



# *Nanotecnologia na prática: Propostas de experimentos para Ensino Médio*

MAXWELL DE PAULA CAVALCANTE

DENISE LEAL DE CASTRO

MARIA CLARA GUIMARÃES PEDROSA

## **Sumário**

1.	Preparo de Nanopartículas Superparamagnéticas .....	3
2.	Obtenção de magnetita a partir de materiais do cotidiano .....	5
3.	Preparo de nanocompósito a base de carvão ativado .....	7
4.	Superfícies superhidrofóbicas .....	9
5.	Obtenção de Nanocompósitos de Amido e Argila.....	11
6.	Influência da área superficial na solubilidade .....	13
7.	Adsorção de corantes em argila .....	14
8.	Síntese de Nanopartículas de prata .....	16
9.	Influência do tamanho da partícula na coloração.....	18
10.	Efeito Tyndall.....	20

## **1. Preparo de Nanopartículas Superparamagnéticas**

### **Materiais e Reagentes:**

Sulfato ferroso

Nitrato de potássio

Hidróxido de potássio

Água destilada ou deionizada

Béquer de 500 mL e 250 mL

Proveta de 100 mL

Espátulas

Bastão de vidro

Agitador mecânico

Placa de aquecimento

Imãs Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B de 11 Oe, de 2,54 cm de diâmetro.

### **Procedimento**

1 – Adicionar, em um erlenmeyer de 500 mL, 27,8 g de sulfato ferroso e 200 mL de água. Este erlenmeyer deve estar sobre uma placa de aquecimento com agitador magnético, na qual deve estar a aproximadamente 90 °C.

2 – Em um erlenmeyer de 250 mL, adicionar 0,84 g de nitrato de potássio, 15 g de hidróxido de potássio e 100 mL de água. Esta solução também deve estar sobre uma placa de aquecimento com agitador magnético, na qual deve estar a aproximadamente 90 °C.

3 – Adicionar rapidamente a solução 2 sobre a solução 1, mantendo em forte agitação e aquecimento por 30 minutos.

4 – Haverá a formação de uma suspensão escura (pois há a presença das nanopartículas magnéticas). Esta suspensão deverá retornar à temperatura ambiente.

5 – As nanopartículas devem ser decantadas com o auxílio do imã.

6 – Lavar o sistema com água e acetona e, depois colocar as nanopartículas para secar em estufa.

7 – Secar em estufa por algumas horas. Após esta etapa, guardar em frasco fechado.

**Referência:**

TASCA, R. A.; ALMEIDA, J. R. L.; SILVA, D. G.; MELO, F. M.; TOMA, H. E. Desenvolvendo habilidades e conceitos de nanotecnologia no ensino médio por meio de experimento didático envolvendo preparação e aplicação de nanopartículas superparamagnéticas. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 236-240, 2015.

## **2. Obtenção de magnetita a partir de reagentes convencionais**

### **Materiais e Reagentes**

Sulfato de cobre (II) penta-hidratado

Cloreto Férrico

Hidróxido de amônio 20,5% m/v

Água destilada ou deionizada

Esponja de lã de aço

Imã para caixa de som

Tubo de ensaio

Bastão de vidro

Béquer de 250 mL e 50 mL

Espátulas

### **Procedimento**

#### **Preparo das soluções**

*Solução de cloreto férrico 0,2 mol/L:* Adicionar em um béquer, 8,1 g de cloreto férrico e avolumar com água até 250 mL.

*Solução de sulfato de cobre 0,2 mol/L:* Adicionar em um béquer, 2,5 g de sulfato de cobre e avolumar com água até 50 mL.

*Solução de hidróxido de amônio:* Diluir em um béquer, 22 mL da solução de amônia e avolumar com água até 250 mL.

#### **Obtenção da solução de Fe (II)**

##### **Método 1**

1 – Colocar em um tubo de ensaio 10 mL da solução de cloreto férrico 0,2 mol/L e mergulhar aproximadamente 1 g da esponja de lã de aço com auxílio de um bastão de vidro.

2 – Agitar o tubo e deixar em repouso durante 15 minutos.

### Método 2

1 – Adicionar 10 mL da solução de sulfato de cobre 0,2 mol/L em um tubo de ensaio e mergulhar aproximadamente 1 mL com auxílio de um bastão de vidro.

2 – Agitar o tubo e deixar em repouso durante 15 minutos. Observe o descoramento da solução azul e o depósito de cobre metálico.

### **Preparo das nanopartículas de magnetita**

1 – Adicionar a uma solução de 10 mL de Fe(II) 0,2 mol/L, preparada no item anterior, 20 mL de solução de cloreto férrico.

2 – Adicionar a essa mistura, sob agitação e lentamente, 120 mL da solução de hidróxido de amônio 0,5 mol/L.

3 – A mistura reacional deverá ser deixada em repouso por aproximadamente 15 minutos para a precipitação dos agregados de magnetita.

4 – Atrair essas nanopartículas com o imã.

### **Referências:**

<sup>1</sup>REBELLO, G. A. F.; ARGYROU, M. D. M.; LEITE, W. L. L.; SANTOS, M. M.; BARROS, J. C.; SANTOS, P. M. L. D.; SILVA, J. F. M. D. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química nova na escola**, v. 34, n. 01, p. 3-9, 2012.

BERGER, P.; ADELMAN, N. B.; BECKMAN, K. J.; CAMPBELL, D. J.; ELLIS, A. B. e LISSENSKY, G. C. Preparation and properties of an aqueous ferrofluid. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 7, p. 943-948, 1999.

---

<sup>1</sup> Rebello et al. (2012) descreve os locais onde são possíveis encontrar os reagentes que fazem parte dos materiais utilizados no cotidiano e de fácil aquisição.

### **3. Preparo de nanocompósito a base de carvão ativado**

#### **Materiais e Reagentes**

Carvão ativado em pó (tratado com ácido nítrico 4 mol/L)

Solução 2,0 mol/L de cloreto ferroso em ácido clorídrico 2 mol/L

Solução 2,0 mol/L de cloreto férrico em ácido clorídrico 2 mol/L

Solução 1,4 mol/L de amônia

Solução 0,10 mol/L de ácido clorídrico

Solução 0,10 mol/L de hidróxido de sódio

Solução aquosa indicadora universal de Fisher a 2% (m/m)

Etanol

Tampão fosfato ( pH = 6)

Pipetas graduadas de 5 e 10 mL

Provetas de 10 mL

Imãs de neodímio

Béquer

Bastão de vidro

Pipetas de plástico

Tubos de ensaio

Bureta

Suporte universal

Garra

## **Preparo do nanocompósito**

1 – Adicionar em um bêquer de 50 mL, 4 mL da solução de cloreto férrico, 1 mL de cloreto ferroso e 0,10 g de carvão ativado.

2 – Com auxílio do bastão de vidro, agitar o sistema por aproximadamente 3 minutos.

3 – Utilizando a bureta, adicionar no bêquergota-a-gota, 25 mL da solução 1,4 mol/L de amônia. A agitação deve ser contínua.

4 – Aproximar o imã de neodímio, para que as partículas nanocompósitas magnéticas de carvão ativado possam decantar.

5 – Lavar duas vezes as partículas com água deionizada.

## **Adsorção de “poluentes” no nanocompósito preparado**

*Para preparar a água “poluída”:* adicionar a solução 2% (m/m) de indicador universal de Fisher e o tampão fosfato na proporção 10:1 (m/m)

1 – Adicionar 10 mL da água “poluída” no bêquer contendo o nanocompósito úmido

2 – Agitar o sistema, com auxílio do bastão de vidro, por 3 minutos.

3 – Colocar um imã na parte inferior do bêquer até que apareça na parte superior a água “limpa”.

## **Referência:**

FURLAN, P. Y.; MELCER, M. E. Removal of aromatic pollutant surrogate from water by recyclable magnetite-activated carbon nanocomposite: an experiment for general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1966-1970, 2014.

#### **4. Superfícies superhidrofóbicas**

##### **Materiais e Reagentes**

Solução de glicose 0,5 mol/L

Solução nitrato de prata 0,1 mol/L

Hidróxido de amônio

Solução de hidróxido de potássio 0,8 mol/L

Água destilada

Dodecanotiol (ou qualquer outro tiol)

Etanol

Placa de petri

Pipetas de plástico

##### **Procedimento:**

*Preparo de solução de prata amoniacial:* Adicionar 10 mL da solução de nitrato de prata 0,1 mol/L e adicionar algumas gotas de hidróxido de amônio.

*Preparo de solução de dodecanotiol alcólico:* Dissolver uma quantidade mínima do dodecanotiol em etanol absoluto.

1 – Em duas placas de Petri de vidro, gotejar 8 gotas da solução de glicosa, com o auxílio da pipeta de plástico.

2 – Adicionar 30 gotas da solução de prata amoniacial.

3 – Adicionar 5 mL da solução 0,8 mol/L de hidróxido de potássio. Um precipitado irá ser formado.

4 – Gotejar hidróxido de amônio até dissolver o precipitado.

5 – Agitar levemente a placa por alguns minutos até que se forma um precipitado novamente.

6 – Lavar com água, até que fique visível um espelho de prata. Lavar o espelho e esperar secar.

7 – Gotejar, em uma das placas, a solução de dodecanotiol.

8 – Aguardar o etanol evaporar, para que se deposite uma monocamada do dodecanotiol. Dessa maneira, os átomos de enxofre estarão complexados com a prata e a cadeia hidrofóbica voltada para o exterior.

**Referência:**

MARQUES, M. F. V. Apostila da disciplina nanotecnologia experimental ministrada no curso de graduação em Nanotecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 2017.

## **5. Obtenção de Nanocompósitos de Amido e Argila**

### **Materiais e reagentes:**

Bastão de vidro

Erlenmeyer 125 mL

Placa de agitação e aquecimento

Agitador magnético

Placa de Petri de plástico

Amido de milho (MAIZENA®)

Argila sódica (NT25)

Argila organofílica (Viscogel B7)

Propanotriol (Glicerina)

Água destilada ou deionizada

### **Procedimento:**

#### **FILME DE AMIDO PURO**

1 – Pesar 1,5g de amido e adicionar em um erlenmeyer de 125 mL.

2 – Ao erlenmeyer, contendo o amido, adicionar 50 mL de H<sub>2</sub>O destilada.

3 – Com auxílio de um bastão de vidro, adicionar 10 gotas de propanotriol.

4 – Inserir o agitador magnético no erlenmeyer e colocar para agitar, na placa de agitação, a 90 °C por 1 hora (ou até que ocorra a gelatinização do amido, indicada pela transparência da solução acompanhada da presença de um colar de bolhas).

5 – Após, desligar temperatura e esperar o erlenmeyer esfriar para verter a solução em placa de petri de plástico.

## **FILME DE AMIDO COM ARGILA**

1 – Pesar argila sódica ou organofílica nas concentrações de 1% (m/m) e 7% (m/m) adicionar em um erlenmeyer de 125 mL juntamente com 50 mL de água destilada e 10 gotas de propanotriol.

2 – Adicionar o agitador magnético e deixar agitando por 1 hora.

3 – Após 1 hora, adicionar o amido e colocar a placa de agitação a 90 °C por mais 1 hora (ou até que ocorra a gelatinização do amido, indicada pela transparência da solução acompanhada da presença de um colar de bolhas).

4 – Após, desligar temperatura e esperar o erlenmeyer esfriar para verter a solução em placa de petri de plástico.

Colocar os filmes de amido puro e contendo argilas em estufa a 50 °C para a saída do solvente ( $H_2O$ ). Os filmes ficam prontos para o manuseio após uma média de dois dias em estufa.

### **Observações:**

\*Os filmes de amido serão utilizados na concentração de 3% (m/m), logo será pesado 1,5g de amido e adicionado em 50 mL de água destilada.

\*As concentrações de 1% e 7% (m/m) das argilas, são calculadas em relação a massa de amido. As massas para as concentrações de 1% e 7% (m/m) são respectivamente 0,015g e 0,105g.

\* Para os filmes contendo argila, a quantidade de amido inserida é modificada. Logo, para 1% adiciona-se 1,485g e para 7% adiciona-se 1,395g, visando uma massa final total de 1,5g.

### **Referência:**

CUCINELLI NETO, R. P. Caracterização de argilas e nanocompósitos de amido de milho por ressonância magnética nuclear no domínio do tempo. 2014. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros) - Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

## **6. Influência da área superficial na solubilidade**

### **Materiais e reagentes**

1 bêcker ou copo

100 mL de água

2 pastilhas efervescentes

Sal de cozinha refinado e sal grosso

### **Procedimento:**

1 – Macerar uma pastilha efervescente até que não haja pedaços grandes;

2 – Colocar aproximadamente 50 mL de água em cada bêcker;

3 – Em um bêcker, colocar uma pastilha inteira; rapidamente colocar a outra pastilha, macerada, no outro bêcker e observar.

4 – Repetir o mesmo procedimento, porém utilizando o sal de cozinha refinado e o sal grosso.

### **Referência:**

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

## **7. Adsorção de corantes em argila**

### **Materiais e Reagentes**

Corante azul de metileno

Argila hidrofílica e organofílica

Água destilada ou deionizada

Béquer

Espátula

Placa de agitação

Agitador magnético

Funil

Papel de filtro

Argola

Suporte universal

### **Procedimento**

1 – Em um béquer, adicionar 20 mL de solução de azul de metileno  $5 \cdot 10^{-4}$  mol/L. Este béquer deve estar em uma placa de agitação e conter um agitador magnético.

2 – Pesar 0,1 g de argila hidrofílica no béquer contendo a solução de azul de metileno

3 – Manter o sistema sob constante agitação por uma hora.

4 – Utilizando o suporte universal, argola, funil e papel de filtro, realizar a filtração do sólido.

5 – Observar a coloração do líquido resultante.

6 – Repetir o procedimento utilizando a argila organofílica.

7 – Comparar os resultados obtidos pelo uso das diferentes argilas.

**Referências:**

ROSSETTO, E.; BERALDIN, R.; PENHA, F. G.; PERGHER, S. B. Caracterização de argilas bentonitas e diatomitas e sua aplicação como adsorventes. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2064-2067, 2009.

FERNANDES, A. C.; PENHA, F. G. As contribuições da Nanotecnologia para a Educação em Química no Ensino Médio. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto. Anais...Ouro Preto, 2014.

## **8. Síntese de Nanopartículas de prata**

### **Materiais e Reagentes**

Nitrato de prata

Boroidretro de sódio

Água destilada ou deionizada

Erlenmeyer

Placa de agitação

Agitador magnético

Bureta

Garra

Suporte universal

### **Procedimento**

1 – No erlenmeyer de 250 mL, adicionar 75 mL de uma solução  $2,0 \times 10^{-3}$  mol/L de boroidreto de sódio.

2 – Colocar o erlenmeyer em um banho de gelo durante 15 minutos.

3 – Adicionar no erlenmeyer um agitador magnético, e colocar sobre a placa de agitação.

4 – Inserir 25 mL de uma solução de nitrato de prata a  $1,0 \times 10^{-3}$  mol/L.

5 – Adicionar a solução de nitrato de prata, com auxílio da bureta, no erlenmeyer contendo a solução de boroidreto de sódio. A adição deve ocorrer gota a gota.

### **Teste de estabilidade das nanopartículas de prata**

6 – Ao final da adição, separar alíquotas em quatro tubos de ensaio.

7 – Adicionar em 3 tubos, gota a gota, diferentes quantidades de solução de nitrato de prata a  $1,0 \times 10^{-3}$  mol/L. Observar a mudança na coloração produzida pela adição.

**Referência:**

MELO JÚNIOR, M. A.; SANTOS, L. S. S.; GONÇALVES, M. D. C.; NOGUEIRA, A. F. Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociênciа em laboratório de ensino. **Química Nova**, v. 35, n. 9, 1872-1878, 2012

## **9. Influência do tamanho da partícula na coloração**

### **Materiais e Reagentes**

Sulfato de cobre pentahidratado

Carbonato de sódio

Citrato de trisódio dihidratado

Hidróxido de sódio

Glicose 40% m/m

Água destilada ou deionizada

Tubo de Ensaio

Pipeta

Bastão de vidro

Tripé e tela de amianto

Bico de Bunsen

### **Procedimento**

#### **Síntese do reagente de Benedict**

1 – Em um béquer de 15 mL ,solubilizar 3 g de sulfato de cobre em 6 mL de água quente.

2 – Em um béquer de 15 mL, solubilizar 2 g de carbonato de sódio e 3,46 g de citrato trisódico em 12 mL de água.

3 – Adicionar a solução 1 na solução 2 e homogeneizar

#### **Síntese das nanopartículas de cobre**

1 – Na tabela a seguir, estão descritas as quantidades de reagente de Benedict e solução de glicose a serem adicionadas no tubo de ensaio e diluídas com 10 mL de solução de NaOH com concentrações variadas.

Tubo	Reagente de Benedict's ( $\mu\text{L}$ )	Glicose 40% ( $\mu\text{L}$ )	NaOH (mol/L)	Cor do precipitado
1	50	20	0	-
2	50	20	$10^{-4}$	Amarelo
3	50	20	$10^{-3}$	Amarelo/Laranja
4	50	20	$10^{-2}$	Laranja/Vermelho
5	50	20	0,1	Vermelho/Laranja
6	50	20	1	Vermelho tijolo

2 – As misturas reacionais, contidas nos tubos de ensaio, devem ser inseridas simultaneamente em um banho maria a 80 °C e manter por exatamente 5 minutos.

3 – Resfriar os tubos de ensaio com água à temperatura ambiente, ou mais fria, para parar a reação. Observar a coloração obtida em cada tubo de ensaio.

### Referências:

MARKINA, N. E.; POZHAROV, M. V.; MARKIN, A. V. Synthesis of Copper (I) Oxide Particles with Variable Color: Demonstrating Size-Dependent Optical Properties for High School Students. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 704-707, 2016.

OLIVEIRA, R. O.; SANTA MARIA, L. C.; MERÇON, F.; AGUIAR, M. R. M. P. Preparo e emprego do reagente de Benedict na análise de açúcares: uma proposta para o ensino de Química Orgânica. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 41-42, 2006.

## **10. Efeito Tyndall**

### **Materiais e Reagentes**

Copos incolores de mesmo volume

Apontador a laser com o feixe de luz bem estreito

Amido de milho

Cloreto de sódio

Gelatina incolor

Pedaço de cartolina preta

### **Procedimento**

1 – Dissolver uma colher de chá de gelatina incolor em um copo de água morna e aguardar que esfrie.

2 – Misturar uma colher de chá de amido de milho em outro copo de água à temperatura ambiente.

3 – Misturar uma colher de chá de cloreto de sódio em outro copo com água à temperatura ambiente.

4 – Analise as características dos reagentes inicialmente e depois de colocados em água e anote suas observações.

5 – Posicionar o cartão e o feixe de luz em lados opostos a cada um copos.

6 – Acenda o feixe e observe tanto a trajetória da luz quanto a marca que ela produz na cartolina.

### **Referência:**

<<http://www.olharnano.com/artigos/1003/33001/Provando-a-forma%C3%A7%C3%A3o-de-nanopart%C3%ADculas-atrav%C3%A9s-do-efeito-Tyndall>> Acesso em 27 de maio de 2017.