

Determinação Potenciométrica e Condutimétrica de Carbonato de Lítio em Comprimido Antidepressivo: Uma Sugestão de Prática Para o Ensino de Química Analítica Instrumental

Potentiometric and Conductimetric Determination of Lithium Carbonate in Antidepressant Tablet:
a Suggested Practice for Teaching Instrumental Analytical Chemistry

**Luis Henrique Gomes^a, Claudinei R. da Cruz,^a Natália Tiago Rocha,^a Beatriz P. de Castilho,^a
Pedro Henrique M. P. Lima,^a Luís Antônio da Silva,^a (<https://orcid.org/0000-0001-9234-0165>)
Valéria A. Alves^{a,*}(<https://orcid.org/0000-0001-7711-5824>)**

^a *Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação,
Departamento de Química, Unidade 3 da Univerdecidade, CEP 38064-200, Uberaba-MG, Brasil*

*valeria.alves@uftm.edu.br

Tabela 1S. Consolidação dos dados obtidos experimentalmente e dos cálculos realizados para determinação da quantidade de carbonato de lítio no medicamento antidepressivo e nas amostras da substância química de referência ou SQR. $\bar{C}_{NaOH} = 0,4787 \text{ mol L}^{-1}$; $\bar{C}_{HCl} = 0,4842 \text{ mol L}^{-1}$; $MM_{Li_2CO_3} = 73,89 \text{ g mol}^{-1}$. $1 \text{ mL HCl } 0,4842 \text{ mol L}^{-1} \rightarrow 17,89 \text{ mg Li}_2\text{CO}_3$

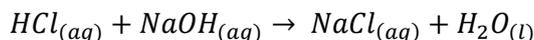
Método analítico: titulação de retorno ácido-base								
Amostra	Titulação	$m_{\text{amostra}} \text{ (g)}$	$V_{NaOH} \text{ (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (não reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (experimental) (mg)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (esperada) (mg)}$	$E_r \text{ (%)}$
Medicamento antidepressivo $\bar{m} = 0,4100 \text{ g}$	1	0,4985	4,70	4,65	20,35	364,1	364,8	-0,19
	2	0,5020	4,51	4,46	20,54	367,5	367,3	+0,05
	3	0,5150	3,70	3,66	21,34	381,8	376,8	+1,33
Amostra de Li_2CO_3 puro (SQR)*	1	0,3002	7,93	7,84	17,16	307,0	300,2	+2,26
	2	0,3001	7,96	7,87	17,13	306,5	300,1	+2,13
	3	0,3005	7,94	7,85	17,15	306,8	300,5	+2,10
Método analítico: titulação potenciométrica								
Amostra	Titulação	$m_{\text{amostra}} \text{ (g)}$	$V_{NaOH} \text{ (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (não reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (experimental) (mg)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (esperada) (mg)}$	$E_r \text{ (%)}$
Medicamento antidepressivo $\bar{m} = 0,4100 \text{ g}$	1	0,4929	5,35	5,29	19,71	352,6	360,6	-2,22
	2	0,5175	4,88	4,83	20,17	360,9	378,6	-4,68
	3	0,4990	5,04	4,99	20,01	358,0	365,1	-1,94
Amostra de Li_2CO_3 puro (SQR)*	1	0,3005	7,97	7,88	17,12	306,3	300,5	+1,93
	2	0,3005	7,89	7,80	17,20	307,7	300,5	+2,40
	3	0,3040	7,66	7,57	17,43	311,8	304,0	+2,56
Método analítico: titulação condutimétrica								
Amostra	Titulação	$m_{\text{amostra}} \text{ (g)}$	$V_{NaOH} \text{ (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (não reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$V_{HCl} \text{ (reagiu com Li}_2\text{CO}_3 \text{) (mL)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (experimental) (mg)}$	$m_{Li_2CO_3} \text{ (esperada) (mg)}$	$E_r \text{ (%)}$
Medicamento antidepressivo $\bar{m} = 0,4100 \text{ g}$	1	0,4929	5,24	5,18	19,82	354,6	360,6	-1,66
	2	0,5175	4,77	4,72	20,28	362,9	378,6	-4,15
	3	0,4990	5,15	5,09	19,91	356,2	365,1	-2,44
Amostra de Li_2CO_3 puro (SQR)*	1	0,3005	8,13	8,04	16,96	303,5	300,5	+1,00
	2	0,3005	8,13	8,04	16,96	303,5	300,5	+1,00
	3	0,3040	7,63	7,54	17,46	312,3	304,0	+2,73

Na 1ª coluna, \bar{m} = massa média de 20 comprimidos

Detalhamento dos cálculos realizados para determinação da quantidade de carbonato de lítio na Amostra 1 do medicamento antidepressivo, usando-se a titulação de retorno ácido-base.

Amostra 1:

Considerando-se a equação química abaixo, que representa a reação química da titulação:



No ponto de equivalência (P.E.) tem-se que:

$$\begin{aligned} n_{HCl} &= n_{NaOH} \\ C_{HCl} \times V_{HCl} &= C_{NaOH} \times V_{NaOH} \\ V_{HCl} &= \frac{C_{NaOH} \times V_{NaOH}}{C_{HCl}} \\ V_{HCl} &= \frac{0,4787 \times 4,70 \times 10^{-3}}{0,4842} \\ V_{HCl} &= 4,65 \times 10^{-3} L = 4,71 mL \end{aligned}$$

A partir disso obteve-se o volume de HCl que não reagiu com o analito. Para obter o volume de HCl que reagiu com o analito, basta subtrair o valor encontrado de 25,00 mL:

$$V_{HCl} (\text{que reagiu com o analito}) = 25,00 - 4,65 = 20,35 mL$$

Considerando-se a equação química abaixo, que representa a reação química que ocorreu no erlenmeyer, entre o analito (Li_2CO_3) e o HCl:



A partir da estequiometria da reação tem-se que:

$$\begin{aligned} n_{Li_2CO_3} &= \frac{n_{HCl}}{2} \\ n_{Li_2CO_3} &= \frac{C_{HCl} \times V_{HCl}}{2} \end{aligned}$$

Para determinar quantos mg de Li_2CO_3 reagem por mL de HCl, tem-se que:

$$\begin{aligned} n_{Li_2CO_3} &= \frac{0,4842 \times 1,000 \times 10^{-3}}{2} \\ n_{Li_2CO_3} &= \frac{4,842 \times 10^{-4}}{2} \\ n_{Li_2CO_3} &= 2,421 \times 10^{-4} mol \end{aligned}$$



$$n_{Li_2CO_3} = \frac{m_{Li_2CO_3}}{MM_{Li_2CO_3}}$$

$$m_{Li_2CO_3} = n_{Li_2CO_3} \times MM_{Li_2CO_3}$$

$$m_{Li_2CO_3} = 2,421 \times 10^{-4} \times 73,89$$

$$m_{Li_2CO_3} = 0,01789 \text{ g}$$

$$m_{Li_2CO_3} = 17,89 \text{ mg}$$

A partir desses cálculos tem-se que cada mL de HCl 0,4855 mol L⁻¹ que reage equivale a 17,94 mg de Li₂CO₃:

$$1 \text{ mL de HCl} \rightarrow 17,89 \text{ mg de Li}_2\text{CO}_3$$

$$20,35 \text{ mL de HCl} \rightarrow x$$

$$x = 364,1 \text{ mg de Li}_2\text{CO}_3$$

$$0,4100 \text{ g de comprimido} \rightarrow 0,3000 \text{ g de Li}_2\text{CO}_3$$

$$0,4985 \text{ g de comprimido} \rightarrow x$$

$$x = 0,3648 \text{ g} = 364,8 \text{ mg de Li}_2\text{CO}_3$$

A partir disso pode-se calcular a exatidão do método analítico:

$$E_r = \frac{(X - X_v)}{X_v} \times 100$$

$$E_r = \frac{(364,1 - 364,8)}{364,8} \times 100$$

$$E_r = -0,19\%$$

Realizou-se cálculos semelhantes para determinação da quantidade de carbonato de lítio nas Amostras 2 e 3. A partir dos resultados obtidos, calculou-se a média, \bar{X} , o desvio padrão, s , e o desvio padrão relativo, s_r .

$$\bar{X} = \frac{364,1 + 367,5 + 381,8}{3} = 374,2 \text{ mg de Li}_2\text{CO}_3$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(364,1 - 371,1)^2 + (367,5 - 371,1)^2 + (381,8 - 371,1)^2}{3 - 1}}$$

$$s = 9,4$$

$$s_r = \frac{s}{\bar{X}} \times 100$$



$$s_r = \frac{9,4}{371,1} \times 100$$
$$s_r = 2,53\%$$

Na sequência calculou-se o erro relativo médio, que expressa a exatidão do método analítico (\bar{X} e \bar{X}_v , correspondem aos valores de massa média de Li_2CO_3 , obtida experimentalmente e esperada, respectivamente):

$$E_{r_{\text{médio}}} = \frac{(\bar{X} - \bar{X}_v)}{\bar{X}_v} \times 100$$
$$E_{r_{\text{médio}}} = \frac{(371,1 - 369,6)}{369,6} \times 100$$
$$E_{r_{\text{médio}}} = +0,40\%$$