural.



A partir da Figura 3, é possível observar a presença dos picos característicos referentes ao grupo montmorillonita, com espaçamento basal d_{001} de 1,635 nm, característico desse tipo de material. É possível verificar também picos de materiais não esmectíticos, quartzo e caulinita, considerados como impurezas, conforme apresentado na literatura (MOTA, 2010).

Espectroscopia de Fluorescência de raios X por Energia Dispersiva (FRX-ED)

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da composição química da argila verde-lodo natural.

Tabela 2 – Composição química da argila verde lodo natural.

Composição química	%
SiO ₂	71,33
Al ₂ O ₃	12,56
Fe ₂ O ₃	7,87
MgO	2,99
TiO ₂	1,67
CaO	1,57
Outros	0,74

De acordo com a composição química, a argila verde-lodo natural pode ser considerada como um material sílico-aluminoso, evidenciado pela maior composição de óxido de sílicio (SiO₂) e óxido de alumínio (Al₂O₃) com valores de: 71,33% e 12,56%, respectivamente. Um alto teor de ferro (7,87%) foi observado, possivelmente relacionado ao ferro presente na estrutura cristalina do argilomineral do grupo da esmectita (SANTOS, 1989); este fato é resultado de uma substituição

isomórfica, onde ferro substitui o Al^{3+} no arranjo tetraédrico (RODRIGUES, 2003). Estes resultados estão em concordância com a literatura (SANTOS, 1989)

Remoção de corante amarelo BF-3R

Os resultados obtidos para a percentagem de remoção do corante amarelo BF-3R (% remoção) para a argila verde-lodo natural são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados de Remoção de corante amarelo BF-3R da argila verde-lodo natural.

Ensaio	pH	tempo de agitação (h)	% Remoção
1	1	1	73,72
2	7	1	0,00
3	1	3	60,20
4	7	3	15,68
5	4	2	52,78
6	4	2	52,98
7	4	2	50,30

De acordo com os resultados, a percentagem de remoção do corante aumenta quanto menor for o valor do pH, sendo a variável que mais influencia nesse processo de remoção. A melhor remoção ocorreu para o pH = 1 e tempo de agitação de 1 hora. O tempo de agitação foi pouco significativo no processo, para o pH = 1 foi apresentada uma correlação positiva, para o pH = 7 apresentou uma correlação negativa. Estes resultados podem ser justificados em função do erro experimental. Para o valor pH= 4, a remoção foi intermediária: pouco maior que 50%. Para valores mais elevados de pH, o uso de argila verde-lodo como adsorvente foi pouco eficaz. Com o tempo de agitação de apenas 1 hora não houve remoção; Com o aumento do fator: tempo de agitação para 3 horas observa-se uma remoção de apenas 15,68%.

CONCLUSÕES

A análise de DRX comprovou que a argila verde-lodo natural é uma argila esmectita, verificando-se também a presença de quartzo e caulinita. Foi possível observar a partir da análise por FRX-ED, uma predominância de sílica e alumínio, caracterizando-a como um argilomineral sílico-aluminoso.

A argila verde-lodo natural apresentou resultados satisfatórios de remoção para pH = 1, podendo assim ser considerado como potencial adsorvente para pré-tratamento de efluentes têxteis contendo corantes dessa natureza. O pH foi a variável mais significativa. A remoção foi intermediária para pH = 4, pouco maior que 50%. As diferenças foram bastante significativas quando comparadas com valores de pH = 7, para o qual a remoção foi muito baixa ou inexistente.

Em estudos posteriores, novas variáveis podem ser analisadas (como a quantidade de argila utilizada). E um aumento no número de repetições pode minimizar algum possível erro experimental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobras pelo apoio financeiro, ao PROCAD/Capes, ao PIBIC/CNPq e a Capes pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. S.; ROCHA, L. N.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F.; MONTEIRO, G. S.; BEZERRA JUNIOR, A. C. Argila vermelha utilizada como adsorvente na remoção de corantes reativos. Anais do Congresso Brasileiro de Cerâmica, Sergipe, 2015.
- ELMOUBARKIA, R.; MAHJOUBIA, F. Z.; TOUNSADIA, H.; MOUSTADRAFA, J.; MABDENNOURIA, M.; ZOUHRIB, A.; EL ALBANIC, A.; BARKAA, N. Adsorption of textile dyes on raw and decanted Moroccan clays: Kinetics, equilibrium and thermodynamics. Water Resources and Industry, v. 9, p. 16–29, 2015.
- JAAFAR, S. N. B. S. Adsorption study - Dye removal using clay. 51p. Project paper (Bachelor of Chemical Engineering) – Faculty of Chemical Engineering and Natural Resources, University College of Engineering & Technology Malaysia, Kuantan. 2006.
- MONTEIRO, G. S.; BARBOSA, A. S.; Cunha, R. S. S.; SOUSA, A. K. F.; RODRIGUES, M. G. F. R. Avaliação da remoção do corante amarelo BF-3R em meio aquoso utilizando argila bofe. Anais do Encontro Brasileiro sobre Adsorção, Sergipe, 2016.
- MOTA, M. F. Síntese de argilas organofílicas com diferentes sais orgânicos. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Unidade Acadêmica de Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2010.
- ROCHA, L. N.; BARBOSA, A. S.; MONTEIRO, G. S.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F. Influência do pH na remoção de corantes reativos utilizando argilas como adsorventes. Anais do Congresso Brasileiro de Catálise, Bahia, 2015.
- RODRIGUES, M. G. F. Physical and catalytic characterization of smectites from Boa-Vista, Paraíba, Brazil. Cerâmica, v. 49, n. 311, p. 146-150, 2003.
- SANTOS, P. S. Ciência e Tecnologia de Argilas, v. 1, 2ª Ed., Ed. Edgard Blücher Ltda, 1989.
- SILVA, E. L.; ARAÚJO, I. N.; OLIVEIRA, L. A.; LIMA, E. G.; MOTA, J. D.; RODRIGUES, M. G. F. Estudo comparativo entre as argilas policatiônica (verde dura) e sódica (BSN 02) na remoção de corante em sistema de banho finito. Anais do Encontro Brasileiro sobre Adsorção, Sergipe, 2016.
- VERMA, A. K.; DASH, R. .; BHUNIA, P. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. Journal of Environmental Management, v. 93, p. 154–168, 2012.