

Solução Tampão: Acidez e Alcalinidade de Reserva

Em muitos processos físico-químicos e biológicos é necessário que o pH do meio seja mantido dentro de limites muito estreitos. A manutenção de um grau especificado de acidez é efetivada pelo emprego de uma solução tampão, também conhecida como solução amortecedora: "Buffer" (inglês) ou "Puffer" (alemão).

Uma solução tampão é a que resiste à modificação da concentração de íon hidrogênio, ou de pH, mesmo quando lhe adicionamos um ácido forte ou uma base forte. A água pura quase não tem capacidade de resistir à modificação do pH quando recebe um ácido forte ou uma base forte.

Uma solução de acetato de sódio, porém, não têm o pH alterado apreciavelmente pela adição de um ácido forte, pois têm alcalinidade de reserva. Também uma solução de cloreto de amônio é pouco afetada pela adição de uma pequena quantidade de base forte, pois tem acidez de reserva.

As soluções de um ácido fraco e um dos seus sais de base forte ou uma solução de base fraca e um de seus sais de ácido forte possuem ao mesmo tempo acidez e alcalinidade de reserva. São soluções tampão.

A capacidade de uma solução resistir à mudança de pH pode ser vista no comportamento da mistura de ácido acético e acetato de sódio. A solução contém grande concentração de ácido acético não ionizado, conferindo-lhe acidez de reserva. Possui elevada concentração de íons acetato provenientes do sal, conferindo-lhe a alcalinidade de reserva.

Quando um ácido forte é adicionado, ocorre:

- Consumo de íons hidrogênio, pelos íons acetato, logo a acidez não aumenta (alcalinidade de reserva).

Quando uma base forte é adicionada, ocorre:

- Consumo de íons hidróxidos, pelas moléculas integras do ácido acético, logo a alcalinidade não aumenta (acidez de reserva).

Assim, o máximo de ação tamponante ocorre quando o ácido e o sal estão misturados em proporção equimolar.

Para se calcular o pH de uma solução tampão, formada pela concentração conhecida de um ácido fraco, a qual se adicionou uma quantidade determinada de solução de seu sal de base forte, em concentração conhecida, ou para se calcular a razão sal/ácido para se obter um tampão de pH determinado, emprega-se a equação de Henderson - Hasselbach:

$$pH = pKa - \log \frac{[\text{Ácido}]}{[\text{Sal}]} \quad \text{ou} \quad pH = pKa + \log \frac{[\text{Sal}]}{[\text{Ácido}]}$$

Uma solução tampão opera com o máximo da ação tampão quando a razão entre a concentração do sal e do ácido é igual à unidade. Quanto mais afastada da unidade esta razão estiver, menor será a eficiência do tampão.

PARTE EXPERIMENTAL

Objetivo: Preparar e estudar uma solução tampão de ácido acético- acetato de sódio frente à adição de ácido e base fortes.

LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DE QUÍMICA – AULA N°13

Materiais e reagentes: 4 Bastões de vidro, 4 béqueres de 50mL, 3 erlenmeyers de 125 mL, 1 erlenmeyer de 250 mL, bureta de 25 mL, 4 suportes universais, 2 pipetas graduadas de 10 ml, solução de ácido acético 0,1 mol L⁻¹, solução de acetato de sódio 0,1 mol, solução padrão de NaOH 0,1 mol L⁻¹, solução padrão de H₂SO₄ 0,05 mol L⁻¹, soluções dos indicadores timolftaleína (solução alcoólica 0,1%) e alaranjado de metila (solução 0,2%), pêra de borracha, peagâmetro.

Procedimento:

1) ACIDEZ DE RESERVA

- Utilize 3 erlenmeyers de 125 mL e numere-os de 1 a 3.
- Distribua as soluções preparadas de ácido acético e acetato de sódio nos erlenmeyeres conforme a proporção mostrada na Tabela 9.1:

Tabela 9.1. Soluções tampões de ácido acético/ acetato de sódio.

Erlenmeyer	1	2	3
Acetato de sódio (mL)	3	5	7
Acido acético (mL)	7	5	3

- Use a equação de Henderson Hasselbach, calcule o pH das soluções 1, 2 e 3, onde $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$. Anote estes valores na Tabela 9.2.
- Meça o pH das soluções 1, 2 e 3 utilizando um peagâmetro. Anote os valores na Tabela 9.2.

Tabela 9.2. Valores de pH determinados para as soluções preparadas.

Erlenmeyer	Solução	pH calculado	pH experimental
1	Sol.3/7		
2	Sol. 5/5		
3	Sol. 7/3		

- Colocar 3 gotas de timolftaleína em todos os erlenmeyeres.
- Titule com solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹, anotando o volume gasto para obter uma coloração azul (pH ~10) na Tabela 9.3.

Tabela 9.3. Acidez de reserva:

Amostra	Solução	Volume gasto de NaOH(mL)
1	Sol.3/7	
2	Sol. 5/5	
3	Sol. 7/3	

2) ALCALINIDADE DE RESERVA

- Prepare novamente três erlenmeyers contendo as soluções tampão, como mostrado na Tabela 8.1.
- Adicione 3 gotas de alaranjado de metila.

LABORATÓRIO DE FUNDAMENTOS DE QUÍMICA – AULA N°13

c) Titule com solução padrão de ácido sulfúrico $0,05 \text{ mol L}^{-1}$, anotando os volumes gastos para obter a coloração vermelha ($\text{pH} \sim 3$) na Tabela 9.4.

Tabela 9.4. Alcalinidade de reserva.

Amostra	Solução	Volume gasto de H_2SO_4 (mL)
1	Sol.3/7	
2	Sol. 5/5	
3	Sol. 7/3	

Questões:

- 1) Qual das soluções apresenta maior acidez de reserva? Como você chegou a esta conclusão?
- 2) Qual das soluções apresenta maior alcalinidade de reserva?
- 3) Qual das soluções apresenta maior poder tampão?
- 4) Calcule o pH da solução formada pela adição de 35 mL de ácido acético $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ a 25 mL de acetato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. Dado: $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$.

Referências Bibliográficas:

- 1- D. C. Harris, *Análise Química Quantitativa*, 5ª Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2001.
- 2- T. L. Brown, H.E. LeMay, B.E. Bursten, C.J.Murphy, P.M. Woodward, M.W. Stoltzfus; *Química- A Ciência Central*, 13ª edição, Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2016.