

ERRATA DO LIVRO PISCINA – ÁGUA & TRATAMENTO & QUÍMICA

Indica-se, imprima as páginas, recorte nas linhas pontilhadas (todas) que contornam os Quadros e cole sobre o mesmo Quadro que está nas páginas indicadas, onde devem ser alterado os valores.

PÁG.655

QUADRO 5- Volume de HCl a ser adicionado a água da piscina com capacidade de 1 m³, com alcalinidade a 80 mg CaCO₃/L ou 120 mg CaCO₃/L, tendo como referência o HCl 35,20% (p/p), com d = 1,175 g/cm³.

Redução do pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO ₃ /L	Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO ₃ /L
	Volume de HCl a ser adicionado na água	Volume de HCl a ser adicionado na água
8,4 para 7,4	≈ 11,59 mL	≈ 17,0 mL
8,2 para 7,4	≈ 11,00 mL	≈ 16,0 mL
8,0 para 7,4	≈ 10,00 mL	≈ 14,5 mL
7,8 para 7,4	≈ 7,50 mL	≈ 11,0 mL
7,6 para 7,4	≈ 5,00 mL	≈ 7,5 mL

Fator de multiplicação = 1,22 (mg HCO₃/L para mg CaCO₃/L)

> (maior) alcalinidade > consumo de substância para alterar o pH // Fonte: MACEDO, 2003, 2009.

PÁG.656

QUADRO 8- Valores de volumes de HCl para redução de pH de água de piscina com capacidade de 1 m³ com teor de matéria ativa de 35,20% e 20%.

Redução do pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO ₃ /L		Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO ₃ /L	
	Volume de HCl (35,20%) a ser adicionado na água	Volume de HCl (20%) a ser adicionado na água	Volume de HCl (35,20%) a ser adicionado na água	Volume de HCl (20%) a ser adicionado na água
De 8,4 para 7,4	≈ 11,5 mL	≈20,0 mL	≈ 17,0 mL	≈ 30,0 mL
De 8,2 para 7,4	≈ 11,0 mL	≈19,5 mL	≈ 16,0 mL	≈ 28,0 mL
De 8,0 para 7,4	≈ 10,0 mL	≈17,5 mL	≈ 14,5 mL	≈ 25,5 mL
De 7,8 para 7,4	≈ 7,5 mL	≈13,0 mL	≈ 11,0 mL	≈ 19,5 mL
De 7,6 para 7,4	≈ 5,0 mL	≈ 9,0 mL	≈ 7,5 mL	≈ 13,2 mL

Fórmula Geral: $V_{HCl\ x\%} = (35,20 \times V_{HCl\ 35,20\%}) / X\%$

EXEMPLO: Abaixar o pH de 8,4 para 7,4 - Alcalinidade 80 mg CaCO₃/L
 ↑ HCl 35,20% ----- 11,5 mL ↓
 ↑ HCl 20% ----- X ↓ X = (35,20 x 11,5)/20 = **20,24 mL**

Abaixar o pH de 7,8 para 7,4 - Alcalinidade 120 mg CaCO₃/L
 ↑ HCl 35,20% ----- 11,0 mL ↓
 ↑ HCl 20% ----- X ↓ X = (35,20 x 11,0)/20 = **19,36 mL**

PÁG.677

QUADRO 14- Massa de NaHSO₄ a ser utilizado na piscina para redução do pH em faixa específica, para volume de 1 m³, resultado expresso em mg CaCO₃ / L.

Faixa de pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO ₃ /L	Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO ₃ /L
	m(g) NaHSO ₄ / m ³	m(g) NaHSO ₄ / m ³
8,4 para 7,4	≈16,59	≈25,01
8,2 para 7,4	≈15,62	≈23,18
8,0 para 7,4	≈13,78	≈ 20,74
7,8 para 7,4	≈10,98	≈ 16,71
7,6 para 7,4	≈ 6,83	≈ 10,25

Fator de multiplicação = 1,22 (mg HCO₃/L para mg CaCO₃/L)

PÁG.685

QUADRO 16- Massa de Na_2CO_3 (g/m^3) (98%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, para volume de 1 m^3 , resultado da alcalinidade expresso em **mg CaCO_3/L** .

Faixa de pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO_3/L	Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO_3/L
	Massa de Na_2CO_3 (g / m^3)	Massa de Na_2CO_3 (g / m^3)
6,0 para 7,4	$306,0 \times 1,22 \approx 373,32 \approx 373,3$	$459,0 \times 1,22 \approx 559,98 \approx 600$
6,4 para 7,4	$114,3 \times 1,22 \approx 139,45 \approx 139,5$	$171,0 \times 1,22 \approx 208,62 \approx 208,6$
6,8 para 7,4	$38,0 \times 1,22 \approx 46,36 \approx 46,4$	$56,5 \times 1,22 \approx 68,93 \approx 69$
7,0 para 7,4	$19,5 \times 1,22 \approx 23,79 \approx 23,8$	$28,50 \times 1,22 \approx 34,77 \approx 34,8$

Fator de multiplicação = 1,22 (mg HCO_3/L para mg CaCO_3/L) //
> (maior) alcalinidade > consumo de substância para alterar o pH.
Cálculos realizados com base no Na_2CO_3 com teor de pureza de 98 % (p/p)

PÁG.691

QUADRO 18- Massa de Na_2CO_3 (g/m^3) (pureza = 99,5%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, para volume de 1 m^3 , resultado da alcalinidade expresso em **mg CaCO_3/L** .

Faixa de pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO_3/L	Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO_3/L
	Massa de Na_2CO_3 (g / m^3)	Massa de Na_2CO_3 (g / m^3)
6,0 para 7,4	$299,95 \times 1,22 = 365,94$	$449,93 \times 1,22 = 548,91$
6,4 para 7,4	$111,93 \times 1,22 = 136,55$	$167,89 \times 1,22 = 204,82$
6,8 para 7,4	$37,07 \times 1,22 = 45,23$	$55,60 \times 1,22 = 67,83$
6,8 para 7,5	$39,64 \times 1,22 = 48,36$	$59,45 \times 1,22 = 72,53$
7,0 para 7,4	$18,80 \times 1,22 = 22,94$	$28,20 \times 1,22 = 34,40$
7,0 para 7,5	$21,36 \times 1,22 = 26,06$	$32,04 \times 1,22 = 39,09$
7,2 para 7,5	$9,83 \times 1,22 = 11,99$	$14,75 \times 1,22 = 17,99$

OBS.: Cálculos realizados com base no Na_2CO_3 com teor de pureza de 99,5% (p/p)
Fator de multiplicação = 1,22 (mg HCO_3/L para mg CaCO_3/L) //
> (maior) alcalinidade > consumo de substância para alterar o pH.

PÁG.692

QUADRO 19- Massa de NaHCO_3 (g/m^3) (pureza = 99%) a ser adicionada para aumento do pH, levando em consideração uma determinada faixa de pH, para volume de 1 m^3 , resultado da alcalinidade expresso em **mg CaCO_3/L** .

Faixa de pH	Alcalinidade a bicarbonato 80 mg CaCO_3/L	Alcalinidade a bicarbonato 120 mg CaCO_3/L
	Massa de NaHCO_3 (g / m^3)	Massa de NaHCO_3 (g / m^3)
6,0 para 7,4	$365,94 \times 1,6 = 585,50$	$548,91 \times 1,6 = 878,26$
6,4 para 7,4	$136,55 \times 1,6 = 218,48$	$204,82 \times 1,6 = 327,71$
6,8 para 7,4	$45,23 \times 1,6 = 72,37$	$67,83 \times 1,6 = 108,53$
6,8 para 7,5	$48,36 \times 1,6 = 77,38$	$72,53 \times 1,6 = 116,04$
7,0 para 7,4	$22,94 \times 1,6 = 36,70$	$34,40 \times 1,6 = 55,04$
7,0 para 7,5	$26,06 \times 1,6 = 41,70$	$39,09 \times 1,6 = 62,54$
7,2 para 7,5	$11,99 \times 1,6 = 19,18$	$17,99 \times 1,6 = 28,78$

Obs.: Cálculos iniciais de referência com base no Na_2CO_3 (g/m^3) (pureza = 99,5%)
Cálculos realizados com base no $\text{NaHCO}_3 \rightarrow 99\%$ (teor de matéria ativa).

OBS.: 1- Na determinação da **concentração da alcalinidade em mg CaCO₃/L** a metodologia utilizada na dosagem, conforme no “*Standard Methods for the Examination of Water and Waster*” nas diversas edições, cito como exemplos, a 20th e 22th. Edition (APHA, 1980; APHA/AWWA/WEF, 2012) utiliza como referência **nos cálculos**, para expressar os resultados da alcalinidade em mg CaCO₃/L, o “**equivalente-grama**” do CaCO₃ que é **50**, veja a fórmula a seguir, transcrita *ipsis litteris*.

$$\text{ALKALINITY, mg CaCO}_3 = \frac{A \times N \times 50.000}{\text{mL sample}}$$

A = Volume em mL de ácido gastos na titulação.

N = Normalidade da solução padrão de ácido // mL sample = Volume da amostra

$$\text{ALCALINIDADE (mg CaCO}_3/\text{L) = } \frac{V_{(\text{mL})} \times N_B \times \text{Eq-g}_A \times 1.000}{V_{\text{mL amostra}}}$$

$$\text{ALCALINIDADE (mg CaCO}_3/\text{L) = } \frac{V_{(\text{mL})} \times N_B \times 50 \times 1.000}{V_{\text{mL amostra}}}$$

$$\text{ALCALINIDADE (mg CaCO}_3/\text{L) = } \frac{V_{(\text{mL})} \times N_B \times 50.000}{V_{\text{mL amostra}}}$$

$$\text{MM CaCO}_3 = 40,078 + 12,011 + 3 \times 15,999 = 100,086 \rightarrow \text{Eq-g} = 100,086/2 = 50,043$$

$$\text{MM HCO}_3^{-1} = 1,007 + 12,011 + 3 \times 15,999 = 61,015 \rightarrow \text{Eq-g} = 61,015/1 = 61,015$$

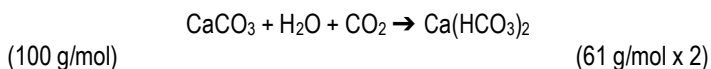
Em função disso na transformação da **expressão da concentração de mg CaCO₃/L para mg HCO₃⁻¹/L**, utiliza-se um fator de 1,22 que, origina da relação 61,015 (HCO₃⁻¹) / 50,043 (CaCO₃) = 1,2191 ≅ 1,22.

Para transformar mg HCO₃⁻¹/L → mg CaCO₃/L x 1,22.

Para se transformar mg CaCO₃/L → mg HCO₃⁻¹/L / 1,22.

2- Outra forma de calcular o fator para converte alcalinidade mg CaCO₃ / L para mg HCO₃⁻¹ / L (WATERBOARDS, 2020).

A MM do CaCO₃ é igual a 100 g/mol // A MM do HCO₃⁻¹ é igual a 61 g/mol.



1 mol de Ca(HCO₃)₂ corresponde a 1 mol de CaCO₃, que corresponde há 2 moles de HCO₃⁻¹, logo, 122 g. O que implica na relação: **122 g (ou mg) HCO₃⁻¹ / 100 g (ou mg) de CaCO₃** (WATERBOARDS, 2020).

$$\text{g (ou mg) CaCO}_3/\text{L} \times 1,22 \rightarrow \text{g (ou mg) HCO}_3^{-1}/\text{L}$$

$$\text{g (ou mg) HCO}_3^{-1}/\text{L} / 1,22 \rightarrow \text{g (ou mg) CaCO}_3/\text{L}$$

WATERBOARDS. **Converting Carbonate Alkalinity from mg/L as CaCO₃ to mg/L as CO₃²⁻**. Disponível em:

<https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/documents/drinkingwaterlabs/AlkalinityConversions.pdf>. Acesso em 28 de fevereiro de 2020.

RELAÇÕES

Eq-g = Equivalente-grama $M = \frac{N^{\circ} \text{ moles}}{V(L)}$

$$N = \frac{N^{\circ} \text{ Eq-g}}{V(L)} \quad N^{\circ} \text{ Eq-g} = \frac{m}{\text{Eq-g}}$$

$$M \times V(L) = n^{\circ} \text{ de moles} \quad // \quad N \times V(L) = n^{\circ} \text{ de Eq-g}$$

Quanto uma **substância "A"**, que desejamos dosar, reage com uma **substância "B"**, sendo que **"A" está dentro de um volume de uma amostra**, e **"B" apresenta concentração conhecida**, a sua concentração será nossa referência para cálculo.

$$n^{\circ} \text{ de eq-g de A} = n^{\circ} \text{ de eq-g de B} \quad \frac{m_A(g)}{\text{Eq-g}_A} = N_B \cdot V_B(L) \cdot f_c \Rightarrow m_{A(g)} = N_B \cdot V_B(L) \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_A$$

fc = Fator de correção 1g = 1000 mg 1litro(L) = 1000 mL

Transformação de g em mg e de L em mL.

$$m_A \cdot 1000 \text{ mg} = N_B \cdot V_B \cdot 1000 \text{ mL} \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_A$$

$$m_{A(mg)} = N_B \cdot V_{B(mL)} \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_A$$

$m_{A(mg)}$ = massa da substância "A" em um Vamostra (volume da amostra)

$$\begin{array}{cc} m_{A(mg)} & \text{-----} & \text{Vamostra(mL)} \\ X & \text{-----} & 1000 \text{ mL} \end{array}$$

O X é uma massa (mg) em 1000 mL = 1 L → (mg / L = ppm)

$$m_{A(mg)} = N_B \cdot V_{B(mL)} \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_A$$

$$X = \frac{m_A \cdot (1000 \text{ mL})}{V_{amostra}} = \frac{N_B \cdot V_B(mL) \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_{A(g)} \cdot 1000 \text{ mL}}{V_{amostra}}$$

$X \Rightarrow \text{mg} / 1000 \text{ mL} = \text{mg} / \text{litro} = \text{ppm}$ (parte por milhão)

$$X (\text{ppm}) = \frac{N_B \cdot V_B(mL) \cdot f_c \cdot \text{Eq-g}_{A(g)} \cdot 1000}{V_{amostra}}$$

OBS.: Na situação em que o Eq-g = Mol/l, a relação: n° de moles de A = n° de moles de B, basta substituímos N_B por M_B e Eq-g_A por Mol_A .

$$X (\text{ppm}) = \frac{M_B \cdot V_B(mL) \cdot f_c \cdot \text{Mol}_{A(g)} \cdot 1000}{V_{amostra}}$$

RESUMO:

Substância "A" = substância que desejamos dosar.

Substância "B" = substância cuja concentração é conhecida, é aquela que utilizamos na bureta.

V(mL) = volume gasto da substância B, ou seja, volume gasto na bureta, durante a titulação.

V(amostra) = volume da amostra utilizado para dosagem, colocado no erlenmeyer.