

II-504 - ESTUDO DA REMOÇÃO DE CORANTES DE EFLUENTES TÊXTEIS UTILIZANDO ARGILA NATURAL

Ângela da Costa Nogueira⁽¹⁾

Engenheira Química pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestranda em Engenharia Química pela Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UFCG/CCT/UAEQ).

Liliane Andrade Lima

Engenheira Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CCT/UAEQ). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CCT/UAEQ). Doutoranda em Engenharia Química (UFCG/CCT/UAEQ).

Meiry Gláucia Freire Rodrigues

Engenheira Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutora pela Universidade de Poitiers, França. Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CCT/UAEQ).

Endereço⁽¹⁾: Av. Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – Campina Grande - PB - CEP: 58429-140 - Brasil - Tel: (83) 2101-1488 - e-mail: angelanogueira88@yahoo.com.br

RESUMO

A indústria têxtil vem se destacando com seu grande crescimento no Brasil, aumentando muito a quantidade de efluentes de tinturarias, a qual representa um grande impacto ambiental especialmente no meio aquático, uma vez que o seu descarte sem tratamento interfere na cor e consequentemente na biota do meio. Realizando um tratamento de efluente têxtil de uma tinturaria de jeans azul, o presente trabalho objetiva avaliar o percentual de remoção de processos de adsorção, utilizando a argila verde lodo da classe da esmectita, por meio de um sistema de banho finito. A caracterização da argila se deu através das técnicas de Difração de Raios X (DRX), e Espectrofotometria de Raios X por Energia Dispersiva (EDX). Foi realizado um planejamento experimental para avaliar como a quantidade de adsorvente, o pH, e o tempo de contato, influenciaram no processo, determinando as melhores condições para remoção do corante presente no efluente. As melhores condições encontradas foram: tempo de 1, 12, 24 h, pH igual a dois e quantidade de argila de 0,75g em 25 mL de solução, totalizando um percentual de remoção de 98%.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, argilas, efluentes têxteis.

INTRODUÇÃO

As atuais condições ambientais e o crescente aumento da produção industrial, têm alertado e incentivado o desenvolvimento de pesquisas que visam minimizar os efeitos nocivos dos resíduos que são gerados e descartados ao meio ambiente, isso faz com que a cada dia cresça a preocupação com o meio ambiente que vem passando por um grande crescimento tanto na área de pesquisa como em aplicações em indústrias, a qual vem se destacando para o descarte e aproveitamento dos efluentes gerados durante os processos que ocorrem na indústria. Os resíduos gerados muitas vezes não tem um tratamento apropriado antes de serem descartados, sendo liberados no solo, e na água sem nenhum tratamento e assim afetando por um longo período a qualidade de vida do meio onde é descartado (Abit, 2014; SILVA, 2005).

A indústria têxtil é uma das responsáveis pela produção de efluentes não tratados que são descartados ao meio ambiente, causando sérios problemas, principalmente ao meio aquático. Os corantes sintéticos são os principais componentes utilizados nos processos de tingimento dos tecidos, ou seja, os responsáveis pela cor dos tecidos. A coloração do efluente gerado do processo de tinturaria é derivada principalmente da perda dos corantes utilizados, tornando a água no final com fortes colorações, e inapropriada para a reutilização no processo, sendo a mesma muitas vezes descartada sem nenhum tratamento (ALMEIDA et al., 2004).

Visando o melhoramento e reaproveitamento da água no processo, a cada dia vem aumentando o estudo e as técnicas na área de remoção de corantes em efluentes têxteis. Entre as técnicas propostas para o tratamento e

reaproveitamento de efluentes coloridos podemos encontrar a utilização da precipitação, floculação, coagulação, oxidação e adsorção.

A técnica de adsorção tem características bastante relevantes em comparação a outros métodos, devido ao baixo custo, elevada eficiência, simplicidade para execução entre outros. Um material que pode ser utilizado como adsorvente são as argilas, as quais apresentam uma alta disponibilidade, um baixo custo econômico e principalmente propriedades de adsorção alta (SANTOS, 1992).

Nesse contexto, este trabalho objetiva avaliar a eficiência de adsorção em efluentes têxteis de uma indústria de tingimento de jeans e utilizando a argila esmectita (verde lodo).

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no LABNOV (Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais), situado na Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), PB. Com a finalidade de tratar um efluente têxtil de uma tinturaria de jeans azul utilizando a argila verde lodo, e avaliar o potencial da argila na remoção de corante têxtil em sistema de banho finito. O diagrama representado na Figura 1 mostra as etapas realizadas para a execução dos experimentos.

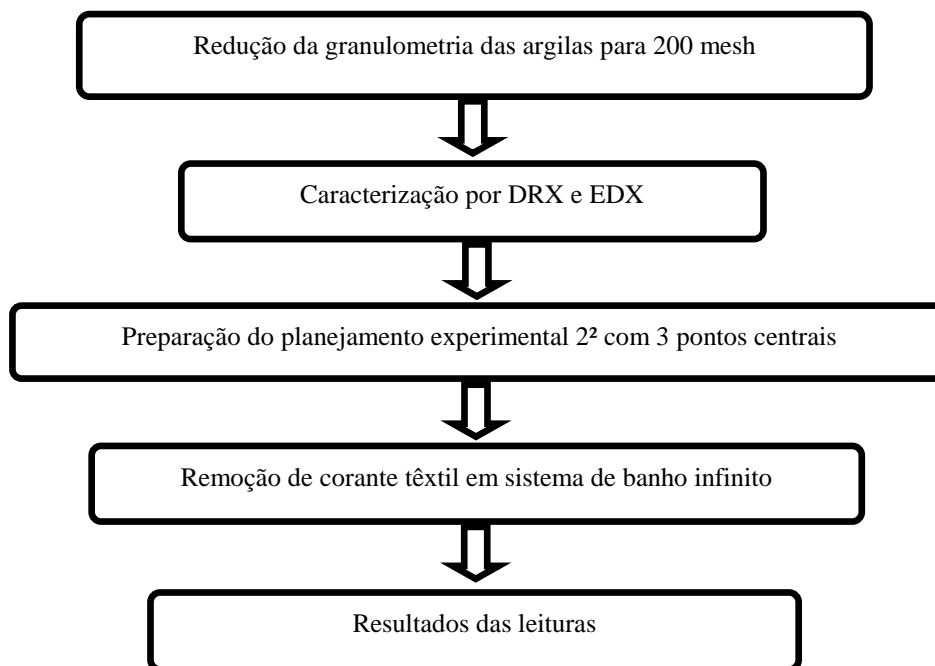


Figura 1: Diagrama da metodologia.

Caracterização da argila por Difração de Raios X (DRX) e Espectrometria de Raio X por Energia Dispersiva (EDX)

Foi utilizado o método do pó empregando-se um Difrátômetro Shimadzu XRD- 6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40 KV, corrente de 30 mA, tamanho do passo de 0,020 e tempo por passo de 1,000 s, com velocidade de varredura de $2^\circ(2\theta)/\text{min}$, com ângulo 2θ percorrido de 2 a 50° para as argilas, vermiculita e verde lodo, pertencente ao Laboratório de Novos Materiais (LABNOV) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

O método de DRX é descrito pela relação entre a radiação utilizada com comprimento de onda λ e o material composto de átomos com distribuição própria, cujos planos cristalinos com distância d funcionam como rede de difração produzindo máximos de interferência de ordem n para os ângulos de Bragg θ que satisfaçam a Lei de Bragg: $n\lambda = 2d(hkl) \sin \theta$ (CULLITY, 1978).

Em um padrão de DRX a partir de uma rede cristalina, um número de reflexões é gerado e cada um associado a um plano de rede (identificado pelos índices de Miller h , k , l) e ocorrendo a uma posição angular 2θ , dependendo dos espaçamentos interplanares ($d(hkl)$) em um comprimento de onda θ (FENELONOV et al., 1999).

Através da técnica de espectrometria de raios X por energia dispersiva (EDX) é possível determinar a composição química ter termos qualitativos. A análise foi realizada com um equipamento da marca Shimadzu 720.

Planejamento experimental

O planejamento experimental 2^3 com triplicata no ponto central foi utilizado com a finalidade de possibilitar a análise dos efeitos dos três fatores no experimento, pH, tempo e quantidade de argila e também verificar se existe efeito das interações entre estes fatores. Os efeitos adotados foram: pH (2; 4; 6), tempo (1, 12, 24h) e massa de argila (0,25; 0,5; 0,75g) a matriz de entrada dos dados e os sinais para os efeitos fatoriais estão apresentados na Tabela 1. Para verificar o efeito de cada fator foi utilizado o software Minitab 16.0, o qual possibilitou identificar a influência de cada fator e sua interação, e com o planejamento experimental foi possível identificar as melhores respostas dos fatores.

Tabela 1. Variação do tempo para as diferentes condições de massa de argila e pH do efluente.

Ensaio	Nível do Fator			Fator			Variável Resposta
	pH	massa da argila (g)	Tempo (h)	pH	massa de argila	Tempo	
1	2	0,25	1	-1	-1	-1	Y_1
2	6	0,25	1	1	-1	-1	Y_2
3	2	0,75	1	-1	1	-1	Y_3
4	6	0,75	1	1	1	-1	Y_4
5	2	0,25	24	-1	-1	1	Y_5
6	6	0,25	24	1	-1	1	Y_6
7	2	0,75	24	-1	1	1	Y_7
8	6	0,75	24	1	1	1	Y_8
9	4	0,50	12	0	0	0	Y_9
10	4	0,50	12	0	0	0	Y_{10}
11	4	0,50	12	0	0	0	Y_{11}

Realização dos experimentos em banho finito

O percentual de remoção (%Rem) da coloração do efluente foi avaliado por meio de ensaios em banho finito, com a argila verde lodo.

Foram utilizadas soluções de efluentes com pH de 2, 4 e 6, massa de argila de 0,25, 0,50, e 0,75 gramas e tempo de 1, 12 e 24h de acordo com planejamento experimental, Tabela 1. Os ensaios de banho finito, foram realizados em erlenmeyers com 25 mL de efluente e massa de argila, com agitação constante (200 rpm/min) com um período determinado, de acordo com o planejamento previamente estabelecido, a Figura 2 mostra o processo de banho finito, e a filtração.



Figura 2: Representação do processo de banho finito e filtração do tratamento

Ao final deste período, foi realizada uma filtração e o filtrado foi analisado pelo espectrofotômetro UV- 1600. Para a realização das análises no espectrofotômetro foi necessário à preparação da curva de calibração, onde a mesma foi realizada através de diluições do efluente com água destilada.

A Figura 3 apresenta as amostras após o tratamento do efluente com a argila verde lodo.



Figura 3: Amostras do efluente após o tratamento da argila verde lodo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir das análises de difração de raios X da argila e verde lodo esta representado na Figuras 4.

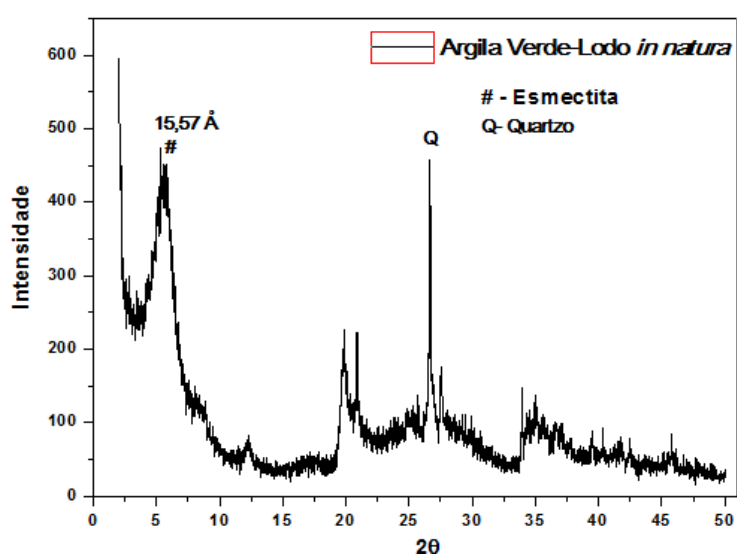


Figura 4: Difratoograma da argila Verde lodo

O difratograma de Raios X da argila verde lodo (Figura 10) apresentou pico característico de uma argila esmectita que corresponde $2\theta = 5,67^\circ$ atribuído ao plano (0 0 1), mostrando o espaçamento característico basal $d = 15,57 \text{ \AA}$. Apresentou também picos característicos de algumas impurezas como o quartzo em $2\theta = 26,04^\circ$ (CHOY et al,1997; VAIA et al,1994).

As composições mineralógicas das argilas Verde-Lodo são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Constituição química da argila Verde lodo .

Composição Química	Argila Verde lodo (%)
SiO ₂	55,34
Al ₂ O ₃	22,84
Fe ₂ O ₃	13,38
MgO	2,51
K ₂ O	2,41
TiO ₂	1,51
CaO	0,90
SO ₃	0,55
Outros	0,52

Para a amostra estudada, SiO₂ e Al₂O₃ pertencente à estrutura da esmectita foram identificados, assim como Fe, Mg, Ca, K, e Ti expresso também como óxidos livres (Tabela 2). Altos teores de SiO₂ e Al₂O₃ (55,34 e 22,84%) são observados. Observa-se que o teor de Fe₂O₃ foi de 13,38 e 14,13 % que está dentro da faixa observada na literatura para argilas sul-americanas (RODRIGUES *et al.*, 2004).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados referentes ao percentual de remoção do corante (%Rem) de acordo com o planejamento fatorial 2³ com triplicata no ponto central, totalizando 11 experimentos.

Tabela 3: Resultados obtidos a partir do planejamento fatorial 2³ + 3 para argila verde lodo natural.

Ensaio	pH	massa da argila (g)	Tempo (h)	% Rem.
1	2	0,25	1	92,52
2	6	0,25	1	75,63
3	2	0,75	1	93,76
4	6	0,75	1	84,16
5	2	0,25	24	96,10
6	6	0,25	24	79,01
7	2	0,75	24	98,84
8	6	0,75	24	87,75
9	4	0,50	12	90,96
10	4	0,50	12	90,86
11	4	0,50	12	91,43

A partir dos valores apresentados na Tabela 3 é possível observar que tanto tempo de contato com a argila, quanto a quantidade de argila e o pH tiveram grande influência para remoção do corante, pois o ensaio com maior tempo de contato, menor pH e a maior massa de argila foi o que apresentou uma maior percentagem de remoção 98,84%. Em relação ao ensaio com maior pH, menor massa de argila e menor tempo de contato, verificou-se a menor percentagem de remoção igual a 75,63%.

Na Figura 2 está mostrado o diagrama de Pareto dos efeitos da massa de argila, pH e tempo sobre a resposta Percentual de Remoção do corante para a argila verde lodo natural.

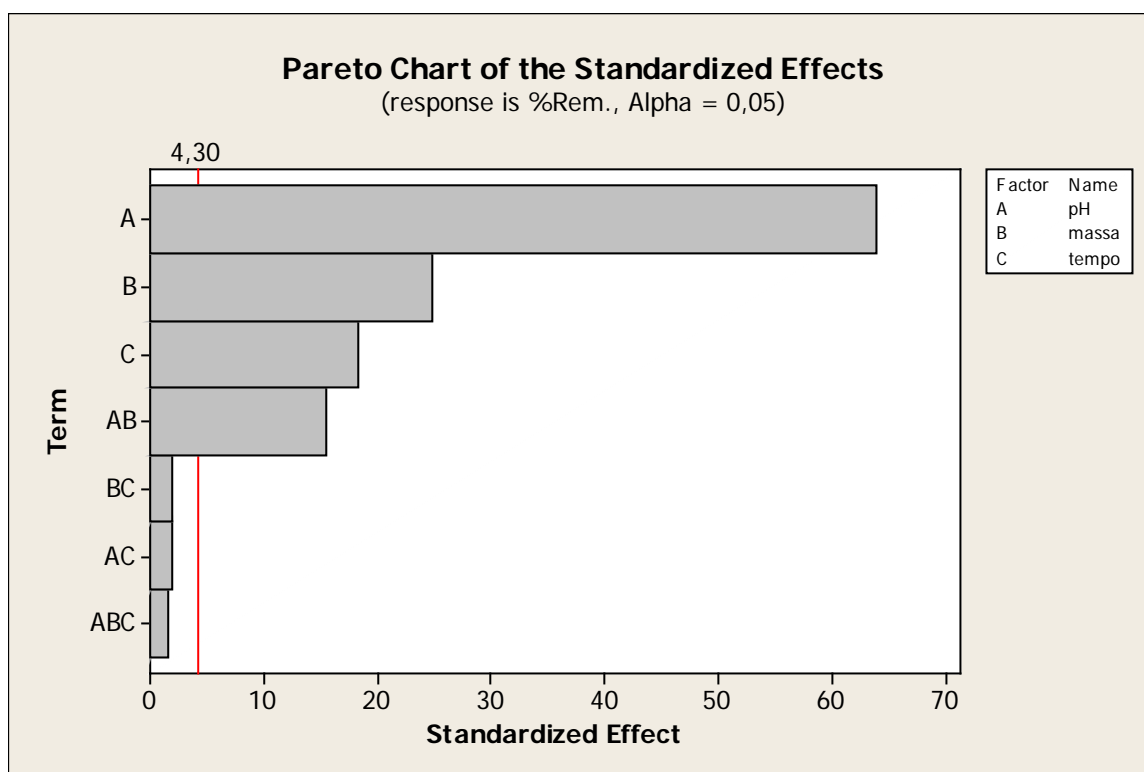


Figura 5. Gráfico de Pareto para ao percentual de remoção do planejamento 2^3 com pontos centrais para a argila verde lodo.

Por meio do gráfico de Pareto (Figura 5), é possível avaliar a significância dos efeitos principais e da interação pH e concentração, as outras interações dos fatores não apresentaram significância. Observa-se também que a variável pH apresentou maior efeito sobre a resposta percentagem de remoção em relação às variáveis de massa de argila e tempo de contato.

Na Figura 6 está apresentada a variação da coloração (concentração) do efluente com relação ao tempo de contato (argila/ efluente), com pH=2 e massa de argila igual a 0,75g.

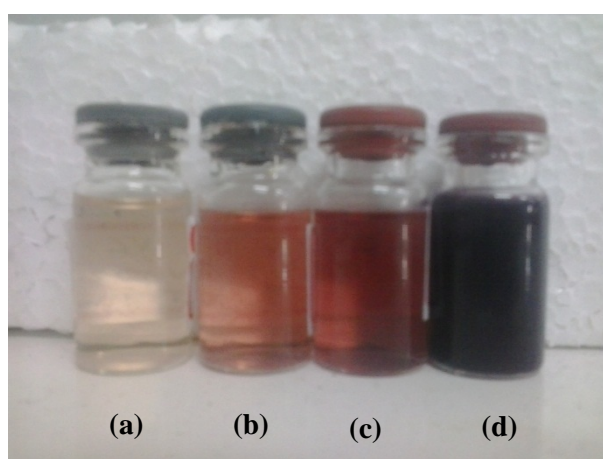


Figura 6. Variação da coloração (concentração) de efluente com relação ao tempo de contato (argila/ efluente) com tempo igual a: (a) 24, (b) 12, (c) 1h, (d) sem tratamento.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

- Com a análise realizada pela combinação das duas técnicas (DRX e EDX) demonstrou que a argila Verde-Lodo é composta de argilominerais do grupo esmectita e Também apresentou outros minerais como quartzo e outros argilominerais.
- Com relação aos experimentos, as condições que ofereceram os melhores resultados foram: pH igual a 2, massa de argila igual a 0,75g e tempo de contato (argila/ efluente) de 24 horas.
- Confirmou-se que as argilas podem ser usadas no processo de remoção da coloração de efluentes, por apresentarem elevados percentuais de remoção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIT, Associação Associação Brasileira da Indústria Têxtil, disponível em: < <http://www.texbrasil.com.br/texbrasil/SobreSetor.aspx?tipo=3&pag=1&nav=0&tela=TexBrasil>> , acessado em : 30 de agosto de 2014.
2. ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A.; DURAN, N. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. Química Nova, v.27, 2004.
3. CHOY, J. H.; KWAK, S. Y.; HAN, Y. S.; KIM, B. W. New organo-montmorillonite complexes with hydrophobic and hydrophilic functions. Mater. Lett. 33 143-147, 1997.
4. CULLITY, B. D., "Elements of X-ray Diffraction, 2nd.Ed. Addison-Wesley, London, 1978.
5. RODRIGUES, M. G. F., SILVA, M. L. P., SILVA, M. G. C., Caracterização da argila bentonítica para utilização na remoção de chumbo de efluentes sintéticos, Revista Cerâmica, v. 50, p. 190 – 196, 2004.
6. SANTOS, P. S. Ciência e Tecnologia de Argilas. 2ª ed., São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., v. 1-3, 1992.
7. SILVA, G. L. Redução de Corantes em Efluentes de processo de Tingimento de Lavanderias Industriais por Adsorção em Argilas. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP, 2005.
8. VAIA, R. A.; TEUKOLSKY, R. K.; GIANNELIS, E. P. Interlayer Structure and Molecular Environment of Alkylammonium Layered Silicates. Chem. Mater. 6 (1994) 1017-1022.