

PRÁTICA 3 - DETERMINAÇÃO DA ISOTERMA DE ADSORÇÃO DO AZUL DE METILENO EM FIBRA DE ALGODÃO

CQ320 - FÍSICO-QUÍMICA EXPERIMENTAL

BANCADA 4

DISCENTES: ADRIEL AZEVEDO; DAVI RAMOS JORGE; LUIZ DEMBICKI, MATEUS DE MATOS LEME; MATHEUS SOARES DE SOUZA CRUZ.

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho analisamos o fenômeno da adsorção e sua relação cinética por meio da isoterma de Langmuir.

A adsorção é descrita como o “prender” de partículas na superfície de um material, podendo ser uma fisissorção, com interações de van de Waals, ou quimissorção, geralmente com ligações covalentes(ATKINS, 2006). Existem alguns modelos que descrevem a relação da cobertura friccional e pressão a temperatura fixa adsorção, chamados isotermas de adsorção. Para este experimento estamos interessados na isoterma de Langmuir, um modelo simples, baseado em 3 pressupostos:

1. A adsorção não procede além de uma cobertura de camada única.
2. Todos os locais são equivalentes e a superfície é uniforme(a superfície é plana em um nível microscópico.
3. A adsorção em um lugar é independente da ocupação de lugares adjacentes(ou seja sem interações entre moléculas adsorvidas)

2. OBJETIVOS

Temos como principal objetivo na realização da prática a determinação da curva padrão do azul de metileno, a partir de soluções com diferentes concentrações com suas respectivas absorbâncias, e também, encontrar a quantidade de azul de metileno absorvido para as diferentes concentrações do

mesmo em soluções distintas, e com isso, calcular a área superficial específica da fibra de algodão para o azul de metileno

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente experimento foi dividido em duas partes. Para a realização da primeira parte, foram utilizados 8 tubos de ensaios onde foram preparadas soluções diluídas de azul de metileno a partir de uma solução estoque de 15 mg/L. A composição de cada tubo de ensaio está representada na TABELA 1. Com o auxílio de um espectrofotômetro foram determinadas as absorbâncias a 664 nm de cada amostra, considerando a amostra A como a branca, com uma padronização de 0 de absorbância, e assim, a partir disso foram medidas as absorbâncias das amostras subsequentes com as diferentes concentrações de azul de metileno.

Na segunda etapa do experimento, iniciou-se com a coleta de aproximadamente 10,0 mL das soluções preparadas na aula anterior, e assim foram separadas em 8 tubos de ensaio diferentes, para as diferentes concentrações. Novamente, com as amostras em mãos, e com o auxílio do espectrofotômetro, foram medidas as absorbâncias das amostras. Feito isso, foi determinada a quantidade de azul de metileno absorvido, subtraindo sua concentração inicial do valor encontrado da concentração no equilíbrio. Por fim, é possível determinar a área superficial específica da fibra de algodão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONSTRUÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

Inicialmente, foram preparadas soluções diluídas do azul de metileno, de acordo com a TABELA 1, cuja a concentração era de 15mg/L:

TABELA 1 – Condições experimentais para a construção da curva padrão do azul de metileno

Tubo	A	B	C	D	E	F	G	H
Solução estoque (mL)	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8
Água destilada (mL)	9,4	8,8	8,2	7,6	7,0	6,4	5,8	5,2

Fonte: Os autores (2022)

Com esses valores, calcula-se a nova concentração dessas soluções em 10 mL, segundo a EQUAÇÃO 1:

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (1)$$

Utilizando o cálculo para o tubo A como exemplo:

$$15 \frac{mg}{L} \cdot (0,6 \cdot 10^{-3} L) = C_2 \cdot (10,0 \cdot 10^{-3} L)$$

$$C_2 = 0,9 \text{ mg/L}$$

Para os outros tubos, foi utilizado o mesmo procedimento. Sendo assim, os valores para as novas concentrações e as absorbâncias medidas a 664 nm, estão expostas na TABELA 2:

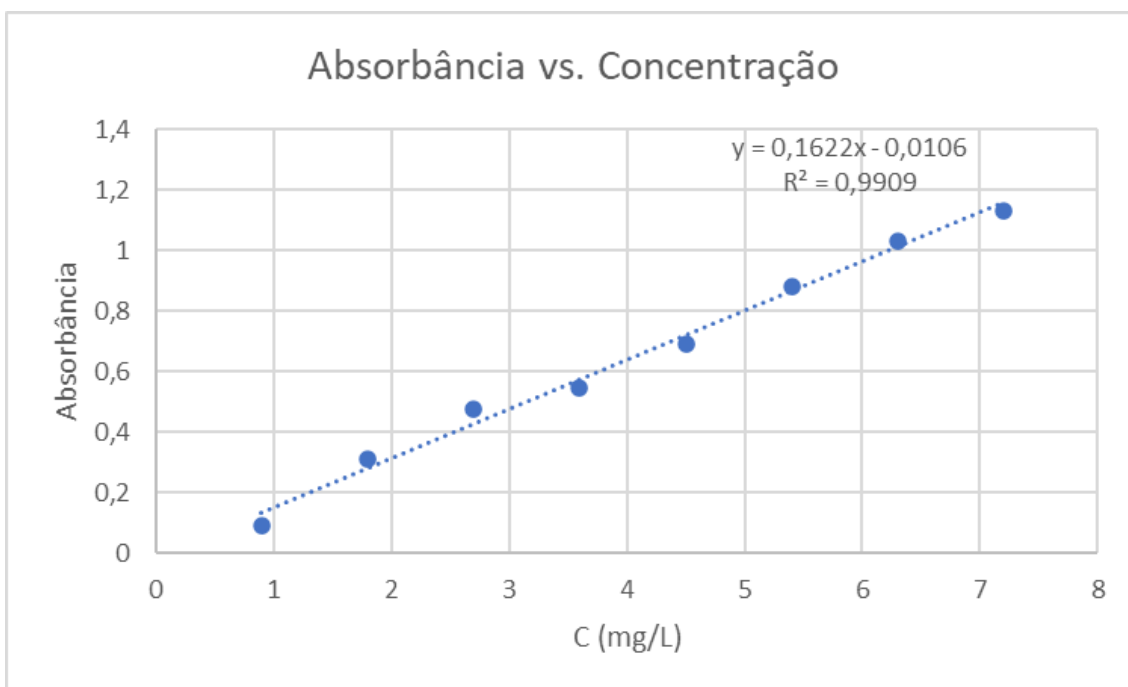
TABELA 2 – Concentração e absorbância das soluções a 10 mL

Tubo	A	B	C	D	E	F	G	H
C (mg/L)	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2
A, 664 nm	0,092	0,311	0,479	0,545	0,694	0,884	1,032	1,134

Fonte: Os autores (2022)

Utilizando os valores da TABELA 2, plota-se o GRÁFICO 1, cujo eixo x é a concentração e o eixo y a absorbância.

GRÁFICO 1- Absorbância vs. Concentração



Fonte: Os autores (2022)

A equação da reta obtida a partir do GRÁFICO 1, se relaciona com a Lei de Lambert-Beer, comprando as duas equações:

- Equação da reta: $A = 0,1622C - 0,0106$
- Lei de Lambert-Beer: $A = \varepsilon bC$

Desconsiderando o valor do coeficiente linear da reta, pois ele é próximo de zero, temos que o coeficiente angular equivale à εb , onde ε é a absorvidade molar, em $L/(mg\ cm)$, e b é o caminho óptico em cm. Como o caminho óptico é fornecido e tem o valor de 1 cm, temos que, $\varepsilon = 0,1622 \frac{L}{mg\ cm}$.

4.2 DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE EQUILÍBRIO

Seguindo o mesmo procedimento da seção anterior, foram medidas as absorvâncias a 664 nm de soluções azul de metileno, já preparadas e adsorvidas com algodões de massas já medidas, todos esses valores estão presentes na TABELA 3:

TABELA 3 – Concentração inicial das soluções de azul de metileno

Frasco	1	2	3	4	5	6	7	8
Cinicial (mg/L)	5	10	15	20	25	30	35	40
A, 664 nm	0,06 9	0,19 2	0,28 0	0,46 7	0,56 0	0,739	0,937	1,244
Malgodão (g)	0,48 2	0,49 2	0,57 0	0,57 9	0,49 2	0,493	0,503	0,509

Fonte: Os autores (2022)

A solução do frasco 8 apresentou uma absorvância maior que 1,00. O roteiro sugere realizar a diluição da amostra, no entanto, tal procedimento não foi realizado laboratorialmente, por isso o valor de 1,244 foi considerado nos cálculos.

Com todos os dados obtidos, a concentração de equilíbrio foi calculada, utilizando o valor do coeficiente angular do GRÁFICO 1, obtido na seção anterior, pela relação:

$$C_{eq} = \frac{A}{Coef. angular}$$

Realizando o cálculo da concentração de equilíbrio para o frasco 1, teremos:

$$C_{eq} = \frac{0,069}{0,1622} = 0,4254 \text{ mg/L}$$

Os cálculos para a concentração de equilíbrio para os outros frascos foram realizados da mesma maneira.

Para encontrar a quantidade de azul de metileno que foi adsorvido pelo algodão, deve-se utilizar a EQUAÇÃO 2:

$$C_{ads} = C_{inicial} - C_{eq} \quad (2)$$

Fazendo o cálculo para o frasco 1:

$$C_{ads} = 5 - 0,4254 = 4,5746 \text{ mg/L}$$

Os cálculos de C_{ads} para os outros frascos foram calculados pelo mesmo procedimento.

Para encontrarmos a quantidade de matéria, mol, adsorvida por grama de sólido. Devemos utilizar a EQUAÇÃO 3, sendo a massa molar do azul metileno fornecida de (319,5 g/mol).

$$n_{ads} = \frac{C_{ads} \cdot 10^{-3}}{20 \cdot m_{\text{algodão}} \cdot MM_{\text{azul de met}}} \quad (3)$$

Utilizando a EQUAÇÃO 3 para o frasco 1, temos:

$$n_{ads} = \frac{4,5746 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 0,482 \cdot 319,5} = 1,49 \cdot 10^{-6} \text{ mol/g}$$

Os resultados de n_{ads} e C_{eq} , para todos os frascos estão dispostos na TABELA 4:

TABELA 4 – Valores de C_{eq} e n_{ads} calculados para todos os frascos

Frasco	1	2	3	4	5	6	7	8
C_{eq} (mg/L)	0,4254	1,1837	1,7263	2,8792	3,4525	4,5561	5,7768	7,6695
n_{ads} (mol/g)	$1,49 \cdot 10^{-6}$	$2,80 \cdot 10^{-6}$	$3,64 \cdot 10^{-6}$	$4,63 \cdot 10^{-6}$	$6,85 \cdot 10^{-6}$	$8,08 \cdot 10^{-6}$	$9,09 \cdot 10^{-6}$	$9,94 \cdot 10^{-6}$

Fonte: Os autores (2022)

Com os valores da TABELA 4, é possível obter a TABELA 5 composta por $1/C_{eq}$ e $1/n_{ads}$:

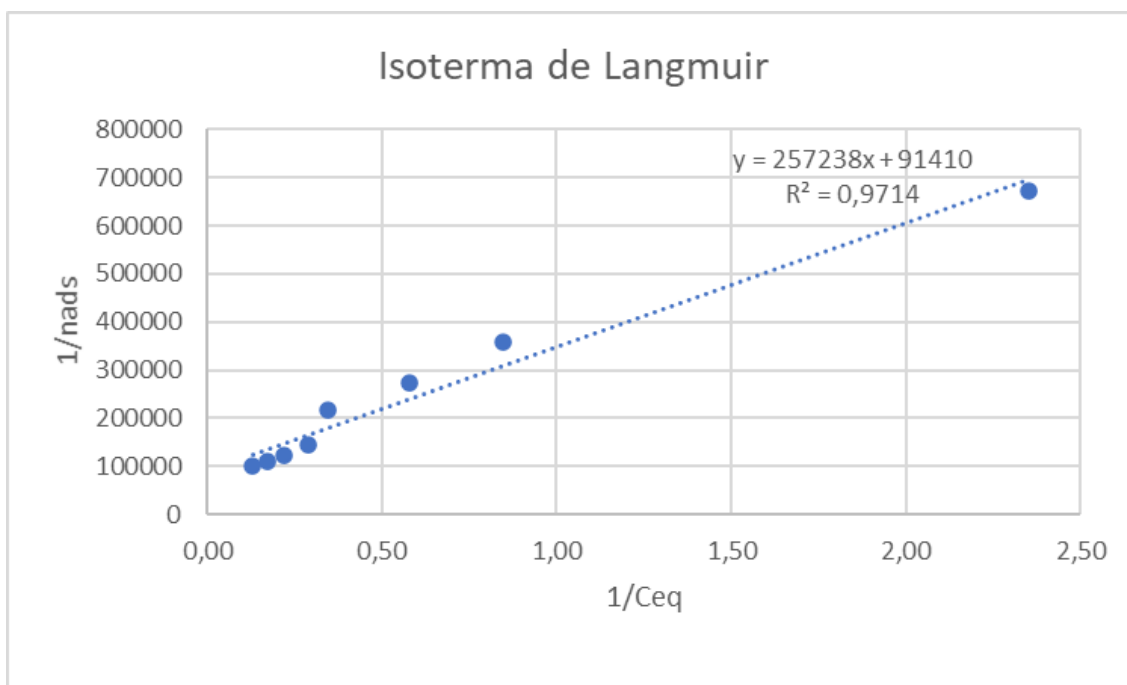
TABELA 5 – Valores de $1/C_{eq}$ e $1/n_{ads}$

Frasco	1	2	3	4	5	6	7	8
$1/C_{eq}$ (L/ mg)	2,3507	0,8448	0,5793	0,3473	0,2896	0,2195	0,1731	0,1304
$1/n_{ads}$ (g/mol)	673279	356600	274399	216100	145905	123812	109987	100602

Fonte: Os autores (2022)

Com os dados da TABELA 5, plota-se o GRÁFICO 2, que representa a isoterma de Langmuir.

GRÁFICO 2 – Isoterma de Langmuir experimental



Fonte: Os autores (2022)

Comparando a equação da reta ajustada com a isoterma de Langmuir teórica:

- Equação da reta: $\frac{1}{n_{ads}} = 257238 \frac{1}{C_{eq}} + 91410$
- Isoterma de Langmuir teórica: $\frac{1}{n} = \frac{1}{n_{m\acute{a}x}} + \frac{1}{n_{m\acute{a}x} \cdot K} \frac{1}{C}$

Pelas relações, temos que o coeficiente linear, 91410, equivale a $\frac{1}{n_{m\acute{a}x}}$.

Com isso encontramos o valor de $n_{m\acute{a}x}$:

$$n_{m\acute{a}x} = \frac{1}{91410} = 1,09 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Com o valor de $n_{m\acute{a}x}$ e o valor da área ocupada por uma molécula de azul de metileno (foi fornecido e vale $197,2 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$), podemos encontrar a área superficial específica da fibra de algodão, pela EQUAÇÃO 4:

$$A = n_{m\acute{a}x} \cdot \text{Num Avogadro} \cdot \sigma \quad (4)$$

$$A = 1,09 \cdot 10^{-5} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 197,2 \cdot 10^{-20}$$

$$A = 13 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2/\text{kg}$$

Comparando esse o valor fornecido pela literatura, $29,91 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2/\text{kg}$, será obtido um erro relativo de 57%.

5. CONCLUSÃO

Após a realização do ensaio experimental e o desenvolvimento dos cálculos em comparação com os valores obtidos na literatura, é possível reconhecer certa incoerência entre essas informações, sendo esta causada por erro experimental, ou por má correlação de valores quando substituições de dados foram necessárias. Além disso, os dados obtidos, se exibidos por uma equação de tendência apresentam um R^2 distante de 1, fazendo com que os desvios dos dados seja maior.

Tanto a ausência da diluição da amostra 8 após o valor excedente de absorbância ser obtido, quanto à utilização de algodão que, possivelmente não refletia o valor encontrado na literatura, tendo em vista que alguns materiais

possuem uma variação de 50% no valor de área superficial específica, como o carvão ativado por exemplo. Essa variação não seria evidente quando comparado as amostras de algodão existentes no laboratório no momento da prática, pois as mesmas eram um único pedaço que foi dividido.

Sendo assim, acredita-se que para a obtenção de dados mais precisos e confiáveis, é necessária a realização do mesmo ensaio, porém com mais informações extraídas em laboratório, e a correção na diluição da amostra que excedeu em absorbância.

REFERÊNCIAS

AMAVISCA, C. V. **Uso de resíduo agrícola como base para a preparação de carvão ativado**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

KAEWPRASIT, C. Application of Methylene Blue Adsorption to Cotton Fiber Specific Surface Area Measurement. **The Journal of Cotton Science**. v. 2. p. 164-173. 1998. Disponível em:
<<http://www.cotton.org/journal/1998-02/4/upload/jcs02-164.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

ATKINS, Peter. ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY. 8. ed. [S. l.: s. n.], 2006.