

## II-055 – ESTUDO CINÉTICO DA REMOÇÃO DO CORANTE AMARELO REATIVO BF-4G 200% UTILIZANDO O PROCESSO DE ADSORÇÃO EM ARGILA QUIMICAMENTE ATIVADA

### **Geraldo Martins Rodrigues Filho<sup>(1)</sup>**

Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco UFRPE (2004), especialização em Formação de Educadores pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE (2006), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2007). Atualmente é aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Tratamento de Efluentes, Processos Oxidativos Avançados e Adsorção.

### **José Francisco da Luz Neto**

Graduando em Química Industrial na Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Bolsista do Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade - LEAQ-DEQ-UFPE.

### **Danielle Pires de Souza**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (2009), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2012). Atualmente é aluna de doutorado de programa de Pós-Graduação em Engenharia Química de Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

### **Profa. Dra. Márcia Maria Lima Duarte**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará - UFC (1978), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (1983) e doutorado em Engenharia Química pelo Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT (1989). Atualmente é professor associado 04, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, sendo a coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - PPGEQ. Atua como pesquisadora em Operações de Separação e Mistura, com ênfase em: extração líquido-líquido, tratamento de efluentes, processos oxidativos avançados, adsorção, remoção de corantes e biossorção. Pertence ao quadro de avaliadores do INEP.

### **Profa. Dra. Valdinete Lins da Silva**

Professora Titular do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Possui graduação em Química pela Universidade Católica de Pernambuco (1972), mestrado em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (1979) e doutorado em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (1991). Tem experiência em Química Analítica, na área de Eletroanalítica e Espectrometria, com sistemas automatizados (FIA e SIA) e na área Ambiental e Saúde, com ênfase em Biossensores, Técnicas Avançadas de Tratamento de Águas de abastecimento e residuárias principalmente nos seguintes temas: monitoramento e qualidade de água de abastecimento e residuária, superficial ou subterrânea e tratamento de águas, utilizando Processos de Adsorção e Oxidação Avançada, desenvolvimento, caracterização e automação em sistemas biológicos empregando biossensores.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Prof. Arthur de Sá, s/n - Cidade Universitária – Recife - CEP: 50.740-521- Tel: (81) 2126-7290 - Pernambuco, Brasil - e-mail: [gmrflq2003@yahoo.com.br](mailto:gmrflq2003@yahoo.com.br)

## **RESUMO**

Os efluentes têxteis são uma das maiores fontes de poluição hídrica no estado de Pernambuco, atingindo principalmente a região do pólo têxtil do agreste do estado. Dessa forma, se faz necessário a existência de meios alternativos de tratamento dos efluentes gerados, utilizando materiais com alta disponibilidade e de baixo custo. Soluções têxteis do corante sintético Amarelo Reativo BF-4G 200%, foram usadas para avaliar o poder de adsorção da argila esmectita ativada quimicamente. O estudo cinético foi realizado em intervalos de 0-720 minutos, a partir do qual se avaliou o percentual de remoção e a capacidade máxima de adsorção em função do tempo. Os resultados do estudo cinético foram obtidos pela quantificação da concentração remanescente do corante, tornando possível determinar o percentual de remoção e a capacidade máxima de adsorção. Estes resultados foram satisfatórios, visto que antes do primeiro minuto o percentual de remoção foi superior a 50%, além de apresentar um percentual de remoção de 93,2% em 720 minutos. Antes do processo de adsorção o pH das soluções têxteis era igual a 6,47 enquanto que no final o pH decaiu para aproximadamente 3. Um bom processo de remoção de corantes implica numa diminuição dos impactos ambientais causados pelo despejo inadequado de corantes no meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Corante, Efluente Têxtil, Estudo Cinético.

## INTRODUÇÃO

Efluentes industriais são uma das principais causas de poluição ambiental. Efluentes, descarregados de indústrias que utilizam processos de tingimento, são altamente coloridos (Kadirvelu et al, 2003) porque o tingimento e os resíduos de acabamento na indústria têxtil têm um alto teor de cor e de compostos orgânicos.

Corantes sintéticos são compostos aromáticos que são incorporados em vários grupos funcionais. Eles são amplamente utilizados na indústria têxtil, couro, papel, plástico, entre outras indústrias. Alguns desses corantes podem degradar o meio ambiente e produzir substâncias cancerígenas e produtos tóxicos (Teng et al, 2006).

Os corantes são projetados para resistir à ruptura com o tempo, com a exposição à luz solar, água, sabão e agente oxidante. Devido a sua complexa estrutura e origem sintética, eles não podem ser facilmente removidos por processos convencionais físicos, químicos ou biológicos de tratamento de efluentes, tais como floculação-coagulação, ozonização e digestão aeróbia ou anaeróbia (Slokar et al, 1998, Hutzinger, 1980). Estes processos têm custo elevado e podem levar a geração de lodo ou à formação de subprodutos (Robinson et al, 2001).

A indústria têxtil vem lançando, durante décadas, através de seus efluentes, milhares de toneladas de corantes orgânicos sintéticos, alta quantidade de surfactantes, sólidos dissolvidos e possivelmente metais pesados como Cr, Ni e Cu em vertentes, rios, barragens, etc. Conseqüentemente, estes despejos vêm provocando nesses mananciais, o aumento na demanda química (DQO) e bioquímica (DBO) de oxigênio, elevação da acidez ou basicidade, causando prejuízos e problemas ambientais em todo mundo.

No estado de Pernambuco-Brasil, merecem destaque aquelas empresas localizadas na região do Agreste, especificamente no pólo de confecções localizado nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Essas empresas enquadram-se na tipologia de pequenas tingidoras industriais. O problema ambiental se agrava na medida em que os descartes desses efluentes são realizados em corpos hídricos da região.

Os efluentes têxteis não tratados adequadamente podem alterar drasticamente a qualidade da água nos corpos hídricos tendo em vista a possibilidade de permanecerem por cerca de 50 anos no ambiente, o que oferece riscos à estabilidade dos ecossistemas aquáticos, como também à saúde pública.

Entre os métodos físicos disponíveis, o processo de adsorção é um dos métodos mais eficientes para remover corantes de águas residuais, especialmente se o adsorvente é barato e facilmente disponível (Al-Futaisi et al, 2007). Carvão ativado é o adsorvente mais amplamente utilizado para a remoção de corante, mas é muito caro (Malik et al, 2003), desse modo, inúmeros adsorventes de baixo custo, têm sido propostos como alternativas.

Argilas têm uma alta capacidade de adsorção devido a sua estrutura lamelar que oferece alta área de superfície específica e possibilidade de absorver íons e moléculas polares orgânicas em partículas do sítio externo e em posição intercalar.

A eficiência de remoção da cor é afetada por muitos fatores físico-químicos, tais como o tipo e a estrutura do corante, a natureza química e propriedades da superfície do adsorvente, e o mais importante a interação entre o corante e adsorvente. Também é influenciada pelas condições de operação tais como a concentração de corante, a dosagem de adsorvente, tempo de contato, temperatura da solução, pH e da força iônica.

Uma alternativa para o tratamento desses efluentes têxteis consiste num processo de adsorção envolvendo argila esmectita como adsorvente, a partir do qual se obtêm uma redução da concentração do corante presente no rejeito.

Neste trabalho, foi avaliada a adsorção do corante Amarelo Reativo BF-4G 200% sobre a argila esmectita, ativada quimicamente, proveniente do polo gessífero da região do Araripe-Pe, através de um estudo cinético.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A argila esmectita foi ativada quimicamente, aplicando-se 0,255 L de HCl (50% em volume) a uma massa de 150 g de argila. A suspensão formada foi exposta ao sol até a completa evaporação do líquido.

Para a avaliação da cinética de adsorção preparou-se uma solução têxtil do corante Amarelo Reativo BF-4G 200% com concentração de 20 mg/L e pH igual a 6,47. Os fatores correspondentes a cinética de adsorção estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Fatores e seus respectivos valores aplicados ao experimento**

Fator	Valores
(1) NaCl (g)	8,340
(2) Rotação (rpm)	400
(3) Argila (g)	0,2
(4) Tempo (minutos)	0 – 720

Em um becker, com tampa, adicionaram-se 25 mL da solução corante, 0,2 g da argila esmectita ativada quimicamente e 8,340 g de NaCl. Em seguida colocaram-se os béqueres em banho finito em uma mesa agitadora com rotação de 400 rpm, obedecendo-se uma cinética com os tempos variando entre 0-720 minutos, como mostrado na Figura 1.



**Figura 1 – Mesa agitadora usada nos ensaios de banho finito**

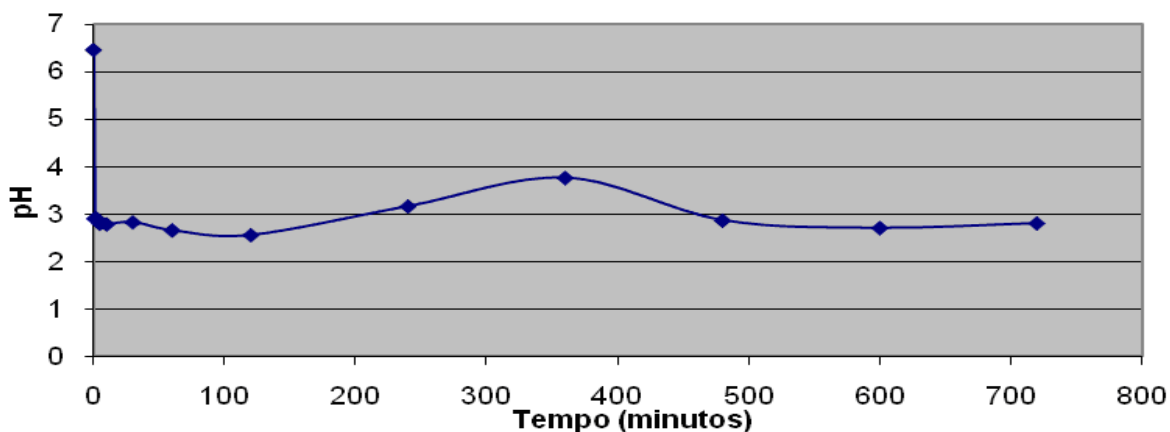
Ao término da cinética a solução resultante foi filtrada utilizando membrana milipore, em seguida, aferiu-se o pH final da solução por meio de um pHmetro. As concentrações de cor foram determinadas por espectrofotometria molecular na região UV.

O pH, foi acompanhado com a finalidade de se ter uma identificação analítica e idéia do meio aquoso estudado. A Tabela 2, mostra a evolução do pH durante os ensaios de banho finito.

**Tabela 2 – Evolução do pH**

Tempo (minutos)	pH
1	2,90
3	2,89
5	2,79
10	2,78
30	2,82
60	2,65
120	2,55
240	3,16
360	3,76
480	2,86
600	2,70
720	2,80

A seguir é apresentada na Figura 2, a evolução do pH das amostras estudadas nos ensaios de banho finito medidos ao longo do tempo nos ensaios cinéticos de adsorção, com a ideia de se fazer uma investigação analítica e noção do meio em relação ao potencial hidroxiliônico e com a finalidade de identificar possíveis interferências ocasionadas pela mudança do mesmo.



**Figura 2 – Evolução do pH durante os ensaios cinéticos de banho finito**

Em seguida as amostras foram filtradas em papel de filtro qualitativo (membrana Millipore), por filtração a vácuo. O ponto de partida dos experimentos foi à confecção de uma curva de calibração, com a finalidade de observar a variação da absorbância de acordo com a concentração do corante. Foram preparadas nove amostras em duplicatas, partindo da concentração de 1 ppm até 25 ppm de corante. A Figura 3 mostra curva de calibração construída.

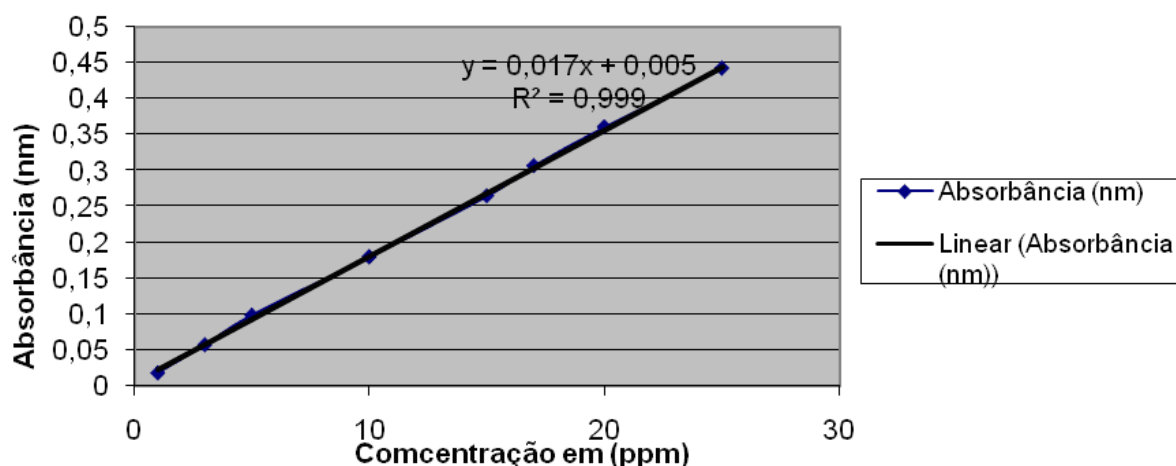


Figura 3 – Curva de calibração do corante Amarelo reativo BF-4G 200%

As contrações de cor foram determinadas por espectrofotometria na região UV, segundo Standards Methods For The Examination of Water and Wastewater (1995), sendo os resultados expressos em mg/L em um equipamento HACH-DR 2000, no comprimento de onda de 427,5 nm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios cinéticos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios cinéticos

Tempo (minutos)	Absorbância (nm)	Concentração (mg/L)	% Remoção	q Capacidade máxima de adsorção
0	0,358	20,05	0,00	0,00
1	0,160	8,76	56,30	2,82
3	0,150	8,21	59,00	2,96
5	0,144	7,89	60,60	3,04
10	0,135	7,33	63,40	3,18
30	0,110	5,94	70,30	3,52
60	0,106	5,74	71,50	3,58
120	0,097	5,21	74,00	3,71
240	0,089	4,72	76,40	3,83
360	0,065	3,18	84,10	4,21
480	0,054	2,76	86,20	4,32
600	0,053	2,72	86,40	4,33
720	0,030	1,35	93,2	4,66

A capacidade máxima de adsorção  $q$  (mg/g) e o percentual de remoção (%) foram determinados conforme mostra as Equações 1 e 2.

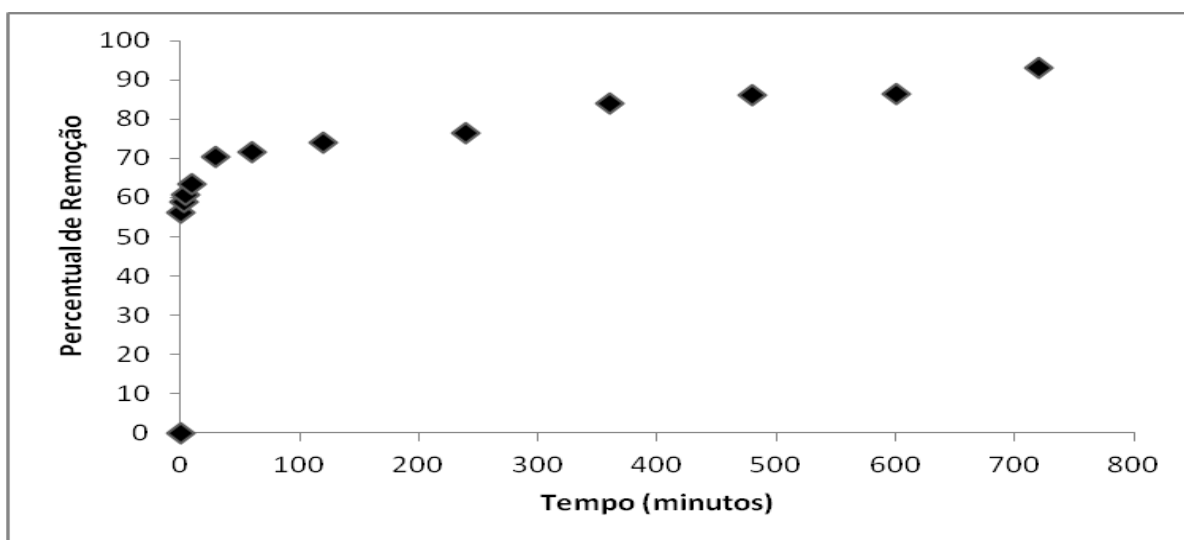
$$q = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{W} \quad (1)$$

onde  $C_0$  e  $C_e$  (mg/L) são as concentrações inicial e final do corante no equilíbrio, respectivamente,  $V$  (L) é o volume da solução corante e  $W$  (g) é a massa de adsorvente.

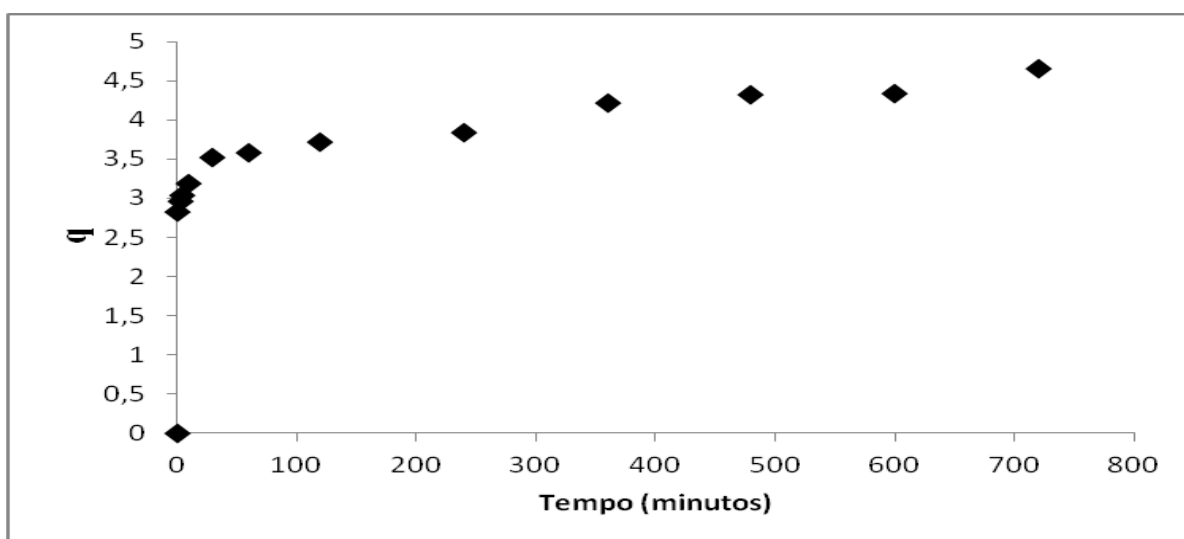
$$E\% = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \quad (2)$$

onde  $C_i$  e  $C_f$  são as concentrações inicial e final do corante.

Por meio da Tabela 3, plotou-se os gráficos do percentual de remoção versus o tempo e o gráfico da capacidade máxima de adsorção pelo tempo, conforme as Figuras 4 e 5, respectivamente.



**Figura 4 - Percentual de remoção de cor (%) versus tempo cinético**



**Figura 5 – Capacidade máxima de adsorção (q) versus tempo cinético**

Nas Figuras 4 e 5 acima, verifica-se que o tempo de reação é muito rápido, visto que antes do primeiro minuto o percentual de remoção é superior a 50%. Observa-se que decorrido 720 minutos a remoção do corante é de 93,2%. Tanto o percentual de remoção quanto a capacidade máxima de adsorção aumentam com o decorrer do tempo, aproximando-se do equilíbrio cinético em 360 minutos.



## CONCLUSÕES

A aplicação da argila esmectita ativada quimicamente apresenta-se viável para a adsorção favorável de corantes têxteis, com a ativação ácida a sua capacidade de adsorção chegou a 4,66 mg/g de argila, estabelecido o equilíbrio, a argila ativada quimicamente apresentou um percentual de remoção de 93,2 % em um tempo de 720 minutos, indicando a possibilidade de a sua utilização em processos contínuos, sob operações em regime permanente. A tendência ao equilíbrio para adsorção do corante se dá a partir de 600 minutos, estabilizando-se a partir de 720 minutos. O pH no qual se desenvolvem os experimentos é pH ácido, justamente por causa da ativação da argila com HCl á 50%, variando entre 2,55 á 3,76.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19<sup>th</sup> edition. New York: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1995.
2. K. KADIRVELU, M. KAVIPRIYA, C. KARTHIKA, M. RADHIKA, N. VENNILAMANI, S. PATTABHI, *Bioresour. Technol.* 87 (1) (2003) 129.
3. M. TENG, S. LIN, Removal of basic dye from water onto pristine and HCl-activated montmorillonite in fixed beds, *Desalination* 194 (2006) 156–165.
4. Y.M. SLOKAR, A.M. LE MARECHEL, Methods of decoloration of textile wastewaters, *Dyes Pigm.* 37 (1998) 335–356.
5. O. HUTZINGER (Ed.), *The Handbook of Environmental Chemistry, Anthropogenic Compounds*, Springer-Verlag, New York, 1980, pp. 181–215.
6. T. ROBINSON, G. McMULLAN, R. MARCHANT, P. NIGAM, Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative, *Bioresour. Technol.* 77 (2001) 247–255.
7. A. AL-FUTAISI, A. JAMRAH, R. AL-HANAI, Aspects of cationic dye molecule adsorption to palygorskite, *Desalination* 214 (2007) 327–342.
8. P.K. MALIK, Use of activated carbons prepared from sawdust and rice-husk for adsorption of acid dyes: a case study of acid yellow 36, *Dyes Pigments* 56 (2003) 239–249.