

# O ENSINO DO CONTEÚDO DE SOLUÇÕES QUÍMICAS SOB A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO NO CAMPO COM ENFOQUE EM AGROECOLOGIA





**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO -  
UPF  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO  
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECCM**

**O ENSINO DO CONTEÚDO DE  
SOLUÇÕES QUÍMICAS**

**SOB A PERSPECTIVA DA  
EDUCAÇÃO NO CAMPO COM  
ENFOQUE EM AGROECOLOGIA**



Material elaborado por Karine de Freitas dos Santos como produto educacional desenvolvido no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Aline Locatelli.



## **Sumário**

<b>Sobre o que é este Material Didático.....</b>	<b>06</b>
<b>Estrutura das Atividades .....</b>	<b>08</b>
<b>1º Momento .....</b>	<b>09</b>
<b>2º Momento .....</b>	<b>10</b>
<b>3º Momento .....</b>	<b>11</b>
<b>4º Momento .....</b>	<b>12</b>
<b>5º Momento .....</b>	<b>26</b>
<b>6º Momento .....</b>	<b>27</b>
<b>7º Momento .....</b>	<b>35</b>
<b>8º Momento .....</b>	<b>36</b>
<b>Referências .....</b>	<b>51</b>

## **Apêndices**

<b>Apêndice A .....</b>	<b>37</b>
<b>Apêndice B .....</b>	<b>38</b>
<b>Apêndice C .....</b>	<b>39</b>
<b>Apêndice D .....</b>	<b>40</b>
<b>Apêndice E .....</b>	<b>43</b>
<b>Apêndice F .....</b>	<b>45</b>

## **SOBRE O QUE É ESTE MATERIAL DIDÁTICO**

Este Material Didático é destinado a professores de Química do ensino médio, sendo resultado de um trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, oferecido na Universidade de Passo Fundo – UPF, intitulado O Ensino do conteúdo de *Soluções Químicas sob a perspectiva da Educação no Campo com enfoque em Agroecologia*, desenvolvido pela professora mestranda Karine de Freitas dos Santos, sob orientação da professora Dr<sup>a</sup> Aline Locatelli.

O material foi elaborado com objetivo de ser desenvolvido em uma escola do campo com alunos do 2<sup>a</sup> ano do curso de Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrado em Agropecuária no município de Pontão/RS.

Destaca-se como um dos aspectos relevantes para o funcionamento de uma escola que possa ser considerada "do campo" o reconhecimento e a valorização da identidade de seus sujeitos. Em relação à educação, é pertinente ressaltar que ainda há insatisfação, ocasionada pela falta de contextualização e pelo distanciamento da prática pedagógica, que ora trabalha somente o debate esquecendo-se do conteúdo a ser ensinado, deixando-os à margem sem o conhecimento científico envolvido, ora trabalha somente o conhecimento científico esquecendo-se de seu contexto histórico-cultural, social e político.

Estima-se que as atividades propostas neste Material Didático possam auxiliar os professores de Química no ensino do conteúdo de soluções químicas principalmente, mas não unicamente, no que tange a Educação do Campo, por meio de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, que nada mais é do que uma sequência didática fundamentada teoricamente e voltada para a aprendizagem significativa, onde as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não literal e a interação deverá ser com algum conhecimento especificamente relevante, já existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Têm-se a perspectiva de que, a partir da abordagem progressiva e de forma expositiva dialogada do conteúdo de concentração de soluções, o estudante poderá ser capaz de interpretar laudos de análises de solo e realizar correções, utilizando-se dos conceitos de concentração comum, porcentagem, diluição, concentração em quantidade de matéria e concentração de íons. Desta forma, o estudante terá a possibilidade de adquirir competência e habilidade para realizar os cálculos e preparar soluções em seu meio agrícola e em laboratório, utilizando-se dos conhecimentos alcançados e construídos por meio desta intervenção didática.

## **SOBRE O QUE É ESTE MATERIAL DIDÁTICO**

Considerando que a Química ensinada na escola deve ser planejada e contextualizada levando em conta o meio em que os estudantes estão inseridos, este guia educacional tem como enfoque o conteúdo de soluções químicas sob a perspectiva da Educação no Campo, visando que o ensino de soluções químicas seja aprendido de forma significativa pelo estudante e que esse conhecimento possa ser útil para compreender as bases científicas por trás das técnicas e saberes tradicionais aplicados à Agroecologia.

Para isso, as atividades propostas estão dispostas em uma sequência didática de oito momentos, em que são discutidas e contextualizadas as relações agroecológicas, as quais são consideradas muito importantes por se tratarem de conhecimento utilizado cotidianamente, no âmbito escolar e familiar em que os estudantes estão inseridos, principalmente no que se refere às técnicas de preparo de insumos utilizados nas plantações.

A avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS levará em conta todo o conteúdo e é nela que os estudantes demonstrarão o quanto a aprendizagem foi significativa, uma vez que terão que colocar em prática seus conhecimentos aprendidos em um bioensaio com cebolas comuns, com o objetivo de avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, inserindo, dessa forma, a discussão do efeito de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

Entretanto, caberá ao professor, no processo de ensino, realizar adaptações das atividades e dos conteúdos apresentados a fim de atender os anseios de seus estudantes, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem.

## ESTRUTURA DAS ATIVIDADES

As atividades propostas neste Material Didático estimam interligar os conceitos químicos sobre soluções químicas com enfoque na Educação no Campo utilizando-se dos princípios agroecológicos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei nº 9.394/96) reconhece em seus artigos a diversidade sociocultural e o direito à igualdade e à diferença, possibilitando a definição de diretrizes operacionais para a Educação Rural levando em conta, nas finalidades, nos conteúdos e na metodologia, os processos próprios de aprendizado do estudante e o que é específico do campo.

Nesta perspectiva, as atividades foram organizadas em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS, em oito momentos, podendo ser realizadas no primeiro semestre do ano letivo nas aulas de Química no 2º ano do ensino médio. Na sequência, o fluxograma demonstra de forma geral, o desenvolvimento dos momentos didáticos-metodológicos propostos:

Desenvolvimento das Atividades em sala de Aula	Duração
<b>1º Momento:</b> Sondagem dos conhecimentos dos estudantes e pesquisa de campo através de questionários.	1 h/aula
<b>2º Momento:</b> Utilização de mapa conceitual a fim de resgatar os conhecimentos prévios.	1 h/aula
<b>3º Momento:</b> Aplicação de uma situação problema, levando em conta o conhecimento prévio dos estudantes.	1 h/aula
<b>4º Momento:</b> Explanação dos conceitos de concentração comum e porcentagem; interpretação de laudos de análises de solo e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico líquido para fazer a adubação do solo.	3 h/aula
<b>5º Momento:</b> Retomada dos aspectos gerais dos conteúdos através de uma atividade experimental e apresentação de uma nova situação-problema em um nível de maior complexidade.	2 h/aula
<b>6º Momento:</b> Apresentação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria, concentração de íons, execução do bioensaio, conceito de diluição e cálculos da expressão da quantidade de fertilizante orgânico sólido para fazer a adubação do solo .	9 h/aula
<b>7º Momento:</b> Avaliação individual.	3 h/aula
<b>8º Momento:</b> Avaliação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS através da apresentação da análise dos resultados do bioensaio.	2 h/aula

# DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EM MOMENTOS

## 1º MOMENTO

O professor deverá entregar aos estudantes o questionário “Apêndice A” que servirá como sondagem dos conhecimentos prévios sobre o conteúdo de concentração de soluções.

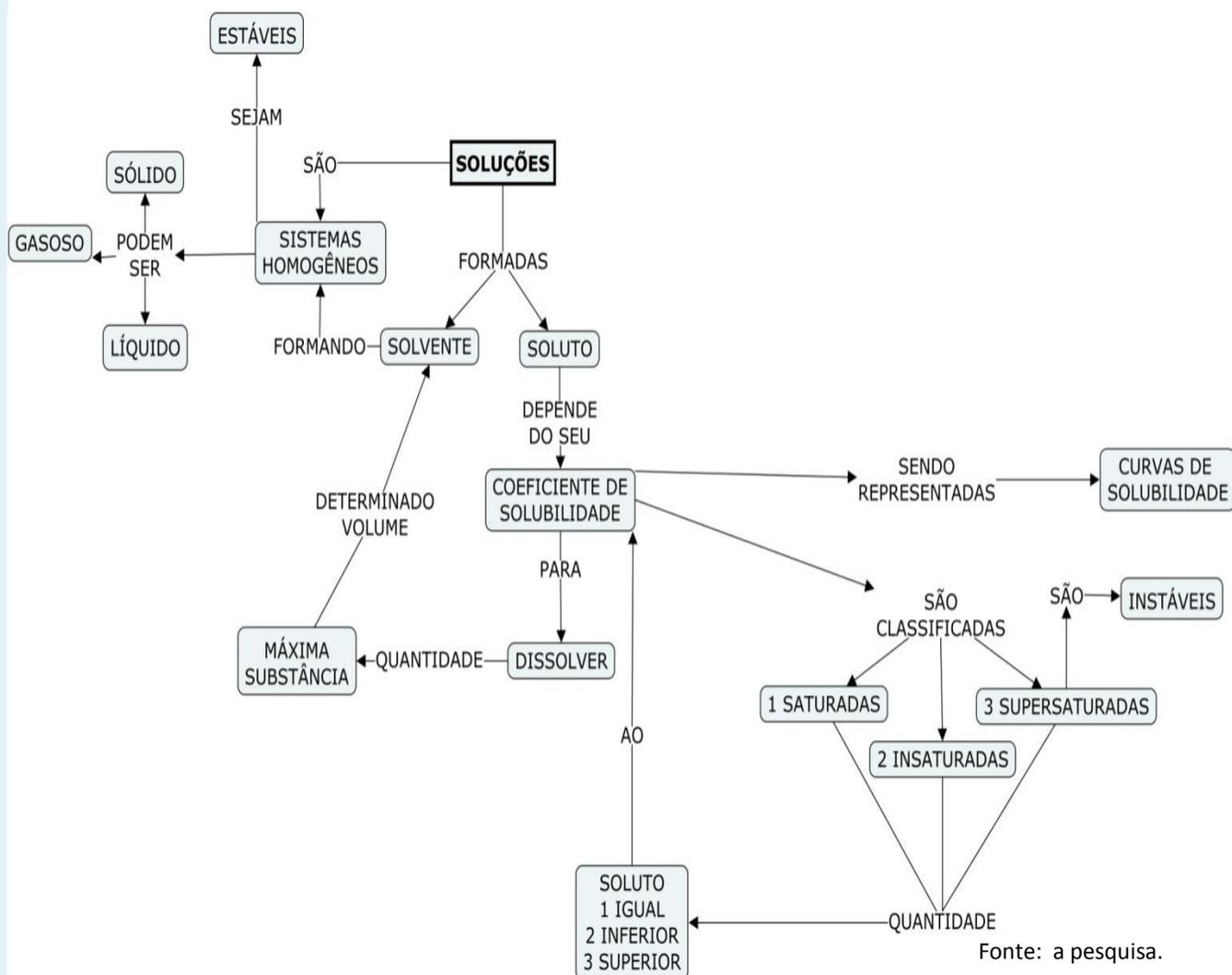
Primeiramente, o questionário deverá ser respondido em aula, seguido da socialização com os colegas e por último deverão entregá-lo para o professor.

Na sequência, os estudantes deverão realizar uma pesquisa de campo com os agricultores que moram próximo da escola, aplicando o questionário com as mesmas perguntas a eles.



## 2º MOMENTO

Inicialmente, discutir com os estudantes os conteúdos aprendidos nas aulas anteriores utilizando um mapa conceitual, conforme modelo a seguir, a fim de resgatar os conhecimentos prévios que eles possuem sobre os conceitos básicos de solução e solubilidade.



Posteriormente, questionar aos estudantes se eles sabem como preparar uma solução, e como eles preparariam uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl)?

Ao realizar a pergunta não tocar na expressão "concentração". Ficar atento às repostas dos estudantes, observando se surge deles a questão da "concentração" ao preparar uma solução. Nesta hora, o professor poderá ter uma ideia de como os estudantes interpretam esta questão.

### **3º MOMENTO**

Propor uma situação-problema, em nível bem introdutório, levando em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, e que ative seus subsunçores para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar.

Entregar para os estudantes o material “**Apêndice B**” para que eles respondam a situação-problema de forma individual e depois discutam com os colegas. No final desse momento, o material deverá ser recolhido pelo professor, tornando-se um dos componentes da avaliação.

É importante que o professor não ajude os estudantes a responderem as questões, podendo assim, ter uma ideia de como os estudantes interpretam as questões.

Depois que os estudantes responderem e entregarem o material, avisá-los de que as questões serão resgatadas e respondidas na medida que o conteúdo for sendo desenvolvido.

## 4º MOMENTO

### CONCENTRAÇÃO COMUM

*A concentração comum de uma solução expressa a massa de soluto presente num certo volume de solução.*

*A unidade no SI (Sistema Internacional) para a concentração comum é em  $\text{g L}^{-1}$  (gramas por litro).*

Explicar, neste momento, que um ponto importante sobre este tema é a correta interpretação de informações contidas em rótulos que expressam concentração. Se, no rótulo de um frasco que contém uma solução aquosa, existe a informação de que ela é  $50 \text{ g L}^{-1}$ , isso deve ser interpretado como: existem 50 g de soluto em cada litro de solução.

A unidade de medida da concentração comum é em  $\text{g L}^{-1}$ , mas quando se tratar de concentração no geral as quantidades de soluto, solvente e solução, podem ser expressas em massa (g, kg, etc.), em volume (mL,  $\text{cm}^3$ , L, etc.) ou número de mols.

Como a solução é um sistema homogêneo, o soluto está homogeneamente distribuído por todo o volume da solução, o que pode ser observado conforme quadro abaixo:

50 g	-----	1 L
25 g	-----	0,5 L
12,5 g	-----	0,25 L
10 g	-----	0,2 L
5 g	-----	0,1 L

Como a concentração comum é uma relação diretamente proporcional, conhecendo sua concentração inicial é possível calcular sua concentração em quantidades diferentes de massa e volume.

Após a apresentação do conteúdo, demonstrar experimentalmente como preparar uma solução de cloreto de sódio (NaCl) em uma concentração  $9 \text{ g L}^{-1}$  e rotular. Explicar que nesta solução há 9 g de soluto em cada litro de solução e que, na linguagem científica, diz-se que a solução tem concentração  $9 \text{ g L}^{-1}$ . Após a realização da atividade, no quadro abaixo estão algumas sugestões de perguntas que podem ser respondidas pelos estudantes.

### ***APLIQUE O QUE VOCÊ APRENDEU***

#### **Interprete o rótulo do frasco.**

1. Qual é o soluto? **R= Cloreto de sódio (NaCl)**
2. Quais são os íons presentes nesta solução?

**R= íon sódio:  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  e íon cloreto:  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$**

3. Qual será a concentração de  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$  em 30 litros desta solução?

Massa de soluto	Volume de solução
9 g de NaCl	-----> 1 L
X g de NaCl	<----- 30 L

**X= 270 g de NaCl / L**

4. Que volume de solução, em mL, contém 5 g de soluto?

9 g de NaCl	-----> 1 L
5 g de NaCl	<----- X

**X= 0,55 L ou 550 mL**



## CONCENTRAÇÃO EM PORCENTAGEM

Professor, explicar para os estudantes que porcentagem representa uma fração (parte) de uma centena.

Por exemplo, se temos 100 caixas, sendo que 40 delas estão cheias de areia, dizemos que 40%, ou seja "40 partes de 100", estão cheias, e que as restantes estão vazias (60 caixas, ou 60% nesse caso).

Quanto a porcentagem massa/massa o professor poderá explicar a partir da porcentagem massa/volume e volume/volume, não esquecendo de levar em conta a densidade.

**Porcentagem em volume:**  $x\%$  (v/v) relaciona o volume de soluto, em mililitro (mL) em 100 mL de solução.

Ex: o etanol a 70% (v/v), significa que foi feita uma solução na proporção de 70 mL de etanol com 30 mL de água.

**Porcentagem em massa/volume:**  $x\%$  (m/v) relaciona a massa do soluto em gramas (g) por 100 mL de solução.

Ex: uma solução de NaCl a 0,9% (m/v) contém, 0,9 g de NaCl<sub>(s)</sub> em 100 mL de solução, é a água.



Fonte: SANTOS, K.F



Fonte: SANTOS, K.F

Após propor aos estudantes que resolvam cálculos relativos à concentração comum e porcentagem envolvendo algumas problemáticas relacionadas ao cotidiano. As atividades devem ser explicadas pelo professor e resolvidas pelos estudantes.

## SUGESTÃO DE ATIVIDADES DE SISTEMATIZAÇÃO - EXERCÍCIOS

1) Um paciente chegou ao hospital com uma crise de hipertensão. O médico responsável deseja aplicar regularmente nesse paciente o medicamento cloridrato de metildopa. Consultando a bula, o médico obteve as seguintes informações:

### **Cloridrato de metildopa**

**Apresentação: solução aquosa a 50 g L<sup>-1</sup>**

**Dose recomendada: de 250 mg a 1.000 mg a cada 6 horas**

Como vemos pelos dados acima, o que se administra na veia do paciente é uma solução dessa substância em água.

a) Digamos que a intenção seja administrar, a cada 6 horas, a dose mínima de 250 mg do medicamento. Qual o volume de solução que deve ser injetado a cada vez?

b) E se a intenção for administrar a dose máxima de 1.000 mg, qual o volume de solução necessário?

2) O gesso agrícola contém 16% m/m de íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>). Se a recomendação é a aplicação de 32 kg ha<sup>-1</sup> de íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>), quanto de gesso será necessário adicionar ao solo?

3) Em um solo que apresenta o teor de potássio 99,5 mg dm<sup>-3</sup> foi realizada uma adubação corretiva por hectare, a quantia de 400 kg de cloreto de potássio (KCl) que possui 60% de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O). Quanto de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) fornece os 400 kg de cloreto de sódio (KCl)?

Por fim retomar as perguntas da situação-problema, explicando-as utilizando o conteúdo ensinado.

### RESOLVENDO A SITUAÇÃO PROBLEMA

1. Um volume de 250 L de biofertilizante pronto para uso contém farinha de osso que disponibiliza 45 kg de  $P_2O_{5(s)}$ . Quantos quilos (kg) de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$  existem em 1 L de biofertilizante?

$45 \text{ kg de } P_2O_{5(s)}$	----->	250 L
$x \text{ kg de } P_2O_{5(s)}$	----->	1 L
$X = 0,18 \text{ kg de } P_2O_{5(s)}/L \quad \text{ou} \quad 180 \text{ g de } P_2O_{5(s)}/L$		

2. Utilizando dados da questão 1, qual é a porcentagem de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$  em 1 L de biofertilizante?

$45 \text{ kg de } P_2O_{5(s)}$	----->	100 %
$0,18 \text{ kg de } P_2O_{5(s)}$	----->	X %
$X = 0,4\% \text{ de } P_2O_{5(s)}$		

3. Quais e quantos átomos estão presentes na molécula de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$ .

2 átomos de fósforo (P)
5 átomos de oxigênio (O)

## INTERPRETAÇÃO DE LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO E CORREÇÃO COM FERTILIZANTE ORGÂNICO

Neste tópico será aplicado os conceitos de concentração comum e porcentagem, os quais serão apresentados antes da interpretação de algumas concentrações e conversões em laudos de análises de solo e correção com fertilizante orgânico. Estas questões são de grande importância por serem da vivência dos estudantes, além de relacioná-las com a parte técnica do curso.

A proposta é iniciar o tópico fazendo uma leitura e discussão com os estudantes sobre o texto *Interpretando uma análise de solo agrícola* a fim de verificar se os estudantes conseguem relacionar e utilizar como instrumento os conceitos da disciplina de química com a parte técnica do curso que envolve interpretação de laudo e correção de solo.

### Sugestão de perguntas para discussão:

1. É feita a análise de solo na propriedade onde você mora ou trabalha? Como ela é feita?
2. Quem faz a interpretação do laudo de análise do solo?
3. Você sabe como é calculado a quantidade de fertilizante orgânico que deve ser aplicado a partir dos resultados de análise de solo? Explique.
4. De que forma o estudo do conteúdo de Química aprendido nas aulas anteriores contribui para a interpretação do laudo de análise de solo e sua correção?

Após discutir e explicar como elevar o teor de íons na unidade de medida  $\text{mg dm}^{-3}$ , levando em conta os conhecimentos aprendidos de concentração comum e concentração em porcentagem, entregar para os estudantes o “**Apêndice C**” para que eles calculem a quantidade de fertilizante orgânico que deve ser adicionado na plantação para corrigi-la.

**Lembre-se que o objetivo é explicar e relacionar os conceitos da disciplina de química. Questões de cunho técnico devem ser trabalhadas de forma interdisciplinar com o agrônomo da Instituição.**

## INTERPRETANDO UMA ANÁLISE DE SOLO AGRÍCOLA

Para aplicação de nutrientes no solo, faz-se uso do *Manual de Adubação e Calagem* para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A partir dos resultados das análises de solo, da composição do fertilizante, tipo de cultura, calcula-se a quantidade que deve ser aplicada.

Mas primeiramente, é fundamental a coleta correta de uma amostra de terra. Numa lavoura extensa, pode-se encontrar um ou mais tipos de solos, coloração diferente, manchas em que não cresce nada ou muito pouco, áreas com declividade, etc. Se estas manchas dominam a área é bom retirar uma amostra média da mesma e outra média do restante da lavoura. A amostra média é o resultado de várias amostras colhidas em diferentes pontos, e depois mistura-se todas as amostras e reserva-se 500 gramas desta terra para enviar ao laboratório.

A coleta da amostra média exige uma preocupação constante do responsável da área. Isso porque uma análise mal coletada vai dar origem a um resultado analítico que não mostra corretamente a fertilidade do solo. O prejuízo disto é recomendação errônea de quantidade de calcário e de fertilizante. O produtor poderá aplicar maior ou menor quantidade de nutriente no solo fazendo com que tenha um desequilíbrio nutricional influenciando, sem dúvidas, na produtividade.

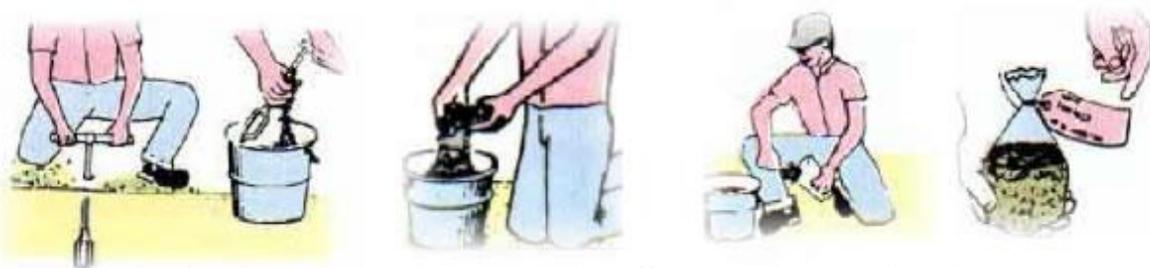


Figura 3. Coleta de amostra de solo. Disponível: <http://www.arasolo.com.br/solo.php>

BRAGA, Gastão Ney Monte. *Na sala com Gismonti: Assuntos sobre agronomia*. Disponível: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2009/04/interpretacao-da-analise-do-solo-parte.html>>. Texto adaptado. Acesso: 20/03/2016.

## COMO CALCULAR QUANTO $\text{kg ha}^{-1}$ DE FERTILIZANTE ORGÂNICO DEVE SER ADICIONADO NA PLANTAÇÃO PARA CORRIGI-LO DE ACORDO COM O TIPO DE CULTIVO

Em olericultura orgânica o enfoque das adubações deve ser baseado não apenas no aspecto químico da fertilidade do solo, mas também nos componentes físico, físico-químicos e biológicos do solo, considerando, inclusive, os efeitos de médio e longo prazos do manejo da matéria orgânica. De toda forma, o cálculo da adubação para o plantio deve ser feito levando em consideração a análise química do solo, além da composição química do adubo e da exigência da cultura.

Na sequência estarão os passos para a **interpretação das concentrações dos íons** no laudo de análise de solo **que apresentarem unidade de medida em  $\text{mg dm}^{-3}$** .

A seguir, apresenta-se os passos dos cálculos que devem ser realizados para a correção do solo, de acordo com a cultura. Estes passos estão exemplificados através de uma questão para que seja melhor compreendido.

### Exemplo para explicação:

Amostra	Área (ha)	Argila (%)	pH $\text{H}_2\text{O}$	P	K	MO (%)
				$\text{mg dm}^{-3}$		
1	Milho	35,9	5,8	4	89	4,5
2	Leme	40,7	5,3	8,1	81	3,6
3	Trigo	51,3	5,0	3,5	148	3,6

MO: Matéria Orgânica

Fonte: a pesquisa.

1. Considerando os resultados do laudo de análise de solo acima, qual a quantidade  $\text{P}_2\text{O}_{5(s)}$  deve ser aplicado no solo por hectare para elevar o teor do íon fósforo do solo de  $4 \text{ mg dm}^{-3}$  para  $12 \text{ mg dm}^{-3}$ ?

1º Passo: Subtrair a concentração que pretende-se chegar com a adubação da concentração presente no laudo da análise do solo:

$$12 \text{ mg dm}^{-3} - 4 \text{ mg dm}^{-3} = 8 \text{ mg dm}^{-3} \text{ de íons } \text{P}^{5+}$$

## 2º Passo: Converter $\text{mg dm}^{-3}$ para $\text{kg ha}^{-1}$

Sabe-se que:  $\text{kg ha}^{-1} = \text{mg dm}^{-3} \times 2$

Multiplicar o resultado obtido no **Passo 1** por 2 para ter o valor em  $\text{kg ha}^{-1}$ :

$$8 \text{ mg/dm}^3 \times 2 = 16 \text{ kg de íons P}^{5+} / \text{ha}$$

## 3º Passo: Calcular a quantidade de substância (nutriente) necessária para elevar o teor do íon desejado.

Converter o resultado obtido no **Passo 2** para gramas.

**Obs.: utilizar valores da massa molar.**

Massa molar P=  $31 \text{ g mol}^{-1}$  O=  $16 \text{ g mol}^{-1}$

Massa molar da substância	<----->	massa molar do íon na substância
142 g de $\text{P}_2\text{O}_5$	<----->	62 g de íons $\text{P}^{5+}$
X	<----->	16000 g de íons $\text{P}^{5+}$
<b>X = 3664,52 g <math>\text{ha}^{-1}</math> de <math>\text{P}_2\text{O}_{5(s)}</math> ou 36,64 kg <math>\text{ha}^{-1}</math> de <math>\text{P}_2\text{O}_{5(s)}</math></b>		

**Obs.: o resultado obtido é a quantidade de substância (nutriente) necessária para elevar a concentração do íon no solo.**

Para calcular a quantidade de fertilizante orgânico que deve ser aplicado no solo, utilizar os dados da Tabela 1, que está na forma de “**Apêndice C**”, que deve ser entregue aos estudantes, com os valores retirados do *Manual de adubação e de calagem* para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

**A partir da página 21 estão as instruções e os passos dos cálculos que devem ser realizados para a correção do solo com a aplicação de fertilizantes orgânicos.**

## ATENÇÃO!

**PARA CALCULAR A QUANTIDADE DE FERTILIZANTE ORGÂNICO SÓLIDO E LÍQUIDO QUE DEVE SER APLICADO NO SOLO SERÁ UTILIZADA A TABELA 1 E A FÓRMULA  $Q = A \times B \times D$  AMBOS RETIRADOS DO MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA.**

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo. *Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. - 10. ed. - Porto Alegre, 2004. 400 p. Disponível em: <[http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual\\_de\\_adubacao\\_2004\\_versao\\_internet.pdf](http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf)>. Acesso: 20/06/2016

Para calcular a quantidade de fertilizante orgânico sólido e líquido que deve ser aplicado no solo, utilizar os dados da Tabela 1, que está na forma de “Apêndice C”, que deve ser entregue aos estudantes.

A partir da página 22 está a fórmula, retirada do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com as devidas instruções para calcular a quantidade de fertilizante líquido que deve ser aplicada para a correção do solo.

A partir da página 33 estão as instruções e os passos dos cálculos que devem ser realizados para a correção do solo com a aplicação de fertilizantes orgânicos sólidos.

Há dois tipos de cálculo por causa da unidade de medida, onde no fertilizante orgânico sólido a unidade de medida é em % (m/m) sendo facilmente convertido para massa e no fertilizante orgânico líquido é em  $\text{kg.m}^3$ , ou seja, em volume.

## CÁLCULO DA QUANTIDADE DE FERTILIZANTE ORGÂNICO LÍQUIDO A SER APLICADO

No caso dos **esterco líquido**, a fórmula para calcular as quantidades disponíveis de substâncias (nutrientes) é a seguinte:

$$Q = A \times B \times D$$

Onde:

Q = quantidade de substância (nutriente) em  $\text{kg ha}^{-1}$  deve ser aplicado para elevar o teor do íon desejado;

A = quantidade de esterco líquido deve ser aplicado em  $\text{m}^3/\text{ha}$ ;

B = concentração do nutriente no esterco líquido em  $\text{kg.m}^3$ , disponível na tabela 1;

D = índice de eficiência de cada nutriente, disponível na tabela 1 sem unidade de medida (utilizar o valor sem multiplicar por 100).

**Sugere-se, utilizar a mesma questão exemplo dos cálculos anteriores para que seja melhor compreendido.**

3. Agora calcule quanto de esterco bovino líquido deve ser adicionado ao solo a fim de suprir a quantidade de  **$36,64 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_{5(s)}$  e elevar o teor do íon fósforo ( $\text{P}^{5+}$ ) na quantidade desejada.**

Utilizando a fórmula apresentada, substituir as letras por seus respectivos valores.

$$Q = A \times B \times D$$

$$36,64 \text{ kg ha}^{-1} = A \times 0,8 \text{ kg m}^{-3} \times 0,8$$

$$36,64 \text{ kg ha}^{-1} = A \times 0,64 \text{ kg m}^{-3}$$

$$A = \frac{36,64 \text{ kg ha}^{-1}}{0,64 \text{ kg m}^{-3}}$$

**A = 57,25  $\text{m}^3/\text{ha}$  de esterco bovino líquido deve ser aplicado no solo para elevar o teor do íon desejado, no caso íons  $\text{P}^{5+}$ .**

## 5º MOMENTO

Professor, nesta etapa a fim de fazer o fechamento do conteúdo bem como elevá-lo a um nível maior de complexidade e avaliar a aprendizagem dos estudantes, propõe-se o preparo da Atividade Experimental - Calda Viçosa. Esta calda pode ser utilizada para controle de doenças de plantas e age também como adubo foliar.

O roteiro original da Calda viçosa para agricultura orgânica estará disponível no final do guia e também pode ser acessado através do endereço eletrônico:<[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico\\_2ed/anexo13.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/anexo13.htm)>. Acesso: 25/06/2016.

Para a realização da atividade experimental, sugere-se dividir os estudantes em grupos e a disponibilização do roteiro “**Apêndice D**” com o procedimento do preparo da Calda Viçosa modificada, para que os estudantes preparem as soluções aplicando os conceitos aprendido até o presente momento: concentração comum e porcentagem. Nesta ocasião, o professor também poderá discutir sobre a questão da solubilidade das substâncias, reatividade dos metais e a questão do pH.

**Cada grupo ficará responsável pelos cálculos de concentração e preparo de, no mínimo, uma solução. No final cada grupo deverá entregar um relatório da atividade para avaliação e nele deve constar: os cálculos de concentração ou porcentagem, a descrição do preparo das soluções e as respostas das questões.**

A última questão do “**Apêndice D**” requer conhecimentos em concentração em quantidade de matéria sendo, portanto, considerada uma nova situação-problema com um nível maior de complexidade. **Em um primeiro momento não deixar os estudantes executá-la.**

**O item e) da atividade experimental deverá ser executado SOMENTE DEPOIS do professor explicar o conteúdo de concentração em quantidade de matéria.**

Solicitar que os estudantes primeiro façam os cálculos e depois construam um roteiro no próprio Anexo de como pretendem preparar essa solução. Posteriormente, eles deverão mostrar para o professor que verificará se os cálculos e o roteiro que eles planejaram está correto e dará o aval para que eles o executem.

**NÃO utilizar recipiente de metal para o preparo da calda Viçosa, pois em decorrência da reatividade dos metais ocorrerá a oxidação do mesmo. Esta questão poderá ser discutida com os estudantes durante o preparo da calda.**

## 6º MOMENTO

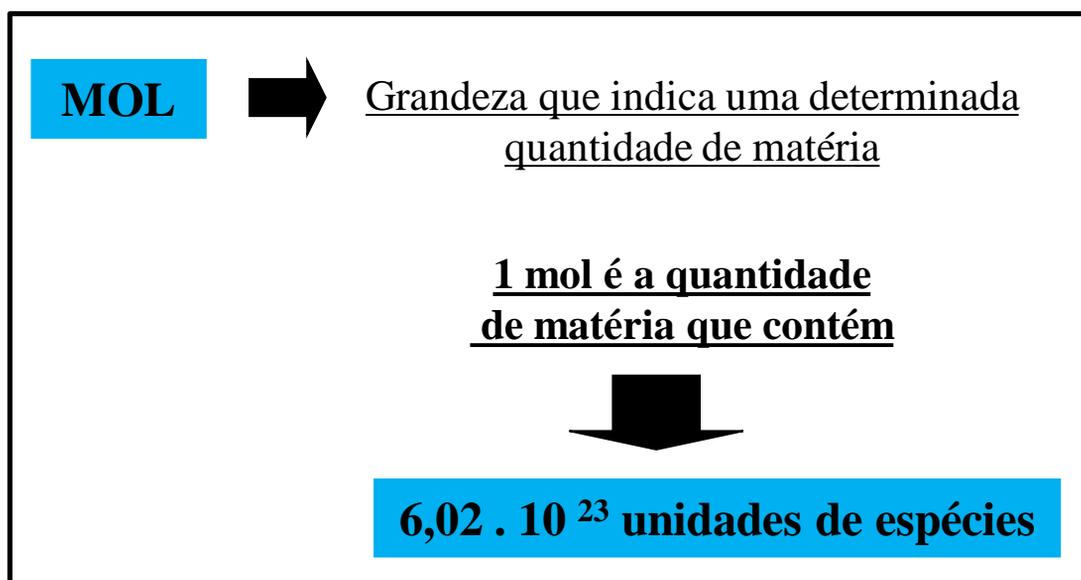
Após a realização da atividade experimental, explicar para os estudantes que em um laboratório estas soluções que eles calcularam e prepararam são feitas em outra unidade de medida de concentração, nas quais a quantidade do soluto é expressa em mols.

Tal forma é importante para a Química, pois conhecer a quantidade em mols de uma substância é extremamente importante, visto que ela está diretamente relacionada à quantidade de partículas em nível microscópico (átomos, moléculas, íons etc.). Além disso, as quantidades em mols de reagentes e produtos envolvidos em uma reação química obedecem à proporção explicitada pelos coeficientes estequiométricos.

Assim, a maneira mais utilizada, em laboratório, para expressar a concentração de uma solução é por meio da quantidade em mols de soluto presente em certo volume de solução.

### CONCENTRAÇÃO EM QUANTIDADE DE MATÉRIA (mol L<sup>-1</sup>)

1 mol é a forma de representar a quantidade igual a  $6,02 \times 10^{23}$  unidades de espécies, e este número, chamado número de Avogadro, representa o número de espécies que pode ser átomos ou moléculas ou íons que têm a massa em gramas igual à massa molar de um átomo ou uma molécula ou um íon.



Fonte: SANTOS, K.F

**Concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) é a relação entre a quantidade de matéria do soluto ( $n$ ) e o volume da solução em litros ( $v$ ).**

**Quando se diz que uma solução apresenta concentração em quantidade de matéria  $3,5 \text{ mol L}^{-1}$ , isso significa que existe  $3,5 \text{ mol}$  da substância em cada litro de solução.**

**Esta expressão química depende da massa molar do soluto.**

Para explicação, sugere-se que o conceito de concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) seja explicado através da resolução de uma atividade de sistematização – exercício simples para que os estudantes compreendam as relações de proporção envolvidas nos cálculos de preparo de soluções em ( $\text{mol L}^{-1}$ ).

### **Sugestão de exercício para explicação**

Qual a massa de ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_{2(s)}$ ) é necessária para preparar  $2 \text{ L}$  de uma solução aquosa de concentração  $1,5 \text{ mol L}^{-1}$ ? Massas molares:  $\text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$   
 $\text{C} = 12 \text{ g mol}^{-1}$   $\text{N} = 14 \text{ g mol}^{-1}$   $\text{O} = 16 \text{ g mol}^{-1}$

### **Resolução:**

**1 L de solução de ureia <-----> 1,5 mol**

**2 L de solução de ureia <-----> X**

**X = 3 mol de ureia**

**1 mol de ureia <-----> 60 g**

**3 mol de ureia <-----> X**

**X = 180 g de ureia é necessária para preparar esta solução.**

Professor, após a explicação dos conceitos de concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ), pedir para os estudantes retornarem a atividade experimental e **retomarem o item e)** da mesma, pois agora eles já possuem os conhecimentos necessários para resolvê-la.

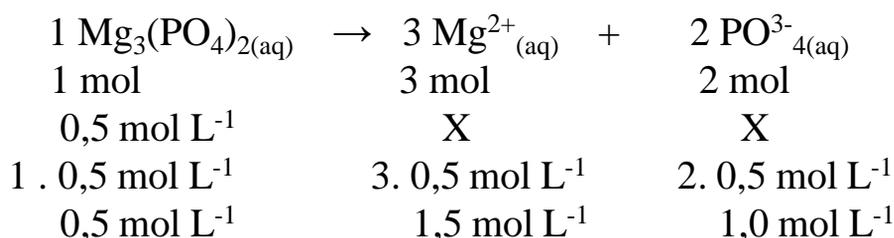
Na sequência, explicar que substâncias iônicas ao interagirem com a água sofrem dissociação ou ionização. Nas soluções iônicas é possível determinar a concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol L}^{-1}$ ) dos íons provenientes de sua dissociação ou ionização.

## CONCENTRAÇÃO DE ÍONS (mol L<sup>-1</sup>)

*Para determinar a concentração em quantidade de matéria de cada espécie de íon, em uma solução iônica é preciso observar a quantidade de cátions e ânions na equação da substância, ou seja, seus respectivos coeficientes estequiométricos e seu grau de ionização.*

### Sugestão de exercício para explicação

Qual a concentração em quantidade de matéria dos cátions Mg<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> e dos ânions PO<sup>3-</sup><sub>4(aq)</sub>, de uma solução aquosa de fosfato de magnésio (Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) de concentração igual a 0,5 mol L<sup>-1</sup>?



## Sugestão de atividades de sistematização – Exercícios

1) A concentração de íons fluoreto em água de uso doméstico é de  $0,00005 \text{ mol L}^{-1}$ . Se uma pessoa tomar 3,0 L dessa água por dia, ao fim de um dia, a massa de íons fluoreto, em miligramas, que essa pessoa ingeriu será igual a quanto? Dados:  $F = 19,0 \text{ g mol}^{-1}$ .

2) No descarte de embalagens de produtos químicos, é importante que elas contenham o mínimo possível de resíduos, evitando ou minimizando consequências indesejáveis. Sabendo que, depois de utilizadas, em cada embalagem de 1 litro de hidróxido de sódio (NaOH) sólido restam 4 gramas do produto, considere os seguintes procedimentos: Dados:  $\text{Na} = 23 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $\text{O} = 16 \text{ g mol}^{-1}$  e  $\text{H} = 1 \text{ g mol}^{-1}$ .

Embalagem I: uma única lavagem, com 1 L de água.

Embalagem II: uma única lavagem, com 0,5 L de água.

a) Qual a concentração de NaOH, em quantidade de matéria, na solução resultante da lavagem da embalagem I?

b) Determine a concentração em quantidade de matéria de NaOH, na solução resultante da lavagem da embalagem II ?

3) Considere uma solução de nitrato de ferro -  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$  - concentração  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ . Qual será a concentração em  $\text{mol L}^{-1}$  dos íons nessa solução?

## EXECUÇÃO DO BIOENSAIO QUE SERVIRÁ COMO AVALIAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS

Neste momento, o professor deverá propor uma atividade experimental caracterizada como um bioensaio com a cebola comum, para avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, inserindo desse modo, a discussão do efeito de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

A atividade experimental será realizada com base no artigo da Química Nova na Escola: *Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula*, disponível: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/03-QS-61-11.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf)> e adaptada para melhor desenvolvê-la.

A atividade deverá ser realizada em grupo, onde os estudantes deverão seguir o roteiro “**Apêndice F**” e ficarão responsáveis pelos cálculos, preparo das soluções de sulfato de cobre II pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), execução e interpretação dos resultados do bioensaio.

O local de montagem do experimento deve ter iluminação natural e ficar longe de áreas com calor excessivo.

Esse bioensaio é realizado normalmente com cinco dias de exposição dos bulbos à solução, mas para adaptá-lo ao calendário de aulas, os bulbos podem ser deixados em contato por até sete dias para aguardar o crescimento das raízes.

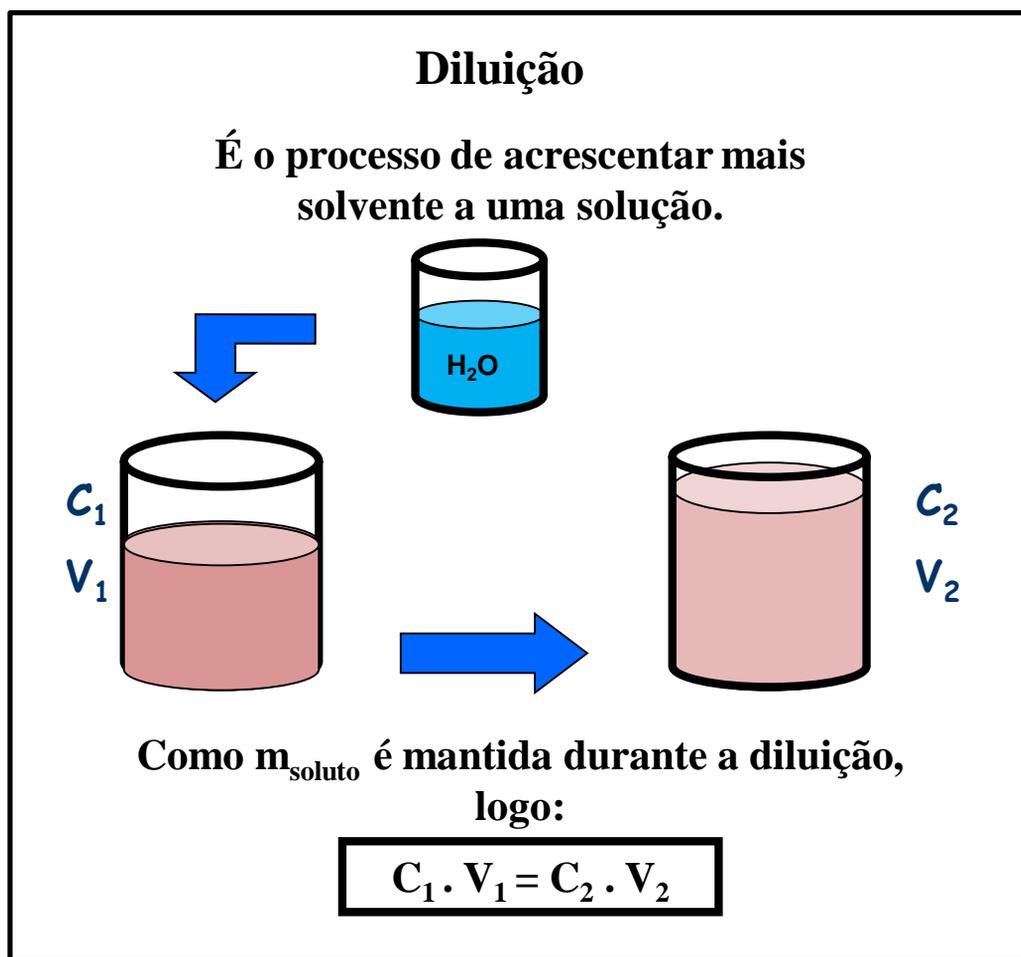
**Após o intervalo de dias, os estudantes deverão retirar as cebolas das soluções e, com uma régua, medir o comprimento médio das raízes e, a partir dos resultados obtidos, eles deverão analisar e apresentar os dados.**

Para a realização do experimento, o professor deverá preparar anteriormente uma solução de aproximadamente  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de íons  $\text{Cu}^{2+}$  medindo a massa de 0,4 g de sulfato de cobre II pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) e solubilizando-o em 1 L de água.

O professor deverá colocar no rótulo da solução estoque o valor dela em concentração em quantidade de matéria, concentração comum e concentração em porcentagem, para que os estudantes a tenham como referência no experimento.

## DILUIÇÃO

Em um laboratório não existem soluções de todas as concentrações possíveis e imagináveis. Geralmente, são preparadas e armazenadas apenas soluções com alguns valores de concentração, as chamadas soluções estoque, guardadas nos laboratórios, normalmente apresentam concentrações elevadas. É a partir delas que, por diluição, são preparadas soluções para uso diário.



Fonte: SANTOS, K.F

Ao realizar uma diluição a massa do soluto não altera e a quantidade de matéria do soluto, que será transferida para a nova solução, também não altera, porém o volume total da solução aumenta e a massa total da solução também aumenta. Então, como decorrência desse aumento, a concentração da solução diminui.

## Na sequência, explicar o procedimento para preparar uma solução diluída:

- Calcular o volume da alíquota a ser retirada da solução inicial.
- Transferir a alíquota para um balão volumétrico com capacidade de volume final que se deseja obter.
- Em seguida, adicionar o solvente na quantidade desejada e agitar para homogeneizar a solução.

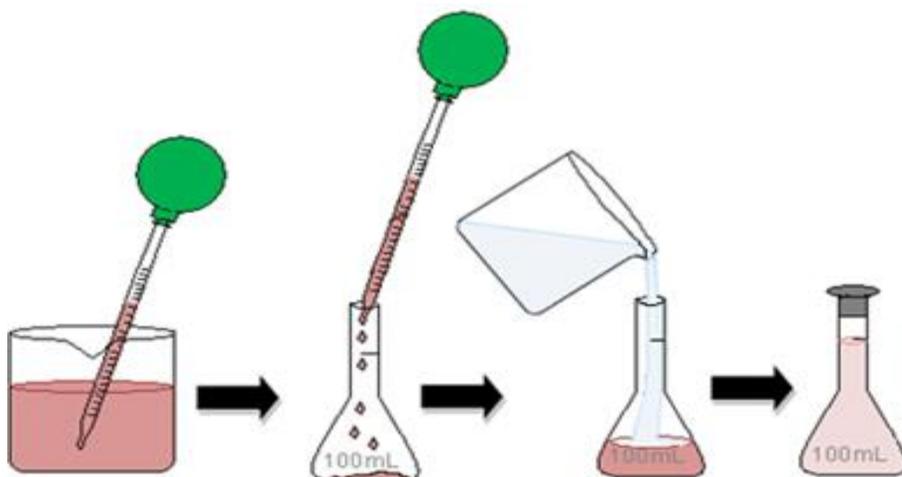


Figura 4. Diluição de soluções. Disponível:  
<<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/diluicao-solucoes.html>>

**Para calcular o volume da alíquota ou a concentração da solução final utilizar a equação  $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$  onde:**

$C_i$  = concentração comum ( $\text{g L}^{-1}$ ) ou concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol. L}^{-1}$ ) da solução estoque e conseqüentemente **será a mesma da alíquota;**

$C_f$  = concentração comum ( $\text{g L}^{-1}$ ) ou concentração em quantidade de matéria ( $\text{mol. L}^{-1}$ ) **da solução que deseja-se obter;**

$V_i$  = volume em litros (L) **da alíquota** retirada da solução estoque, e;

$V_f$  = volume em litros (L) **da solução que deseja-se obter.**

### Sugestão de exercício para explicação

Um químico quer preparar uma solução de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ ) que tenha concentração de  $98 \text{ g L}^{-1}$  para realizar um experimento. Mas ele possui a solução dessa soda a  $196 \text{ g L}^{-1}$ . Levando em conta que ele precisará preparar 2 litros da solução de hidróxido de sódio para o experimento em questão, como ele deverá proceder para preparar essa solução?

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

$$196 \text{ g L}^{-1} \cdot V_i = 98 \text{ g L}^{-1} \cdot 2 \text{ L}$$

$$V_i = \frac{196 \text{ g}}{196 \text{ g L}^{-1}}$$

$$V_i = 1 \text{ L}$$

Portanto, o químico deverá pegar 1 L da solução inicial e diluí-la até completar os dois litros necessários para realizar o experimento, obtendo-se, dessa forma, uma solução a  $98 \text{ g L}^{-1}$ .

Após a explicação de como devem ser realizados os cálculos de diluição, passar para os estudantes algumas atividades de sistematização, a fim de que eles apliquem o conteúdo aprendido.

### Sugestão de atividade de sistematização – Exercício

1) Uma sugestão, para evitar contaminações em frutas e legumes pela cólera é deixá-las de molho em uma solução de 1 L de água com uma colher de sopa de água sanitária. O rótulo das embalagens de uma determinada água sanitária traz informações sobre a concentração de hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ). Considerando:

- concentração do  $\text{NaClO}$  de  $37,25 \text{ g L}^{-1}$ ;
- a capacidade da colher de sopa 10 mL.

Qual é a concentração que o molho de hipoclorito de sódio deve ter para prevenir a cólera?

Professor, para fazer o fechamento do conteúdo e avaliação da aprendizagem, propor uma atividade experimental.

Para isso, dividir os estudantes em grupos para que de forma colaborativa eles interajam, negociando significados, tendo o professor como mediador. Entregar o roteiro “**Apêndice E**” da atividade experimental para que os estudantes efetuem a diluição de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). A solução estoque de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) deverá ser preparada antecipadamente pelo professor a uma concentração de  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e deverá ser adicionado a essa solução um corante alimentício, a fim de que os estudantes preparem as diluições aplicando o conteúdo aprendido anteriormente e consigam visualizar a diluição através da graduação da cor fornecida pelo corante.

Cada grupo deverá ficar responsável pelos cálculos e preparo de, no mínimo, uma solução. Ao final, cada grupo deverá entregar um relatório da atividade para avaliação e nele deverá constar: os cálculos necessários ao preparo das soluções e a descrição de seu preparo.

Solicitar que os estudantes primeiro façam os cálculos e depois um roteiro de como pretendem preparar a diluição. Posteriormente, eles deverão mostrar para o professor, que verificará os cálculos e o roteiro que eles planejaram, para ver se está correto e dará o aval para que eles o executem.

A seguir, explicar para os estudantes os passos dos cálculos que devem ser realizados para a correção do solo com fertilizante orgânico sólido. Estes passos estão exemplificados através dos dados da questão da página 19, para que seja melhor compreendido.

## PASSOS PARA CALCULAR A QUANTIDADE DE FERTILIZANTE ORGÂNICO SÓLIDO A SER APLICADO

Na questão da página 19 foi calculado que precisaria de **36,64 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub>** para elevar o teor do **íon fósforo (P<sup>5+</sup>)** do solo de **4 mg dm<sup>-3</sup>** para **12 mg dm<sup>-3</sup>**.

2. Agora, calcular quanto de esterco bovino sólido deve ser adicionado ao solo a fim de suprir a quantidade de **36,64 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub>** e elevar o teor do **íon fósforo (P<sup>5+</sup>)** na quantidade desejada.

**1º Passo: Calcular utilizando os valores de concentração de nutrientes da tabela 1, qual a massa em (kg) de esterco bovino sólido é necessário para disponibilizar a quantidade de substância (nutriente) desejada.**

Neste caso, deseja-se saber qual a massa em (kg) de esterco bovino sólido é necessária para disponibilizar 36,64 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub>.

Segundo a tabela 1, no esterco bovino sólido há 1,4% m/m de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub>, ou seja, em 100 % de esterco, há 1,4% de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub> ou em 100 kg de esterco há 1,4 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub>.

<b>100 % de esterco -----1,4% de P<sub>2</sub>O<sub>5(s)</sub></b> <b>ou</b> 100 kg esterco <-----> 1,4 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5(s)</sub> X <-----> 36,64 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5(s)</sub>  X= 2617, 5 kg de esterco
--

Nestes cálculos as relações em porcentagem devem ser transformadas em massa na unidade de medida de quilograma (kg) para facilitar as relações de proporção.

O resultado obtido neste passo representa a quantidade de fertilizante orgânico na forma de matéria seca (MS), ou seja, sem a presença de água ou resíduos que disponibilizará a quantidade de substância (nutriente) desejada.

**Mas o esterco que é utilizado apresenta umidade e resíduos, então para calcular a quantidade de fertilizante orgânico *in natura* ou levando em conta seus resíduos e umidade siga para o Passo 2.**

**2º Passo: Utilizando os valores de matéria seca (MS), da tabela 1, calcular a quantidade de fertilizante orgânico *in natura* ou levando em consideração a água (H<sub>2</sub>O) presente em sua composição.**

Considerando o exemplo utilizado e o valor obtido, da tabela 1, de matéria seca (MS) para esterco bovino sólido é de 20% m/m, ou seja, em 100 kg de esterco bovino sólido na presença de umidade, 20 kg se tornará matéria seca (MS), então quanto de esterco bovino sólido na presença de umidade representa o resultado do **Passo 2**.

**100 % de esterco com H<sub>2</sub>O <-----> 20 % de MS**

**ou**

100 kg esterco contendo H<sub>2</sub>O <-----> 20 kg de MS

X <-----> 2617,5 kg de esterco na forma de MS

X= 13087,5 kg de esterco contendo H<sub>2</sub>O

**O resultado obtido equivale ao índice de eficiência da tabela 1.**

Se o índice de eficiência for igual a 100% o cálculo termina aqui.

Senão passe para o **Passo 3**.

**O Índice de Eficiência**

representa a fração centesimal da quantidade de fertilizante orgânico que é absorvida pelo solo.

**3º Passo: O resultado obtido no Passo 2 equivale ao índice de eficiência da tabela 9.5. Lembrar de multiplicar o índice por 100 para obter o valor em porcentagem.**

$$0,6 \times 100 = 60\%$$

$$13087,5 \text{ kg de esterco contendo H}_2\text{O} <-----> 60\%$$

Se o resultado obtido no **Passo 2** equivale ao índice de eficiência e este índice não é igual a 100, calcular a quantidade total de fertilizante orgânico, ou seja, sua quantidade em 100% que deve ser adicionado ao solo para que ele absorva o valor expresso no índice de eficiência e consiga elevar a concentração do íon desejado.

$$13087,5 \text{ kg de esterco com H}_2\text{O} <-----> 60\%$$

$$X <-----> 100\%$$

$$X = 21812,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ de esterco bovino sólido}$$

Destaca-se que esses cálculos levam em consideração apenas a constituição química dos adubos, sendo que os aspectos físico e biológico do solo e o efeito residual das adubações, muito importantes nos sistemas de produção orgânicos, não são considerados. Portanto, as quantidades recomendadas no exemplo anterior devem ser ajustadas de acordo com a situação específica (características climáticas, de solo e histórico de manejo de cada local) do sistema de produção.

Propõem-se aos estudantes que resolvam cálculos relativos à interpretação de laudos de análises de solo e sua correção com a aplicação de fertilizantes orgânicos. As atividades podem ser explicadas pelo professor e resolvidas pelos estudantes.

### Sugestão de Atividade de sistematização – Exercício

1) Em uma plantação de tomate a análise do solo indicou o teor de 19,5 mg dm<sup>-3</sup> para o íon potássio (K<sup>+</sup>). Deseja-se elevar seu nível para 45 mg dm<sup>-3</sup>.

**Quantos kg ha<sup>-1</sup> de cama de frango (3-4 lotes) serão necessários para corrigir o íon potássio (K<sup>+</sup>) deste solo? Dados** Massa molar K= 39,1 g mol<sup>-1</sup>  
O= 16 g mol<sup>-1</sup>.

**Resposta:**

<b>1º Passo</b>	$45 \text{ mg dm}^{-3} - 19,5 \text{ mg dm}^{-3} = 25,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de íons K <sup>+</sup>
<b>2º Passo</b>	$25,5 \text{ mg dm}^{-3} \times 2 = 51 \text{ kg}$ de íons K <sup>+</sup> /ha
<b>3º Passo</b>	$94,2 \text{ g de K}_2\text{O} <-----> 78,2 \text{ g de íons K}^+$ $X <-----> 51000 \text{ g de íons K}^+/\text{há}$ $X = 61434,78 \text{ g de K}_2\text{O}$ ou $61,43 \text{ kg de K}_2\text{O}$
<b>Nos próximos passos calcular a quantidade de cama de frango (3-4 lotes) deve ser aplicada no solo para suprir a quantidade de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) e elevar a concentração do íon potássio (K<sup>+</sup>).</b>	
<b>1º Passo</b>	$100 \text{ kg de cama de frango 3-4 lotes} <-----> 2,5 \text{ kg de K}_2\text{O}$ $x <-----> 61,43 \text{ kg de K}_2\text{O}$ $X = 2457,2 \text{ kg de cama de frango 3-4 lotes}$ (na forma de MS)
<b>2º Passo</b>	$100 \text{ kg de cama de frango 3-4 lotes úmida} <-----> 75 \text{ kg de MS}$ $x <-----> 2457,2 \text{ kg MS}$ $X = 3276,27 \text{ kg de cama de frango 3-4 lotes}$ levando em conta a umidade.
<b>3º Passo</b>	O índice de eficiência do K <sup>+</sup> é 100 % , então isso significa que todo o 3276,27 kg de cama de frango 3-4 lotes será convertido em K <sub>2</sub> O.

## 7º MOMENTO

A avaliação da aprendizagem é uma questão complexa e controversa. O ato de avaliar é importante, pois consiste no principal meio de analisar a aprendizagem e nortear as práticas pedagógicas, deve servir tanto para o professor quanto para o estudante, fornecendo informações importantes para auxiliar o professor nas suas tomadas de decisões e também ao estudante com relação aos seus progressos e dificuldades.

Além de considerar os pressupostos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação, o Projeto Pedagógico Institucional do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS (2011) acredita que a avaliação deve ser:

Diagnóstica (partindo do conhecimento dos educandos para o dimensionamento metodológico do processo de ensino e aprendizagem) e participativa, (envolvendo todos no processo de aprendizagem, estimulando-os a tornarem-se sujeitos de sua constituição avaliativa bem como da construção de seus saberes). (pg. 28)

A avaliação proposta nesta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS é de forma diagnóstica, contínua e cumulativa e deve ser realizada durante a aplicação da mesma, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Segundo Marco Antonio Moreira (2011):

A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais. (pg. 5)

Além disso, deve haver uma avaliação somativa individual, na qual propõe-se que seja realizado após o sexto momento de sua aplicação, contendo questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e capacidade de transposição destes significados.

## **8º MOMENTO**

### **AVALIAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA - UEPS**

Neste momento, o professor irá avaliar se a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS resultou ou não em uma aprendizagem significativa para os estudantes.

O professor deverá solicitar que os estudantes apresentem os resultados da atividade experimental caracterizada como um bioensaio com a cebola comum, para avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, inserindo desse modo, a discussão do efeito de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

Cada grupo deverá apresentar um relatório de forma oral para avaliação e nele deve constar: como foram feitos os cálculos necessários ao preparo das soluções, a descrição de seu preparo, como o bioensaio foi executado e os resultados obtidos.

A partir dos resultados obtidos, os estudantes deverão chegar a conclusão de que quanto maior a concentração do íon de metal maior é a inibição do crescimento da raiz, mostrando o efeito de sua toxicidade.

## Apêndice A

### PESQUISA DE CAMPO

**Nome:**

**Data:**

#### PERGUNTAS

- 1) Existe Química na agricultura orgânica? Justifique.
- 2) Você sabe interpretar um laudo de análise de solo e fazer as correções a partir da interpretação dele? Explique como você faz.
- 3) Você sabe calcular a quantidade de fertilizante orgânico que deve ser adicionada ao solo para corrigi-lo, levando em conta a interpretação do laudo de análise do solo e a quantidade de nutrientes que o compõe?
- 4) Você sabe o que significa na Química a unidade de medida (que normalmente aparece nos laudos de análise de solo)  $\text{mg dm}^{-3}$ ? Saberá quantificar essa unidade? Explique.
- 5) Se aumentar a quantidade de aplicação de uma substância, como um fertilizante orgânico, na plantação, aumentaria também sua eficácia? Explique.

## Apêndice B

### SUGESTÃO DE SITUAÇÃO-PROBLEMA

Um agricultor que produz arroz orgânico enviou uma amostra de solo ao laboratório. Como não sabia interpretar o laudo, pediu para seu filho interpretar e calcular a quantidade de nutrientes necessários para preparar o biofertilizante, e ajustar a fertilidade do solo, sem esquecer que as doses de fertilizantes orgânicos devem ser ajustadas de acordo com a cultura, com a qualidade do material, com as características químicas do solo que vai ser cultivado, com a cultura antecessora e com o histórico de manejo orgânico.

O agricultor possui em sua propriedade 250 L de biofertilizante pronto para uso e o laudo de análise de solo apontou a necessidade de corrigir o teor de íons fósforo (P) através de uma adubação corretiva. O agricultor lembrou que adicionou farinha de osso no biofertilizante que possui em sua composição pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$ .

**Com base nessas informações, responda:**

1. Um volume de 250 L de biofertilizante pronto para uso contém farinha de osso que disponibiliza 45 kg de  $P_2O_{5(s)}$ . Quantos quilos (kg) de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$  existem em 1 L de biofertilizante?
2. Utilizando dados da questão 1, qual é a porcentagem de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$  em 1 L de biofertilizante?
3. Quais e quantos átomos estão presentes na molécula de pentóxido de difósforo –  $P_2O_5$ ?

## Apêndice C

### ATENÇÃO! NAS AULAS UTILIZAREMOS OS CÁLCULOS E TABELAS DE VALORES DISPONÍVEIS NO MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Comissão de Química e Fertilidade do Solo. *Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004. 400 p. Disponível em: <[http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual\\_de\\_adubacao\\_2004\\_versao\\_internet.pdf](http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf)>. Acesso: 20/06/2016

A seguir, apresenta-se uma tabela com os valores retirados do *Manual de Adubação e Calagem*, e deve ser utilizada na realização dos cálculos das quantidades de Fertilizantes Orgânicos a serem aplicados no solo para corrigi-lo.

A tabela 1 traz as concentrações médias das substâncias(nutrientes), em porcentagem (% m/m) o teor de matéria seca (MS).

**O índice de eficiência deve ser multiplicado por 100 para utilizá-lo em porcentagem (%), com exceção dos índices de eficiência dos esterco líquidos.**

**Tabela 1. Concentração de nutrientes e teor de matéria seca (MS)**

Fonte: CQFS – RS/SC (2004)

Produtos Orgânicos	MS (%)	Nutrientes					Eficiência		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	N	P	K
		.....%(m/m).....					Índice		
Cama de frango (3-4 lotes)	75	3,2	3,5	2,5	4,0	0,8	0,5	0,8	1,0
Cama de frango (5-6 lotes)	75	3,5	3,8	3,0	4,2	0,9	0,5	0,8	1,0
Cama de frango (7-8 lotes)	75	3,8	4,0	3,5	4,5	1,0	0,5	0,8	1,0
Esterco sólido de suínos	25	2,1	2,8	2,9	2,8	0,8	0,6	0,8	1,0
Esterco sólido de bovinos	20	1,5	1,4	1,5	0,8	0,5	0,3	0,8	1,0
		.....kg.m <sup>3</sup> .....							
Esterco líquido de suínos	3	2,8	2,4	1,5	2,0	0,8	0,8	0,9	1,0
Esterco líquido de bovinos	4	1,4	0,8	1,4	1,2	0,4	0,5	0,8	1,0

**Lotes:** indicações do número de lotes de animais que permanecem sobre a mesma cama.  
**Cama:** composto constituído de serragem ou casca de arroz utilizado no piso dos aviários.

## Apêndice D

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL - PREPARO DA CALDA VIÇOSA

**Nome:**

**Data:**

#### Objetivos

- Preparar a Calda Viçosa que possui ação fungicida e quando aplicada de forma preventiva também fornece alguns micronutrientes para a planta;
- aplicar os conhecimentos aprendidos nas aulas e aplicá-los no preparo das soluções e;
- conhecer um novo insumo que pode ser utilizado na prática agroecológica.

#### CALDA VIÇOSA

Foi desenvolvida a partir da calda bordalesa pela Universidade Federal de Viçosa. É recomendada para controle de diversos fitopatógenos. Por ser complementada com sais minerais também funciona como adubo foliar.

Seu uso deve ser preventivo, não apresenta fitotoxicidade para as plantas. Sua base é a calda bordalesa, acrescida de sais de íons cobre, zinco, magnésio e boro. Para uso na agricultura orgânica a calda é preparada sem adição de ureia presente na composição original.

Ao aplicá-la é necessário tomar alguns cuidados como: a calda não deverá ter o pH ácido, não aplicar em dias chuvosos ou com as folhas molhadas, não aplicar doses acima de 3%, e não fazer aplicações fora da temperatura de 25-30 °C e umidade do ar acima de 65%. A calda deve ser utilizada logo depois de pronta e as sobras não devem ser guardadas, desse modo, deve-se calcular com cuidado a quantidade a ser utilizada.

#### Materiais

- 1 balde de plástico de 10 L
- 4 frascos cor âmbar e com tampa de 1 L
- colher de madeira e colherinha de plástico
- indicador de pH
- balança

#### Reagentes para preparar 10 litros:

- Água destilada
- Sulfato de cobre  $\text{CuSO}_{4(s)}$
- Sulfato de zinco  $\text{ZnSO}_{4(s)}$
- Sulfato de magnésio  $\text{MgSO}_{4(s)}$
- Ácido bórico  $\text{H}_3\text{BO}_{3(s)}$
- Cal hidratada  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$

## Procedimento

- a) Preparar 5 L de uma solução de cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ ) concentração  $12 \text{ g L}^{-1}$ . Rotular e deixar repousar por 24 horas.

Apresente o(s) cálculo(s):

- b) Preparar 1 L de solução de sulfato de magnésio ( $\text{MgSO}_4(\text{aq})$ ) 8% m/v. Rotular e deixar repousar por 24 horas.

Apresente o(s) cálculo(s):

- c) Preparar 500 mL de uma solução de sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ ) de concentração  $30 \text{ g L}^{-1}$ . Rotular e deixar repousar por 24 horas.

Apresente o(s) cálculo(s):

- d) Preparar 300 mL de solução de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3(\text{aq})$ ) 5% m/v. Rotular e deixar repousar por 24 horas.

Apresente o(s) cálculo(s):

- e) Preparar 1 L de solução de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ) concentração  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ . Rotular e deixar repousar por 24 horas.

Apresente o(s) cálculo(s):

Após as 24 horas despejar as soluções contendo os micronutrientes no balde da solução de cal, fazer aos poucos, agitando constantemente.  
Adicionar água até completar 10 L.

**f) Verifique o pH da calda pronta com o indicador de pH a qual deve estar entre 7,5 e 8,5.**

### **Sugestão de Questões**

- 1) Faça a representação da equação química de cada uma das substâncias em água e diga quantos átomos de cada espécie há em cada uma delas.
- 2) Qual das substâncias influenciam diretamente no pH da solução? Explique.
- 3) Por que as soluções devem ser preparadas em recipientes de plástico e não de metal? Explique.

## Apêndice E

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL - DILUIÇÃO

Nome:

Data:

#### Objetivos

Preparar soluções diluídas a partir de uma solução estoque de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) de concentração  $1 \text{ mol L}^{-1}$ .

Aplicar os conhecimentos de concentração e diluição no preparo das soluções.

#### Materiais

Balão volumétrico

Pisseta

Pipeta Pasteur

Proveta

Caneta hidrocor

#### Reagentes

Solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )  $1 \text{ mol L}^{-1}$

Água destilada

#### Procedimento

**Todas as soluções diluídas deverão ser preparadas a partir da solução estoque de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )  $1 \text{ mol L}^{-1}$ .**

a) Preparar 100 mL de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) concentração  $0,7 \text{ mol L}^{-1}$ .

Apresente o(s) cálculo(s):

b) Preparar 100 mL de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 5% v/v.

Apresente o(s) cálculo(s):

c) Preparar e calcular a concentração de uma solução diluída de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) retirando uma alíquota de 30 mL da solução estoque de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) para diluí-la em 100 mL.

Apresente o(s) cálculo(s):

d) Preparar 100 mL de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) 2% v/v.

Apresente o(s) cálculo(s):

e) Preparar 100 mL de uma solução de sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) concentração 0,05 mol  $L^{-1}$ .

Apresente o(s) cálculo(s):

## Apêndice F

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL - BIOENSAIO

**Nome:**

**Data:**

#### Objetivos

Realizar um Bioensaio com cebola comum em diferentes soluções de sulfato de cobre II pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

Aplicar os conhecimentos de concentração comum, concentração em porcentagem, concentração em quantidade de matéria e diluição no preparo das soluções.

Avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, neste caso íons  $\text{Cu}^{2+}$ .

Discutir sobre o efeito de íons metálicos na agricultura e na saúde humana.

#### Materiais

20 Copos descartáveis de 100 mL

Palitos de dente

Seringa de 10 mL

Copo dosador

20 Bulbos de cebola com diâmetro de 3,5 a 4,0 cm, secos e sem formação de folhas e/ou raízes

Colher descartável

Régua

#### Reagentes

Solução de sulfato de cobre II pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) com aproximadamente  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de íons  $\text{Cu}^{2+}$

Água destilada

#### Procedimento

Com o auxílio de uma seringa, transferir o volume calculado para o copo descartável e completar o volume até a marca de 100 mL com a água destilada. Homogeneizar bem, com o auxílio de uma colher descartável.

Após preparar as soluções colocar o bulbo das cebolas imerso na solução conforme a **imagem 1**.

**Imagem 1:** exemplo da montagem do experimento retirada do artigo *Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula*. Disponível: <[http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc35\\_2/03-QS-61-11.pdf](http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf)>. Acesso: 26/04/2016.



Após 5 dias, retirar as cebolas da solução e medir com a régua o comprimento das raízes.

**GRUPO 1**

<b>GRUPO 1</b>			
<b>Solução 1:</b> Somente Água	<b>Solução 2:</b> Concentração íons $\text{Cu}^{2+}$ $0,04 \text{ mg L}^{-1}$	<b>Solução 3:</b> Concentração íons $\text{Cu}^{2+}$ $0,1 \% \text{ v/v}$	<b>Solução 4:</b> Concentração íons $\text{Cu}^{2+}$ $0,000016 \text{ mol L}^{-1}$
	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>
<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>
<b>Onde a raiz cresceu mais, e menos? Por quê?</b>			

Após 5 dias, retirar as cebolas da solução e medir com a régua o comprimento das raízes.

**GRUPO 2**

<b>Solução 1: Somente Água</b>	<b>Solução 2: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> 0,04% v/v</b>	<b>Solução 3: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> 0,000016 mol L<sup>-1</sup></b>	<b>Solução 4: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> 1 mg L<sup>-1</sup></b>
	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>
<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>
<b>Onde a raiz cresceu mais, e menos? Por quê?</b>			

Após 5 dias, retirar as cebolas da solução e medir com a régua o comprimento das raízes.

**GRUPO 3**

<b>Solução 1: Somente Água</b>	<b>Solução 2: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 0,00000064 mol L<sup>-1</sup></b>	<b>Solução 3: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 0,1 mg L<sup>-1</sup></b>	<b>Solução 4: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 1 % v/v</b>
	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>
<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>

**Onde a raiz cresceu mais, e menos? Por quê?**

Após 5 dias, retirar as cebolas da solução e medir com a régua o comprimento das raízes.

**GRUPO 4**

<b>Solução 1: Somente Água</b>	<b>Solução 2: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 0,00000096 mol L<sup>-1</sup></b>	<b>Solução 3: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 0,02 % v/v</b>	<b>Solução 4: Concentração íons Cu<sup>2+</sup> 1 mg L<sup>-1</sup></b>
	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>
<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>

**Onde a raiz cresceu mais, e menos? Por quê?**

Após 5 dias, retirar as cebolas da solução e medir com a régua o comprimento das raízes.

**GRUPO 5**

<b>Solução 1: Somente Água</b>	<b>Solução 2: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> <math>0,06 \text{ mg L}^{-1}</math></b>	<b>Solução 3: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> <math>0,0000032 \text{ mol L}^{-1}</math></b>	<b>Solução 4: Concentração íons <math>\text{Cu}^{2+}</math> <math>0,4\% \text{ v/v}</math></b>
	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Cálculos</b>
<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>	<b>Comprimento da raiz</b>

**Onde a raiz cresceu mais, e menos? Por quê?**

## REFERÊNCIAS

- BRAGA, Gastão Ney Monte. *Blog NA SALA COM GISMONTI: Assuntos sobre Agronomia*. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br> >. Acesso: 20/03/2016
- BRAGA, Gastão Ney Monte. *Interpretação de análise de solo parte 1*. Na sala com Gismonti: Assuntos sobre agronomia. Disponível: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2009/04/interpretacao-da-analise-do-solo-parte.html>>. Texto adaptado. Acesso: 20/04/2016
- EMBRAPA. *Anexo 13: Calda viçosa para agricultura orgânica*. Disponível <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico\\_2ed/anexo13.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/anexo13.htm)>. Acesso 25/06/2016 às 21h
- Figura 1. *Capa*. Disponível em: <<http://pangela-meirice.blogspot.com.br/2012/06/seminario-do-projeto-psicopedagogico.html>>. Acesso 23/05/2016
- Figura 2. *Menino desenhando*. Disponível em: <<https://afabricadedesenhos.wordpress.com/cursos/menino-caderno-desenho-lapis-cor-2/>>. Acesso: 23/05/2016
- Figura 3. *Diluição de soluções*. Disponível: <http://alunosonline.uol.com.br/quimica/diluicao-solucoes.html> >. Acesso: 22/05/2016
- FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química 2*. 1. ed. – São Paulo : Ática, 2013.
- Imagem 1: exemplo da montagem do experimento retirada do artigo: PALÁCIO, Soraya Moreno e colaboradores. *Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula*. Química Nova na Escola Vol. 35, Nº 2, p. 79-83, MAIO 2013. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/03-QS-61-11.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf)>. Acesso 26/04/2016 às 16h.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul- IFRS . *Projeto Pedagógico Institucional do IFRS*. 2011. Disponível em: <[http://www.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201226102555931ppi\\_versao\\_final.pdf](http://www.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201226102555931ppi_versao_final.pdf)>. Acesso 07/07/2016 às 22h.
- MOREIRA, Marco Antonio. *Unidades de ensino potencialmente significativas – UEPS*. 2011, 22p. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso 20/05/2016 às 15h.
- MORTIMER, Eduardo Fleury ; MACHADO, Andreia Horta. *Química*, 2. São Paulo: Scipione, 2010.
- PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite do. *Química na abordagem do cotidiano*. 4. ed. – São Paulo: Moderna, 2006.
- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo. *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004. 400 p. Disponível em: <[http://www.sbc-srs.org.br/docs/manual\\_de\\_adubacao\\_2004\\_versao\\_internet.pdf](http://www.sbc-srs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf)>. Acesso: 20/06/2016
- SOUZA, Ronessa B. de; ALCÂNTARA, Flávia A. de. *Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças*. Circular Técnica nº65. Embrapa hortaliças. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <[www.cnph.embrapa.br/paginas/serie\\_documentos/publicacoes2008/ct\\_6.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2008/ct_6.pdf)> Acesso 30/07/2016 às 14h.
- USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. *Química — volume único*. 5. ed. São Paulo : Saraiva, 2002.