

42

Circular Técnica

Campina Grande, PB
Dezembro, 2000

Autores

Rosa Maria Mendes Freire
M.Sc, Química Industrial,
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário
58107-720 – Campina Grande, Pb
E-mail: rosa@cnpa.embrapa.br

Márcia Barreto de Medeiros Nóbrega
D.Sc, Eng. Agrôn.,
Embrapa Algodão
E-mail: marcia@cnpa.embrapa.br

Roseane Cavalcanti dos Santos
M.Sc., Eng. Agrôn.
Embrapa Algodão
E-mail: caval@cnpa.embrapa.br

Julita Maria Frota Chagas Carvalho
D.Sc., Eng. Agrôn.,
Embrapa Algodão
E-mail: julita@cnpa.embrapa.br



Preparo de Soluções



Na interação de ações da pesquisa básica com a aplicada, surgem certas dificuldades no procedimento das análises laboratoriais, visto que vários fatores têm grande importância por serem responsáveis pelo sucesso dessas análises; dentre eles, o mais significativo talvez

seja o preparo de soluções, porque deles dependem as demais etapas do processo. O uso de reagentes de marcas credenciadas e idôneas tem também grande influência, razão por que a pureza afeta os resultados.

A observância de normas de segurança e de gerenciamento é por demais valiosa, devendo ser levada em consideração e afixada no laboratório para a organização e eficiência na condução dos trabalhos (PASSOS, 1996).

A segurança, tanto individual quanto coletiva, inicia-se com a prevenção de acidentes até os mínimos detalhes de conhecimento a respeito da toxicidade das substâncias, seus efeitos, interações etc.

Na rotina de todo laboratório, suas normas e regras padronizadas existem; entretanto, às vezes, devido ao desconhecimento parcial das mesmas por parte de alguns técnicos, como preparo de soluções, erros sucessivos vão ocorrer, afetando e podendo até inviabilizar o processo da análise.

Portanto, com esta circular pretende-se apresentar algumas regras claras e práticas de segurança e de preparo de soluções, visando contribuir com a qualidade dos trabalhos de pesquisa no âmbito laboratorial.

Cuidados Gerais no Preparo das Soluções

- Efetuar com precisão, em balança analítica, a pesagem dos reagentes;
- observar, ao pipetar líquidos, o volume correto; para os translúcidos, o menisco deve ficar acima da graduação desejada; para os opacos, este deve ficar abaixo;
- não pipetar as substâncias com a boca; usar sempre pipetadores automáticos ou mecânicos;

- ao se preparar uma solução, a concentração desejada deve conter soluto + solvente = volume final; logo, não aferir antes de colocar todo o soluto;
- atentar para os cálculos de diluição, pois ao se diluir uma solução 5 vezes, por exemplo, isto significa que a 1 volume da solução original serão acrescidos 4 volumes do solvente de diluição, ou seja, a proporção é 1:5;
- não inserir espátula e/ou colher medida, bastões etc. nos reagentes, nem pipetas dentro das soluções; habitue-se a manipulá-los após colocar quantidades suficientes em recipiente adequado;
- nunca testar um reagente pelo odor nem sabor, porque praticamente todos são tóxicos, variando apenas o grau de toxicidade, que pode ser verificado no rótulo do reagente;
- a vidraria deve ser muito bem lavada, para não haver contaminação na análise;
- ao se diluir ácidos, deve-se ter o cuidado de verter o ácido na água e não o contrário, para evitar explosão;
- usar máscara, luvas e óculos de segurança ao manipular substâncias tóxicas, voláteis, mesmo utilizando a capela;
- acondicionar o lixo químico em recipientes adequados, devidamente identificados;
- não despejar na pia substâncias como fenol, clorofórmio, tris-borato, metanol e ácido acético;
- colocar os rejeitos sólidos (poliacrilamida e contaminados) em recipiente próprio;
- descartar fragmentos de vidro em recipientes específicos;
- não descartar agulhas, lâminas e similares em cestas de lixo; mas, depositar em caixas específicas;
- limpar a bancada individual de trabalho, antes e ao final do expediente, devolvendo os materiais utilizados aos locais apropriados e o lixo químico nos recipientes adequados;
- trabalhar sempre com calma, nunca quando agitado, pois evitará acidentes e erros experimentais;
- planejar tudo com antecedência, verificando a disponibilidade de equipamentos, reagentes, suprimentos e vidrarias;
- como em todo laboratório, o fluxo de pessoas deve ser terminantemente reduzido. O uso de jaleco, máscaras e luvas, deve ser constante, principalmente porque grande parte das drogas utilizadas possui efeitos neurotóxicos, cancerígenos e mutagênicos, e o contato deve ser cuidadosamente evitado;
- diariamente, o laboratório deve ser limpo, principalmente de poeira; os balcões, antes de qualquer operação, devem ser limpos com álcool; as vidrarias, em especial as pipetas, não devem conter qualquer resíduo ou impureza. Considerando-se que se opera com partículas microscópicas, qualquer descuido com a assepsia irá influenciar o resultado final, mascarando-o;
- as drogas utilizadas devem ser obtidas a partir de marcas credenciadas no mercado; sua pureza influencia consideravelmente a resolução dos sistemas. Os substratos e os corantes devem ser armazenados em freezer e em frascos escuros, visando aumentar sua durabilidade. Em caso de dúvida quanto à armazenagem, o operador deve seguir rigorosamente as indicações contidas no rótulo das embalagens, ou nos catálogos dos fabricantes;
- os frascos de todas as soluções devem conter etiquetas com a identificação da solução, a fórmula, a data do preparo e a rubrica de quem as preparou;
- os equipamentos de laboratório devem ser utilizados corretamente. Antes do uso, verificar os procedimentos necessários, como fonte de energia, calibração dos mesmos (potenciômetro, balanças etc);
- o caderno de laboratório é de grande importância e deve estar sempre atualizado. Nele devem conter roteiros padronizados de cada experimento, acompanhamento e avaliação dos resultados. Formulários próprios podem ser utilizados com todas as informações que se fizerem necessárias a cada

experimento. Como forma de praticidade são organizadas fichas catalográficas de protocolo (receitas) e os procedimentos necessários para confeccionar as soluções padronizadas.

Concentração de Soluções

Conceitos básicos, segundo Freitas, (1968)

Para se preparar soluções, alguns conceitos básicos devem ser levados em consideração, bem como a formulação e a expressão de resultados. Alguns exercícios serão feitos, enfocando situações de rotina no laboratório, para melhor entendimento.

- Solução - é um sistema unifásico, formado por um disperso chamado soluto e um dispersante denominado solvente.
- Concentração de soluções - é a proporção entre o soluto e o solvente de uma solução, que pode ser expressa em várias unidades, sendo as mais utilizadas citadas a seguir.

Unidades de Concentração (C)

a) Grama por litro é a massa do soluto por volume de solução.

$$C(g/\ell) = \text{massa do soluto (g)} / \ell \text{ de solução}$$

Ex.: Qual a concentração da solução de NaOH em g/ℓ contendo 40 g dessa substância em 500 mℓ de água destilada ou desionizada?

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 40g \\ v = 500m\ell = 0,5\ell \end{array} \right. \quad C = \frac{40g}{0,5\ell} = 80 g/\ell$$

b) Porcentagem em peso por volume ou, simplesmente, porcentagem em volume, é a massa do soluto em 100 mℓ de solução.

$$C (\% p/v) = \text{massa do soluto (g)} / 100 \text{ m } \ell \text{ de solução}$$

Ex.: Qual a concentração em porcentagem (p/v) de uma solução aquosa, contendo 80 g/ℓ?

$$\begin{array}{l} 1 \ell \text{ de solução ou } 1000 \text{ m } \ell \rightarrow 80 \text{ g do soluto} \\ 100 \text{ m } \ell \rightarrow C \\ \therefore C = 8\% (p/v) \text{ ou } 8\% \end{array}$$

c) Porcentagem em peso por peso, ou porcentagem em peso, é a massa do soluto em 100 g de solução.

$$C (\% p/p) = \text{massa do soluto (g)} / 100 \text{ g de Solução}$$

Ex.: Qual a concentração em porcentagem (p/p) de uma solução aquosa, contendo 40 g/0,4 kg?

$$\begin{array}{l} 0,4 \text{ kg de solução ou } 400 \text{ g} \rightarrow 40 \text{ g do soluto} \\ 100 \text{ g} \rightarrow C \\ \therefore C = 10\% (p/p) \end{array}$$

d) Partes por milhão (ppm) é a massa do soluto em 10^6 g de solução.

$$C (\text{ppm}) = \text{massa do soluto (g)} / 1 \text{ milhão de g de solução}$$

Obs: Para soluções com densidade¹ igual a 1, pode-se utilizar mg/ℓ ou μg/ml em vez de ppm.

Ex.: Qual a concentração da solução em ppm, quando se dissolvem 2 mg de uma substância em 10 ℓ de água destilada?

$$\begin{array}{l} 10 \ell \rightarrow 2 \text{ mg} \\ 1 \ell \rightarrow C \therefore C = 0,2 \text{ mg}/\ell \text{ ou ppm} \end{array}$$

e) Molaridade (M) é o número de moles do soluto (n) por litro de solução.

$$M = \frac{\text{N}^\circ \text{ moles do soluto (n)}}{\text{Volume de solução (}\ell\text{)}}$$

Como $n = \frac{m}{PM}$ onde $\left\{ \begin{array}{l} n - \text{é o n}^\circ \text{ de moles do soluto} \\ m - \text{é a massa em (g) do soluto} \\ PM - \text{é o peso molecular do soluto} \end{array} \right.$

Substituindo em M, tem-se:

$$M = \frac{m(g)}{PM \cdot V(\ell)}$$

¹Densidade da solução (d) é a relação entre a massa (m) e o volume de uma solução, ou seja, $d = \frac{m}{v}$.

Uma solução 1 molar (M) corresponde ao peso molecular do soluto por litro de solução e isto constitui

regra prática para o cálculo de soluções molares (ALFENAS et al., 1991).

Ex.: Preparar 500 mL de uma solução aquosa a 0,1 M a partir de um soluto, cujo peso molecular é 40 g.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{PM} = 40 \\ \text{V} = 500 \text{ mL} \\ \text{M} = 0,1 \\ \text{m?} = 2\text{g} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 1 \text{ molar (M)} \rightarrow 40 \text{ g/L de solução} \\ 0,1 \text{ M} \rightarrow \text{m(g)} \\ \therefore \text{m} = 0,1 \times 40 \times 1 = 4 \text{ g/L ou } 2 \text{ g/500 mL} \end{array}$$

Qual a molaridade de uma solução aquosa de H_2SO_4 (PM = 98 g) contendo 4,9 g do ácido por de 2 L?

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{M?} = 0,025 \\ \text{m} = 4,9 \text{ g} \\ \text{PM} = 98 \\ \text{V} = 2 \text{ L} \end{array} \right. \quad M = \frac{4,9}{98 \times 2} = 0,025 \text{ M}$$

f) Normalidade (N) ou normal, é o número de equivalente-grama do soluto (E) por litro (l) de solução.

$$N = \frac{\text{Nº eq.g do soluto (E)}}{\text{Vol. de solução (L)}}$$

O número de equivalente grama do soluto (E) é a massa (m) em grama do soluto dividido pelo seu peso equivalente (pE).

$$E = \frac{m}{pE} \quad \text{Substituindo E em N tem-se: } N = \frac{m(g)}{pE \cdot V(L)}$$

Ex: Qual a normalidade de uma solução de HCl (PM = 36,5 g) contendo 120 g do ácido em 3 L de solução?

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{m} = 120 \text{ g} \\ \text{PM} = 36,5 \\ \text{V} = 3 \text{ L} \end{array} \right. \quad N = \frac{120}{36,5 \times 3} = 1,09 \text{ N}$$

Peso equivalente (pE) é o peso equivalente do soluto, que corresponde ao seu peso molecular (PM) dividido pela sua valência (v).

$$\text{Peso equivalente (pE)} = \frac{\text{PM}}{v}$$

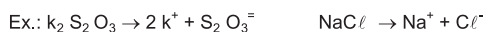
- O peso equivalente de uma base é o seu peso molecular dividido pelo número de íons hidroxilas da molécula.

$$\text{Ex.: } \text{Ca(OH)}_2 \quad pE = \frac{\text{PM}}{2} = \frac{74}{2} = 37$$

- O peso equivalente de um ácido é o seu peso molecular dividido pelo número de hidrogênios ionizáveis da molécula.

$$\text{Ex.: } \text{H}_2\text{SO}_4 \quad pE = \frac{\text{PM}}{2} = \frac{98}{2} = 49$$

- O peso equivalente de um sal é o seu peso molecular dividido pelo número total de eletrovalências positivas ou negativas.



$$\text{PM} = 190; pE = \frac{190}{2} = 95; \quad \text{PM} = 36,5; pE = \frac{36,5}{1} = 36,5$$

- O peso equivalente de um sal ácido é o seu peso molecular dividido pelo número de hidrogênios ionizáveis por molécula do sal.



$$\text{Peso Equivalente} = \frac{\text{PM}}{1}$$



$$\text{Peso Equivalente} = \frac{\text{PM}}{2}$$

Diluição de soluções

Quando uma solução é diluída, seu volume é aumentado e a concentração conseqüentemente é diminuída, porém a quantidade total do soluto permanece constante. Duas soluções de concentrações diferentes, mas com a mesma quantidade de soluto, devem estar relacionadas. Logo, para se fazer diluições, usa-se a seguinte relação.

$$\text{onde: } V_i C_i = V_f C_f$$

$V_i C_i$ - Volume e concentração iniciais

$V_f C_f$ - Volume e concentração finais

Transformações Mais Usadas

De	Para	Relação
g/ℓ	% (p/v)	$0,1 \times \text{g/ℓ}$ ou $\text{g/ℓ}/10$
% (p/v)	g/ℓ	$10 \times \%$ (p/v)
% (p/p)	% (p/v)	$d \times \%$ (p/p)
% (p/v)	% (p/p)	$\% \text{ (p/v)}/d$
ppm	%	$\text{ppm}/10^4$
%	ppm	$\% \times 10^4$

Exercícios de Transformação

a) Transformar g/ℓ em % (p/v)

a) Transformar g/ℓ em % (p/v)

$$C = 100 \text{ g/ℓ}$$

$$\begin{array}{lcl} 1000 \text{ mℓ da Solução} & \longrightarrow & 100\text{g do Soluto} \\ 100 \text{ mℓ da Solução} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$\therefore x = \frac{100 \times 100}{1000} = 10 \text{ g/100mℓ ou } 10\% \text{ (p/v)}$$

logo, a relação é: $\% \text{ (p/v)} = \text{g/ℓ} \times 0,1$

b) Transformar % (p/v) em g/ℓ

$$C = 10 \text{ g/100 mℓ}$$

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ mℓ da Solução} & \longrightarrow & 10 \text{ g do Soluto} \\ 1000 \text{ mℓ da Solução} & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$\therefore x = \frac{10 \times 1000}{100} = 100 \text{ g/ℓ}$$

logo, a relação é: $\text{g/ℓ} = \% \text{ (p/v)} \times 10$

c) Transformar % (p/p) em % (p/v) onde

$$d = 1,2 \text{ e } C = 10\% \text{ (p/p)}$$

$$\% \text{ (p/v)} = 10 \times 1,2 = 12\% \text{ (p/v)}$$

logo, a relação é: $\% \text{ (p/v)} = \% \text{ (p/p)} \times d$

d) Transformar % (p/v) em % (p/p)

$$C = 20\% \text{ (p/v)} \text{ e } d = 2$$

$$\% \text{ (p/p)} = 20/2 = 10\% \text{ (p/p)}$$

onde, a relação é: $\% \text{ (p/p)} = \% \text{ (p/v)}/d$

e) Transformação de Normalidade (N) para Molaridade (M) e vice-versa:

A Normalidade é sempre maior ou igual à Molaridade; é igual à Molaridade quando a valência do soluto é igual a 1. Logo:

$$N = M$$

$M = \text{n}^\circ \text{ de moles do soluto/ℓ de solução}$

$N = \text{n}^\circ \text{ de equivalentes do soluto/ℓ de solução}$

A massa de ambas pode ser calculada como:

$$M \rightarrow m_1 = PM \times V \times M$$

$$N \rightarrow m_2 = pE \times V \times N$$

Igualando-se as duas massas, tem-se:

$$PM \times V \times M = pE \times V \times N \text{ mas como } pE = \frac{PM}{v}$$

Substituindo-se o pE, tem-se:

$$PM \times V \times M = \frac{PM}{v} \times V \times N$$

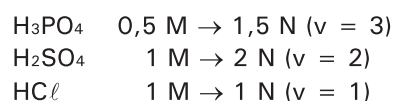
Eliminando-se os termos comuns, tem-se:

$$M = \frac{N}{v} \therefore N = Mv \text{ onde } v \text{ é a valência do soluto}$$

Uma solução de H_3PO_4 a 1,5 N corresponde a 0,5 M, porque

$$M = \frac{1,5}{3} = 0,5$$

Exemplos:



KMnO_4 quando $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+2} (\Delta v = 5)$

$$\text{KMnO}_4 \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ M} \rightarrow 5 \text{ N} \\ 0,2 \text{ M} \rightarrow 1 \text{ N} \end{array} \right.$$

Exercícios sobre Cálculos de Soluções

Calcular o volume de HCl necessário para preparar 1 ℓ de solução aquosa 1 N.

Dados

$$PM_{\text{HCl}} = 36,5$$

$$\text{Pureza} = 37\%$$

$$d = 1,19$$

$$pE_{HCl} = \frac{36,5}{1} = 36,5$$

a) Cálculo da massa

$$N = \frac{m}{pE \cdot V} \therefore m = pE \cdot N \cdot V$$

$$m = 36,5 \times 1 \times 1$$

$$m = 36,5 \text{ g}$$

b) Cálculo da pureza

$$\begin{array}{l} \text{Em 100 g da substância} \longrightarrow 37 \text{ g de HCl puro} \\ X \longleftarrow 36,5 \text{ g de HCl puro} \\ \therefore X = 98,65 \end{array}$$

c) Cálculo do volume

$$d = \frac{m}{V} \therefore V = \frac{m}{d}$$

$$V = \frac{98,65}{1,19}$$

$$V = 82,89 \text{ mL HCl} \text{ de solução}$$

d) Modo de preparo

Tomar cerca de 83 mL do reagente a 37% e transferi-los para balão volumétrico de 1000 mL, colocando antes, aproximadamente metade do volume total de água destilada e homogeneizar. Cuidadosamente, aferir o volume com água destilada para 1000 mL.

Preparar 1000 mL de solução de H_2SO_4 a 0,2N.

Dados

$$PM_{H_2SO_4} = 98$$

$$\text{pureza} = 95 \text{ a } 97\%$$

$$d = 1,84$$

$$PM_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49$$

$$V = 1000 \text{ mL} = 1 \text{ L}$$

a) Cálculo da massa

$$N = \frac{m}{pE \cdot V} \therefore m = pE \cdot N \cdot V$$

$$m = 49 \times 0,2 \times 1$$

$$m = 9,8 \text{ g}$$

a) Cálculo da massa

$$N = \frac{m}{pE \cdot V} \therefore m = pE \cdot N \cdot V$$

$$m = 49 \times 0,2 \times 1$$

$$m = 9,8 \text{ g}$$

b) Cálculo da pureza

$$\begin{array}{l} \text{Em 100 g da substância} \longrightarrow 96,0 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ puro} \\ X \longleftarrow 9,8 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ puro} \\ \therefore X = 10,21 \text{ g} \end{array}$$

c) Cálculo do volume

$$d = \frac{m}{V} \therefore V = \frac{m}{d}$$

$$V = \frac{10,21}{1,84}$$

$$V = 5,55 \text{ mL de H}_2\text{SO}_4 \text{ de solução}$$

d) Modo de preparo

Em uma proveta média, medir aproximadamente 6 mL do reagente a 95-97% e transferi-los adequadamente, para um balão volumétrico de 1 L, aferindo-o com água destilada.

Preparar 1 L de solução de NaOH a 1 N.

Dados

$$PM_{NaOH} = 40$$

$$\text{pureza} = 97\%$$

$$pE_{NaOH} = \frac{40}{1} = 40$$

a) Cálculo da massa

$$m = pE \cdot N \cdot V$$

$$m = 40 \times 1 \times 1$$

$$m = 40 \text{ g}$$

b) Cálculo da pureza

$$\begin{array}{l} \text{Em 100 g da substância} \longrightarrow 97 \text{ g de NaOH} \\ X \longleftarrow 40 \text{ g de NaOH} \end{array}$$

$$X = 41,24 \text{ g/L}$$

c) Modo de preparo

Pesar 41,24 g de reagente e dissolvê-los

cuidadosamente em cerca de 500 mL de água destilada. Deixar esfriar e aferir com a mesma água para o volume final.

Qual a concentração em N de uma solução de HCl (PM = 36,5 g), contendo a massa igual ao peso molecular do ácido em 2 L de solução?

Dados

N = ?

m = 36,5g

V = 2 L

$$PM_{HCl} = 36,5g$$

$$N = \frac{m}{pEV(\ell)} \therefore N = \frac{36,5}{36,5 \cdot 2}$$

$$\therefore N = 0,5g/\ell \text{ ou } 0,5N$$

$$pE = \frac{36,5}{1} = 36,5$$

Qual a concentração em molaridade de uma solução H₂SO₄ contendo 49 g do ácido em 1 L de solução?

Dados

M = 98

V = 1 L

m = 49 g

$$PM_{H_2SO_4} = 98$$

$$M = \frac{m}{PM \cdot V}$$

$$M = \frac{49}{98 \cdot 1} = 0,5M$$

Referências Bibliográficas

ALFENAS, A. C.; PETERS, I. BRUNE, W.; PASSADOR, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestas**. Viçosa: UFV, 1991. 242 p.

FREITAS, R. G. **Problemas e exercícios de química**. 9.ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1968. 293 p.

PASSOS, L. P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1996. 223 p.

Circular Técnica, 42

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 3315 4300 Fax: (83) 3315 4367
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição
Tiragem: 2000

**Ministério da Agricultura
Pecuária e Abastecimento**

Comitê de Publicações

Presidente: Alderi Emídio de Araújo
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes
Membros: Eleusio Curvelo Freire
Francisco de Sousa Ramalho
José da Cunha Medeiros
José Mendes de Araújo
José Wellingthon dos Santos
Lúcia Helena Avelino Araújo
Malaquias da Silva Amorim Neto

Expedientes: Supervisor Editorial: Nivia Marta Soares Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Oriel Santana Barbosa
Editoração Eletrônica: Oriel Santana Barbosa