



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA – BACHARELADO E
LICENCIATURA**

EVERTON DA SILVA CAMARGO

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE CORANTES DA
INDÚSTRIA TÊXTIL UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO E
TERRAS DIATOMÁCEAS**

Dourados – MS, 29/08/2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

EVERTON DA SILVA CAMARGO

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE CORANTES DA
INDÚSTRIA TÊXTIL UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO E
TERRAS DIATOMÁCEAS**
(STUDY OF ADSORPTION CAPACITY OF TEXTILE DYEES USING ACTIVATED
CHARCOAL AND DIATOMACTIC LANDS)

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia da
Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientador: Prof. Dr. Jaime Humberto Palacio
Revello

Dourados – MS, 29/08/2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C173e Camargo, Everton Da Silva

ESTUDO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DE CORANTES DA
INDÚSTRIA TÊXTIL UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO E TERRAS
DIATOMÁCEAS / Everton Da Silva Camargo -- Dourados: UFGD, 2017.
21f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jaime Humberto Palacio Revello

TCC (Graduação em Química) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Adsorção. 2. Corante. 3. Terras Diatomáceas. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

AGRADECIMENTOS

A Deus, o qual nos dá todas as forças e motivações para conseguir aquilo que almejamos.

A minha família, namorada e amigos por terem me dado todo seu carinho e felicidade que ajudaram nesta caminhada.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam nesta jornada, em especial ao Professor Doutor Jaime Humberto Palacio Revello, por sua orientação, paciência e amizade que foram fundamentais para este trabalho.

Agradeço a toda equipe de trabalho, por sua ajuda e companhia durante a realização desta pesquisa.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

“Não existe triunfo sem perda, não
há vitória sem sofrimento, não há
liberdade sem sacrifício”.

J. R. R. Tolkien



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

RESUMO

A preocupação com os resíduos gerados nos processos das indústrias têxteis têm aumentado consideravelmente ao decorrer dos anos, esses resíduos contendo principalmente corantes reativos utilizados no processo de tingimento de fios. Observando métodos para remoção desses corantes de resíduos industriais se apresenta a técnica de adsorção desse corante por meio de materiais como o carvão ativado e as terras diatomáceas. Este trabalho teve como objetivo a realização de testes de adsorção do corante reativo com os materiais citados, definindo dois parâmetros para a avaliação de capacidade de adsorção: a agitação e a temperatura. Os resultados obtidos demonstram que nas condições estudadas as terras diatomáceas apresentaram resultado superior ao carvão ativado, obtendo um alto grau de remoção do corante do banho residual. Os fatores de agitação e temperatura influenciaram nos resultados sendo a melhor condição obtida no ensaio realizado em temperatura de 30°C e agitação de 200 rpm, concluindo-se então que, as terras diatomáceas são ótimos materiais para realização do processo de remoção de corantes reativos do banho residual de tingimento de fios das indústrias têxteis.

Palavras-chave: Adsorção, Corante, Terras Diatomáceas.



ABSTRACT

Concern about the waste generated in the textile industry processes has increased considerably over the years, these wastes containing mainly reactive dyes used in the dyeing process. Observing methods for the removal of these dyes from industrial wastes the technique of adsorption of this dye is presented through materials such as activated carbon and diatomaceous earth. The objective of this work was to perform adsorption tests of the reactive dye with the mentioned materials, defining two parameters for the evaluation of adsorption capacity: agitation and temperature. The results obtained demonstrate that under the conditions studied the diatomaceous earth presented a superior result to the activated carbon, obtaining a high degree of removal of the dye from the residual bath. The agitation and temperature factors influenced the results being the best condition obtained in the test performed at a temperature of 30°C and agitation of 200 rpm, and it was concluded that the diatomaceous earth is a good material for carrying out the process of removing reactive dyes from the residual bath Dyeing of textile yarns.

Key words: Adsorption, Dye, Diatomaceous Earth.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS	2
2.1. REAGENTES E SOLUÇÕES	2
2.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO CARVÃO ATIVADO.....	2
2.3. OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO	2
2.4 TESTES DE ADSORÇÃO REALIZADOS COM CARVÃO ATIVADO E TERRAS DIATOMÁCEAS.....	3
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	4
3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DO CARVÃO ATIVADO E TERRAS DIATOMÁCEAS	7
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
5. REFERÊNCIAS	14



1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados atualmente pelas indústrias têxteis encontra-se na remoção dos corantes nas soluções residuais do processo de tingimento de fios. Os corantes reativos são altamente solúveis em água formando ligações covalentes com as fibras celulósicas, adquirindo uma maior fixação em relação a outros tipos de corantes utilizados no processo de tingimento fibras têxteis. Pelo seu alto rendimento, os corantes reativos podem ser facilmente detectados em soluções aquosas ou rejeitos industriais, se tornando assim uma preocupação quando exposto a natureza (GUARATINI e ZANONI, 1999).

O descarte destes produtos industriais é uma questão fundamental para as empresas como forma de preservação do meio ambiente e adequação as demandas do mercado atual. Uma indústria que deseja atender as normas de segurança e contribuir para a sociedade positivamente precisa zelar por todas as suas etapas de produção, desde a obtenção de matéria prima quando ao tratamento dos resíduos (TONIOLLO *et al.* 2015).

Uma das possíveis formas de tratamento dos resíduos contendo corantes reativos presentes nos rejeitos industriais é através do processo de adsorção com materiais adsorventes como o carvão ativado e, as terras diatomáceas. O carvão ativado é o nome dado a um grupo de carvões que possuem uma alta porosidade e alta área superficial específica. Este material tem sido empregado em diversos estudos relacionados à adsorção com corantes reativos, seu descarte é simples, porém o custo de obtenção é elevado devido ao alto custo energético no processo de queima e ao processo de ativação que pode ser efetuado através de processos químicos ou físicos. Outro material adsorvente bastante utilizado no processo de branqueamento de óleo de soja e clarificação da cerveja é a terra diatomácea (DOTTO *et al.* 2011).

As terras diatomáceas são provenientes de algas diatomáceas, e tem como principal constituinte o dióxido de sílica. Possuem um baixo custo e uma grande área superficial específica, características que tornam as mesmas interessantes em relação a uso como materiais adsorventes (DOTTO *et al.* 2011).

Neste trabalho tem-se como objetivo principal o estudo comparativo entre o processo de adsorção realizado com carvão ativado e terras diatomáceas na adsorção do corante reativo



CIBACRON Amarelo FN – 2R. No estudo é avaliada a influência de diversas variáveis manipuladas sobre o grau de esgotamento ou remoção do corante de um banho residual.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. REAGENTES E SOLUÇÕES

- Solução de corante CIBACRON Amarelo FN – 2R com concentração de 100 ppm.
- Água Destilada.
- Carvão Ativado marca ALPHATEC® CARVÃO ATIVADO GRANULADO (2-5 mm).
- Terras Diatomáceas.

2.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DO CARVÃO ATIVADO

Na classificação granulométrica foi utilizada uma serie de peneiras com agitador da marca BERTEL® AGITADOR DE PENEIRAS PARA ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS ELETROMAGNÉTICO de propriedade do Laboratório LEPP – LABORATÓRIO DE ENGENHARIA DO PRODUTO E DO PROCESSO da Faculdade de Engenharia/UFGD. A classificação granulométrica do carvão ativado da marca ALPHATEC® CARVÃO ATIVADO GRANULADO (2-5 mm), foi submetido a agitação por 5 minutos na série de peneiras. As terras diatomáceas foram doadas por uma empresa de produção de óleo localizada no Mato Grosso do Sul.

2.3. OBTENÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

Primeiramente foi realizado o espectro de varredura da solução contendo o corante CIBACRON Amarelo FN – 2R, encontrando-se o comprimento de onda de 428 nm. Partindo-se da solução inicial de 100 ppm, foram preparadas soluções nas concentrações de 2, 10, 20, 30 e 40 ppm, as quais foram introduzidas no ESPECTROFOTÔMETRO FOTODIODO ULTRAVIOLETA-VISÍVEL, MODELO CARY 50, MARCA VARIAN, para encontrar a respectiva absorbância.



2.4 TESTES DE ADSORÇÃO REALIZADOS COM CARVÃO ATIVADO E TERRAS DIATOMÁCEAS

Nos testes de avaliação dos materiais adsorventes, foram utilizados tubos de ensaio de capacidade de 25 mL. A primeira sequência de experimentos foi realizado com carvão ativado, sendo introduzido uma quantidade de 1,0 g de carvão ativado e 10 mL de solução de corante de 100 ppm de concentração em cada um dos tubos. A segunda sequência de experimentos foi realizada com terras diatomáceas, sendo introduzida igualmente uma quantidade de 1,0 g de terra diatomácea e 10 mL da solução corante para cada tubo de ensaio. É conveniente salientar que os experimentos foram realizados em duplicata. Em cada uma das sequências dos experimentos foi preparado um branco contendo 1,0 g de material adsorvente e 10 mL de água destilada. As amostras foram introduzidas em um equipamento da marca TECNAL® INCUBADORA TE - 4200 com agitação constante de 100 rpm durante um tempo de 2 horas. Os experimentos foram realizados nas temperaturas de 30 e 55°C. Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis estudadas junto como os níveis das mesmas.

Tabela 1 - Níveis dos fatores estudados no processo de remoção de corante do banho residual a traves de processo de adsorção

Variáveis	Níveis dos Fatores	
	(-)	(+)
(1) Adsorvente	Carvão ativado	Terras diatomáceas
(2) Temperatura (°C)	30	55



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o teste de granulometria do carvão ativado são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise Granulométrica do Carvão Ativado

Abertura (mm)	ABNT/ASTM	Tyler/Mesh	Quantidade (g)	Porcentagem (%)
2,38	8	8	7,8496	38,68
1,68	14	12	12,3403	60,81
1,41	16	14	0,0612	0,30
0,841	20	20	0,0257	0,13
FUNDO	-	-	0,0161	0,08
TOTAL			20,2929	100

Os resultados de absorvância para as concentrações já mencionadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da espectrofotometria para as diferentes concentrações de solução corante CIBACRON Amarelo FN – 2R em 428nm

Concentração (mg/L)	Absorbância
0	0,0023
2	0,1981
10	0,3982
20	0,6031
30	0,8067
40	1,0172

Através dos dados apresentados na Tabela 3, é obtida a curva de calibração da Figura 1. É possível observar que relação de Absorbância versus Concentração de Corante (ppm) é linear como é apresentado na equação (1).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

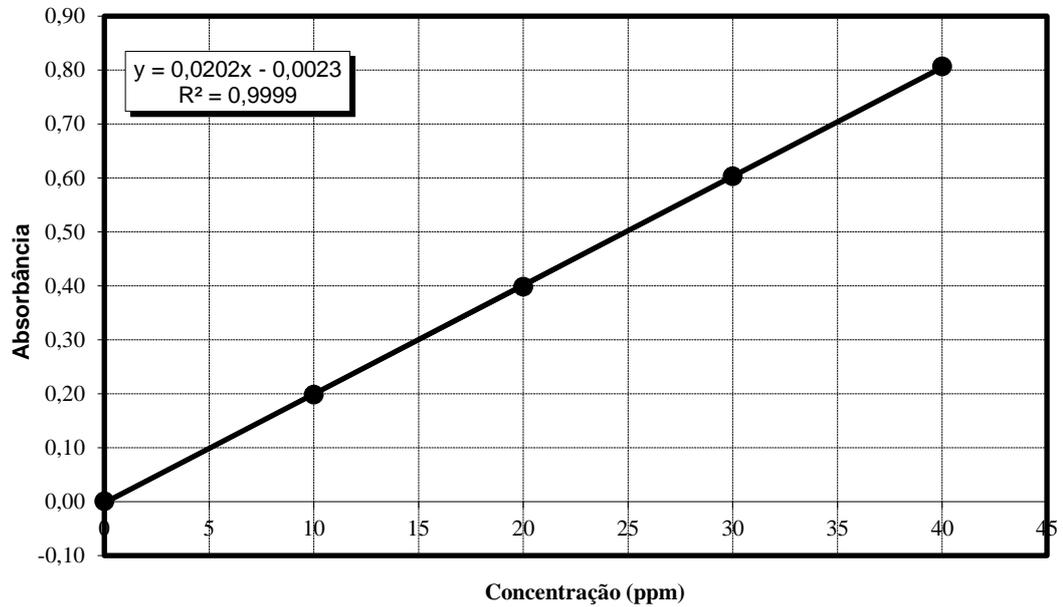


Figura 1. Curva de calibração para o corante CIBACRON Amarelo FN – 2R, no comprimento de onda de 428 nm.

$$A = 0,0202.C - 0,0023 \quad (1)$$

Onde A representa a absorvância e C a concentração de corante na solução.

Na Tabela 4 é apresentada a matriz de planejamento experimental, junto com os resultados em relação à concentração de corante do banho residual no final de cada experimento. Na Tabela a seguir: C_{cb} corresponde à concentração de corante no banho residual, C_{cb}' é a concentração de corante no banho residual da duplicata, E corresponde a porcentagem de esgotamento do corante no banho e, E' corresponde a porcentagem de esgotamento do corante no banho da duplicata.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

Tabela 4 - Matriz de planejamento no processo de estudo da influência do tipo de adsorvente utilizado e, da temperatura no grau de remoção do corante reativo no banho residual

Ensaio	Adsorvente (tipo)	Temperatura (°C)	Ccb (mg/L)	Ccb' (mg/l)	E (%)	E' (%)
1	-	-	61,55	63,45	38,45	36,55
2	+	-	6,04	9,08	93,96	90,92
3	-	+	86,35	86,10	13,65	13,90
4	+	+	11,21	12,00	88,79	88,00

A partir dos resultados apresentados na Tabela anterior, é possível observar que os melhores resultados foram obtidos no Ensaio 2 com as terras diatomáceas e na temperatura de 30°C, seguido do Ensaio 4 realizado com terras diatomáceas e 55°C. Os testes realizados com



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

carvão ativado apresentam os menores níveis de esgotamento, o que indica uma maior concentração final de corante no banho residual.

3.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DO CARVÃO ATIVADO E TERRAS DIATOMÁCEAS

Para a análise estatística dos resultados foi utilizado o Software Statistica 6.0[®] e trabalhando-se em um nível de confiança de 95%. A Tabela 5 demonstra a influência do tipo de material adsorvente, da temperatura e do efeito combinado (interação Adsorvente Temperatura) sobre o grau de esgotamento ou remoção do corante no banho. O maior coeficiente obtido (32,4) foi para o adsorvente, o que indica uma alta influência do mesmo sobre o grau de esgotamento. A temperatura também influencia a resposta, sendo conveniente realizar o processo de remoção em temperaturas baixas (30°C).

Tabela 5 - Estimativa da influência das variáveis estudadas e do efeito combinado (adsorvente, temperatura) sobre o grau de remoção do corante no banho residual tratado através do processo de adsorção.

Fator	Efeito	Desvio Padrão	t(4)	p	-95% Limite Ccfa	+95% Limite Ccfa	Coef.
Média/interação	58,0275	0,459929	126,1663	0,000000	56,7505	59,3045	58,02750
(1)Adsorvente (tipo)	64,7800	0,919857	70,4240	0,000000	62,2261	67,3339	32,39000
(2)Temperatura (°C)	13,8850	0,919857	-15,0947	0,000112	-16,4389	-11,3311	-6,94250
Efeito Combinado (1)(2)	9,8400	0,919857	10,6973	0,000433	7,2861	12,3939	4,92000

Na Figura 2 é apresentado o Diagrama de Pareto neste fica evidenciado a grande influência das variáveis estudadas (tipo de adsorvente, temperatura e efeito combinado) sobre o grau de esgotamento. É possível visualizar do diagrama que a variável que mais influencia o grau de remoção é o tipo de adsorvente, seguida pela temperatura.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

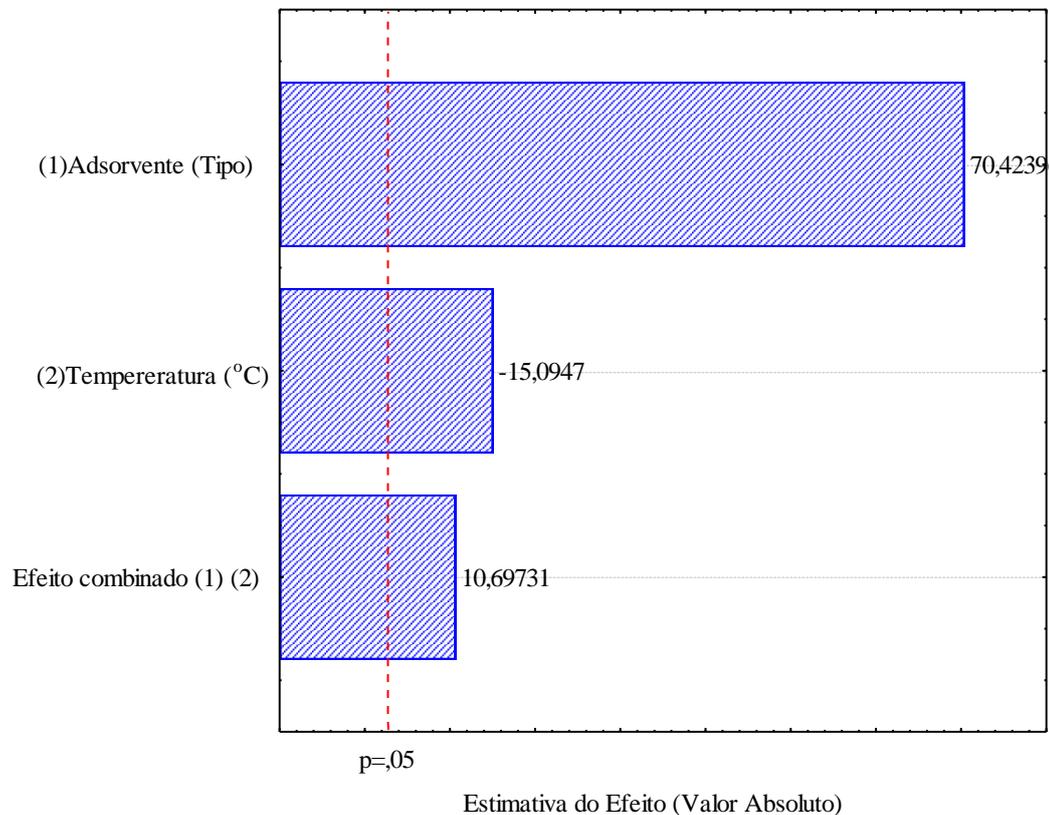


Figura 2 - Diagrama de Pareto. Estimativa dos efeitos principais das variáveis estudadas (tipo de adsorvente e temperatura) e, do efeito combinado (adsorvente temperatura) sobre o grau de esgotamento do corante no banho residual tratado a través de processo de adsorção.

As Figuras 3 e 4 representam tridimensionalmente e bidimensionalmente as influências das variáveis estudadas nos ensaios realizados. É possível verificar nas figuras que os melhores ensaios foram o ensaio 2 e 4, realizados com terras diatomáceas. A temperatura como já foi discutido anteriormente também influencia o grau de esgotamento, tendo-se os melhores resultados em baixa temperatura (30°C).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

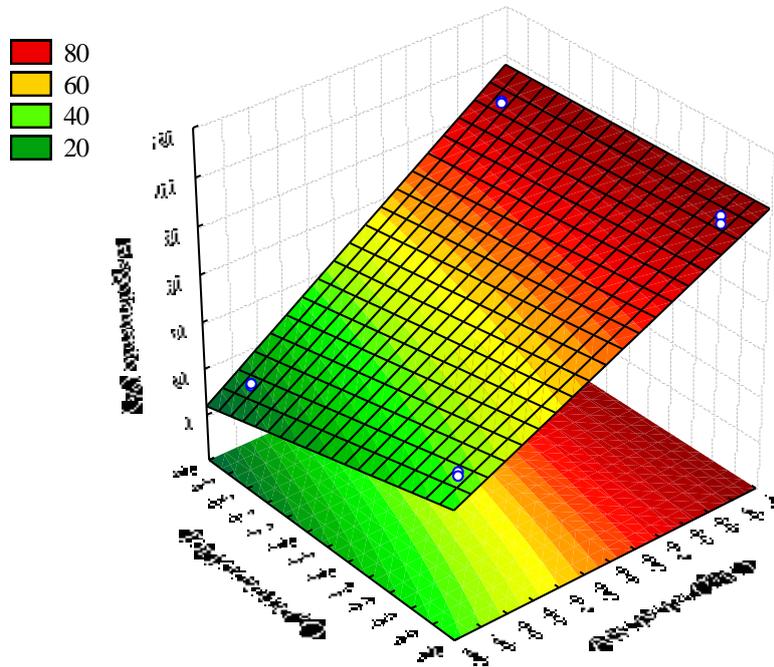


Figura 3 – Representação gráfica da influência do tipo de adsorvente e da temperatura sobre o grau de remoção do corante no banho.

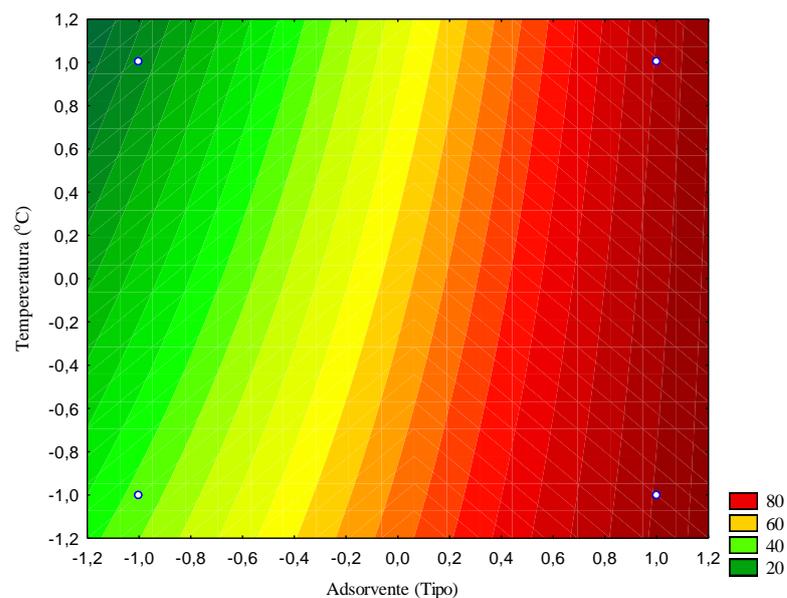


Figura 4 – Superfícies de resposta do processo de remoção de corante do banho residual tratado a través de processo de adsorção.



3.2 INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DO GRAU DE AGITAÇÃO NA REMOÇÃO DE CORANTE

Os melhores graus de esgotamento ou remoção de corante no banho residual foram atingidos com as terras diatomáceas. Nesta segunda parte do estudo deseja-se verificar a influência do grau de agitação sobre a remoção de corante CIBACRON Amarelo FN – 2R do banho. Desta forma foi realizado um novo planejamento experimental unicamente com terra diatomácea como material adsorvente, sendo verificada a influência do grau de agitação (rpm) e da temperatura (°C) sobre o grau de esgotamento de corante no banho. Na Tabela 6 são apresentadas as variáveis junto com os níveis das mesmas para este segundo planejamento experimental.

Tabela 6 – Níveis dos fatores estudados no processo de remoção de corante do banho residual a través de processo de adsorção.

Variáveis	Níveis dos Fatores	
	(-)	(+)
(1) Temperatura (°C)	30	55
(2) Agitação (rpm)	100	200

Na Tabela 7 é apresentada a matriz de planejamento experimental junto com os resultados obtidos em relação a concentração de corante no banho residual após 2 horas de duração de processo e os graus de esgotamento. É possível observar da Tabela 7, que o grau de remoção de corante no banho é influenciado de forma positiva quando se trabalha em altos graus de agitação (rpm) e, na menor temperatura (30°C). A transferência de massa do corante presente no banho para o material adsorvente por convecção aumenta à medida que aumenta o movimento da solução por agitação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

Tabela 7 – Matriz de planejamento no processo de estudo da influência da temperatura (°C) e do grau de agitação (rpm) no grau de remoção do corante reativo

Ensaio	Temperatura (°C)	Agitação (rpm)	Ccb (mg/L)	Ccb' (mg/L)	E (%)	E' (%)
1	-	-	6,04	9,08	93,96	90,92
2	+	-	11,21	12,00	88,79	88,00
3	-	+	6,20	5,45	93,80	94,55
4	+	+	9,02	9,01	90,98	90,99

A Tabela 8 apresenta a influência das variáveis estudadas para um grau de 95% de confiança, junto com o valor dos coeficientes relacionados às mesmas. O maior coeficiente está relacionado à variável temperatura o que indica uma maior influência desta sobre o grau de esgotamento. Esta influência também é apresentada no Diagrama de Pareto, Figura 5.

Tabela 8 – Estimativa da influência das variáveis estudadas e do efeito combinado (temperatura agitação) sobre o grau de remoção do corante no banho residual tratado através do processo de adsorção.

Fator	Efeito	Desvio Padrão	t(4)	p	-95% Limite Ccfa	+95% Limite Ccfa	Coef.
Média/interação	91,49875	0,403661	226,6723	0,000000	90,37801	92,61949	91,49875
(1)Temperatura (°C)	-3,61750	0,807322	-4,4809	0,010983	-5,85899	-1,37601	-1,80875
(2)Agitação (rpm)	2,16250	0,807322	2,68786	0,055308	-0,07899	4,40399	1,08125
Efeito Combinado (1)(2)	0,42750	0,807322	0,5295	0,624465	-1,81399	2,66899	0,21375



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

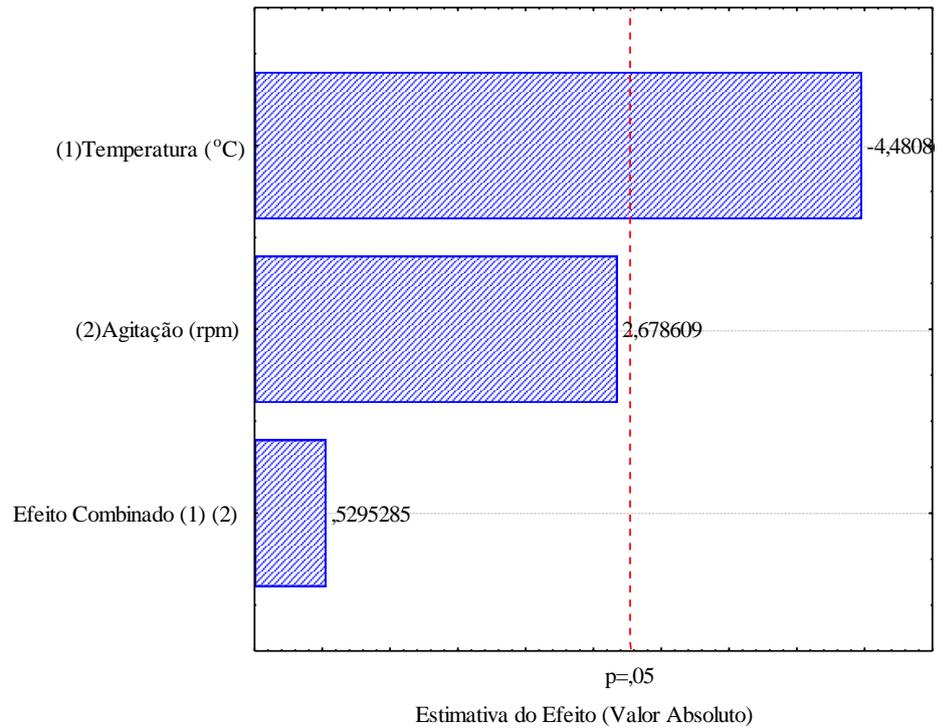


Figura 5. Diagrama de Pareto. Estimativa dos efeitos principais das variáveis estudadas (Temperatura e Agitação) e, do efeito combinado sobre o grau de esgotamento do corante no banho residual tratado a través de processo de adsorção.

Na Figura 6 são apresentados os perfis de concentração de corante no banho residual ao longo do tempo para os quatro ensaios realizados nas diversas condições operacionais de temperatura e grau de agitação. Os melhores resultados foram obtidos na temperatura de 30°C e 200 rpm de agitação.

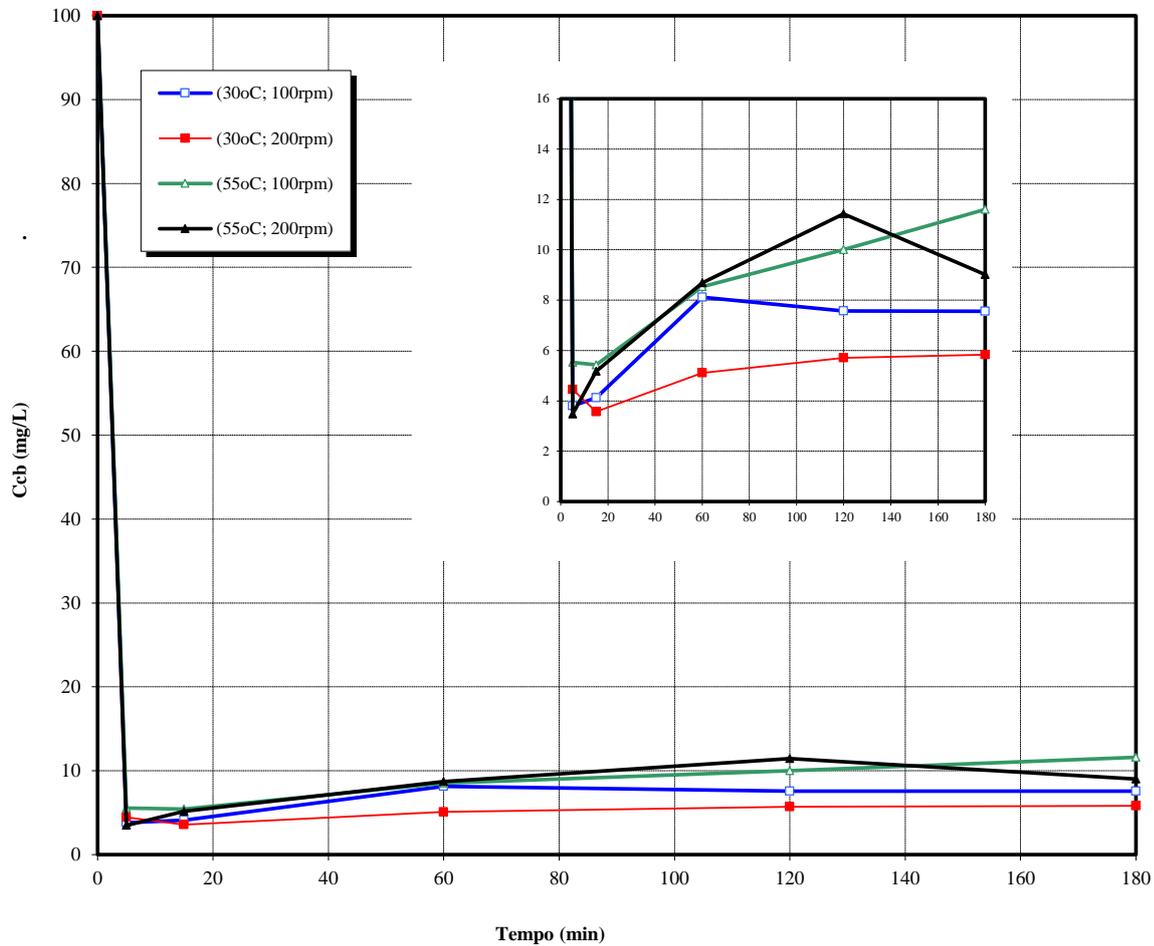


Figura 5 – Perfis de concentração do corante no banho residual para as temperaturas: 30 e 55°C e, os graus de agitação estudados: 100 e 200 rpm.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Terras diatomáceas apresentam um melhor desempenho na remoção do corante reativo CIBACRON Amarelo FN – 2R da solução estudada em relação ao carvão ativado para os diversos fatores estudados. Os testes realizados com as terras diatomáceas demonstram que a temperatura apresenta uma influência significativa sobre o grau de remoção do corante no banho residual, já a agitação e o efeito combinado não apresentam uma influência marcante sobre o grau de remoção do corante reativo.



5. REFERÊNCIAS

DOTTO, G. L., VIEIRA, M.L.G., GONÇALVES, J. O., ALMEIDA, L.A.P. 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. Artigo, Química Nova, Vol. 34, No. 7, pg 1193-1199, 2011.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. *Corantes têxteis*. Artigo, Química Nova, Vol. 23, No. 1, pg 71-78, 2000.

KIMURA, I. Y. Remoção de corantes reativos contendo grupos vinilsulfona e triazina por adsorção e coagulação/floculação com quitosana. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A Química e as Cores. Artigo, Revista Virtual Química, Vol. 7, No 4, pg 1508-1534, 2015.

REIS, C. Z. D., & REVELLO, J. H. P. Tingimento de fibras de algodão com corantes reativos. Artigo, Acta Ambiental Catarinense, Vol. 5, No 1/2, pg 55-61, 2008.

RUTZ, E. G. Estudo da adsorção de corantes da indústria têxtil usando carvão ativado e o pó retido no filtro eletrostático da fabricação da alumina como adsorventes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

TONIOLLO, M., ZANCAN, N. P., WÜST, C. Indústria têxtil: sustentabilidade, impactos e minimização. Artigo, VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre/RS, 2015.