

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA  
NOVA SCHOOL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



Departamento de química  
Química Física A

# Cinética da redução do corante azul de toluidina pelo ião sulfito

Ano Letivo 2022–2023

---

Felipe Pinto	61387	MIEQB
Francisco Duarte	63754	LEQB
Lunara Maciel	54768	MIEQB
Sebastião Carvalhal	60823	MIEQB

---

## Conteúdo

1	Resumo	4
2	Introdução	5
3	Cálculos e Resultados	6
3.1	Cálculos Pré-laboratoriais	6
3.2	Resultados	7
4	Discussão	8
4.1	Análise da absorvância em função do tempo.	8
4.2	Análise dos gráficos de $k'$ e $K$ .	8
4.3	Arrhenius (Tabela)	9
4.4	Arrenius (Graficos)[2]	10
4.5	Força iônica variável	11
5	Conclusão	13
6	Dados	14
6.1	Dados Para Estudo	14
7	Referencias	16

# Lista de Figuras

1	Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a primeira solução . . . . .	7
2	Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a segunda solução . . . . .	7
3	Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a terceira solução . . . . .	7
4	Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a quarta solução . . . . .	7
5	Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a quinta solução . . . . .	7
6	ln constante da velocidade × inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.02, valores da tabela na seção: 4.3 . . . .	10
7	ln constante da velocidade × inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.04, valores da tabela na seção: 4.3 . . . .	10
8	ln constante da velocidade × inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.06, valores da tabela na seção: 4.3 . . . .	10
9	ln constante da velocidade × inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.08, valores da tabela na seção: 4.3 . . . .	10
10	ln constante da velocidade × inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.10, valores da tabela na seção: 4.3 . . . .	10
11	ln da pseudo constante da velocidade × $\sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 9, valores da tabela na seção: 6.1 . . . . .	11
12	ln da pseudo constante da velocidade × $\sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 10, valores da tabela na seção: 6.1 . . . . .	11
13	ln da pseudo constante da velocidade × $\sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 11, valores da tabela na seção: 6.1 . . . . .	11
14	Grafico cruzando a constante cinética aparente com a concentração de $\text{SO}_3^{2-}$ , seu declive revela a constante cinética real da reação	12

# Lista de Tabelas

Tabela 1: Volumes usados em cada solução . . . . .	6
Tabela 2: Dados para discussão . . . . .	9
Tabela 3: Declive das soluções sobre a concentração de $\text{SO}_3^{-2}$ . . . . .	12
Tabela 4: Temperatura, solução, $k'$ concentração de $\text{SO}_3^{-2}$ e força ionica ( $I$ ) das amostras 1 a 8 . . . . .	14
Tabela 5: Temperatura, solução, $k'$ concentração de $\text{SO}_3^{-2}$ e força ionica ( $I$ ) das amostras 9 a 11 . . . . .	14
Tabela 6: Absorvancia e Tempo da solução 1 . . . . .	15
Tabela 7: Absorvancia e Tempo da solução 2 . . . . .	15
Tabela 8: Absorvancia e Tempo da solução 3 . . . . .	15
Tabela 9: Absorvancia e Tempo da solução 4 . . . . .	15
Tabela 10: Absorvancia e Tempo da solução 5 . . . . .	15

# 1 Resumo

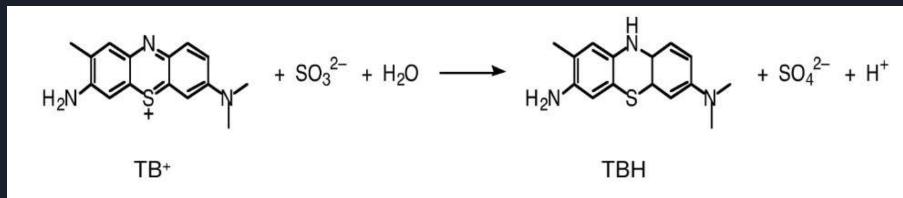
A realização desta atividade experimental teve como objetivo estudar as propriedades e a cinética do corante azul de toluidina durante o processo de redução pelo ião sulfito.

Preparamos 5 soluções de concentrações diferentes e com a sua força iônica constante e igual a 0.49 M medindo-se a absorvância usando um espectrofotômetro. Com os valores obtidos, representamos graficamente o logaritmo neperiano da absorvância em função do tempo e também calculamos a pseudo-constante da velocidade ( $k'$ ) para cada solução.

Com os resultados obtidos construiu-se um gráfico de  $k'$  em função da concentração de  $[SO_3^{2-}]_0$ , onde constatamos que o valor da constante cinética da reação ( $K$ ) é igual a  $0.037\text{ mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ . Sendo que o valor obtido é semelhante aos valores obtidos pelos demais grupos podemos concluir que os resultados foram os esperados.

## 2 Introdução

No estudo da reação de redução do azul de toluidina  $\text{TB}^+$  pelo ião sulfito  $\text{SO}_3^{2-}$  descrita pela equação:



O azul de toluidina  $\text{TB}^+$  é um corante caracterizado por  $\lambda_{\max} = 596 \text{ nm}$  e por  $\epsilon(596 \text{ nm}) = 24000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  em solução aquosa.<sup>[1]</sup> O ião sulfito reduz o azul de toluidina em branco de toluidina  $\text{TBH}$ . Esta reação segue uma cinética de 2<sup>a</sup> ordem, dado que velocidade da reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações dos reagentes, isto é, a velocidade da reação aumenta exponencialmente à medida que as concentrações dos reagentes aumentam:

$$v = k [\text{SO}_3^{2-}]_0 [\text{TB}^+]$$

Como sabemos que o ião sulfito se encontra em excesso em comparação com o azul de toluidina, a sua concentração não irá variar significativamente durante a reação, o que nos permite estudar a reação como sendo de pseudo 1<sup>a</sup> ordem. Assim a velocidade da reação depende apenas da concentração do reagente em menor quantidade, podendo ser aproximada a uma cinética de 1<sup>a</sup> ordem

$$v = k' [\text{TB}^+] \quad k' = k [\text{SO}_3^{2-}]_0$$

[1]

Partindo da nova equação de velocidade, se integrarmos obtemos:

$$\ln [\text{TB}^+] = \ln [\text{TB}^+]_0 - k' t \iff \ln A = \ln A_0 - k' t$$

[1]

Através da lei de Lambert-Beer,  $A = \epsilon b[\text{TB}^+]$ , sabemos que a  $\text{TB}^+$  é diretamente proporcional à absorvância, ( $A$ ), medida experimentalmente pelo espectrofotômetro. Assim conseguimos obter o valor de  $k'$  pelo declive da reta  $\ln(A) \times \text{tempo}$ . Através da ordenada na origem da mesma reta consegue-se obter o valor da absorvância inicial do azul de toluidina, que se deve encontrar entre 310 a 340 nm.

Utilizando diferentes concentrações de  $[\text{SO}_3^{2-}]_0$  para diferentes soluções, construimos um gráfico dos respetivos  $k'$  em função da concentração  $[\text{SO}_3^{2-}]_0$  cujo declive da reta formada equivale ao valor do  $k$ , constante cinética da reação em estudo.

### 3 Cálculos e Resultados

#### 3.1 Cálculos Pré-laboratoriais

$TB^+$

$$V_{Mae} = \frac{mL_{Mae}}{2.0 * 10^{-4} mol_{TB^+}} \frac{2.0 * 10^{-5} mol_{TB^+}}{mL_{Sol}} 20 mL_{Sol} = 2.0 mL_{Mae}$$

$Na_2SO_3$

$$V_{Mae} = \frac{mL_{Mae}}{0.20 mol_{Na_2SO_3}} \frac{x mol_{Na_2SO_3}}{mL_{Sol}} 20 mL_{Sol} = 100 x mL_{Mae}$$

$mol dm^{-3}_{Na_2SO_3}$	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
$mL_{Mae}$	2	4	6	8	10

$NaCl$

$$V_{Mae} = \frac{0.48999 - 3 c_{Na_2SO_3}}{0.03} mL_{Mae}$$

$$V_{Mae} = \frac{mL_{Mae}}{0.60 mol_{NaCl}} \frac{[NaCl] mol_{NaCl}}{mL_{Sol}} 20 mL_{Sol} = \frac{[NaCl]}{0.03} mL_{Mae}$$

$$I = 0.49 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_n z_n^2 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 2.0 * 10^{-5} & * (+1)^2 + \\ + [Na_2SO_3] * 2 & * (+1)^2 + \\ + [Na_2SO_3] & * (-2)^2 + \\ + [NaCl] & * (+1)^2 + \\ + [NaCl] & * (-1)^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (TB^+) \\ (Na^{2+}) \\ (So^{2-}) \\ (Na^{1+}) \\ (Cl^{1-}) \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [NaCl] = 0.48999 - 3 [Na_2SO_3] \quad \therefore \frac{0.48999 - 3 [Na_2SO_3]}{0.03} mL_{Mae}$$

$mol dm^{-3}_{Na_2SO_3}$	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
$mL_{Mae}$	14.33	12.33	10.33	8.33	6.33

Volumes usados

Solução	$TB^+/mL$	$Na_2SO_3/mL$	$NaCl/mL$	$H_2O/mL$
1	2	2	14	2
2	2	4	12	2
3	2	6	10	2
4	2	8	8	2
5	2	10	6	2

Volume Total: 20 mL

Tabela 1: Volumes usados em cada solução

### 3.2 Resultados

#### Graficos das $k'$ das soluções

##### Solução 1

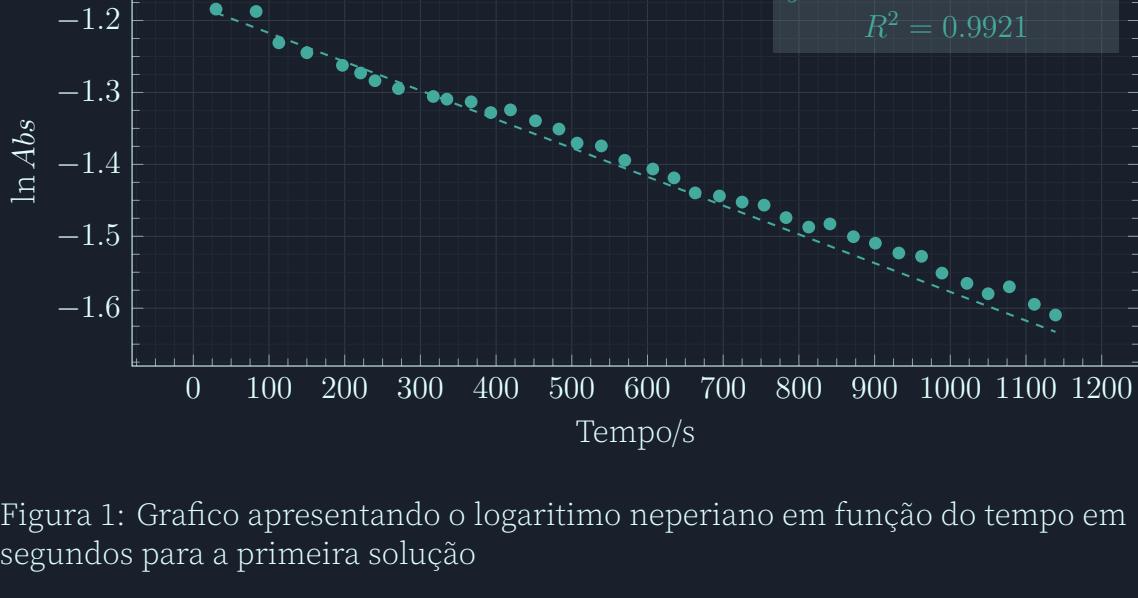


Figura 1: Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a primeira solução

##### Solução 2

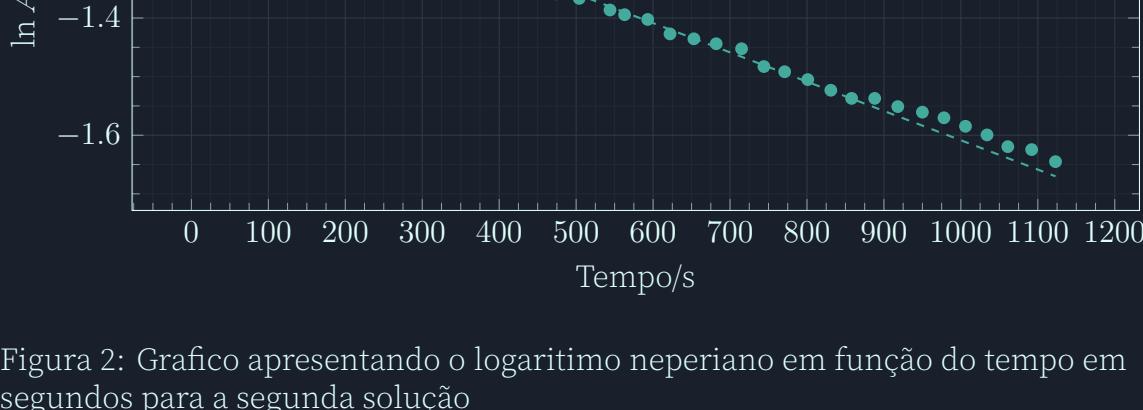


Figura 2: Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a segunda solução

##### Solução 3

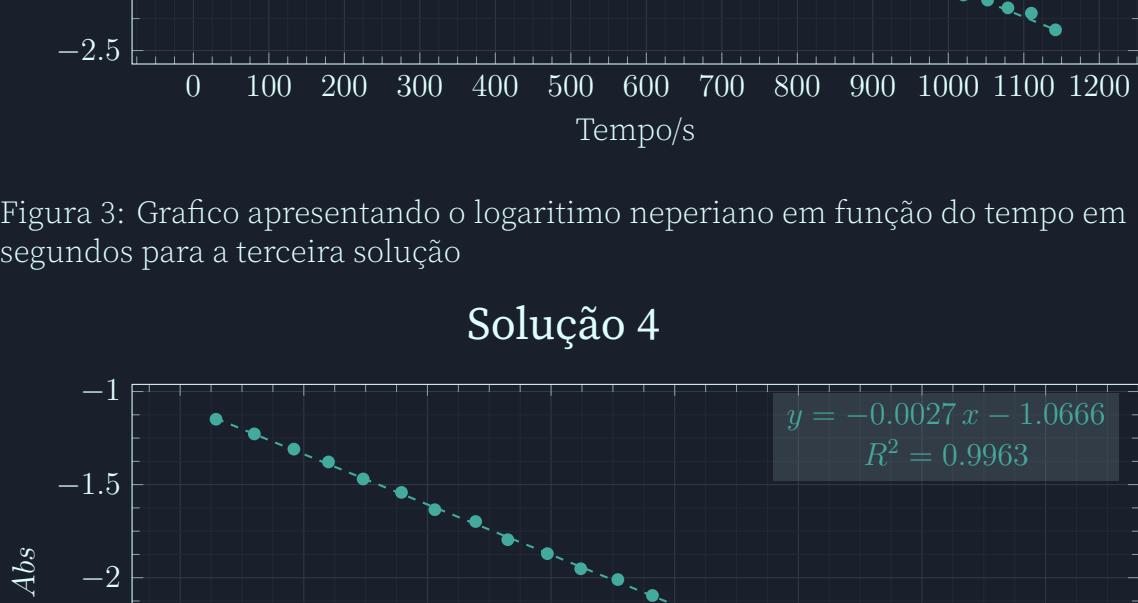


Figura 3: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a terceira solução

##### Solução 4

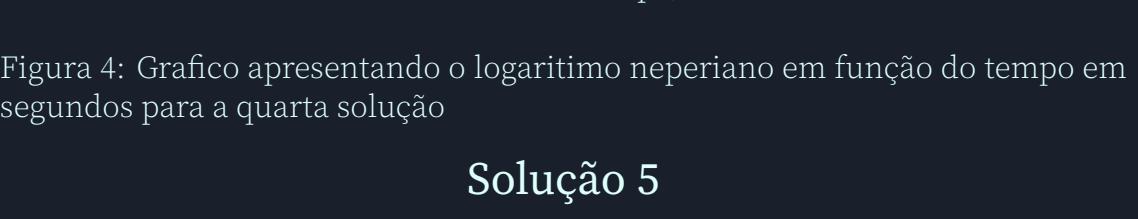


Figura 4: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quarta solução

##### Solução 5



Figura 5: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quinta solução

## 4 Discussão

### 4.1 Análise da absorvância em função do tempo.

Como podemos observar nas tabelas das diferentes cinco soluções, ao longo do tempo os valores da absorvância vão diminuindo e tonalidade da solução vai aclareando. Isto acontece pois à medida que decorre a reação o azul toluidina está a ser reduzido pelo sulfito, transformando-se em branco de toluidina que absorve menos radiação. Com o aumento da concentração de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  a velocidade da reação aumenta proporcionalmente, justificado pela equacação da velocidade da reação. Com este aumento, nota-se uma maior descrepância entre os valores da absorvância no mesmo intervalo de tempo.

### 4.2 Análise dos gráficos de $k'$ e $K$ .

Na criação dos gráficos que seguem a equação  $\ln A = \ln A_0 - k' t$ , a linearidade dos pontos é fulcral para a obtenção de um valor preciso de  $k'$ . Conseguimos observar que nas duas primeiras soluções as medições das absorvâncias não foram executadas corretamente o que causa uma perturbação na linearidade dos pontos da reta. Pelo contrário nas três últimas soluções, as medições tiveram uma melhor execução o que se reflete na proximidade ao valor 1 do coeficiente de determinação. A razão por de trás da má qualidade das primeiras medições em comparação com as últimas pode dever-se ao facto, do número de medições efectuadas ou à contaminação do exterior da célula usada. Como consequência da falta de precisão nos valores de  $k'$  obtivemos uma reta através da equação  $k' = k [\text{SO}_3^{2-}]_0$  cujo coeficiente de determinação indica a falta de linearidade dos pontos. Assim concluímos teoricamente que o nosso valor de  $k$  não seja aceitável.

### 4.3 Arrhenius (Tabela)

Através da equação  $k' = k [\text{SO}_3^{2-}]_0$ , e dos dados disponibilizados para estudo, retiramos para cada concentração inicial de sulfito um valor de  $k$  a uma temperatura específica. Com estes valores de  $k$  às suas respectivas temperaturas, criámos gráficos de  $\ln(k) \times 1/\text{Temperatura}$ .

Para  $[\text{SO}_3^{2-}] 0.02$

$k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\ln k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$T/^\circ\text{C}$	$T^{-1}/^\circ\text{C}^{-1}$
$2.88E - 02$	-3.549	20.0	5.000 E-2
$3.68E - 02$	-3.304	22.5	4.444 E-2
$4.08E - 02$	-3.199	25.0	4.000 E-2
$4.59E - 02$	-3.082	30.0	3.333 E-2
$6.00E - 02$	-2.813	31.0	3.226 E-2
$2.65E - 02$	-3.632	20.0	5.000 E-2
$2.73E - 02$	-3.601	21.9	4.566 E-2
$5.85E - 02$	-2.839	35.0	2.857 E-2

Para  $[\text{SO}_3^{2-}] 0.04$

$k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\ln k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$T/^\circ\text{C}$	$T^{-1}/^\circ\text{C}^{-1}$
$2.75E - 02$	-3.594	20	5.000 E-2
$4.05E - 02$	-3.206	22.5	4.444 E-2
$3.75E - 02$	-3.283	25	4.000 E-2
$5.13E - 02$	-2.971	31	3.226 E-2
$2.43E - 02$	-3.718	20	5.000 E-2
$1.83E - 02$	-4.002	21.9	4.566 E-2
$6.60E - 02$	-2.718	35	2.857 E-2

Para  $[\text{SO}_3^{2-}] 0.06$

$k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\ln k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$T/^\circ\text{C}$	$T^{-1}/^\circ\text{C}^{-1}$
$2.55E - 02$	-3.669	20	5.000 E-2
$5.02E - 02$	-2.992	22.5	4.444 E-2
$3.07E - 02$	-3.485	25	4.000 E-2
$6.43E - 02$	-2.744	30	3.333 E-2
$6.88E - 02$	-2.676	31	3.226 E-2
$2.40E - 02$	-3.730	20	5.000 E-2
$1.73E - 02$	-4.055	21.9	4.566 E-2
$6.10E - 02$	-2.797	35	2.857 E-2

Para  $[\text{SO}_3^{2-}] 0.08$

$k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\ln k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$T/^\circ\text{C}$	$T^{-1}/^\circ\text{C}^{-1}$
$2.64E - 02$	-3.635	20	5.000 E-2
$2.86E - 02$	-3.553	22.5	4.444 E-2
$3.00E - 02$	-3.507	25	4.000 E-2
$7.16E - 02$	-2.636	30	3.333 E-2
$6.04E - 02$	-2.807	31	3.226 E-2
$2.19E - 02$	-3.822	20	5.000 E-2
$1.68E - 02$	-4.089	21.9	4.566 E-2
$6.35E - 02$	-2.757	35	2.857 E-2

Para  $[\text{SO}_3^{2-}] 0.10$

$k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$\ln k/\text{M}^{-1} \text{s}^{-1}$	$T/^\circ\text{C}$	$T^{-1}/^\circ\text{C}^{-1}$
$2.82E - 02$	-3.568	20	5.000 E-2
$3.87E - 02$	-3.252	22.5	4.444 E-2
$3.33E - 02$	-3.402	25	4.000 E-2
$2.01E - 02$	-3.907	20	5.000 E-2
$1.69E - 02$	-4.080	21.9	4.566 E-2
$6.09E - 02$	-2.799	35	2.857 E-2

Tabela 2: Dados para discussão

## 4.4 Arrenius (Graficos)[2]

$$[\text{SO}_3^{-2}]_0 = 0.02 \text{ M}$$

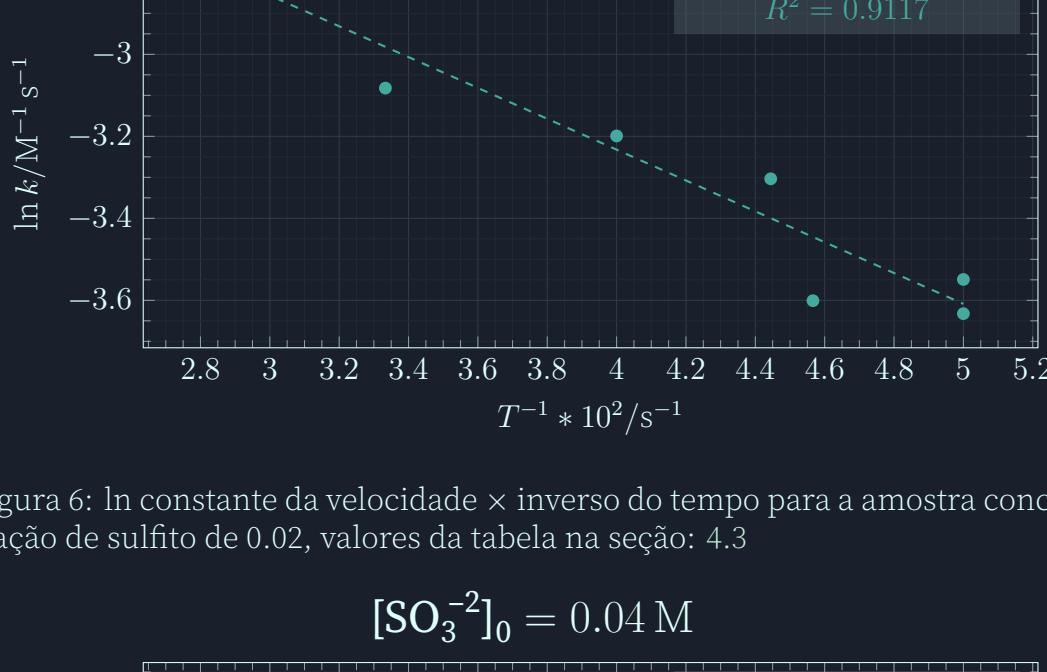


Figura 6:  $\ln$  constante da velocidade  $\times$  inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.02, valores da tabela na seção: 4.3

$$[\text{SO}_3^{-2}]_0 = 0.04 \text{ M}$$

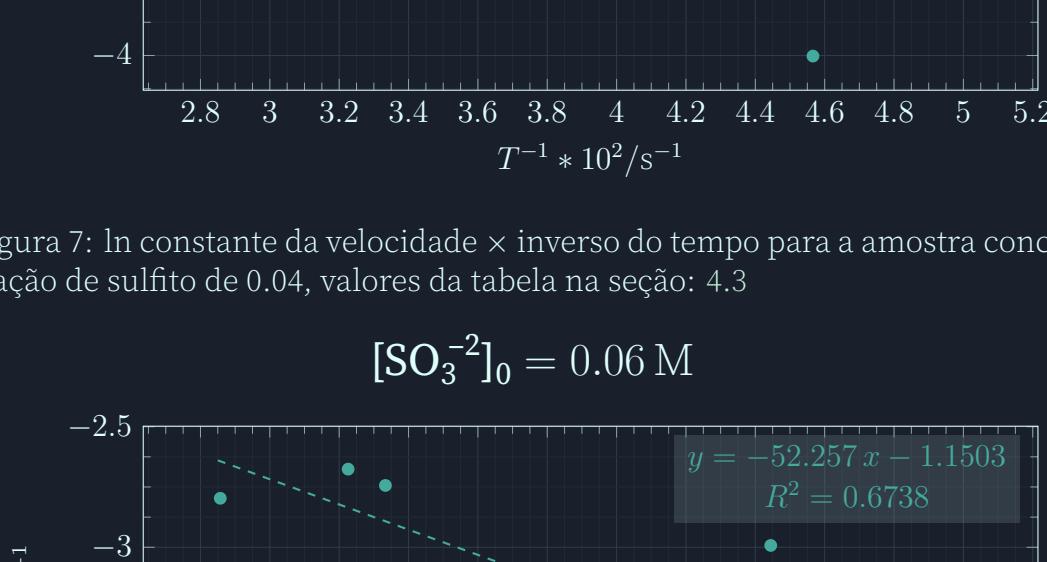


Figura 7:  $\ln$  constante da velocidade  $\times$  inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.04, valores da tabela na seção: 4.3

$$[\text{SO}_3^{-2}]_0 = 0.06 \text{ M}$$

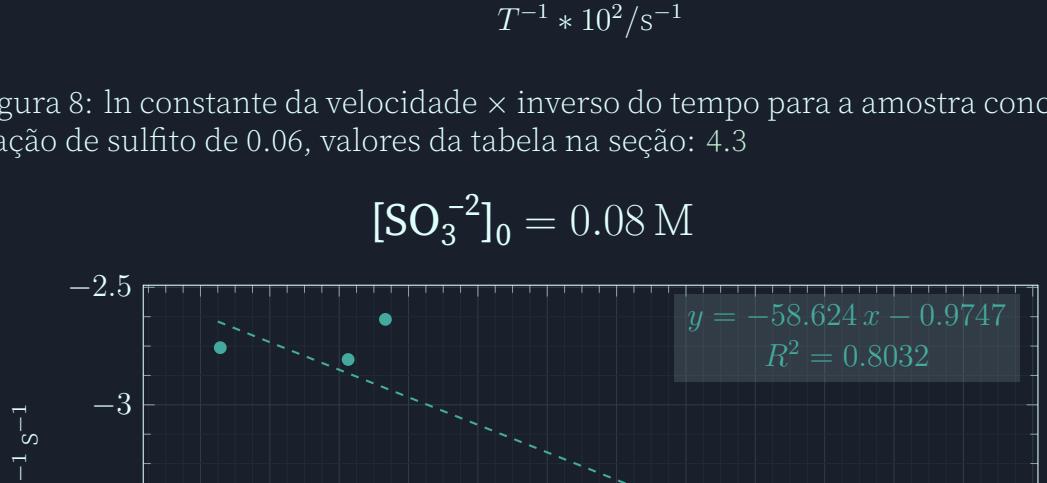


Figura 8:  $\ln$  constante da velocidade  $\times$  inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.06, valores da tabela na seção: 4.3

$$[\text{SO}_3^{-2}]_0 = 0.08 \text{ M}$$

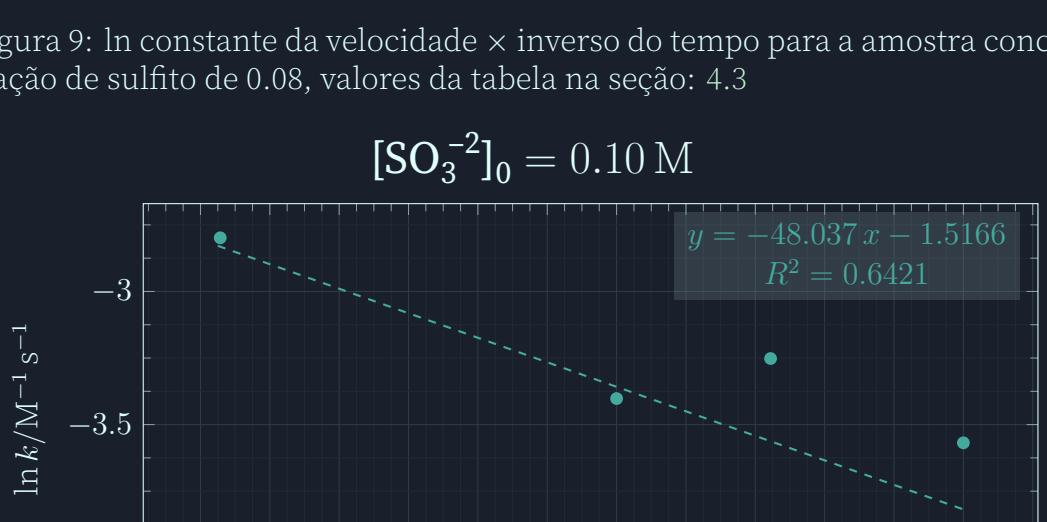


Figura 9:  $\ln$  constante da velocidade  $\times$  inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.08, valores da tabela na seção: 4.3

$$[\text{SO}_3^{-2}]_0 = 0.10 \text{ M}$$

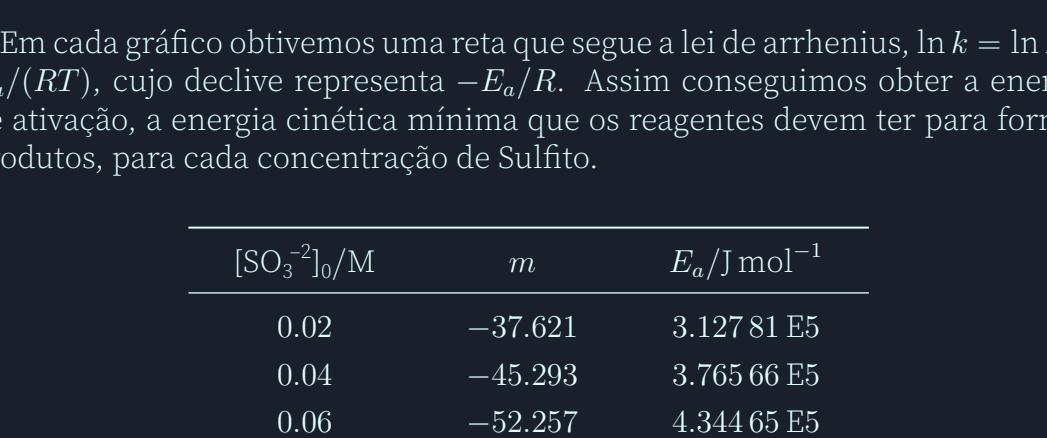


Figura 10:  $\ln$  constante da velocidade  $\times$  inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.10, valores da tabela na seção: 4.3

Em cada gráfico obtivemos uma reta que segue a lei de arrhenius,  $\ln k = \ln A - E_a/(RT)$ , cujo declive representa  $-E_a/R$ . Assim conseguimos obter a energia de ativação, a energia cinética mínima que os reagentes devem ter para formar produtos, para cada concentração de Sulfito.

$[\text{SO}_3^{-2}]_0 / \text{M}$	$m$	$E_a / \text{J mol}^{-1}$
0.02	-37.621	3.12781 E5
0.04	-45.293	3.76566 E5
0.06	-52.257	4.34465 E5
0.08	-58.624	4.87400 E5
0.10	-48.037	3.82752 E5

## 4.5 Força iônica variável

Amostra 9

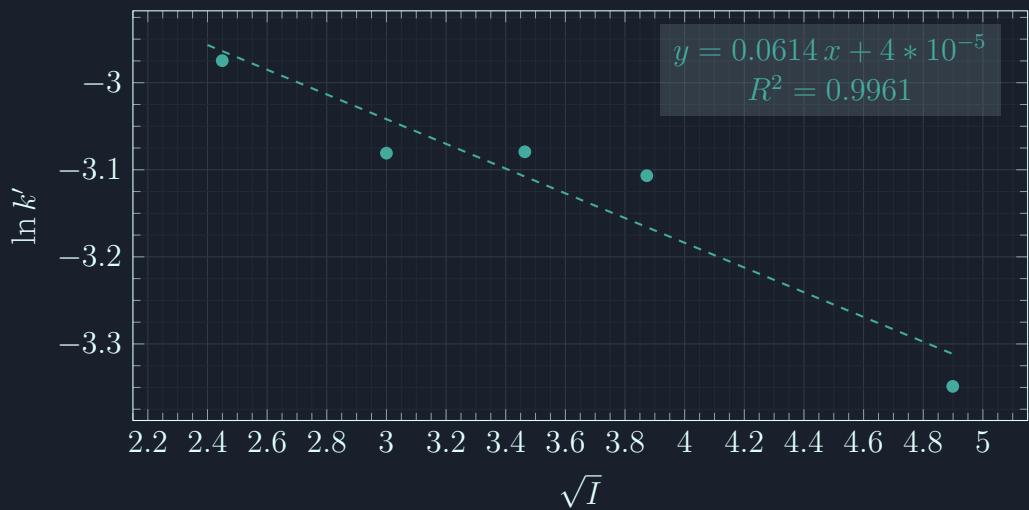


Figura 11:  $\ln$  da pseudo constante da velocidade  $\times \sqrt{\text{força iônica}}$  para a amostra 9, valores da tabela na seção: 6.1

Amostra 10

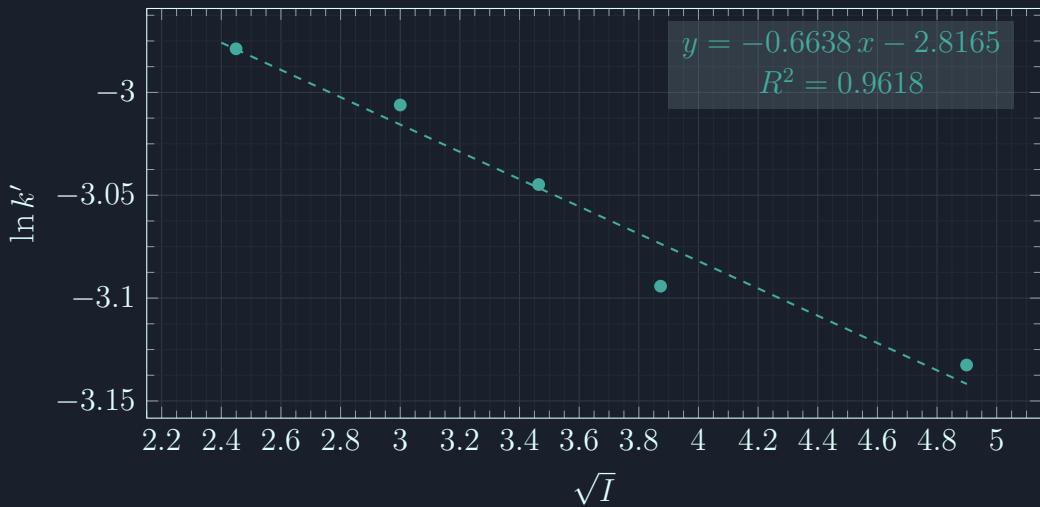


Figura 12:  $\ln$  da pseudo constante da velocidade  $\times \sqrt{\text{força iônica}}$  para a amostra 10, valores da tabela na seção: 6.1

Amostra 11

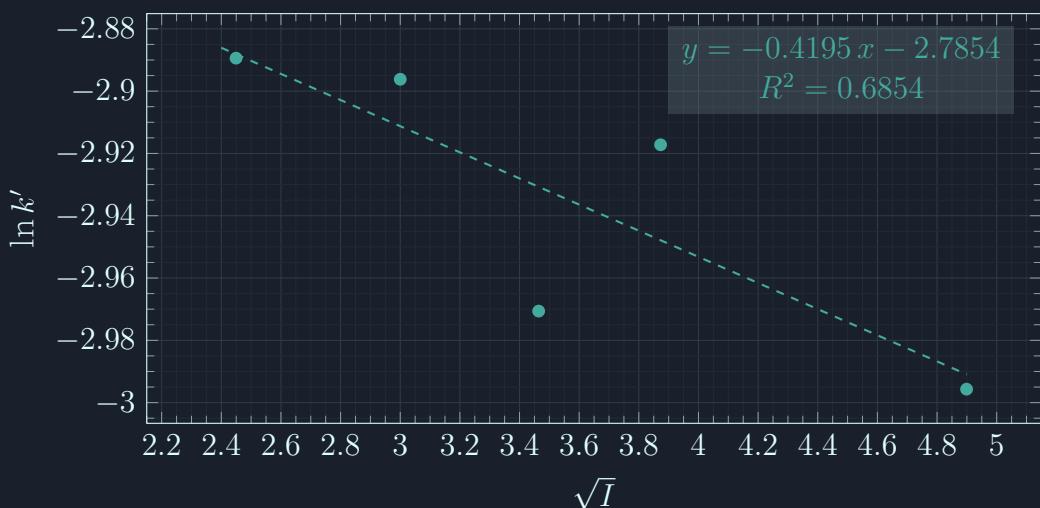


Figura 13:  $\ln$  da pseudo constante da velocidade  $\times \sqrt{\text{força iônica}}$  para a amostra 11, valores da tabela na seção: 6.1

## Calculando a constante cinética

Solução	$k'/\text{s}^{-1}$	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	$I/\text{M}$
1	0.0004	0.02	
2	0.0005	0.04	
3	0.0012	0.06	0.49
4	0.0027	0.08	
5	0.0030	0.10	

Tabela 3: Declive das soluções sobre a concentração de  $[\text{SO}_3^{2-}]$

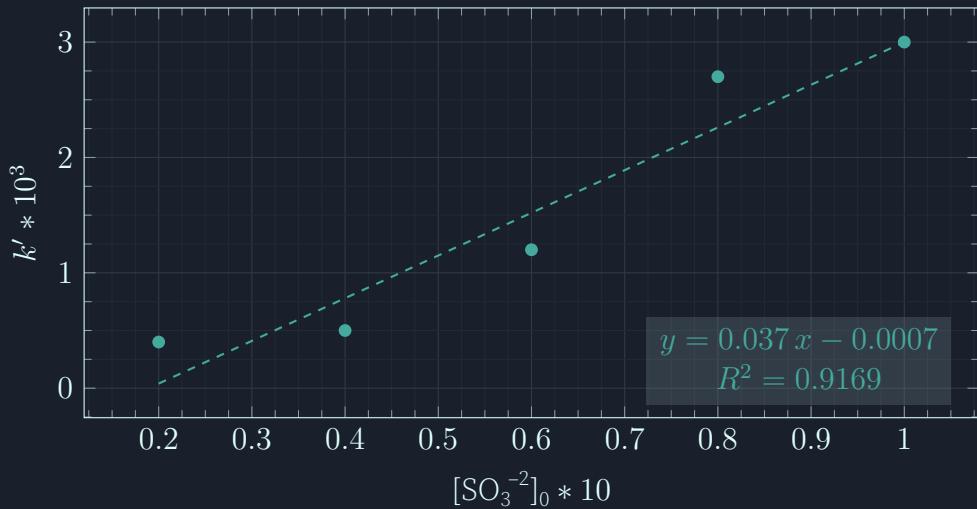


Figura 14: Grafico cruzando a constante cinética aparente com a concentração de  $\text{SO}_3^{2-}$ , seu declive revela a constante cinética real da reação

$$\therefore k_{\text{reação}} = 0.037 \text{ s}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

## 5 Conclusão

Após a realização da atividade experimental, podemos concluir que conseguimos obter os resultados previstos. De uma maneira geral, conseguimos preparar de forma adequada as soluções e os valores obtidos foram de acordo aos valores teóricos que nos foram dados.

Apesar de alguns erros associados, sendo estes: o mau manuseamento da célula, a má colocação da célula no espetrofotômetro, a abertura constante da tampa para a retirada da célula, e algumas condições alheias a nossa vontade podem ter interferido na obtenção de valores mais exatos e assim feito com que não tenhamos obtido um valor de  $K$  tão próximo ao valor tabelado.

Por fim, concluímos que o método usado para calcular a constante cinética das reações de redução do corante azul de toluidina pelo ião sulfito é um processo eficaz.

## 6 Dados

### 6.1 Dados Para Estudo

Amostra	$T/^\circ\text{C}$	Solução	$k'/\text{s}^{-1}$	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	$I/\text{M}$
1	20	1	5.75 E-4	0.02	
		2	1.10 E-3	0.04	
		3	1.53 E-3	0.06	0.3
		4	2.11 E-3	0.08	
		5	2.82 E-3	0.10	
2	22.5	1	7.35 E-4	0.02	
		2	1.62 E-3	0.04	
		3	3.01 E-3	0.06	0.3
		4	2.29 E-3	0.08	
		5	3.87 E-3	0.10	
3	25	1	8.16 E-4	0.02	
		2	1.50 E-3	0.04	
		3	1.84 E-3	0.06	0.3
		4	2.40 E-3	0.08	
		5	3.33 E-3	0.10	
4	30	1	9.17 E-4	0.02	
		2	3.86 E-3	0.06	0.3
		3	5.73 E-3	0.08	
5	31	1	1.20 E-3	0.02	
		2	2.05 E-3	0.04	
		3	4.13 E-3	0.06	0.3
		4	4.83 E-3	0.08	
6	20	1	5.29 E-4	0.02	
		2	9.71 E-4	0.04	
		3	1.44 E-3	0.06	0.39
		4	1.75 E-3	0.08	
		5	2.01 E-3	0.10	
7	21.9	1	5.46 E-4	0.02	
		2	7.31 E-4	0.04	
		3	1.04 E-3	0.06	0.48
		4	1.34 E-3	0.08	
		5	1.69 E-3	0.10	
8	35	1	1.17 E-3	0.02	
		2	2.64 E-3	0.04	
		3	3.66 E-3	0.06	0.48
		4	5.08 E-3	0.08	
		5	6.09 E-3	0.10	

Tabela 4: Temperatura, solução,  $k'$  concentração de  $\text{SO}_3^{2-}$  e força ionica ( $I$ ) das amostras 1 a 8

Amostra	$T/^\circ\text{C}$	Solução	$k'/\text{s}^{-1}$	$\ln k'/\text{s}^{-1}$	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	$I/\text{M}$	$\sqrt{I}/\text{M}$
9	21	1	1.06 E-3	-2.97	0.02	0.06	2.45 E-1
		2	8.30 E-4	-3.08	0.02	0.09	3.00 E-1
		3	8.33 E-4	-3.08	0.02	0.12	3.46 E-1
		4	7.82 E-4	-3.11	0.02	0.15	3.87 E-1
		5	4.48 E-4	-3.35	0.02	0.24	4.90 E-1
10	21	1	1.05 E-3	-2.98	0.02	0.06	2.45 E-1
		2	9.86 E-4	-3.01	0.02	0.09	3.00 E-1
		3	9.02 E-4	-3.04	0.02	0.12	3.46 E-1
		4	8.05 E-4	-3.09	0.02	0.15	3.87 E-1
		5	7.37 E-4	-3.13	0.02	0.24	4.90 E-1
11	24	1	1.29 E-3	-2.89	0.02	0.06	2.45 E-1
		2	1.27 E-3	-2.90	0.02	0.09	3.00 E-1
		3	1.07 E-3	-2.97	0.02	0.12	3.46 E-1
		4	1.21 E-3	-2.92	0.02	0.15	3.87 E-1
		5	1.01 E-3	-3.00	0.02	0.24	4.90 E-1

Tabela 5: Temperatura, solução,  $k'$  concentração de  $\text{SO}_3^{2-}$  e força ionica ( $I$ ) das amostras 9 a 11

Solução 1

<i>Abs</i>	$\ln(Abs)$	Tempo/s
0.306	-1.184 17	30
0.314	-1.158 36	64
0.305	-1.187 44	83
0.292	-1.231 00	113
0.288	-1.244 79	150
0.283	-1.262 31	197
0.280	-1.272 97	221
0.277	-1.283 74	240
0.274	-1.294 63	271
0.271	-1.305 64	317
0.270	-1.309 33	335
0.269	-1.313 04	367
0.265	-1.328 03	393
0.266	-1.324 26	419
0.262	-1.339 41	452
0.259	-1.350 93	483
0.254	-1.370 42	507
0.253	-1.374 37	539
0.248	-1.394 33	570
0.245	-1.406 50	607
0.242	-1.418 82	635
0.237	-1.439 70	663
0.236	-1.443 92	695
0.234	-1.452 43	725
0.233	-1.456 72	754
0.229	-1.474 03	783
0.226	-1.487 22	813
0.227	-1.482 81	841
0.223	-1.500 58	872
0.221	-1.509 59	901
0.218	-1.523 26	932
0.217	-1.527 86	962
0.212	-1.551 17	989
0.209	-1.565 42	1022
0.206	-1.579 88	1050
0.208	-1.570 22	1078
0.203	-1.594 55	1111
0.200	-1.609 44	1139

Tabela 6: Absorvancia e Tempo da solução 1

Solução 3

<i>Abs</i>	$\ln(Abs)$	Tempo/s
0.336	-1.090 64	30
0.324	-1.127 01	59
0.313	-1.161 55	90
0.301	-1.200 65	121
0.293	-1.227 58	149
0.284	-1.258 78	180
0.272	-1.301 95	212
0.264	-1.331 81	239
0.255	-1.366 49	270
0.247	-1.398 37	298
0.237	-1.439 70	330
0.230	-1.469 68	359
0.22	-1.514 13	389
0.214	-1.541 78	420
0.203	-1.594 55	452
0.198	-1.619 49	479
0.191	-1.655 48	509
0.184	-1.692 82	539
0.176	-1.737 27	568
0.171	-1.766 09	601
0.166	-1.795 77	629
0.159	-1.838 85	660
0.154	-1.870 80	690
0.147	-1.917 32	720
0.143	-1.944 91	750
0.138	-1.980 50	779
0.134	-2.009 92	810
0.127	-2.063 57	840
0.122	-2.103 73	869
0.119	-2.128 63	898
0.115	-2.162 82	929
0.110	-2.207 27	959
0.106	-2.244 32	990
0.102	-2.282 78	1020
0.100	-2.302 59	1052
0.097	-2.333 04	1079
0.095	-2.353 88	1110
0.089	-2.419 12	1142

Tabela 8: Absorvancia e Tempo da solução 3

Solução 2		
<i>Abs</i>	$\ln(Abs)$	Tempo/s
0.337	-1.087 67	32
0.330	-1.108 66	60
0.324	-1.127 01	91
0.319	-1.142 56	119
0.307	-1.180 91	147
0.304	-1.190 73	181
0.295	-1.220 78	207
0.291	-1.234 43	239
0.285	-1.255 27	270
0.282	-1.265 85	298
0.279	-1.276 54	330
0.276	-1.287 35	357
0.270	-1.309 33	388
0.265	-1.328 03	415
0.263	-1.335 60	445
0.257	-1.358 68	474
0.255	-1.366 49	504
0.250	-1.386 29	544
0.248	-1.394 33	563
0.246	-1.402 42	593
0.240	-1.427 12	622
0.238	-1.435 48	653
0.236	-1.443 92	682
0.234	-1.452 43	715
0.227	-1.482 81	744
0.225	-1.491 65	771
0.222	-1.505 08	801
0.218	-1.523 26	831
0.215	-1.537 12	858
0.215	-1.537 12	888
0.212	-1.551 17	918
0.210	-1.560 65	950
0.208	-1.570 22	978
0.205	-1.584 75	1006
0.202	-1.599 49	1034
0.198	-1.619 49	1061
0.197	-1.624 55	1092
0.193	-1.645 07	1123

Tabela 7: Absorvancia e Tempo da solução 2

Solução 4		
<i>Abs</i>	$\ln(Abs)$	Tempo/s
0.317	-1.148 85	29
0.293	-1.227 58	60
0.270	-1.309 33	92
0.252	-1.378 33	120
0.230	-1.469 68	148
0.214	-1.541 78	179
0.195	-1.634 76	206
0.183	-1.698 27	239
0.166	-1.795 77	265
0.154	-1.870 80	297
0.142	-1.951 93	324
0.134	-2.009 92	354
0.123	-2.095 57	382
0.113	-2.180 37	412
0.108	-2.225 62	441
0.097	-2.333 04	471
0.089	-2.419 12	503
0.094	-2.364 46	531
0.072	-2.631 09	562
0.067	-2.703 06	589
0.063	-2.764 62	619
0.059	-2.830 22	649
0.056	-2.882 40	678
0.053	-2.937 46	708

Tabela 9: Absorvancia e Tempo da solução 4

Solução 5		
<i>Abs</i>	$\ln(Abs)$	Tempo/s
0.314	-1.158 36	32
0.289	-1.241 33	64
0.263	-1.335 60	91
0.239	-1.431 29	121
0.217	-1.527 86	149
0.194	-1.639 90	181
0.184	-1.692 82	210
0.189	-1.666 01	239
0.148	-1.910 54	269
0.142	-1.951 93	302
0.124	-2.087 47	326
0.114	-2.171 56	361
0.104	-2.263 36	386
0.096	-2.343 41	417
0.085	-2.465 10	446
0.082	-2.501 04	475
0.074	-2.603 69	517
0.071	-2.645 08	534
0.065	-2.733 37	568
0.060	-2.813 41	593
0.056	-2.882 40	622

Tabela 10: Absorvancia e Tempo da solução 5

## 7 Referencias

### Referências

- [1] Cinética da redução do corante azul de toluidina pelo ião sulfito. <https://moodle.fct.unl.pt/mod/resource/view.php?id=476143>, 2023.
- [2] Sreekantha Jonnalagadda and Gollapalli Rao. Kinetics of reduction of toluidine blue with sulfite—kinetic salt effect in elucidation of mechanism. *Journal of Chemical Education - J CHEM EDUC*, 77, 04 2000.