



# AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DE CORANTES TÊXTEIS EM METACAULIM

**Jhonatan da Silva<sup>(1)</sup>; Maricélia Krenski<sup>(1)</sup>; Diego Bittencourt Machado<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Federal de Santa Catarina, Técnico de Análises Químicas

<sup>(2)</sup> Instituto Federal de Santa Catarina, Professor do curso técnico de Análises Químicas  
E-mail para contato: jhonatan.soul@gmail.com, krenskimaricelia@gmail.com  
diego.machado@ifsc.edu.br

**RESUMO:** Atualmente, técnicas para tratamento de efluentes industriais têxteis estão sendo desenvolvidas, dentre as quais, destaca-se a adsorção física por Metacaulim. Sua estrutura amorfa proporciona propriedades de adsorção, visando diminuir ou eliminar partículas de corantes, metais ou quaisquer componentes químicos presentes em efluentes. Os métodos utilizados foram a calcinação do Caulim, a temperaturas de 700°C durante 2 horas para a obtenção do Metacaulim. Os testes de adsorção foram realizados adicionando pequenas quantidades de Metacaulim em erlenmeyers contendo as soluções de corantes têxteis, de coloração azul, vermelho e amarelo, com diferenciação de pH em níveis ácidos, neutros, básicos e variações de tempo de 5, 10 e 15 minutos. Através da dissolução das soluções corantes, mediou-se absorvâncias fornecidas por espectroscopia eletrônica UV-VIS para a determinação da curva padrão. O adsorvente apresentou bons resultados nas soluções, possuindo seu melhor desempenho em pH's mais básicos e com baixa variação de adsorção em relação aos tempos de agitação. A adsorção mostrou-se mais eficaz em corantes de coloração amarela, adsorvendo até 19,6g de corante amarelo para 100g de metacaulim, confirmando eficiência de adsorção do Metacaulim para o tratamento corantes têxteis.

**Palavra Chave:** Tratamento. Adsorvente. Efluente têxtil.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o elevado desenvolvimento dos setores industriais para suprir a demanda exigida pelos consumidores acarreta não só fatores econômicos, mas também ambientais, através da emissão de gases poluentes, resíduos sólidos e efluentes industriais que se tornam o foco perante a preocupação ambiental (BELTRAME; BELTRAME; LHAMBY, 2016). Devido a sua complexidade desses efluentes, os elevados danos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos, necessita-se o desenvolvimento de novas técnicas para a redução dos impactos causados. Os efluentes de indústrias têxteis contêm uma grande quantidade de componentes químicos, como corantes, sólidos e metais tóxicos, que necessitam passar por algum tipo de tratamento antes de seu destino final (BELTRAME, 2000).

A precipitação química e a separação sólido-líquido são técnicas comuns, utilizadas para a diminuição destes resíduos. Porém a adsorção vem como uma nova tecnologia para o combate da poluição, através de materiais reagindo física e quimicamente com as partículas presentes nos



efluentes (MENEZES, 2017). Pietrobelli (2007), afirma que a adsorção consiste em um processo de separação relativamente simples, envolvendo o contato de uma fase fluida livre, com uma fase rígida permanente, granulada que tem a propriedade de reter as partículas suspensas presentes nos fluidos, onde quanto maior a porosidade da superfície, maior será a eficiência da adsorção.

Materiais adsorventes possuem várias vantagens econômicas e de desempenho para este tipo de tratamento. O caulim por possuir em sua composição elevado grau de porosidade é um dos mais eficientes adsorventes. Através de sua calcinação produz-se outro composto com maior capacidade de adsorção, gerando maiores potenciais econômicos e de desempenho. O Metacaulim, com sua estrutura amorfa, proporciona grandes interações com as partículas presentes nos efluentes têxteis, favorecendo o tratamento e diminuição dos impactos ambientais gerados por esses resíduos (VARELA, 2009; ANTUNES, 2012). Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a adsorção de soluções corantes em metacaulim.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Calcinação do Caulim: Metacaulinização

Caulim (Marwin Brasil, Santo André, SP) foi calcinado conforme a metodologia empregada por Oliveira et al. (2004). Uma quantidade de 400g de Caulim foi acondicionado em uma cápsula de porcelana e foi levado à mufla (Fornos Jung Ltda, modelo 0612), em temperatura de 700°C por um período de 2 horas.

### 2.2. Preparo dos Efluentes Sintéticos

Corante têxtil para uso doméstico (Guarani Ind. e Com. Ltda., Itu, SP) foi utilizado na preparação de três soluções de cores diferentes: Vermelho, Azul e Amarelo. Foram adicionados 1,0g de cada corante em balão volumétrico de 1,0 L, completando com água destilada. Cada uma das soluções foi separada em três amostras, submetidas à adsorção em diferentes tempos e diferentes níveis de pH, conforme a Tabela 1. Para correção do pH utilizou-se soluções de 0,1 M de hidróxido de sódio e 0,1 M de ácido clorídrico, para pH básico e ácido, respectivamente. Estas variações nos experimentos estão ligadas a um planejamento fatorial do tipo 3<sup>2</sup>.

Tabela 1 - Variações nos tratamentos de adsorção para cada um dos corantes.

Experimento	Tempo (min)	pH
1	5	3
2	10	3
3	15	3
4	5	7
5	10	7
6	15	7
7	5	10
8	10	10
9	15	10



## 2.3. Espectrofotometria de UV-Vis

Para determinar o melhor valor de absorção utilizou-se o espectrofotômetro UV-Vis (BelPhotonic, modelo LGS 53), variando a leitura de 200 a 600 nm, na maior absorbância de cada corante anotou-se o comprimento de onda e assim realizadas as leituras após adsorção, e também, realizadas as curvas de calibração. A curva de calibração de cada corante foi realizada com concentrações de 1,0 até 0,005 g/L, no espectrofotômetro UV-Vis modelo UV752(D) (Labman, China).

## 2.4. Adsorção das Soluções

Adicionou-se aproximadamente 0,5g de Metacaulim pesados em balança analítica em cada Erlenmeyer. Levando-os para agitação em uma mesa agitadora orbital, modelo SL 180/D, a 120 rpm, por 5, 10 ou 15 minutos. Posteriormente os efluentes sintéticos foram filtrados, em papel filtro e separados para posterior leitura de turbidez.

Após realizados os experimentos, converteu-se os dados para coeficiente de adsorção,  $q$ , que relaciona a concentração inicial e final (equação 1).

$$q\left(\frac{g}{100g}\right) = \frac{(C_o - C_f) \cdot V}{m} * 100 \quad (1)$$

## 2.5. Análise estatística

O tratamento estatístico foi realizado no software Statistica 10 (Statsoft Inc), gerando três gráficos de superfície de resposta do coeficiente de adsorção, um para cada tipo de corante. Utilizou-se o software baseado em análise estatística de variância (ANOVA), que busca verificar a existência de diferença significativa entre as médias dos resultados e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1. Corante Azul

O gráfico de superfície do corante azul está apresentado na figura 1. A análise de variância teve um  $r^2$  de 0,93203, demonstrando que a regressão condiz com os pontos experimentais, visto o valor muito próximo de 1,0.

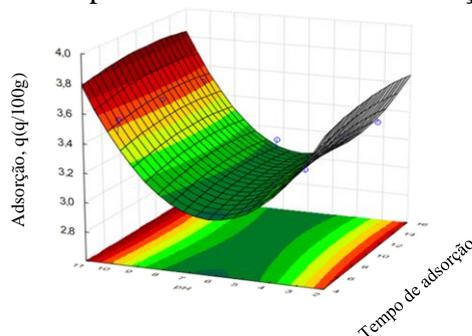
Através da ANOVA, verificou-se que o fator de potencial hidrogeniônico possui valor significativo estatisticamente. Quando analisada a figura 1, nota-se que o pH possui maior importância entre os fatores, pois sua variação pode levar a uma melhor adsorção do corante azul. Ainda, verifica-se que o em pH básico e ácido obtém os maiores valores de coeficiente de adsorção, em até 3,8 g de corante azul por 100 g de metacaulim.

A variável tempo não apresentou influência significativa no processo de adsorção, entretanto segundo Grassi (2018) fatores como a massa de adsorvente e pH são importantes no processo adsorativo, ao avaliar a adsorção de corante com geopolímero, a autora constatou que a variação da



massa do adsorvente aumenta a influência no resultado de adsorção, pois como há mais material adsorvente e consequentemente mais sítios ativos, ocorrendo maior remoção de corante.

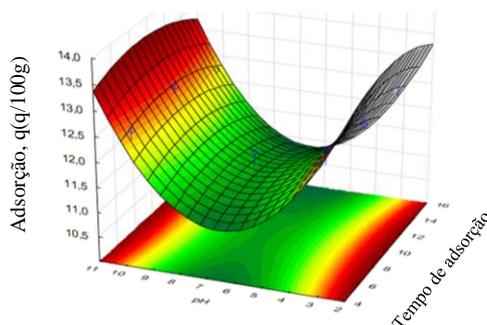
Figura 1 - Superfície de resposta do coeficiente de adsorção do corante Azul



### 3.2. Corante Vermelho

O gráfico de superfície do corante vermelho está apresentado na figura 2 onde a análise de variância teve um  $r^2$  de 0,94059, demonstrando que a regressão condiz com os pontos experimentais.

Figura 2 - Superfície de resposta do coeficiente de adsorção do corante Vermelho



O fator com relevância estatística neste corante foi o potencial hidrogeniônico, o qual o adsorvente teve maiores interações em níveis ácidos e alcalinos e novamente a variável tempo não teve influência significativa nos valores de adsorção. O que fica evidenciado em relação à adsorção do corante azul, é a diferenciação coeficiente de adsorção em relação ao corante azul, ficando em 13,0 g de corante para 100 g de metacaulim. De acordo com os dados obtidos, a amostra apresentou maior eficiência na remoção do adsorbato, sendo superior ao valor apresentado por Vimonses et al. (2009), que estudaram a adsorção do corante aniônico vermelho congo em caulinita, utilizando a proporção adsorvente/solução corante de 0,5 g/100 mL obtendo valores de remoção próximos a 20%.

### 3.3. Corante Amarelo

A resposta do corante amarelo está apresentada na figura 3, quando analisada, verifica-se que alguns pontos experimentais estão distantes da superfície de resposta, logo seu coeficiente de determinação ( $r^2$ ) é de 0,50713, um valor relativamente baixo, mostrando que os valores preditos estão distantes dos valores reais experimentais. Contudo, o fator de maior relevância também foi o



potencial hidrogeniônico, mostrando que sua variação é mais significativa que o fator tempo.

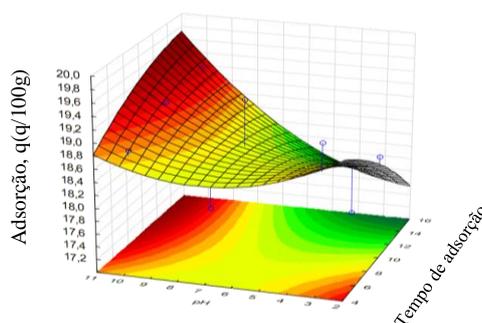
O melhor ponto de adsorção deste corante é em pH básico e no tempo de 15 min, tendo um coeficiente de adsorção de até 19,6 g de corante amarelo para 100 g de metacaulim.

Com a ANOVA, foi possível verificar que somente a média dos fatores juntos foi significativa, mas elas separadamente tiveram um valor menor, entretanto, para este corante a adsorção foi duas a três vezes maior que para os corantes vermelho e azul, respectivamente.

O aumento de pH e dos níveis adsorção são diretamente proporcionais, quando ocorre o aumento de pH também ocorre o aumento do potencial adsorptivo. Nos experimentos realizados por Grassi (2018) o pH que influenciou no processo foi verificado na faixa de 2.0 a 10.0, para uma concentração de 1,5g/L de adsorvente e 50mg/L de adsorbato, meios com pH entre 8.0 e 10.0 apresentam descoloração de maneira mais intensa, isso porquê ocorre uma reação química entre os íons  $\text{OH}^-$  e o corante.

O carbono do centro da molécula de corante é atacado pelo íon  $\text{OH}^-$  o que causa uma fase intermediária incolor, isto não demonstra, no entanto, a ausência de corante, pois apesar da remoção da cor ser quase completa o corante permanece dissolvido na solução (HASSAN et al., 2011).

Figura 3 - Superfície de resposta do coeficiente de adsorção do corante Amarelo.



## 4. CONCLUSÕES

O Metacaulim mostrou-se eficaz na adsorção de corantes têxteis, possuindo características de melhor adsorção em valores de pH mais básicos. As variações de tempo forneceram resultados não significativos perante cinética de adsorção, porém apresentando maior eficiência de adsorção em corantes de coloração mais intensas, como amarelo, adsorvendo até 19,6 g de corante por 100 g de metacaulim e vermelho adsorvendo 13,0 g de corante para 100 g de metacaulim. Sendo assim, o Metacaulim pode ser utilizado como um eficiente adsorvente na adsorção de efluentes com presença de corantes da indústria têxtil.

## 5. SIMBOLOGIA

( $C_f$ ) é a concentração final, após absorção, em gramas por litro;

( $C_o$ ) é a concentração inicial do efluente sintético de corante, em gramas por litro;

(m) é a massa de metacaulim utilizado no experimento, em grama;

(q) é o coeficiente de adsorção, em gramas de corante adsorvidos por 100 gramas de metacaulim;

(V) é o volume utilizado nos experimentos, em litro;



## 7. REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. *Estudo da Cinética de Adsorção de Metais Pesados no Tratamento de Drenagem Ácida de Mineração Utilizando Zeólitas do Tipo 4<sup>a</sup>*. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, p. 1-100, 2012.
- BELTRAME, L. T. C. *Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Natal / RN, Brasil. março. 2000.
- BELTRAME, T. F.; BELTRAME, A.; LHAMBY, A. R. *Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 351-362, 2016.
- GRASSI, P *et al.* Geopolímero Obtido a Partir de Metacaulim para Adsorção do Corante Verde Malaquita. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.
- HASSAN, M. H.; FAYOUMI, L. M. A.; JAMAL M. M. J Univ. Chem. Technol. Metallurg. v.46, p.395–400, 2011.
- MENEZES, R. L. C. B. *Estudo do Desempenho de Carbonos Ativados para a Remoção de H<sub>2</sub>S do Biogás*. 2000. 179 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.
- PIETROBELLI, J. M. T. A. *Avaliação do potencial de biossorção dos íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela macrófita Egeria densa*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2007.
- VARELA, M. L. *Influência da adição de resíduo de caulim nas propriedades tecnológicas de uma massa padrão de porcelanato produzido em escala industrial*. Departamento de Engenharia Materiais. UFRN, Natal, p. 209-215, 2009.
- VIMONSES, V; LEI, S; JIN, B; CHOW, C, W. K.; SAINT, C. Adsorption of congo red by three Australian kaolins. Applied Clay Science, v. 43, p. 465–472, 2009.