

APLICAÇÃO DO REJEITO INDUSTRIAL VÍTREO COMO ADSORVENTE DO CORANTE REATIVO VERMELHO 4B

W. K. G. Severo (1); G. M. de Paula (1); M. G. F. Rodrigues (1)

1- *Unidade Acadêmica de Engenharia Química - Universidade Federal de Campina Grande*

Email: wannessakarla1@hotmail.com

RESUMO: O pó de vidro foi aplicado como adsorvente alternativo para remoção do corante reativo Vermelho 4B de soluções aquosas. Visando obter as melhores condições de remoção deste corante, verificou-se a influência do pH e após o processo de adsorção, a concentração de corante na solução foi determinada por espectrofotometria. Constatou-se a forte influência do pH, evidenciando que, no menor valor de pH é encontrado o melhor resultado de remoção do corante pelo pó de vidro. Nas condições estudadas, a remoção do corante de soluções aquosas utilizando pó de vidro como adsorvente apresentou bons resultados, podendo este ser empregado como alternativa para o tratamento de efluentes têxteis.

Palavras-chave: Pó de vidro; Corantes; Adsorção.

1. INTRODUÇÃO

A contaminação dos recursos hídricos com diversos poluentes químicos representa, atualmente, enormes riscos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde pública. Isso ocorre por conta da urbanização e industrialização progressiva (1). Dentre os processos industriais está a indústria têxtil e seus métodos de tingimento utilizando uma variedade de corantes, descartados em um grande número de efluentes e contaminando-os com ácidos ou compostos alcalinos, sólidos solúveis e compostos tóxicos - apresentando-se fortemente coloridos (2).

Em geral, estima-se que aproximadamente 10 a 15% da carga de corantes é perdida nos resíduos do tingimento, o que representa um dos grandes problemas ambientais enfrentados pelo setor têxtil (3). Se considerarmos que mais de 700 mil toneladas de corantes e pigmentos são produzidos anualmente no mundo e que o Brasil é responsável pelo consumo de 2,6% desta quantidade (4), a importância da liberação de corantes no meio ambiente torna-se bastante evidente.

A presença de corantes na água reduz a penetração da luz, o que impede a fotossíntese da flora aquosa (5,6). Esses também são esteticamente reprensíveis para beber e para outros fins (7). Além disso, os corantes podem causar alergia, dermatite, irritação a pele (8) e também provocam câncer (9) e até mesmo mutações nos seres humanos (10).

As principais técnicas disponíveis na literatura para descoloração das águas de rejeito envolvem principalmente processos de adsorção, precipitação, degradação química, eletroquímica e fotoquímica, biodegradação e outros (11, 12). Os processos de tratamento biológicos, tais como lagoas aeradas, são eficientes na remoção de sólidos suspensos mas são ineficazes na remoção de cor destas águas residuais (13). A floculação, a oxidação e a eletrólise são eficientes na remoção de cor, no entanto, enquanto a floculação necessita de adição de reagentes, a oxidação e a eletrólise podem formar, pela quebra dos compostos orgânicos formadores dos corantes sintéticos, compostos mais tóxicos que os compostos originais, como por exemplo, organoclorados (14).

Existe um crescente interesse no uso de materiais de baixo custo que possam ser usados para adsorver corantes (15). A remoção de corantes de efluentes têxteis por adsorção tem sido relatada em vários trabalhos (16-19). A grande vantagem deste processo é a possibilidade de recuperação do corante na forma concentrada e a reutilização do adsorvente no processo. Uma variedade de adsorventes tem sido empregada, destacando-se carvão ativado (20, 21), turfa (22), sílica (23, 24), celulose (19) e, mais recentemente, quitina e quitosana (16, 17, 18, 20).

A intensa industrialização, o avanço de novas tecnologias e o crescimento acelerado da população tem ocasionado uma grande geração de resíduos, os quais se tornaram um sério problema urbano uma vez que o meio ambiente está se tornando incapaz de absorver quantidades tão crescentes de resíduos (25). Na tentativa de se enquadrar nas exigências legislativas, as indústrias estão dando atenção a três pontos considerados relevantes no que se refere à geração de resíduos: a fonte geradora, a transformação em novos produtos e a utilização dos seus resíduos como matéria-prima para outras tipologias industriais (26). Sendo assim, o estudo do reaproveitamento de certos resíduos tornou-se objetivo de pesquisa em todo o mundo (25).

Um material alternativo que pode ser utilizado nessa substituição é o pó de vidro, um dos principais resíduos gerados pelo processo produtivo da indústria vítrea, oriundo da técnica de desbaste e lapidação das chaparias (27). É um resíduo industrial inerte; que, ao ser descartado, pode ser conduzido aos rios, aumentando o pH e a turbidez das águas (28).

O vidro é o material que possui a mais elevada estabilidade química e pode se ligar quimicamente com qualquer elemento da tabela periódica; uma vez que seus resíduos geralmente possuem uma composição química bastante complexa, formada principalmente por SiO_2 , é um dos materiais com maior tempo de decomposição na natureza (29,30).

Este trabalho apresenta uma solução de utilização deste rejeito da produção de vidros visando alta eficiência ambiental e econômica.

2. 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).

O adsorvente utilizado foi o rejeito industrial vítreo (pó de vidro), cedido pela Vidro Center Temperados e o corante vermelho reativo bifuncional 4B, fornecido pela Texpal.

Para avaliar o potencial do pó de vidro como adsorvente do corante vermelho reativo 4B foram realizados experimentos em sistema de banho finito fixando-se a massa do adsorvente (0,50 g de pó de vidro) e variando-se o pH do meio reacional (1 a 7). As soluções do corante vermelho reativo 4B foram preparadas com concentrações de 50 mg.L⁻¹ e adicionadas aos erlenmeyers, corrigindo-se o pH de acordo com sua identificação, sendo utilizado ácido clorídrico 0,25 M e hidróxido de sódio 0,25 M para conferir ao meio o pH desejado; o conjunto foi agitado a 200 rpm por 3 horas em shaker. Após o período de agitação, as soluções foram filtradas e as análises foram realizadas utilizando espectrofotômetro para avaliar a quantidade de corante removido por grama de pó de vidro.

A porcentagem de remoção (% Rem) é obtida através da equação (A):

$$\% \text{ Rem} = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) * 100 \quad (\text{A})$$

Em que:

%Rem – Porcentagem total de remoção do corante;

C₀ – Concentração da solução inicial (corante) concentração, em ppm;

C – Concentração da solução final (corante), em ppm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise química do pó de vidro sem tratamento.

Tabela 1 - Composição química do pó de vidro sem tratamento

Amostra	SiO ₂ (%)	CaO(%)	Na ₂ O(%)	MgO(%)	Al ₂ O ₃ (%)	Outros(%)
Pó de Vidro (sem tratamento)	69,73	12,20	11,77	3,61	1,88	0,81

Para JOHN et al. (31), na avaliação da reatividade de uma adição mineral, é de fundamental importância realizar uma análise química completa, devendo esse material sempre apresentar silício como elemento predominante. No resultado da análise química do pó de vidro (Tabela 1), nota-se um teor de sílica (SiO₂) no valor de 69,73%, indicando que este material pode ser utilizado como adsorvente de corantes. Cordeiro et al. (32) obtiveram um teor de sílica correspondente a 60,96% em massa de cinzas provenientes de bagaço de cana. Evidenciou-se, a partir de um ensaio de difração de raios X, que o SiO₂ presente não se encontrava no estado cristalino, o que confere às cinzas atividade pozolânica, isto é, capacidade de reação com hidróxido de cálcio para formação de compostos estáveis e com poder aglomerante.

A porcentagem de sílica no pó de vidro poderia ser maior, diante de um pré tratamento (térmico e/ou ácido) realizado na fonte alternativa para lixiviação dos óxidos presentes, garantindo uma sílica amorfa e com maior pureza (33).

Na Figura 1 está apresentado o difratograma de raios X do pó de vidro sem tratamento.

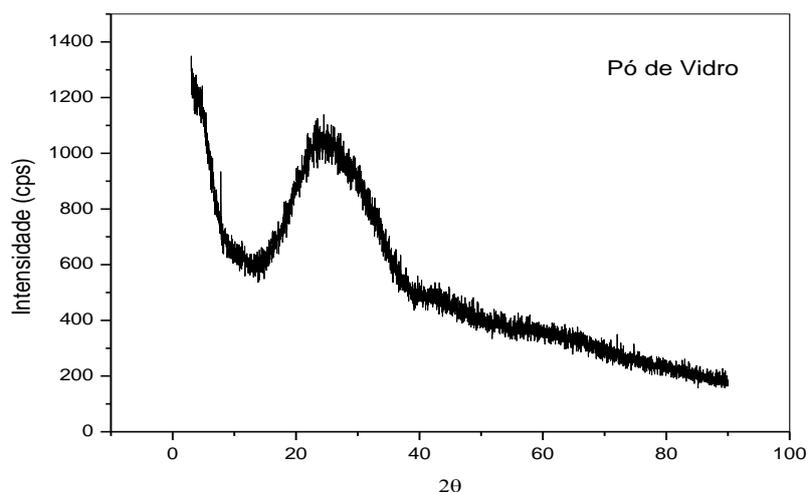


Figura 1. Difratograma do pó de vidro sem tratamento.

Pelo difratograma apresentado na Figura 1 observa-se um pico alargado na região entre 15 e 40°, correspondente à presença de sílica amorfa, indicando que a sílica derivada do pó de vidro não tem estrutura cristalina (34).

Na Tabela 2, estão mostrados os resultados de remoção quando foram variados os valores do pH na remoção do corante vermelho reativo 4B utilizando o pó de vidro.

Tabela 2 - Dados da remoção do corante vermelho para o pó de vidro.

Ensaio	Variáveis		
	pH	Massa(g)	(%)REMOÇÃO
1	1	0,5	40,62
2	2	0,5	10,2
3	3	0,5	8,94
4	4	0,5	2,88
5	5	0,5	2,66
6	6	0,5	2,14
7	7	0,5	0,72

Um dos fatores mais importantes no estudo de adsorção é o efeito da acidez no meio (35,36). Segundo Elliott e Huang (37), a eficiência dos processos de adsorção é fortemente dependente do pH, o qual afeta a carga superficial do adsorvente, bem como o grau de ionização e as espécies do adsorvato. Portanto o sistema aqui proposto foi investigado numa faixa de pH de 1 a 7. Mudanças no pH afetam o processo adsorptivo por meio da dissociação de grupos funcionais presentes nos sítios ativos do adsorvente (38).

Analisando os dados da Tabela 2, referentes aos testes de remoção do corante vermelho reativo 4B, constata-se a forte influência do pH, evidenciando que, no menor valor de pH é encontrado o melhor resultado de remoção do corante pelo pó de vidro (40,62%).

Esses resultados também foram estudados por OLIVEIRA (39), em experimentos com a lama vermelha e a argila esmectita na adsorção de corantes da indústria têxtil, onde o mesmo observou que para pH abaixo de 4, existe uma forte atração eletrostática entre a superfície positivamente carregada do adsorvente e o corante aniônico. Com o aumento do pH do sistema, o número de sítios negativamente carregados aumenta e o número de sítios positivamente carregados diminui. A superfície negativamente carregada do adsorvente não favorece a adsorção de ânions devido à repulsão eletrostática. Em altos valores de pH, existe também, a competição entre OH^- e íons coloridos por sítios positivamente carregados.

4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que o pó de vidro remove uma pequena porcentagem (40,62%) do corante reativo Vermelho 4B de soluções aquosas e pode ser uma alternativa viável para efluentes com pH ácido, pois trata-se de um adsorvente de baixo custo e alta disponibilidade. Um decréscimo no pH da solução afeta fortemente o processo de adsorção alcançando um valor máximo em pH 1,0. Para estudar se há um aumento significativo na porcentagem de remoção, propõe-se fazer um planejamento experimental variando a massa do adsorvente e o tempo de agitação como fez MONTEIRO (40), em seu trabalho com argila bofe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobras pelo auxílio financeiro e a CAPES pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- (1) 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.
- (2) MITTER, E. K. Corantes da Indústria Têxtil: Impactos e Soluções. *Jornal Biosferas*. Pós-Graduação em Microbiologia, UNESP, 2016.
- (3) GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. Corantes Têxteis. *Química Nova*, V. 23, pp. 71-75, 2000.
- (4) ZANONI, M. V.; CARNEIRO, P. A. O Descarte dos Corantes Têxteis. *Ciência Hoje*, V. 29, pp. 61-64, 2001.
- (5) LIMA, E.C.; ROYER, B.; VAGHETTI, J.C.P.; SYMON, CUNHA, N.M.; B.M. da; PAVAN, F.A.; BENVENUTTI, E.V.; VESES, R.C.; AIROLD, C. Application of Brazilian-Pine Fruit Coat as a Biosorbent to Removal of Reactive Red 194 Textile Dye from Aqueous Solution. Kinetics and Equilibrium Study. *Journal of Hazardous Materials*, V. 155, pp. 536-550, 2008.
- (6) ROYER, B.; CARDOSO, N. F.; LIMA, E. C.; VAGHETTI, J. C. P.; SIMON, N. M.; CALVETE, T.; VESES, R. C. Applications of Brazilian-pine Fruit Shell in Natural and Carbonized Forms as Adsorbents to Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions - Kinetic and Equilibrium Study. *Journal of Hazardous Materials*, V. 164, pp. 1213-1222, 2009.
- (7) ROYER, B.; CARDOSO, N.F.; LIMA, E.C.; MACEDO, T.R.; AIROLD, C. A Useful Organofunctionalized Layered Silicate for Textile Dye Removal. *Journal of Hazardous Materials*, V. 181, pp. 366-367, 2010.
- (8) BROOKSTEIN, D.S. Factors Associated with Textile Pattern Dermatitis Caused by Contact Allergy to Dyes, Finishes, Foams, and Preservatives. *Dermatologic Clinics*, V. 27, pp. 309-322, 2009.
- (9) LIMA, R.O.A. de; BAZO, A.P.; SALVADORI, D.M.F.; RECH, C.M.; OLIVEIRA, D.P. UMBUZEIRO, G.A. Mutagenic and Carcinogenic Potential of a Textile Azo Dye

Processing Plant Effluent that Impacts a Drinking Water Source, Mutation Research Genetic Toxicology Environmental Mutagenesis, V. 626, pp. 53-60, 2007.

- (10) CARNEIRO, P.A.; UMBUZEIRO, G.A.; OLIVEIRA, D.P.; ZANONI, M.V.B. Assessment of Water Contamination Caused by a Mutagenic Textile Effluent/dyehouse Effluent Bearing Disperse Dyes. *Journal of Hazardous Materials*, V. 174, pp. 694-699, 2010.
- (11) HITZ, H. R.; HUBER, W.; REED, R. H.; The absorption of Dyes on Activated Sludge. *Journal Society Dyes and Colours*, V. 94, pp. 71, 1978.
- (12) COOPER, P.; *Journal Society Dyes and Colours*, V. 100, pp. 98, 1993.
- (13) MEYER, V.; CARLSSON, F. H. H.; OELLERMANN, R. A. Decolourization of Textile Effluent Using a Low Cost Natural Adsorbent Material. *Water Science Technology*, V. 26, pp. 1205 –1211, 1992.
- (14) BORBA, C. E.; MÓDENES, A. N.; QUÍÑONES, F. R. E.; BORBA, F. H.; BASSI, A. F.; RIBEIRO, C. Estudo da Cinética e do Equilíbrio de Adsorção dos Corantes Azul Turquesa QG e Amarelo Reativo 3R em Carvão Ativado. *ENGEVISTA*, V. 14, N. 2. pp. 135-142, 2012.
- (15) MOREIRA, R. F. P. M.; JOSÉ, H. J.; SOARES, J. L.; MADEIRA, V. S. Adsorção de Corantes Reativos Sobre Carvão em Coluna de Leito Fixo. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina
- (16) MCKAY, G.; BLAIR, H. S.; GARDNER, J. R. Adsorption of Dyes on Chitin I. Equilibrium Studies. *Journal Applied Polymer Science*, V. 27, p. 3043, 1982.
- (17) LONGHINOTTI, E.; POZZA, F.; FURLAN, L.; SANCHEZ, M.N.M.; LARANJEIRA, M.C.M.; FÁVERE, V.T. Adsorption of Anionic Dyes on the Biopolymer Chitin. *Journal Brazillian Chemical Society*, 9, 5, p. 435, 1998.
- (18) SMITH, B.; KOONCE, T.; HUDSON, S. Decolorizing dye wastewater using chitosan. *American Dyestuff Reporter*, V. 82, 10, p.18, 1993.
- (19) LASZLO, J. A.- Removing Acid Dyes from Textile Wastewater Using Biomass for Decolorization. *American Dyestuff Reporter*, V. 83, 8, p.17, 1994.

- (20) DOTTO, G. L.; VIEIRA, M. L. G.; GONÇALVES, J.; PINTO, L. A. de A. Remoção dos Corantes Azul Brilhante, Amarelo Crepúsculo e Amarelo Tartrazina de Soluções Aquosas Utilizando Carvão Ativado, Terra Ativada, Terra Diatomácea, Quitina e Quitosana: Estudos de Equilíbrio e Termodinâmica. *Química Nova*, v. 34, n. 7, p. 1193-1199, 2011.
- (21) SOARES, J. L. Remoção de Corantes Têxteis por Adsorção em Carvão Mineral Ativado com Alto Teor de Cinzas. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- (22) FRANCHI, J. G. A Utilização de Turfa como Adsorvente de Metais Pesados. O Exemplo da Contaminação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape por Chumbo e Metais Associados. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2004.
- (23) NAWAR, S. S.; DOMA, H. S. Removal of Dyes from Effluents Using Low-Cost Agricultural By-Products. *Science of the Total Environment*, V. 79, p. 271, 1989.
- (24) ROSSETTO, E.; BERARDIN, R.; PENHA, F. G.; PERGHER, S. B. C. Caracterização de Argilas Bentonitas e Diatomitas e sua Aplicação como Adsorventes. *Química Nova*, V. 32, N. 8, pp. 2064-2067, 2009.
- (25) GARBALINSKA, H.; WYGOCKA, A. Incorporation of Fine Concretes Aggregates in Mortar. *Construction and Buildings Materials*, V. 51, p. 258-266, 2014.
- (26) PINHEIRO, R. M. Reciclagem de Lodo Primário da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria de Papel em Cerâmica Argilosa. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.
- (27) SEVERO, W. K. G.; PAULA, G. M. de; RODRIGUES, M. G. F. Estudo da Peneira Molecular SBA-15 Preparada com Pó de Vidro como Fonte de Sílica Alternativa. 60 Congresso Brasileiro de Cerâmica, Águas de Lindóia – SP, 2015.
- (28) GALVÃO, A.C.P.; FARIAS, A.C.M.; SOUZA, L.G.M. Viabilização de Rejeitos de Vidro para Produção de Tijolos Cerâmicos. *HOLOS*, Ano 29, V. 459, 2013.
- (29) SCARINCI, G.; BRUSATIN, G.; BARBIERI, L.; CORRADI, A.; LANCELLOTTI, I.; COLOMBO, P.; HREGLICH, S.; DALL'IGNA, R. Vittrification of Industrial and Natural Wastes with Production of Glass Fibers. *Journal of the European Ceramic Society*, V. 20, p. 2485-2490, 2000.

- (30) FERNANDES, P.C.; LINTZ, R.C.C. Estudo do Reaproveitamento do Pó de Vidro em Materiais Compósitos. Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis, 2006.
- (31) JOHN, V. M. et al. Cinzas e aglomerantes alternativos. In: FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. Tecnologias e Materiais Alternativos de Construção. Campinas: Editora da UNICAMP, p. 145-190, 2003.
- (32) CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; TAVARES, L. M.; FAIRBAIRN, E. M. R. Pozzolanic Activity and Filler Effect of Sugar Cane Bagasse ash in Portland Cement and Lime Mortars. Cement and Concrete Composites. v. 3, n. 5, pp. 410-418, 2008.
- (33) VINACHESA, P.; REBITSKIA, E. P.; ALVES, J. A. B. L. R.; MELO, D. M. A.; PERGHER, S. B. C. Unconventional Silica Source Employment in Zeolite Synthesis: Raw Powder Glass in MFI Synthesis Case Study. Materials Letters, V.159, pp. 233–236, 2015.
- (34) GALVÃO, Á. C. P.; FARIAS, A. C. M.; SOUZA, L. G. M. Viabilização de Rejeitos de Vidro para Produção de Tijolos Cerâmicos. HOLOS, Ano 29, Vol. 4, 2013.
- (35) ROYER, B.; CARDOSO, N. F.; LIMA, E. C.; MACEDO, T. R.; AIROLD, C. Sodic and Acidic Crystalline Lamellar Magadiite Adsorbents for Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions. Kinect and Equilibrium studies. Sep Science Technology, V. 45, pp. 129-141, 2010.
- (36) VAGHETTI, J. C. P.; LIMA, E. C.; ROYER, B.; CUNHA, B. M. da; CARDOSO, N. F.; BRASIL, J. L.; DIAS, S. L. P. Pecan Nutshell as Biosorbent to Remove Cu (II), Mn (II) and Pb (II) from Aqueous Solutions. Journal of Hazardous Materials, V. 162, pp. 270-280, 2009.
- (37) ELLIOTT, H.A.; HUANG, C.P. Adsorption Characteristics of some Cu (II) Complexes on Alumino Silicates. Water Research 15, p. 849– 854, 1981.
- (38) MALL, I. D.; SRIVASTAVA, V. C.; AGARWAL, N. K. Removal of Orange-G and Methyl Violets Dye by Adsorption onto Bagasse Fly Ash – Kinect Study and Equilibrium Isotherm Analyses. Yes and Pigments, 2006.
- (39) OLIVEIRA, E. H. C. de. Adsorção de Corantes da Indústria Têxtil (Indosol) em Resíduos Industriais (Lama Vermelha e Argila Esmectita). Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

- (40) MONTEIRO, G. S.; BARBOSA, A. S.; CUNHA, R. S. S.; SOUSA, A. K. F.; RODRIGUES, M. G. F. Avaliação da Remoção do Corante Amarelo BF-3R em Meio Aquoso Utilizando a Argila Bofe. XI Encontro Brasileiro sobre Adsorção, 2016.