

UTILIZAÇÃO DE LAMA VERMELHA TRATADA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E ATIVADA POR TRATAMENTO TÉRMICO COMO MEIO ADSORVEDOR DO CORANTE REATIVO RED 195

K. C. de Souza; M. L. P. Antunes
UNESP/ Sorocaba – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho
NATEL – Núcleo de Automação e Tecnologias Limpas
Rua Sabiá, 114
18520-000 Cerquillo – SP
kelltrevisan@gmail.com

RESUMO

Os efluentes gerados pelas indústrias têxteis apresentam um nível indesejável de coloração, levando à alteração da qualidade das águas ocasionando efeitos danosos ao meio ambiente. A adsorção é uma das técnicas que tem sido empregada com sucesso no tratamento desses efluentes têxteis, porém devido ao alto custo de alguns adsorventes convencionais como o carvão ativado, pesquisas vêm sendo direcionadas para o uso de adsorventes alternativos. Dentre os materiais com grande potencial adsorvedor que podem vir a ser utilizado em substituição ao carvão ativado encontra-se a lama vermelha, resíduo gerado no processo de fabricação de alumínio. Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi utilizar a lama vermelha ativada por peróxido de hidrogênio a uma temperatura de 500 °C como meio adsorvedor do corante Reativo RED 195, e através do modelo de Langmuir obter a capacidade de adsorção da lama ativada com o corante em estudo.

Palavras-chave: Lama Vermelha, Adsorção, Corantes Têxteis, Isoterma.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais com relação à indústria de alumínio é o descarte do resíduo da bauxita, denominado de lama vermelha (red mud). A lama vermelha é um resíduo insolúvel gerado durante a etapa de clarificação do processo Bayer de produção de alumina e esta é constituída por partículas muito finas tendo como principal característica uma elevada alcalinidade e alta área superficial (1).

Estudos realizados com a lama vermelha sobre corrosividade, reatividade e toxicidade não a classifica como um resíduo perigoso, entretanto, indica que a sua

disposição precisa ser feita em locais adequados, como lagoas de disposição, construídas com técnicas de elevado custo, que impossibilitem a ocorrência de lixiviação de seus componentes e a conseqüente contaminação dos corpos d'água da superfície e das águas subterrâneas (2).

A quantidade de lama vermelha produzida é muito grande, e a sua disposição deve prever uma grande área contribuindo assim como custo adicional e permanente ao processo de produção do alumínio.

Uma alternativa para os problemas causados pela enorme produção de lama vermelha é o desenvolvimento de tecnologias que visem a sua reutilização. Nas últimas décadas, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos no sentido de que sua reutilização venha a produzir diversos benefícios econômicos e ambientais (3;4), podendo ser empregado na indústria têxtil para o tratamento de efluentes líquidos como adsorvente de corantes (2).

Atualmente, os materiais que apresentam elevada capacidade de adsorção, sendo amplamente utilizado para o tratamento de efluentes são o carvão ativado, a sílica-gel e as peneiras moleculares. Entretanto, a utilização desses materiais é bastante onerosa, dificultando sua aplicação na indústria (5), podendo ser substituída pela lama vermelha.

A lama vermelha, sem tratamento, não apresenta bom rendimento como adsorvedor, porém quando ativada por tratamento térmico ou químico sofre aumento na área específica apresentando propriedades de adsorção promissoras, constituindo-se em um adsorvedor de baixo custo, o que viabiliza sua aplicação na remoção dos corantes no tratamento de efluentes líquidos das indústrias têxteis.

No Brasil, aproximadamente 20 t/ano de corantes são consumidas pelas indústrias têxteis, e uma grande parcela é descartada como efluentes, devido à incompleta fixação do corante ao tecido durante a etapa de tingimento das fibras têxteis.

A remoção da cor dos efluentes é um dos grandes problemas apresentado por esse setor, pois, 90% dos corantes têxteis que passam pelas estações de tratamento de lodo ativado não sofrem alterações, indo diretamente para os rios (6).

Devido a esses problemas o objetivo deste trabalho é fazer o tratamento químico, ativando a lama vermelha com peróxido de hidrogênio a uma concentração de 20% e posteriormente fazer o tratamento térmico a uma temperatura de 500°C e

avaliar o potencial dessa lama ativada como um meio adsorvedor para o corante reativo RED 195.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ativação da lama vermelha por tratamento químico e térmico

As amostras de lama vermelha utilizada como adsorvente foram secas em estufa por volta de 100°C, para a remoção de água. Em triplicata foi pesado 10g da lama vermelha seca e adicionou-se 20 ml da solução de peróxido de hidrogênio a uma concentração de 20% e deixou-se na mesa agitadora por 20 minutos.

Em seguida foi feito a lavagem da lama vermelha para retirada do peróxido de hidrogênio passando por um filtro com auxílio da bomba a vácuo.

A amostra ativada por tratamento químico foi ativada por tratamento térmico, utilizando-se uma mufla à temperatura de 500°C por 3 horas.

Determinação do espectro de absorbância do corante RED 195

Neste trabalho foi utilizado o corante Reactive Red 195, um corante azo da classe reativa, extensivamente usada pelas indústrias têxteis, cuja estrutura complexa e origem sintética dificultam a sua descolorização nos sistemas de tratamento convencionais (7). A figura 1 apresenta a fórmula estrutural do corante em estudo.

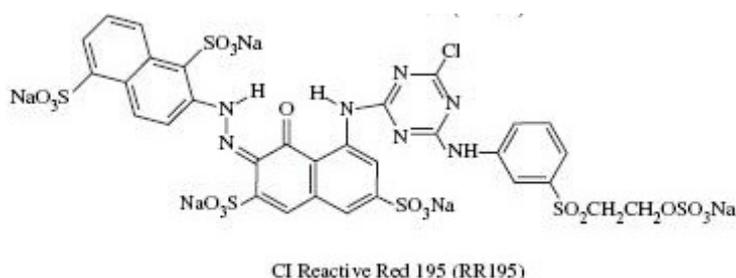


Figura 1: Fórmula estrutural do corante RED 195

A espectrofotometria baseia-se no fato de que a concentração de uma substância é proporcional à sua absorção em um determinado comprimento de onda. Portanto, para identificar a concentração do analito, é necessário medir a absorção de radiação da solução no comprimento de onda de máxima absorbância.

Para a identificação do comprimento de onda de máxima absorbância para o corante em estudo, foi obtido o seu espectro de absorbância utilizando-se o espectrofotômetro.

Para isso, foi utilizado 0,01 g do corante RED 195 diluído em 100 ml de água destilada utilizando uma proveta. Um pequeno volume desta solução de concentração igual a 100mg/L foi transferido para uma cubeta através da pipeta, para análise ao espectrofotômetro.

Utilizando-se o espectrofotômetro foi selecionado comprimentos de onda entre 340 a 840 nm e obtiveram-se as absorvâncias relativas a cada comprimento. A cada variação no comprimento de onda selecionado, era feita a leitura do branco (água destilada) e em seguida da solução de corante.

Com este procedimento, obteve-se um gráfico relacionando o comprimento de onda com a absorvância equivalente, ou seja, o espectro de absorvância para o corante em estudo.

Ensaio de adsorção com a lama vermelha para determinação da concentração de equilíbrio (C_{eq})

Para a determinação da concentração de equilíbrio, ou seja, a concentração na qual ocorre a máxima adsorção foi necessário um monitoramento ao longo do tempo das concentrações de corante das soluções preparadas.

Em triplicata pesou-se 0,2 g de lama vermelha ativada por peróxido de hidrogênio 20% a 500°C e adicionou-se as seguintes concentrações de corantes: 50, 100, 150 e 200 mg/L. Através do pHmetro foi feito o ajuste do pH das soluções para o pH4, utilizando uma solução de 20% de ácido clorídrico.

Para que a concentração de equilíbrio fosse determinada as amostras ficaram na mesa agitadora a uma velocidade de 250 rpm sendo analisadas nos seguintes tempos: 0.25, 0.5, 0.75, 1 e 2 horas de agitação.

A cada agitação foi feito o ajuste do pH das soluções para o pH4, em seguida as soluções eram transferidas dos erlenmeyers para os tubos de ensaios e colocados na centrífuga a uma rotação de 3500 rpm durante 20 minutos para a decantação da lama vermelha para posteriormente serem feitas as medidas de absorvância para cada solução.

O valor da absorvância foi então aplicado à equação fornecida pela curva de calibração, obtendo-se assim a concentração de equilíbrio.

Determinação da capacidade de adsorção da lama vermelha ativada por tratamento químico e térmico

O potencial de adsorção para corantes têxteis das lamas ativadas foi avaliado através do estudo das isotermas de adsorção.

O fenômeno da adsorção foi avaliado, quantitativamente, através da construção de isotermas de adsorção. Estas são equações matemáticas que descrevem a relação entre a quantidade de um determinado soluto adsorvido pela interface e a sua quantidade remanescente na solução de equilíbrio (8).

Um gráfico da isoterma é dado pela concentração do adsorvato em solução (concentração de equilíbrio – C_{eq}) versus a concentração da substância adsorvida por quantidade de adsorvente (x/m) (9).

As isotermas de adsorção obtidas fornecem informações importantes sobre o mecanismo de adsorção e mostram a relação de equilíbrio entre a concentração na fase fluida e a concentração nas partículas adsorventes. Foi utilizado para essa análise o modelo de Langmuir.

Esta forma de isoterma é a mais freqüentemente utilizada e pode ser expressa como:

$$q = \frac{q_m K_{ads} C_{eq}}{1 + K_{ads} C_{eq}} \quad (A)$$

ou

$$\frac{C_{eq}}{q} = \frac{1}{K_{ads} q_m} + \frac{C_{eq}}{q_m} \quad (B)$$

Onde,

q = quantidade adsorvida ($mg\ g^{-1}$);

q_m = quantidade máxima de adsorção ($mg\ g^{-1}$);

K_{ads} = constante de equilíbrio de adsorção;

C_{eq} = concentração de equilíbrio ($mg\ L^{-1}$) (10).

A equação A representa a equação de Langmuir na sua forma não linear, a equação B representa a regressão linear da equação de Langmuir.

Para obter as isotermas de adsorção foi pesado 0,2 de lama vermelha ativada e adicionados 50 ml de corante com concentração conhecida.

A experiência foi feita em triplicata e utilizou seis concentrações diferentes dando um total de 18 amostras a serem analisadas. Foi ajustado o pH para 4 utilizando concentração de HCl 20 % e dispostas na mesa agitadora por 30 minutos.

Em seguida o material foi separado por centrifugação e sobrenadante analisado por espectrofotometria, verificando assim as novas concentrações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espectro de absorbância do corante RED 195

O espectro de absorbância obtido é apresentado na figura 2. A partir desse espectro, foi possível observar um pico de absorbância por volta de 520 nm. Este pico indica o comprimento de onda correspondente a máxima absorbância para o corante utilizado neste trabalho. Para os ensaios de adsorção do corante RED 195 foi sempre utilizado esse comprimento de onda.

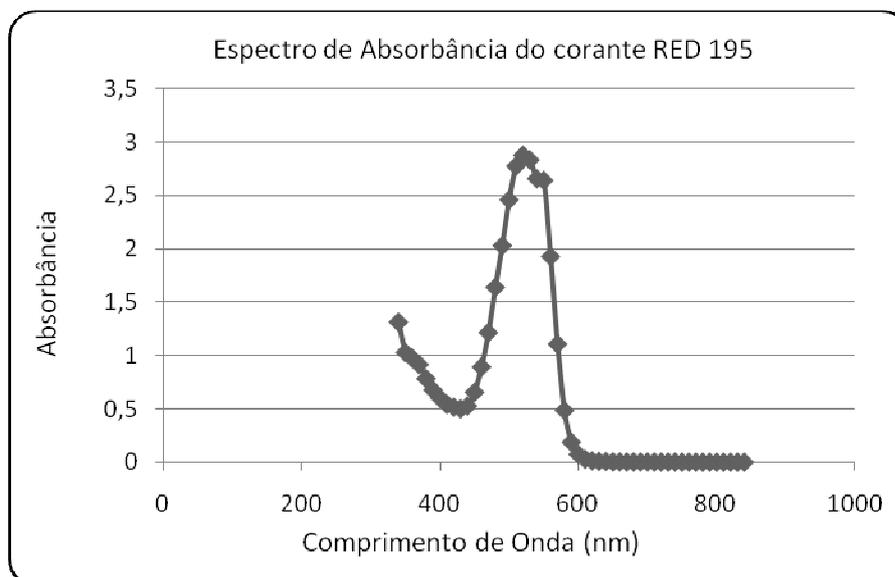


Figura 2: Espectro de absorção do corante RED 195

Ensaio de adsorção com a lama vermelha para determinação do tempo de equilíbrio

O tempo de equilíbrio foi determinado a partir da determinação das concentrações do corante em função do tempo. A tabela 1 apresenta os resultados da redução da concentração em função do tempo.

Tabela 1: Concentrações obtidas em função do tempo

Lama ativada	Concentração de corante mg/L	Concentrações (mg/L)				
		0,25h	0,5h	0,75h	1h	2h
Água oxigenada à 500°C	50	25,27	26,12	26,36	26,14	27,88
	100	25,12	24,95	24,99	25,48	26,68
	150	25,75	24,99	25,16	25,5	26,25
	200	28,25	25,06	24,93	24,93	25,19

Com os resultados das concentrações relativas a cada período de agitação, foi possível construir um gráfico da concentração de corante (mg/L) versus tempo (h) de agitação conforme figura 3.

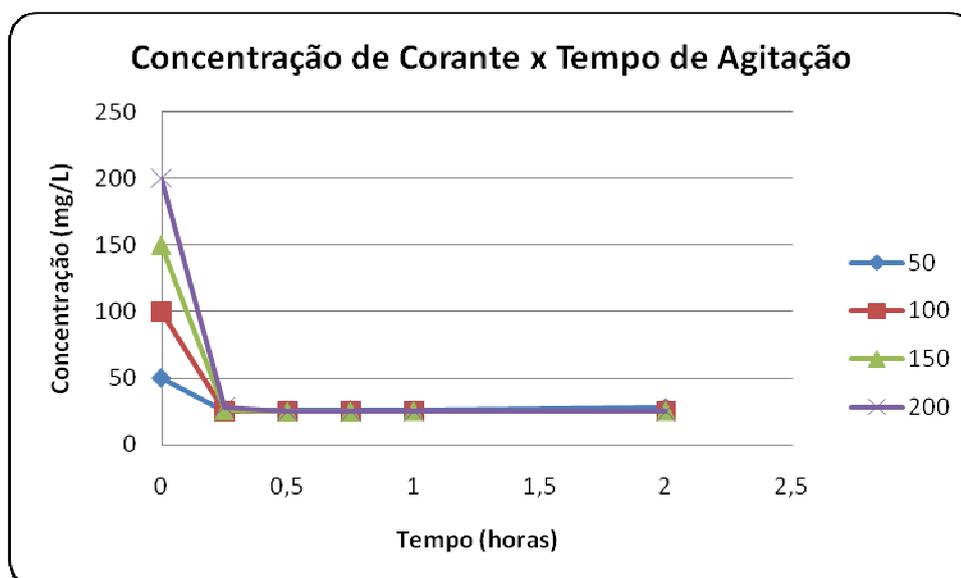


Figura 3: Variação das concentrações das amostras com lama vermelha em função do tempo

Pela análise dos dados da tabela 1 e da figura 3, fica clara a alta taxa de adsorção para todas as concentrações na primeira agitação, ou seja, no tempo de 30 minutos de agitação obteve a máxima adsorção do corante, caracterizando assim a concentração de equilíbrio.

Ensaio de adsorção com lama vermelha para obtenção das Isotermas

Para a concentração das Isotermas, foi realizado um ensaio utilizando o tempo de equilíbrio de 30 minutos. O ensaio foi realizado em triplicata e posteriormente tirou-se a média, achando a concentração de equilíbrio (C_{eq}) e a quantidade adsorvida (q_e) dada pela seguinte fórmula (C):

$$q_e = [(C_i - C_f) \cdot \text{vol}] / \text{massa (C)}$$

onde,

C_i = Concentração inicial do corante,

C_f = Concentração final do corante,

Vol: volume da solução de corante,

Massa: Quantidade de massa da lama vermelha.

Estes resultados, bem como a adsorção relativa à concentração inicial são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Concentração de equilíbrio (C_{eq}), quantidade adsorvida (q_e) e taxa de adsorção

Concentração Inicial mg/L	C_{eq} (mg/L)	q_e (mg/g)	% adsorção
50	32,21	0,44	35,58
100	54,65	1,13	45,35
150	112,82	0,93	24,79
200	154,09	1,15	22,96
250	29,96	5,5	88,02
300	236,36	1,59	21,21

A partir desses dados foi construída a isoterma (figura 4) e ajustado o modelo de Langmuir.

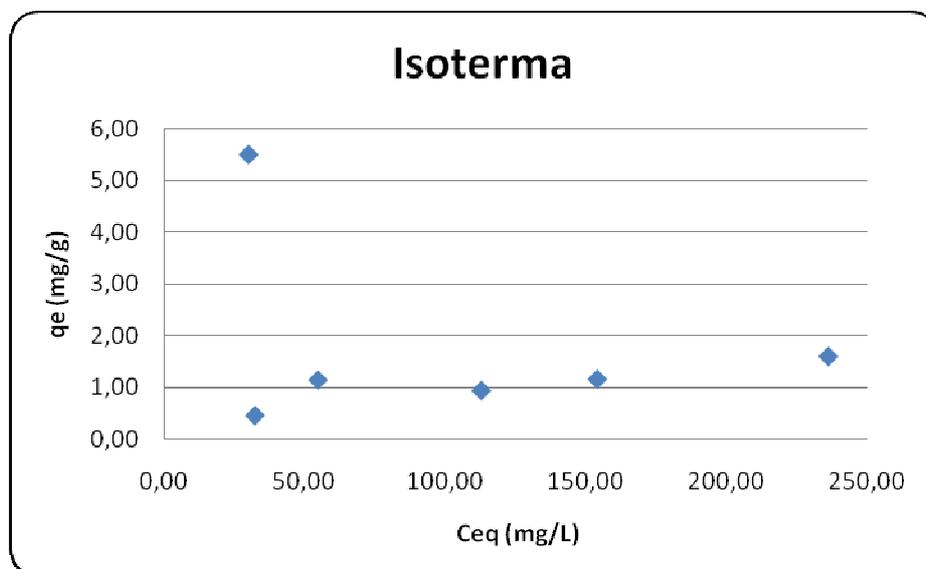


Figura 4: Isoterma de adsorção

O Gráfico da linearização (Figura 5), apresentou um coeficiente de correlação igual a 0,8724 indicando uma correlação muito boa dos dados experimentais.

O ajuste da isoterma de Langmuir de forma linearizada é apresentada na figura abaixo:

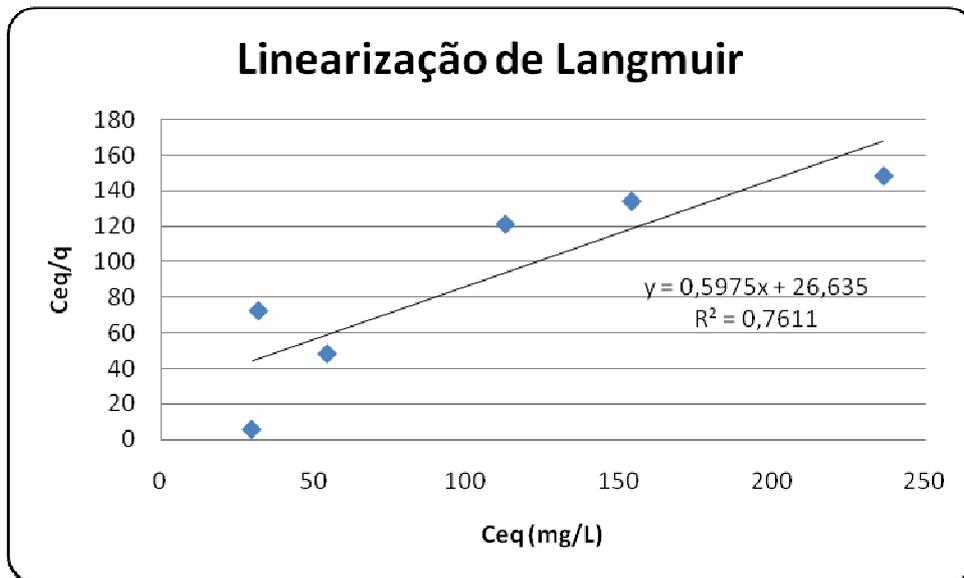


Figura 5: Linearização da isotema

Utilizando o modelo de Langmuir, a capacidade máxima de adsorção da monocamada da lama vermelha (q_m) apresentou um valor de 1,67 mg/g.

A remoção do corante foi satisfatória para a concentração de 250mg/L como pode observar na figura abaixo. A figura 6 apresenta a concentração inicial de 250 mg/L (à direita) e a concentração final de 29,96 mg/L (à esquerda) após a adsorção, apresentando uma taxa de adsorção de aproximadamente de 88%.

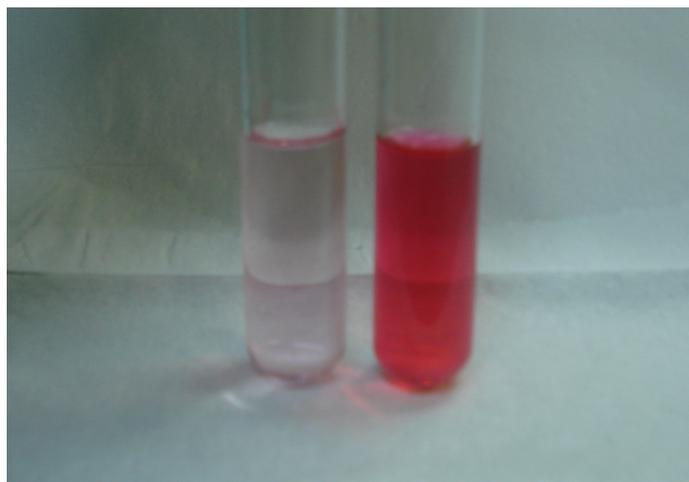


Figura 6: Amostras de concentração inicial de 250 mg/L (à direita) e concentração final de 29,96 mg/L (à esquerda)

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, utilizando-se a lama vermelha ativada como adsorvente, demonstraram uma baixa porcentagem de remoção do corante com uma média de 50%, com exceção da concentração de corante de 250mg/L que teve uma remoção do corante por volta de 88%.

O modelo de Langmuir não se ajustou adequadamente para o conjunto de dados de adsorção, tendo em vista que a capacidade máxima de adsorção foi apenas de 1,67mg/g.

Sendo assim, a lama ativada com peróxido de hidrogênio a 500°C não é uma boa alternativa para a remoção do corante RED 195, sendo necessário o estudo de outras formas de ativações da lama vermelha para verificar a adsorção do corante em estudo.

AGRADECIMENTOS

FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

REFERÊNCIAS

- (1) SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; MOTTA, M.; OLIVEIRA, E. H. C.; BRANDER JUNIOR, W. Estudo sobre a utilização da lama vermelha para a remoção de corantes em efluentes têxteis. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000500008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 jan. 2011
- (2) WANG, S.; ANG, H. M.; TADÉ, M. O. Novel applications of red mud as coagulant, adsorbent and catalyst for environmentally benign processes. **Chemosphere**, v. 72, p. 1621-1635, 2008
- (3) TSAKIRIDS, P. E; AGATZINI-LEONARDOU, S; OUSTAKADIS, P. Red mud addition in the raw meal for the production of cement portland clinker, **J. Hazard. Mater**, v. 116, p.103-110, 2004

- (4) PAN, Z; LI, D; YU, J; YANG, N. Properties and microstructure of the hardened alkali-activated red mud-slag cementitious material. **Cement and Concrete Research**, v. 33, p.1437 – 1441, 2003.
- (5) DALLAGO, R. M.; SMANIOTTO, A.; OLIVEIRA, L. C. A. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. **Química Nova**, São Paulo v. 28, n. 3, p. 433-437, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000300013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2011
- (6) PETERNELE, W. S.; COSTA, A. C. S.; SALLO, F. S. Remoção do corante reativo azul 5g por adsorção em diferentes materiais lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, v. 3, n. 1, p. 49-56, 2006. Disponível em: <http://florestasenergeticas.com/arquivos/p_remocao_lignocelulosicos_28787.pdf>. Acesso em 25 fev. 2011.
- (7) AMORIM, C. C. **Avaliação do uso de Resíduo da Indústria Siderúrgica na Descolorização de Efluentes têxteis através de Processos Oxidativos Avançados**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- (8) MOUTA, E. R.; MELO, W. J.; SOARES, M. R.; ALLEONI, L. R. F.; CASAGRANDE, J. C. Adsorção de selênio em latossolos. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v.32, n.3, junho 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000300012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 26 fev. 2011
- (9) BONNIOLO, M. R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais. São Paulo, 2008.
- (10) KIMURA, I.Y.; FÁVERE, V. T.; LARANJEIRA, M. C. M.; JOSUÉ, A.; NASCIMENTO, A. Avaliação da capacidade de adsorção do corante reativo laranja 16 por microesferas de quitosana reticuladas. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2., 2000, Florianópolis. **Anais eletrônicos do EBA**. Florianópolis,

1998. p. 423-431. Disponível em:
<<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3003/2203>.
> Acesso em: 19 jan. 2011.

RED MUD UTILIZATION OF TREATED WITH HYDROGEN PEROXIDE AND
ACTIVATED BY HEAT TREATMENT AS A MEANS OF DYE REACTIVE RED
ADSORBER 195

ABSTRACT

The effluents generated by textile industries have an undesirable level of staining, leading to changes in water quality resulting in harmful effects to the environment. Adsorption is a technique that has been used successfully in the treatment of textile effluents, but due to the high cost of some conventional adsorbents such as activated carbon, research has been directed to the use of alternative sorbents. Among the materials with great potential adsorbent that may be used instead of activated charcoal is the red mud, a waste generated in the manufacturing process of aluminum. As a result, the objective of this study was to use the red mud activated by hydrogen peroxide at a temperature of 500 ° C as a means adsorption of the dye Reactive Red 195, and through the Langmuir model to obtain the adsorption capacity of activated sludge with the dye under study.

Key-words: Red Mud, Adsorption, Textile Dyes, Isotherm.