



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

ROTEIROS DE AULAS PRÁTICAS

QUÍMICA AMBIENTAL - QAM
Curso Técnico em Análises Químicas

NOÇÕES DE BIOTECNOLÓGIA AMBIENTAL - NBA
Curso Técnico em Biotecnologia

BIOTECNOLÓGIA AMBIENTAL - BAM
Curso Técnico em Biotecnologia

Prof. Dr. Marcel Piovezan

LAGES
2017

VERSÃO 1.2

Sumário

Prática 1: TINGIMENTO TÊXTIL: Tie-dye.....	2
Prática 2: Remoção de cor e de odor de materiais com o uso do carvão ativado.....	5
Prática 3: Descontaminação da água por eletrofloculação.....	7
Prática 4: Processos Oxidativos Avançados (POA): Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$).....	9
Prática 5: TRANSFORMAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ALÚMEN	11
Prática 6: Síntese de polímero	14
Prática 7: Bioplástico: Síntese a partir de amido de batata	16
Prática 8: Revestimento de frutas usando biopolímeros de amido de milho	18
Prática 9: Identificação de Polímeros	19
Prática 10: Síntese de biocombustível à partir de óleo usado	21
Prática 11: Preparação de sabão com resíduo de síntese de biodiesel	23
Prática 12: Preparação de sabão com óleo de fritura usado e álcool.....	23
Prática 13: Preparação de sabão cheiroso	24
Prática 14: Sabonete Artesanal de Abacate, Aveia e Cinza	24
Prática 15: Sabonete líquido Natural	25
Prática 16: Preparação de sabão transparente.....	28
Prática 17: Tratamento de Cr^{+6} : Aplicado à resíduos de laboratório.....	32
Prática 18: Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas:Um Bioensaio.....	34
Prática 19: Poluição por Metais: Efeito de íons metálicos sobre leveduras	39
Prática 20: Adsorventes naturais: Farinha de Casca de banana como bioissorvente de Cu^{2+}	42
Prática 21: Tratamento de águas com coagulantes.....	45

Prática 1: TINGIMENTO TÊXTIL: Tie-dye

1. Introdução

Define-se tingimento como processo químico de modificação da cor da fibra têxtil, através da aplicação de corantes ou pigmentos em solução ou dispersão, podendo variar de artigo para artigo. A forma de fixação da molécula do corante a essas fibras geralmente é feita em solução aquosa e pode envolver basicamente quatro tipos de interações: ligações iônicas, de hidrogênio, de van der Waals e covalentes.

Os corantes podem ser classificados de acordo com a sua estrutura química (antraquinona, azo, etc.) ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra textil.

Alguns grupos de corantes classificados pelo modo de fixação são corantes reativos, diretos, azóicos. Corantes reativos são corantes contendo um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos amino, hidroxila e tióis das fibras protéicas e também com grupos amino das poliamidas.

2. Objetivos

- Simular os procedimentos envolvidos na etapa de tingimento de um artigo têxtil, desde o desenvolvimento da cor, preparação do corante e tingimento do tecido e posterior tratamento dos resíduos da indústria têxtil.
- Produzir uma apresentação das etapas do tingimento (Procedimento)
- Gerar resíduo de tingimento têxtil para aplicar técnicas de tratamento

3. Materiais e Reagentes

	Qtde		Qtde
Corantes de cores variadas	-	Becker 50 mL	4
NaCl	-	espátula	5
Detergente de louça/sabão	-	Becker 5L	4 cada
Tecido de algodão	-	Sacos de lixo (forrar bancada)	2
Telas de amianto/tripé	4	Bastão de vidro	4
Estufa à 50 °C	1	Chapa de aquecimento/bico bunsen	3
Almotolias	4	Celular com câmera	1

4. Procedimento experimental (Não esqueça de fotografar cada etapa)

1. Em becker de 2,0 L complete com 1 L de água da torneira e coloque para aquecer até fervura.
2. Pese a quantidade de corante à ser utilizado. Calcule a massa quantidade de corante à ser utilizado sabendo que se utiliza 15 g de corante para cada 1 L de água.
3. Pese NaCl suficiente para adicionar à solução do corante. Utilize 10 g de NaCl para cada litro de água.
4. Despeje a quantidade de corante pesado nos 1 L de água fervendo.
5. Acrescente o NaCl pesado.

Tingindo a peça

1. Lave o tecido com detergente de roupa e enxague bem e retire o excesso de água (torcer o tecido).
2. Mergulhe o tecido no banho de tingimento e deixe por 20-30 minutos à fervura, mexendo com bastão de vidro.
3. Após o tempo de tingimento, enxague o tecido eliminando o excesso do corante e coloque para secar na estufa à 50 °C ou em ambiente ventilado livre de luz solar.
4. Ou faça o tingimento usando a técnica tie-dye descrita abaixo.

Tingimento Artesanal (Tie-dye): o Amarrado que é caracterizado por amarrar e tingir o tecido, é considerado muito popular e simples de se executar. O tingimento amarrado se baseia em isolar partes do tecido ou peça pronta na hora do tingimento, para formar efeitos manchados ou em degradê e surgindo então a revelação da padronagem. É uma técnica diferente das outras de tingimento em tecidos devido ser um método que não se obtém desenhos com contornos precisos, mas apenas desenhos simples e irregulares. Na Figura 1, encontram-se alguns dos padrões de tingimento usando a técnica tie-dye.



Figura 1. Padrões de tingimento usando *tie-dye*

Questionário:

1. Defina: ligações iônicas, de hidrogênio, de van der Waals e covalentes, grupo eletrofílico, grupos amino, hidroxila, tióis e poliamidas.

Resultados

A análise dos resultados será qualitativa, avaliando-se o produto final.

Os resultados podem ser apresentados através de fotos tiradas ao longo do experimento. (monte uma apresentação em slides do procedimento e apresente tudo ao final do bloco de práticas textil através do padlet).

Resíduos

Guarde os resíduos identificados pelo grupo para tratarmos nas próximas aulas.

Referências

1. PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. Introduction to Organic Laboratory Techniques - a Small Scale Approach. Saunders College Publishing Orlando. USA. 1988.
2. MABROUK, S. T. J. Chem. Educ. 82, 1534 (2005).



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 2: Remoção de cor e de odor de materiais com o uso do carvão ativado

Experimento adaptado da Royal Society of Chemistry

<http://www.practicalchemistry.org/experiments/decolourising-anddeodorising>, 198,EX.html

Introdução

O aquecimento da madeira a uma temperatura muito elevada, na ausência de ar, produz o carvão vegetal. Quando esse aquecimento ocorre a uma temperatura ainda mais alta - cerca de 930°C - ocorre a remoção das impurezas e forma-se o carvão ativado. O carvão ativado é uma forma de carbono altamente poroso, capaz de remover materiais coloridos e substâncias voláteis presentes em misturas, pelo processo de adsorção. Tem ampla aplicação em laboratórios de Química e na indústria, especialmente para a remoção de gosto e odores desagradáveis da água potável.

O processo de adsorção do carvão ativado também é usado para remover resíduos no escapamento dos carros, gases nocivos no ar e cores não desejadas em determinados produtos, bem como odores desagradáveis em geladeiras (ele é o recheio dos desodorizadores comerciais de geladeiras).

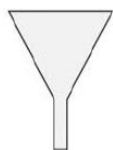
Objetivos

Avaliar a remoção de cor e odor utilizando carvão ativado.

Materiais



a



b



c



d



e

a) 2 béquer de 100 mL

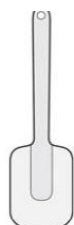
b) 1 funil simples

c) papel filtro (ou coador de café)

d) 2 tubos de ensaio

e) 1 suporte para tubos

f) 1 espátula



f



g



h



i

g) carvão ativado (10 pontas de espátula cheias)

h) tinta para caneta tinteiro, de preferência lavável (1 gota) ou resíduo com cor

h) vinagre (100 mL)

Procedimento

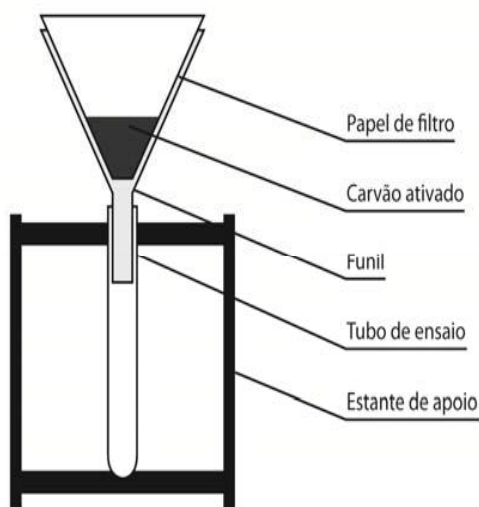


Figura 1. Esquema experimental

1. Coloque o papel de filtro num funil, apoiado no suporte em que se encontra o tubo de ensaio *Figura 1*.
2. Adicione 5 pontas de espátula de carvão ativado no papel de filtro, que já se encontra no funil.
3. Coloque 1 gota da tinta em 100 mL de água no béquer.
4. Verta a água colorida sobre o carvão, que se encontra no funil. Compare a cor que sai após a filtração com a cor original da solução.
5. Repita a operação usando vinagre com corante em vez de água, numa outra aparelhagem semelhante. Compare os cheiros antes e após a filtração no carvão ativado.

Resíduos, tratamento e descarte

Os resíduos gerados neste experimento podem ser descartados no lixo comum.

Observações e Questionário

- Defina: a) Absorção. b) Adsorção. c) Odor.
- Busque na literatura outras aplicações do carvão ativado?
- Comente suas observações sobre a retenção da cor e do odor.
- Sugira uma melhoria para esta prática. (Pese ambientalmente)

Referências

Mimura, A. M. S., Sales, J. R. C., Pinheiro, P. C. Atividades experimentais simples envolvendo adsorção sobre carvão. *Química Nova na Escola*, v.32, p.53, 2010.

Decolourising and deodorising. Disponível em: <<http://www.practicalchemistry.org/experiments/decolourising-anddeodorising,198,EX.html>>. Acesso em 10/03/15.

Professor: Marcel Piovezan

Prática 3: Descontaminação da água por eletrofloculação

Introdução

A atividade humana, sobretudo em ambientes industriais, é uma grande agente geradora de resíduos, com sérias consequências ambientais. Além disso, por muitos anos, os seres humanos vêm utilizando de maneira insensata os mais variados recursos naturais. Esses fatores tornam a problemática ambiental uma questão de extrema urgência, que exige bastante conscientização por parte da população mundial. A educação ambiental tem um papel fundamental na formação daqueles que, num futuro próximo, arcarão com as consequências deste modo de vida.

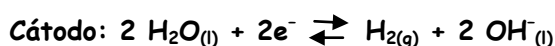
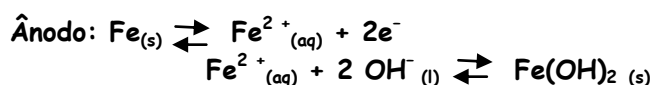
Em vista da escassez dos recursos hídricos estão sendo desenvolvidas, atualmente, diversas alternativas e tecnologias para o tratamento de águas residuais. Dentre os conhecidos "processos verdes", uma das técnicas mais utilizadas para o tratamento de poluentes é a eletrofloculação, também chamada de eletrocoagulação ou eletroflotação.

O método de eletrofloculação é caracterizado por instrumentação e operação simples, num curto tempo, apresentando boa eficiência na remoção de poluentes de águas residuais.

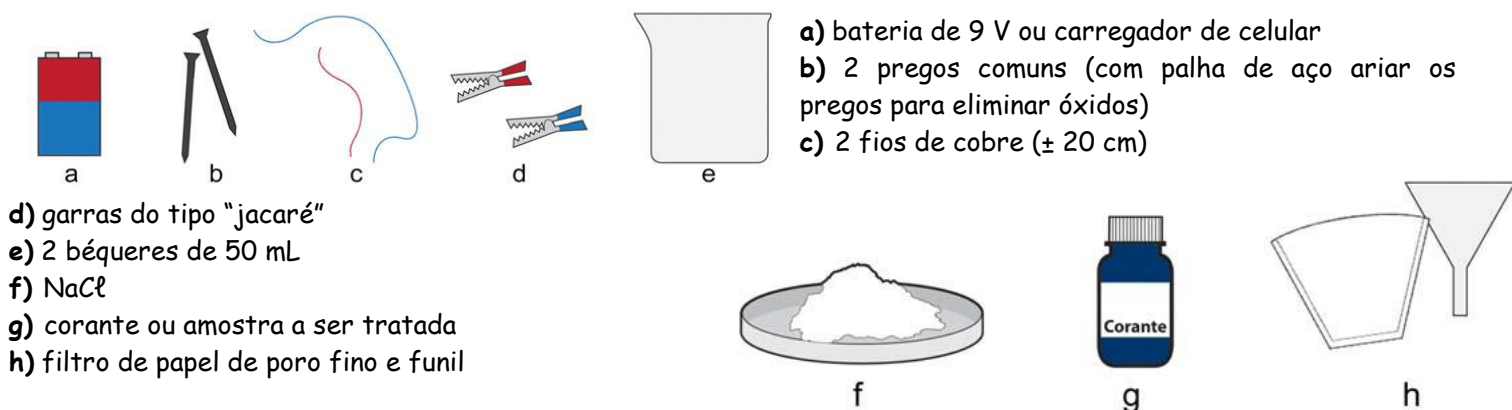
Objetivos

Neste experimento, para a remoção de corantes, um eletrodo de ferro (prego) será usado para fornecer íons metálicos para a formação de hidróxido de ferro (II ou III), pouco solúvel, que absorverá o corante presente na solução. Adicionalmente, bolhas de gás são produzidas no outro eletrodo, que arrastam alguns dos flocos formados pelo hidróxido e ajudam no estágio de separação (eletroflotação).

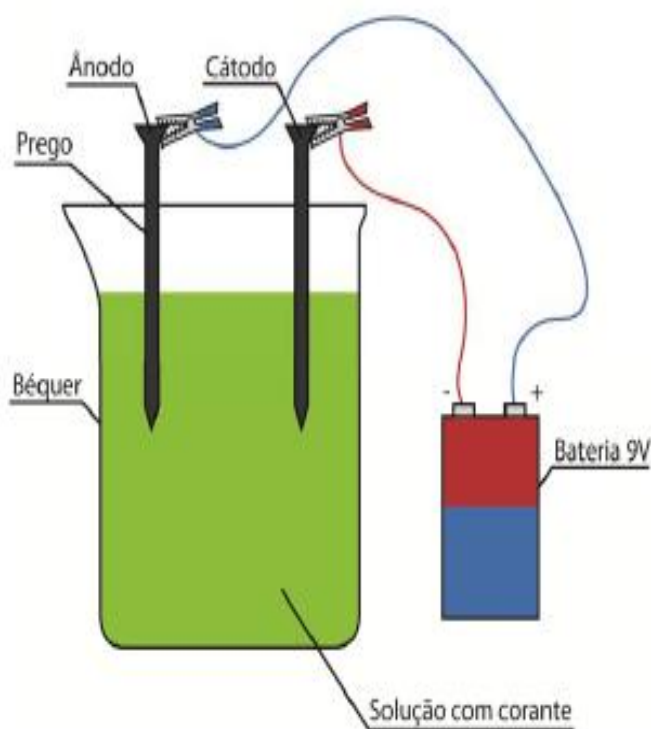
Utilizar corantes de uso alimentício, café ou refrigerante de cola, todos facilmente obtidos no comércio.



Materiais



Procedimento



1. Adicione aproximadamente 30 mL de H_2O em um béquer (ou um pequeno copo de vidro) de 50 mL, contendo cerca de 100 mg (1 colher de chá) de NaCl (que atua como eletrólito) e algumas gotas de corante alimentício, café ou refrigerante de cola.

2. Monte o sistema como demonstrado na *Figura 1*, de forma que os dois pregos fiquem completamente imersos na solução em lados opostos.

3. Os pregos serão, a seguir, conectados a uma fonte de corrente contínua (DC, uma bateria de 9 V ou 3 pilhas em série), por meio de fios de cobre comuns utilizando garras do tipo "jacaré". Os pregos não devem ser tocados para impedir a ocorrência de um curto-circuito. A partir desse momento, o ânodo da célula começa a ser lentamente dissolvido por oxidação, enquanto é possível observar bolhas de hidrogênio sendo produzidas sobre o cátodo.

Figura 1. Esquema experimental de eletrofloculação.

4. O corante imediatamente começará a mudar de cor ao redor do cátodo e uma espécie de lama (contendo hidróxido de ferro, como descrito acima) começará a se formar. Dentro de poucos minutos haverá lama suficiente para absorver a maior parte do corante e o experimento poderá ser encerrado. Agite bem a célula e seu conteúdo; então, derrame a solução em um funil contendo papel filtro de poro fino (ou coador de café) e colete o filtrado.

Resíduos, tratamento e descarte

Os resíduos gerados neste experimento podem ser descartados no lixo comum. O filtrado deve ser observado o pH que deve encontrar-se entre 5-8 para ser descartado na pia. Caso contrário, utilizar um ácido para corrigir antes do descarte.

Observações e Questionário

- Defina: a) cátodo e ânodo. b) Eletrodo. c) Eletrólito. d) Eletrólise aquosa.
- Qual o sentido da corrente elétrica em uma eletrólise?
- Mostre a reação global ocorrida na célula.
- O que foi observado a partir do momento em que os eletrodos foram imersos na solução. Descreva.
- Sugira uma melhoria para esta prática. (Pense ambientalmente)

Referências

Crespilho, F. N., Rezende, M. O. O. Eletrofloculação: Princípio e Aplicações. São Carlos: Rima, 2004.

Ibanez, J. G. Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos. Química Nova na Escola, v.15, p.45, 2002.

Ibanez, J. G., Tellez-Giron, M., Alvarez, D., Garcia-Pintor, E. Laboratory Experiments on the Electrochemical Remediation of the Environment. Part 6: Microscale Production of Ferrate. *Journal of Chemical Education*, v. 81, p.251, 2004.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

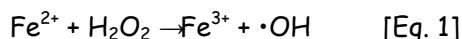
Prática 4: Processos Oxidativos Avançados (POA): Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$)

Introdução

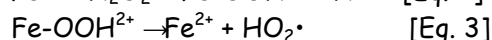
O setor têxtil pode ser considerado como extremamente poluidor por utilizar grandes volumes de águas em processos de tingimentos e fixação de corantes em tecidos. Sendo assim, a indústria têxtil se caracteriza por requerer alta demanda de água e por despejar efluentes com altas concentrações de corantes e outros produtos químicos participantes da longa cadeia produtiva. Um parâmetro importante a ser observado é a cor, sendo essa a característica mais notória nesse tipo de efluente. Os corantes sintéticos são moléculas orgânicas complexas de difícil degradação biológica, apresentando, pois, elevada recalcitrância (HASSEMER e SENS, 2002). Os processos convencionais: coagulação/floculação, adsorção com carvão ativado, precipitação, degradação biológica, osmose reversa vêm sendo frequentemente empregados no tratamento de efluentes industriais, apesar de não serem destrutivos e exigirem um pós-tratamento para eliminação dos resíduos e co-produtos gerados. Por outro lado, a aplicação dos processos oxidativos avançados (POAs) têm despertado grande interesse na comunidade científica. Esta tecnologia alternativa possibilita que o composto não apenas seja transferido de fase, mas destruído e transformado em dióxido de carbono, água e ânions inorgânicos (não tóxicos ou de potencial poluente inferior) através de reações de oxidação que envolvem espécies reagentes fortemente oxidantes, os chamados radicais hidroxilos (TEIXEIRA e JARDIM, 2004).

A reação Fenton é baseada na decomposição do peróxido de hidrogênio na presença do íon ferroso para produzir um radical hidroxila (FLOTON *et al.*, 2005).

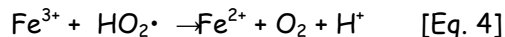
A reação Fenton é geralmente conduzida em meio ácido ($\text{pH} = 2$ a 3) para prevenir a precipitação de sais de ferro.



Íons férricos (Fe^{3+}) também podem reagir com H_2O_2 em uma reação tipo Fenton, regenerando íons ferrosos (Fe^{2+}) e assim suportando o processo (PÉREZ *et al.*, 2002).



Segundo Dantas (2005), os íons ferrosos também podem ser regenerados através da reação dos radicais hidropéroxidos ($\text{HO}_2\cdot$) formados a partir dos íons férricos:



O corante azul de metileno

O azul de metileno (Figura 1) é um corante orgânico catiônico muito utilizado como traçador de águas contaminadas, desinfetante e anti-séptico (POTGIETER, 1991), e empregado ainda na verificação do nível de bactérias no leite, nas análises de ácido ascórbico, detergentes, percloratos, e também usado como fotossensibilizador (KIRK-OTHMER, 1979).

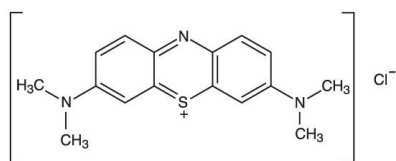


Figura 1 - Estrutura do corante: azul de metileno.

$\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$

MW = 319.86

Objetivos

-Aplicar processos oxidativos avançados de fácil implementação e baixo custo operacional (Fenton) na degradação de azul de metileno em águas residuárias, melhorando as propriedades biológicas e físico-químicas do efluente para posterior reutilização. - Conhecer e aplicar POA no tratamento de resíduos; - Preparar soluções; -Utilizar espectrofotometria UV-Vis; - Coletar e tratar dados analíticos; - Interpretar resultados;

Materiais

	Qtde		Qtde
Solução de H ₂ SO ₄ 0,1 M	50	Becker de 50 e 250 mL	2 cada
Sulfato de ferroso (0,1 mmol/L)		pipeta graduadas de 5 mL e 10 mL	1 cada
Solução de azul de metileno 0,23 % (m/m)	10 mL	pera	1
Peróxido de hidrogênio 30 % (v/v)		Fita de pH	-
Tubo de ensaio	10	Barra magnética	1
Solução de NaOH 0,1 mol/L	50	Agitador magnético	1
conta-gotas	2	cronômetro	1
espátula	1	Cubeta de plástico ou vidro	1
Espectrofotômetro (610 nm)	1	Proveta de 200 mL	1

PROCEDIMENTO

- 1) Em um becker de 250 mL pesar entre 0,011 - 0,017 e 0,018
- 2) g de sulfato ferroso
- 3) Adicionar 150 mL de água deionizada medida com proveta.
- 4) Coloque sobre agitação em chapa com uma barra magnética.
- 5) Acrescente 100 uL de azul de metileno (AM) 0,23 %.
- 6) Aguarde a homogeneização da cor e ajuste o pH da mistura com ácido sulfúrico, gota-a-gota até pH = 3 (aproximadamente 1,5 mL).
- 7) Mantendo em agitação constante até mistura homogênea.

Antes de continuar.... Leia até o final....

- 7) Adicionar 100 uL de H₂O₂ 30 % e inicie a cronometrar o tempo.

7a) Menos de 30 segundos após a adição do H₂O₂ retirar uma alíquota de 2 mL (utilizando uma pipeta Pasteur) e transferir para tubo de ensaio identificado como (A₀) e adicione gota-a-gota solução de NaOH 0,1 mol/L (aproximadamente 1 gota) até que esteja com pH entre 6 e 7. Medir a absorbância desta solução em espectrofotômetro em comprimento de onda de 610 nm (a₀ é a absorbância inicial).

7b) De acordo com a Tabela 1 vá retirando alíquotas de 2 mL para tubo de ensaio identificado e adicione gota-a-gota solução de NaOH 0,1 mol/L (aproximadamente 1 gota) até que esteja com pH entre 6 e 7. Transfira o sobrenadante para cubeta e efetue a medida de absorbância, e complete a Tabela 1.

Tabela 1

Tempo (min) Adicionar 100 uL de H ₂ O ₂ (30 %).	0 (A ₀)	2	5	10	15	20	25	30	35	40	60
Absorbância (610 nm)											

Resultados e Questionário

Calcular a eficiência de degradação que é definida pela equação 5.

[Eq. 5]

$$Eficiência (\%) = \left(1 - \frac{A_f}{A_0}\right) \times 100$$

Onde: A₀ é a absorbância inicial das soluções a serem degradadas e A_f é a absorbância final das mesmas em um dado tempo reacional.

- 1) Construa um gráfico de eficiência % vs tempo (min). E diga qual é o máximo de degradação possível em menor tempo
- 2) Pesquise sobre o corante azul de metileno.
- 3) Busque outros tipos de POA e descreva brevemente sua utilização e condições experimentais.
- 4) Qual o motivo de adicionar NaOH antes da leitura espectrofotométrica? Explique.

Tratamento do Resíduos

Basificar a solução para precipitar o ferro como hidróxido, posteriormente filtrar em papel qualitativo e neutralizar o resíduo líquido e descartar na pia.

Bibliografia

CHAN, K. H.; CHU, W. Modeling the reaction kinetics of Fenton's process on the removal of atrazine. *Chemosphere* 51, 305-311, 2003.

DANTAS, T. L. P. Decomposição de peróxido de hidrogênio em um catalisador híbrido e oxidação avançada de efluente têxtil por reagente Fenton modificado. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

FLOTON V.; DELTEIL, C.; PADELLEC, Y.; CAMEL, V. Removal of sorbed polycyclic aromatic hydrocarbons from soil, sludge and sediment samples using the Fenton's reagent process. *Chemosphere* 59, 1427-1437, 2005.

HASSEMER, M. E. N.; SENS, M. L. Tratamento do Efluente de uma Indústria Têxtil. Processo Físico-Químico com Ozônio e Coagulação/Floculação. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* 7, 1, 2002.

HUANG, C. P.; DONG, C.; TANG, Z. Advanced chemical oxidation: its present role and potential future in hazardous waste treatment. *Waste Manag.*, 13, 361-377, 1993.

KIRK-OTTMER. Encyclopedia of Chemical Technology; John Wiley & Sons, New York, 1979, 1-24, 742.

PÉREZ, M.; TORRADES, F.; DOMÉNECH, X.; PERAL, J. Fenton and Photo-Fenton oxidation of textile effluents. *Water Research* 36, 2703-2710, 2002.

POTGIETER, J. H. J. Chem. Educ., 1991, 68, 349.

TEIXEIRA, C. P. A. B.; JARDIM, W. F. Processos Oxidativos Avançados - Conceitos Teóricos. Caderno Temático, UNICAMP-SP, 3, 2004.

PAULINO, T. R. S.; ARAUJO, R. S.; SALGADO, B. C. B. Estudo de oxidação avançada de corantes básicos via reação Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$). *Eng. Sanit. Ambient.*, v.20, n.3, p.347-352. 2015.

Obs: 20 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ para 740 mL água. E 60 mL de H_2O_2 .



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 5: TRANSFORMAÇÃO DE ALUMÍNIO EM ALÚMEN

5. OBJETIVOS

Obter um material de baixo custo e aplicável para tratamento de resíduos de laboratório.

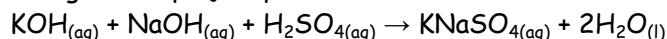
Treinar cálculos estequiométricos.

Aprender a técnica utilizada para o crescimento de cristais.

II. INTRODUÇÃO

Os sais são compostos cristalinos que podem ser obtidos através de três tipos de reações: reação de metais com ácidos, reações de neutralização e reações de óxidos com ácidos.

Os sais duplos, por sua vez, também são compostos cristalinos, mas só podem ser obtidos através de certas reações de neutralização específicas e também pela cristalização conjunta de dois sais em solução aquosa. Assim, quando um ácido poliprótico neutraliza duas bases diferentes, produz-se um sal duplo. Como exemplo, tem-se a reação do ácido sulfúrico com os hidróxidos de sódio e de potássio, produzindo o sulfato de potássio e sódio; esta reação é representada através da seguinte equação química:



Da mesma forma, quando uma base polihidroxílica reage com ácidos diferentes, também produz um sal duplo. A obtenção de um sal duplo pela cristalização conjunta de dois sais em solução aquosa pode ser feita misturando-se soluções de dois sais diferentes, por exemplo, KCl e MgCl_2 (note-se que o ânion é comum) e, em seguida, concentrando-se a solução resultante através da evaporação da água. À medida que a solução perde água, em vez de precipitar inicialmente o sal menos solúvel em água (KCl) e depois o mais solúvel (MgCl_2), formam-se cristais de uma substância diferente ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), chamada sal duplo, onde o estado de oxidação dos íons presentes é conservado.

É importante destacar que essas substâncias apresentam composição estequiométrica constante e bem definida, isto é, para certa quantidade de um dos íons, existe sempre uma mesma quantidade dos demais íons que compõem o sal duplo. Além disto, quando os cristais dessas substâncias são dissolvidos em água, a solução resultante apresenta todas as características dos três íons que constituem o sal duplo, da mesma forma que para os correspondentes sais simples. Existe um grande número de sais duplos que são denominados alúmens.

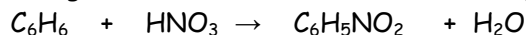
Estes são sais hidratados, contendo um cátion trivalente e o íon sulfato como ânion. Os compostos em que o cátion trivalente é o alumínio são típicos, daí a razão do nome alúmen para essas substâncias. A fórmula geral dos alúmens é $\text{M}^+\text{M}^{+3}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, onde M^+ pode ser praticamente qualquer cátion monovalente, com exceção do Li^+ (geralmente Na^+ , K^+ ou NH_4^+) e M^{+3} principalmente os seguintes cátions trivalentes: Al^{+3} , Cr^{+3} , Fe^{+3} , Ti^{+3} ou Co^{+3} . Com relação às doze moléculas de água de hidratação ou cristalização, seis estão associadas ao cátion monovalente e as demais ao cátion trivalente. O sulfato de alumínio e potássio, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, também conhecido como alúmen de potássio é muito utilizado na tintura de tecidos, purificação de águas, clarificação de açúcar etc. Como os cristais deste sal perdem moléculas de água a 60 - 65 °C e fundem a 92,5 °C, os mesmos não devem ser secos em estufa e sim ao ar.

Rendimento de reações: Muitas reações químicas não são totalmente completadas, isto é, os reagentes não são completamente convertidos em produtos. Em alguns casos eles sofrem mais do que um tipo de reação formando outras substâncias além das desejadas.

$\text{RENDIMENTO \%} = \frac{\text{Valor Experimental}}{\text{Valor Teórico}} \times 100$

Valor Teórico (calculado)

Exemplo: 15,62 g de benzeno reagem com excesso de ácido nítrico produzindo 18,0 g de nitrobenzeno. Qual o rendimento da reação?



1 mol 1 mol 1 mol 1 mol

78,1 g 123,1 g

78,1 g de benzeno reagem com ácido nítrico para formar **123,1 g de nitrobenzeno**

15,62 g ----- **X g**

X = 24,6 g = Valor teórico (calculado)

RENDIMENTO % = $\frac{18,0}{24,6} \times 100 = 73,1 \%$ é o rendimento da reação

Materiais

Balança, funil de büchner, papel filtro, água desionizada, chapa de aquecimento, proveta de 250 e 50 mL, KOH 1,5 mol/L, tesoura, becker de 150 e 250 mL, bastão de vidro, kitasato de 500 mL ou maior, ácido sulfúrico 9 mol/L, latas de alumínio, palha de aço, espátula, bomba de vácuo, pipeta graduada, pipetador, banho de gelo, etanol 92 °GL, fita indicadora de pH.

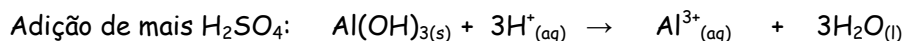
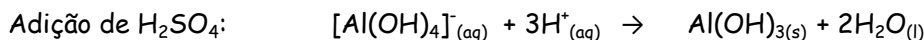
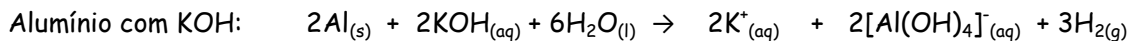
III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.

Preparação do Alúmen de Potássio

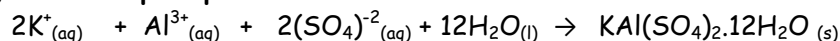
- Cada grupo deverá trazer uma lata vazia de alumínio (cerveja ou refrigerante), previamente cortada e limpa com palha de aço como segue:
 - a) *Corte uma lata de forma a obter um retângulo de 6x7 cm retirando o topo e o fundo.*
 - b) *Remova com palha de aço a tinta da lata o melhor que puder.*
 - c) *Seja cuidadoso para não se cortar.*
 - Corte o material a ser utilizado em pedaços bem pequenos (aproximadamente 0,5 cm de lado). Pese, em uma balança de plataforma, aproximadamente, 2 g destes pedaços.
 - Coloque estes pedaços em um béquer de 400 mL e adicione 50 mL de KOH 1,5 M. Marque no béquer, com pincel atômico, o volume do líquido. Misture com um bastão de vidro e observe. Anote suas observações.
 - Utilizando uma chapa elétrica ou banho-maria, **aqueça suavemente a mistura** até que todo o metal se dissolva. ***“Durante a reação, a solução que era inicialmente incolor, torna-se escura. Em menos de 30 minutos a reação deve estar completa quando cessar a liberação de gás”.*** Observe o volume final do líquido. Adicione água destilada de modo que o volume final fique em torno de 60 % do volume inicial.
 - Filtre esta solução, ainda quente à pressão reduzida, utilizando papel filtro em sistema de kitasato e funil de Büchner. Transfira o filtrado (líquido dentro do kitasato) para um béquer de 250 mL limpo e seco. ***“Todo resíduo escuro deve ficar no filtro”.*** Lave o kitasato com cerca de 10 mL de água destilada, transferindo também esta água de lavagem para o béquer.
 - Resfrie a solução colocando o becker em banho de água fria. Adicione, cuidadosamente, sob agitação 20 mL de H₂SO₄ 9 M. Observe e anote suas observações. (Se permanecer algum resíduo, após adição de todo o ácido, filtre sob pressão reduzida novamente).
- “Inicialmente irá aparecer um precipitado de Al(OH)₃, que se dissolverá quanto mais ácido for adicionado. Note que a solução aquecerá. Na solução ficam os íons K⁺, Al³⁺ e SO₄²⁻. Se algum resíduo sólido aparecer aqueça a mistura sobre agitação constante até solubilização ou filtre novamente em sistema de vácuo”.***
- Resfrie a solução, colocando o béquer numa mistura de gelo e água, esfregando o fundo do becker com bastão de vidro para iniciar a precipitação por uns 15 a 20 minutos. Os cristais de alúmen irão se formar.
 - Utilizando o sistema de filtração sob pressão reduzida (**use novo filtro de papel**), filtre os cristais obtidos, tomando o cuidado de transferir, o máximo possível do produto obtido. Para tanto, prepare 15 mL de uma solução de etanol:água (proporção 1:1) previamente resfriada em banho de gelo e água (ou previamente deixado em refrigerador). Use 1/3 da solução preparada para enxaguar o becker e transferir todos os cristais para o funil. ***“Esta mistura de etanol: água ajuda a secar os cristais e remover impurezas.”*** Utilizar o restante para lavar os cristais.
 - Utilizando o bastão de vidro espalhe os cristais pelo uniformemente pelo papel filtro dentro do funil de buchner e deixe sob sucção por 2 minutos para que sequem bem. Enquanto os cristais ficam secando, pese com precisão de 0,01 g (balança semi-analítica) um becker de 100 mL limpo e seco. Anote a massa obtida.

- Transfira os cristais para o becker e pese os cristais obtidos. Determine a massa do alúmen formado e o rendimento da reação. **As equações do processo estão apresentadas a seguir.**
- **Descarte o resíduo adequadamente, verifique o pH do resíduo com papel indicador. Lembrando que segundo CONAMA o pH de descarte deve estar entre 5 - 8.**

Reações do processo



Resfriando a solução, o alúmen precipitará:



PARA EXERCITAR:

- 1) Uma amostra de cal virgem (CaO), pesando 68 g foi preparado pelo aquecimento de 131 g de calcário (CaCO_3). Qual foi o rendimento em %? $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$
- 2) A análise de um minério de chumbo, galena, revelou ser composta de 11 % de sulfeto de chumbo, PbS , e 89 % em peso de impurezas. Que massa de chumbo está contida em 50 g desse minério?

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- 1) Qual o rendimento que você obteve para a produção de alúmen?
- 2) Cite pelo menos 3 utilidades do alúmen.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. T. Moeller, Química Inorgânica, Trad. de José Beltrán, 3ª Ed., Barcelona, 1979.
2. J.L.Lee, Química Inorgânica, Trad. de Je\uerger Heinrich Maar, São Paulo, Edgard Blücher, 1980.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS IAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 6: Síntese de polímero

Introdução

Fenômenos químicos podem ser definidos como aqueles que alteram as propriedades físicas das substâncias, transformando-as em outras. Aqui faremos um experimento que evidencia uma reação química para a síntese de polímeros, formando uma bolinha fantástica.

Os polímeros são feitos através da combinação de muitas unidades individuais chamadas de monômeros, formando uma unidade maior. Ao se adicionarem, os monômeros podem produzir polímeros com distintas propriedades físico-químicas e mecânicas, que se diferenciam pela sua composição química e pelo modo como foram preparados. Existem polímeros naturais, como o látex, amido ou celulose e polímeros sintéticos, como o politereftalato de etila (PET), polietileno (PE) ou poliestireno (PS), entre outros. Os polímeros são empregados nos mais diversos campos devido às diferenças em suas propriedades térmicas, óticas, mecânicas, elétricas, etc.

A cola escolar é formada por poliacetato de vinila (PVA) e água. O bórax é um sal (tetraborato de sódio decaidratado, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) e o PVA, um polímero. Quando as soluções de bórax e PVA são misturadas, formam-se cadeias tridimensionais que podem se movimentar pela interação com moléculas de água, formando um gel. Quanto mais bórax, maior o grau de cruzamento entre as cadeias poliméricas e maior seu enrijecimento.

Na verdade, quando a solução de bórax é dissolvida em água, alguns íons de borato se formam e dão origem a pontes, que ligam as cadeias de acetato de polivinila da cola umas às outras.

Objetivos

Confeccionar, com a utilização de materiais simples, uma bola de borracha, através de uma reação química conhecida como polimerização.

Materiais

- a) 1 béquer de 200 mL ou maior
- b) 1 béquer de 50 mL ou maior
- c) Bórax (tetraborato de sódio, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
- d) cola branca
- e) corante
- f) água
- g) Espátula
- h) colher de sopa

Procedimento

1. Coloque 50 mL de água no copo ou béquer.

2. Coloque a mesma quantidade de cola no copo, adicionando algumas gotas de corante.

3. Mexa bem, adicione a solução de bórax (preparada anteriormente na proporção de 1 colher de sobremesa para 100 mL de água). Agregue a mistura e retire a parte sólida.

4. Molde com as mãos a sua bolinha.

Resíduos, tratamento e descarte

Não existem resíduos perigosos a serem descartados. Eventuais resíduos de bórax podem ser lavados com água e descartados normalmente.

Para o descarte de maior quantidade, deve haver consulta à literatura especializada.

Observações e Questionário

- Defina: a) Monômero. b) Micelas. c) Polímeros
- Busque a fórmula estrutural do bórax e do PVA
- Mostre a dissociação do bórax em água, este sal sofre hidrólise em meio aquoso? Se sim, mostre as reações.
- Busque algumas propriedades térmicas, óticas, mecânicas, elétricas de alguns polímeros naturais e sintéticos.
- Sobre os polímeros sintéticos, pesquise sobre a fabricação do PET, PVC, PE e PS e mostre a rota sintética, os reagentes envolvidos e os destinos na reciclagem e descarte (quando existir).
- Sugira uma melhoria para esta prática. (Pese ambientalmente)

Referências

Descobrimos polímeros. Laboratório de química. Disponível em:

www.sejaetico.com.br/novo/professor/em/laboratorio/ver/10672. Acesso em 10/03/15.

Experiências do bórax. Disponível em: www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/BORAX_experiments. Acesso em 10/03/15.

Boro. Disponível em: www.msps.eng.br/quim1/quim1_005.asp. Acesso em 10/03/15.

Make a bouncing polymer ball. Disponível em:

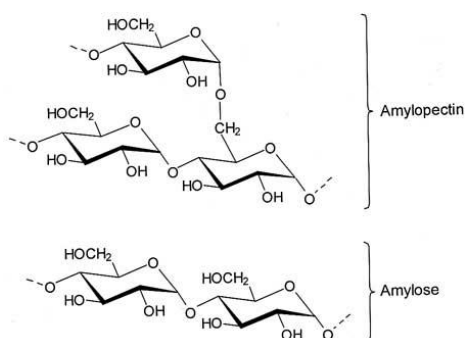
<http://chemistry.about.com/od/demonstrationexperiments/ss/bounceball.htm>. Acesso em 10/03/15.

Prática 7: Bioplástico: Síntese a partir de amido de batata

Introdução

O amido é composto por longas cadeias de moléculas de glicose unidas entre si. Estritamente constituída de dois polímeros: amilose, que é de cadeia linear e amilopectina, que está ramificada (Figura 1). Quando o amido é seco a partir de uma solução aquosa que forma um filme devido a ligações de hidrogênio entre as cadeias. No entanto, a amilopectina inibe a formação da película. Reagindo o amido com ácido clorídrico, este quebra a amilopectina, formando um filme mais satisfatório. Este é o produto que obtido sem propano-1,2,3-triol. As cadeias lineares do amido (amilose) podem alinhar-se; e, embora isso faça um bom filme, é frágil porque as cadeias são muito lineares. Como resultado áreas da película do bioplástico podem tornar-se cristalino, o qual faz com que aumente a fragilidade do filme.

Adicionando propano-1,2,3-triol faz a diferença, devido às suas propriedades higroscópicas. As moléculas de água ligadas ao glicerol ficam no meio das cadeias de amido e pára a formação de áreas cristalinas, impedindo a fragilidade e resultando em propriedades mais 'plásticas'. Dessa forma o glicerol age como um plastificante.



Objetivos

- Extrair amido da batata
- Fabricar um bioplástico a partir de amido de batata.
- Investigar o efeito que a adição de um "plastificante" natural tem sobre as propriedades do biopolímero.

Materiais

	Qtde		Qtde
batata	1 kg	Béquer de 50, 100, 250 e 1000	1 cada
HCl (0,1 mol/L) / vinagre	3 mL	Espátula	1
NaOH (0,1 mol/L) / NaHCO ₃	3 mL	Balança semi-analítica	1
Corante alimentício	Cores	Vidro de relógio grande	1
Glicerina	2 mL	Pipetas de 10 mL graduadas	2
Bico de bunsen	1	Tripé e tela de amianto	1
Bastão de vidro	1	Pinça para calor ou luva térmica	1
Placa de Petri	2	Coador de plástico	1
Papel indicador pH	-	liquidificador	1

Extração do Amido da batata

- Lave bem uma batata, não precisa descascar.
- Corte em pedaços e pese cerca de 100 g.
- Coloque em um Becker de 250 mL e adicione 100 mL de água destilada.
- Utilizando um mixer ou liquidificador triture cuidadosamente a batata.

10. Despeje o líquido sobre um coador e colete o filtrado para um becker de 1 L. Deixando a pasta de batata no coador.
11. Volte a pasta que ficou no coador para o becker onde triturou e repita as etapas 3 - 5 por mais duas vezes.
12. Deixe a mistura do filtrado no Becker em repouso por 5 minutos para decantar o amido.
13. Cuidadosamente transfira o sobrenadante para becker de descarte e deixe o amido depositado no fundo.
14. Adicione cerca de 100 mL de água destilada misture cuidadosamente e deixe em repouso novamente até decantar. Retire o sobrenadante para descarte. Pronto tens o amido de batata isolado, use para a preparação do bioplástico.

Preparação do Bioplástico

- Em um becker de 100 mL coloque 22 mL de água destilada e 4 g de amido de batata isolado, ou (25 mL de água e 2,5 g de amido comercial) 3 mL de HCl e 2 mL de propano-1,2,3-triol (glicerina) (a glicerina é muito viscosa, alternativamente pode ser pesada, verificar a densidade no frasco).
- Cubra com vidro de relógio e aqueça a mistura usando o bico de Bunsen. Cuidadosamente a ferver e, em seguida, ferva-a suavemente durante 5 minutos. Não ferva-o seco. Se parece seco, parar o aquecimento.
- Mergulhe o bastão de vidro na mistura e depois em papel indicador para medir o pH.
- Adicionar solução de NaOH suficiente para neutralizar a mistura, e teste o pH após cada adição com papel indicador. Você provavelmente vai precisar adicionar a mesma quantidade de base que adicionou de HCl no início (3 mL).
- Adicionar uma gota de corante alimentício e misture bem.
- Verter a mistura numa placa de Petri identificada e empurrá-lo com o bastão de vidro, de modo que forme uma cobertura uniforme.
- Repita o processo, mas deixando de fora a glicerina.
- Rotular as misturas e deixá-los secar. Demora cerca de um dia ensolarado na janela, ou dois dias à temperatura ambiente. Como alternativa, use uma estufa. Demora cerca de 90 minutos a 100 ° C.

Observações

6. Comente sobre o aspecto físico da adição de glicerol ao bioplástico e sem ele.
7. Sugira um material alternativo à batata para extração de amido.
8. Defina: a) higroscópico. b) ligação de hidrogênio. c) plastificante
9. Sobre o glicerol ou glicerina ou propano-1,2,3-triol justifique a interação com a água. Que tipo de interação ocorre?

Referências

Making plastic from potato starch. Disponível em: <<http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry/making-plastic-potato-starch>>. Acesso em 03/03/17.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 8: Revestimento de frutas usando biopolímeros de amido de milho

Objetivos

- Observar se o revestimento utilizando um biopolímero aumenta o tempo de vida de uma fruta.
- Verificar o efeito da presença ou não do plastificante sobre a conservação.

Materiais e Orientações

Atenção!!!!

Metade da turma preparará um biopolímero sem plastificante e a outra metade com o plastificante.

Procedimento de produção do biopolímero segue roteiro da prática anterior, usando o amido de milho.

Procedimento

Revestimento:

1. Conta a fruta em três pedaços, de mesmo tamanho. (Alternativamente pode ser utilizado fruta inteira)
2. Revestir uma com biopolímeros sem plastificante, outro pedaço em biopolímero com plastificante e o terceiro será o controle (sem revestimento).
3. Acondicione sobre um prato descartável ou similar e coloque em estufa com umidade e temperatura controladas.
4. Vá acompanhando a evolução da decomposição por uma semana, se possível.

Observações

- 1) Se durante o acompanhamento por 3 dias, as frutas estiverem com odor de podre, descarte.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 9: Identificação de Polímeros

Introdução

Os polímeros são substâncias que contêm um grande número de unidades estruturais ligadas pelo mesmo tipo de ligação. Estas substâncias formam frequentemente em uma estrutura do tipo cadeia. Polímeros no mundo natural são conhecidos desde o início dos tempos. Amido, celulose, borracha e todos possuem propriedades poliméricas. Polímeros feitos pelo homem têm sido estudados desde 1832. Hoje, a indústria de polímeros tem crescido ao ponto de serem maiores que as indústrias de alumínio, cobre e aço combinadas.

Polímeros tem uma série de aplicações que excede em muito a de qualquer outra classe de material disponível para o homem. As aplicações atuais estendem-se desde adesivos, revestimentos, espumas e materiais de embalagem para fibras têxteis e industriais, compósitos, aparelhos eletrônicos, dispositivos biomédicos, dispositivos ópticos, e precursores para muitos cerâmica de alta tecnologia recentemente desenvolvidos.

Objetivos

Amostras de vários polímeros plásticos encontrados no cotidiano são colocados em uma variedade de líquidos de densidade conhecida e observados, através da observação se flutuam ou afundam. A partir de uma tabela de densidade de polímeros conhecidos, será possível identificar cada polímero.

Reagentes		Materiais		
Líquido*	Densidade (g/mL)	Composição solução		Qtd
1	0,79	Etanol	Tubo de ensaio grande (150 x 25 mm)	30
2	0,91	471 g (596 mL) etanol em 439 mL água	Amostras de plásticos/polímeros	várias
3	0,94	354 g (448 mL) etanol em 586 mL água	tesoura	5
4	1,00	Água deionizada	Pipeta de 15 mL volumétrica	6
5	1,15	184 g sacarose em 965 mL água	Bastão de vidro	5
6	1,38	513 g sacarose em 866 mL água		

* Cada equipe utilizará 15 mL de cada solução de diferente densidade.

Procedimento

a) Adicionar cerca de 15 mL de cada um dos líquidos de **1-6** para um tubo de ensaio diferente em uma estante de tubo de ensaios. Rotular cada tubo com a densidade da solução.

b) Prepare 6 amostras de cada um dos materiais plásticos a serem testados (4 tipos de amostras). Cada amostra deve ser um quadrado de cerca de 4 x 4 mm. Você pode organizar suas amostras colocando-as em pilhas separadas em uma toalha de papel. Verifique se você sabe o que é cada amostra, quer através da marcação com uma letra de código (**Tabela 2**), ou observando a cor. Escreva estas informações na Tabela 1.

c) Adicionar amostras de cada plástico para cada uma das seis soluções, de modo que a cada tubo tenha quatro amostras de plásticos diferentes.

d) Use um bastão de vidro para agitar os conteúdos de cada tubo, lavar e secar a vareta de vidro entre cada tubo. Observe se os plásticos flutuam ou afundam. Uma amostra irá afundar-se a sua densidade é maior do que a densidade da solução.

e) Para amostras que afundam, escrever a letra "A" nas linhas e colunas correspondentes da Tabela 1 de resultados. Você pode escrever a letra "F" para aqueles que flutuam, verificando para cada amostra testada.

f) Em conversa com o professor e o resto da classe, você deve ser capaz de identificar o polímero a partir do qual foi feito a amostra de plástico. Quando você decidir que uma amostra é feito de um determinado polímero, escrever o nome na última coluna da tabela 1.

Resultados

Tabela 1. Resultados experimentais e identificação dos polímeros.

Código da amostra ou cor	Observações se a amostra flutua ou afunda na solução número						Identificação do polímero
	1	2	3	4	5	6	

Tabela 2. Símbolo de reciclagem com número de identificação e código. Faixa de densidades dessas polímeros

Símbolo	Encontrado em:	Densidade (g cm ⁻³)
	Tereftalato de polietileno, PET - a maioria das garrafas plásticas para refrigerantes, bandejas de comida e sacos de ir ao forno a assar, áudio e vídeo.	1,38 - 1,40
	Polietileno de alta densidade, PEAD - garrafas de plástico para leite, sucos de frutas, produtos de limpeza e produtos químicos. Recipientes de óleo de motor, algumas sacolas e a maioria das tampas de aerossol.	0,94 - 0,96
	Cloreto de polivinila, PVC - garrafas de plástico para água mineral, frutas, óleo de cozinha e xampu. Embalagens de Sanduíche e bolo, bandejas de embalagens de alimentos, recipientes de produtos de cuidados com o bebê, película aderente, capas de argolas para encadernação.	1,20 - 1,55
	Polietileno de baixa densidade, LDPE - recipiente suco. Alguns recipientes de apertar para molhos, cosméticos e películas de plástico (shrink wrap), sacas, sacos para congelador, sacos de compras que não são crinkly, pipetas descartáveis, algumas tampas de aerossol, alguns vasos de plantas e tubos de tinta de canetas esferográficas.	0,91 - 0,93
	Polipropileno, PP - canudos de plástico, embalagens para queijos de pasta mole e gorduras, alguns potes de margarina, potes de alimentos para microondas, sacos de filme de batatas fritas, bolachas e snacks, garrafas de ketchup e tampas de garrafas.	0,89 - 0,91
	Poliestireno, PS - frascos de iogurte, embalagens de margarina, caixas de ovos claros, bandejas de embalagem de alimentos, talheres e copos de plástico, copos de plástico transparente, cascos de caneta esferográfica, caixas de filmes e capas de CD e DVD, cabides. Poliestireno expandido - EPS - Embalagens de fastfood, caixa de ovos, bandejas de carne (não necessariamente levam a identificação).	1,04 - 1,11

Bibliografia

Identifying polymers. Disponível em: <<http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry/identifying-polymers>>. Acesso em: 04 mar. 2017.

Materials Science and Technology. Disponível em: <<http://matse1.matse.illinois.edu/polymers/polymers.html>>. Acesso em: 04 mar. 2017.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 10: Síntese de biocombustível a partir de óleo usado

Introdução

"Metanol é tóxico, manuseie com atenção"

O biodiesel é um aquil éster de um ácido graxo derivado de óleos vegetais ou gordura animal que se utiliza em motores de ignição por compressão (motores diesel). É obtido por transesterificação, onde se substitui o glicerol dos triglicerídeos por metanol ou etanol, formando assim, os metil ou etil ésteres dos ácidos graxos (ésteres).

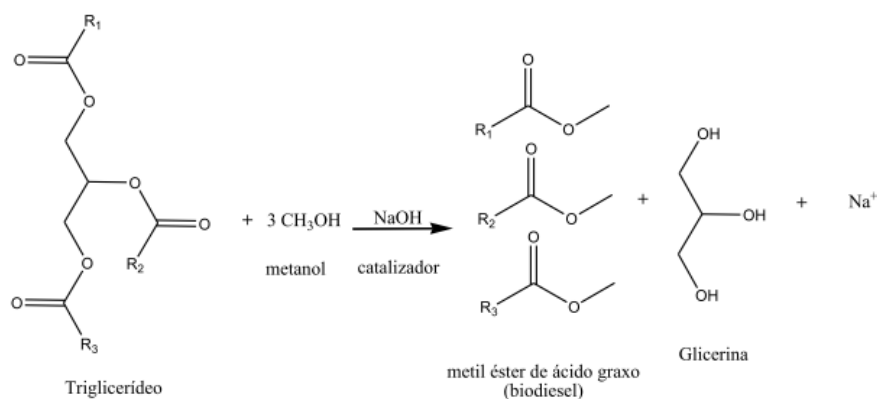


Figura 1. Reação de transesterificação de triglicerídeos com metanol.

Onde: R_1 ; R_2 e R_3 são os grupamentos alquila de cadeia moderada à longa (C_5 a C_{25})

Objetivos

- Sintetizar ésteres de ácido graxo e metanol utilizando como matéria-prima óleos usados.
- Utilizar técnicas de separação para isolar o produto e subprodutos da

reação.

- Caracterizar por densidade se o produto foi obtido.

Materiais

- Óleos usados (soja, oliva, girassol, canola, linhaça), 25 g
- Metanol, 15 mL
- NaOH, 0,1 g ou 100 mg
- Erlenmeyer de 100 e 250 mL
- Termômetro e cronômetro
- bastão de vidro
- Chapa de aquecimento
- Becker de 500 mL
- Funil de decantação de 500 mL
- Proveta de 10, 50, 100 mL

Ácido graxo majoritário em óleos: Canola e oliva ($C_{18:1}$), Soja e girassol ($C_{18:2}$), linhaça ($C_{18:3}$)

PROCEDIMENTO

Etapa 1: Síntese

- 1) Pesar em uma proveta de 50 mL, aproximadamente 25 g de óleo. Anote a massa e o volume obtidos.
- 2) Em seguida transfira o óleo para bécker de 100 mL e aqueça por volta de 50-60 °C e sobre agitação magnética;
- 3) Separadamente em becker de 50 mL pesar 0,1 g de NaOH e solubilizar nos 15 mL de metanol (faça na capela!).
- 4) Sobre o óleo mantido sobre agitação constante, adicione a solução metanólica de NaOH e mantenha em reação por 30 minutos à 60 °C.

5) Desligue o aquecimento.

6) Transfira com cuidado para um funil de decantação. E deixe em repouso para a próxima aula.

Etapa 2: Separação

A separação da fase glicerínica dá-se em funil de decantação por cerca de 24 h.

- Colete a fase da glicerina (ver figura ao lado) em Becker (Anoto o que observou).

- Colete por seguida o produto da síntese meça a massa e o volume pesando em balança.

Verifique o aspecto e anote.



Cálculos

Determinação da densidade: utilizando uma proveta, determine a massa do óleo usado utilizado. volume de óleo (reagente) e dos ésteres sintetizados (produtos). Expresse para cada um em kg/L. { $d = \text{massa/volume}$ }.

$d_{\text{óleo}} =$ _____

$d_{\text{ésteres}} =$ _____

Tratamento do Resíduos

A fase glicerínica deverá ser neutralizada utilizando solução de HCl 10 % (v/v). Faça a conferência do pH utilizando papel indicador. Guarde o resíduo identificado para as próximas aulas.

Questionário

- 1) Explique por que do uso de NaOH como catalizador, qual sua função na reação?
- 2) Comente sobre os resultados de densidades, você acredita haver obtido os ésteres?
- 3) Diferencie esterificação de transesterificação?
- 4) Que subprodutos da síntese estão na fase aquosa? Que uso poderia ser dado aos resíduos aquosos desta reação?
- 5) Cite algumas vantagens do uso de biodiesel frente ao diesel de origem fóssil?

Bibliografia

- [1] Akers, M.S. et al, "Determination of the Heat of Combustion of Biodiesel Using Bomb Calorimetry", Journal of Chemical Education, Vol. 83, No 2, February 2006.
- [2]"Biodiesel production", Fuel FactSheets-National Biodiesel Board, http://www.biodiesel.org/pdf_files/fueelfactsheets.
- [3] Biodiesel - Handling and use guidelines, Third Edition, September 2006, US Department of Energy.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 11: Preparação de sabão com resíduo de síntese de biodiesel

- Materiais e Reagentes**

	Qtde		Qtde
Óleo usado	500 mL	Corante alimentício	-
etanol	100 mL	aromatizante	-
NaOH	125 g	Becker 1L e 100 mL e 500 mL	1 cada
Resíduo de síntese	-	Proveta de 100 mL	1
De biodiesel	-	Bastão de vidro	1
Espátula	1	Moldes	

- Procedimento experimental**

Em um Becker de 1 L colocar 125 g de NaOH e dissolva usando 125 mL de água, misture bem até dissolver toda a base (cuidado com o aquecimento provocado pela solubilização do hidróxido). Lentamente e misturando sempre vá acrescentando 500 mL de óleo de usado. Misture por 20 minutos. Em seguida, adicione o resíduo da síntese de biodiesel acrescido de 100 mL de álcool etílico e misture até ficar pastoso. Neste momento adicionar essência e ornamentos se preferir. Verter em moldes. Deixar em repouso até endurecer.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 12: Preparação de sabão com óleo de fritura usado e álcool

- Materiais e Reagentes**

	Qtde		Qtde
Óleo usado	500 mL	aromatizante	-
etanol	100 mL	Becker 1L e 100 mL e 500 mL	1 cada
NaOH	50 g	Proveta de 100 mL	1
Moldes		Bastão de madeira	1
Espátula	1		

- Procedimento experimental**

Em um Becker de 1 L colocar 50 g de NaOH e dissolva usando 75 mL de água, misture bem até dissolver toda a base (cuidado com o aquecimento provocado pela solubilização do hidróxido). Lentamente e misturando sempre vá acrescentando 500 mL de óleo de usado. Misture bem por 20 minutos. Em seguida, adicione **100 mL de álcool etílico*** e misture até ficar pastoso. Neste momento adicionar essência e ornamentos se preferir. Verter em moldes. Deixar em repouso até endurecer.

***Observação: O etanol pode ser uma infusão com suco de limão, canela, cravo, chá, ou algo que produza cor ou odor agradável.**



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 13: Preparação de sabão cheiroso

Materiais e Reagentes

	Qtde		Qtde
Óleo usado	500 mL	Detergente de coco	50 mL
Desinfetante pinho	20 mL	Bastão de madeira	1
NaOH	50 g	Becker 1L e 100 mL e 500	1 cada
Moldes	1	Proveta de 100 mL	1
Espátula	1		

3. Procedimento experimental

Em um Becker de 1 L colocar 50 g de NaOH e dissolva usando 50 mL de água, misture bem até dissolver toda a base (cuidado com o aquecimento provocado pela solubilização do hidróxido). Lentamente e misturando sempre vá acrescentando 500 mL de óleo usado coado. Misture bem por 20 minutos. Em seguida, adicione 50 mL do detergente de coco e misture. Em seguida adicione 20 ml do desinfetante pinho sempre misturando bem. Verter em moldes. Deixar em repouso até endurecer.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 14: Sabonete Artesanal de Abacate, Aveia e Cinza

Introdução: A polpa de abacate deve estar maduro sedo rico em vitamina A, D e E e fonte de ácido graxo. A aveia em flocos tem função esfoliante. O suco de limão é conservante natural. A base NaOH é o agente saponificante; O óleo comestível ou usado e filtrado ou virgem ou óleo de coco é fonte de ácidos graxos. Por fim as cinzas devem ser peneiradas retirando os pedaços maiores sendo fonte de sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo e outros elementos saponificantes.

• Materiais e Reagentes

	Qtde		Qtde		Qtde
Abacate	200 g	Espátula metálica	2	Becker de 100 mL	3
Flocos de aveia	1g	Espátula de madeira	1	Colher metálica	1
Suco de limão	0,5 mL	Chapa de aquecimento	1	Caixas de leite	1
Soda Cáustica (NaOH)	15 g	faca	1	Balança	1
Óleo comestível	20 mL	liquidificador	1	Proveta de 100 mL	1
Cinzas peneiradas	18 g	Becker 1L	1	termômetro	1

Preparo:

Passe a polpa do abacate pelo processador de alimentos (liquidificador ou mixer), juntamente com o sumo de limão, depois coloque a massa já homogênea em Becker de 1 L e acrescente a soda cáustica. Separadamente, aqueça o óleo a aproximadamente 60 °C, junte a massa de abacate em seguida acrescente a aveia e as cinzas. Bata por 30 min. Despeje em forma de silicone ou caixas forradas com plástico ou papel vegetal. Espere secar por 24 ou 48 horas, ou até secagem. Desenforme e corte. Deixe curar durante uns 20 dias antes de usar, a cura neutraliza a soda cáustica.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 15: Sabonete líquido Natural

Introdução

Para produção de um sabonete natural a substância responsável pela conversão dos triglicerídeos (óleos) em sais de ácido graxos (sabões) não é a soda cáustica vendida no comércio, e sim utiliza-se o hidróxido de potássio (KOH). O motivo pelo qual substitui-se o hidróxido de sódio pelo de potássio é que o primeiro produz sabonetes de consistência mais dura e o de potássio sabonetes líquidos mais moles. Quanto à escolha da fonte de triglicerídeo (óleos ou gorduras. As gorduras sempre produzirão sabonetes mais duros e os óleos mais moles. Na obtenção de sabonetes mais moles, desejado para um sabonete líquido, opta-se pela combinação de óleos como fonte de triglicerídeos e KOH como agente saponificador. Outros componentes importantes são:

Ácido bórico: dupla finalidade: a primeira é controlar o pH do sabonete, evitando que este fique com muita soda e, a segunda, evitar aparecimento de uma película dura na superfície do sabonete líquido.

Açúcar: pequenas quantidades são utilizadas para evitar "nuvens" no sabonete líquido, que reduz a transparência.

Glicerina: ajuda a aumentar a transparência do sabonete e a manter a pele úmida após seu uso.

Materiais e Reagentes

- 1 panela para banho Maria ou equipamento de banho maria.
- 1 colher de madeira.
- 1 fogão.
- 1 termômetro de com capacidade de leitura de até 120 °C.
- Papel para medir o pH.
- 1 balança.
- 3 becker.

Materiais

Dividiremos o material em três grupos: os óleos, a solução de soda e outros componentes.

Óleos

- 30 g de óleo de soja.
- 30 g de óleo de milho.
- 30 g de óleo de canola.

Solução de soda

- 17 g de água.
- 17 g de hidróxido de potássio.

Outros materiais

- 2,0 g de ácido cítrico ou ácido bórico.
- 2,5 mL de essência de erva-doce.
- 5 gotas de corante alimentício da cor verde.
- 4,0 mL de álcool.
- 4,0 g de glicerina.
- 2,0 mL de extrato glicólico de erva-doce.
- 2,0 g de açúcar.

Procedimento

1. Pesar os óleos que irão fazer parte da formulação.
2. Colocar os óleos em um Becker de 250 mL e aquecer em banho-maria dentro de uma panela até a mistura atingir temperatura em torno de 75 °C.
3. Pesar o hidróxido de potássio e medir a quantidade de água para sua dissolução.
4. Colocar em um becker a água em seguida adicionar o KOH, mexendo até ele se dissolver totalmente.

o Não utilizar água quente.

o Evite respirar os vapores, pois são tóxicos.

5. Quando a temperatura da solução de KOH estiver em torno de 60 °C adicionar lentamente esta solução sobre a mistura de óleos enquanto mexe os óleos vigorosamente com colher de pau ou com o mixer.

6. Bata a massa até ela ficar com uma aparência cremosa, semelhante a polenta mole.

o A saponificação com hidróxido de potássio é muito mais lenta que a obtida com o hidróxido de sódio. Uma pequena quantidade de álcool deverá aumentar a velocidade de saponificação.

7. Cozinhe em banho-maria até ficar com aspecto semitransparente.
8. Após a massa ficar com aspecto semitransparente, adicione álcool para que toda a massa fique líquida, use o mixer se for necessário para ajudar a dissolver a massa.

o Não coloque álcool em excesso, só o necessário para deixar a massa líquida.

9. Espere a massa esfriar totalmente e neste momento neutralize o sabonete. Um sabonete líquido deve ter seu pH entre 8,0 e 9,0.

o Medir o pH da solução com o papel indicador.

o Utilizar uma solução de ácido bórico 20% (m/v) para neutralizar o sabonete.

10. Após o pH estar corrigido acrescente água quente para diluir a massa até a concentração desejada.

o Abaixo uma tabela com as quantidades necessária para fazer as diluições

o Para retirar todo o álcool do sabonete líquido, deixe a massa cozinhando até o cheiro de álcool ter sumido completamente.

11. Retire do banho-maria.

12. Quando a temperatura do sabonete estiver abaixo de 40 °C acrescente a essência.

13. Em seguida adicione algumas gotas do corante e o extrato glicólico e misture bem.

14. Coloque o sabonete líquido em um pote de vidro ou plástico transparente que possa ser fechado e deixe descansar por uma semana.

o Este tempo de descanso serve para que qualquer turbidez eventualmente produzida pela essência ou pela presença de sabão não solúvel seja depositado no fundo do frasco.

o Caso forme uma película esbranquiçada no fundo do pote, retire o líquido claro com cuidado para não misturar novamente estas impurezas.

o Manter o pote em lugar fresco e sem luz direta.

15. Após o período de descanso e da separação das impurezas acrescente a glicerina e o açúcar (dissolvido no mínimo de água possível, dado: solubilidade da sacarose 1,97 g/mL de água).

Percentagem de diluição

Comercialmente os sabonetes têm sua concentração dada em referência à massa do "sabão verdadeiro". A massa do "sabão verdadeiro" é dada pela soma das massas dos óleos contidos na fórmula e da soda seca utilizada para saponificá-los. Dessa forma a massa da água e dos demais aditivos utilizados na formulação não são contabilizadas.

Percentagem de "sabão verdadeiro"	Água adicionada para cada 1 kg de massa
15 %	3 kg

20 %	2 kg
25 %	1,40 kg
30 %	1 kg
35 %	0,71 kg
40 %	0,5 kg

Para construir a tabela anterior, supôs que o sabonete líquido tinha inicialmente 60 % de "sabão verdadeiro" em sua formulação, assim podemos calcular a quantidade de água a ser acrescentada a 1 kg de massa para obter uma concentração de 30 %:

$$30 \% = \frac{60 \%}{1 + x}$$

$$1 + x$$

$$30 + 30 x = 60$$

$$30 x = 30$$

$$x = 1 \text{ Kg}$$

É importante observarmos que o peso do álcool adicionado para fazer a massa ficar líquida dever ser somado como se fosse água. Evidentemente se todo álcool foi evaporado, seu peso não deve ser considerado.

Bibliografia

MERCADANTE, R., ASSUMPÇÃO, L. **Sabonetes líquidos: sintéticos e naturais**. 2010. p.21

Cálculos:



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 16: Preparação de sabão transparente

Introdução

A fabricação de sabão pode ser considerada como um dos mais antigos processos químicos realizados pelo homem (cerca de 5000 anos antes de Cristo). Conforme Plínio, o célebre naturalista romano, o invento do sabão deve-se aos gauleses, que se serviam dele como cosmético para tornar lustrosos os cabelos, fabricando este produto com gorduras animais e cinzas. Consta, também, que esses "inventores" teriam atingido certo grau de desenvolvimento, pois teriam fabricado duas qualidades de sabão: o duro e o mole. A fabricação caseira de um sabão rústico é bastante simples, bastando aquecer uma gordura animal ou vegetal (sebo, banha, gordura de coco, etc.) com uma solução aquosa concentrada de soda cáustica (NaOH) em uma proporção aproximada de 50% desta última em relação à graxa. A mistura é cozida durante uma hora ou mais e após é vertida em moldes para endurecer. O sabão é de baixa qualidade, pois contém, além de impurezas e subprodutos da reação, quantidades apreciáveis de álcali que não reagiu. O processo químico que ocorre durante a fabricação do sabão é conhecido como "saponificação" e consiste na hidrólise de um éster por uma base. As gorduras são constituídas fundamentalmente de triglicerídeos, que são ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa com o álcool conhecido como glicerol ou glicerina (Figura 1). A glicerina pode ser removida ou mantida na composição final. Ela age como um umectante, absorvendo umidade do ar, e como emoliente, tornando a pele mais macia.



Figura 1. Esquema da reação de saponificação.

Na Figura 1, os grupos R representam fragmentos de ácidos carboxílicos de cadeias longas (geralmente de 12 a 18 carbonos), denominados ácidos graxos, que podem ser diferentes uns dos outros na mesma molécula. A molécula do sabão é constituída de duas partes: uma cabeça polar e uma cauda apolar. Quando dissolvido em água, acima de uma concentração mínima (concentração micelar crítica, CMC) o sabão forma micelas (Figura 2). Na presença de partículas hidrofóbicas de graxa ou sujeira, essas partículas penetram na micela. A parte polar (hidrofílica) das moléculas do sabão permite sua solubilização na água e posterior remoção (Figura 2).

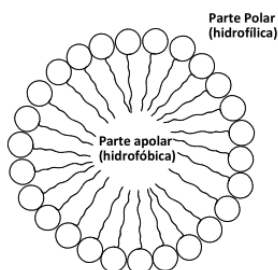
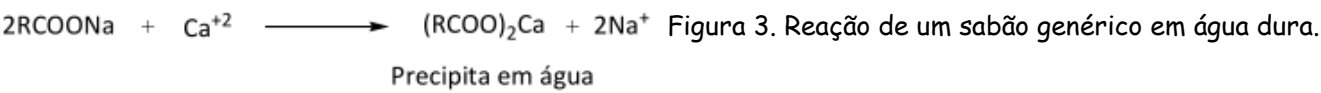


Figura 2. Corte transversal de uma micela.

Na fabricação industrial do sabão são utilizados pelo menos dois tipos diferentes de gorduras e óleos, pois cada um deles contribui com diferentes propriedades para o produto final. Os ácidos graxos predominantes definem as principais características dos sabões. Por exemplo, maiores quantidades de óleos produzem sabões mais macios. A cera de abelha torna o sabão mais duro. Um excesso de óleo de coco torna o sabão mais quebradiço. O óleo de coco é muito usado porque é barato e produz um eficiente efeito de limpeza com uma espuma macia. Deve-se usar água

deionizada na preparação dos sabões, visando evitar a reação dos mesmos com os íons duros presentes na água comum, que induz à precipitação, além da contaminação com impurezas, que pode levar à obtenção de cor. Sabões opacos podem se tornar transparentes pela adição de etanol, glicerina e açúcar (sacarose), que impedem a formação de cristais. Os produtos empregados na fabricação dos sabões transparentes devem ser de elevado grau de pureza, sendo que o óleo de coco, o sebo refinado e o óleo de rícino são os mais usados. A adição de leite hidrata a pele e produz um sabão com consistência cremosa. Quando toda água é substituída por leite, esse precisa ser congelado antes da adição da base para prevenir a desnaturação das proteínas. Nas águas chamadas "duras", isto é, águas que contém grandes concentrações de íons divalentes de cálcio e magnésio e trivalentes de ferro, o sabão não consegue atuar porque esses íons formam precipitados com os ânions dos ácidos carboxílicos de cadeias longas, conforme mostrado na Figura 3.



Uma maneira de solucionar este problema é adicionar à água, antes da adição do sabão, um pouco de carbonato de sódio para precipitar os íons indesejados na forma de carbonatos. Outra solução para que se possam fazer limpezas com águas "duras" é a utilização de detergentes sintéticos no lugar de sabões. Os detergentes são constituídos por longas cadeias alquila contendo pelo menos um grupo funcional, que pode ser aniônico, catiônico, anfótero ou não iônico. Detergentes aniônicos incluem os grupos sulfato, sulfonato ou fosfato. Os detergentes catiônicos são geralmente haletos de amônio quaternário. Detergentes não-iônicos são ésteres, éteres ou amidas. Na Figura 4 são mostradas as fórmulas de alguns detergentes comerciais. Um dos primeiros detergentes desenvolvidos foi o laurilsulfato de sódio, porém seu custo era muito elevado. A partir de 1950 foram desenvolvidos detergentes mais baratos, conhecidos como alquilbenzenosulfonatos (ABS), obtidos a partir do petróleo, os quais se tornaram muito populares. Entretanto, esses detergentes apresentavam problemas ao meioambiente uma vez que não eram degradados pelas enzimas bacterianas devido às suas cadeias altamente ramificadas (observados pela espuma persistente nos rios, acarretando em uma maior mortandade de algas pela dificuldade de realizar a fotossíntese, mortandade de peixes pela diminuição da quantidade de oxigênio na água pela decomposição das algas, etc.). A partir de 1966 foram substituídos pelos detergentes do tipo LAS (alquilbenzenosulfonatos com cadeia alquila predominantemente linear), com grande diminuição do impacto ambiental, uma vez que as bactérias conseguem degradar cadeias que tenham somente uma ramificação.

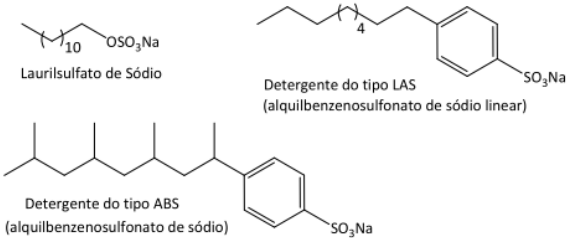


Figura 4. Fórmula molecular de alguns detergentes comerciais.

Objetivos

- Sintetizar um cosmético biodegradável

Materiais e Reagentes

	Qtde		Qtde
Óleo de mamona (óleo de rícino)	6 g		
Óleo de coco	21 g	aromatizante	-
Azeite de oliva	3 g	Becker 250 mL e 50 mL	1 cada
etanol	12 mL	Pipeta graduada de 10 mL	1
NaOH	sólido	Bastão de vidro	1
sacarose	5,56 g	Chapa de aquecimento	-
glicerina	7,4 g	Moldes	

Procedimento experimental

- Mistura A** - Colocar 6 g de óleo de mamona, 21 g de óleo de coco, 3 g de óleo de oliva em um becker de 250 mL.
- Mistura B** - Em becker de 50 mL Preparar uma solução contendo 4,53 g de NaOH em 10 mL de água destilada, depois de dissolvido acrescente 12 mL de etanol.
- Mistura C** - Em becker de 50 mL preparar uma solução com 5,56 g de sacarose em 5 mL de água destilada e 7,4 g de glicerina.

Preparo do sabão

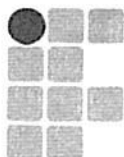
Aquecer a **Mistura A** agitando continuamente até a fusão das gorduras. Lentamente introduzir a **Mistura B** homogeneizando sempre. Manter em aquecimento e agitação por até 2 minutos (um odor adocicado deverá ser produzido). Adicionar a **Mistura C** e homogeneizar bem. Manter a agitação e aquecimento por mais 1 minuto e resfriar a 60 °C. Misturar bem e verter em moldes. Deixar em repouso até endurecer.

Questionário:

1. O que é saponificação?
2. Por que é preferível a hidrólise básica na fabricação do sabão e não a catalisada por ácido?
3. Quais são as características estruturais do sabão que fazem dele um bom agente de limpeza?
4. Por que um sabão não consegue atuar quando forma precipitado (águas duras)? Por que o detergente é mais eficiente do que o sabão em águas duras?
5. O que é detergente biodegradável?
6. Que moléculas dão odor adocicado ao sabão? A que função orgânica pertencem?
7. Mostre como é produzido o acetato de etila a partir de ácido acético e etanol em meio ácido.

Referências

1. PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; ENGEL, R. G. Introduction to Organic Laboratory Techniques - a Small Scale Approach. Saunders College Publishing Orlando. USA. 1988.
2. MABROUK, S. T. J. Chem. Educ. 82, 1534 (2005).



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Unidade Curricular:

Aluno(a): _____ Semestre: _____ Turma: _____

EXPERIÊNCIA 2: RECUPERAÇÃO DO CROMO DOS RESÍDUOS GERADOS NOS EXPERIMENTOS DE TITULAÇÕES ARGENTIMÉTRICAS - MÉTODO DE MOHR

MATERIAIS	REAGENTES
Béqueres 600 mL	HCl 1 mol/L OK
Pipetas graduadas	H ₂ SO ₄ 3 mol/L OK
Espátulas	Na ₂ CO ₃ sólido
Erlenmeyers	NaOH 6 mol/L Alunos farão. Colocar NaOH sólido.
Estufa	Na ₂ S ₂ O ₃ sólido
Filtro de papel	
Papel indicador	
Coluna de carvão ativado	

PROCEDIMENTO:

PARTE I:

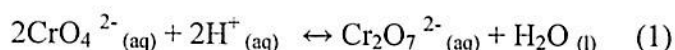
1. Separação do Resíduo por Decantação

Esta etapa é aplicada a todos os precipitados de compostos de prata AgCl, AgI, AgSCN e AgBr. Inicialmente separou-se por decantação, a parte superior do sobrenadante de cada galão que ficou armazenado, testando com gotas de HCl 1 mol L⁻¹, para observar se ainda ocorreria precipitação de AgCl, neste caso separava-se novamente até o teste dar negativo. O líquido do Método de Mohr é então reservado para o tratamento do cromato descrito a seguir.

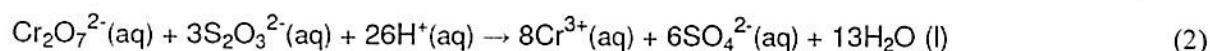
PARTE II:

2. Procedimento de Tratamento da Solução de K₂CrO₄ do Sobrenadante.

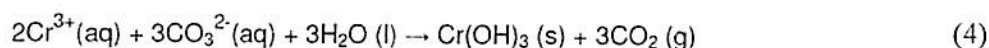
2.1. Coloque em um béquer de 600 mL aproximadamente, um volume de aproximadamente 400 mL do sobrenadante da solução de cromato de potássio. Adicione 3 mL de H₂SO₄ 3 mol L⁻¹. Observe que a cor da solução deve mudar de amarelo para laranja, cores características de cromato e dicromato, representado na equação 1.



2.2. Em seguida, adicione 0,5 g de tiosulfato de sódio sólido, agitando, observando que a solução mudava de cor, laranja para verde, devido a redução de cromo VI para cromo III. Adicione então mais algumas gotas de H₂SO₄ 3 mol L⁻¹ até observar que a coloração permanece um verde constante, representado na equação 2.



2.3. Após 20 minutos, transfira o líquido para outro béquer de 600 mL, e adicione 0,5 g de carbonato de sódio, até pH básico (testado com papel indicador), adicione mais 10 gotas de NaOH 6 mol L⁻¹. A solução deve permanecer em repouso por 2 horas, para completar a precipitação do cromo III na forma hidróxido de cromo. Esta etapa pode ser representada pelas equações 3 e 4.



2.4. Separe o sobrenadante do precipitado, por decantação.

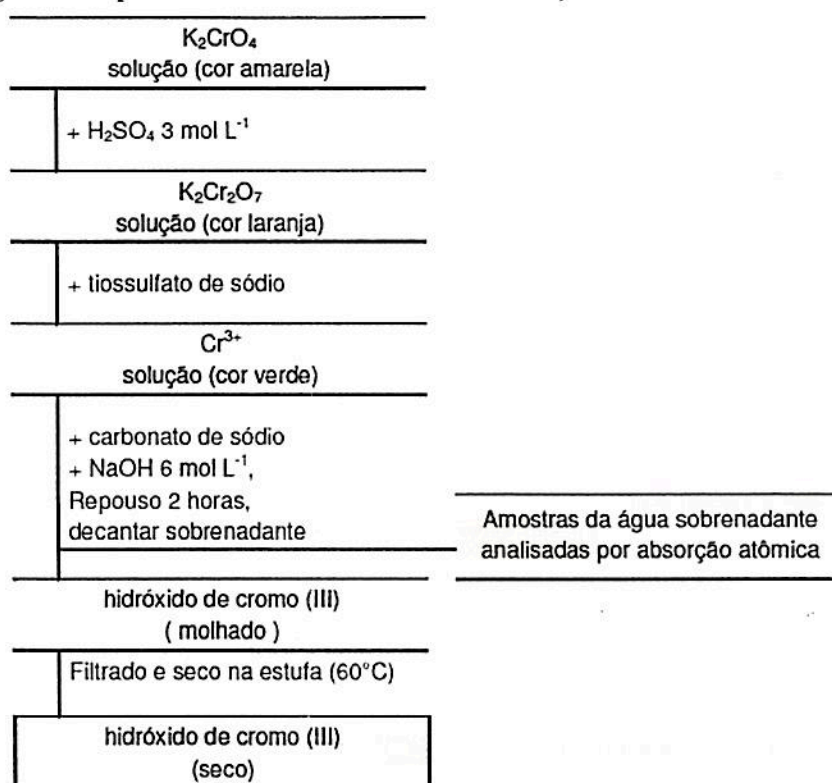
PARTE III:

2.5. Transfira o precipitado para um frasco adaptado com filtro de papel fino e feltro na base inferior (Observação: é necessário ter vários frascos de filtração), para escorrer toda a água, por gravidade (o que geralmente demora até o dia seguinte).

2.6. Coloque o frasco com o filtrado em uma estufa (60 °C), permanecendo até o dia seguinte, para secar. Depois de seco transfira o precipitado para um recipiente de armazenamento. O frasco do filtro pode ser reutilizado.

2.7. Armazene a água sobrenadante e depois de passe por uma coluna de carvão ativado. Se possível, analise essa água (por absorção atômica, p. ex.) para verificar se o teor de cromo estava próximo do limite de 0,5 mg L⁻¹ (estabelecido pelo CONAMA). Após confirmação, neutralizar para descarte

Fluxograma do procedimento de tratamento da solução de K₂CrO₄ sobrenadante.



Toxicidade de Metais em Soluções Aquosas: Um Bioensaio para Sala de Aula

**Soraya Moreno Palácio, Marcia Borin da Cunha, Fernando Rodolfo Espinoza-Quñones e
Daniele Alves Nogueira**

Este artigo tem como objetivo propor a utilização de um bioensaio simples e de baixo custo para abordar os efeitos de metais em soluções aquosas em diferentes concentrações. O bioensaio é realizado utilizando-se bulbos de cebola (*Allium cepa*) para monitorar os efeitos do cobre, expondo-os diretamente em água contaminada com íons Cu^{2+} . O procedimento consiste em observar o crescimento das raízes da cebola por um determinado período e analisar a inibição desse crescimento em função da presença de concentrações crescentes de um metal. Os resultados obtidos no laboratório escolar possibilitam verificar o efeito fito-tóxico do aumento da concentração do metal ao organismo-teste e correlacionar com a contaminação ambiental e suas consequências à saúde humana.

► metais, toxicidade, bioensaio ◀

Recebido em 22/06/2011, aceito em 25/01/2013

79

As questões ambientais e suas análises, muitas vezes, são deixadas em segundo plano no desenvolvimento da química nas escolas de ensino médio, mesmo com todo apelo que se tem feito em relação à necessidade da formação de jovens mais conscientes e por uma química integrada ao meio em que vivemos. Um dos possíveis motivos para a falta de tratamento de temas ambientais nas aulas de química pode estar atrelado ao escasso material nessa área para o desenvolvimento de atividades relevantes e criativas. Muitas vezes, as discussões em química ambiental resumem-se à leitura de textos sobre o assunto que, embora sejam importantes, podem levar o estudante a achar o assunto maçante e desestimulante.

Atividades experimentais, de modo geral, desempenham um papel importante para despertar a curiosidade e estimular questionamentos acerca do tema trabalhado. Dessa forma, apresentamos, neste artigo, uma atividade experimental de fácil execução e baixo custo, que tem como objetivo principal propor a discussão da interferência de metais potencialmente tóxicos sobre

determinados organismos, quando estes estão presentes em soluções aquosas. O experimento proposto é um bioensaio, utilizando a cebola como organismo-teste, e a proposta consiste em monitorar os efeitos no crescimento das raízes, cultivando-se os bulbos de cebola diretamente em soluções aquosas “contaminadas” por metais.

Um dos possíveis motivos para a falta de tratamento de temas ambientais nas aulas de química pode estar atrelado ao escasso material nessa área para o desenvolvimento de atividades relevantes e criativas. Muitas vezes, as discussões em química ambiental resumem-se à leitura de textos sobre o assunto que, embora sejam importantes, podem levar o estudante a achar o assunto maçante e desestimulante.

As possibilidades didáticas desse experimento não se esgotam na sua realização, pois a partir dele podem ser propostas outras atividades como: pesquisa bibliográfica sobre a presença de metais em águas de abastecimento público, pesquisa de campo em ambientes próximos à escola, atividades integradas com outras disciplinas como a biologia, física, matemática, história, entre outras.

No ensino médio, esse experimento pode ser utilizado na disciplina de química no estudo de soluções e suas concentrações ou em projetos relacionados ao tratamento de temas ambientais, tendo em vista que as questões ambientais são importantes temas transversais e desencadeiam propostas interdisciplinares.

Para compreensão da proposta experimental, é importante

lembrar que a toxicidade dos metais depende da dose a que o organismo foi exposto e da forma química em que ele se apresenta. Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações e podem danificar sistemas biológicos quando presentes em concentrações maiores. Outros metais, no entanto, não são essenciais, isto é, não são requeridos pelos organismos e pequenas concentrações podem causar danos aos organismos. Dessa forma, os metais são classificados em: elementos essenciais: sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio; e elementos não essenciais: arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio.

A utilização da cebola como organismo-teste não é recente, esta vem sendo estudada e utilizada desde 1938, quando Levan introduziu o uso da espécie *Allium cepa* (cebola comum) como sistema de bioensaio para avaliar os efeitos citogenéticos da colchicina em células vivas (Fiskesjö, 1985). Desde então, a cebola tornou-se um material de larga utilização em testes de laboratório, devido ao rápido crescimento de suas raízes e à facilidade com que são observados seus cromossomos em fases de divisão celular. O teste com a cebola tem sido aplicado em diversas áreas de conhecimento para avaliar a toxicidade de compostos químicos de interesse ecológico e sanitário. Por exemplo, Fiskesjö (1975) cultivou, em série, bulbos de cebola em amostras coletadas ao longo do rio Bräan ao sul da Suécia. Os resultados desse experimento demonstraram que o crescimento das raízes de cebola é inibido pela presença de substâncias tóxicas quando estas se encontram dissolvidas na água.

Testes com a utilização de cebolas têm sido recomendados por agências internacionais de proteção ambiental para verificação do nível de toxicidade de misturas complexas como resíduos de uma indústria (Fiskesjö, 1985), pois a cebola é sensível mesmo em concentrações consideradas aceitáveis aos padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Um estudo realizado por Palácio et al. (2005), em água de rio, mostrou que uma concentração de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ de Cu dissolvido provoca uma inibição de 40% no crescimento das raízes de cebola. A mesma redução foi observada na presença de $1,00 \text{ mg L}^{-1}$ de Zn dissolvido.

Outro estudo realizado por Espinoza-Quñones et al. (2009) utilizou a cebola como organismo-teste para avaliar os efeitos do cromo (VI) em água de rio. Neste, águas consideradas poluída e não poluída tiveram adição de cromo (VI) e testada a inibição do crescimento das raízes da cebola. Os resultados mostraram que, tanto na água poluída quanto na não poluída, concentrações de cromo (VI) acima

de $1,00 \text{ mg L}^{-1}$ provocaram inibição do crescimento das raízes, concluindo-se que não houve interferência de outros poluentes ou da matéria orgânica quando a concentração do metal é elevada.

Assim, neste trabalho, propomos um experimento didático que pode ser realizado sem custos elevados ou procedimentos complexos. Nesse experimento, utiliza-se um bioensaio com a cebola comum (*Allium cepa*), para avaliar o efeito de soluções aquosas contendo concentrações crescentes de íons metálicos, inserindo, desse modo, a discussão do efeito de metais em organismos e no ambiente. Essa proposta está direcionada para estudantes do ensino médio e tem como foco

principal as aulas de química.

Soluções aquosas contendo íons Cu^{2+} serão utilizadas e a avaliação ocorrerá pela observação da inibição do crescimento das raízes da cebola. Pretende-se, dessa forma, estabelecer condições para a inserção do bioensaio no ensino de química ou em projetos interdisciplinares para discussão dos efeitos de metais no ambiente e na saúde humana.

Metodologia

Materiais utilizados: sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) obtido em lojas de produtos para tratamento de piscinas; cinco litros de água mineral; bulbos de cebola com diâmetro de 3,5 a 4,0 cm, secos e sem formação de folhas e/ou raízes; 16 copos plásticos descartáveis de 80 mL (reutilizar material) ou 16 copos de requeijão com tampa; palitos de dente; 1 recipiente de medida com volume de 1 L; balança com uma casa decimal; colheres plásticas (café) descartáveis; seringa de 10 mL sem agulha; uma régua escolar.

Montagem do experimento: preparar uma solução de aproximadamente 100 mg L^{-1} de Cu pesando 0,4 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e dissolvida em 1 L de água mineral. A partir dessa solução, preparar oito soluções com concentrações de aproximadamente 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,20; 0,40; $1,00 \text{ mg L}^{-1}$ e uma solução de controle negativo constituída de água mineral pura. Para medir os volumes necessários para o preparo dessas soluções, sugere-se seguir o esquema apresentado na Tabela 1. Com o auxílio de uma seringa, transferir o volume indicado para um copo medidor e completar o volume até 100 mL com a água mineral. Misturar bem com o auxílio de uma colher de plástico descartável.

Numerar oito copos plásticos descartáveis ou reutilizar recipientes de alimentos (tipo copos de requeijão ou similares) de 1 a 8. Encher os copos até a borda com as soluções 1 a 8, respectivamente. Colocar em cada copo uma cebola, de modo que somente a região radicular fique em contato com as soluções. No caso da utilização de copos descartáveis,

A utilização da cebola como organismo-teste não é recente, esta vem sendo estudada e utilizada desde 1938, quando Levan introduziu o uso da espécie *Allium cepa* (cebola comum) como sistema de bioensaio para avaliar os efeitos citogenéticos da colchicina em células vivas (Fiskesjö, 1985). Desde então, a cebola tornou-se um material de larga utilização em testes de laboratório, devido ao rápido crescimento de suas raízes e à facilidade com que são observados seus cromossomos em fases de divisão celular.

Tabela 1: Relação da diluição das soluções.

Solução	Concentração de Cu (mg L ⁻¹)	Volume de solução (100 mg L ⁻¹ de Cu)
1	0	0
2	0,04	0,4
3	0,06	0,6
4	0,08	0,8
5	0,10	1,0
6	0,20	2,0
7	0,40	4,0
8	1,00	10,0

utilizar palitos de dentes como suporte para os bulbos da cebola (Figuras 1a e 1b) e, em caso de copos de requeijão, colocar o bulbo da cebola sobre um orifício feito na tampa (Figura 1c).

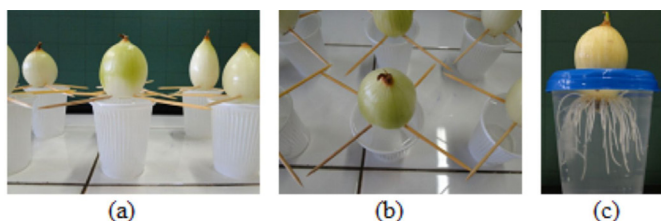


Figura 1: Montagem do experimento: a) vista geral utilizando copos plásticos descartáveis; b) detalhe do suporte; e c) vista geral utilizando copos de requeijão.

Esse bioensaio é realizado normalmente com cinco dias de exposição dos bulbos à solução contaminada, mas para adaptá-lo ao calendário de aulas, sugere-se que os bulbos sejam deixados em contato por sete dias para aguardar o crescimento das raízes. O local de montagem do experimento deve ter iluminação natural e ficar longe de áreas com calor excessivo. Caso seja necessário, utilizar água mineral para repor o volume perdido por evaporação ou absorção de água pela cebola. Após os sete dias, retirar as cebolas das soluções e, com uma régua, medir o comprimento médio das raízes. A inibição do crescimento da raiz mostra o efeito da toxicidade do metal. Com os valores medidos, construir uma tabela relacionando a concentração da solução com o crescimento da raiz, conforme Tabela 2.

Sugerimos que esse experimento seja realizado com pelo menos uma réplica, de modo que se minimize a possibilidade de interferência ou erro em alguma solução ou má formação no crescimento das raízes da cebola.

Resultados e discussão

Após o período de sete dias, foram medidos os comprimentos das raízes. Os resultados mostraram uma inibição no crescimento da raiz a partir de uma concentração aproximada de 0,04 mg L⁻¹ de Cu na solução, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Comprimento das raízes (em cm) e inibição do crescimento (%) após cinco dias.

Solução	Concentração de Cu (mg L ⁻¹)	Comprimento da raiz (cm)	Inibição do crescimento (%)
1	0	5,0	0
2	0,04	3,2	36
3	0,06	2,8	44
4	0,08	2,0	60
5	0,10	1,5	70
6	0,20	1,3	74
7	0,40	0,5	90
8	1,00	0,3	94

A inibição no crescimento das raízes aumenta conforme aumenta a concentração de cobre na solução. Houve uma inibição de 36% com a menor concentração utilizada (0,04 mg L⁻¹) e de 94% com a maior concentração (1,00 mg L⁻¹). A inibição em baixas concentrações demonstra a alta sensibilidade do organismo-teste (cebola) frente ao efeito tóxico desse elemento. O decréscimo no comprimento médio das raízes pode ser mais bem visualizado na forma de gráfico como apresentado na Figura 2, e a aparência dos bulbos após a exposição ao Cu pode ser vista na Figura 3.

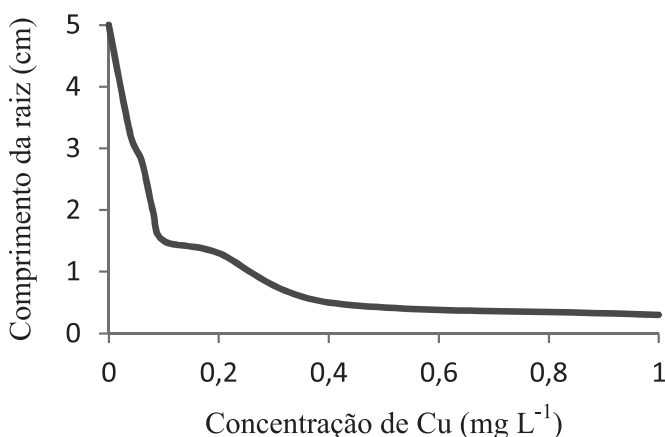


Figura 2: Decaimento do comprimento das raízes em função da exposição às diferentes concentrações de Cu.

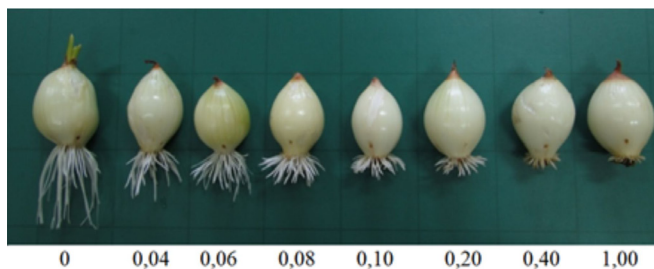


Figura 3: Aparência das raízes após a exposição às diferentes concentrações de Cu.

A partir da observação da inibição do crescimento das raízes da cebola, sugerimos que o professor conduza discussões com os estudantes relativas aos fatores que influenciam

na concentração de substâncias em solução. No caso desse experimento, o fator será um metal (Cu) que se encontra dissolvido em água e que inibe gradativamente o crescimento vegetal em função do aumento da sua concentração. A proposta envolve questionar os estudantes sobre o efeito da concentração em determinados sistemas, como é o caso do observado no experimento, enfatizando a importância da relação dose/resposta, pois mesmo o cobre sendo um elemento essencial, o aumento da dose provoca efeitos deletérios no organismo-teste.

No caso do experimento proposto, as concentrações totais de metais podem ser diretamente correlacionadas com os efeitos tóxicos obtidos, porém em ambientes aquáticos, como rios e lagos, a toxicidade dos metais depende da forma química que assumem. Há evidências de que reações de complexação reduzem a concentração dos íons metálicos livres e podem diminuir significativamente sua toxicidade. No ambiente aquático, os metais podem se complexar com as substâncias húmicas que representam 80% da matéria orgânica dissolvida nas águas naturais e influenciam numerosos processos biogeoquímicos (Corami et al., 2007; Lamelas e Slaveykova, 2007). Esse fato pode gerar desdobramentos no experimento sugerido, no qual o professor pode adicionar metais à água de rio com diversas concentrações de matéria orgânica como, por exemplo, águas coletadas em nascentes e pontos onde haja despejos de esgoto, dejetos de animais ou despejos de indústrias alimentícias como frigoríficos e laticínios. Dessa forma, pode-se observar a diminuição da toxicidade quando comparada à solução preparada com água mineral e discutir as reações químicas que podem levar a essa diminuição.

Outra discussão que pode ser levantada com a realização desse experimento é a comparação dos resultados obtidos com os valores permitidos pela legislação vigente para águas de abastecimento público. A OMS considera $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ como a concentração máxima aceitável para o cobre (Cu^{2+}) em águas para o consumo humano (WHO, 1971). Para a legislação brasileira, de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011), o limite estabelecido para o Cu^{2+} é de 2 mg L^{-1} . No entanto, esses valores são bem superiores à concentração que pode ser considerada tóxica, obtida pelo bioensaio com raízes de cebola, pois a inibição no crescimento das raízes aparece numa concentração de $0,04 \text{ mg L}^{-1}$. Esses resultados podem levar erroneamente a dúvidas sobre a confiabilidade acerca da legislação pertinente, devendo-se deixar claro que a cebola não é mais uma espécie considerada adequada nas pesquisas científicas por sua sensibilidade extrema aos metais. De acordo com Gherardi-Goldstein et al., (1990 *apud*

Costa et al., 2008), é recomendável que o efeito tóxico de uma amostra seja avaliado para mais de uma espécie representativa da biota aquática, de preferência pertencentes a diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar (produtores, consumidores primários e secundários) como, por exemplo, algas, crustáceos, peixes e bactérias, isso devido às diferenças de sensibilidade apresentadas por organismos de diferentes espécies frente às substâncias químicas (Costa et al., 2008).

Apesar de não ser a espécie mais adequada para avaliar a toxicidade de metais em águas, o bioensaio com cebola justifica-se pela simplicidade, facilidade na aquisição dos materiais, baixo custo de execução e principalmente por fornecer resultados satisfatórios do ponto de vista didático, evidenciando o efeito deletério de íons metálicos, à espécie estudada, quando presentes em concentrações altas. Além

disso, o efeito fito-tóxico do cobre torna-se bastante importante quanto esse elemento encontra-se presente em águas de irrigação ou quando o solo encontra-se contaminado por ele.

Outra sugestão de abordagem para o assunto é a realização de um novo experimento para estabelecer uma comparação do cobre (verificado nesse experimento) com outros metais como o chumbo e o zinco, usando o mesmo organismo-teste ou, ainda, sugerir pesquisa bibliográfica para conhecer os efeitos desses elementos nos seres humanos,

quando ingeridos diretamente ou por meio da cadeia alimentar.

Descarte e tratamento de resíduos

O resíduo gerado no experimento é a própria solução de sulfato de cobre utilizada que foi preparada em diferentes concentrações. Sugerimos que, após sua utilização, as soluções geradas sejam filtradas para retirar possíveis resíduos que surgiram durante a formação das raízes da cebola para que possam ser utilizadas novamente. Uma alternativa é a realização do processo de evaporação da solução para recuperação do sulfato de cobre que, recuperado, poderá ser utilizado posteriormente em outras atividades. As cebolas, após o experimento, não devem ser utilizadas para fins alimentícios. Entretanto, a concentração de cobre presente na cebola é baixa e sendo este um micronutriente para plantas, estas podem ser cortadas e enterradas no jardim.

Considerações finais

O bioensaio com a cebola proporciona um bom exercício para construção da consciência ambiental em relação ao cuidado e à preservação dos ambientes aquáticos e dos riscos

A OMS considera $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ como a concentração máxima aceitável para o cobre (Cu^{2+}) em águas para o consumo humano (WHO, 1971). Para a legislação brasileira, de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 (Brasil, 2011), o limite estabelecido para o Cu^{2+} é de 2 mg L^{-1} . No entanto, esses valores são bem superiores à concentração que pode ser considerada tóxica, obtida pelo bioensaio com raízes de cebola, pois a inibição no crescimento das raízes aparece numa concentração de $0,04 \text{ mg L}^{-1}$.

da contaminação ambiental à saúde humana. Além disso, o experimento proposto é adequado ao tratamento de propostas interdisciplinares e no desenvolvimento de projetos com cunho ambiental que sejam desenvolvidos na escola.

Quanto ao tempo de realização do experimento, é importante ressaltar que o bioensaio é um experimento de observação que demanda dispor de um tempo para o preparo de soluções e montagem do experimento, em geral dois períodos de aula. Posteriormente, o experimento fica em repouso durante sete dias, sendo relevante nesse período que o professor organize visitas com os estudantes no laboratório ou local onde se encontra o experimento para que estes possam observar as etapas do processo, fazer anotações, fotografar etc. Lembramos que essas observações devem ser feitas mantendo o experimento em repouso, evitando interferências, a fim de obter um melhor resultado final. Todas as etapas de registro dos dados podem ser exploradas

pelo professor como elementos para formação de habilidades dos estudantes.

Soraya Moreno Palácio (soraya_palacio@yahoo.com.br), mestre em Química e doutora em Ciências pela UEM, pesquisadora CNPq, é professora adjunta do curso de Química e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Toledo, PR – BR. **Marcia Borin da Cunha** (marciaborin@uol.com.br), mestre em Educação pela UFSM, doutora em Educação pela FEUSP, coordenadora do Núcleo de Ensino de Ciências na Unioeste (NECTO), coordenadora PIBID-Química da Unioeste, é professora adjunta do curso de Química e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Unioeste. Toledo, PR – BR. **Fernando Rodolfo Espinoza-Quiñones** (f.espinoza@terra.com.br), doutor em Física pela USP, pós-doutor em Física Nuclear Aplicada pela UEL, pesquisador CNPq, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Unioeste, é professor associado do curso de Engenharia Química e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Unioeste. Toledo, PR – BR. **Daniele Alves Nogueira** (d_a_nogueira@hotmail.com) é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Unioeste. Toledo, PR – BR.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 518, p. 266, 25 mar. 2004, seção 1.

CORAMI, F.; CAPODAGLIO, G.; TURETTA, C.; BRAGADIN, M.; CALACE, N. e PETRONIO, B.M. Complexation of cadmium and copper by fluvial humic matter and effects on their toxicity. *Annali di Chimica*, v. 97, p. 25-37, 2007.

COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R. e ESPINDOLA, E.L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

ESPINOZA-QUIÑONES, F.R.; SZYMANSKI, N.; PALÁCIO, S.M.; MÓDENES, A.N.; RIZZUTO, M.A.; SILVA JR., F.G.; OLIVEIRA, A.P.; ORO, A.P. e MARTIN, E.N. Inhibition effect on the *Allium cepa* L. Root Growth When Using Hexavalent Chromium-Doped River Waters. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 82, p. 767-771, 2009.

FISKESJÖ, G. Chromosomal relationship between three species of *Allium* as revealed by C-banding. *Hereditas*, v. 81, p. 23-31, 1975.

_____. Allium test on river water from Braän and Saxän before and after closure of a chemical factory. *Ambio* v. 14, p. 99-103, 1985.

LAMELAS, C. e SLAVEYKOVA, V. I.; Comparison of Cd(II), Cu(II), and Pb(II) biouptake by green algae in the presence of humic acid. *Environmental Science and Technology*, v. 41, p. 4172-4178, 2007.

PALÁCIO, S.M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F.R.; GALANTES, R.M.; ZENATTI, D.C.; SEOLATTO, A.A.; LORENZ, E.K.; ZACARKIM, C.E.; ROSSI, N.; RIZZUTO, M.A. e TABACNIKS, M.H. Correlation between Heavy Metal Ions (Copper, Zinc, Lead) Concentrations and Root Length of *Allium cepa* L. in Polluted River Water. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 48, p. 191-196, 2005.

WHO. *International Standard for Drinking Water*, Third edition, World Health Organization, Geneva, 1971.

Para saber mais

COSTA, C.R.; OLIVI, P.; BOTTA, C.M.R. e ESPINDOLA, E.L.G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

Abstract: *Toxicity of Metals in Aqueous Solutions: A Bioassay for the Classroom.* The present article aims to propose the use of a bioassay simple and inexpensive to address the effects of metals in aqueous solutions at different concentrations. The bioassay is performed using bulbs of onion (*Allium cepa*) to monitor the effects of copper, exposing the bulbs directly in water contaminated with Cu^{2+} . The procedure consists in observing the growth of the roots of the onions in a specific period and analyzing this growth inhibition due to the presence of increasing concentrations of a metal. The results obtained in laboratory school makes possible to verify the phyto-toxic metal effect of increasing the concentration of the test organism and its correlation with the environmental contamination and its effects on human health.

Keywords: Metals, toxicity, bioassay.



Encontro sobre Educação em Ciências através a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas

Universidade do Minho, Braga, Portugal, sábado, 12-10-2013

Realizar-se-á se no próximo dia 12 de outubro, na Universidade do Minho (Braga, Portugal), o Encontro sobre Educação em Ciências através da Aprendizagem das Ciências Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

Os seus destinatários são: investigadores da área da Educação em Ciências; futuros professores e professores de Ciências Físicas e Naturais, de todos os níveis de ensino; professores de outras disci-

plinas que fazem interface com as Ciências; outros interessados na temática do Encontro.

O Encontro prevê conferências orais, convidadas, e apresentação de comunicações em poster. Os textos das propostas de comunicação em poster deverão ser submetidos entre 01 e 30 de junho, segundo as normas disponíveis no website do Encontro.

Mais informações: <http://webs.ie.uminho.pt/encontro-abrp>



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS LAGES

Professor: Marcel Piovezan

Prática 19: Poluição por Metais: Efeito de íons metálicos sobre leveduras

Introdução

Metais pesados são elementos químicos que apresentam número atômico superior a 22. Também podem ser definidos por sua propriedade de serem precipitados por sulfetos. Entretanto, a definição mais difundida é aquela relacionada com a saúde pública: metais pesados são aqueles que apresentam efeitos adversos à saúde humana.

Estes elementos existem naturalmente no ambiente e são necessários em concentrações mínimas na manutenção da saúde dos seres vivos (são denominados oligoelementos, ou micronutrientes). Alguns metais essenciais aos organismos são: Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cr, Mo, V, Se, Ni e Sn, os quais participam do metabolismo e da formação de muitas proteínas, enzimas, vitaminas, pigmentos respiratórios (como o ferro da hemoglobina humana ou o vanádio do sangue das ascídias). No entanto, quando ocorre o aumento destas concentrações, normalmente acima de dez vezes, efeitos deletérios começam a surgir.

Os metais pesados estão entre os poluentes mais prejudiciais ao ecossistema e surgem nas águas naturais devido aos lançamentos de efluentes industriais, tais como os gerados em indústrias extrativistas de metais, indústrias de tintas e pigmentos e, especialmente, as galvanoplastias, que se espalham em grande número nas periferias das grandes cidades. Além destas, os metais pesados podem ainda estar presentes em efluentes de indústrias químicas, como as de formulação de compostos orgânicos e de elementos e compostos inorgânicos, indústrias de couros, peles e produtos similares, siderúrgicas, lavanderias e indústria de petróleo.

Indústrias metalúrgicas, de tintas, de cloro e de plástico PVC (policloreto de vinila), entre outras, utilizam mercúrio e diversos outros metais em suas linhas de produção e acabam lançando parte deles nos cursos de água. Outra fonte importante de contaminação do ambiente por metais pesados são os incineradores de lixo urbano e industrial, que provocam a sua volatilização, formando cinzas ricas em metais, principalmente mercúrio, chumbo e cádmio que, graças à movimentação das massas de ar, depositam-se no solo ou em corpos d'água de regiões mais distantes.

A crescente quantidade de indústrias atualmente em operação, especialmente nos grandes pólos industriais do mundo, tem causado o acúmulo de grandes concentrações de metais nos corpos hídricos como rios, represas e nos mares costeiros. Isto ocorre porque grande parte das indústrias não trata adequadamente seus efluentes antes de lançá-los ao ambiente. Quando lançados na água como resíduos industriais, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais e acabam também se depositando, cedo ou tarde, nos sedimentos, representando um estoque permanente de contaminação para a fauna e a flora aquática. Assim, os metais pesados podem se acumular em todos os organismos que constituem a cadeia alimentar do homem.

Os metais pesados podem ser eliminados da água por meio de um tratamento específico. Quando detectados na água *in natura*, é feito um pré-tratamento com algumas substâncias químicas, formando compostos mais pesados, que se depositam no fundo dos tanques de tratamento. Após esta etapa, a água segue para o tratamento tradicional.

Cromo hexavalente

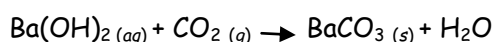
O cromo é largamente empregado nas indústrias, especialmente em galvanoplastias, onde a cromação é um dos revestimentos de peças mais comuns. Pode ocorrer como contaminante de águas que recebem lançamentos de efluentes de curtumes e de circulação de águas de refrigeração, onde é utilizado para o controle da corrosão. A forma hexavalente é mais tóxica do que a trivalente. Produz efeitos corrosivos no aparelho digestivo e nefrite.

Cobre

O cobre ocorre naturalmente nas águas geralmente em concentrações inferiores a 20 mg/L. Quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas. Segundo pesquisas efetuadas, é necessária uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água para produzir intoxicações humanas com lesões no fígado. No entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável devido ao gosto produzido. O cobre em pequenas quantidades é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias. Para os peixes, muito mais que para o homem, as doses elevadas de cobre são extremamente nocivas. O cobre aplicado na forma de sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida.

Objetivos

Verificar a interferência dos íons $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Cu^{2+} no metabolismo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento de padaria), utilizando como referência a quantidade de precipitado formado pela reação entre o CO_2 produzido pelo metabolismo da levedura e o $\text{Ba}(\text{OH})_2$ contido em um tubo de ensaio, conforme a equação seguinte:



Reagentes e Materiais

	Qtde		Qt
Fermento biológico liofilizado	1,0 g	Béquer de 100 e de 250mL	1
Glicose e Sacarose	2,5 g	Provetas de 100 e de 25 mL	2
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0,01 e 0,02 g	Erlenmeyer de 125 mL	5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ou CuCl_2	0,01 e 0,02 g	Tubos de ensaio	2
Solução saturada de $\text{Ba}(\text{OH})_2$	30 mL	Espátula	2
Tubos de silicone	5	Balança semi-analítica	1
picnômetros	2	Bastão de vidro	3
Chapa de aquecimento	1	termômetro	1
Parafilme	-	Estufa para crescimento	1

Procedimento

Preparação da solução de glicose ou sacarose a 5%

- 1) Em um béquer de 250 mL, pese 2,5 g de glicose.
 - 1a) Adicione 50 mL de água (morna 35 - 37 °C) e agite com um bastão de vidro até a solubilização.

Preparação do inóculo

- 1) Pese 1 g de fermento biológico liofilizado (levedura *Saccharomyces cerevisiae*).
 - 1a) Transfira e dissolva com bastão de vidro a levedura no béquer contendo 50 mL de solução de glicose a 5% e homogenize bem.



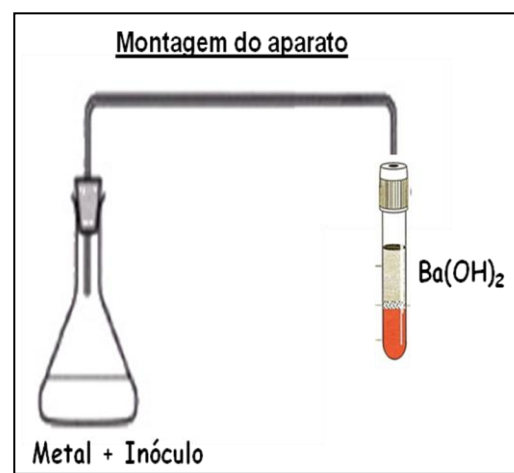
Utilize esta suspensão de levedura em, no máximo, 10 minutos.

Efeito de diferentes íons metálicos sobre o metabolismo de leveduras

Cada grupo irá preparar duas soluções com duas diferentes concentrações de um íon metálico (0,2 e 0,1%). Um dos grupos deverá preparar também o inóculo controle.

Preparo das soluções de metal

- 1) Em um béquer de 50 mL, pese 0,01 g de ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ou CuCl_2).
- 2) Adicione 50 mL de água deionizada e agite até solubilização.
- 3) Transfira a solução para um erlenmeyer de 125 mL identificado como 0,2% (0,2% de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ou $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ m/v).



- 4) Com uma proveta, meça 25 mL desta solução e transfira para um segundo erlenmeyer de 125 mL identificado como 0,1% (0,1% de $K_2Cr_2O_7$ ou $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ m/v).
- 5) Adicione 25 mL de água deionizada e homogenize bem. Retire 25 mL desta solução e despreze.
- 6) Adicione a cada um dos erlenmeyers, 10 mL do inóculo de levedura preparado "**Preparação do inóculo**".
- 7) Tampe cada erlenmeyer com uma rolha adaptada a Tubos plásticos ou de borracha e encaixe a outra extremidade do tubo em um tubo de ensaio contendo cerca de 5 mL de solução de $Ba(OH)_2$.
- 8) Espere algum tempo e observe se haverá a formação de precipitado branco de $BaCO_3$ dentro do tubo de ensaio. Este é resultante da reação entre o CO_2 produzido pelo metabolismo da levedura e o $Ba(OH)_2$ contido no tubo de ensaio.
- 9) Compare a quantidade de precipitado formado e verifique se houve diferença na inibição do metabolismo da levedura em função das duas diferentes concentrações do íon metálico.

Controle (inóculo sem a adição de metais)

- 1) Transfira 10 mL do inóculo de levedura preparado no "**Preparação do inóculo**" para um erlenmeyer de 125 mL.
- 2) Tampe o erlenmeyer com uma rolha adaptada a Tubos plásticos ou de borracha e encaixe a outra extremidade do tubo em um tubo de ensaio contendo cerca de 5 mL de solução de $Ba(OH)_2$.
- 4) Compare as quantidades de precipitado formados neste sistema controle e nos demais sistemas em que houve a adição dos diferentes metais e conclua se houve diferença no metabolismo da levedura.

Resultados

Após uma semana, verifique as quantidades de precipitado de $Ba(OH)_2$ em cada um dos experimentos. Comente e explique as diferenças observadas.

Resíduos, tratamento e descarte

Os resíduos de cromo (VI) e cobre (II) com $BaCO_3$ separadamente, pois serão tratados em aulas posteriores, guarde em frasco apropriado bem vedado. O inóculo e a glicose podem ser desprezadas na pia.

Questionário

- 1) Caracterize o que são os denominados 'metais pesados'. Cite os principais poluentes deste grupo de elementos.
- 2) Explique de que maneira o processo de incineração de lixo urbano contribui para a poluição ambiental com metais pesados.
- 3) Explique como a contaminação ambiental com metais pesados interfere na cadeia alimentar, podendo chegar até o homem.
- 4) Pesquise sobre o episódio de Minamata/Japão, suas causas e seus efeitos sobre a população.
- 5) O arsênio é um ametal. Entretanto, a poluição ambiental por arsênio é geralmente tratada juntamente com a poluição por metais pesados. Pesquise sobre a poluição ambiental por arsênio: suas fontes, suas causas e consequências.
- 6) Pesquise sobre os efeitos tóxicos do mercúrio e do chumbo.
- 7) Qual a diferença entre glicose e sacarose? Isto interfere no crescimento da levedura?

Referência

EXPERIÊNCIAS DE LABORATÓRIO E QUÍMICA AMBIENTAL MAF 1063. Disponível em:
<http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivosUpload/3280/material/QU%C3%8DMICAAMBIENTAMAF1063.pdf>.
Acesso em 11 mar. 2015.



Professor: Marcel Piovezan

Prática 20: Adsorventes naturais: Farinha de Casca de banana como bioissorvente de Cu^{2+}

Introdução

A sorção é definida como a transferência de íons da água para um sólido, isto é, de uma fase aquosa para uma fase sólida. A sorção descreve um grupo de processos, que inclui adsorção e reações de precipitação. Recentemente, a adsorção tornou-se uma das técnicas alternativas para tratamento de águas residuais com presença de metais pesados. Basicamente, a adsorção é um processo de transferência de massa através da qual uma substância é transferida da fase líquida para a superfície de um sólido, e torna-se ligado física e /ou por interações químicas (Kurniawan e Babel, 2003). Vários adsorventes de baixo custo, derivados de resíduos agrícolas, subproduto industrial, material natural ou biopolímeros modificados vêm sendo desenvolvidos e aplicados para a remoção de metais pesados de águas contaminadas com metais.

Para Barakat (2011), existem três etapas principais envolvidas na sorção em sorvente sólido: (i) transporte do poluente desde a solução até à superfície sorvente; (ii) adsorção na superfície da partícula; e (iii) transporte dentro da partícula do sorvente. A aplicabilidade da técnica e a relação custo-eficiência são fatores importantes na seleção dos adsorventes adequados para tratar efluentes inorgânicos.

Os adsorventes podem ser de origem mineral, orgânica ou biológica, zeólitas, subprodutos industriais, resíduos agrícolas, biomassa e materiais poliméricos. No entanto a maioria dos adsorventes empregado industrialmente são os de origem sintética. Entretanto, a maioria dos produtos do mercado que são eficientes são caros para utilização em grande escala. Uma alternativa ao custo é a possibilidade do uso de bioissorvente natural para a retirada de metais do efluente.

O uso da casca da banana, como bioissorvente de metais pesados através do processo de adsorção, possui diversas vantagens sobre os bioissorventes sintéticos. Destaca-se que a casca de banana não possui valor comercial expressivo, por ser resíduos da agroindústria e domiciliar; ser uma fonte renovável e encontrada em uma apreciável quantidade e ainda apresentar possibilidade de reutilização tanto da bioissorvente quanto dos poluentes metálicos adsorvidos que podem ser recuperados por processos de dessorção com a adição de soluções ácidas (Boniole, 2008). Dentre os metais, que podem ser adsorvidos pela casca da banana, destacam-se: o Cu, Zn, Cd e Pb (Cruz, et al, 2009). O cobre em altas concentrações, pode causar uma disfunção genética conhecida como Doença de Wilson. Nos doentes de Wilson, ocorre a bioacumulação do metal, esse excesso faz com que o cobre ataque o fígado e o cérebro, provocando hepatite e sintomas neurológicos e psiquiátrico.

Objetivos

- Produzir bioissorvente natural a partir de casca de banana;
- Efetuar ensaio de bioissorção;
- Preparar soluções; -Aplicar espectrofotometria UV-Vis; - Coletar e tratar dados analíticos; - Interpretar resultados;

Tabela 1. Reagentes e Materiais

	Qtde		Qtde
Sulfato de cobre anidro, CuSO_4	-	Balão volumétrico 50 mL	1
Hidróxido de amônio, NH_4OH	-	Balão volumétrico 25 mL	8
Solução de HCl 0,1 mol/L	100 mL	Pipeta graduada de 10 mL	1
Casca de 6 bananas	-	Micropipeta e ponteiras	1
estufa	1	Peneiras 60 a 100 mesh	1
Almofariz e pistilo	1	Bastão de vidro	1
Papel indicador de pH	-	Balança analítica	1
espátula	1	Cubeta de plástico ou vidro	10
Papel filtro, funil e suporte universal	1 cada	Erlenmeyer 125 mL	3
Espectrofotômetro ajustado em (610 nm)	1	Conta-gotas	1

PROCEDIMENTO

Preparação da farinha da casca de banana

Junte aproximadamente a casca de 6 bananas maduras. Em seguida estas devem ser secas em estufa, da em temperatura de 60 °C por 24 h seguido de 100 °C por 48 horas. Triturar em almofariz e pistilo de porcelana até obtenção de material fino que deverá ser peneiramento em peneira de entre 60 a 100 mesh.

A farinha peneirada deve ser colocada em becker e adicionar água deionizada sobre agitação, espere decantar a firinha e a água deve ser descartada. Atenção: o processo de lavagem deve ser repetido até que a água fique praticamente transparente (sem tons amarelados). Por fim, filtre em papel filtro e reserve a farinha para o ensaio de bioadsorção.

Preparação das soluções e construção da curva de calibração

Em balão volumétrico de 50 mL preparar solução aquosa de CuSO_4 anidro pela pesagem de 0,126 g do sal para produzir uma solução 1000 mg L^{-1} de íons Cu^{2+} , em seguida ajustar o pH para 5,0 com solução de HCl 0,1 mol L^{-1} verifique com papel indicador. O complexante utilizado para cobre será uma solução de NH_4OH preparada na concentração de 20 % (m/v) em balão de 25 mL.

Para construção da curva de calibração externa para o cobre II, foram preparadas a partir da diluição da solução estoque de 1000 mg L^{-1} soluções de concentrações de 20, 40, 100, 200 e 400 mg L^{-1} pela transferência de 0,5 mL; 1 mL; 2,5 mL; 5 mL e 10 mL de solução de Cu^{2+} para balões de 25 mL, respectivamente. Transferir 4 mL das soluções diluídas para cubetas de plástico, em seguida adicionar 400 μL da solução 20 % m/v de NH_4OH para produção da cor (**Atenção: faça na capela**). Posteriormente as soluções devem ser lidas em espectrofotômetro de UV-vis em 610 nm (preencha a Tabela 2).

Ensaio de Bioadsorção

Em balão volumétrico de 25 mL preparar à partir da solução 1000 mg/L de Cu^{2+} soluções de concentração 100 e 200 mg/L de Cu^{2+} . Pese em erlenmeyer de 125 mL, cerca de 100 mg da farinha da casca de banana, faça isso em 3 erlenmeyers. Sobre a farinha, adicionar os 25 mL das soluções de Cu^{2+} em concentrações de 100 e 200 mg/L e outro somente água (branco) e mantenha em agitador de bancada em 180 rpm por 1 hora.

Medida das amostras

Após o período de agitação as amostras devem permanecer em repouso por 10 minutos para a sedimentação das partículas do adsorvente. Retira-se 4 mL do sobrenadante, com o auxílio de uma pipeta e transfere-se para uma cubeta de plástico, onde adiciona-se 400 μL de solução 20% m/v NH_4OH , para o desenvolvimento de cor. Em seguida determina-se a absorvância de cada amostra em 610 nm (**preencha a Tabela 3**). A leitura deve ser realizada em triplicata para cada concentração para avaliação do desvio padrão.

Resultados e Discussão

- 1) Construa um gráfico de mg/L de Cu^{2+} versus Absorvância (Tabela 2)

Tabela 2. Curva de calibração externa para cobre. de banana.

Cu^{2+} , mg/L	Absorvância, 610 nm
0	
20	
40	
100	
200	
400	

Tabela 3. Bioadsorção com 100 mg de farinha de casca

Bioadsorção (amostra)	Réplicas (Abs)		
branco			
100 mg/L			
200 mg/L			

- 2) Determine a equação da reta ($y = ax + b$) e o R^2 .
- 3) Quantifique a concentração de Cobre absorvido em 100 mg de casca de farinha de banana pelo uso da equação da reta.
- 4) Calcule a média e o desvio padrão para cada amostra.

Tratamento do Resíduos

Os resíduos das soluções contendo cobre foram transferidos para recipiente plástico e o pH da solução foi ajustado a 10,0 com NaOH sólido. Em seguida, o resíduo foi deixado na temperatura ambiente por 24 h para que ocorresse a total precipitação dos íons metálicos na forma de hidróxido de cobre $\text{Cu}(\text{OH})_{2(s)}$. O resíduo foi filtrado em papel filtro e seco em estufa por 24 h a 105 °C, ou até massa constante. O hidróxido seco foi acondicionado em frasco metálico vedado e identificado para descarte de forma conveniente. A fração líquida (filtrado) foi neutralizada com solução de HCl 0,1 mol L⁻¹ entre pH 6,5 a 7,3 e altamente diluída no momento do descarte em pia (Lee, 2001).

Questionário:

- 1) Descreva a reação química entre Cu^{2+} e NH_3 . Qual o nome da molécula formada?
- 2) Porque é preciso lavar a farinha da casca da banana antes do teste?
- 3) Qual a porcentagem de cobre adsorvido por 100 mg de farinha da casca de banana quando foi deixado em concentração de cobre de 100 mg/L?
- 4) Qual a massa de cobre em mg adsorvido por 100 mg de casca de banana quando utilizado solução de cobre de 200 mg/L?

Bibliografia

- Barakat, M.A. (2011). New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. *Arabian Journal Of Chemistry*, 4(4), 361-377.
- Boniolo, M. R. (2008). Bioissorção de urânio nas cascas de banana. Dissertação (Mestrado) - Curso de Materiais, Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Universidade de São Paulo, São Paulo. 122 f.
- Cruz, M. A. R. F. *et al.* (2009). Farinha da casca da banana: um bioissorvente para metais pesados de baixo custo. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 32, Fortaleza. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0837-1.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2016.
- Kurniawan, T.A., Babel, S. (2003). A research study on Cr(VI) removal from contaminated wastewater using low-cost adsorbents and New trends in removing heavy metals from industrial wastewater 375 commercial activated carbon. In: Second Int. Conf. on Energy Technology towards a Clean Environment (RCETE), vol. 2. Phuket, Thailand, 12–14 February, pp. 1110–1117.
- Lee, J., D. (2001). Química Inorgânica, não tão concisa. Editora Edgard Blücher LTDA, São Paulo.

Da Água Turva à Água Clara: o Papel do Coagulante



Alessandra de Souza Maia, Wanda de Oliveira e Viktoria Klara Lakatos Osório

A água, captada em mananciais, torna-se potável após processamento em estações de tratamento de água. Uma das etapas do tratamento é a de clarificação (remoção de sólidos finos em suspensão causadores de turbidez). Neste experimento demonstrativo, as etapas da clarificação da água são reproduzidas, explorando-se diversos conceitos e ilustrando processos de separação.

► dispersões coloidais, coagulação/floculação, tratamento de água ◀

Recebido em 20/11/02, aceito em 14/5/03

Embora pareça um contra-senso, o nosso planeta, com cerca de 70% de sua superfície coberta por água, dispõe de apenas 0,3% de água doce acessível. Várias formas de poluição afetam essas reservas. O conceito de água pura é, entretanto, relativo, pois depende do uso a que a água se destina (Azevedo, 1999). Nos centros urbanos, as estações de tratamento de água (ETA) são projetadas para fornecer continuamente água para o consumo humano, atendendo a padrões de potabilidade estabelecidos pelo governo e fiscalizados por autoridades sanitárias (Portaria MS nº 1469). A água, captada nos mananciais, se torna potável passando por processos que destroem microorganismos, potenciais causadores de doenças, retiram sedimentos em suspensão e controlam o aspecto e o gosto. As principais operações consistem em decantação, coagulação/floculação, filtração e desinfecção (Grassi, 2001). A ordem das etapas e os reagentes empregados podem variar, dependendo das características iniciais da água, do volume e da finalidade do tratamento.

As etapas do tratamento envolvendo a clarificação da água, ou seja, a remoção de sólidos finos em suspensão que se apresentam como tur-

bidez, podem ser reproduzidas num experimento demonstrativo, em sala de aula. O procedimento é simples, porém permite explorar conceitos sobre colóides, solubilidade, pH e reações químicas, além de ilustrar processos de separação.

Material e reagentes

- 2 béqueres de 1000 mL (ou jarros transparentes de boca larga)
- 1 bastão de vidro (ou espeto de madeira para churrasco)
- 2 funis
- 2 papéis de filtro qualitativos (ou filtro de papel para coar café)
- 2 béqueres de 600 mL (ou copos de vidro)
- 1 pipeta de 1 mL (ou seringa descartável)
- 1 proveta de 50 mL (ou copinho de café descartável)
- Água a ser clarificada, obtida dispersando terra em água da torneira e filtrando em papel qualitativo (visando evitar acidentes e/ou contaminações, não se recomenda o emprego de água turva natural de rio ou represa)
- Água de cal (solução 0,02 mol/L de Ca(OH)_2 , vide preparação em *Química Nova na Escola* n. 10, p. 52)
- Solução de sulfato de alumínio (0,9 mol de Al/L) ou de alumínio

- de potássio (0,18 mol de Al/L)
- Retroprojektor

Procedimento

Coloque a água a ser clarificada, que simula uma água de represa, nos dois béqueres de 1 L até cerca da metade de sua capacidade e dispoña os mesmos sobre um retroprojektor ligado, para serem iluminados de baixo para cima. Reserve um dos béqueres para comparação e adicione ao outro 1 mL de solução de sulfato de alumínio ou, alternativamente, 5 mL de solução de alúmen. Agite e em seguida acrescente aos poucos 50 mL de água de cal. Agite brandamente e deixe em repouso, observando os dois sistemas. Após cerca de 15 minutos, filtre separadamente os conteúdos dos dois béqueres e compare os dois filtrados, iluminados no retroprojektor.

Discussão

Conforme o experimento é demonstrado e enquanto se aguarda o tempo de repouso, um paralelismo com os processos correspondentes que ocorrem nas ETA pode ser efetuado, utilizando esquemas e fotos das instalações (disponíveis em sítios da Internet). Outras operações, como desinfecção e fluoretação, não abordadas neste experimento, também

podem ser comentadas.

A água a ser clarificada recebe o sulfato de alumínio e a água de cal e ingressa nos floculadores, onde é submetida à agitação mecânica (uso do bastão de vidro na demonstração). A seguir, dirige-se aos decantadores, onde permanece por 3 a 4 horas, tempo necessário para que as partículas maiores depositem-se no fundo dos tanques. A Figura 1 ilustra o que ocorre. A água contendo as partículas que não se depositaram extravasa para canaletas, no topo dos decantadores, e é enviada aos filtros, constituídos por camadas sucessivas de antracito e areia de várias granulometrias, suportadas sobre cascalho (uso de papel de filtro, no experimento).

Algumas informações auxiliam a interpretação do experimento. A conceitualização de colóide e a influência do tamanho das partículas na velocidade de sedimentação mostram a impossibilidade de remoção de partículas coloidais por decantação direta. Por exemplo, uma partícula esférica de um material com densidade 2,65 g/mL, cujo raio é 100 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), levaria 230 h para sedimentar, num percurso de 30 cm, em água a 20 °C (Singley, 1998).

A propriedade de dispersões coloidais de espalharem a luz (efeito Tyndall) permite constatar a presença de partículas coloidais nos líquidos, em várias etapas do procedimento. A comparação entre os dois filtrados obtidos no final do experimento (Figura 2) também se baseia nisso.

A informação de que o hidróxido de alumínio é um sólido gelatinoso pouco solúvel é importante para o

reconhecimento das funções dos reagentes, sulfato de alumínio como coagulante e hidróxido de cálcio para corrigir o pH.

A química da coagulação é relativamente complexa, conforme discutido por Grassi (2001) e Singley (1998). As partículas coloidais de argilominerais, presentes em águas naturais turvas, apresentam cargas negativas e se repelem. Para serem removidas, essas impurezas coloidais devem se aglomerar previamente à decantação e à filtração. O termo coagulação refere-se à desestabilização dos colóides, provocada por agente químico adicionado, enquanto a floculação é o processo em que a agitação lenta proporciona condições para as partículas se aglutinarem, produzindo flocos suficientemente grandes. Nas ETA utilizam-se como coagulante sais de alumínio ou de ferro(III). Nas condições do processo de tratamento de água (pH 5 a 9), esses cátions produzem hidróxidos gelatinosos pouco solúveis, $\text{Al}(\text{OH})_3$ e $\text{Fe}(\text{OH})_3$. As espécies reativas que atuam sobre os colóides formam-se nos primeiros instantes após a adição do coagulante. São espécies catiônicas, com proporção hidroxila/metálica inferior a 3, por isso interagem com as impurezas coloidais, carregadas negativamente.



Figura 2: Comparação entre a água bruta apenas filtrada e a água tratada e filtrada.

Se houver tempo disponível, o experimento pode ser efetuado pelos próprios alunos, divididos em grupos. Cada grupo pode utilizar diferentes quantidades e proporções do coagulante e do alcalinizante. É o que se faz diariamente nas ETA, através dos testes de jarra ("jar-test"), para definir, conforme as condições da água bruta, a dosagem ideal dos reagentes para se obter água tratada de boa qualidade.

Após esta aula e uma visita à ETA da cidade, os alunos seguramente terão outra compreensão do que está envolvido no simples fato de abrir uma torneira.

Questões propostas

1. Apresente as suas observações sobre o aspecto visual da água de represa e o aspecto visual da água tratada.

2. O que se forma quando sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio são misturados? Escreva a equação da

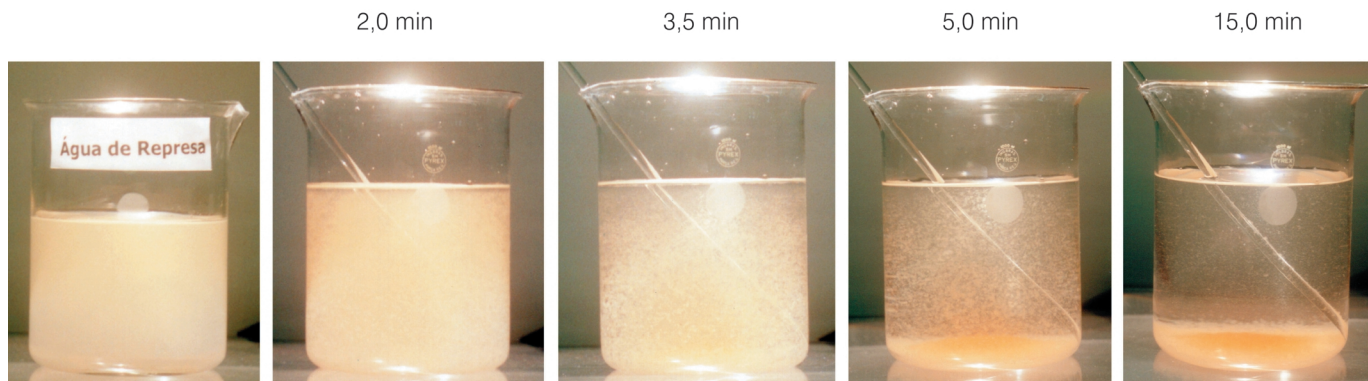


Figura 1: Etapas da decantação, após a coagulação/floculação, no tratamento de uma água bruta que apresenta turbidez elevada.

reação.

3. Comparando os dois filtrados obtidos (sem e com tratamento), proponha uma explicação para os fatos observados.

Nota

O experimento foi demonstrado

para estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio, durante a fase final da Olimpíada de Química SP-2002, realizada no Instituto de Química da USP, em junho de 2002.

Alessandra de Souza Maia (asmaia@iq.usp.br), bacharel em Química pela USP, é mestre e doutoranda

em Ciências (Química Inorgânica) pela USP. **Wanda de Oliveira** (wdolivei@iq.usp.br), bacharel com atribuições tecnológicas e licenciada em Química, mestre em Físico-Química e doutora em Química Inorgânica pela USP, é docente do Instituto de Química da USP. **Viktoria Klara Lakatos Osorio** (vklosori@iq.usp.br), bacharel com atribuições tecnológicas e licenciada em Química, doutora em Ciências (Química Inorgânica) pela USP, é docente do Instituto de Química da USP.

Referências bibliográficas

AZEVEDO, E.B. Poluição vs. tratamento de água. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 21-25, 1999.

GRASSI, M.T. As águas do planeta Terra. Em: Giordan, M. e Jardim, W.F. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)*, n. 1, p. 31-40, 2001.

PORTARIA MS n. 1469. Ministério da Saúde, 20/12/2000. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/amb/pdfs/>

portaria_1469.pdf.

SINGLEY, J.E. Municipal water treatment. Em: *The Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*, 4ª ed., Nova Iorque: John Wiley & Sons, v. 25, p. 526-540, 1998.

Para saber mais

GUIMARÃES, J.R. e NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. Em: Giordan, M. e Jardim, W.F. (Eds.). *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola (Meio Ambiente)*, n.

1, p. 19-30, 2001.

JAFELICCI JR., M. e VARANDA, L.C. O mundo dos colóides. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 9-13, 1999.

Na Internet

<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo>.

<http://www.ocaminhodaagua.hpg.ig.com.br>.

<http://www.tratamentodeagua.com.br/agua>.

Abstract: From Murky to Clear Water: The Role of the Coagulant – Natural water becomes potable after processing in water-treatment plants. One of the water purification steps is clarification (removal of finely divided particles responsible for turbidity). In this demonstrative experiment, the steps involving water clarification are reproduced, exploiting several concepts and illustrating separation processes.

Keywords: colloidal dispersions, coagulation/flocculation, water treatment

Evento

XII Encontro Nacional de Ensino de Química

O ENEQ é um evento que há 22 anos reúne professores, pesquisadores, alunos de graduação, pós-graduação e pessoas interessadas em discutir questões relativas à Educação Química.

O primeiro ENEQ ocorreu em 1982, no Instituto de Química da UNICAMP. Desde então, a cada dois anos e em diferentes regiões, representantes da comunidade de educadores químicos de todo o país têm se reunido; esses encontros muito contribuíram para a consolidação dessa comunidade e dos trabalhos e pesquisas por ela desenvolvidos. Temáticas diversificadas e geradoras de debates cada vez mais amadurecidos demonstram a consolidação desta área no Brasil.

O XII ENEQ acontecerá em Goiânia, no Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, nos dias 27 a 30 de julho de 2004, tendo como tema central “As Novas Políticas Educacionais e seus Impactos no Ensino de Química”. A estrutura preliminar do evento prevê minicursos, sessões de painéis, conferências, mesas redondas, palestras, e sessões coordenadas.

Juntamente com o XII ENEQ acontecerão o XIII Encontro Centro-Oeste de Debates sobre Ensino de Química e o III Encontro Centro-Oeste de Química.

Para maiores informações visite a página da UFG no endereço <http://www.quimica.ufg.br/eneq/eneq.htm>.

XII ENEQ
Encontro Nacional de Ensino de Química

III ECOQ
Encontro Centro-Oeste de Química

XIII ECODEQ
Encontro Centro-Oeste de Debates e Ensino de Química

DE 27 A 30 DE JULHO / 2004
INSTITUTO DE QUÍMICA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

REALIZAÇÃO APOIO SECRETARIA EXECUTIVA

Evento
Química em Goiás
Fevereiro 2003 21-6-2003 - Fone: (61) 216-61548
Av. República de Liberdade nº 1014 - Lote 17, Ed. Engenheiro
Sênior - Centro - CEP 74060-900 - Goiânia - GO
E-mail: eneq@ufg.br