

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 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 SO_3^{-2}	12
Tabela 4: Temperatura, solução, k' concentração de SO_3^{-2} e força ionica (I) das amostras 1 a 8	14
Tabela 5: Temperatura, solução, k' concentração de 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

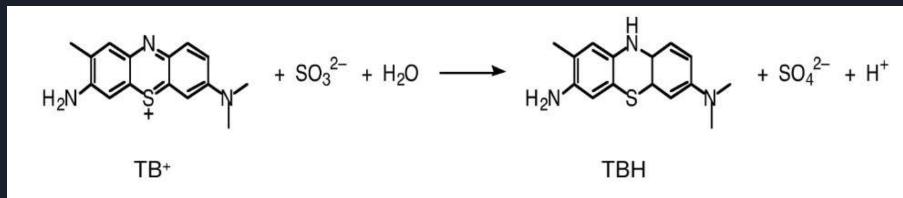
A realização desta atividade experimental teve como objetivo estudar as propriedades e a cinética do corante azul de toluidina durante o processo de redução pelo ião sulfito.

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 TB^+ pelo ião sulfito SO_3^{2-} descrita pela equação:



O azul de toluidina 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.^[1] O ião sulfito reduz o azul de toluidina em branco de toluidina TBH . Esta reação segue uma cinética de 2^a 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^a ordem. Assim a velocidade da reação depende apenas da concentração do reagente em menor quantidade, podendo ser aproximada a uma cinética de 1^a 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 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

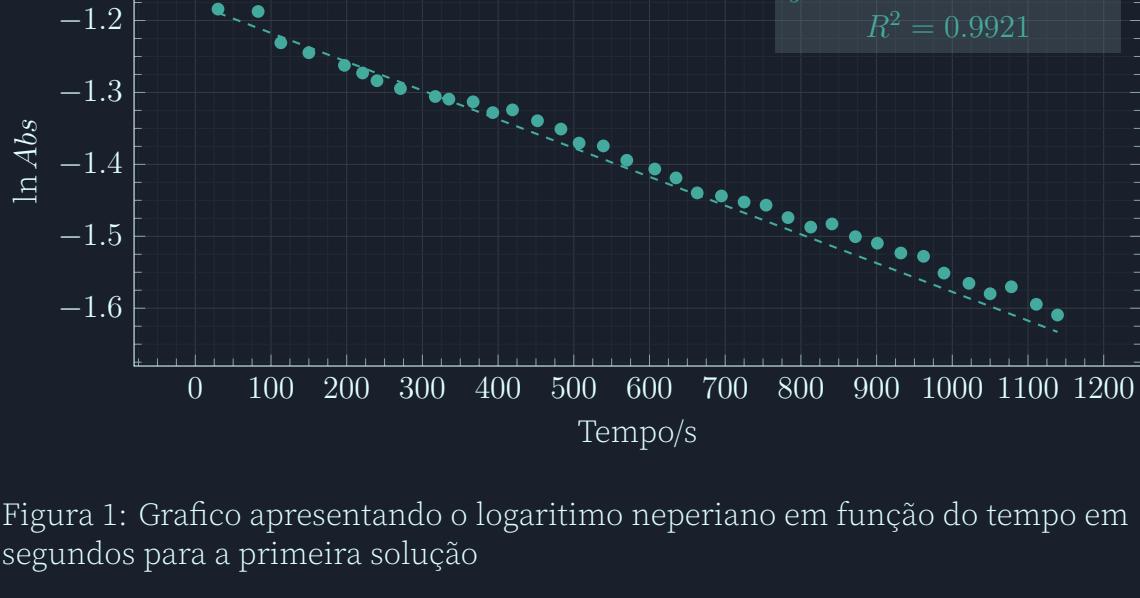


Figura 1: Grafico apresentando o logaritimo neperiano em função do tempo em segundos para a primeira solução

Solução 2



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

Solução 3

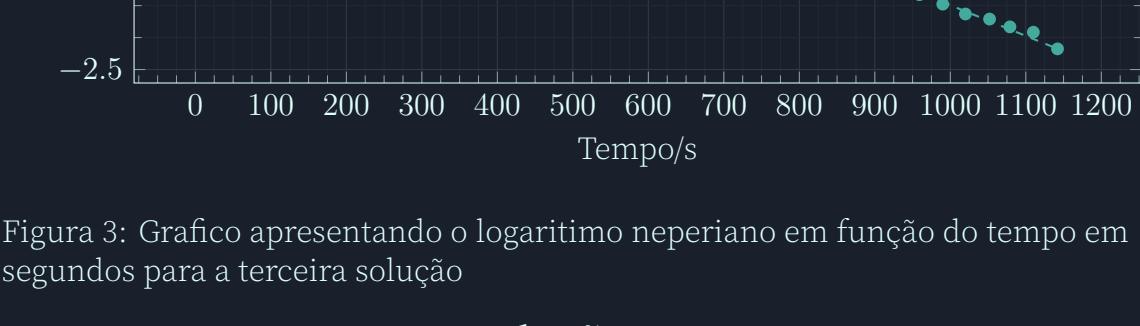


Figura 3: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a terceira solução

Solução 4

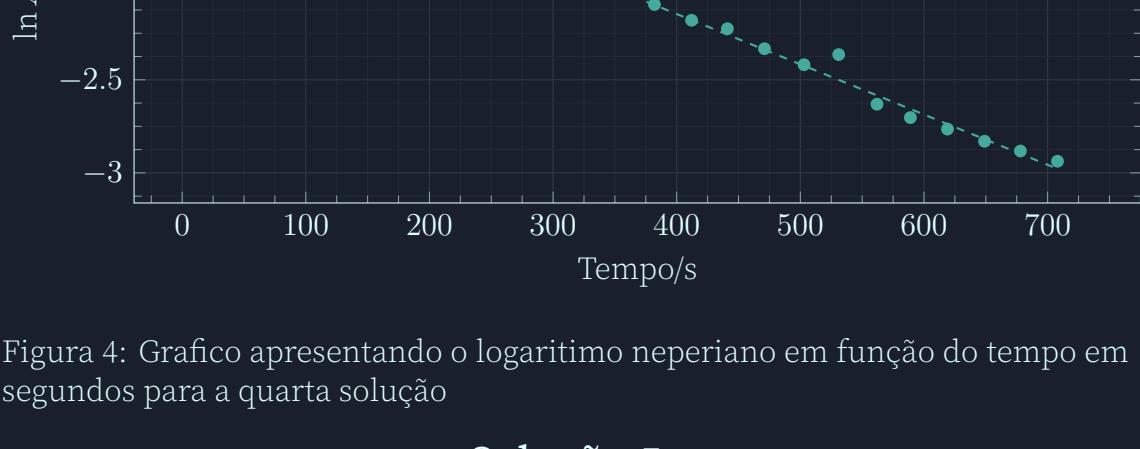


Figura 4: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quarta solução

Solução 5

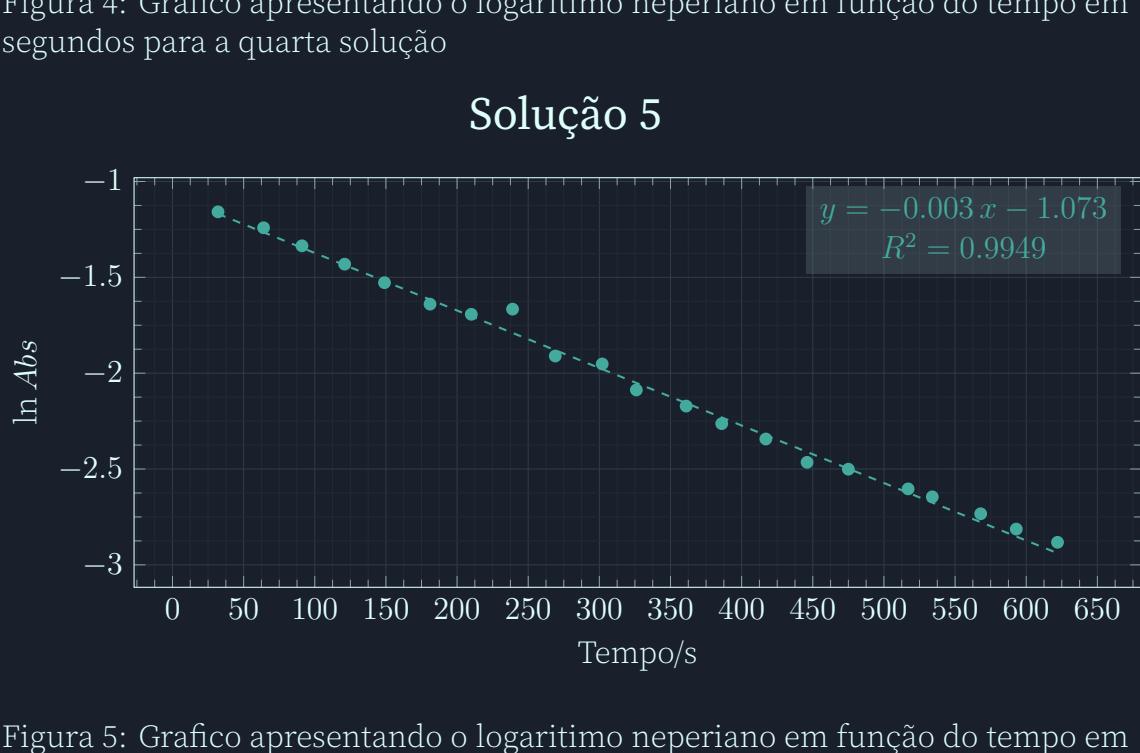


Figura 5: Grafico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quinta solução

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 Na_2SO_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/s	T^{-1}/s^{-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/s	T^{-1}/s^{-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/s	T^{-1}/s^{-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/s	T^{-1}/s^{-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/s	T^{-1}/s^{-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]

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

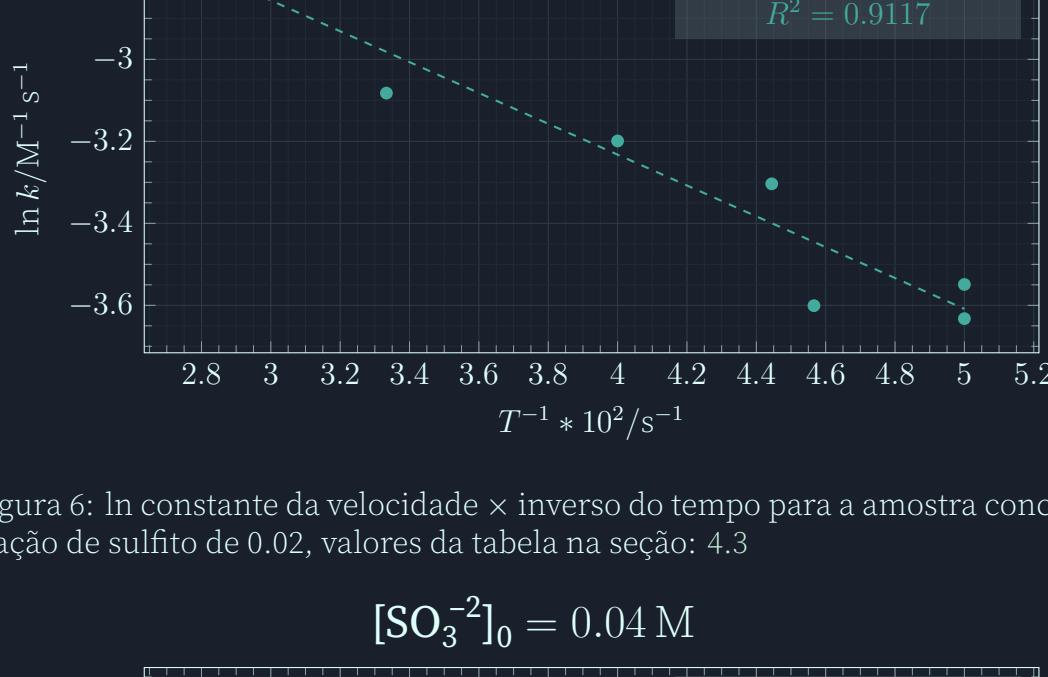


Figura 6: \ln constante da velocidade \times inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.02, valores da tabela na seção: 4.3

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

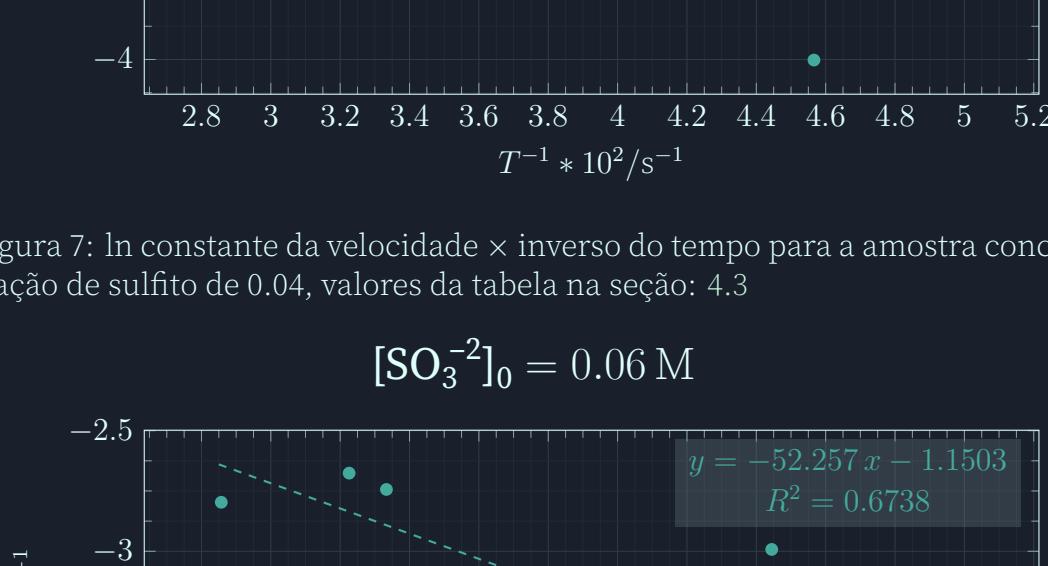


Figura 7: \ln constante da velocidade \times inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.04, valores da tabela na seção: 4.3

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

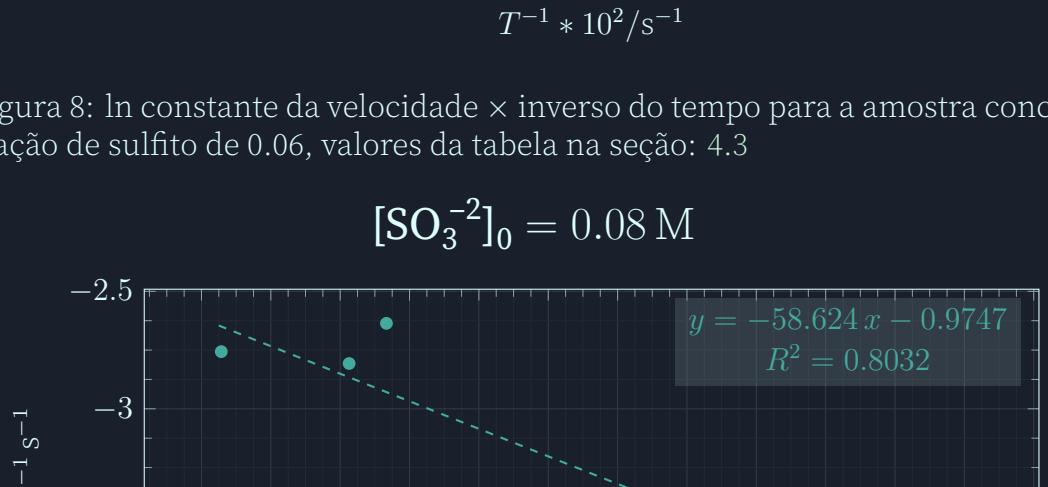


Figura 8: \ln constante da velocidade \times inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.06, valores da tabela na seção: 4.3

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

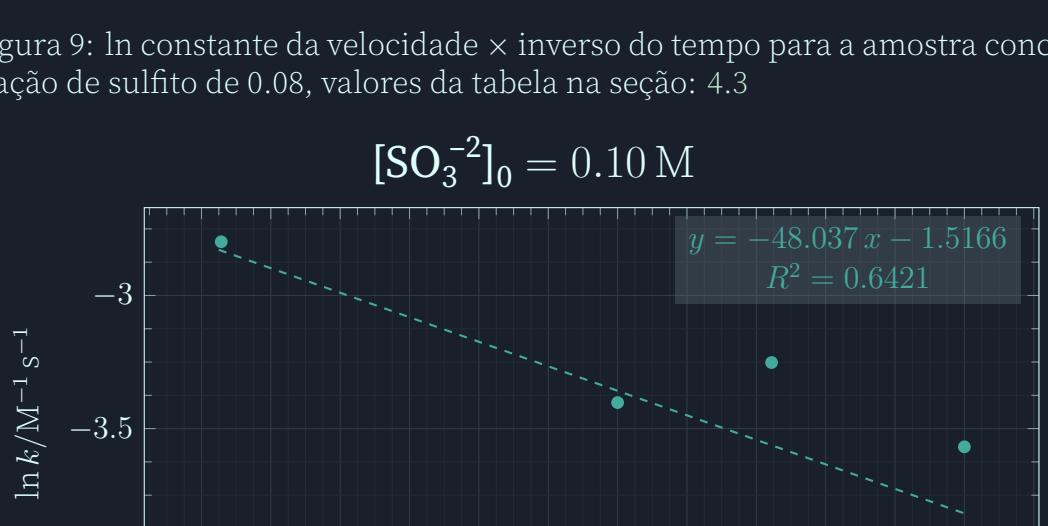


Figura 9: \ln constante da velocidade \times inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.08, valores da tabela na seção: 4.3

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

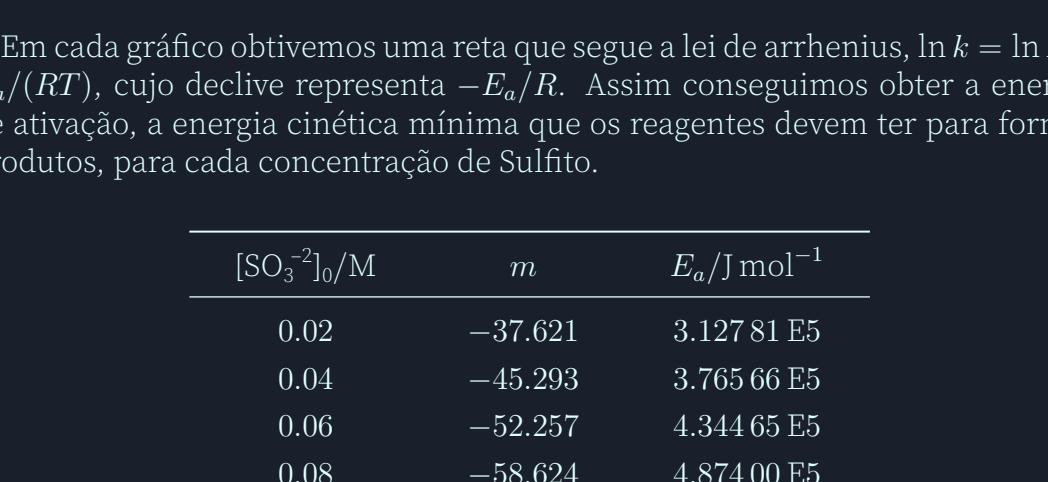


Figura 10: \ln constante da velocidade \times inverso do tempo para a amostra concentração de sulfito de 0.10, valores da tabela na seção: 4.3

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

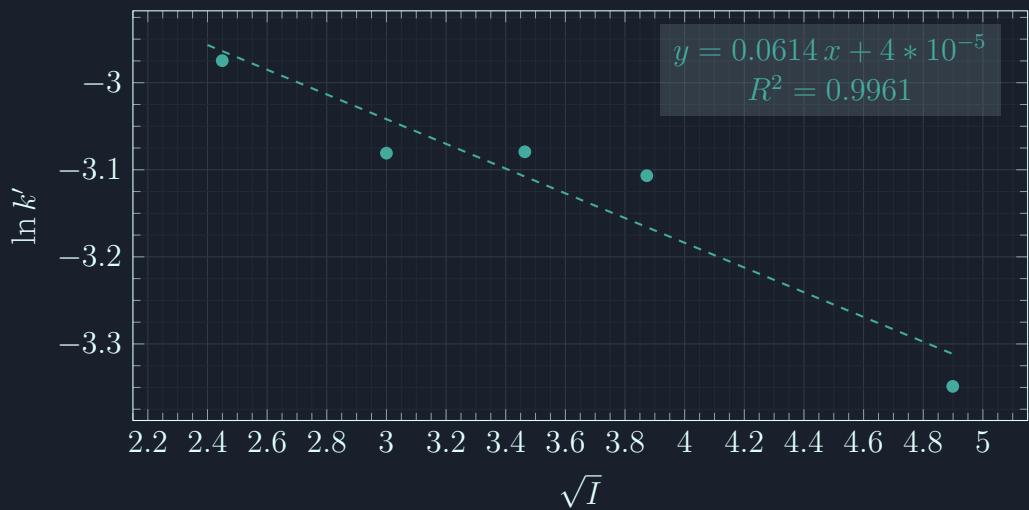


Figura 11: \ln da pseudo constante da velocidade $\times \sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 9, valores da tabela na seção: 6.1

Amostra 10

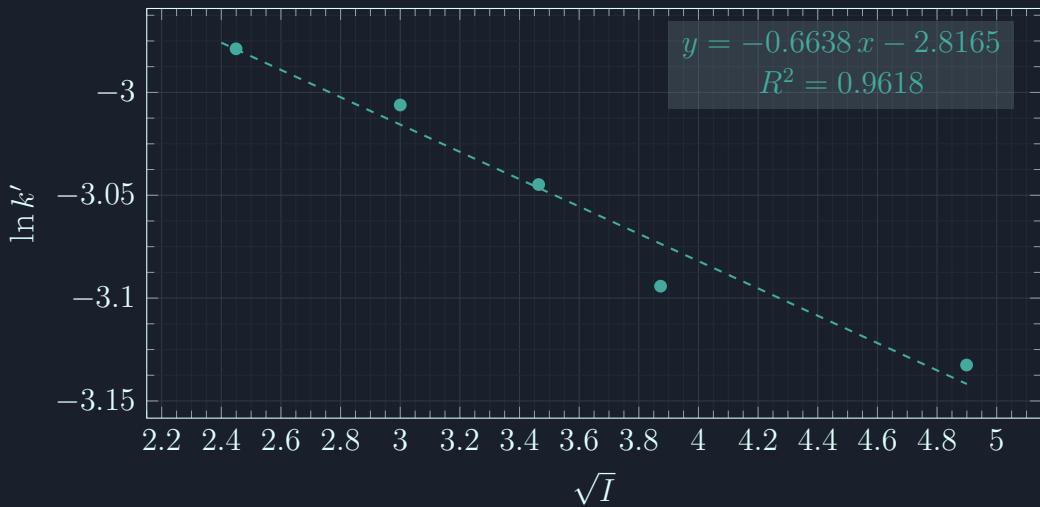


Figura 12: \ln da pseudo constante da velocidade $\times \sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 10, valores da tabela na seção: 6.1

Amostra 11

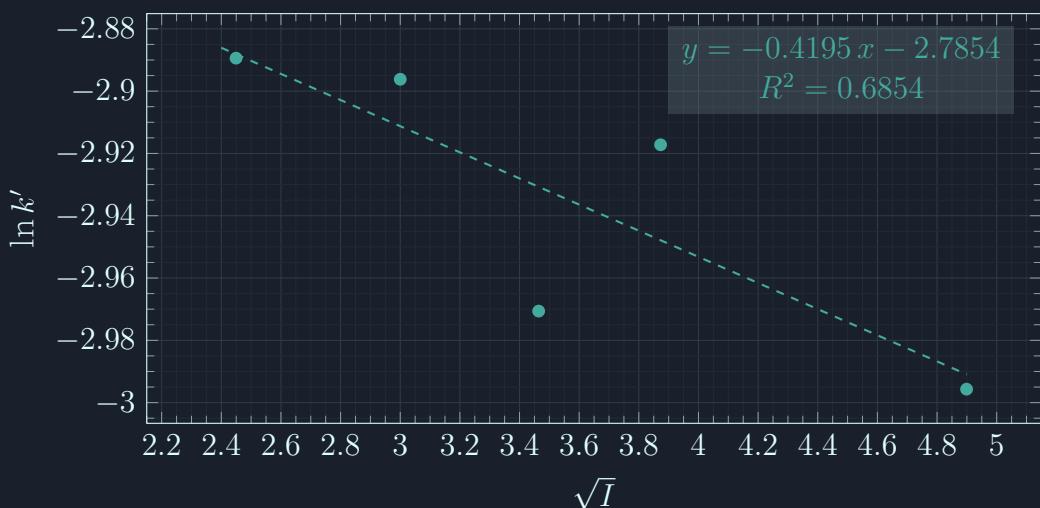


Figura 13: \ln da pseudo constante da velocidade $\times \sqrt{\text{força iônica}}$ para a amostra 11, valores da tabela na seção: 6.1

Calculando a constante cinética

Solução	k'/s^{-1}	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	I/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 $[\text{SO}_3^{2-}]$

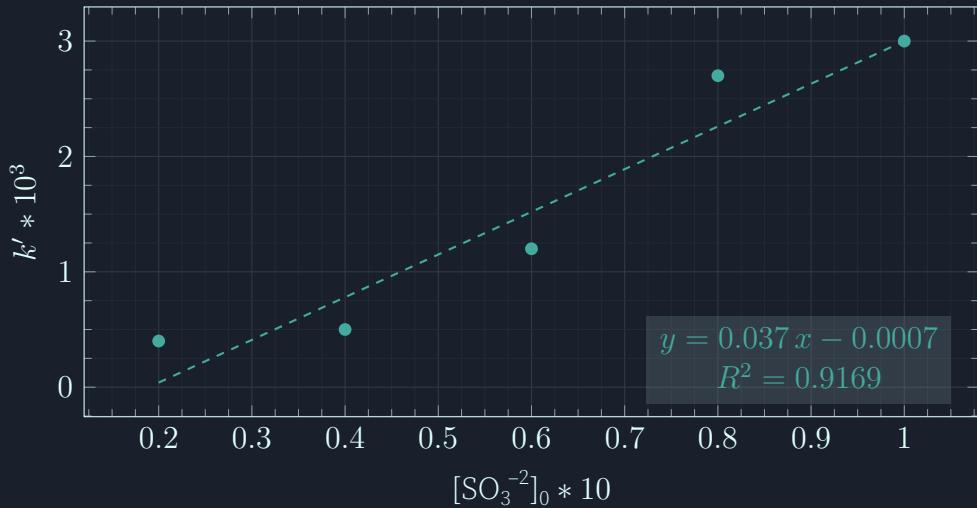


Figura 14: Grafico cruzando a constante cinética aparente com a concentração de SO_3^{2-} , seu declive revela a constante cinética real da reação

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

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'/s^{-1}	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	I/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 SO_3^{2-} e força ionica (I) das amostras 1 a 8

Amostra	$T/^\circ\text{C}$	Solução	k'/s^{-1}	$\ln k'/\text{s}^{-1}$	$[\text{SO}_3^{2-}]_0/\text{M}$	I/M	\sqrt{I}/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 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

Tabela 7: Absorvancia e Tempo da solução 2

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.