

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

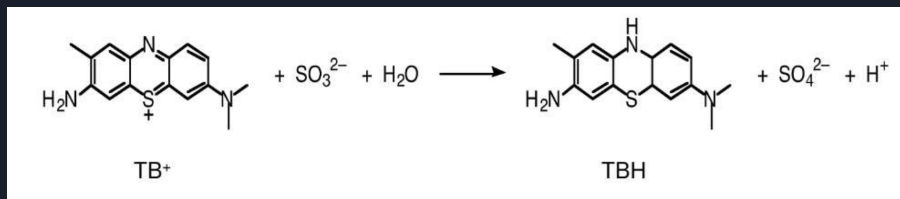
Felipe Pinto	61387	MIEQB
Francisco Duarte	63754	LEQB
Lunara Maciel	54768	MIEQB
Sebastião Carvalhal	60823	MIEQB

## Conteúdo

1	Teorico . . . . .	2
2	Cálculos Pré-laboratoriais . . . . .	3
3	Resultados . . . . .	4
4	Dados . . . . .	5

# 1 Teorico

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 2ª 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:

$$v = k [SO_3^{2-}]_0 [TB^+]$$

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 1ª ordem. Assim a velocidade da reação depende apenas da concentração do reagente em menor quantidade, podendo ser aproximada a uma cinética de 1ª ordem

$$v = k' [TB^+] \quad k' = k [SO_3^{2-}]_0$$

Partindo da nova equação de velocidade, se integrarmos obtemos:

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

Através da lei de Lambert-Beer,  $A = \epsilon b [TB^+]$ , sabemos que a  $TB^+$  é diretamente proporcional à absorvância, ( $A$ ), medida experimentalmente pelo espectrofotómetro. Assim conseguimos obter o valor de  $k'$  pelo declive da reta  $\ln(A) \times \text{tempo}$ .

Utilizando diferentes concentrações de  $[SO_3^{2-}]_0$  para diferentes soluções, construímos um gráfico dos respetivos  $k'$  em função da concentração  $[SO_3^{2-}]_0$  cujo declive da reta formada equivale ao valor do  $k$ , constante cinética da reação em estudo.

## 2 Cálculos Pré-laboratoriais

TB<sup>+</sup>

$$V_{Mae} = \frac{\text{mL}_{Mae}}{2.0 * 10^{-4} \text{ mol}_{TB^{+}}} \frac{2.0 * 10^{-5} \text{ mol}_{TB^{+}}}{\text{mL}_{Sol}} 20 \text{ mL}_{Sol} = 2.0 \text{ mL}_{Mae}$$

Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

$$V_{Mae} = \frac{\text{mL}_{Mae}}{0.20 \text{ mol}_{Na_2SO_3}} \frac{x \text{ mol}_{Na_2SO_3}}{\text{mL}_{Sol}} 20 \text{ mL}_{Sol} = 100 x \text{ mL}_{Mae}$$

mol dm <sup>-3</sup> <sub>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></sub>	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
mL <sub>Mae</sub>	2	4	6	8	10

NaCl

$$V_{Mae} = \frac{0.48999 - 3 c_{Na_2SO_3}}{0.03} \text{ mL}_{Mae}$$

$$V_{Mae} = \frac{\text{mL}_{Mae}}{0.60 \text{ mol}_{NaCl}} \frac{[\text{NaCl}] \text{ mol}_{NaCl}}{\text{mL}_{Sol}} 20 \text{ mL}_{Sol} = \frac{[\text{NaCl}]}{0.03} \text{ mL}_{Mae}$$

$$I = 0.49 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_n z_n^2 = \frac{1}{2} \left( \begin{array}{ll} 2.0 * 10^{-5} & * (+1)^2 + \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} (\text{TB}^{+}) \\ +[\text{Na}_2\text{SO}_3] * 2 & * (+1)^2 + \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} (\text{Na}^{2+}) \\ +[\text{Na}_2\text{SO}_3] & * (-2)^2 + \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} (\text{So}^{2-}) \\ +[\text{NaCl}] & * (+1)^2 + \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} (\text{Na}^{1+}) \\ +[\text{NaCl}] & * (-1)^2 \end{array} \right) \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow [\text{NaCl}] = 0.48999 - 3 [\text{Na}_2\text{SO}_3] \quad \therefore \frac{0.48999 - 3 [\text{Na}_2\text{SO}_3]}{0.03} \text{ mL}_{Mae}$$

mol dm <sup>-3</sup> <sub>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></sub>	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
mL <sub>Mae</sub>	14.33	12.33	10.33	8.33	6.33

Volumes usados

Solução	TB <sup>+</sup> /mL	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> /mL	NaCl/mL	H <sub>2</sub> O/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

### 3 Resultados

#### Absorvâncias

#### Solução 1

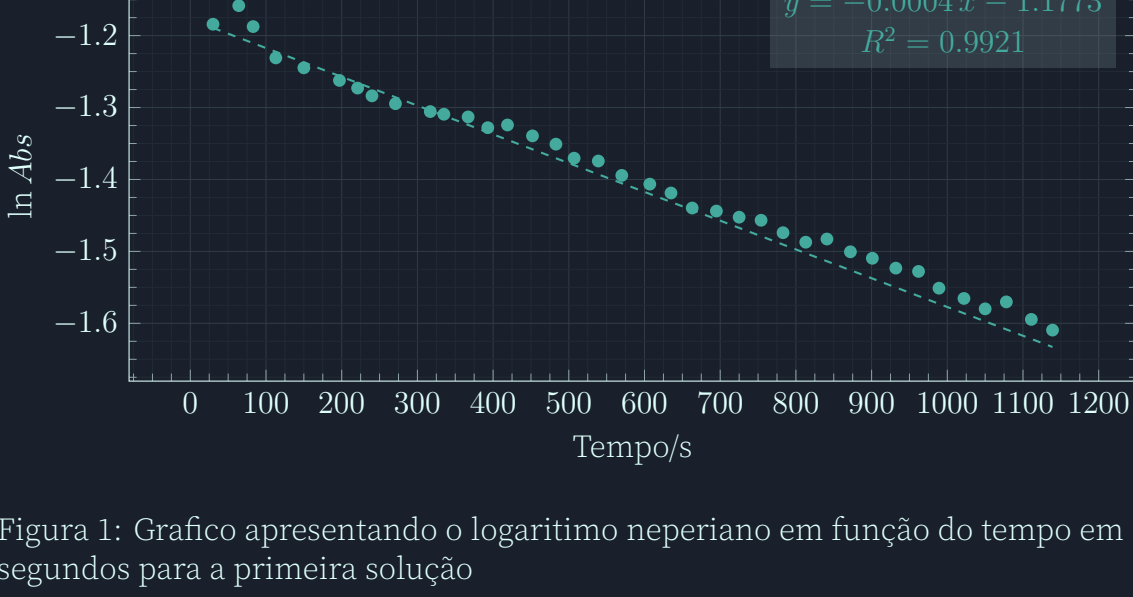


Figura 1: Gráfico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a primeira solução

#### Solução 2

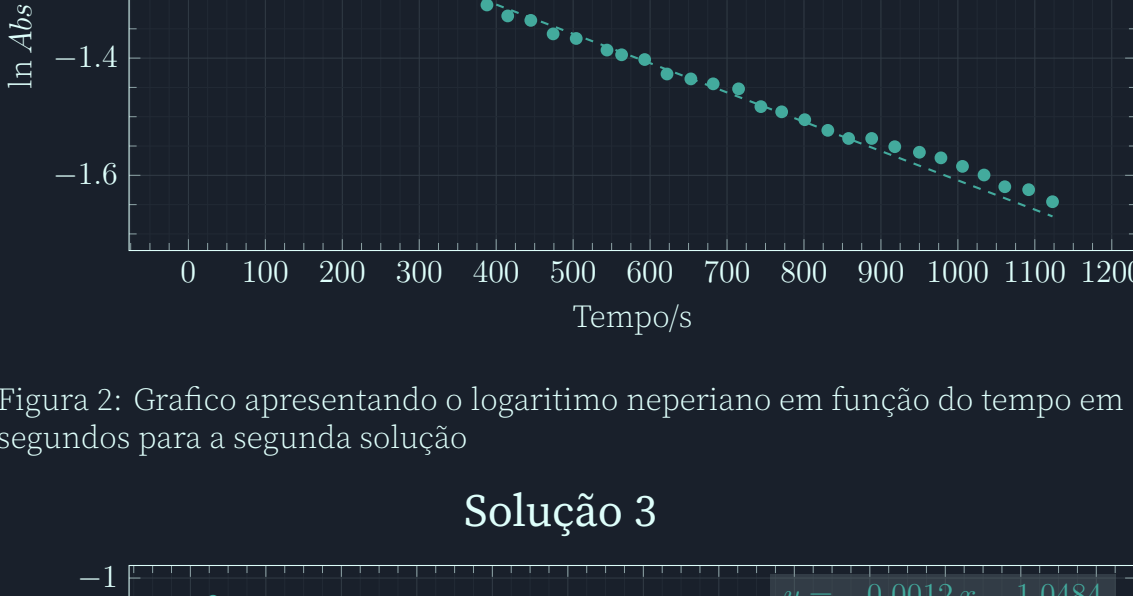


Figura 2: Gráfico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a segunda solução

#### Solução 3

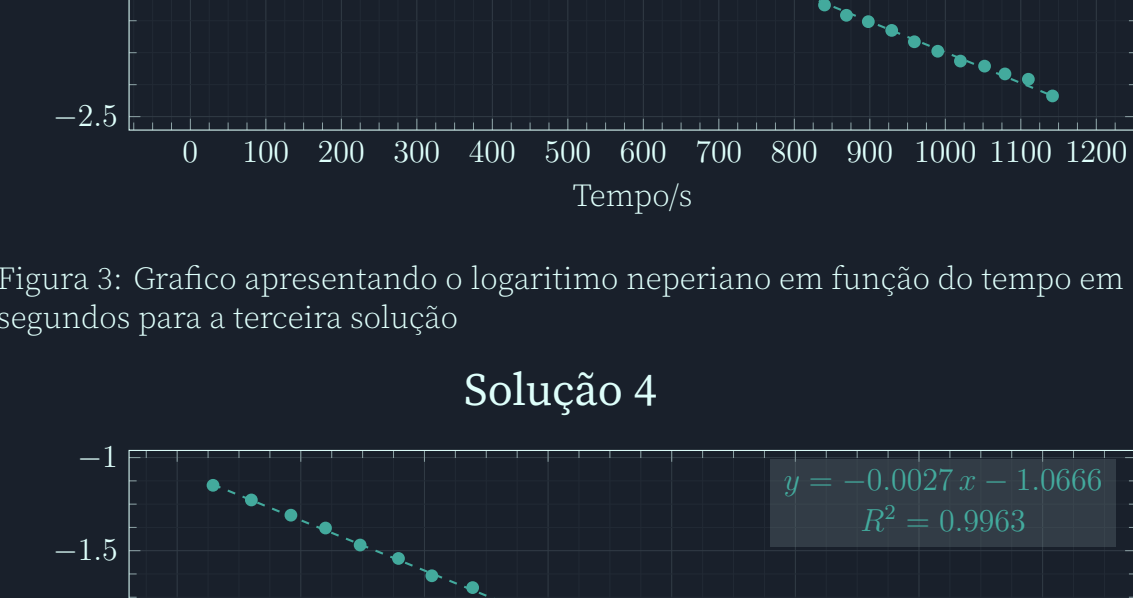


Figura 3: Gráfico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a terceira solução

#### Solução 4

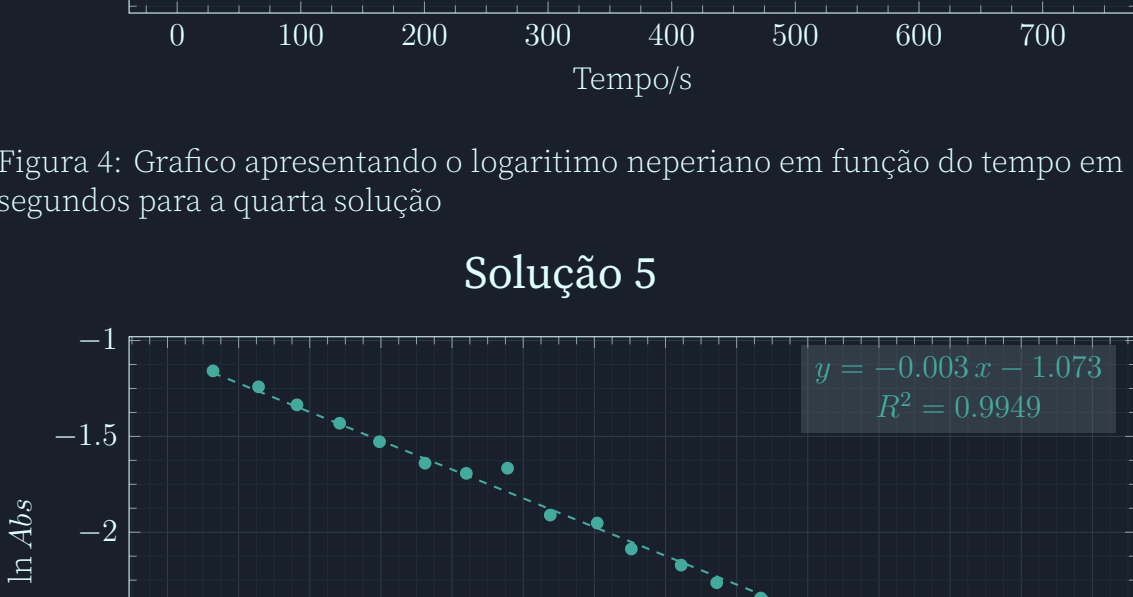


Figura 4: Gráfico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quarta solução

#### Solução 5

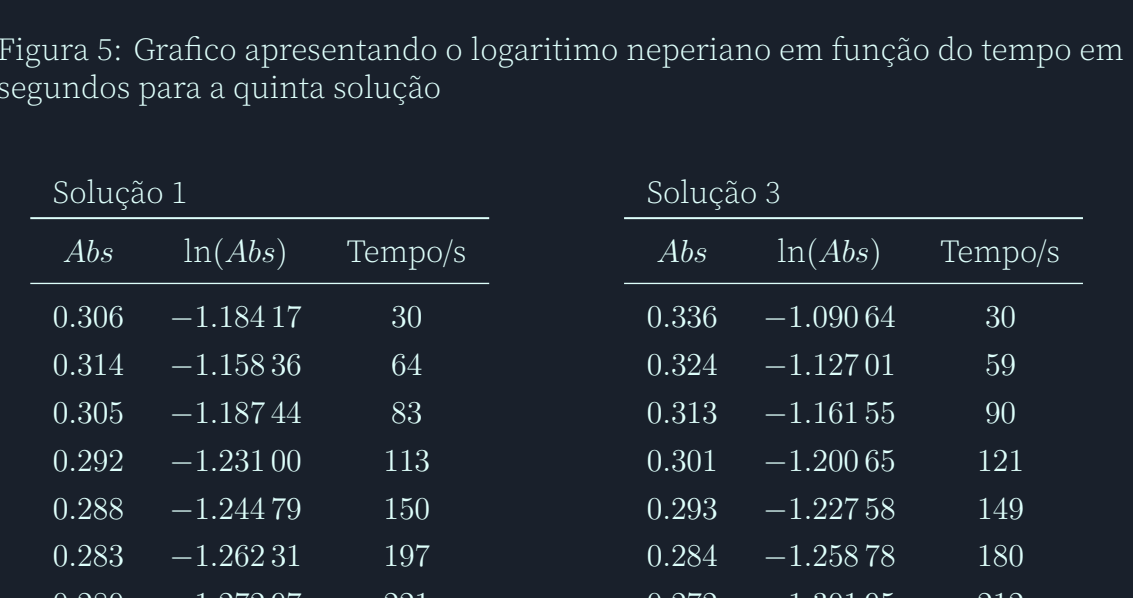


Figura 5: Gráfico apresentando o logaritmo neperiano em função do tempo em segundos para a quinta solução

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

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

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

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

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

#### Calculando a constante cinética

Solução	$k'/s^{-1}$	$[SO_3^{-2}]_0/M$	$I/M$
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	

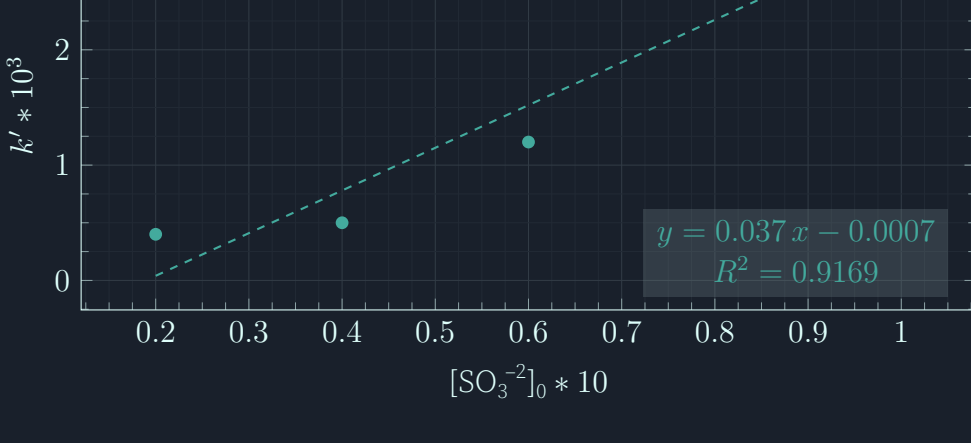


Figura 6: Gráfico cruzando a constante cinética aparente com a concentração de  $SO_3^{2-}$ , seu declive revela a constante cinética real da reação

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

4    Dados

$T/^{\circ}\text{C}$	Solução	$k'/\text{s}^{-1}$	$[\text{SO}_3^{-2}]_0/\text{M}$	$I/\text{M}$
20	1	5.75 E−4	0.02	0.3
	2	1.10 E−3	0.04	
	3	1.53 E−3	0.06	
	4	2.11 E−3	0.08	
	5	2.82 E−3	0.10	
22.5	1	7.35 E−4	0.02	0.3
	2	1.62 E−3	0.04	
	3	3.01 E−3	0.06	
	4	2.29 E−3	0.08	
	5	3.87 E−3	0.10	
25	1	8.16 E−4	0.02	0.3
	2	1.50 E−3	0.04	
	3	1.84 E−3	0.06	
	4	2.40 E−3	0.08	
	5	3.33 E−3	0.10	
30	1	9.17 E−4	0.02	0.3
	2	3.86 E−3	0.06	
	3	5.73 E−3	0.08	
31	1	1.20 E−3	0.02	0.3
	2	2.05 E−3	0.04	
	3	4.13 E−3	0.06	
	4	4.83 E−3	0.08	
20	1	5.29 E−4	0.02	0.39
	2	9.71 E−4	0.04	
	3	1.44 E−3	0.06	
	4	1.75 E−3	0.08	
	5	2.01 E−3	0.10	
21.9	1	5.46 E−4	0.02	0.48
	2	7.31 E−4	0.04	
	3	1.04 E−3	0.06	
	4	1.34 E−3	0.08	
	5	1.69 E−3	0.10	
35	1	1.17 E−3	0.02	0.48
	2	2.64 E−3	0.04	
	3	3.66 E−3	0.06	
	4	5.08 E−3	0.08	
	5	6.09 E−3	0.10	
21	1	1.06 E−3	0.02	0.06
	2	8.30 E−4	0.02	0.09
	3	8.33 E−4	0.02	0.12
	4	7.82 E−4	0.02	0.15
	5	4.48 E−4	0.02	0.24
21	1	1.05 E−3	0.02	0.06
	2	9.86 E−4	0.02	0.09
	3	9.02 E−4	0.02	0.12
	4	8.05 E−4	0.02	0.15
	5	7.37 E−4	0.02	0.24
24	1	1.29 E−3	0.02	0.06
	2	1.27 E−3	0.02	0.09
	3	1.07 E−3	0.02	0.12
	4	1.21 E−3	0.02	0.15
	5	1.01 E−3	0.02	0.24