

# QUÍMICA INORGÂNICA EXPERIMENTAL

Ana Paula Lelis, Breno Coelho, Marley Garcia



# INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA

## REITOR

Wilson Conciani

## PRÓ-REITOR DE PESQUISA E INOVAÇÃO

Marley Garcia Silva

## PRÓ-REITOR DE ENSINO

Adilson Cesar de Araujo

## PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO

Giano Luis Copetti

## PRÓ-REITORA DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Luciana Miyoko Massukado

## PRÓ-REITORA DE ADMINISTRAÇÃO

Simone Cardoso dos Santos Penteado

SGAN 610, Módulos D, E, F e G

CEP: 70830-450 – Brasília-DF

Fone: +55 (61) 2103-2108

[www.ifb.edu.br](http://www.ifb.edu.br)

*E-mail:* [editora@ifb.edu.br](mailto:editora@ifb.edu.br)

## CONSELHO EDITORIAL

Dra. Conceição de Maria C. Costa

Dra. Daniele dos Santos Rosa

Dra. Edilsa Rosa da Silva

Esp. Eduardo Vieira Barbosa

MSc. Gabriel Andrade L. de A. Castelo Branco

Dr. Glauco Vaz Feijó

MSc. Gustavo Danicki A. Rosa

Julianne R. A. da Silva

MSc. Katia Guimarães Sousa Palomo

MSc. Mari Neia V. Ferrari

Dra. Maria Eneida Matos da Rosa

MSc. Mateus Gianni Fonseca

Esp. Rafael Costa Guimarães

MSc. Wákila Nieble R. de Mesquita

## COORDENAÇÃO DE PUBLICAÇÕES

Katia Guimarães Sousa Palomo

## PRODUÇÃO EXECUTIVA

Sandra Maria Branchine

## CAPA, PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Gabriel Felipe Moreira Medeiros

## REVISÃO DE LÍNGUA PORTUGUESA

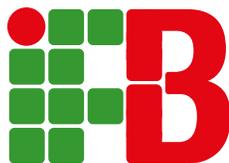
Guilherme João Cenci

Sheylla Villar Fredenhagem

## TIRAGEM

5.000 exemplares

## EDITORA



© 2016 Editora IFB

A exatidão das informações, as opiniões e os conceitos emitidos nos capítulos são de exclusiva responsabilidade dos autores. Todos os direitos desta edição são reservados à Editora IFB. É permitida a publicação parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte. É proibida a venda desta publicação.

Ana Paula Lelis Rodrigues de Oliveira  
Breno Cunha Pinto Coelho  
Marley Garcia Silva

# QUÍMICA INORGÂNICA EXPERIMENTAL

1ª edição

Brasília-DF  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília  
2016

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Lara Batista Botelho CRB - 2434

O48q Oliveira, Ana Paula Lelis Rodrigues de  
Química inorgânica experimental/Ana Paula Lelis Rodrigues de Oliveira,  
Breno Cunha Pinto Coelho, Marley Garcia Silva. \_ Brasília: Editora do IFB, 2016.  
76 p. : il. ; 27,5 cm.

ISBN 978-85-64124-33-2

1. Química – estudo e ensino. 2. Química inorgânica – estudo e ensino. 3.  
Laboratórios químicos. 4. Laboratórios – medidas de segurança. 5. Hidrogênio. 6. Água  
– análise. 7. Metais alcalinos terrosos. 8. Alumínio. 9. Halogênios. 10. Cobalto. 11. Níquel.  
I. Coelho, Breno Cunha Pinto. II. Silva, Marley Garcia. III.Título.

CDU 546

# Agradecimentos

**A**gradecemos ao Instituto Federal de Brasília pela possibilidade de publicar este material didático.

Agradecemos à responsável pelos Laboratórios de Química do *Campus Gama*, Alyne Tada Ferreira Santos, por ter nos auxiliado com disponibilidade e presteza em nossas aulas práticas.

Um agradecimento especial aos memoráveis professores que nos inspiraram ao passar por nossas vidas, tornando possível a boa prática do ensino, e mostrando como fazê-lo de forma competente e inspirada.

**Muito obrigado!**





# SUMÁRIO



# QUÍMICA INORGÂNICA EXPERIMENTAL

Introdução ao laboratório de química inorgânica: normas e procedimentos de segurança	10
Reconhecimento de material de uso comum em laboratório de química inorgânica	22
Síntese e caracterização de gás hidrogênio	30
Dureza temporária e dureza permanente da água	36
Reatividade e propriedades dos metais alcalinos	42
Caracterização e propriedades dos metais alcalinos terrosos	48
Propriedades do alumínio	54
Propriedades dos elementos do grupo dos halogênios	58
Obtenção de complexos de cobalto	62
Obtenção e caracterização de complexos de níquel	68



# Apresentação

Este livro foi preparado para atender aos componentes curriculares *Laboratório de Química Inorgânica* (LQI) e *Química Geral e Inorgânica* (QGI) dos cursos de Licenciatura em Química e Técnico em Química ofertados pelo Instituto Federal de Brasília. Foram propostos 10 roteiros de aulas práticas, incluindo alguns temas específicos de química inorgânica, e também aqueles que sempre devem nortear o trabalho prático, tão importante no mundo da química: as normas de segurança e o conhecimento de vidrarias.

Buscou-se trabalhar temas iniciais como a reatividade de metais dos grupos 1 (alcalinos) e 2 (alcalinos-terrosos) e a síntese de hidrogênio. Foram ainda incluídas práticas que exemplificam outros grupos da tabela periódica, como o grupo do alumínio e o dos halogênios, e também uma prática que trabalha o tema *dureza da água*. Por fim, propusemos duas práticas que ilustram a síntese de complexos. Todas as práticas permitirão construtivas discussões sobre a química, possibilitando relacioná-las com o dia a dia do aluno. Acreditamos que isso colabora de maneira significativa para conquistar o interesse do estudante, além de favorecer o processo de aprendizagem.

Esta obra, dedicada a estudantes de diferentes níveis de ensino, foi construída com o devido rigor técnico, o qual permitirá o desenvolvimento de habilidades básicas no contexto da química inorgânica.

Desejamos que este material possa auxiliar no desenvolvimento e na discussão das aulas práticas aqui propostas.

# PRÁTICA 01

## INTRODUÇÃO AO LABORATÓRIO DE QUÍMICA INORGÂNICA: NORMAS E PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

### Objetivos

- a) Conhecer algumas normas de segurança de laboratório;
- b) Identificar potenciais fontes de acidentes comuns em laboratório;
- c) Tomar conhecimento de medidas de prevenção de acidentes em laboratório.

## Normas de Segurança

A experimentação é uma atividade constante no dia a dia do profissional da área de química e das outras diversas áreas que fazem do laboratório um verdadeiro campo de provas. No laboratório são desenvolvidas aulas práticas das diversas modalidades (química, biologia, ciências da saúde e outras), além de ser o local de pesquisas, em vários níveis de conhecimento.

Os laboratórios de ensino e de pesquisa são lugares de trabalho que geralmente não apresentam riscos; no entanto, essa ideia está associada à postura das pessoas que utilizam aquele espaço. Isso significa que medidas simples de conduta e precaução devem ser tomadas. Outro aspecto importante inerente à segurança em laboratório é a sua própria estrutura, que deve possuir uma arquitetura adequada para o fim a que se destina.

Os acidentes em laboratórios ocorrem frequentemente em virtude da pressa excessiva na obtenção de resultados ou por desconhecimento dos processos envolvidos em um experimento. A manipulação incorreta de produtos químicos, por exemplo, pode acarretar acidentes e possíveis danos para si e para os demais que trabalham no laboratório.

Os profissionais, pesquisadores e estudantes devem, portanto, adotar sempre uma atitude atenciosa, cuidadosa e metódica, consciente, inclusive, das atividades paralelas que porventura ocorram à sua volta e se prevenirem contra perigos que possam surgir do trabalho de outros, assim como do seu próprio. Além disso, os envolvidos devem concentrar-se no trabalho e não permitir qualquer distração durante a realização de experimentos e, da mesma forma, não devem distrair os demais enquanto desenvolvem trabalhos no laboratório.

# Aspectos de segurança vinculados ao trabalho de laboratório

Em um laboratório de química, as atividades podem envolver reações com desprendimento de gases tóxicos, reações com liberação de significativa quantidade de calor ou até mesmo riscos de explosão. Um dos parâmetros de segurança de ordem pessoal é a utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), que podem garantir a proteção total do indivíduo ou minimizar os efeitos de um acidente que porventura ocorra no laboratório.

É importante considerar ainda que a segurança de ordem pessoal dependerá de outros fatores ou cuidados que devem ser tomados na prática do dia a dia, tais como:

- 01.** Ao permanecer no laboratório, mantenha sempre portas e janelas abertas. Isso permitirá maior ventilação. Além desse aspecto, os laboratórios não devem possuir cortinas ou qualquer outro material que seja combustível, em função do potencial risco de incêndio;
- 02.** Trabalhar com seriedade, atenção, calma e evitar brincadeiras. É importante estar preparado para cada aula, fazendo a leitura prévia da aula e da fundamentação teórica relacionada. O planejamento do experimento pode indicar possíveis riscos na hora de sua execução;
- 03.** Os protocolos de práticas devem ser seguidos. Faça apenas as experiências indicadas nos roteiros das práticas. Não faça misturas de reagentes por sua própria iniciativa. Isso pode ser perigoso, pois, muitas vezes, o aluno pode não estar preparado para possíveis reações que venham acontecer;
- 04.** Informe-se sobre as características dos produtos químicos na FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) e em bibliografias específicas;

- 05.** Informe-se sobre os procedimentos operacionais padrão (POP) dos equipamentos antes de usá-los. Não use equipamentos sem autorização ou sem treinamento;
- 06.** Tenha ciência da localização e do uso dos acessórios e dos equipamentos de proteção (luvas de PVC, máscara e óculos de segurança, máscara contra gases, extintores de incêndio, chuveiro de emergência, lavador de olhos);
- 07.** É obrigatório o uso de roupas adequadas, como calças compridas, sapato fechado e demais EPIs. O avental (jaleco), de preferência de algodão, deve ser longo, fechado e de mangas compridas;
- 08.** Pessoas que tenham cabelos longos devem mantê-los presos enquanto estiverem realizando experimentos no laboratório;
- 09.** As lentes de contato, sob vapores corrosivos, podem causar lesões aos olhos. Use sempre óculos de segurança;
- 10.** Não é permitido se alimentar, beber ou fumar nos laboratórios;
- 11.** Evite contato de qualquer substância com a pele (evite passar os dedos na boca, nariz, olhos e ouvidos). Se alguma substância cair na sua pele, lavar imediatamente com bastante água. Seja particularmente cuidadoso quando manusear substâncias corrosivas como ácidos e bases concentrados;
- 12.** Nunca tente sentir o sabor de algum produto químico ou solução;
- 13.** Quando for testar um produto químico pelo odor (por exemplo: amônia), não coloque seu rosto diretamente sobre o recipiente que o contém. Em vez disso, com a sua mão, desloque um pouco dos vapores que se desprendem do recipiente em direção ao seu nariz;

14. Não deixe vidro quente em local onde possam pegá-lo inadvertidamente;
15. Só deixe sobre a mesa o bico de gás aceso quando estiver sendo utilizado;
16. Tenha cuidado com os reagentes inflamáveis. Não os manipule em presença de fogo;
17. Use somente materiais em perfeito estado de conservação. Vidrarias com rachaduras podem significar risco para o manipulador;
18. Não coloque sobre as bancadas quaisquer materiais estranhos ao experimento, tais como bolsa, blusas, livros etc. Uma bancada desorganizada pode ser um fator que contribui para riscos de acidente;
19. Ao sair do laboratório, todos os equipamentos utilizados devem ser verificados quanto à sua integridade e quanto à necessidade de serem desconectados da rede de energia;
20. Ao término dos trabalhos em que houve aquecimento, feche com cuidado as torneiras de gás a fim de evitar escapamento;
21. Não jogue nenhum material sólido dentro da pia ou nos ralos, mas sim nos cestos de lixo. O laboratório deverá ter uma conduta de gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos. Os resíduos de solventes de reações e de evaporadores rotativos devem ser colocados em frascos apropriados para descarte, devidamente rotulados. Evite misturar os solventes. Os resíduos aquosos ácidos ou básicos devem ser neutralizados antes do descarte, e só então descartados. Para o descarte de metais pesados, metais alcalinos e de outros resíduos, consulte antecipadamente a bibliografia adequada. Vidros quebrados ou trincados devem ser descartados em local apropriado;

- 22.** Nunca abra frascos de reagentes sem antes ler o rótulo;
- 23.** Todas as experiências que envolvem a liberação de gases ou vapores tóxicos devem ser realizadas na câmara de exaustão (capela). A capela possui um sistema próprio de exaustão, lançando os vapores tóxicos ao ambiente externo por meio de sistema de tubulação;
- 24.** Cuidado para não se queimar ao utilizar nitrogênio líquido;
- 25.** Ao realizar a manipulação de líquidos, nunca os pipete com a boca. Ao pipetar, use sempre pera ou materiais adequados para tal finalidade;
- 26.** Uma porção qualquer do reagente retirada do frasco de estoque jamais poderá retornar ao mesmo frasco. O aluno deverá aprender a estimar a quantidade que necessita, para evitar desperdícios, retirando dos frascos apenas as alíquotas necessárias dos reagentes. Esse simples procedimento evita contaminações indesejadas e desperdício;
- 27.** Sempre que for diluir um ácido concentrado, adicione-o lentamente (e sob agitação) sobre a água, e nunca faça o contrário. Esse tipo de diluição ocorre com significativa liberação de calor. Em alguns casos, recomenda-se a utilização de banho de gelo para a diluição de ácidos;
- 28.** No caso de reagentes sólidos, uma espátula usada para retirar um reagente de um frasco só poderá ser usada, para manipulação de outro reagente, após perfeitamente lavada e seca;
- 29.** No caso de reagentes líquidos, não introduzir pipetas, contagotas etc. nos frascos que os contêm. Verta o reagente líquido a ser medido no recipiente em que ele será usado, ou então em um béquer limpo e seco, para ser transferido ou pipetado;

- 30.** Quando estiver manipulando frascos ou tubos de ensaio, nunca dirija a sua abertura na sua direção ou na de outras pessoas. Há o risco do material em aquecimento projetar-se na direção apontada e atingi-los;
- 31.** Limpe imediatamente qualquer derramamento de reagentes. No caso de ácidos e bases fortes, o produto deve ser neutralizado antes de proceder à limpeza;
- 32.** As válvulas dos cilindros devem ser abertas lentamente com as mãos ou usando chaves apropriadas. Nunca force as válvulas com martelos ou outras ferramentas, nem as deixe sobre pressão quando o cilindro não estiver sendo usado;
- 33.** Certifique-se da tensão de trabalho dos equipamentos antes de conectá-los à rede elétrica. Quando não estiverem em uso, os aparelhos devem permanecer desconectados;
- 34.** Ao iniciar o trabalho no laboratório, informe-se sobre a localização e uso dos seguintes itens:
- a) extintores de incêndio:** verifique de que tipo são. Lembre-se de que existem extintores destinados a diferentes tipos de incêndios;
  - b) caixa de primeiros socorros:** certifique-se quanto aos tipos de medicamentos existentes. Monitore os prazos de validade dos medicamentos estocados na caixa de primeiros socorros;
  - c) máscaras contra gases:** certifique-se da existência e da qualidade dos filtros adequados à sua utilização;
  - d) chave geral de eletricidade:** é importante saber desligá-la em caso de necessidade;
  - e) lavador de olhos e chuveiro:** identifique os mais próximos e certifique-se de seu pleno funcionamento;
  - f) saídas de emergências.**

**35.** Ao se retirar do laboratório, verifique se não há torneiras (água ou gás) abertas. Ao final de cada aula, lave as mãos.

## Sinalização de periculosidade em laboratório

A fim de responder à necessidade de informações rápidas com relação aos riscos associados às substâncias químicas, ou equipamentos utilizados em laboratório, foram estabelecidos símbolos específicos que são adicionados aos rótulos dessas substâncias ou estrategicamente anexados ao laboratório. A seguir, estão explicitados alguns símbolos que representam sinais de alerta com relação à segurança em laboratório.

**Símbolos utilizados para identificação e advertência com relação à segurança em laboratório**



Risco de explosão



Material radioativo



Material oxidante



Material nocivo



Material inflamável



Líquido corrosivo



Material nocivo ao ambiente



Material tóxico



Risco biológico



Risco de descarga elétrica



Caixa de primeiros socorros



Obrigatória a utilização de luvas



## Atividades

1. Os incêndios podem ser classificados de acordo com os materiais que lhes deram origem:

Incêndios classe A: causados por plásticos, madeiras, tecidos etc.;
Incêndios classe B: causados por líquidos inflamáveis (solventes em geral);
Incêndios classe C: causados por equipamentos elétricos;
Incêndios classe D: causados por materiais pirofóricos.

Considerando os tipos de incêndios elencados acima, faça uma pesquisa sobre os tipos de extintores de incêndio adequados para cada caso.

2. A contaminação por substâncias químicas pode gerar graves riscos à saúde. Nesse sentido, quais procedimentos devem ser tomados em caso de:

- a) contaminação com os metais chumbo, cobre e mercúrio?
- b) ingestão acidental de ácido?
- c) ingestão acidental de base?

3. Em quais situações é recomendado o uso de aparelhos confeccionados em porcelana?

4. Como deve ser realizada a limpeza do material utilizado no laboratório?

5. Quais EPIs devem ser utilizados durante a permanência no laboratório?

6. O que é um POP? Qual a importância do estabelecimento de POPs em um laboratório? Proponha um POP para uso de uma balança analítica.



## Referências bibliográficas

CHRISPINO, A.; FARIA, P. **Manual de química experimental**. Campinas: Editora Átomo, 2010. 253 p.

FILHO, A. F. V. **Segurança em laboratório químico**. 2008. Disponível em: <[www.crq4.org.br/downloads.php](http://www.crq4.org.br/downloads.php)>. Acesso em: 10 out. 2013.

OS sinais de aviso – O que são e o que te dizem. Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/CFQ7-Sinais-aviso.php>>. Acesso em: 09 out. 2013.

# PRÁTICA 02

## RECONHECIMENTO DE MATERIAL DE USO COMUM EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA INORGÂNICA

### Objetivos

Reconhecer os equipamentos e os utensílios disponíveis no laboratório de química inorgânica, assim como identificar suas respectivas funções.

### Introdução

Os equipamentos e utensílios utilizados em um laboratório de química constituem-se, em geral, basicamente de materiais de vidro, porcelana e polietileno. O emprego e o manuseio adequados são indispensáveis para evitar não só acidentes, mas também perdas ou danos aos instrumentos (BELLATO et al., 2000).

A composição do material de uso geral em laboratório poderá estar vinculada ao tipo de experimento a que se propõe. Os materiais de vidro borossilicato, por exemplo, são os mais utilizados por serem quimicamente inertes, normalmente não ocasionando problemas com reações que poderiam ocorrer com o material que eles contêm. É importante considerar ainda que os vidros borossilicatos são resistentes à corrosão por ácidos ou bases. Ressalta-se apenas a sua reação com o ácido fluorídrico e o ácido fosfórico, e com algumas bases muito fortes.

Esta aula prática será dedicada ao reconhecimento de equipamentos e materiais a serem utilizados em um laboratório de química inorgânica. Trata-se de uma importante etapa na construção e integração de conhecimentos, uma vez que poderá contribuir para o melhor aproveitamento das aulas e proporcionar aos estudantes mais segurança na execução dos experimentos.



## Procedimento

Identifique, localize e descreva a função e a utilidade dos utensílios que podem ser utilizados no laboratório de inorgânica, completando o quadro a seguir:

**Quadro 1.** Identificação e função de utensílios utilizados no laboratório

Descrição	Função
Almofariz com pistilo	
Balança analítica	
Balão de destilação	
Balão de fundo chato	
Balão de fundo redondo	
Balão volumétrico	
Banho-maria	
Bastão de vidro	
Béquer	

<b>Bico de Bunsen</b>	
<b>Bomba de vácuo</b>	
<b>Bureta</b>	
<b>Cadinho</b>	
<b>Coluna de Vigreux</b>	
<b>Condensador reto</b>	
<b>Dessecador</b>	
<b>Erlenmeyer</b>	
<b>Espátula</b>	
<b>Frasco âmbar</b>	

<b>Funil de Büchner</b>	
<b>Funil de separação</b>	
<b>Funil simples</b>	
<b>Garra</b>	
<b>Kitassato</b>	
<b>Luva de amianto</b>	
<b>Pera</b>	
<b>pHmetro</b>	
<b>Picnômetro</b>	
<b>Pinça de madeira</b>	

<b>Pinça metálica</b>	
<b>Pipeta de Pasteur</b>	
<b>Pipeta graduada</b>	
<b>Pipeta volumétrica</b>	
<b>Pisseta ou frasco lavador</b>	
<b>Placa de Petri</b>	
<b>Proveta</b>	
<b>Suporte universal</b>	
<b>Tela de amianto</b>	
<b>Termômetro</b>	

<b>Tripé</b>	
<b>Tubo de ensaio</b>	
<b>Vidro ou fundo de relógio</b>	



## Atividades

1. Estabeleça a diferença entre pipeta graduada e pipeta volumétrica. Especifique as finalidades de cada uma.
2. A limpeza do material de laboratório, após sua utilização, deve tornar-se um hábito, o que permite o bom andamento de experimentos subsequentes, evitando contaminações. Considerando esse aspecto, faça uma pesquisa sobre algumas substâncias químicas que são utilizadas na limpeza de vidrarias.
3. Nesta aula reconhecemos algumas vidrarias que são utilizadas no processo de filtração. Considerando seus conhecimentos nesse assunto:
  - a) Faça a distinção entre filtração simples e filtração a vácuo. Esquematize cada uma dessas situações e diferencie as finalidades de cada uma;
  - b) Indique os fatores que podem interferir no processo de filtração.



## Referências bibliográficas

BELLATO, C. R.; REIS, E. L.; REIS, C.; MILAGRES, B. G.; QUEIRÓZ, M. E. L. R.; JORDÃO, C. P.; NEVES, A. A.; KIMO, J. W. **Laboratório de química analítica** – Caderno didático. Viçosa: Editora UFV, 2000.

CHRISPINO, A.; FARIA, P. **Manual de química experimental**. Campinas: Editora Átomo, 2010. 253 p.

# PRÁTICA 03

## SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO

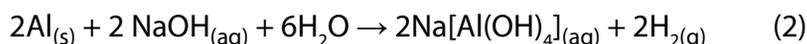
### Objetivos

- a) Obter gás hidrogênio a partir de reações envolvendo ácido e base;
- b) Diferenciar o hidrogênio atômico do gás hidrogênio a partir de suas propriedades.

### Introdução

O hidrogênio é encontrado na natureza em sua forma mais estável como molécula diatômica, sendo este um gás de baixa densidade. Trata-se de um gás incolor, inodoro e muito pouco solúvel em água. A ligação covalente caracteriza a formação do  $H_2$ , com energia de ligação da ordem de 436 kJ/mol.

Um método comum de se obter o gás hidrogênio em laboratório é a partir de reações de metais com ácidos diluídos ou com alumínio e uma base, conforme reações representadas na página seguinte:



Neste momento, é importante considerar que o metal representado na equação (1) deve ter reatividade suficiente para deslocar o hidrogênio do ácido. Um metal tipicamente utilizado é o zinco. Já no segundo caso, na reação (2), deverá ser utilizada uma base forte, com metais alcalinos, o que resultará na formação de um complexo e de gás hidrogênio.

Outros processos são utilizados para obtenção de hidrogênio, como o aquecimento de coque (carbono) e vapor de água a altas temperaturas, ou ainda a reação com hidretos salinos e água, ou até mesmo as reações de eletrólise da água ou de bases fortes, como NaOH e KOH. A desvantagem do processo de obtenção do hidrogênio por eletrólise é o fato de esse tipo de procedimento gastar quantidade significativa de energia.



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
1	Suporte universal	1	Barbante (3 m)	2 g	Mg <sub>(pó)</sub>
1	Balança analítica	2	Palito de madeira	2 g	Al <sub>(granulado)</sub>
2	Garra para balão	2	Suportes	40 mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (2 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Caixa de fósforo	5	Tubos de ensaio	10 mL	KMnO <sub>4</sub> (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
2	Pipeta graduada de 10 mL			2 g	Mg <sub>(pó)</sub>
1	Funil de separação			40 mL	NaOH (2 mol.L <sup>-1</sup> )
2	Balão de fundo chato de 500 mL			10 g	Zn <sub>(granulado)</sub>
2	Balão de aniversário			-	-



# Procedimentos

## 1 Obtenção de hidrogênio a partir da reação de ácidos com metais

- a) Pese 2 g de magnésio em pó e transfira para um balão de fundo chato de 500 mL (reator);
- b) Coloque 20 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  em um funil de separação;
- c) Deixe gotejar o  $H_2SO_4$  sobre o magnésio e recolha o gás desprendido em um balão de aniversário;

**Observação:** Nesta etapa, assim que o  $H_2SO_4$  for completamente adicionado, conecte o balão de aniversário na via de saída do balão reator. Verifique a existência de vazamentos.

- d) Após o término da reação, desconecte o balão de aniversário do balão reator sem que o hidrogênio produzido seja liberado ao ambiente;
- e) Prenda o balão contendo hidrogênio em um barbante de aproximadamente 3 m de comprimento. Se o teto for baixo, não realize o experimento dentro do laboratório. Solte o balão ao ar livre, prendendo-a pela ponta do barbante;
- f) Coloque fogo na ponta de um palito de madeira grande (aproximadamente 1 m de comprimento). Quando estiver com uma boa chama, aproxime (não encoste) o fogo ao balão.



**CUIDADO:** É preciso que todos estejam longe do balão e que estejam prevenidos de que haverá um forte ruído devido à explosão.

## 2 Obtenção de hidrogênio a partir de bases com metais

- a) Repita os procedimentos (a), (b), (c) e (d) do item anterior, substituindo o magnésio por alumínio e o ácido sulfúrico diluído por hidróxido de sódio  $2 \text{ mol.L}^{-1}$ ;
- b) Reserve o hidrogênio produzido, que será utilizado na etapa a seguir.

## 3 Diferenciação entre o hidrogênio atômico e o gás hidrogênio

- a) Coloque em um tubo de ensaio 15 mL de solução de ácido sulfúrico  $2 \text{ mol.L}^{-1}$  e adicione 5 gotas de solução diluída de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ );
- b) Agite a solução e a divida em três tubos de ensaio:

**Tubo 1** – adicionar o zinco;

**Tubo 2** – borbular o  $\text{H}_2$  produzido no item anterior com auxílio de uma pipeta;

**Tubo 3** – controle.

- c) Observe e anote os resultados:

---

---

---

---

---

---

---

---



## Questionário

1. Vimos que o hidrogênio pode ser obtido a partir de reações de metais com ácidos diluídos. Quais outros metais poderiam ser submetidos à reação com ácido diluído e que também produziram hidrogênio?
2. Existem restrições quanto ao tipo de ácido usado na obtenção de hidrogênio? Por quê?
3. Escreva e classifique as equações químicas correspondentes às reações de obtenção do hidrogênio realizadas nesta aula.
4. Qual a massa de magnésio deve ser utilizada para reagir totalmente 20 mL de ácido sulfúrico 2 mol.L<sup>-1</sup> ?
5. Qual o volume de HCl deverá ser utilizado para reagir completamente 500 g do minério de zinco com 90% de pureza?
6. Qual a massa de alumínio necessária para reagir totalmente com 20 mL de hidróxido de sódio 2 mol.L<sup>-1</sup> ? Qual o volume de hidrogênio obtido nas CNTP, nessa reação?

## Anotações




## Referências bibliográficas

DIAS, S. C.; BRASILINO, M. G. A. **Aulas práticas de química inorgânica I**. Disponível em: <[www.quimica.ufpb.br/monitoria](http://www.quimica.ufpb.br/monitoria)>. Data de acesso: 10 out. 2013.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

# PRÁTICA 04

## DUREZA TEMPORÁRIA E DUREZA PERMANENTE DA ÁGUA

### Objetivos

- a) Verificar os efeitos da presença, em água, dos cátions magnésio e cálcio, sob a forma de alguns sais;
- b) Reconhecer as diferenças entre a dureza temporária e a dureza permanente da água.

### Introdução

A água dura é identificada pela presença de íons cálcio e íons magnésio e pode promover a deposição de calcário nas canalizações, provocando entupimento. A água dura tem ainda como característica a dificuldade de formação de espuma ao se utilizarem sabões. Sob o ponto de vista sanitário, as águas duras não apresentam grandes inconvenientes.

A presença de bicarbonatos ou carbonatos de magnésio e/ou cálcio em água caracteriza sua dureza temporária. Trata-se de uma dureza temporária devido à existência de procedimentos que minimizam seu efeito. O mecanismo envolvido na eliminação dessa dureza é a expulsão de  $\text{CO}_2$  realizada por aquecimento. Os bicarbonatos presentes se decompõem em carbonatos, sendo precipitados na forma de carbonato de cálcio, facilmente removido por filtração.

A dureza permanente da água se caracteriza pela presença dos cátions cálcio e/ou magnésio em íons nitrato, cloreto, sulfato, entre outros, e é dessa forma conhecida, uma vez que a fervura não é suficiente para minimizar seu efeito. Nesse caso, a dureza da água poderá ser eliminada por meio da utilização de resinas de troca iônica, onde os íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  são substituídos por íons  $\text{Na}^+$ . Alternativamente, a dureza da água também pode ser eliminada por meio da formação de sais complexos, pela adição de fosfatos.



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
3	Funil	2	Pipeta graduada de 10 mL	1 mL	Fenolftaleína
1	Vidro de relógio	1	Pinça de madeira	1 g	CaCO <sub>3</sub>
6	Béquer de 250 ml	4	Papel de filtro	10 mL	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 10% (m/v)
1	Bico de Bunsen	1	Proveta de 100 mL	3 g	Sabão
2	Espátula	1	Fósforo	30 mL	MgSO <sub>4</sub> (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Balança analítica	3	Papel de filtro	3 gotas	Detergente
9	Tubo de Ensaio de 18/2,5 cm			200 mL	Água destilada



## Procedimentos

### 1 Dureza temporária

- Pese em um vidro de relógio 1 g de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) em pó e coloque em um béquer de 250 mL contendo 100 mL de água destilada;
- Adicione, em seguida, 5 gotas de fenolftaleína;
- Borbulhe gás carbônico durante 5 minutos com auxílio de uma pipeta graduada de 10 mL;
- Filtre e transfira 10 mL do filtrado para o tubo de ensaio I e 5 mL para o tubo de ensaio II;
- Aqueça o tubo de ensaio I durante 5 minutos (ou até reduzir a metade do volume);

- f) Deixe esfriar e filtre em seguida;
- g) Transfira o novo filtrado para o tubo de ensaio III;
- h) Coloque 1 g de sabão em cada um dos tubos de ensaio II e III e agite vigorosamente. Observe e anote.

## 2 Dureza permanente

- a) Transfira 15 mL da solução de sulfato de magnésio ( $\text{MgSO}_4$ )  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  para o tubo IV;
- b) Repita o procedimento anterior adicionando a solução no tubo V;
- c) Adicione, ao tubo IV, 5 mL de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a 10% (m/v);
- d) Filtre e transfira o filtrado para o tubo VI;
- e) Coloque 1 g de sabão em cada um dos tubos de ensaio V e VI e agite vigorosamente. Observe e anote;
- f) Repita esse procedimento utilizando, em vez do sabão, 4 gotas de detergente. Observe e anote.



## Atividades

1. Qual a fórmula estrutural do sabão, considerando-o como um estearato de sódio solúvel (constituente do sabão)? Cite duas desvantagens na sua utilização em comparação ao detergente.
2. O que é um trocador iônico? Qual a aplicação desses trocadores em processos de purificação de água?
3. Qual é o significado do termo “água dura”?
4. Quais as principais diferenças entre as propriedades da água dita “temporariamente dura” e as propriedades da água dita “permanentemente dura”?
5. Descreva os processos utilizados neste experimento, mostrando todas as equações.



## Referências bibliográficas

DIAS, S. C.; BRASILINO, M. G. A. **Aulas práticas de química inorgânica I**. Disponível em: <[www.quimica.ufpb.br/monitoria](http://www.quimica.ufpb.br/monitoria)>. Acesso em: 10 out. 2013.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

# PRÁTICA 05

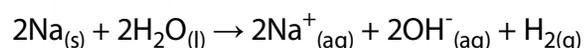
## REATIVIDADE E PROPRIEDADES DOS METAIS ALCALINOS

### Objetivos

- a) Avaliar a reatividade dos metais alcalinos;
- b) Verificar as reações de alguns íons metálicos com hidróxido de sódio (NaOH).

### Introdução

Os metais alcalinos apresentam alta reatividade em meio aquoso. Tal fenômeno se deve à forte eletropositividade desses elementos químicos e pode ser exemplificado a partir da reação do sódio em contato com a água, como segue:



Os metais alcalinos compreendem Li (lítio), Na (sódio), K (potássio), Rb (rubídio) e Cs (césio), e a abundância relativa desses metais na crosta terrestre é bastante diversificada, tendo o sódio a maior representatividade. Os metais alcalinos formam ainda hidróxidos e óxidos fortes e estáveis.

As fontes dos metais alcalinos são geralmente minerais ou sais. A tabela que se segue demonstra a origem de alguns metais alcalinos:

**Quadro 2.** Fontes de alguns metais alcalinos

<b>Metal</b>	<b>Exemplo de fonte de obtenção</b>
<b>Lítio</b>	<b><math>\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2</math> – Espodumênio</b>
<b>Sódio</b>	<b>NaCl – Cloreto de sódio (sal-gema)</b>
<b>Potássio</b>	<b>KCl – Cloreto de potássio (silvita)</b>

Devido à elevada reatividade desses metais, eles devem ser armazenados em líquidos apolares e com baixa reatividade, como tolueno ou querosene. Os metais alcalinos são ótimos condutores de eletricidade, possuindo um elétron (s1) fracamente ligado ao núcleo. É importante considerar ainda que os metais alcalinos reagem prontamente com o ar, perdendo o seu brilho típico, com consequente formação de óxidos.



## Material e reagentes

<b>Quant.</b>	<b>Material</b>	<b>Quant.</b>	<b>Reagentes</b>
1	Béquer de 250 mL	5 mL	$\text{CoCl}_2 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
3	Béquer de 50 mL	5 mL	$\text{NiSO}_4 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Proveta de 50 mL	5 mL	$\text{CuCl}_2 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Pinça	5 mL	$\text{AlCl}_3 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Vidro de relógio	5 mL	$\text{MgCl}_2 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
10	Tubo de ensaio	5 mL	$\text{CaCl}_2 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Bastão de vidro	5 mL	$\text{FeCl}_3 - 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Espátula	2 mL	Fenolftaleína (sol.)
6	Pipeta volumétrica de 5 mL	20 mL	$\text{NaOH} - 2 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Pipeta volumétrica de 2 mL	5 g	Sódio metálico (Na)
1	Balança analítica	10 mL	Álcool etílico
1	Tesoura	2 g	Lítio e potássio metálicos



# Procedimentos

## 1 Parte I – Reatividade do sódio, lítio e potássio metálicos

- a) Retire um pedaço de sódio do frasco de estocagem e corte-o em 3 pequenos fragmentos;
- b) Coloque 25 mL de água destilada em um béquer de 50 mL e adicione 3 gotas de fenolftaleína. Em seguida, adicione, um a um, os pequenos fragmentos de sódio cortados no item anterior. Observe e anote os resultados;



**CUIDADO:** Não permaneça muito perto.

- c) Repita os procedimentos anteriores (*a* e *b*) trocando o sódio por lítio metálico;
- d) Repita os procedimentos anteriores (*a* e *b*) trocando o sódio por potássio metálico;
- e) Em um béquer de 50 mL, adicione 10 mL de álcool etílico. Em seguida, adicione, um a um, os pequenos fragmentos de sódio cortados em (a). Observe e anote os resultados;
- f) Adicione 125 mL de água destilada em um béquer de 250 mL;
- g) Preencha, também com água destilada, um tubo de ensaio;
- h) Corte um pedacinho de sódio, coloque no tubo de ensaio e inverta rapidamente esse tubo no béquer. Observe a formação do gás hidrogênio, aumentando a pressão sobre a superfície da água, fazendo com que a coluna líquida baixe de nível.

## 2 Parte II – Reatividade de alguns cátions em NaOH

- a) Transfira 5 mL de cada uma das soluções de  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$  e  $\text{AlCl}_3$  para sete tubos de ensaio, respectivamente;
- b) Em seguida, adicione 2 mL de solução de  $\text{NaOH}$   $2 \text{ mol.L}^{-1}$  em cada tubo de ensaio;
- c) Observe e anote.



### Atividades

1. Por que se deve evitar o contato direto entre o sódio metálico e a pele?
2. Escreva a equação química que representa a reação entre o sódio e o álcool etílico.
3. Por que não é aconselhável utilizar pedaços grandes de sódio metálico durante o experimento?
4. Escreva as reações químicas entre o  $\text{NaOH}$  e os diversos sais utilizados durante a execução dos experimentos contidos no item *a* da Parte II.
5. Qual a quantidade de  $\text{NaOH}$  produzido a partir da reação de 50 g de sódio em água?
6. Qual o volume (nas CNTP) de hidrogênio produzido no item *h* da Parte I, caso sejam utilizados 2 g de sódio metálico?
7. Escreva as configurações eletrônicas dos íons metálicos  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ .



## Referências bibliográficas

DIAS, S. C.; BRASILINO, M. G. A. **Aulas práticas de química inorgânica I**. Disponível em: <[www.quimica.ufpb.br/monitoria](http://www.quimica.ufpb.br/monitoria)>. Acesso em: 10 out. 2013.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

# PRÁTICA 06

## CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DOS METAIS ALCALINOS TERROSOS

### Objetivos

- a) Verificar as reatividades dos metais alcalinos terrosos;
- b) Comparar a solubilidade, em água, de alguns compostos formados pelos elementos do Grupo 2.

### Introdução

O Grupo 2 da tabela periódica, conhecido como o grupo dos metais alcalinos terrosos, é constituído por 6 elementos. As substâncias simples formadas por esses metais apresentam alta reatividade. No entanto, são menos reativos que as substâncias simples compostas por metais do Grupo 1. Essa diferença pode ser relacionada a algumas propriedades inerentes aos próprios átomos, como sua energia de ionização e/ou seu raio.

O berílio, apesar de pertencer a esse grupo, apresenta comportamento anômalo em relação aos demais, com tendência à formação de ligações covalentes por três motivos: é extremamente pequeno, possui eletronegatividade relativamente elevada e, como é situado no segundo período da tabela periódica, seu nível eletrônico mais externo comporta, no máximo, oito elétrons, de modo que apresenta número de coordenação igual a quatro em muitos compostos (LEE, 1999).

Entre as propriedades que diferenciam os elementos desse grupo, destaca-se a reatividade em água. Cálcio, estrôncio e bário apresentam potenciais de redução semelhantes aos elementos correspondentes do Grupo 1 e reagem facilmente com água, formando gás hidrogênio e água. Já o magnésio, com potencial de redução intermediário, pode liberar hidrogênio por decomposição, desde que em água quente.



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
1	Pera de borracha	1	Pinça	2 mL	$\text{CaCl}_2$ (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
8	Tubos de ensaio	1	Lixa	2 mL	$\text{MgCl}_2$ (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
4	Pipeta graduada de 1 mL	1	Tesoura	5 mL	$\text{NaOH}$ (0,5 mol.L <sup>-1</sup> )
2	Placa de Petri	2	Garra	5 mL	$\text{Na}_2\text{SO}_{4(s)}$ (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Proveta de 25 mL	1	Béquer de 50 mL	2 mL	$\text{SrCl}_2$ (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Tubo de vidro	1	Béquer de 250 mL	2 mL	$\text{BaCl}_2$ (0,1 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Bastão de vidro	1	Pinça	200 mL	Água destilada
1	Proveta de 250 mL	1	Caixa de fósforo	1 g	Cálcio e magnésio
1	Suporte universal	1	Vidro de relógio	1 mL	Fenolftaleína (sol.)



## Procedimentos

### 1 Reatividade do Ca e do Mg

- Adicione 150 mL de água destilada em um béquer de 250 mL;
- Monte um sistema contendo um tubo de vidro fixado por uma garra a uma haste universal;
- Com auxílio de uma pinça, adicione um pedaço de cálcio a partir do tubo de vidro. Observação: retire um pouco da camada superficial do metal utilizando uma lixa;
- Aproxime uma chama da parte superior do tubo de vidro durante a reação;

- e) Adicione algumas gotas da solução alcoólica de fenolftaleína ao béquer após a reação, agite a mistura com o bastão de vidro e anote as observações;
- f) Repita os procedimentos anteriores substituindo o cálcio por aproximadamente 1 (um) centímetro da fita de magnésio.

## 2 Solubilidade dos hidróxidos e sulfatos derivados de metais alcalinos terrosos

- a) Adicione 1 mL de solução de  $MgCl_2$  a um tubo de ensaio. Faça o mesmo com as soluções de  $CaCl_2$ ,  $SrCl_2$  e  $BaCl_2$ ;
- b) Adicione, a cada um dos quatro tubos de ensaio mencionados no item anterior, 1 mL de solução de NaOH. Observe a diferença de solubilidade dos compostos formados;
- c) Repita os procedimentos *a* e *b* acima, substituindo a solução de NaOH pela solução de  $Na_2SO_4$ .



## Atividades

1. Descreva a reação entre o cálcio e a água e, a partir dessa reação, explique as evidências experimentais observadas.
2. Compare as reações de cálcio e magnésio com a água e explique as diferenças, caso existam.
3. Escreva as equações que descrevem os experimentos dos itens *b* e *c* do tópico 2 e complete a tabela abaixo, indicando a presença ou não de precipitado:

Reagente	NaOH	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
MgCl <sub>2</sub>		
CaCl <sub>2</sub>		
SrCl <sub>2</sub>		
BaCl <sub>2</sub>		

4. Calcule a solubilidade em água (g/100 mL) do Mg(OH)<sub>2</sub>, sabendo que seu K<sub>ps</sub> é  $8,9 \times 10^{-12}$  nas condições experimentais.
5. A solubilidade do LiOH em água é 12,3 g/100 mL. Explique a diferença de solubilidade entre LiOH e Mg(OH)<sub>2</sub>.



## Referências bibliográficas

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

OLIVEIRA, M. R. L.; BRAATHEN, P. C. **Caderno didático**: laboratório de química inorgânica. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57 f. Não publicado.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 2, 1994.

# PRÁTICA 07

## PROPRIEDADES DO ALUMÍNIO

### Objetivos

- a) Observar algumas propriedades do alumínio;
- b) Notar o caráter anfótero do alumínio e de seus compostos.

### Introdução

O alumínio, objeto principal desta aula, está localizado no grupo 13 da tabela periódica. Esse grupo é constituído por 5 (cinco) elementos, os quais, com exceção do boro, formam substâncias simples de caráter metálico.

As reações de alumínio metálico, sob condições ambientais, são consideradas lentas, uma vez que há formação de uma película protetora de alumina em sua superfície. Entretanto, por apresentar um caráter anfótero, suas reações com soluções ácidas ou básicas ocorrem espontaneamente.

Esse metal pode ser obtido a partir da bauxita (óxido de alumínio hidratado impuro). Seus principais produtores são a Austrália (36%), a Guiné Francesa (17%), a Jamaica (10%) e o Brasil (9%) (LEE, 1999).



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
1	Tesoura	1	Bastão de vidro	20 cm	Fita de alumínio
2	Béquer de 50 mL	3	Cotonete	100 mL	Água destilada
1	Espátula de metal	2	Béquer de 25 mL	2 mL	Fenolftaleína
1	Balança analítica	6	Tubo de ensaio	10 mL	HCl [1:1 (v/v)]
1	Vidro de relógio	1	Estante (tubo de ensaio)	10 mL	NaOH (2 mol.L <sup>-1</sup> )
1	Bastão de vidro	2	Cadinho grande	10 mL	HgCl <sub>2</sub>
1	Proveta de 25 mL	2	Cadinho pequeno	2 g	
2	Pipetas graduadas de 5 mL				



## Procedimentos

- Corte um pedaço de fita de alumínio e observe o seu aspecto;
- Deixe-o exposto ao ar por 10 minutos e observe se há ou não alguma modificação;
- Coloque o pedaço de alumínio em um béquer de 50 mL contendo 25 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína;
- Transfira um pedaço de alumínio para um tubo de ensaio e, em seguida, adicione 5 mL de solução de ácido clorídrico [HCl 1:1 (v/v)];
- Coloque um pedaço de alumínio em outro tubo de ensaio. Adicione 5 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH 2 mol.L<sup>-1</sup>). Observe e anote as modificações ocorridas nos itens *c*, *d* e *e*;



**f)** Pese 1 g de cloreto de mercúrio(II) ( $\text{HgCl}_2$ ), transfira para um cadinho de porcelana pequeno e, em seguida, adicione algumas gotas de água de modo a formar uma pasta;

**g)** Com auxílio de um cotonete, umedeça outro pedaço de alumínio (de aproximadamente 3 cm) com a pasta formada no item anterior e o transfira para outro cadinho de porcelana;

**h)** Disponha de três pedaços de alumínio, faça o mesmo procedimento anterior e repita os tratamentos descritos nos itens *c*, *d* e *e*;

**i)** Coloque em um béquer de 25 mL uma ponta de espátula do sólido branco obtido no item *g* e acrescente 25 mL de água destilada e 3 gotas de solução de fenolftaleína;

**j)** Coloque em um tubo de ensaio parte do sólido branco formado no item *g*. Acrescente 1 mL de solução de HCl;

**k)** Coloque em um tubo de ensaio parte do sólido branco formado no item *g*. Acrescente 1 mL de solução de NaOH. Observe e anote as modificações dos itens *i*, *j* e *k*.

## Atividades

1. Caso tenha notado a ocorrência de reações nos itens *c*, *d* e *e*, descreva as equações químicas que as representam.
2. Explique a ação do Cloreto de mercúrio(II) ( $\text{HgCl}_2$ ) sobre o alumínio.
3. Escreva as equações químicas que descrevem os resultados observados no item *h*.
4. Quais diferenças podem ser observadas entre os experimentos executados nos itens *i*, *j* e *k*? Explique a ocorrência de cada um dos fenômenos.
5. Descreva as diferenças observadas entre os resultados dos itens de *c* a *e*, e os experimentos executados no item *h*.
6. Qual o significado do termo “caráter anfótero”?

## Referências bibliográficas

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

OLIVEIRA, M. R. L.; BRAATHEN, P. C. **Caderno didático**: laboratório de química inorgânica. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57 f. Não publicado.

# PRÁTICA 08

## PROPRIEDADES DOS ELEMENTOS DO GRUPO DOS HALOGÊNIOS

### Objetivos

- a) Obter cloro, bromo e iodo moleculares;
- b) Verificar algumas propriedades dos halogênios.

### Introdução

Os halogênios, como denominados os elementos do Grupo 17, formam substâncias simples, em sua totalidade moleculares. Os pontos de fusão e de ebulição desses elementos crescem com o aumento do número atômico, de modo que, à temperatura ambiente, o flúor e o cloro são gases, o bromo é líquido, e o iodo é um sólido.

Os elementos pertencentes a esse grupo são extremamente reativos, e as propriedades dos compostos formados por eles variam de acordo com as especificidades de cada átomo pertencente a esse grupo, tais como seu raio e/ou sua energia de ionização.

Entre os compostos formados a partir de halogênios, destacam-se os haletos. Os haletos iônicos, por exemplo, contém, em sua maioria, o íon metálico nos estados de oxidação (+I), (+II) ou (+III), incluindo assim, os haletos do Grupo 1, do Grupo 2 (exceto o Be), os lantanídeos, e alguns dos metais de transição. A solubilidade desses compostos, em água, aumenta do F para o I, formando íons haleto e íons metálicos hidratados.



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
1	Isqueiro	1	Mangueiras	10 g	$\text{MnO}_{2(s)}$
1	Funil de decantação	3	Conexões	125 mL	$\text{KI } 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
6	Espátula de metal	1	Béquer de 500 mL	125 mL	$\text{KBr } 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Balança analítica	1	Haste e garra	200 mL	$\text{NaOH } 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
3	Bastão de vidro	4	Béquer de 400 mL	25 mL	$\text{HCl}_{(\text{conc.})}$
1	Kitassato	2	Vidro de relógio	5 mL	$\text{Na}_{(s)}$
6	Erlenmeyer de 250 mL	2	Proveta de 50 mL	5 g	$\text{K}_{(s)}$
6	Rolhas de borracha perfuradas				



## Procedimentos

### 1 Montagem do sistema para produção de gás cloro

O sistema para obtenção de gás cloro deve ser montado na capela de exaustão, de acordo com a Figura 1:

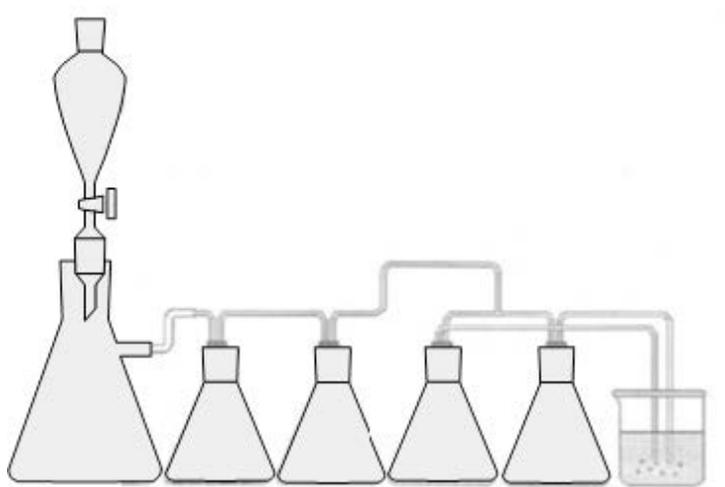


Figura 1. Montagem para obtenção de gás cloro

- a) Pese 10 g de  $\text{MnO}_2$  e transfira para o Kitassato;
- b) Adicione 125 mL de  $\text{KBr}$   $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  no terceiro erlenmeyer;
- c) Adicione 125 mL de  $\text{KI}$   $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  no quarto erlenmeyer;
- d) Adicione 200 mL de  $\text{NaOH}$   $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  no único béquer da montagem;
- e) Coloque 50 mL de  $\text{NaOH}$  no primeiro erlenmeyer;
- f) Meça aproximadamente 25 mL de  $\text{HCl}$  concentrado e transfira para o funil de separação;
- g) Goteje a solução de  $\text{HCl}$  sobre o  $\text{MnO}_2$ . Observe as reações em todo o sistema;
- h) Assim que for notada a presença de um gás esverdeado no segundo erlenmeyer, retire-o da montagem e feche-o com uma rolha de borracha. Em seguida, substitua-o por outro;
- i) Coloque um pequeno pedaço de potássio no erlenmeyer contendo  $\text{Cl}_2$ , feche-o e observe;
- j) Repita o procedimento *h*;
- k) Coloque um pequeno pedaço de sódio metálico no segundo erlenmeyer e observe.



## Atividades

1. Escreva as equações químicas que representam as reações ocorridas no kitassato, e no terceiro e no quarto erlenmeyeres.
2. Escreva as equações químicas que representam as reações ocorridas ao serem adicionados sódio e potássio ao segundo erlenmeyer.
3. Explique a existência de diferenças nos estados físicos do cloro, do bromo e do iodo moleculares sob as condições ambientais.
4. O que poderia ser esperado se, no terceiro erlenmeyer, houvesse fluoreto de potássio (KF) em vez de brometo de potássio (KBr)?

## Referências bibliográficas

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

OLIVEIRA, M. R. L.; BRAATHEN, P. C. **Caderno didático**: laboratório de química inorgânica. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57 f. Não publicado.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 2. 1994.

# PRÁTICA 09

## OBTENÇÃO DE COMPLEXOS DE COBALTO

### Objetivos

- Sintetizar diferentes complexos de cobalto;
- Dominar a técnica de síntese de complexos.

### Introdução

O cobalto é um metal relativamente não reativo, com brilho azul prateado. É utilizado em ligas com níquel, alumínio e outros metais. O Co(II) pode formar complexos tetraédricos e octaédricos. Os tetraédricos incluem  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ ,  $[\text{Co}(\text{OH})_4]^{2-}$  e  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_4]^{2-}$ .

O  $\text{Co}^{3+}$  é um agente oxidante extremamente forte e oxida água a oxigênio. Por outro lado, muitos ligantes estabilizam  $\text{Co}^{3+}$  mais do que o  $\text{Co}^{2+}$ , de modo que o estado de oxidação mais elevado é observado em inúmeros íons complexos. Muitos complexos de  $\text{Co}^{3+}$  podem ser obtidos adicionando-se os ligantes desejados a uma solução de  $\text{Co}^{2+}$ , seguindo a oxidação com  $\text{O}_2$  ou  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Complexos aniônicos, neutros ou catiônicos de  $\text{Co}^{3+}$  são todos comuns, assim como os complexos polinucleares, nos quais dois ou mais átomos de cobalto estão ligados por ligantes bidentados (RUSSEL, 1994).

Os complexos de  $\text{Co}^{3+}$  podem ser facilmente obtidos pela oxidação de uma solução de  $\text{Co}^{2+}$ , com ar ou peróxido de hidrogênio, na presença de ligantes apropriados e de um catalisador. A partir das técnicas adequadas, também é possível substituir os ligantes de um complexo já formado (LEE, 1999).



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
1	Béquer de 50 mL	6	Tubos de ensaio	7,0 mL	$\text{NH}_4\text{OH}$
2	Béquer de 100 mL	3	Vidro de relógio	1,5 g	$\text{NH}_4\text{Cl}$
2	Proveta de 10 mL	6	Papel de filtro	2,5 g	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
1	Proveta de 50 mL	1	Agitador magnético	7,0 g	$\text{NaNO}_2$
3	Erlenmeyer	2	Cadinho de porcelana grande	50 mL	$\text{HCl}_{(\text{conc.})}$
1	Espátula				
1	Bastão de vidro	1	Banho-maria	3,0 mL	$\text{H}_2\text{O}_2$ 30%
1	Béquer de 10 mL	1	Balança analítica	50 mL	álcool etílico
2	Papel indicador	100 g	Gelo	50 mL	éter etílico
2	Pipeta graduada de 5 mL			7,5 mL	$\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$
1	Pipeta graduada de 10 mL			5 mL	$\text{HCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$
1	Conjunto para filtração a vácuo			50 mL	$\text{H}_2\text{O}$ gelada



## Procedimentos

### 1 Síntese do Cloreto de Pentaminclorocobalto(III) – $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

- Prepare, em um béquer de 10 mL, uma solução amoniacal a partir de 1,25 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  em 7,5 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$  e transfira para um cadinho de porcelana grande;
- Adicione a esta solução 2,5 g de  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sob agitação contínua, com auxílio de agitador magnético;
- Mantendo a agitação, adicione lentamente 3,0 mL de água oxigenada 30% pelas paredes do recipiente;

- d)** Quando cessar a efervescência, adicione, lentamente, 7,5 mL de  $\text{HCl}_{(\text{conc.})}$  e leve o cadinho ao aquecimento em banho-maria por 20 minutos, sob a temperatura de 70 °C;
- e)** Deixe resfriar sob temperatura ambiente;
- f)** Quando já estiver à temperatura ambiente, resfrie ainda mais em banho de gelo, por 10 minutos;
- g)** Filtre a mistura por filtração a vácuo, separando os cristais vermelhos;
- h)** Em seguida, lave-os com água destilada gelada, álcool etílico e éter, necessariamente nesta ordem;
- i)** Quando os cristais estiverem secos, pese-os;
- j)** Calcule o rendimento da reação de complexação.

## 2 Síntese do Cloreto de Pentaamino(nitro)cobalto(III) – $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5 \text{NO}_2]\text{Cl}_2$

- a)** Prepare, em um béquer de 50 mL, uma solução contendo 25 mL de água destilada, 2,0 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$  e 2 g do complexo  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$  obtido na etapa anterior;
- b)** Aqueça sob a temperatura de 60 °C e filtre a solução a quente, utilizando o sistema de filtração a vácuo;
- c)** Resfrie à temperatura ambiente e, a seguir, neutralize com solução de ácido clorídrico (1 mol.L<sup>-1</sup>);
- d)** Adicione 3 g de nitrito de sódio à solução e aqueça sob a temperatura de 60 °C até que todo o precipitado avermelhado se dissolva;
- e)** Resfrie à temperatura ambiente;
- f)** Adicione lentamente 35 mL de ácido clorídrico concentrado;
- g)** Resfrie a solução em banho de gelo;

- h) Separe os cristais por filtração a vácuo, lavando-os em seguida com pequenas porções de água gelada, álcool etílico e éter;
- i) Depois de secos, pese os cristais obtidos. Anote o resultado;
- j) Calcule o rendimento da síntese.



## Atividades

1. Escreva as equações químicas que representam as reações de obtenção do  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$  e de decomposição do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$  por aquecimento.
2. Considerando que o  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  utilizado na reação de obtenção continha 15% de impurezas, qual o peso máximo do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$  que poderá ser obtido?
3. Qual o rendimento do processo quando se obtém 1 g do complexo?
4. Durante a execução da aula prática foi utilizada a técnica de filtração a vácuo. Qual ou quais as vantagens dessa filtração em comparação à filtração comum?
5. Na obtenção do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}] \text{Cl}_2$ , o procedimento sugere a utilização do cloreto de cobalto(II) e  $\text{NH}_3(\text{conc.})$ . Se os reagentes disponíveis fossem o cloreto cobaltoso hexaidratado e o hidróxido de amônio concentrado, esses reagentes poderiam ser utilizados para realizar as reações anteriormente descritas? Em caso afirmativo, escreva a equação correspondente.
6. Explique por que se deve lavar os cristais obtidos a partir das reações de complexação anteriormente descritas, com água, álcool e etanol, respectivamente.



## Referências bibliográficas

AYALA, J. D.; V. M. BELLIS. **Química inorgânica experimental**. 2003. Disponível em: <qui.ufmg.br/~ayala/matdidatico/apostila\_inorg\_exp.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 2. 1994.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa**. São Paulo: Editora Edgard Bucher, 1999. 527 p.

# PRÁTICA 10

## OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE NÍQUEL

### Objetivos

- a) Sintetizar o complexo  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ;
- b) Caracterizar os produtos obtidos na síntese do  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ .

### Introdução

O níquel é um metal de transição de cor branco-prateada, localizado no grupo 10 e utilizado na preparação de várias ligas, principalmente nos processos de galvanização.

O elemento níquel pode ser encontrado nos estados de oxidação de -1 à +6, predominando as espécies no estado +2. Os íons  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  são verdes e estáveis em solução e em muitos compostos simples. O  $\text{Ni}^{+2}$  também forma muitos complexos, que geralmente apresentam geometrias quadradas planares ou octaédricas. Os complexos formados com amônia e com etilenodiamina são todos octaédricos e geralmente são azuis e paramagnéticos. Já o complexo formado a partir da reação entre  $\text{Ni}^{+2}$  e dimetilglioxima em meio a uma solução levemente amoniacal é vermelho, quadrado planar e diamagnético.



## Material e reagentes

Quant.	Material	Quant.	Material	Quant.	Reagentes
2	Béquer de 10 mL	2	Papel de filtro	2,5 g	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
2	Béquer de 50 mL	1	Cadinho de porcelana grande	12,5 g	$\text{NH}_3$ (conc.)
2	Proveta de 100 mL			0,5 kg	Gelo
6	Tubo de ensaio	1	Balança	50 mL	Álcool etílico
1	Bastão de vidro	1	Espátula	50 mL	Éter etílico
1	Estante (tubo de ensaio)	1	Vidro de relógio		
1	Conta-gotas	1	Centrífuga	5 mL	$\text{AgNO}_3$ 0,1 mol.L <sup>-1</sup>
1	Conjunto para filtração a vácuo			5 mL	$\text{HNO}_3$ 3 mol.L <sup>-1</sup>
1	Proveta de 10 mL			5 mL	$\text{NH}_4\text{OH}$ (conc.)
4	Papel tornassol vermelho e azul			5 mL	$\text{NaOH}$ 1 mol.L <sup>-1</sup>



## Procedimentos

### 1 Preparo da solução amoniacal de $\text{NH}_4\text{Cl}$

- Coloque, em um béquer de 10 mL, 2,5 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}$  (conc.);
- Adicione  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , sob agitação e aos poucos, até a saturação;
- Transfira a solução saturada de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  para uma proveta de 10 mL e adicione  $\text{NH}_4\text{OH}$  (conc.) até o volume de 5 mL;
- Deixe essa solução em repouso até o momento do uso, tampada com um vidro de relógio.

### 2 Reação de complexação

- Pese 2,5 g de  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , transfira para um béquer de 10 mL e adicione água destilada, lentamente, sob agitação, até dissolver todo o sal;

- b)** Adicione aos poucos 12,5 mL de solução concentrada de amônia;
- c)** Resfrie a solução à temperatura ambiente e, em seguida, adicione 5 mL da solução amoniacal de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  preparada no início da aula. Deixe em repouso por 15 minutos em banho de gelo;
- d)** Filtre os cristais obtidos utilizando um sistema a vácuo e lave-os com 5 mL de  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$  pequenas porções de álcool e éter, nesta ordem;
- e)** Seque e pese os cristais;
- f)** Calcule o rendimento da reação de complexação.

### 3 Caracterização do $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$

- a)** Prepare uma solução (ou suspensão) aquosa do complexo sintetizado no item 2 (complexação) para caracterizar seus componentes e fazer, em tubos de ensaio, as reações indicadas a seguir.

#### 3.1 Caracterização do $\text{Ni}^{+2}_{(\text{aq.})}$

- a)** Aqueça 10 gotas da solução estoque do composto, esfrie e verifique sua basicidade com papel tornassol. Adicione 3 gotas de solução alcoólica de dimetilglioxima. Observe e anote o resultado;
- b)** Adicione 10 gotas de solução  $3 \text{ mol.L}^{-1}$  de  $\text{HNO}_3$  à solução anterior ou até observar o desaparecimento do precipitado rosa. Adicione solução de  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$  e observe.

#### 3.2 Caracterização do $\text{Cl}^-_{(\text{aq.})}$

- a)** Adicione 5 gotas da solução estoque do composto em um tubo de ensaio e acrescente 3 gotas de solução de  $\text{AgNO}_3$   $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ . Observe e anote o resultado. Despreze o sobrenadante e adicione ao resíduo 10

gotas de  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$ . Observe e anote o resultado;

**b)** Diminua o pH da solução do item anterior com  $\text{HNO}_3$  3 mol.L<sup>-1</sup>, verificando a acidez com papel tornassol. Observe e anote o resultado.

### 3.3 Caracterização de $\text{NH}_3$

**a)** Adicione 10 gotas da solução estoque do composto em um tubo de ensaio e aqueça cuidadosamente em banho-maria. Aproxime ao tubo de ensaio uma fita de papel tornassol umedecida com água destilada. Observe e anote o resultado;

**b)** Transfira um pouco do sólido em um tubo de ensaio e aqueça diretamente na chama do bico de bunsen. Aproxime ao tubo de ensaio uma fita de papel tornassol vermelho umedecido com água destilada. Observe e anote o resultado.

## Atividades

1. Escreva todas as equações que representam as reações transcorridas durante a aula prática:

- a)** obtenção do  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ;
- b)** decomposição do  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ;
- c)** caracterização do  $\text{Ni}^{+2}$ ;
- d)** caracterização do  $\text{Cl}^-$ ;
- e)** caracterização de  $\text{NH}_3$ .

2. Represente a fórmula estrutural do complexo  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ .

3. Considerando que o  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  utilizado na reação de obtenção



contivesse 10% de impurezas, qual a massa de  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  que poderia ser obtida?

4. Qual o rendimento do processo quando se obtém apenas 2 g do composto?

5. A separação dos cristais de  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  é feita por meio de filtração a vácuo. Qual ou quais as vantagens dessa filtração sobre a filtração comum?

6. Após a separação dos cristais do  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ , estes são lavados com álcool etílico e finalmente com éter. Pode-se substituir álcool etílico ou éter por água destilada? Explique.

7. Na obtenção do  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ , o procedimento sugere a utilização de cloreto de níquel(II) e  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{conc.})}$ . Os frascos disponíveis estavam rotulados: cloreto de níquel hexaidratado e hidróxido de amônio concentrado. Os conteúdos desses frascos servem para esta reação? Em caso afirmativo, escrever a equação correspondente.

## Referências bibliográficas

### Anotações


AYALA, J. D.; V. M. BELLIS. **Química inorgânica experimental**. 2003. Disponível em: <qui.ufmg.br/~ayala/matdidatico/apostila\_inorg\_exp.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, v. 2, 1994. 1268 p.

VOGEL, A. **Química analítica qualitativa**. 5. ed. Editora Mestre Jou: São Paulo, 1981.

# Anexo 01: lista de fórmulas

Nome	Fórmula
Ácido clorídrico	HCl
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Água oxigenada	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Amônia	NH <sub>3</sub>
Brometo de potássio	KBr
Carbonato de cálcio	CaCO <sub>3</sub>
Carbonato de sódio	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Cloreto de alumínio	AlCl <sub>3</sub>
Cloreto de amônio	NH <sub>4</sub> Cl
Cloreto de bário	BaCl <sub>2</sub>
Cloreto de cálcio	CaCl <sub>2</sub>
Cloreto de cálcio	CaCl <sub>2</sub>
Cloreto de cobalto(II)	CoCl <sub>2</sub>
Cloreto de estrôncio	SrCl <sub>2</sub>
Cloreto de ferro(III)	FeCl <sub>3</sub>
Cloreto de magnésio	MgCl <sub>2</sub>
Cloreto de mercúrio	HgCl <sub>2</sub>
Cloreto de níquel(II)	NiCl <sub>2</sub>
Constante de solubilidade	K <sub>ps</sub>
Hidróxido de amônio	NH <sub>4</sub> OH
Hidróxido de sódio	NaOH
Iodeto de potássio	KI
Magnésio	Mg
Nitrato de prata	AgNO <sub>3</sub>
Nitrito de sódio	NaNO <sub>2</sub>
Óxido de manganês(II)	MnO <sub>2</sub>
Permanganato de potássio	KMnO <sub>4</sub>
Sulfato de cobre(II)	CuSO <sub>4</sub>
Sulfato de magnésio	MgSO <sub>4</sub>
Sulfato de sódio	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

# Anexo 02: tabela periódica

**Tabela Periódica dos Elementos - Conselho Regional de Química IV Região**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 H 1,008 hidrogênio	2 He 4,003 hélio	3 Li 6,941 lítio	4 Be 9,012 berílio	5 B 10,811 boro	6 C 12,011 carbono	7 N 14,007 nitrogênio	8 O 15,999 oxigênio	9 F 18,998 flúor	10 Ne 20,180 neônio	11 Na 22,990 sódio	12 Mg 24,305 magnésio	13 Al 26,982 alumínio	14 Si 28,086 silício	15 P 30,974 fósforo	16 S 32,065 enxofre	17 Cl 35,453 cloro	18 Ar 39,948 argônio	19 K 39,098 potássio	20 Ca 40,078 cálcio	
21 Sc 44,956 escândio	22 Ti 47,883 titânio	23 V 50,942 vanádio	24 Cr 51,996 cromo	25 Mn 54,938 manganês	26 Fe 55,845 ferro	27 Co 58,933 cobalto	28 Ni 58,693 níquel	29 Cu 63,546 cúprico	30 Zn 65,38 zinco	31 Ga 69,723 gálio	32 Ge 72,630 germânio	33 As 74,922 arsênio	34 Se 78,96 selênio	35 Br 79,904 bromo	36 Kr 83,80 criptônio	37 Rb 85,468 rubídio	38 Sr 87,62 estrôncio	39 Y 88,906 itríbio	40 Zr 91,224 zircônio	
39 Sr 87,62 estrôncio	40 Y 88,906 itríbio	41 Rb 85,468 rubídio	42 Sr 87,62 estrôncio	43 Y 88,906 itríbio	44 Zr 91,224 zircônio	45 Nb 92,906 níquelio	46 Mo 95,94 molibdênio	47 Tc 98,906 tecnécio	48 Ru 101,07 ródio	49 Rh 102,905 ródio	50 Pd 106,42 paládio	51 Ag 107,868 prata	52 Cd 112,411 cádmio	53 In 114,818 índio	54 Sn 118,710 estanho	55 Sb 121,757 antimônio	56 Te 127,60 telúrio	57 I 126,905 iodo	58 Xe 131,29 xenônio	59 Ba 137,327 bário
59 Ba 137,327 bário	60 La 138,905 lânthanum	61 Ce 140,12 cério	62 Pr 140,908 praseodímio	63 Nd 144,24 néodímio	64 Pm 144,913 promécio	65 Sm 150,36 samário	66 Eu 151,964 europium	67 Gd 157,25 gadolínio	68 Tb 158,925 terbium	69 Dy 162,50 dissódio	70 Ho 164,930 holmium	71 Er 167,26 érbio	72 Tm 168,934 tímio	73 Yb 173,054 itérbio	74 Lu 174,967 lutécio	75 Hf 178,49 hafnium	76 Ta 180,948 tântalo	77 W 183,84 tungstênio	78 Re 186,207 rênio	79 Os 190,23 osmício
79 Os 190,23 osmício	80 Ir 192,22 irídio	81 Pt 195,084 platina	82 Au 196,967 ouro	83 Hg 200,59 mercúrio	84 Tl 204,387 talâmio	85 Pb 207,2 chumbo	86 Bi 208,980 bismuto	87 Po 209 polônio	88 At 210 astato	89 Fr 223 frâncio	90 Ra 226 rádio	91 Ac 227 actínio	92 Th 232,038 tório	93 Pa 231,036 protactínio	94 U 238,029 urânio	95 Np 237,048 néptunio	96 Pu 239,052 plutônio	97 Am 243,061 amérvio	98 Cm 247,070 curvium	99 Bk 247,070 berquélio
99 Bk 247,070 berquélio	100 Cf 251,083 califórnia	101 Es 252,083 érbio	102 Fm 257,10 fermímio	103 Md 258,10 mendelevium	104 Lv 260,10 livermório	105 Ts 261,10 tennessio	106 Og 269,10 ogânesm	107 Nh 278,10 nihônio	108 Fl 288,10 flúvium	109 Mc 289,10 moscóvio	110 Lv 293,10 livermório	111 Ts 294,10 tennessio	112 Og 294,10 ogânesm	113 Nh 294,10 nihônio	114 Fl 294,10 flúvium	115 Mc 294,10 moscóvio	116 Lv 294,10 livermório	117 Ts 294,10 tennessio	118 Og 294,10 ogânesm	

Lantanídeos

Actínios

Alcalinos

Alcalinoterrálicos

Metais alcalino-terrosos

Metais de transição

Metais pesados

Metais não ferrosos

Metais ferrosos

Semimetais

Metais nobres

Gases nobres



Conselho Regional de Química IV Região



International Year of CHEMISTRY 2011  
ANO INTERNACIONAL DE QUÍMICA 2011  
QUIMICA PARA UM MUNDO MELHOR

Baseada na Tabela Periódica IUPAC, atualizada em janeiro de 2011.



Esta obra foi composta pela fonte família Myriad Pro,  
corpo 12 e em papel *offset* 90 g.