

## **PRÁTICA 2 - TENSÃO SUPERFICIAL II**

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**

O método da massa da gota é um experimento estruturado sobre o preceito de que, considerando uma gota ideal, a área da coluna do capilar (externa se o líquido molhar o tubo) multiplicado pela tensão superficial é igual a força que segura a gota prestes a se soltar (Lei de Tate). Teoricamente, esse conceito é suficiente para suprir qualquer correlação entre esses dados, porém quando analisado o ponto de desprendimento da gota percebe-se que uma fração da matéria que a compõe retorna para cima. Essa divisão gerou a necessidade de um fator de correção, tendo em vista que na teoria espera-se que o desprendimento se refira à uma esfera perfeita conforme ela se desenvolve (ATKINS, 2016).

Verificou-se por meio da comparação com outros métodos de análise experimental que o fator de correção necessário é relacionado ao volume da gota formada, cuja mesma é relacionada ao raio do capilar utilizado, sendo assim tais dados foram tabulados. O decorrer da experimentação demonstrou certo padrão progressivo e relativamente previsível no fator de correção, possibilitando facilmente o uso de interpolação para dados não obtidos experimentalmente sem que fossem gerados grandes erros. A área da superfície da gota também pode ser utilizada para a obtenção da quantidade material excessiva de soluto, dependendo somente da tensão superficial da solução, temperatura e concentração do soluto no ponto em questão (ATKINS, 2016).

Esse experimento consiste na utilização de dodecilsulfato de sódio (SDS), um surfactante (substância parcialmente hidrofílica e parcialmente hidrofóbica), com o objetivo de explorar e comprovar os efeitos do mesmo na tensão superficial da água de maneira quantitativa. A dupla afinidade dos surfactantes tem como principal consequência o efeito na disposição das

moléculas quando interagindo com seu meio. A formação de micelas e a disposição orientada na interface do sistema são os meios que essas substâncias respondem espacialmente para que alcancem certa estabilidade, sendo o enfraquecimento da tensão superficial um dos impactos, indicando assim uma adsorção negativa do SDS em meio à água (ATKINS, 2016).

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo do experimento é avaliar a tensão superficial de uma solução de dodecilsulfato de sódio (SDS), através da obtenção do raio da bureta. Além disso, o experimento visa calcular o excesso superficial e a área ocupada por uma molécula do composto em solução. Por fim, com o tratamento de dados, objetiva-se encontrar a concentração micelar crítica de SDS.

## **3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

Na primeira parte da prática, pesou-se um copo de plástico e adicionou-se água destilada na bureta. Posteriormente foram contadas as gotas gotejadas no copo, em 2,0 mL de água. Após esse procedimento o copo, agora com água, foi pesado, sendo possível calcular a massa de água gotejada e a massa de cada gota. Com esses valores foi possível determinar o raio e, consequentemente, o fator de correção.

Na segunda parte da prática foram preparadas soluções de SDS com água destilada em diferentes concentrações, o grupo preparou soluções com concentração de 9,0; 10,0 e 12,0 mmol/L. Após a preparação correta das soluções, foi repetido o processo da primeira parte da prática: pesou-se um copo plástico vazio, adicionou-se uma das soluções de SDS na bureta, foram contadas as gotas de 1,0 mL de SDS que foram gotejadas no copo, o copo com as gotas de SDS foi pesado e, por fim, foi calculada a massa da solução e a massa de cada gota. Vale ressaltar que esse procedimento foi repetido para cada uma das diferentes concentrações de SDS.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No dia da prática realizada, obteve-se como condições ambientes do laboratório a Temperatura de 18 °C.

Os dados coletados experimentalmente e os valores calculados estão dispostos na tabela 1

Tabela 1 - Dados do líquido padrão (água)

água	$m_{\text{copo}}$ (g)	nº de gotas	$M_{\text{copo+gotas}}$ (g)	$\Delta m$ (kg)	massa média de 1 gota (kg)	Raio Calculado (m)
1	0,762	38	2,765	0,002003	5,2815E-05	0,0017323
2	0,741	37	2,752	0,002011		

Fonte: Os autores (2022)

Os dados coletados experimentalmente e os valores calculados de  $\gamma$  estão dispostos na tabela 2.

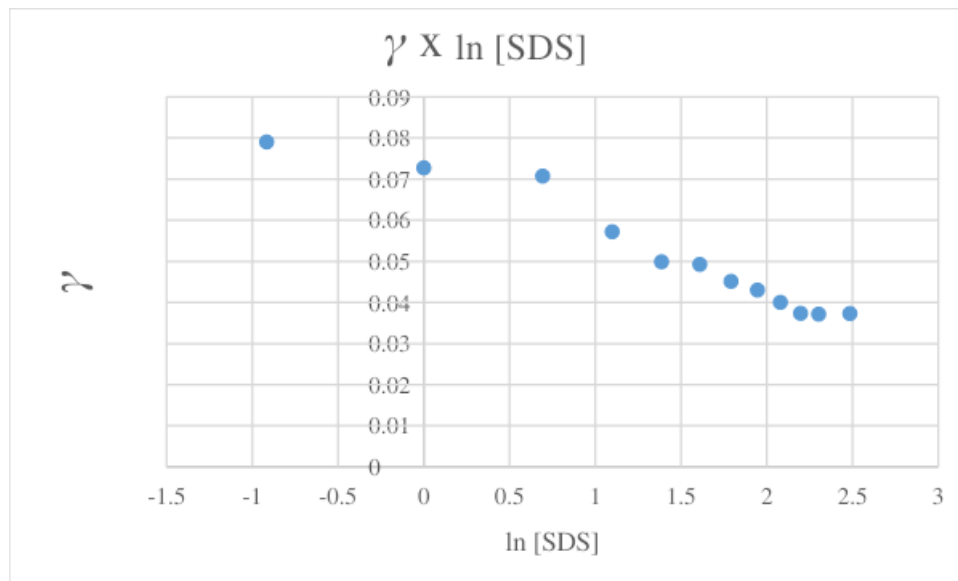
Tabela 2 - Dados das soluções aquosas de SDS

[SDS] (mmol/L)	8,5	9,0	10,0
$N_1^\circ$ gotas	38	38	36
$m_{1, \text{copo vazio}}$ (g)	0,624	0,806	0,673
$m_{1, \text{copo+gotas}}$ (g)	1,69	1,828	1,676
$\Delta m_1$ (kg)	0,001066	0,001022	0,001003
$m_{1, 1 \text{ gota}}$ (kg)	2,805E-05	2,690E-05	2,786E-05
$N_2^\circ$ gotas	38	36	38
$m_{2, \text{copo vazio}}$ (g)	0,665	0,823	0,691
$m_{2, \text{copo+gotas}}$ (g)	1,697	1,832	1,727
$\Delta m_2$ (kg)	0,001032	0,001009	0,001036
$m_{2, 1 \text{ gota}}$ (kg)	2,716E-05	2,803E-05	2,726E-05
$m_{\text{média } 1 \text{ gota}}$ (kg)	2,7605E-05	2,7461E-05	2,7562E-05
$\gamma$ (N.m <sup>-1</sup> )	0,037299	0,037161	0,037299

Fonte: Os autores (2022)

Utilizando os dados calculados da tensão superficial, é possível construir um gráfico da isoterma de adsorção de Gibbs de  $\gamma$  (N.m<sup>-1</sup>) versus  $\ln [\text{SDS}]$ :

Figura 1 – Isoterma de adsorção de Gibbs de  $\gamma$  versus  $\ln [\text{SDS}]$



Fonte: Os autores (2022)

É possível notar que a isoterma está seguindo uma tendência adequada se comparada com o formato esperado encontrado na literatura, conforme o gráfico a seguir: dodecilsulfato de sódio (SDS)

Figura 2 – Isoterma de adsorção de Gibbs de  $\gamma$  versus  $\ln [\text{SDS}]$ .

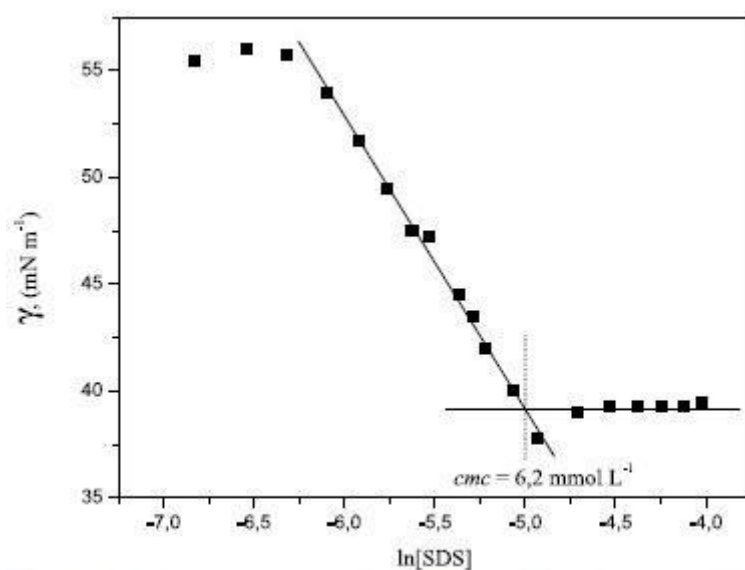


Figura 1S. Tensão superficial versus concentração de SDS em solução aquosa

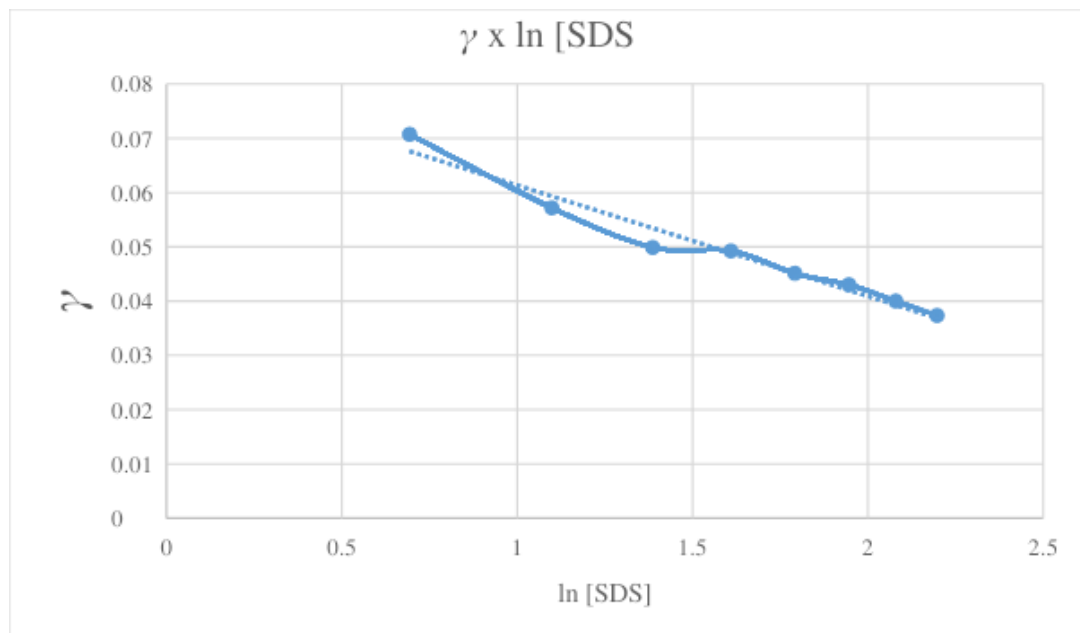
Fonte: Silva, Barreto e Bellettini (2013).

É possível determinar o excesso superficial ( $\Gamma$ ) através da equação da isoterma de Gibbs:

$$\Gamma = - \left( \frac{1}{RT} \right) \times \left( \frac{d\gamma}{dc} \right)$$

Onde  $\gamma$  é a tensão superficial da solução e  $c$  é a concentração do soluto no seio da solução. A relação  $\frac{d\gamma}{dc}$  da equação 4 pode ser obtida pelo coeficiente angular da reta contida no gráfico da isoterma de adsorção de Gibbs:

Figura 3 – Seção linear da isoterma de adsorção de Gibbs de  $\gamma$  versus  $\ln [\text{SDS}]$ .



Fonte: Os autores (2022)

Dessa forma, resolvendo a equação 4, obtém-se  $\Gamma$ :

$$\Gamma = - \left( \frac{1}{8,314 \text{ J.mol}^{-1} . 291 \text{ K}} \right) \times \left( - 0,0204 \text{ N.m}^{-1} \right) = 8,432 * 10^{-6} \text{ mol.m}^{-2}$$

A partir de  $\Gamma$  ( $\text{mol.m}^{-2}$ ), pode-se determinar a área ( $\text{m}^2$ ) ocupada por uma molécula de SDS, conforme a equação a seguir:

$$A = \frac{1}{N_A \cdot \Gamma}$$

Equação 5

Onde  $N_A$  é número de Avogadro. Assim, tem-se que:

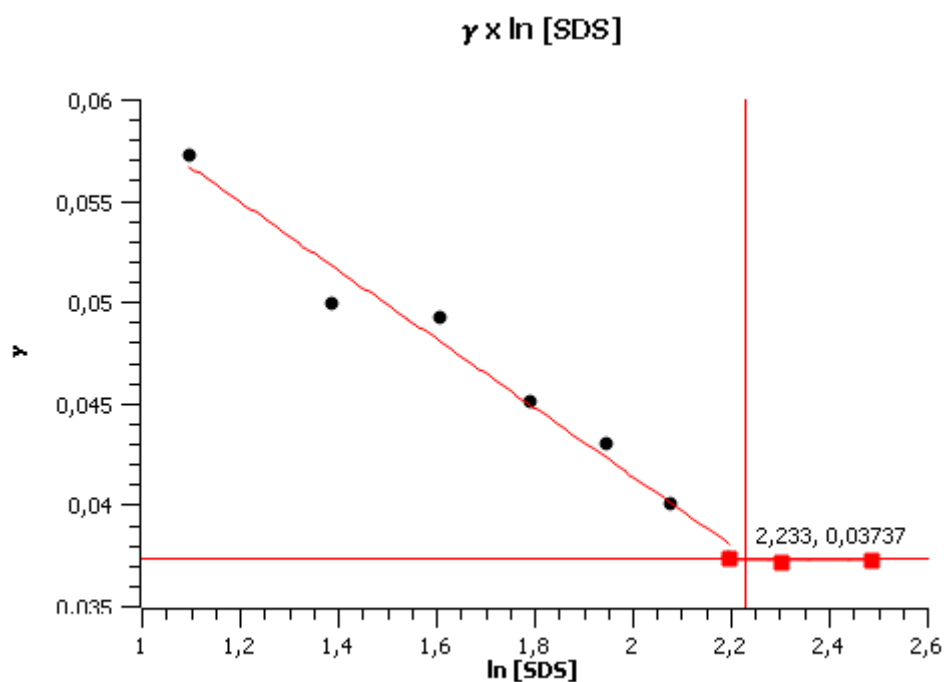
$$A = \frac{1}{6,022 * 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 8,432 * 10^{-6} \text{ mol.m}^{-2}} = 2,392 * 10^{-19} \text{ m}^2$$

$$\text{ou } A = 23,92 \text{ \AA}^2$$

Através da interseção das linhas de tendências linear ( $\gamma = 0,03737 \text{ N.m}^{-1}$ ;  $\ln[\text{SDS}] = 2,233$ ) do gráfico da figura 3, foi possível achar o valor da CMC de  $9,328 \text{ mmol.L}^{-1}$  para o SDS.

$$A = \frac{1}{6,022 * 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 8,432 * 10^{-6} \text{ mol.m}^{-2}} = 2,392 * 10^{-19} \text{ m}^2$$

Figura 4 – Intersecção das linhas de tendência



Fonte: Os autores (2022)

Para o cálculo do desvio, adotou-se como referência o valor de 6,2 mmol/L para o CMC, conforme o gráfico ilustrado na figura 2, sendo assim obtém-se:

$$\%desv = \frac{9,328-6,2}{6,2} * 100 = 50,45 \%$$

## 5. CONCLUSÃO

Podemos concluir pelos procedimentos adotados que ao aumentar a concentração de SDS ocorreu uma diminuição da tensão superficial da solução, onde mostra que o soluto é positivamente adsorvido, devido às camadas superficiais da solução que são enriquecidas no soluto em questão.

Também foi possível verificar que o comportamento do gráfico da isoterma de adsorção de Gibbs de  $\gamma$  em função do  $\ln [SD]$  seguiu o formato em que se espera nos dados obtidos na literatura. Com isso, a partir dele podemos encontrar o valor da concentração micelar crítica (CMC) de 9,328 mmol.L<sup>-1</sup>, tendo um erro de 50,45% em comparação com o valor da literatura, onde possíveis erros experimentais possam ter influenciado nos cálculos, como medidas erradas e não precisas.

Por fim, é possível observar que temos o comportamento da tensão superficial praticamente o mesmo após o CMC reforçando os conceitos da prática, pois temos que a partir dessa concentração que não há mais espaço para que as moléculas sejam adsorvidas na superfície e assim micelas começam a se formar no interior da solução.



## REFERÊNCIAS

ATKINS, P. Chemical Principles: The Quest for Insight. 7th Edition. New York, 2016.

SILVA, Isabella R. da; BARRETO, Pedro L. M.; BELLETTINI, Ismael C.. Estudo das dispersões aquosas de nanotubos de carbono utilizando diferentes surfactantes. Quím. Nova, São Paulo , v. 36, n. 1, p. 5-9, 2013 . Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422013000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000100002&lng=en&nrm=iso)>.