



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**MANUAL DE LABORATÓRIO DA DISCIPLINA**  
**QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA**  
**(QUI – 0603)**

**NOME:**

**CURSO:**

**E-MAIL:**

**TELEFONE:**

**NATAL/RN**

# SUMÁRIO

Pág.

1 -	<b>Apresentação</b>	<b>3</b>
2 -	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
3 -	<b>Objetivos</b>	<b>5</b>
4 -	<b>Boas Práticas de Laboratório - BPL</b>	<b>5</b>
4.1 -	<b>Normas Gerais de Conduta em Laboratório Químico</b>	<b>5</b>
4.2 -	<b>Armazenamento de Produtos Químicos</b>	<b>6</b>
4.2.1 -	<b>A Forma Correta de Descartar Produtos Químicos</b>	<b>7</b>
4.3 -	<b>Símbolos de riscos</b>	<b>8</b>
4.4 -	<b>Tratamento de intoxicações e acidentes</b>	<b>8</b>
4.5	<b>Conduta no Laboratório de Química Analítica Fundamental - UFRN</b>	<b>12</b>
5 -	<b>Química Analítica</b>	<b>13</b>
5.1 -	<b>As Técnicas de Análise Qualitativa Semi-micro</b>	<b>14</b>
5.2 -	<b>Análise Sistemática de Cátions</b>	<b>18</b>
5.3 -	<b>Reagentes utilizados na identificação dos cátions e ânions</b>	<b>21</b>
5.4 -	<b>Materiais e vidrarias disponíveis na bancada por grupo</b>	<b>22</b>
5.5 -	<b>Materiais e vidrarias disponíveis no laboratório de Química Analítica Fundamental</b>	<b>23</b>
5.6 -	<b>Reagentes sólidos utilizados nas análises</b>	<b>23</b>
5.7 -	<b>Ficha de informação de segurança de produtos químicos – FISPQ</b>	<b>23</b>
6 -	<b>Roteiro dos Experimentos de Química Analítica Qualitativa</b>	<b>25</b>
	<b>Experimento 01: Ensaio de precipitação e solubilidade</b>	<b>26</b>
	<b>Experimento 02: Identificação dos cátions do Grupo I</b>	<b>33</b>
	<b>Experimento 03: Identificação dos cátions do Grupo II (Seção do cobre)</b>	<b>37</b>
	<b>Discussão teórica sobre a Identificação dos cátions do Grupo II - B (Seção do arsênio)</b>	<b>42</b>
	<b>Experimento 04: Identificação dos cátions do Grupo III – Hidróxidos básicos</b>	<b>46</b>
	<b>Experimento 05: Identificação dos cátions do Grupo III – Hidróxidos ácidos</b>	<b>51</b>
	<b>Experimento 06: Identificação dos cátions do Grupo IV</b>	<b>56</b>
	<b>Experimento 07: Identificação dos cátions do Grupo V</b>	<b>60</b>
	<b>Experimento 08: Testes de identificação de ânions</b>	<b>64</b>
	<b>Experimento 09: Análise Qualitativa por via seca (Teste de chama)</b>	<b>69</b>
	<b>Experimento 10: Hidrólise</b>	<b>73</b>
	<b>Experimento 11: Preparação e avaliação da influência da adição de ácido e base forte na solução tampão.</b>	<b>76</b>
7 -	<b>Bibliografia</b>	<b>80</b>
8 -	<b>Sites importantes</b>	<b>81</b>

## 1 – APRESENTAÇÃO

O presente manual é um reflexo da necessidade de elaborar um guia para ser utilizado na disciplina de Química Analítica Qualitativa e foi idealizado com a proposta de permitir inicialmente uma discussão sobre segurança de laboratório, por meio de uma breve introdução sobre Boas Práticas de Laboratório – BPL, principalmente na questão sobre “**Segurança em Laboratório**” e em um segundo momento trabalhar o conteúdo programático das aulas práticas da referida disciplina que envolve análise por via seca e via úmida e mais especificamente as análises de ânions e cátions.

## 2 – INTRODUÇÃO

Os laboratórios constituem setores de grande importância nas instituições de ensino, de pesquisa e nas indústrias, não importando a natureza das análises neles realizadas. Os laboratórios oferecem grande variedade de riscos nas áreas de segurança e medicina do trabalho, pela presença de substâncias neles manuseadas e tipos de equipamentos operados que podem implicar numa série imensa de acidentes do tipo intoxicações, envenenamentos, queimaduras térmicas e químicas, contaminações por agentes biológicos, incêndios e explosões dentre outras.

Estes acidentes podem ser controlados pelo uso de equipamentos de proteção coletiva e Individual e pelo planejamento e projeto adequados dos laboratórios. Contudo, um dos riscos mais difíceis de controlar, é o causado pelos usuários que muitas vezes se recusam a aceitar as normas de segurança por desconhecimento ou por julgarem que isso impediria sua liberdade de trabalho, independentemente da seriedade das conseqüências advindas destes atos.

A norma de referência para implantação de sistema de garantia da qualidade em laboratórios são as **BPL – Boas Práticas de Laboratório**. É importante que todos os laboratórios desenvolvam um **MANUAL ou CARTILHA** sobre Boas Práticas para Laboratório - BPL com o objetivo de oferecer informações sobre a segurança em laboratórios, abrangendo os itens desde instalação, prevenção e algumas ações em situações de emergência até uma relação de atitudes pessoais desejadas por parte dos professores, funcionários, monitores e alunos envolvidos em trabalhos de laboratório.

Os fatores mais importantes na prevenção de acidentes de laboratório é o conhecimento de riscos, o planejamento do trabalho e de como este deve ser realmente executado. Esses fatores, aliados ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e equipamentos de proteção coletiva (EPC) têm peso importante na prevenção dos acidentes. A efetiva comunicação entre professores, funcionários, monitores e alunos é necessária para promover condições de trabalho seguras e saudáveis. Os riscos de acidentes associados ao trabalho em laboratório dependem na imensa maioria dos casos, de atitudes pessoais e ações individuais do pessoal que trabalha em laboratório.

***“É da responsabilidade de cada um zelar pela própria segurança, assim, como pela segurança dos colegas e de todas as pessoas com as quais possa entrar em contato.”***

### **3 – OBJETIVOS**

O presente manual do laboratório de Química Analítica Qualitativa, tem por objetivo introduzir questões sobre a segurança em laboratório e auxiliar os alunos nas aulas experimentais da disciplina, envolvendo práticas analíticas qualitativas pelos métodos de via seca e via úmida, especificamente nas análises dos ânions e cátions.

### **4 - BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO - BPL**

#### **4.1 - NORMAS GERAIS DE CONDUTA EM LABORATÓRIO QUÍMICO**

Existe sempre perigo, em potencial, no laboratório químico e, infelizmente, as vezes ocorrem acidentes. Eles podem, entretanto, ser evitados se as regras de segurança forem observadas. Avalie sempre o problema da segurança antes de realizar qualquer experimento e tome todas as precauções necessárias. Os seguintes pontos devem ser considerados.

- Diversos produtos são tóxicos e, portanto, não devem ser ingeridos. Recomenda-se não fumar, bem como manter as mãos sempre bem lavadas;
- Alguns reagentes químicos são corrosivos. Muito cuidado ao manusear os ácidos e álcalis concentrados. Lave imediatamente, com bastante água, qualquer respingo de ácido ou base forte sobre a pele;
- As roupas são convenientemente protegidas pelo uso de jaleco;
- Reagentes que desprendem vapores irritantes e nocivos só devem ser manipulados na capela;
- Não se deve pipetar com a boca, utilize um pipetador que é mais apropriado para isso;
- Nenhum frasco de reagente deve permanecer aberto por um intervalo de tempo mais longo do que o necessário;
- Não coloque tampa de frasco de reagente em cima de bancada suja e esteja atento para não fechar um frasco com a tampa de um outro reagente;
- Uma vez retirado, não retorne reagente para o frasco original a não ser durante a pesagem, para evitar contaminação;
- Pipetas não devem ser introduzidas diretamente em frasco de reagente líquido concentrado (ácido, hidróxido de amônio, solventes orgânicos, etc.).
- Os olhos devem sempre estar protegidos durante o trabalho de laboratório. Todos devem usar óculos especiais de segurança, pois constituem proteção indispensável para olhos contra respingos e explosões, uma vez que os óculos normais geralmente não são feitos com lentes apropriadas.

- Não se locomova desnecessariamente no laboratório e não tente executar experimentos não autorizados.
- Não corra no laboratório e nem faça movimentos bruscos. Todos os movimentos devem ser feitos com atenção;
- Não se alimente no laboratório nem use o equipamento do laboratório para guardar comidas ou bebidas. Não deixe que produtos químicos ou vidraria do laboratório entre em contato com sua boca ou face.
- Lembre-se de que muitos produtos químicos são corrosivos ou tóxicos mesmo em solução diluída. Não deixe que produtos químicos entrem contato com sua pele, mesmo que eles sejam sólidos. Se isto acontecer, lave a pele contaminada com grandes quantidades de água. Remova imediatamente qualquer peça de roupa que for contaminada por substâncias corrosivas. Segurança e proteção são mais importantes do que sua aparência física.
- Use sapatos e roupas apropriadas para o laboratório e prenda os cabelos para evitar que eles fiquem presos em peças móveis de equipamentos ou mergulhem em frascos contendo soluções.
- **ATENÇÃO: “Só é permitida a entrada do aluno no laboratório com o uso de JALECO, LUVAS E ÓCULOS DE PROTEÇÃO.**
- Use uma boa capela, com exaustão apropriada, sempre que estiver manuseando substâncias tóxicas.
- Familiarize-se com a localização dos equipamentos de segurança e com os procedimentos de segurança do laboratório.

## 4.2 - ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Substâncias químicas são específicas quanto ao armazenamento.

- a) **Ácidos e bases:** Se forem armazenados no mesmo armário, os ácidos de gases voláteis reagem para formar filmes de pó nas superfícies – especialmente se uma das bases é amônia. Por exemplo, se guardar amônia e ácido nítrico no mesmo armário, um pó de nitrato de amônio se espalhará por tudo que estiver lá dentro. O nitrato de amônio é altamente explosivo quando misturado a inflamáveis ou substâncias de fácil oxidação.
- b) **Combustíveis e oxidantes:** Considere que a maioria dos líquidos orgânicos e sólidos, são possíveis combustíveis para um incêndio. Armazene os orgânicos longe dos gases oxidantes (halogênio, gás oxigênio), dos líquidos oxidantes (soluções de peróxido de hidrogênio, peróxidos orgânicos, ácidos nítrico e sulfúrico) e dos oxidantes sólidos (nitrato, perclorato, sais metálicos de transição, permanganatos, molibdatos, tungstatos, e cromatos são alguns dos exemplos).
- c) **Materiais sensíveis à água abaixo/perto das pias:** Garrafas de metais alcalinos não podem ser guardados debaixo de pias. Materiais sensíveis à água devem ser mantidos

em lugares frescos e secos ou em dessecadores com uma boa tampa de lacre para impedir que se estraguem.

- d) Materiais sensíveis a abalos – luz ou temperatura:** Azídeo de sódio – um preservador comum em alguns tampões. É sensível a todos os três. Azídeo de sódio é/foi o ingrediente ativo nos air bags de emergência dos carros – portanto o potencial para uma explosão está certamente presente. Guarde tais reagentes e outros materiais sensíveis à temperatura, luz, e abalos em lugares frescos, secos e escuros.

#### **4.2.1 - A FORMA CORRETA DE DESCARTAR PRODUTOS QUÍMICOS**

**a) Não jogue pelo ralo o que não deseja no ambiente.** (por exemplo, clorofórmio), e certos sais metálicos são substâncias que não devem ser introduzidos ao meio ambiente.

**b) Cacos de vidro e objetos cortantes devem ser descartados num recipiente apropriado.**

**c) Não misture lixo residual**

**d) Descarte o lixo nos recipientes apropriados.** Existem contêineres específicos para lixos residuais específicos. Por exemplo, fluoreto de sódio (NaF) e ácido fluorídrico (HF), não devem ser descartados em recipientes de vidro, são altamente corrosíveis ao vidro e vão decompô-los, deixando uma grande sujeira.

- Guarde ácidos e bases bem longe um do outro;
- Mantenha os orgânicos longe de gases oxidantes, de líquidos e de sólidos;
- Guarde materiais sensíveis à água em locais frescos e secos, ou em dessecadores;
- Mantenha materiais sensíveis ao abalo, luz ou temperatura em locais frescos, secos e escuros;
- Não jogue no ralo nada que não queira no meio ambiente;
- Use os recipientes apropriados para descartar cacos de vidro e objetos cortantes;
- Use os contêineres apropriados: Alguns resíduos químicos corroem vidros ou plásticos;
- Não misture lixo residual;
- Faça um inventário de seus produtos químicos e materiais e coloque-os numa planilha.

**MANTENHA esse hábito!**

A seguir são apresentados alguns símbolos de risco.

### 4.3 - SÍMBOLOS DE RISCO

 Corrosivo	 Altamente explosivo	 Facilmente inflamável	 Perigoso para o meio ambiente
 Comburente	 Tóxico	 Irritante e nocivo	 Risco Biológico
 Radiação Ionizante	 Radiação Não-Ionizante	 Alta-tensão	 Atenção

### 4.4 - TRATAMENTO DE INTOXICAÇÕES E ACIDENTES

Etapas básicas utilizadas no atendimento de urgência de um paciente com intoxicação aguda.

- ✓ Diagnosticar e corrigir qualquer manifestação que represente risco de vida
- ✓ Diminuir a exposição do organismo ao tóxico;
- ✓ Aumentar a excreção do tóxico já absorvido;
- ✓ Administrar antídotos e antagonistas;
- ✓ Realizar tratamento sintomático e de manutenção.

#### a) Ingestão de Produtos

A fim de diminuir o tempo de ação do composto ingerido, são utilizados dois métodos de esvaziamento gástrico:

- **Provocação de vômitos:** tem a vantagem de poder ser realizado no próprio local do acidente. Em geral, utiliza-se a excitação da parte posterior da faringe com o auxílio do dedo ou outro objeto. Embora contestado, é prático e fácil. Ou, então, utiliza-se eméticos, como o xarope de ipeca a 7% ou a apomorfina, que é um agente rápido.

- **2) Lavagem gástrica:** Devido aos riscos, este processo só deve ser empregado em hospitais ou por pessoas que dominem a técnica.

Em geral, é utilizada a água como líquido de lavagem, mas é possível usar substâncias especiais, como:

- a) solução de  $\text{NaHCO}_3$  a 5%: intoxicações por sais de ferro (formação de  $\text{FeCO}_3$ );
- b) solução de amido a 10% (ou diluição de maisena em água a 8%): ingestão de iodo;
- c) soluções de lactato, gluconato ou  $\text{CaCl}_2$ : intoxicação por  $\text{F}^-$  ou oxalatos (formação de fluoreto ou oxalato de cálcio);
- d) solução de  $\text{KMnO}_4$ : intoxicação por alcalóides;
- e) solução de  $\text{MgSO}_4$  a 2%: intoxicação por sais de bário (precipitação na forma de  $\text{BaSO}_4$ );
- f) soro fisiológico: intoxicação por  $\text{AgNO}_3$  (precipita na forma de  $\text{AgCl}$ , branco);
- g) óleos vegetais: ingestão de cáusticos, fenóis e derivados.

**Observação:**

No caso de ingestão de substâncias corrosivas, cáusticas ou convulsivas ou de querosene, **o vômito é contra-indicado**. Neste caso, deve-se procurar a neutralização:

- ✓ Cáusticos: vinagre 1:1, sucos de limão ou laranja (ou cítricos em geral);
- ✓ Ácidos: diluir com água lentamente e usar neutralizantes leves com água de magnésia ou água de cal, administrando, após isso, demulientes, como água albuminosa.
- ✓ Não devem ser utilizados carbonatos ou bicarbonatos, devido à formação de gás.

**b) Inalação de compostos**

A pessoa deve ser:

- ✓ Removida do ambiente contaminado;
- ✓ Encaminhada ao hospital, já que os problemas respiratórios costumam ser sérios.

⇒ **Produto tóxico ou corrosivo em contato com a pele**

- ✓ Lavar a área atingida com muita água;
- ✓ Retirar a roupa do acidentado, se esta também foi atingida, enquanto a água é jogada por baixo da roupa.
- ✓ A neutralização química enérgica deve ser evitada devido à liberação de calor

⇒ **Produto tóxico ou corrosivo em contato com os olhos**

- ✓ Realizar a lavagem imediata dos olhos com água corrente a baixa pressão, durante dez minutos, com as pálpebras abertas;
- ✓ Encaminhamento ao serviço de atendimento médico.
- ✓ A neutralização química deve ser evitada.

### **INCÊNDIOS**

⇒ **Classificação dos Incêndios - Para facilitar a seleção dos métodos para combater cada tipo de incêndio, vamos dividi-los em quatro classes distintas: A, B, C e D.**

- **Classe A – São os incêndios que ocorrem em combustíveis comuns, deixam resíduos como brasas e cinzas. Necessitam para sua extinção do efeito do resfriamento, a fim de reduzir a temperatura do material. Exemplo: madeira, papel, tecido, fibras, etc.**
- **Classe B – São os incêndios em líquidos inflamáveis. Quando queimam não deixam brasa, queimam unicamente em razão da superfície. Exigem para sua extinção o método do abafamento.**
- **Classe C – São os incêndios em equipamentos elétricos com energia. Exigem para sua extinção um meio extintor que não conduza corrente elétrica.**
- **Classe D – São incêndios em metais pirofóricos, como magnésio e pó de alumínio. Exigem para sua extinção um meio que não entre em reação como produto em combustão.**

⇒ **Agentes Extintores**

Entende-se por agentes extintores certas substâncias químicas (sólidas, líquidas, gasosas) ou outros materiais que são utilizados na extinção de um incêndio, seja abafando, resfriando, acumulando esses dois processos ou, ainda, agindo na reação química. Os agentes extintores devem ser aplicados conforme a categoria do incêndio, pois em alguns casos poderão ocorrer sérias conseqüências se forem empregados erradamente:

**Os principais agentes extintores são:**

- ✓ **Água;**
- ✓ **Areia seca;**
- ✓ **Gases inertes – CO<sub>2</sub>, nitrogênio, hélio;**
- ✓ **Líquidos voláteis, tetracloreto de carbono;**
- ✓ **Espuma;**
- ✓ **Pós químicos;**
- ✓ **Líquidos umectantes e vapor.**

⇒ **Extintores de Incêndio** - São aparelhos, portáteis ou não, que servem para extinguir os princípios de incêndios. O ideal é apagar o incêndio no princípio, uma vez que depois de poucos minutos este já está fora de controle e apaga quando termina o combustível.

⇒ **Extintores de Incêndio**



- **Extintores de água** – São aparelhos destinados a extinguir pequenos focos da classe A. Seu agente extintor é a água, não devendo ser usados em aparelhos elétricos energizados. Apaga o fogo pelo processo de resfriamento.
- **Extintores de espuma** – São aparelhos destinados a extinguir pequenos focos da classe A e B. Seu agente extintor é a espuma química, gerada pela reação entre as soluções de bicarbonato de sódio e sulfato de alumínio, que é expelida pela pressão do dióxido de carbono. A espuma química não deverá ser usada em equipamentos elétricos energizados. Quando aplicado em recipientes líquidos inflamáveis, o jato deve ser dirigido contra uma parte que sirva de anteparo.
- **Extintor de pó químico seco** – São aparelhos destinados para extinguir focos de classes B, C e D. O agente pode ser o dióxido de carbono ou de nitrogênio. Apaga o fogo pelo processo de abafamento.
- **Extintor de gás carbônico** – São aparelhos destinados a extinguir pequenos focos de incêndio das classes B e C. Seu extintor é o dióxido de carbono, contido em um cilindro em estado líquido sob pressão de 50 a 60 Kgf/cm<sup>3</sup>. Quando acionado, o CO<sub>2</sub> se expande formando uma nuvem que abafa e resfria. Devido a sua capacidade não condutora, o CO<sub>2</sub> é muito indicado para cobertura de riscos onde existam equipamentos elétricos.

#### 4.5 - CONDUTA NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA FUNDAMENTAL - UFRN

a) **Não chegar atrasado no horário das aulas;**

b) Ler com atenção cada experimento na apostila antes de iniciá-lo;

c) **Cada aluno deve usar, obrigatoriamente, um jaleco.** Não será permitida a permanência no laboratório ou a execução de experimentos sem o mesmo. O Jaleco deverá ser de brim ou algodão e, nunca de tergal, nylon ou outra fibra sintética inflamável;

d) Utilizar calça comprida durante as aulas práticas;

e) **Ler com atenção os rótulos dos frascos de reagentes e solventes que utilizar;**

f) Realizar as aulas experimentais com bastante atenção;

g) Comprar luvas descartáveis, óculos de segurança e máscara para usar sempre que possível;

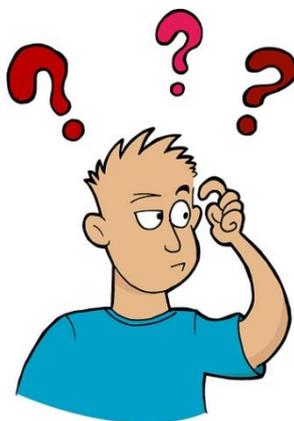
h) Descartar os resíduos dos sais tóxicos (alumínio, antimônio, arsênio, bário, bismuto, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, estanho, manganês, mercúrio, níquel, prata e zinco) nos frascos apropriados colocados sobre a bancada;

i) Assumir uma postura responsável e profissional, evitando brincadeiras no laboratório;

j) **Segurar firmemente os frascos de reagentes (ácidos, bases, etc) disponibilizados na capela antes de abrir a tampa;**

l) Cada equipe deve, no final de cada aula, lavar o material de vidro utilizado e limpar a bancada. Enfim, manter o laboratório **LIMPO**;

m) **Ter cuidado no manuseio das vidrarias e fazer a reposição quando quebrá-las.**



**AVISO: NÃO HAVERÁ REPOSIÇÃO DE AULAS PRÁTICAS**

## 5 – QUÍMICA ANALÍTICA

A Química Analítica consiste de duas grandes divisões: **análise qualitativa e análise quantitativa**. Os procedimentos de laboratório da Química Analítica Qualitativa permitem identificar os constituintes presentes em uma substância ao passo que na Química Analítica Quantitativa determinam-se as quantidades dos componentes presentes em uma determinada amostra material.

As reações químicas da análise qualitativa são efetuadas, geralmente, em solução aquosa de natureza invariavelmente iônica. Conseqüentemente, se uma substância como nitrato de prata é sujeita a uma análise qualitativa, os ensaios analíticos identificaram o cátion prata e o ânion nitrato.

Métodos instrumentais cromatográficos e espectroscópicos vêm substituindo, há muito tempo, os processos clássicos de análise qualitativa. No entanto, o conhecimento de Química Analítica Qualitativa é um importante instrumento didático para reforçar, não só os conteúdos de Química Inorgânica, mas também as importantes técnicas de laboratório, de maneira a desenvolver um maior grau de confiança do estudante neste tipo de atividade.

A análise qualitativa experimental inclui os processos de laboratório necessários para a identificação dos componentes de sistemas materiais por métodos sistemáticos. Várias técnicas são empregadas na análise qualitativa. Frequentemente, a escolha por uma técnica ou um método depende do tamanho da amostra a ser analisada. A relação entre os métodos de análise e o tamanho das amostras são indicados no quadro a seguir:

RELAÇÃO ENTRE MÉTODOS E TAMANHO DAS AMOSTRAS	
<b>Macroanálise</b>	Amostras relativamente grandes são utilizadas com massas de soluto maiores que 100 mg e volumes maiores que 5 mL
<b>Semimicroanálise</b>	Corresponde a amostras relativamente pequenas, situando-se entre a macro e a microanálise. As amostras situam-se no intervalo de porção de 10 mg a 100 mg e o volume das soluções entre gotas a 5 mL.
<b>Microanálise</b>	É o oposto da macroanálise. Utilizam-se gotas de solução contendo frações de material a ser analisado na faixa de 1 a 10 mg. Geralmente as reações são efetuadas em lâminas de vidro e observadas ao microscópio.
<b>Ultramicroanálise</b>	A escala de trabalho é muito pequena utilizando-se massas de amostras inferiores a 1 mg e volumes de soluções da ordem de microlitros, $\mu\text{L}$ .

A Química Analítica Qualitativa pode ser dividida em Análise Qualitativa por Via seca, como por exemplo, o teste de chama e Análise Qualitativa por via úmida. A seguir serão discutidas as principais técnicas de análise qualitativa semimicro por via úmida.

## 5.1 - AS TÉCNICAS DE ANÁLISE QUALITATIVA SEMIMICRO

### a) Amostragem

É essencial que a amostra tirada de uma grande quantidade de material para análise, seja representativa, isto é, deve conter todos os constituintes presentes no material. No caso de uma solução, é necessário apenas que seja perfeitamente misturada antes de retirar a amostra. Se ele contém matéria em suspensão, agite vigorosamente e retire a amostra rapidamente antes que os sólidos tenham tempo de decantar. Materiais sólidos podem não ser homogêneos. Mesmo depois de terem sido eles cuidadosamente misturados, a separação dos constituintes pode ocorrer depois que a mistura for guardada caso os mesmos diferirem consideravelmente em densidade. Examine o material com auxílio de uma lente para evidenciar a homogeneização e nesse caso misture completamente antes de separar uma amostra.

### b) Dissolução da Amostra

Aqui, são consideradas apenas as situações mais simples que possuem as amostras desconhecidas. O solvente mais desejável é água. Teste a solubilidade de uma pequena quantidade (**menos que 20 mg**) em água. Se a amostra não se dissolve rapidamente à temperatura ambiente depois de agitação adequada, experimente aquecer por vários minutos em banho-maria. Adicione mais água se as primeiras gotas parecerem dissolver um pouco, mas não toda a amostra. Se permanece um resíduo insolúvel na água, teste sua solubilidade em ácido nítrico ou clorídrico 6 mol/L. Conceda bastante tempo para que a solução se faça. Alguns sais se hidrolisam extensivamente em água formando precipitados. Muitas vezes é mais fácil dissolvê-los diretamente em ácido do que tentar dissolver o precipitado que se forma por hidrólise. Ácidos concentrados e água régia (**3:1 HCl:HNO<sub>3</sub>**) podem algumas vezes serem usados com vantagem, mas devem ser evitados, se possível pois o excesso de ácido teria de ser neutralizado ou removido por evaporação. Alguns sais são notadamente insolúveis em ácidos concentrados.

### c) Medidas de Quantidade

As quantidades de soluções são medidas em gotas ou mililitros. Uma gota padrão corresponde a **0,05 mL**; desse modo 20 gotas correspondem a um mililitro (mL). Na maioria das vezes é suficiente supor que os conta-gotas usados liberam gotas desse tamanho. O

volume de uma gota vai variar não apenas com as dimensões do conta-gotas usados, mas com o reagente. Praticamente ignoramos tais variações. Quando se requer uma medida mais precisa de volume, usa-se pipetas capilares calibradas.

As quantidades de sólidos são convenientemente medidas, com uma balança analítica de sensibilidade de **10 mg (0,01 g ou 0,1 cg)** é satisfatória para a maioria do trabalho. Pese por diferença; primeiro o tubo de ensaio e pese-o depois contendo a amostra. Quando a medida exata de uma quantidade não é importante, pode-se usar uma espátula.

#### **d) Adição de Reagentes**

É imperativo que os reagentes sejam preservados contra contaminação. Conta-gotas de frascos de reagentes devem ser mantidos acima dos tubos ou outros recipientes e não é permitido tocá-los.

Algumas vezes, particularmente na neutralização, é desejável adicionar menos de uma gota de reagente. Comprima levemente o bulbo do conta-gotas e remova com um bastão limpo a fração de uma gota que emerge primeiro da extremidade do conta-gotas, mergulhe então o bastão na solução.

#### **e) Mistura**

Devido às bocas estreitas dos tubos de ensaio, esta é uma das mais críticas e difíceis operações da análise semimicro. Uma das primeiras regras da análise é misturar perfeitamente antes de tirar qualquer conclusão. Misturar por agitação do tubo, fechando sua extremidade com o dedo ou com uma rolha, muito provavelmente ocorrerá contaminação da solução. As técnicas seguintes são mais recomendadas.

- Se a solução não enche mais da metade do tubo de ensaio pode ser misturada segurando-se firmemente o topo do tubo de ensaio entre o polegar e o indicador de uma mão e dando piparotes no fundo do tubo com o indicador da outra mão.
- Se o tubo de ensaio contém mais de 50% de sua capacidade de solução, o melhor é misturar entornando os conteúdos de um tubo para outro ou de um tubo para o cadinho de porcelana ou micro-béquer.
- A mistura pode também ser feita eficientemente sugando-se uma porção da solução com a pipeta e expelindo-a no fundo do tubo. Repita pelo menos duas vezes.
- A agitação pode ser feita com bastão de vidro em movimentos circulares para cima e para baixo. Esta é a menos eficiente das quatro técnicas. Os bastões de vidro são mais úteis para teste com papel de pH ou desagregação do precipitado do que para agitações.

#### f) **Aquecimento de Soluções**

As soluções em caçarolas podem ser aquecidas diretamente sobre a chama ou chapas de aquecimento. Isto não é satisfatório para soluções contidas em tubos de ensaio por causa da tendência em formar bolhas de vapor no fundo e expelir a solução à medida que esta aumenta e se expande. Aqueça sempre essas soluções em tubos mergulhando-as em banho-maria. Um banho simples pode ser feito utilizando um béquer de 250 mL.

#### g) **Evaporação de Soluções**

Os recipientes mais adequados para evaporação de vários mililitros de uma solução são os cadinhos de porcelana. Micro cadinhos também podem ser usados para evaporação de algumas gotas. Béqueres pequenos (5 ou 10 mL) também podem ser usados para evaporação mas não devem ser aquecidos diretamente sobre a chama.

Evaporações devem ser conduzidas de modo a que o material não se perca por projeções. Usualmente não é desejável superaquecer um resíduo por evaporação completa. Pois ele é muitas vezes volátil ou muda para uma forma menos solúvel. As técnicas seguintes lhe ajudarão a evitar essas dificuldades.

- Durante a evaporação nos cadinhos mantenha os ingredientes agitados por uma agitação circular; o centro do material seca primeiro. Conserve-o úmido o mais possível através da agitação descrita. Antes de atingir a completa secura, retire a caçarola da chapa e deixe o calor do próprio recipiente completar a evaporação, isso evitará o superaquecimento.

#### h) **Centrifugação**

Para a separação de quantidade pequena, a centrifugação é muito mais rápida do que a filtração. Uma centrífuga submete um objeto à uma força excessivamente maior que a gravidade. Se “d” é a distância do eixo de rotação para o precipitado, a força atuante sobre este é proporcional a “d” multiplicado pelo quadrado da velocidade da rotação. Quando “d” é 11 cm e a velocidade de rotação é de 1650 rpm, a força é cerca de 330 vezes maior que a gravidade. O precipitado decantará 330 vezes mais rápido na centrífuga do que se o tubo fosse colocado na estante.

Os pontos seguintes devem ser observados no uso de centrífuga:

- O cabeçote deve ser cuidadosamente equilibrado. Equilibre o tubo contendo a amostra com outro tubo contendo igual volume de água e ponha-os em posições opostas no cabeçote. Uma centrífuga desequilibrada vibra e se desloca sobre a base. Isto pode quebrá-la e acidentar o operador. Centrifugue apenas alguns minutos, 1 ou 2 a uma velocidade 2. Não é necessário utilizar a velocidade máxima de uso da centrífuga. Compartilhe o uso da centrífuga com outros. **NÃO MONOPOLIZE!!!**

- Tubos de ensaio são satisfatórios para a maioria das centrifugações e são preferencialmente usados porque as soluções são facilmente misturadas em tubo de fundo maior.
- Algumas centrífugas podem ser freadas com a mão ou com um dispositivo mecânico, porém, isso não é aconselhável, pois se for feito muito abruptamente o precipitado pode redispersar no tubo.

#### **h) Separação da solução sobrenadante de um precipitado**

A solução clara obtida pela centrifugação pode ser simplesmente separada do precipitado, entornando-a.

Alguns precipitados aderem às paredes do tubo e não decantam. Não há inconveniente desde que ele permaneça nas paredes durante a retirada da amostra. Outros são leves e flutuam mesmo após a centrifugação.

Uma separação mais completa, mesmo quando o precipitado não se agrega firmemente, é obtida succionando o sobrenadante com a pipeta.

#### **i) Lavagem de precipitado**

Mesmo após a remoção do líquido sobrenadante, todos os precipitados conterão ainda uma pequena quantidade da solução. O precipitado pode também absorver íons da solução em sua superfície. Para remover esses íons e melhorar a pureza de precipitado, ele é lavado. O líquido de lavagem é usualmente água, mas algumas vezes é vantajoso lava-lo com uma solução muito diluída do reagente usado para precipitação. Os cloretos do 1º grupo de cátions, por exemplo, são lavados com ácido clorídrico muito diluído, porque sua solubilidade é mais baixa na presença do íon cloreto. A lavagem é efetuada adicionando-se o líquido ao precipitado e utilizando um bastão de vidro para desagregar o precipitado e dispersá-lo no líquido. Após a centrifugação o líquido de lavagem pode ser adicionado à primeira solução se contiver quantidade apreciável de íons, ou pode ser abandonado.

#### **j) Transferência de precipitado**

Algunas vezes é necessário transferir um precipitado de um tubo para outro. Para isso, adicione água a um precipitado, disperse-o na água com o auxílio de um bastão de vidro e entorne-o rapidamente para outro tubo e centrifugue novamente desprezando a água.

### k) Teste de Acidez

Papéis indicadores são os mais indicados pra esse propósito. Há várias espécies, variando desde o clássico papel de pH até papéis de larga faixa. Os últimos são impregnados com uma mistura de indicadores e mostram uma sucessão de variações de cor, numa larga faixa de valores de pH. Os indicadores podem, em geral ser adicionados diretamente à solução, mas isso não é em geral feito, porque eles permanecem com freqüência adsorvidos a superfície do precipitado mascarando as cores dos mesmos. Para usar o papel indicador, mergulhe um bastão na solução a ser testada, retire-o cuidadosamente e toque com o ele o papel. Ao retirar o bastão evite tocar as paredes do tubo. Frequentemente, por mistura inadequada as paredes superiores do tubo podem estar molhadas com ácido ou base. Se o bastão as toca, obtém-se um teste falso. A maioria dos erros cometidos por iniciantes nesse teste poderia ser evitado fazendo-se uma mistura perfeita. Não mergulhe o papel de filtro na solução, este absorve a solução, desvantagem séria quando há poucas gotas, e contamina a solução com indicador e fibras provenientes do papel.

## 5.2 – ANÁLISE SISTEMÁTICA DE CÁTIONS

A análise sistemática de cátions por via úmida consiste em desmembrar uma amostra original ou complexa de cátions em grupos e subgrupos de componentes, seguindo uma ordem lógica de utilização de reagentes coletores de grupos.

A divisão da amostra original em grupos e subgrupos de componentes só é possível a partir da afinidade de um grupo de componentes com um reagente coletor, normalmente um agente precipitante. O grupo ou subgrupo coletado pode ter seus componentes separados, por meio de reações químicas convenientes, até que se consiga isolar o componente individual, cuja presença é evidenciada por uma dada reação química. Essa reação química pode denunciar a presença do componente individual pelo aparecimento de uma cor bem definida ou pela formação de um precipitado de aparência bem evidenciada. Esse é o objetivo da análise sistemática.

Para fins de análise qualitativa sistemática, os cátions são classificados em cinco grupos, tomando-se por base sua peculiaridade a determinados reagentes. Pelo emprego sistemático desses assim chamados reagentes de grupo (que são específicos para cada grupo), podemos tirar conclusões sobre a presença ou ausência de grupos de cátions e também separar tais conjuntos para uma posterior análise. A classificação baseia-se no modo como os cátions reagem aos reagentes específicos pela formação ou não de precipitados. Por isso, pode-se dizer que a **classificação dos íons mais comuns é baseada nas diferenças de solubilidade de seus cloretos, sulfetos e carbonatos**. Os cinco grupos estão listados na Figura 1.

Na Figura 2 é mostrado um exemplo de Análise Sistemática dos Cátions indicando o processo de separação dos grupos.

**Figura 1: Classificação Sistemática dos Cátions**

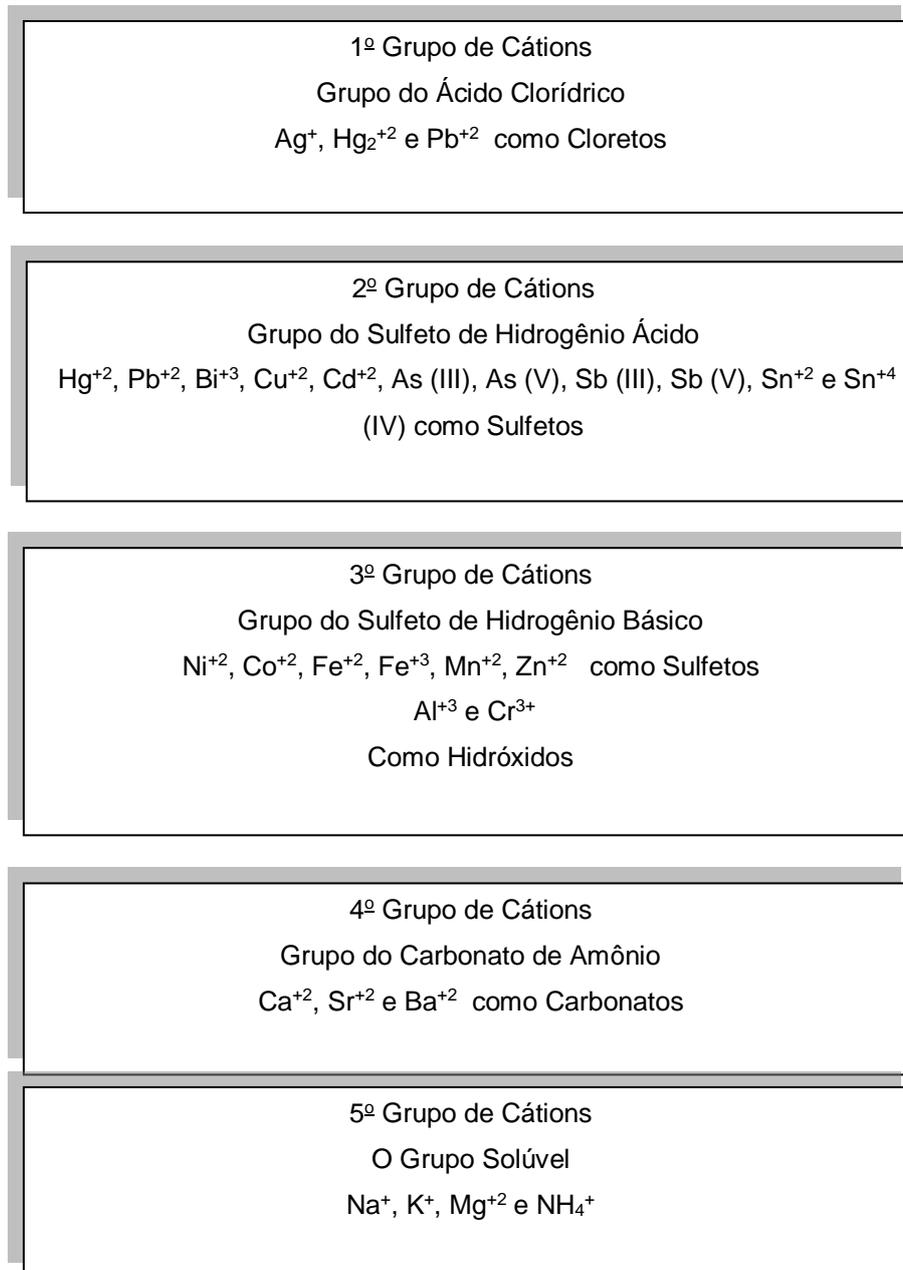
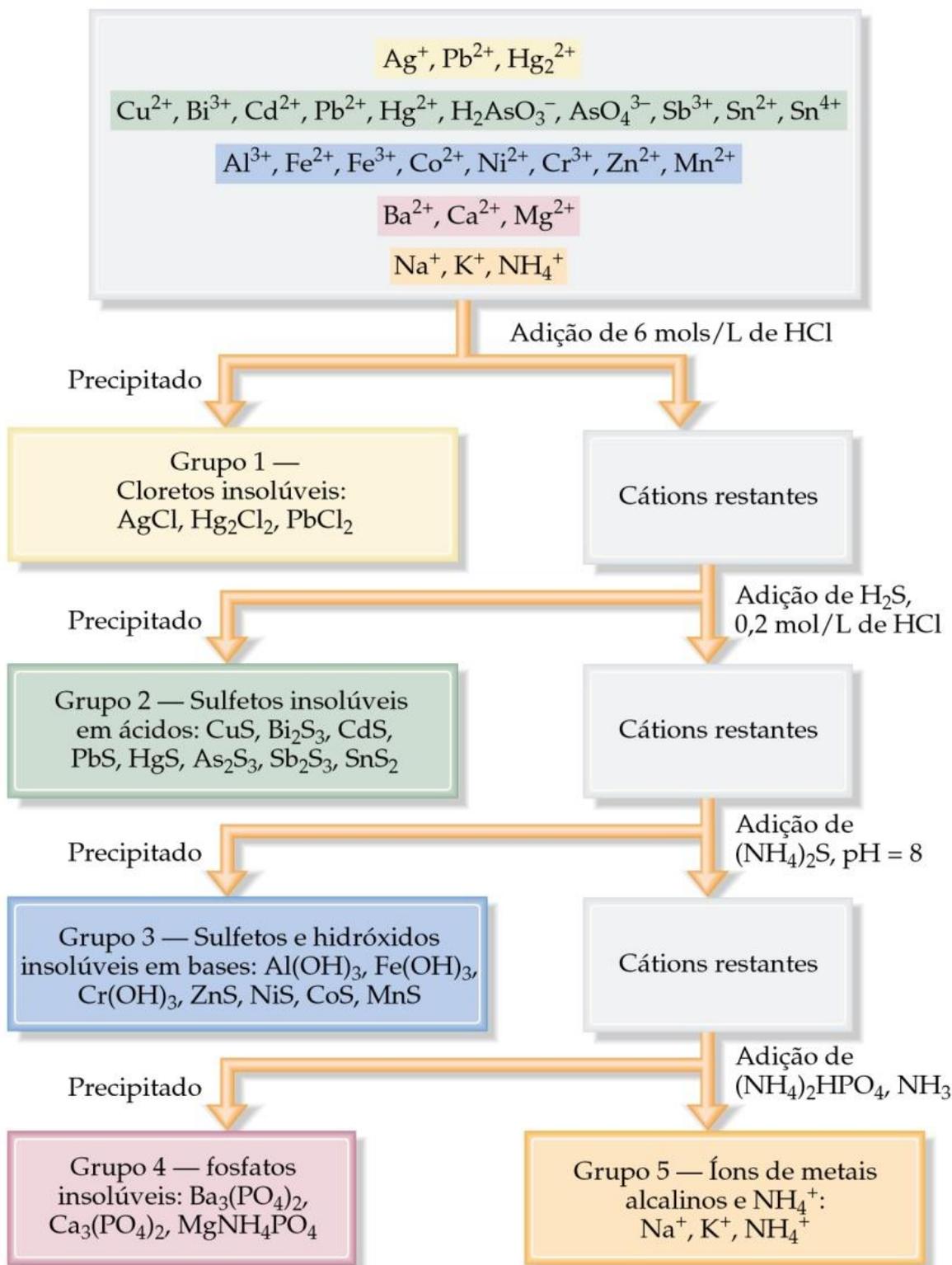


Figura 2: Exemplo de Análise Sistemática de cátions



No item 5.3 estão relacionados todos os reagentes utilizados na identificação de alguns cátions e ânions.

### 5. 3 - REAGENTES UTILIZADOS NA IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIOS E ÂNIOS.

Amostra	Fórmula química	Reagente	Concentração
1)	AgNO <sub>3</sub>	Nitrato de prata	0,1 mol/L
2)	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Nitrato de chumbo	0,2 mol/L
3)	HCl	Ácido clorídrico	3 mol/L
4)	CH <sub>3</sub> COOH	Ácido acético	6 mol/L
5)	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Cromato de potássio	0,5 mol/L
<b>6)</b>	<b>NH<sub>4</sub>OH concentrado (capela)</b>	<b>Hidróxido de amônio</b>	<b>15 mol/L</b>
7)	HNO <sub>3</sub>	Ácido nítrico	6 mol/L
8)	HgCl <sub>2</sub>	Cloreto de mercúrio II	0,05 mol/L
9)	CuSO <sub>4</sub>	Sulfato de cobre	0,2 mol/L
10)	NH <sub>4</sub> OH	Hidróxido de amônio	6 mol/L
11)	NH <sub>4</sub> Cl	Cloreto de amônio	6 mol/L
<b>12)</b>	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado (capela)</b>	<b>Ácido sulfúrico</b>	<b>18 mol/L</b>
13)	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	Acetato de amônio	3 mol/L
14)	NaOH	Hidróxido de sódio	6 mol/L
15)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de hidrogênio	3%
16)	NiCl <sub>2</sub>	Cloreto de níquel	0,5 mol/L
17)	CoCl <sub>2</sub>	Cloreto de cobalto	0,5 mol/L
18)	FeCl <sub>3</sub>	Cloreto de ferro	0,2 mol/L
19)	MnCl <sub>2</sub>	Cloreto de manganês	0,2 mol/L
20)	Zn(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Acetato de zinco	1%
21)	AlCl <sub>3</sub>	Cloreto de alumínio	0,3 mol/L
22)	CrCl <sub>3</sub>	Cloreto de cromo	0,3 mol/L
23)	NH <sub>4</sub> SCN	Tiocianato de amônio	0,2 mol/L
24)	CaCl <sub>2</sub>	Cloreto de cálcio	0,2 mol/L
25)	SrCl <sub>2</sub>	Cloreto de estrôncio	0,2 mol/L
26)	BaCl <sub>2</sub>	Cloreto de bário	0,2 mol/L
27)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sódio	2 mol/L
28)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Oxalato de amônio	0,5 mol/L
29)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico	1 mol/L
30)	NaCl	Cloreto de sódio	0,05 mol/L
31)	KCl	Cloreto de potássio	0,05 mol/L
32)	MgCl <sub>2</sub>	Cloreto de magnésio	0,2 mol/L
33)	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Hidrogeno fosfato de sódio	0,5 mol/L
34)	Álcool	Álcool	

35)	$C_4H_8O_2N_2$	Dimetilglioxima - DMG	1%
36)	<b>HCl concentrado (capela)</b>	<b>Ácido clorídrico</b>	<b>12 mol/L</b>
37)	<b>HNO<sub>3</sub> concentrado (capela)</b>	<b>Ácido nítrico</b>	<b>16 mol/L</b>
38)	<b>3 HCl : 1HNO<sub>3</sub> (capela)</b>	<b>Água régia</b>	<b>3:1</b>
39)	<b>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>3</sub>N (capela)</b>	<b>Trietanolamina (TEA)</b>	-
40)	NaF	Fluoreto de sódio	0,05 mol/L
41)	<b>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NS (capela)</b>	<b>Tioacetamida (TA)</b>	10%
42)	KMnO <sub>4</sub>	Permanganato de potássio	0,02 mol/L
43)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido sulfúrico	6 mol/L
44)	NaI	Iodeto de sódio	0,05 mol/L
45)	NaNO <sub>2</sub>	Nitrito de sódio	0,2 mol/L
46)	NaNO <sub>3</sub>	Nitrato de sódio	0,2 mol/L
47)	NaBr	Brometo de sódio	0,05 mol/L
48)	Na <sub>2</sub> S	Sulfeto de sódio	0,2 mol/L
49)	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Fosfato de sódio	0,2 mol/L
50)	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Sulfito de sódio	0,2 mol/L
51)	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Acetato de chumbo	0,2 mol/L
52)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O	Molibdato de amônio	0,025 mol/L
53)	FeSO <sub>4</sub>	Sulfato ferroso	saturado
54)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de amônio	0,2 mol/L
55)	-	Acetato de magnésio e uranila	-

#### 5.4 - MATERIAIS E VIDRARIAS DISPONÍVEIS NO ARMÁRIO POR GRUPO

- ✓ 01 Bastão de vidro pequeno
- ✓ 01 Béquer de polietileno (100 mL)
- ✓ 01 Cápsula ou cadinho de porcelana
- ✓ 01 Estante de madeira
- ✓ 01 Frasco com fenolftaleína
- ✓ 01 Frasco com vermelho de metila e azul de bromotimol
- ✓ 02 Pegadores de madeira
- ✓ 01 Pisseta
- ✓ 03 Pipetas de pasteur
- ✓ 01 Placa de petri ou vidro de relógio (Tam – médio)
- ✓ 20 Tubos de ensaio (10 mL)

## 5.5 - MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA FUNDAMENTAL

- ✓ 10 Armários
- ✓ 10 Agitadores magnéticos com aquecimento
- ✓ 01 Balança analítica
- ✓ 03 Balanças semi-analítica
- ✓ 02 Banhos-maria
- ✓ 08 Centrífugas
- ✓ 03 Chapas aquecedoras
- ✓ 02 Destiladores de água
- ✓ 02 Estufas de secagem
- ✓ 02 Muflas
- ✓ 05 Recipientes de (10 litros) para água destilada
- ✓ 10 maletas para armazenamento dos reagentes sólidos

## 5.6 - REAGENTES SÓLIDOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES

- ✓ Ácido oxálico ( $H_2C_2O_4$ )
- ✓ Ácido sulfâmico ( $H_3NSO_3$ )
- ✓ Alumínio metálico (Al)
- ✓ Bismutato de sódio ( $NaBiO_3$ )
- ✓ Carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ )
- ✓ Cloreto de estanho II ( $SnCl_2$ )
- ✓ Cobaltonitrito de sódio [ $Na_3Co(NO_2)_6$ ]
- ✓ Dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ )
- ✓ Ditionito de sódio ( $Na_2S_2O_4$ )
- ✓ Fluoreto de sódio (NaF)
- ✓ Nitrito de sódio ( $NaNO_2$ )
- ✓ Oxalato de sódio ( $Na_2C_2O_4$ )
- ✓ Sulfato ferroso ( $FeSO_4$ )
- ✓ Tiocianato de amônio ( $NH_4SCN$ )

## 5.7 - FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS – FISPQ

A ficha de informação de segurança de produtos químicos é um documento normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conforme norma **ABNT-NBR 14725**. Este documento, denominado “Ficha com Dados de Segurança” segundo Decreto nº 2.657 de 03/07/1998 (promulga a Convenção nº 170 da Organização Internacional do Trabalho-OIT), deve ser recebido pelos empregadores que utilizem produtos químicos, tornando-se um documento obrigatório para a comercialização destes produtos.

A **FISPQ** fornece informações sobre vários aspectos dos produtos químicos (substâncias e misturas) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente; transmitindo desta maneira, conhecimentos sobre produtos químicos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situação de emergência, sendo dividido em 16 Seções. É um instrumento de comunicação dos perigos relacionados aos produtos químicos, o documento não leva em conta todas as situações que possam ocorrer em um ambiente de trabalho, constituindo apenas parte da informação necessária para a elaboração de um programa de saúde, segurança e meio ambiente.

**MSDS/SDS** (*Material Safety Data Sheet*) são as siglas mundialmente conhecidas referentes a este documento, o qual é apresentado pelo modelo estabelecido pela **ISO 11014**.

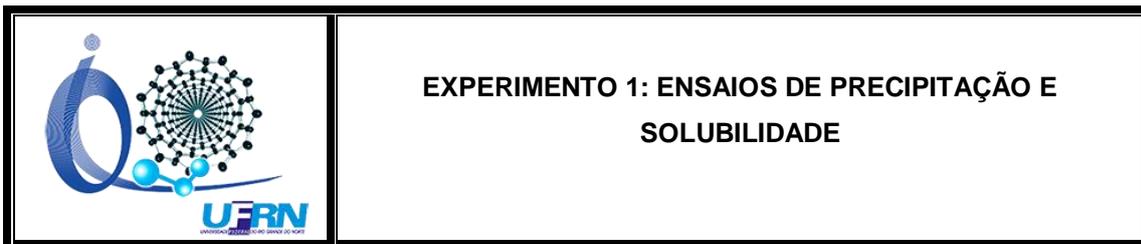
### **OBSERVAÇÃO**

Antes de iniciar os experimentos pesquise na **Internet** as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ.



**MUNDO DA PESQUISA**

## **6 - ROTEIRO DE EXPERIMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA**

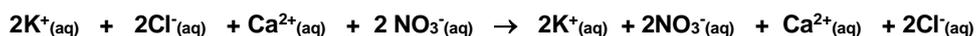


### a) INTRODUÇÃO

Não há como se equivocar quanto à ocorrência de muitas das reações químicas. A mudança de cor de verde para azul quando amônia aquosa é adicionada a um sal de níquel (II) é uma evidência visual de uma reação. Quando soluções incolores de nitrato de chumbo e iodeto de potássio são misturadas, podemos verificar a ocorrência de uma reação pela formação de placas amareladas de iodeto de chumbo. A liberação de amoníaco (NH<sub>3</sub>) pela ação de hidróxido de sódio é uma evidência, irritante ao nariz, de que uma reação química se processou.

Quando não existem testemunhos visuais ou olfativos para uma reação, a sua ocorrência pode ser constatada através de um teste auxiliar. A neutralização do ácido láctico por hidróxido de sódio, por exemplo, não produz mudança visível de cor; entretanto, se estiver presente a fenolftaleína, um indicador ácido-base, o término da reação é assinalado pelo aparecimento da cor rósea do indicador. Podemos acompanhar esta e muitas outras reações usando células elétricas que respondam a variações de concentração de H<sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup> ou de outros íons. Medidas de condutividade são sensíveis à presença de íons e podem ser empregadas para monitorar o progresso de uma determinada reação. Existem muitas outras propriedades físicas, semelhantes a essa, capazes de detectar a ocorrência de uma reação ao responder ao aparecimento ou ao desaparecimento de um íon.

Em alguns testes não ocorrem reações. Por exemplo, não ocorre nenhuma reação química quando soluções diluídas de cloreto de potássio e de nitrato de cálcio são misturadas. Podia-se imaginar uma troca de parceiros que resultasse na formação de nitrato de potássio e de cloreto de cálcio. No entanto, as propriedades da mistura são simplesmente aquelas dos íons potássio, nitrato, cálcio e cloreto, ligeiramente alteradas pelas interações a distância e não específicas entre eles. Tanto os sais originais quanto os produtos hipotéticos são solúveis e fortes eletrólitos, o que poderia nos tentar escrever:



Mas isto apenas mostra que as partículas são as mesmas em ambos os lados variando somente a ordem. Na verdade, não ocorreu qualquer variação. Nada de novo foi produzido. Os dois sais não reagem em solução diluída.

## b) OBJETIVOS

- Observar a formação de precipitados (compostos insolúveis);
- Verificar a influência da temperatura, da adição de ácido e excesso de reagente precipitante nas reações químicas.

## c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Centrífuga</li><li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li><li>• 01 Pegador de madeira</li><li>• 03 Pipetas de Pasteur</li><li>• 01 Pisseta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Água destilada</li><li>• <math>\text{AgNO}_3</math> - 0,1 mol/L</li><li>• <math>\text{CuSO}_4</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>\text{KCl}</math> - 0,05 mol/L</li><li>• <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> - 0,5 mol/L</li><li>• <math>\text{HCl}</math> - 3 mol/L</li><li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 16 mol/L (Capela)</li><li>• <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> - 1 mol/L</li><li>• <math>\text{NaOH}</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math> - 0,2 mol/L</li></ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

### PROCEDIMENTO - 1

- Adicione 10 gotas de cada uma das soluções de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{KCl}$  em tubos de ensaio convenientemente identificados.
- Adicionar 5 gotas de  $\text{HCl}$  – 3 mol/L a cada tubo. Homogeneizar o conteúdo do mesmo, observar o fenômeno ocorrido e anotar as reações no espaço para anotações.
- Se ocorrer à formação de precipitados, deve-se lavá-los adequadamente com 10 gotas de água destilada, centrifugá-los e em seguida eliminar os sobrenadantes nos frascos dos resíduos químicos.
- Tratar os precipitados centrifugados com 10 gotas de água destilada e levá-los a ebulição por 2 minutos em um banho maria. Agite o tubo de ensaio durante o aquecimento. Observe se a solubilidade dos precipitados foi afetada em água quente.
- Quais precipitados foram formados?
- Quais as cores dos precipitados formados?
- O que você observou quando os precipitados formados foram aquecidos em água quente?

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

Empty rectangular box for notes.

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**

## **PROCEDIMENTO - 2**

- Adicione 10 gotas de cada uma das soluções de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{KCl}$  em tubos de ensaio convenientemente identificados.
- Adicionar 5 gotas de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  – 0,5 mol/L a cada tubo. Homogeneizar o conteúdo do mesmo, observar o fenômeno ocorrido e anotar as reações no espaço para anotações.
- Se ocorrer à formação de precipitados, deve-se lavá-los adequadamente com 10 gotas de água destilada, centrifugá-los e em seguida eliminar os sobrenadantes nos frascos dos resíduos químicos.
- Tratar os precipitados centrifugados com 10 gotas de  $\text{HNO}_3$  – 16 mol/L (ácido nítrico). Agitar e observar se os precipitados foram solúveis ou não neste ácido forte e anotar os resultados.
- Quais precipitados foram formados?
- Quais as cores dos precipitados formados?
- O que você observou quando nos precipitados formados foi adicionado ácido nítrico concentrado (16 mol/L)?

### **ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

### **OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**

### **PROCEDIMENTO - 3**

- Adicione 10 gotas de cada uma das soluções de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{KCl}$  em tubos de ensaio convenientemente identificados.
- Adicionar 5 gotas de  $\text{NaOH}$  – 6 mol/L a cada tubo. Homogeneizar o conteúdo do mesmo, observar o fenômeno ocorrido e anotar as reações abaixo.
- Se ocorrer à formação de precipitados, deve-se lavá-los adequadamente com 10 gotas de água destilada, centrifugá-los e em seguida eliminar os sobrenadantes nos frascos dos resíduos químicos.
- Tratar os precipitados centrifugados com 10 gotas de  $\text{NaOH}$  – 6 mol/L (hidróxido de sódio). Observar se os precipitados foram solúveis ou não nesta base forte e anotar o resultado.
- Quais precipitados foram formados?
- Quais as cores dos precipitados formados?
- O que você observou quando nos precipitados formados foi adicionado solução de  $\text{NaOH}$  6 mol/L

### **ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**

#### **PROCEDIMENTO - 4**

- Adicione 10 gotas de cada uma das soluções de  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  e  $\text{KCl}$  em tubos de ensaio convenientemente identificados.
- Adicionar 5 gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 mol/L a cada tubo. Homogeneizar o conteúdo do mesmo, observar o fenômeno ocorrido e anotar as reações abaixo.
- Se ocorrer à formação de precipitados, deve-se lavá-los adequadamente com 10 gotas de água destilada, centrifugá-los e em seguida eliminar os sobrenadantes nos frascos dos resíduos químicos.
- Tratar os precipitados centrifugados com 10 gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 1 mol/L (ácido sulfúrico). Observar se os precipitados foram solúveis ou não neste ácido forte e anotar o resultado.
- Em qual teste ocorreu formação de precipitado?
- Qual a cor do precipitado?
- O precipitado formado é solúvel em excesso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

#### **ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

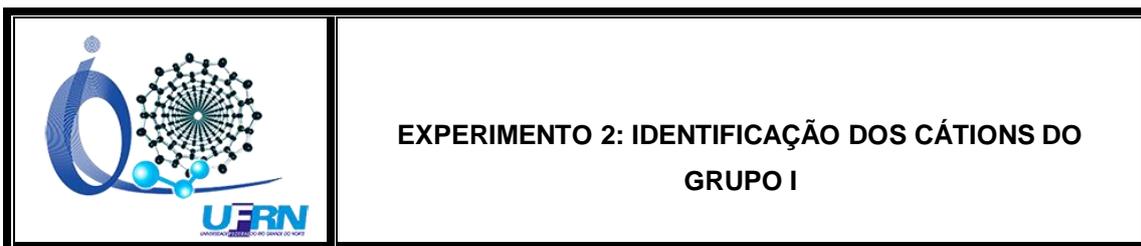
**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**

#### d) QUESTÕES

- 1) O que você entende por precipitação? Por que é necessário lavar os precipitados? O que é o íon comum e como a presença deste interfere na solubilidade do ppt? Quais os tipos de ppt? Em uma reação de precipitação, um pequeno excesso do reagente precipitante é sempre desejável, por quê?
- 2) Considerando as técnicas de análise qualitativa semimicro, descreva como você poderá realizar o teste de acidez.
- 3) Mostre as reações de precipitação obtidas no Procedimento 1, inclusive indicando as cores dos produtos formados. Lembre-se que os estados físicos dos reagentes devem ser colocados.
- 4) No procedimento 1, o que ocorreu com os precipitados formados quando foi realizado o aquecimento?
- 5) Mostre as reações de precipitação obtidas no Procedimento 2, inclusive indicando as cores dos produtos formados. Lembre-se que os estados físicos dos reagentes devem ser colocados.
- 6) No Procedimento 2, o que ocorreu com os precipitados quando você adicionou 10 gotas de ácido nítrico concentrado (16 mol/L)? Mostre as reações.
- 7) Mostre as reações de precipitação obtidas no Procedimento 3, inclusive indicando as cores dos produtos formados. Lembre-se que os estados físicos dos reagentes devem ser colocados.
- 8) No Procedimento 3, o que ocorreu com os precipitados quando você adicionou 10 gotas de hidróxido de sódio (6 mol/L)? Mostre as reações.
- 9) Mostre as reações de precipitação obtidas no Procedimento 4, inclusive indicando as cores dos produtos formados. Lembre-se que os estados físicos dos reagentes devem ser colocados.
- 10) No Procedimento 4, o que ocorreu com o precipitado quando você adicionou 10 gotas de ácido sulfúrico (1 mol/L)?
- 11) O que ocorreu quando você colocou no tubo de ensaio a solução contendo o íon potássio e adicionou individualmente, soluções de ácido clorídrico (HCl), hidróxido de sódio (NaOH), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)?
- 12) Escreva todas as equações químicas geral, iônica e iônica representativa de todos os precipitados formados no experimento.
- 13) Ocorreu algum problema durante a realização do experimento?



## EXPERIMENTO 2: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO I

### a) INTRODUÇÃO

Os cátions do grupo I são: chumbo (2+), mercúrio (1+) e prata. Eles são precipitados como cloretos insolúveis pela adição de pequeno excesso de ácido clorídrico. Embora se assemelhem quanto à formação de cloreto insolúveis, em outras reações os íons apresentam uma interessante diversidade de comportamento. Assim, depois que o grupo se precipita, torna-se fácil isolar e identificar os íons, através de suas características mais específicas.

O cloreto mercurioso ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) é o menos solúvel dos três cloretos formados. O cloreto de chumbo ( $\text{PbCl}_2$ ) é o mais solúvel desse grupo em solução aquosa, sendo, por isso, considerado um precipitado ligeiramente ou moderadamente solúvel. A sua solubilidade aumenta rapidamente com o incremento da temperatura, o que não acontece com os outros dois cloretos,  $\text{AgCl}$  e  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ . Portanto, o  $\text{PbCl}_2$  pode ser separado dos outros dois precipitados por aquecimento do sistema com água e remoção do centrifugado.

Os íons  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Pb}^{2+}$  tem configurações eletrônicas estáveis que não sofrem excitação pela radiação de baixa energia da luz visível. Os íons e os seus compostos são, em razão disso, incolores. O íon monoatômico mercúrio (I)  $\text{Hg}^+$ , se existisse, deveria apresentar um elétron de valência 6s desemparelhado. Um íon mais estável é obtido emparelhando-se os elétrons de valência de dois destes íons resultando em  $^+\text{Hg}:\text{Hg}^+$  ou  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Esta configuração eletrônica também corresponde a um íon incolor e a compostos incolores.

### b) OBJETIVOS

- Identificação dos cátions do grupo I -  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 Centrífuga</li> <li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li> <li>• 02 Pegadores de madeira</li> <li>• 03 Pipetas de Pasteur</li> <li>• 01 Pisseta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Água destilada</li> <li>• <math>\text{AgNO}_3</math> - 0,1 mol/L</li> <li>• <math>\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2</math> - 0,05 mol/L</li> <li>• <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math> - 0,2 mol/L</li> <li>• <math>\text{HCl}</math> - 6 mol/L</li> <li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 6 mol/L</li> <li>• <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> - 0,5 mol/L</li> <li>• <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> - 15 mol/L (Capela)</li> </ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

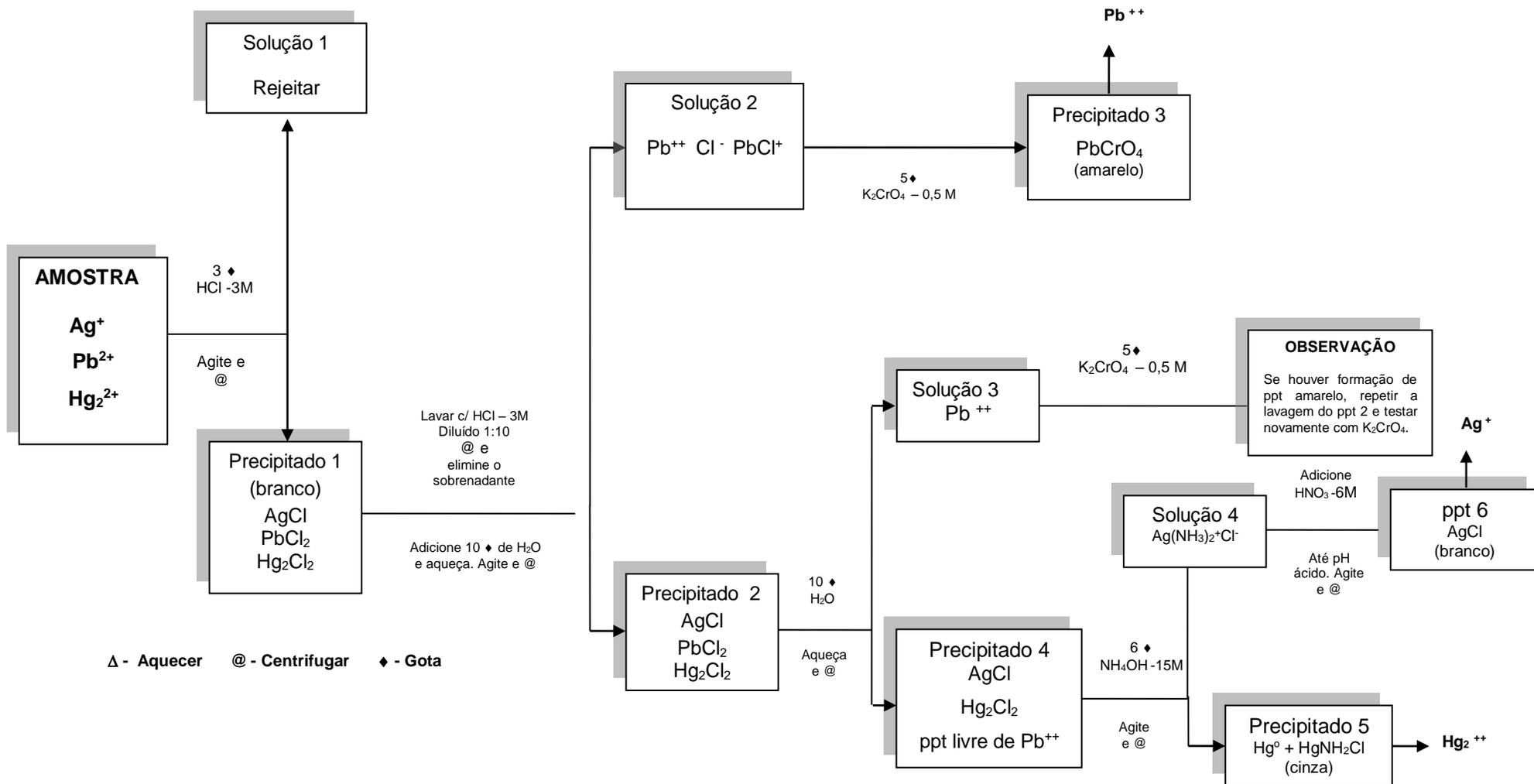
### ATENÇÃO!!!

Na identificação dos cátions do grupo I não será realizado teste com o íon mercúrio I. No entanto, todas as reações envolvidas deverão ser consideradas de forma teórica.

#### d) QUESTOES

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos chumbo, mercúrio e prata.
- 2) Porque o cloreto de chumbo é mais solúvel do que os cloretos de prata e mercúrio (I)?
- 3) Uma solução contendo um íon desconhecido origina um precipitado branco ao ser tratado com HCl. Com adição de  $\text{NH}_3(\text{aq})$  o precipitado é dissolvido e quando adicionado ao meio, um ácido forte, o precipitado volta a se formar novamente. Qual o íon desconhecido? Explique a sua resposta e mostre todas as reações.
- 4) Descreva qual a implicação que ocorre no procedimento analítico do Grupo I de cátions, se após a adição de HCl diluído e aquecimento, a solução é deixada resfriar à temperatura ambiente, antes de ser centrifugada?
- 5) Porque é preferível utilizar solução de ácido clorídrico diluído e não sais de cloreto para precipitar os íons do grupo I?
- 6) Em uma amostra desconhecida foi adicionado HCl 6 mol/L, observando-se a formação de um precipitado. Quais os possíveis cátions presentes nesta amostra? Dentre estes, qual o solúvel em água quente e de que forma essa propriedade é usada na análise do grupo?
- 7) Por que um leve excesso de HCl é usado na precipitação do 1º grupo de cátions, enquanto um grande excesso deve ser evitado?
- 8) Explicar por que o AgCl dissolve-se em meio amoniacal e reprecipita quando  $\text{HNO}_3$  é adicionado.
- 9) Qual a influencia da temperatura sobre os cátions do 1º grupo?
- 10) Escreva as Equações geral, iônica e iônica representativa das reações envolvendo as soluções dos compostos  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  com HCl - 6 mol/L.
- 11) Ocorreu algum problema durante a realização do experimento?

# GRUPO I



**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



### EXPERIMENTO 3: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO II - A (SEÇÃO DO COBRE)

#### a) INTRODUÇÃO

Os cátions do grupo II são tradicionalmente divididos em dois subgrupos (II-A e II-B): o subgrupo do cobre (Seção do cobre) e o do arsênio (Seção do arsênio). Esta divisão é baseada na solubilidade dos precipitados de sulfetos em solução de hidróxido de sódio. Ao passo que os sulfetos do subgrupo do cobre são insolúveis nesse reagente, os do subgrupo do arsênio dissolvem-se com formação de tiossais.

O reagente do grupo é a tiocetamida, que por meio de sua hidrólise fornece  $H_2S$  em solução formando os precipitados:  $HgS$  (preto),  $PbS$  (preto),  $CuS$  (preto),  $CdS$  (amarelo) e  $Bi_2S_3$  (marrom).

#### b) OBJETIVOS

- Identificar os cátions do grupo II - A (Seção do cobre) -  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  e  $Bi^{3+}$ ;
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

#### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Centrífuga</li><li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li><li>• 01 Pegador de madeira</li><li>• 03 Pipetas de Pasteur</li><li>• 01 Pisseta</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Água destilada</li><li>• Água régia (<math>3HCl:1HNO_3</math>)</li><li>• <math>Bi(NO_3)_3</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>CdCl_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>CuSO_4</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>HCl</math> - 3 mol/L</li><li>• <math>HgCl_2</math> - 0,05 mol/L</li><li>• <math>HNO_3</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>H_2SO_4</math> - 1 mol/L</li><li>• <math>K_2CrO_4</math> - 0,5 mol/L</li><li>• <math>NaOH</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>Na_2S_2O_4</math> sólido</li><li>• <math>NH_4CH_3CO_2</math> - 3 mol/L</li><li>• <math>NH_4OH</math> - 15 mol/L (Capela)</li><li>• <math>Pb(NO_3)_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>SnCl_2</math> sólido</li><li>• Tioacetamida - 10%</li></ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

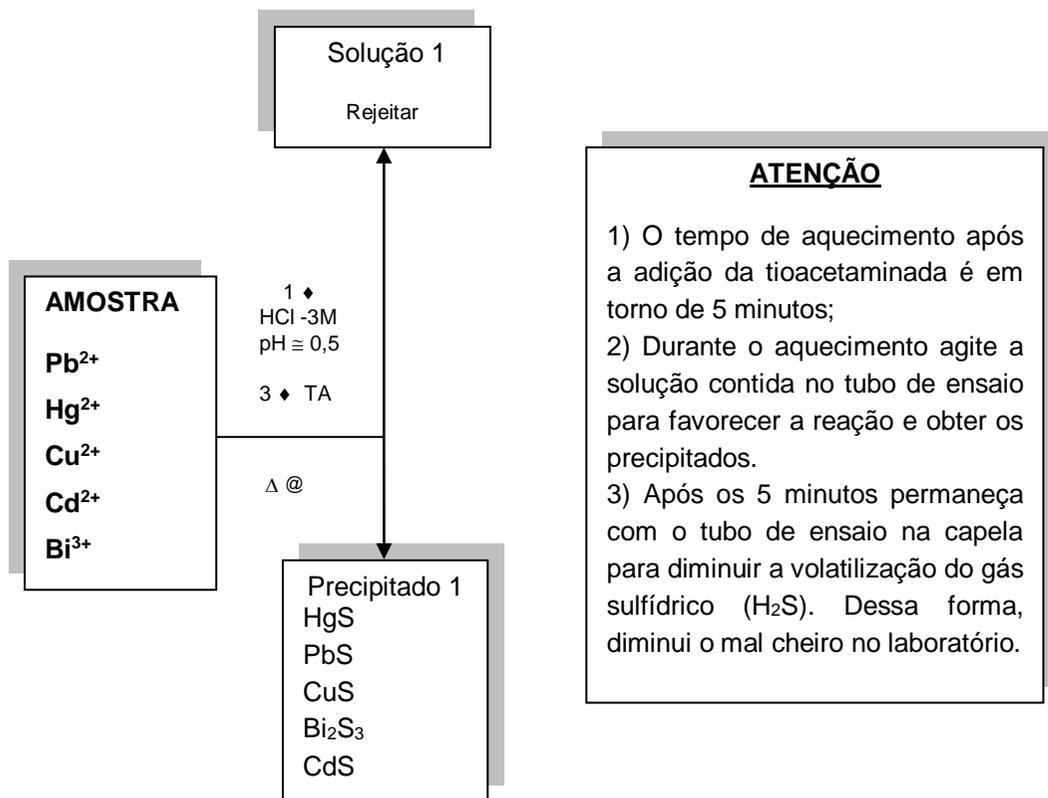
**ATENÇÃO!!!**

Na identificação dos cátions do grupo II - A (Seção do cobre) não será realizado o teste com o íon cádmio. No entanto, todas as reações envolvidas deverão ser consideradas de forma teórica.

**d) QUESTÕES**

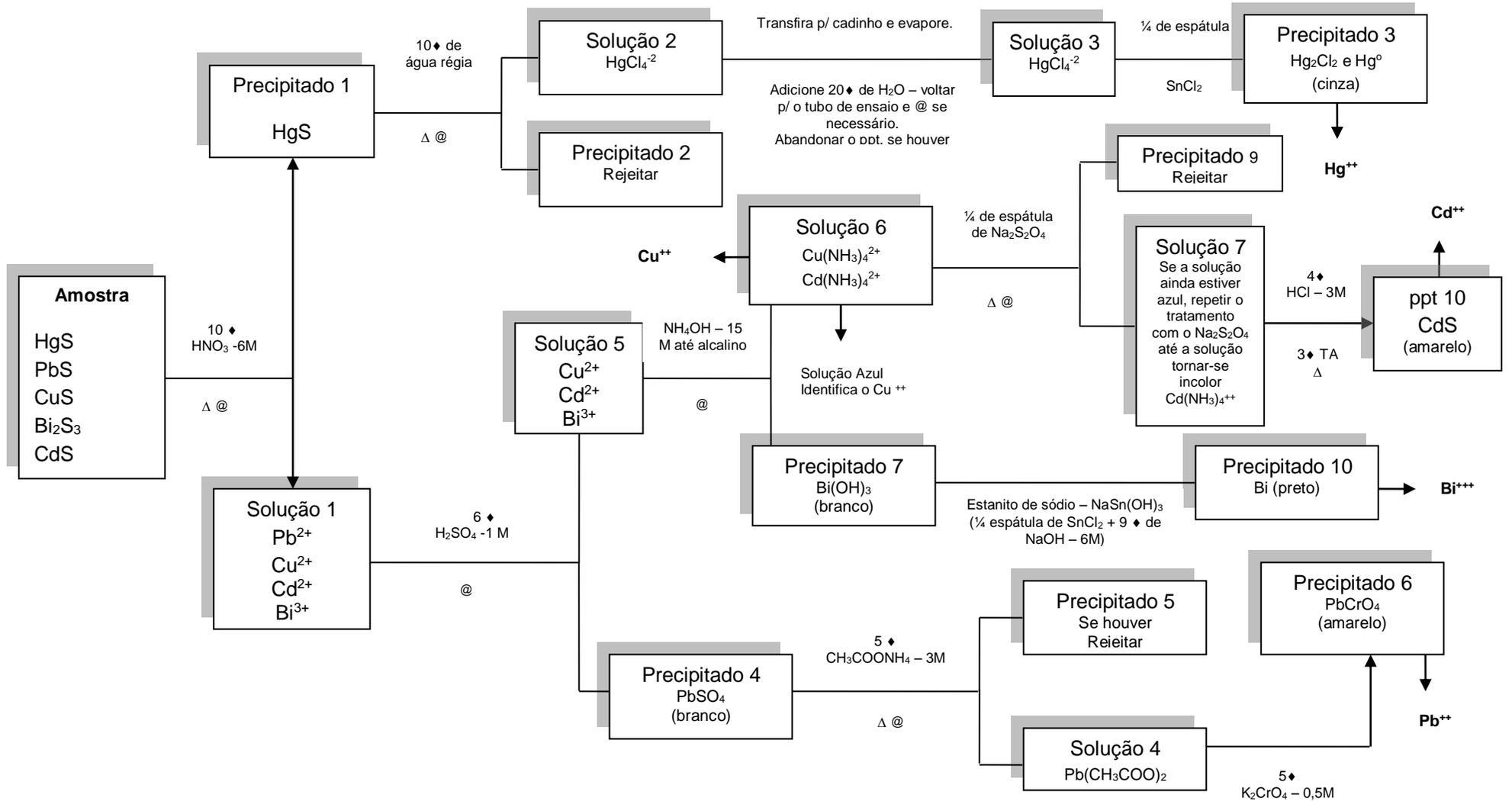
- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos chumbo, cádmio, mercúrio, cobre e bismuto.
- 2) Quais os cátions do Grupo II - A (Seção do cobre) e quais compostos são formados após reação com a tioacetamida? Mostre as equações geral, iônica e iônica representativa.
- 2) Qual a função da TA na análise sistemática do 2º grupo? Qual a função do NaOH neste grupo?
- 3) Como está subdividido o 2º grupo de cátions e que propriedade é usada para fazer esta divisão?
- 4) Explique a hidrólise da TA.
- 5) Para cada elemento do Grupo II - Seção do cobre, dê a posição na tabela periódica e seus principais estados de oxidação.
- 6) Ocorreu algum problema durante a realização do experimento?

## GRUPO II – A (Seção do Cobre)



**OBSERVAÇÕES**

## GRUPO II – Seção do cobre



TA – Tioacetamida    Δ - Aquecer    @ - Centrifugar

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO II - B (SEÇÃO DO ARSÊNIO)

### a) INTRODUÇÃO

O subgrupo do arsênio inclui os íons arsênio (III), arsênio (V), antimônio (III), antimônio (V), estanho (II) e estanho (IV). Tais íons apresentam caráter anfótero: seus óxidos formam sais, tanto com ácidos como com bases. Os sulfetos formados pela reação com  $H_2S$  gerado pela hidrólise da tioacetamida são:  $As_2S_3$  (amarelo),  $As_2S_5$  (amarelo),  $Sb_2S_3$  (laranja),  $Sb_2S_5$  (laranja),  $SnS$  (marrom),  $SnS_2$  (amarelo).

### ATENÇÃO!!!

**A identificação dos cátions do grupo II - B (sessão do arsênio) não será realizada, embora o procedimento seja discutido de forma teórica.**

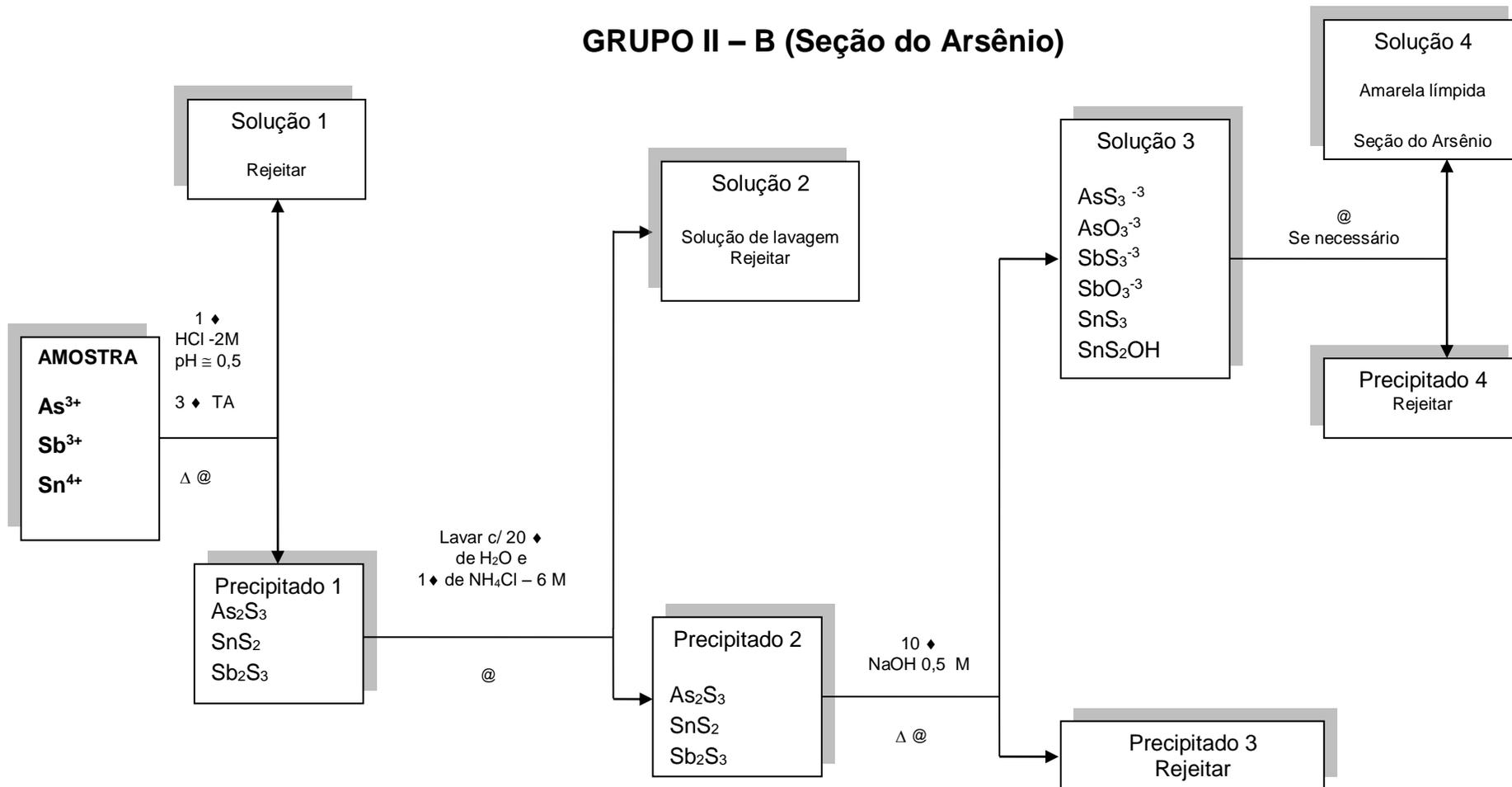
### b) OBJETIVOS

- Discutir a identificação dos cátions do grupo II - B (Seção do arsênio) -  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Sb^{5+}$ ,  $Sn^{2+}$  e  $Sn^{4+}$ .
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### d) QUESTÕES

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos arsênio, antimônio e estanho.
- 2) Mostre todas as reações envolvendo os cátions do grupo II - B (Seção do arsênio) com o  $H_2S$  originado da hidrólise da tioacetamida.
- 3) Considerando cada etapa de separação para identificação dos cátions desse grupo, pesquise todas as reações envolvidas.

## GRUPO II – B (Seção do Arsênio)



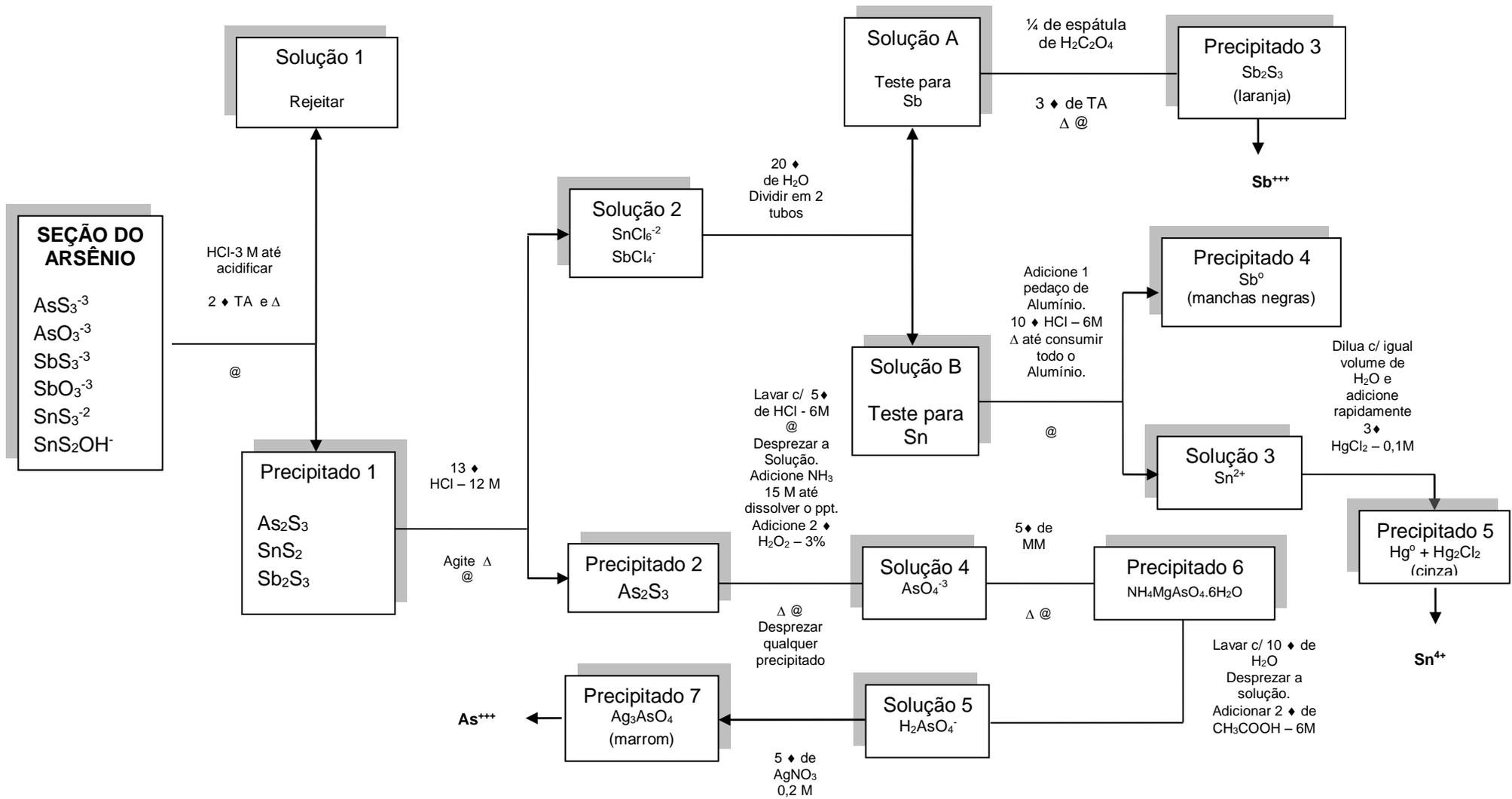
TA – Tioacetamida

$\Delta$  - Aquecer

@ - Centrifugar

MM – Mistura magnesiana

## GRUPO II – Seção do Arsênio



TA – Tioacetamida

Δ - Aquecer

@ - Centrifugar

MM – Mistura magnésiana

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 4: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO III - A (HIDRÓXIDOS BÁSICOS)

### a) INTRODUÇÃO

Esse grupo contém os cátions que não precipitam como cloretos ou sulfetos em HCl 3,0 mol/L, mas são precipitados como sulfetos de soluções amoniacais de seus sais com  $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$  seguido de tioacetamida. São eles: Grupo III - A ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ ) intitulado de Hidróxidos básicos e o Grupo III - B ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ) denominados de Hidróxidos ácidos. Cromo, manganês, ferro, cobalto e níquel são elementos de transição, portanto, pode-se esperar que mostrem propriedades daqueles elementos que possuem a camada interna de elétrons incompleta, isto é, estado de oxidação variável, íons coloridos e forte tendência a formar íons complexos.

### b) OBJETIVOS

- Identificar os cátions do grupo III - A - Hidróxidos básicos ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$ );
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

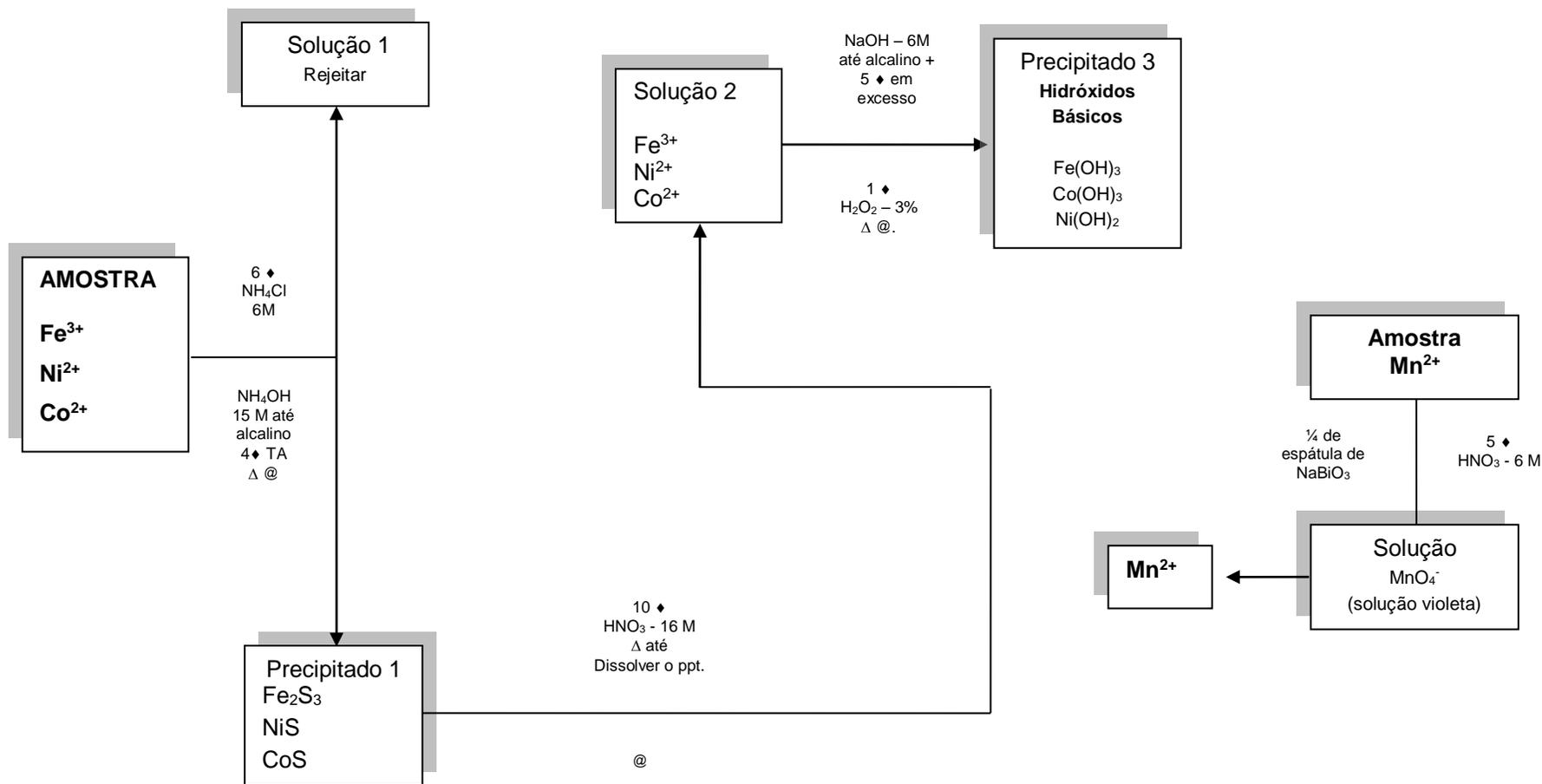
MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 Centrífuga</li> <li>• 01 Pegador de madeira</li> <li>• 03 Pipetas de Pasteur</li> <li>• 01 Pisseta</li> <li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Água destilada</li> <li>• Álcool amílico</li> <li>• <math>\text{CoCl}_2</math> - 0,5 mol/L</li> <li>• Dimetilglioxima 1%</li> <li>• <math>\text{FeCl}_3</math> - 0,2 mol/L</li> <li>• <math>\text{H}_2\text{O}_2</math> - 3%</li> <li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 6 mol/L</li> <li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 16 mol/L (Capela)</li> <li>• HCl - 12 mol/L (Capela)</li> <li>• <math>\text{MnCl}_2</math> - 0,2 mol/L</li> <li>• <math>\text{NaBiO}_3</math> sólido</li> <li>• NaF sólido</li> <li>• NaOH - 6 mol/L</li> <li>• <math>\text{NiCl}_2</math> - 0,5 mol/L</li> <li>• <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> - 6 mol/L</li> <li>• <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> - 15 mol/L</li> <li>• <math>\text{NH}_4\text{SCN}</math> - 0,2 mol/L</li> <li>• Tioacetamida - 10%</li> </ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

**d) QUESTÕES**

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos ferro, níquel e cobalto.
- 2) Mostre todas as reações químicas envolvendo os cátions do grupo III - A (Hidróxidos básicos) com o  $\text{H}_2\text{S}$  originado da hidrólise da tioacetamida.
- 3) Porque o grupo III - A é denominado hidróxidos básicos?
- 4) Por que a reação de  $\text{Fe(III)}$  com íon tiocianato deve ser feita em meio ácido?
- 5) Qual a função da adição do  $\text{NaF}$  no teste para cobalto?
- 6) Uma amostra desconhecida de um cátion, foi tratada com TA,  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , resultando um precipitado escuro. Este ppt, depois de centrifugado foi dissolvido em  $\text{HNO}_3$  e a solução resultante tratada com  $\text{NaOH}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Surgiu um novo ppt que foi centrifugado e dissolvido com  $\text{HCl}$  12 mol/L. Esta solução foi diluída com  $\text{H}_2\text{O}$  e dividida em 2 tubos. No 1º tubo foram adicionados cristais de  $\text{NH}_4\text{SCN}$  e observou-se a formação de uma solução vermelho sangue. Qual o cátion presente nesta amostra. Justifique.
- 7) Na identificação do íon manganês é utilizado uma solução de bismutato de sódio em meio ácido. Qual o objetivo desse procedimento?
- 8) Na identificação do íon cobalto é utilizado álcool. Qual o objetivo desse procedimento?
- 9) Ocorreu algum problema durante esse experimento?

## GRUPO III – A (Hidróxidos básicos)

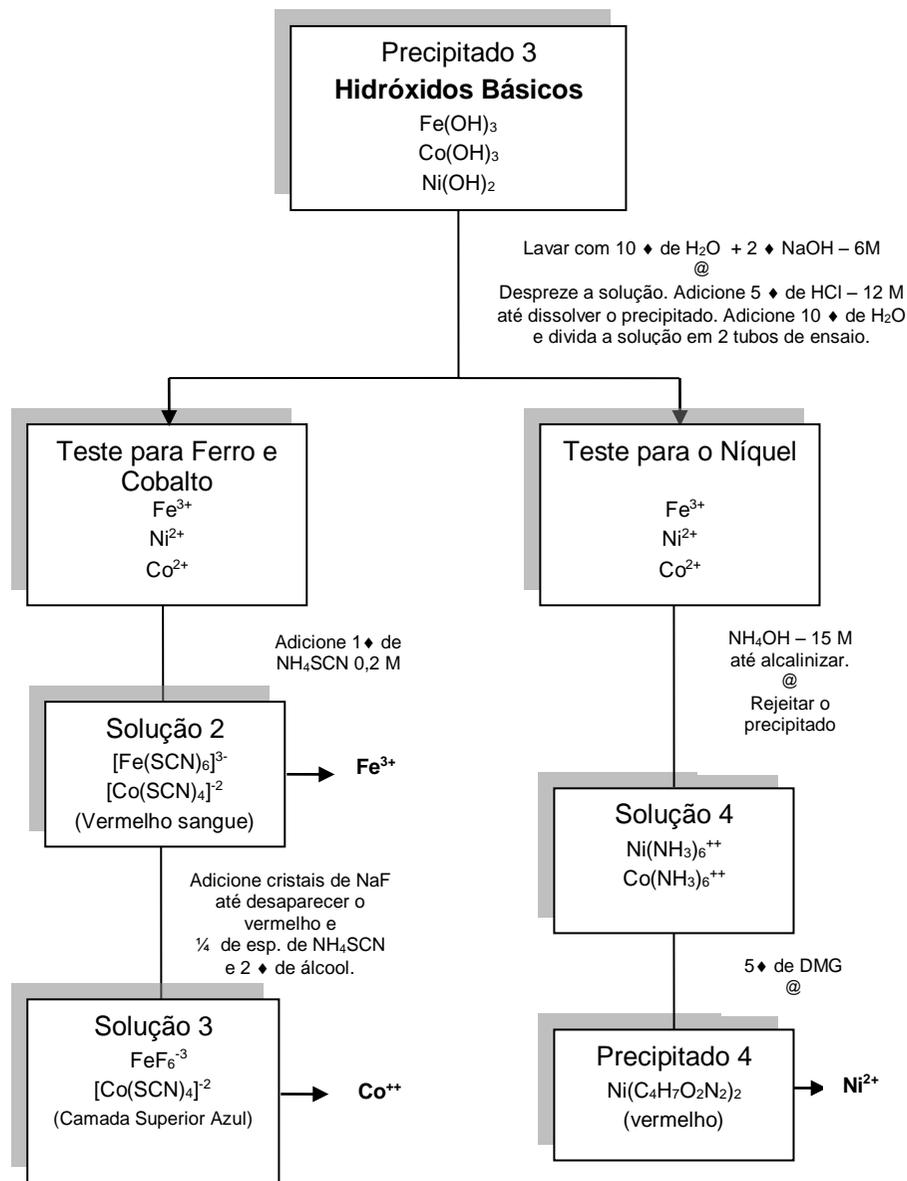


TA – Tioacetamida

Δ - Aquecer

@ - Centrifugar

## GRUPO III – A (Hidróxidos básicos)



TA – Tioacetamida

DMG - Dimetilglioxima

**OBSERVAÇÕES**

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

Empty rectangular box for notes.

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 5: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO III - B (HIDRÓXIDOS ÁCIDOS)

### a) INTRODUÇÃO

Como já discutido na página 46, esse grupo contém os cátions que não precipitam como cloretos ou sulfetos em HCl 3,0 mol/L, mas são precipitados como sulfetos de soluções amoniacais de seus sais com  $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$  seguido de tioacetamida. O grupo é subdividido em grupo III A e III B. São eles: Grupo III - A ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ ) intitulado de Hidróxidos básicos identificados na aula anterior e o Grupo III - B ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ) denominados de Hidróxidos ácidos, que serão analisados nessa aula.

### b) OBJETIVOS

- Identificar os cátions do grupo III - B - Hidróxidos ácidos ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ );
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

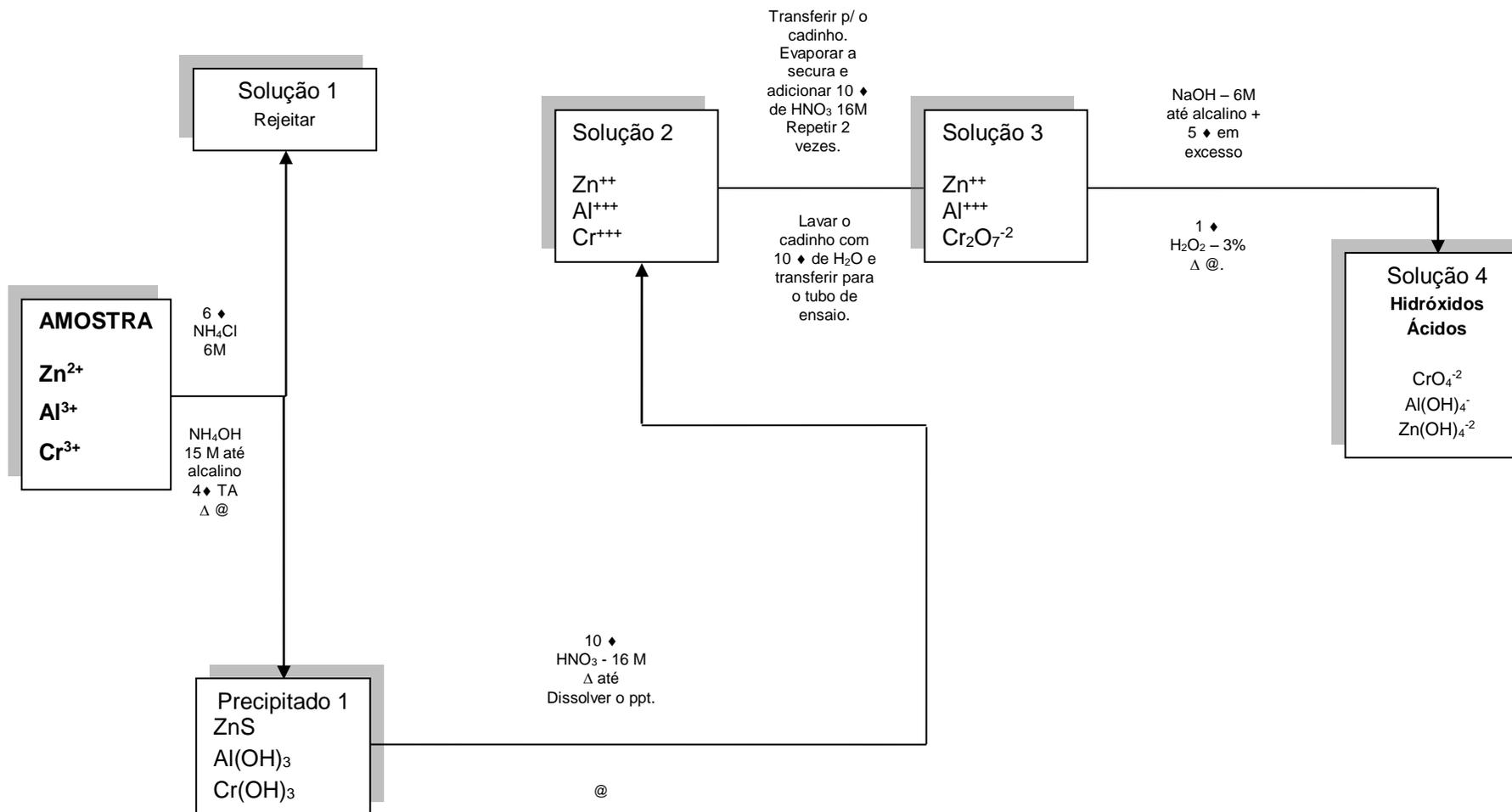
MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Centrífuga</li><li>• 01 Pegador de madeira</li><li>• 03 Pipetas de Pasteur</li><li>• 01 Pisseta</li><li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Água destilada</li><li>• <math>\text{AlCl}_3</math> - 0,3 mol/L</li><li>• <math>\text{BaCl}_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{CrCl}_3</math> - 0,3 mol/L</li><li>• <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> - 15 mol/L (Capela)</li><li>• <math>\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2</math> - 1%</li><li>• HCl - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 16 mol/L (Capela)</li><li>• <math>\text{H}_2\text{O}_2</math> - 3%</li><li>• <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> - 1 mol/L</li><li>• NaOH - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{Pb}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• Tioacetamida - 10% (TA)</li></ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

#### d) QUESTÕES

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos cromo, alumínio e zinco.
- 2) Mostre todas as reações químicas envolvendo os cátions do grupo III - B (Hidróxidos ácidos) com o  $\text{H}_2\text{S}$  originado da hidrólise da tioacetamida.
- 3) Porque o grupo III - B é denominado hidróxidos ácidos?
- 4) Qual o objetivo do tratamento realizado com solução de ácido nítrico concentrado após a dissolução dos precipitados  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  e  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ?
- 5) Explique o equilíbrio envolvendo  $\text{CrO}_4^{2-}$  e  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ?
- 6) Porque é necessário revomer o cromato na forma de cromato de bário antes da precipitação do sulfeto de zinco com a tioacetamida?
- 7) Qual a maior dificuldade que você sentiu na identificação desse grupo?
- 8) Ocorreu alguma problema durante esse experimento?

## GRUPO III – B (Hidróxidos ácidos)

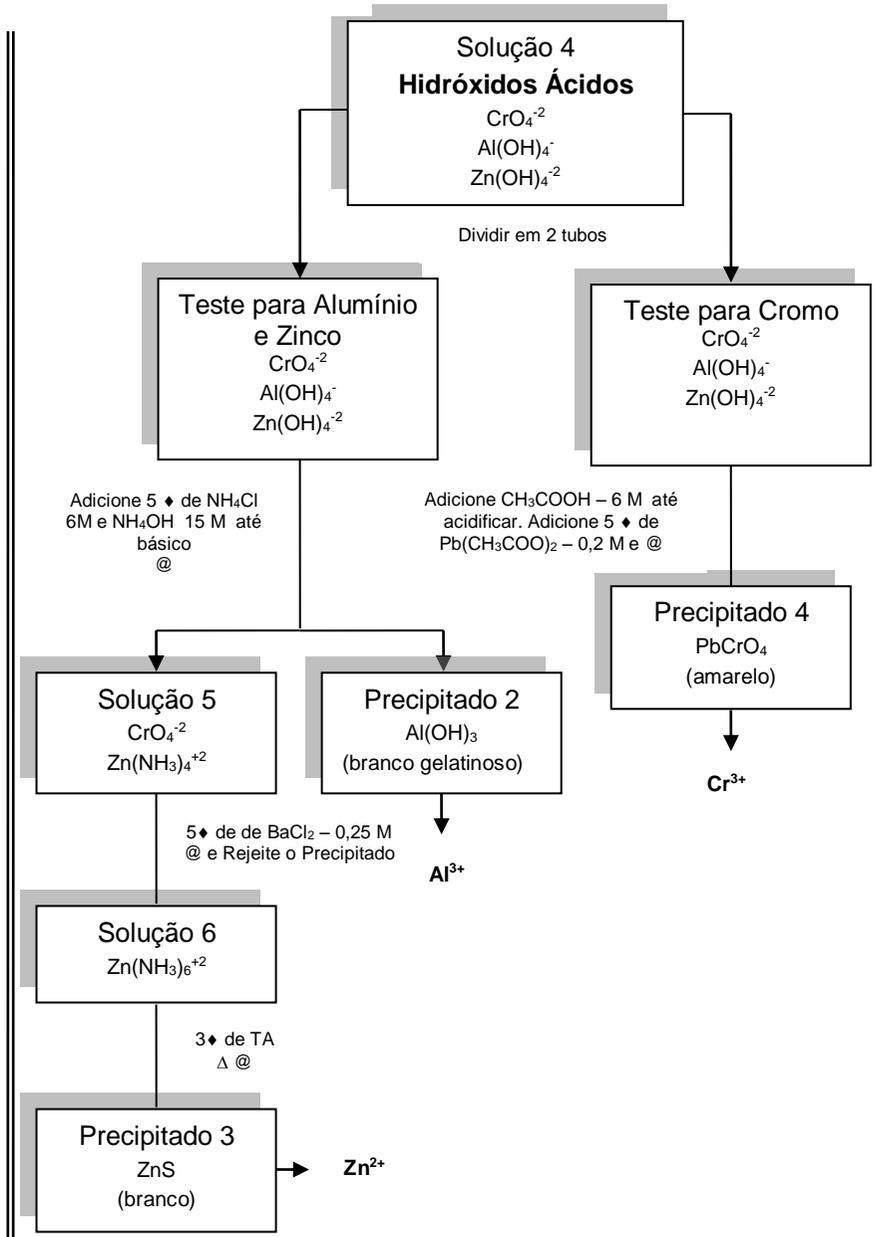


TA – Tioacetamida

DMG - Dimetilglioxima

## GRUPO III – Hidróxidos ácidos

OBSERVAÇÕES



**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 6: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO IV

### a) INTRODUÇÃO

Esse grupo é constituído pelos cátions que não precipitam pelo íon cloreto, nem pelo íons sulfeto em meio ácido ou alcalino, mas precipitam como carbonatos. São eles:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  e  $\text{Ba}^{2+}$ .

Os membros desse grupo configuram uma situação incomum em relação aos outros grupos da análise sistemática, pois pertencem a um mesmo grupo da Tabela Periódica. Esta relação é uma desvantagem para a química analítica, já que é muito difícil separá-los e identificá-los. Os produtos de solubilidade tem valores muito próximos e torna-se necessário recorrer a testes de chama, os quais, sendo propriedade dos átomos, são absolutamente específicos e confiáveis.

### b) OBJETIVOS

- Identificar os cátions do Grupo IV -  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  e  $\text{Ba}^{2+}$ ;
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Centrífuga</li><li>• 01 Pegador de madeira</li><li>• 03 Pipetas de Pasteur</li><li>• 01 Pisseta</li><li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Água destilada</li><li>• <math>\text{BaCl}_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>\text{CaCl}_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{CH}_3\text{COONH}_4</math> - 3 mol/L</li><li>• <math>\text{SrCl}_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• <math>\text{K}_2\text{CrO}_4</math> - 0,5 mol/L</li><li>• <math>\text{HCl}</math> - 3 mol/L</li><li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{HNO}_3</math> - 16 mol/L (Capela)</li><li>• <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> - 1 mol/L</li><li>• <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> - 2 mol/L</li><li>• <math>\text{NaOH}</math> - 6 mol/L</li><li>• <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> - 15 mol/L (Capela)</li><li>• <math>(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4</math> - 0,2 mol/L</li><li>• Trietanolamina (TEA)</li></ul>

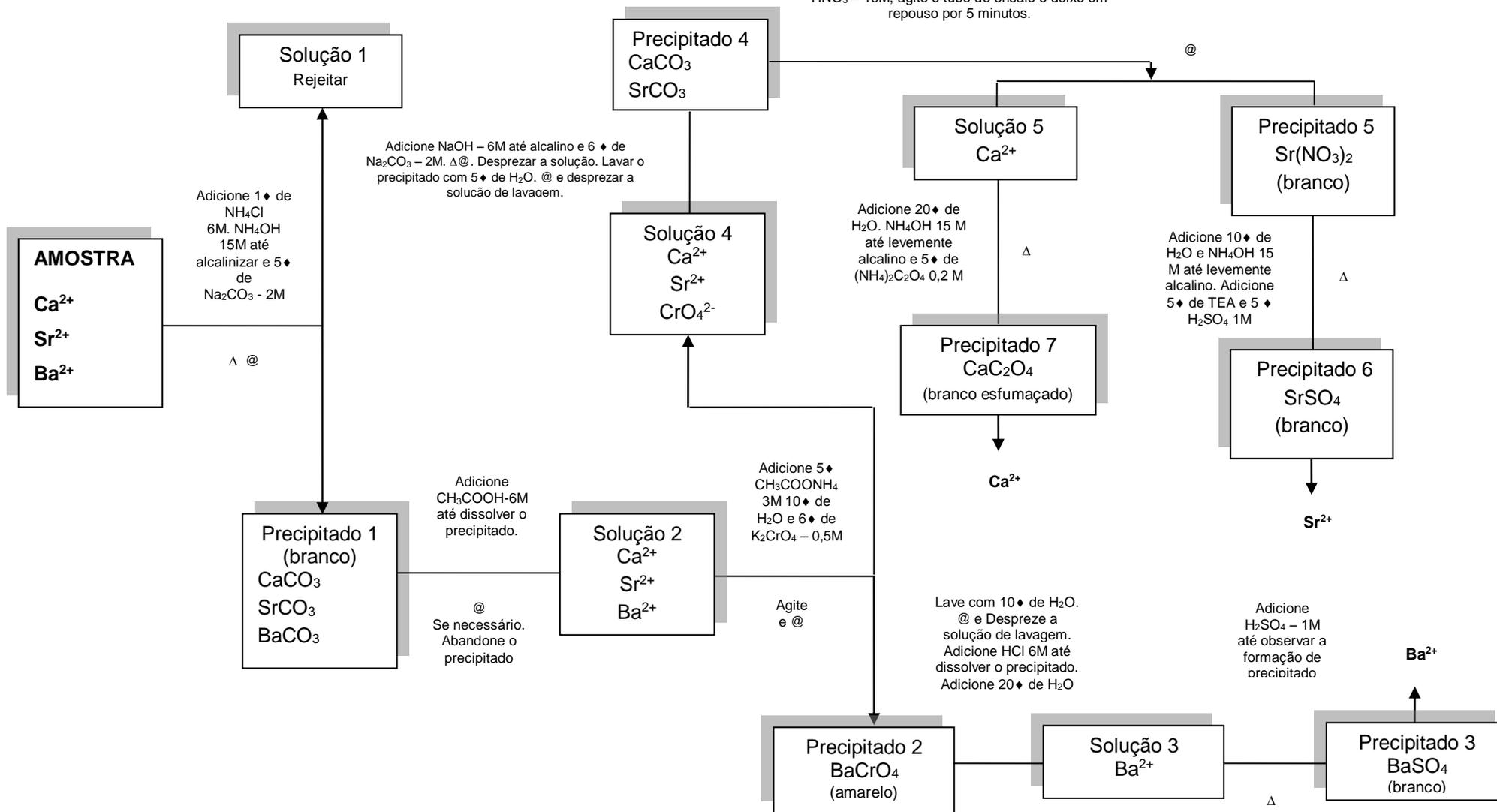
**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

#### **d) QUESTÕES**

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos cálcio, estrôncio e bário.
- 2) O que ocorre quando você adicionou ácido acético aos precipitados formados de  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$  e  $\text{BaCO}_3$ ? Mostre as reações.
- 3) Porque é necessário realizar o tratamento ácido com  $\text{HNO}_3$  concentrado para identificar o íon  $\text{Sr}^{2+}$ ?
- 4) Qual a função da trietanolamina?
- 5) Qual a maior dificuldade que você sentiu na identificação desse grupo?
- 6) Mostre todas as reações químicas envolvidas no experimento, utilizando as equações geral, iônica e iônica representativa.
- 7) Caso você não tivesse no laboratório os reagentes  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{SrCl}_2$ , que reagentes você poderia utilizar para substituir?
- 8) Ocorreu algum problema durante esse experimento?

## GRUPO IV

Adicione  $\text{HNO}_3$  – 6M até dissolver o precipitado. Transfira para um cadinho, evapore à secura, resfrie. Adicione 5♦ de  $\text{HNO}_3$  16M. Transfira para um tubo de ensaio, lave o cadinho com  $\text{HNO}_3$  – 16M, agite o tubo de ensaio e deixe em repouso por 5 minutos.



$\Delta$  - Aquecer

@ - Centrifugar

TEA – Trietanolamina

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 7: IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO V

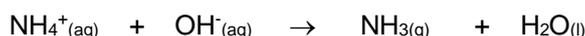
### a) INTRODUÇÃO

O grupo V é constituído pelos cátions cujos sais são solúveis em solução aquosa. São eles:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Esses íons não são precipitados sob as condições requeridas para a precipitação dos Grupos I, II, III e IV. Praticamente todos os compostos de sódio, potássio e amônio são solúveis, e esse grupo não apresenta um reagente precipitante. No caso

Os íons sódio e potássio são os maiores cátions dos respectivos períodos: o raio iônico do  $\text{Na}^+$  é de 0,98 Å e o do  $\text{K}^+$  é 1,33 Å. O tamanho, relativamente grande, a baixa carga e a estrutura  $d^0$  (de gás nobre) fazem com que a atração que eles exercem sobre outros átomos e moléculas seja pequena. Em solução aquosa, eles atraem as extremidades do oxigênio das moléculas de água e se hidratam. Os sais sólidos costumam se cristalizar com água de hidratação. Por exemplo,  $\text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Além de íons hidratados, o sódio e o potássio formam muito poucos complexos. Quase todos os compostos dos íons são comparativamente solúveis em água.

O íon magnésio apresenta o raio iônico de 0,65 Å. No entanto, em razão da carga mais elevada do magnésio, o raio do seu íon tem quase o mesmo valor do  $\text{Li}^+$ . Além disso, por causa do elevado valor da razão da carga para o raio, forma mais complexos do que os íons sódio e potássio. A maioria tem ligações Mg - O, sendo que nenhum deles é estável em solução ou útil para análise qualitativa. As clorofilas são exemplos notáveis de compostos nos quais os íons  $\text{Mg}^{2+}$  encontra-se coordenado ao nitrogênio.

O íon  $\text{NH}_4^+$  tem uma forma aproximadamente esférica com um raio (1,43 Å) semelhante ao potássio (1,33 Å). Os seus sais assemelham-se aos de potássio quanto à solubilidade. Diferentemente do íon potássio, o íon amônio é um doador de próton e sua base conjugada é o gás amoníaco. O íon pode, portanto, ser identificado convertendo-o em amônia com um excesso de base forte, conforme reação descrita a seguir:



### b) OBJETIVOS

- Identificar os cátions do Grupo V -  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{NH}_4^+$ ;
- Pesquisar as principais reações químicas envolvendo esses cátions.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Centrífuga</li><li>• 01 Pegador de madeira</li><li>• 01 Pipetas de Pasteur</li><li>• 01 Pisseta</li><li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acetato de magnésio e uranila</li><li>• Água destilada</li><li>• <math>MgCl_2</math> - 0,2 mol/L</li><li>• NaCl - 0,05 mol/L</li><li>• <math>Na_3Co(NO_2)_6</math> - sólido</li><li>• <math>Na_2HPO_4</math> - 0,5 mol/L</li><li>• <math>NaNO_2</math> sólido</li><li>• <math>(NH_4)_2SO_4</math> - 0,2 mol/L</li><li>• KCl - 0,05 mol/L</li><li>• <math>HNO_3</math> - 16 mol/L (Capela)</li><li>• NaOH - 6 mol/L</li></ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

#### **ATENÇÃO!!!**

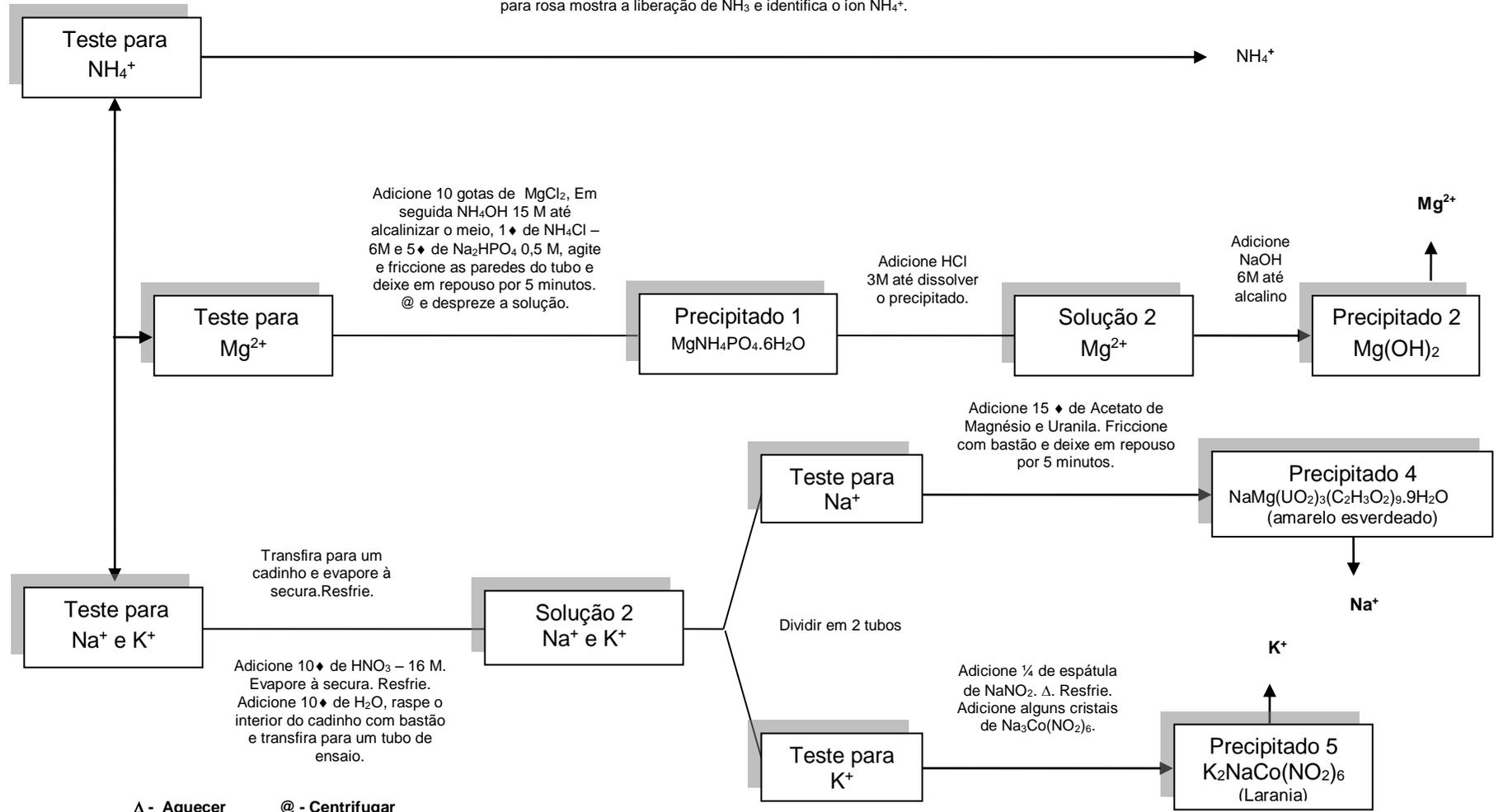
Na análise sistemática dos cátions do grupo V serão avaliados apenas os íons amônio e magnésio devido a falta de reagentes para identificação dos íons sódio e potássio.

### d) QUESTÕES

- 1) Faça uma pesquisa nos livros da biblioteca e na internet sobre os elementos sódio, potássio e magnésio.
- 2) Como você realizou o teste do íon amônio? Pesquise outras formas de fazer essa identificação.
- 3) Mostre todas as reações envolvidas no procedimento para identificação do íon magnésio.
- 4) Como foi realizado a identificação do íon sódio?
- 5) Pesquise sobre o reagente acetato de magnésio e uranila.
- 6) Qual a função do nitrito de sódio na identificação do íon potássio.
- 7) Ocorreu algum problema durante esse experimento?

## GRUPO V

Em um tubo de ensaio coloque 10 gotas de solução de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 3 gotas de  $\text{NaOH}$  – 6M. Tampe o tubo de ensaio com algodão umedecido com fenolftaleína e aqueça em banho maria. A mudança de coloração no algodão para rosa mostra a liberação de  $\text{NH}_3$  e identifica o íon  $\text{NH}_4^+$ .



**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 8: TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DE ÂNIONS

### a) INTRODUÇÃO

Os métodos utilizados para a detecção de ânions não são tão sistemáticos como os descritos para os cátions. Não existe realmente um esquema satisfatório que permita a separação inequívoca, em cada grupo, de seus componentes independentes.

A detecção de um ânion baseia-se na reação iônica que ele sofre, de modo que quando estudamos análise aniônica aprendemos mais ainda acerca das reações de transferência de prótons, de precipitação e de óxido-redução, ao mesmo tempo que nos familiarizamos com a química de muitos íons importantes.

A análise de ânions pode ser dividida em duas partes: os testes de eliminação e os testes de identificação. Os primeiros podem indicar a ausência de um grupo de íons. Por exemplo, se não há liberação de gás quando uma amostra é tratada com ácido sulfúrico, pode-se, normalmente, concluir pela ausência de íons carbonato, sulfito, nitrito e sulfeto. Com evidência à mão, garantida por vários testes de eliminação, pode-se tornar desnecessário fazer mais outros testes. Teste de identificação específicos são, muitas vezes, necessários e podem também ser usados para confirmar inferências nos testes de eliminação.

### b) OBJETIVO

- Identificar alguns ânions a partir de reações específicas.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES	
01 Papel de filtro	Ácido sulfâmico sólido	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> sólido
01 Pegador de madeira	Água destilada	NaBr - 0,05 mol/L
01 Pipeta de Pasteur	AgNO <sub>3</sub> - 0,1 mol/L	NaCl - 0,05 mol/L
01 Pisseta	BaCl <sub>2</sub> - 0,2 mol/L	NaF - 0,05 mol/L
20 Tubos de ensaio	CaCl <sub>2</sub> - 0,2 mol/L	NaI - 0,05 mol/L
	CH <sub>3</sub> COOH – 6 mol/L	NaNO <sub>2</sub> - 0,2 mol/L
	FeCl <sub>3</sub> - 0,2 mol/L	NaNO <sub>3</sub> - 0,2 mol/L
	FeSO <sub>4</sub> saturado	Na <sub>2</sub> S - 0,2 mol/L
	HCl - 3 mol/L	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> - 0,2 mol/L
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 6 mol/L	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> - 0,2 mol/L
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - 18 mol/L (Capela)	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 0,2 mol/L
	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> - 0,5 mol/L	NH <sub>4</sub> OH - 15 mol/L (Capela)
	KMnO <sub>4</sub> - 0,02 mol/L	NH <sub>4</sub> SCN - 0,2 mol/L
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4H <sub>2</sub> O - 0,025 mol/L	NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> - 0,2 mol/L
		Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> – 0,2 mol/L

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

**1) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON CARBONATO ( $\text{CO}_3^{2-}$ )**

O ácido clorídrico diluído ou qualquer ácido mineral diluído decompõe o carbonato sólido com efervescência devido ao desprendimento de dióxido de carbono.

Inicialmente colocar uma ponte de espátula de carbonato de sódio em um tubo de ensaio seco, adicionar 5 gotas de HCl 3 mol/L e, imediatamente introduzir papel tornassol azul umedecido com água na boca do tubo. Aquecer e observar a mudança de coloração do papel.

**2) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON CROMATO –  $\text{CrO}_4^{2-}$**

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$  – 0,5 mol/L), acidifique com ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  – 6 mol/L) e adicione 5 gotas de acetato de chumbo [ $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  – 0,2 mol/L]. A formação de um precipitado amarelo indica a presença de cromato.

**3) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON OXALATO –  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$**

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de oxalato de amônio ( $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,5 mol/L, acidifique com ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  – 6 mol/L) e acrescente mais 10 gotas em excesso. Adicione 5 gotas de nitrato de cálcio ( $\text{CaCl}_2$  – 0,2 mol/L) e deixe a solução em repouso por 1 minuto. Centrifugue e lave o precipitado duas vezes com água quente.

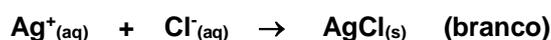
**4) IDENTIFICAÇÃO DOS ÍONS FLUORETO, CLORETO, BROMETO E IODETO ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{I}^-$ )**

- **Reação com o íon prata ( $\text{Ag}^+$ )**

Separar quatro tubos de ensaio. Usar um tubo para cada uma das seguintes soluções: 3 gotas de solução contendo íons  $\text{F}^-$ , 3 gotas de solução com íons  $\text{Cl}^-$ , 3 gotas de solução com íons  $\text{Br}^-$  e 3 gotas de solução com íons  $\text{I}^-$ . Adicione 3 gotas de solução de  $\text{AgNO}_3$  (0,1 mol/L) a cada tubo e verificar:

a) A não formação de precipitado com íons  $\text{F}^-$ .

b) A formação de precipitado com os íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  e  $\text{I}^-$ , conforme equações iônicas mostradas a seguir.

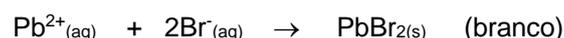
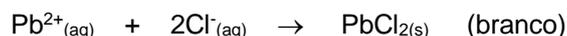


Em seguida, centrifugar as soluções que contêm os precipitados AgCl, AgBr e AgI e desprezar os sobrenadantes em recipientes apropriados. Adicionar 5 gotas de amônia aquosa concentrada (NH<sub>4</sub>OH - 15 mol/L) a cada precipitado (usar a capela de exaustão) e verificar a solubilização de AgCl e AgBr pela formação do cátion complexo diaminprata, conforme reação geral mostrada a seguir:



- **Reação com o íon chumbo (Pb<sup>2+</sup>)**

Separar 3 tubos de ensaio. Usar um tubo para cada uma das seguintes soluções: 3 gotas de solução contendo os íons Cl<sup>-</sup>, 3 gotas de solução de íons Br<sup>-</sup> e 3 gotas de solução de íons I<sup>-</sup>. Adicionar, a cada tubo, 5 gotas de uma solução de íons Pb<sup>2+</sup>. Verificar a formação de um precipitado branco nos tubos que contêm íons Cl<sup>-</sup> e Br<sup>-</sup> e de um precipitado amarelo no que contém íons I<sup>-</sup>. conforme equações iônicas mostradas a seguir.



## 5) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON SULFETO – S<sup>2-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de sulfeto de sódio (Na<sub>2</sub>S – 0,2 mol/L) e coloque 3 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 6 mol/L e agite. Cubra o tubo de ensaio com papel de filtro umedecido com acetato de chumbo (Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> – 0,2 mol/L). A formação de um precipitado negro no papel de filtro indica a presença de sulfeto na amostra.

## 6) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON SULFITO – SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de sulfito de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – 0,2 mol/L) e coloque CaCl<sub>2</sub> 0,2 mol/L. Agite a solução e continue adicionando até total precipitação. Centrifugue e lave o precipitado com 8 gotas de água e rejeite a solução. Adicione 5 gotas de água e 1 gota de KMnO<sub>4</sub> – 0,02 mol/L. Acidifique com HCl 3 mol/L. Se houver o descoloramento do permanganato, o sulfito está presente. Adicione gotas adicionais de KMnO<sub>4</sub> – 0,02 mol/L e observe o descoloramento da solução para confirmação.

### 7) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON SULFATO – SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de sulfato de amônio (0,2 mol/L) e acidifique com HCl 3 mol/L e adicione 10 gotas de BaCl<sub>2</sub> – 0,2 mol/L. A formação de um precipitado branco, BaSO<sub>4</sub>, indica a presença de sulfato.

### 8) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON NITRITO – NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de nitrito de sódio (NaNO<sub>2</sub> – 0,2 mol/L) e coloque ¼ de espátula de ácido sulfâmico. Feche o tubo de ensaio com o dedo indicador. Observe se há liberação vigorosa de bolhas. Após parar o desprendimento de bolhas, adicione algumas gotas de cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub> – 0,2 mol/L) e observe se há formação de um precipitado branco. A obtenção de um precipitado branco e a presença de bolhas indica a presença de nitrito.

### 9) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON NITRATO – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Colocar em um tubo de ensaio 3 gotas de uma solução de nitrato de sódio 0,2 mol/L. Adicionar 20 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Em um segundo tubo, preparar uma solução saturada de sulfato ferroso, FeSO<sub>4</sub>. Verter vagarosamente o conteúdo do segundo tubo no primeiro. Verificar a formação de um anel marron de Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>NO<sup>2+</sup> que comprova a presença de íons NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq).

A presença do íon nitrato é confirmada pela redução do ácido nítrico pelo íon ferroso com elevadas concentrações de ácido sulfúrico. O óxido nítrico proveniente da redução do HNO<sub>3</sub>, combina-se com o excesso de íon ferroso para produzir o complexo marron instável Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>5</sub>NO<sup>2+</sup>.



### 10) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON FOSFATO – PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de fosfato de sódio (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – 0,2 mol/L) e aqueça por 5 minutos. Acrescente 10 gotas de (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>MO<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O (molibdato de amônio) na solução quente e deixe em repouso por 5 minutos. A formação de um precipitado amarelo brilhante indica a presença de fósforo.

#### 14) IDENTIFICAÇÃO DO ÍON TIOCIANATO – SCN<sup>-</sup>

Em um tubo de ensaio adicione 10 gotas de solução de tiocianato de amônio (NH<sub>4</sub>SCN – 0,2 mol/L) e acidifique com HCl – 3 mol/L e adicione 5 gotas de solução de cloreto de ferro (FeCl<sub>3</sub> – 0,2 mol/L). A formação de um vermelho sangue indica a presença do tiocianato.

#### d) QUESTÕES

- 1) Mostre todas as reações envolvendo os ânions analisados.
- 2) Pesquise sobre outras reações de identificação dos ânions citados anteriormente.
- 3) Ocorreu algum problema durante esse experimento?

#### ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES

#### OBSERVAÇÃO



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



## EXPERIMENTO 9: ANÁLISE QUALITATIVA POR VIA SECA (TESTE DE CHAMA)

### a) INTRODUÇÃO

O teste de chama baseia-se no fato de que quando uma quantidade de energia incide sobre um determinado elemento químico, alguns dos elétrons da última camada de valência absorvem esta energia passando para um nível de energia mais elevado, produzindo o que chamamos de um estado excitado. Quando um desses elétrons excitados retorna ao estado fundamental, emite uma quantidade de energia radiante, cujo comprimento de onda é característico do elemento e da mudança do nível eletrônico de energia. Assim, a luz de um comprimento de onda particular ou cor, é utilizada para identificar o referido elemento.

A temperatura da chama do bico de Bunsen é suficiente para excitar uma quantidade de elétrons de certos elementos que emitem luz ao retornarem ao estado fundamental de cor e intensidade, que podem ser detectados com considerável clareza e sensibilidade através da observação visual da chama. Na Figura 1, é mostrada uma representação de uma chama e as suas diferentes zonas de temperatura e a Tabela 1 mostra a cor observada durante o teste de chama para alguns cátions.

Figura 1 – Representação de uma chama e as suas diferentes zonas de temperatura

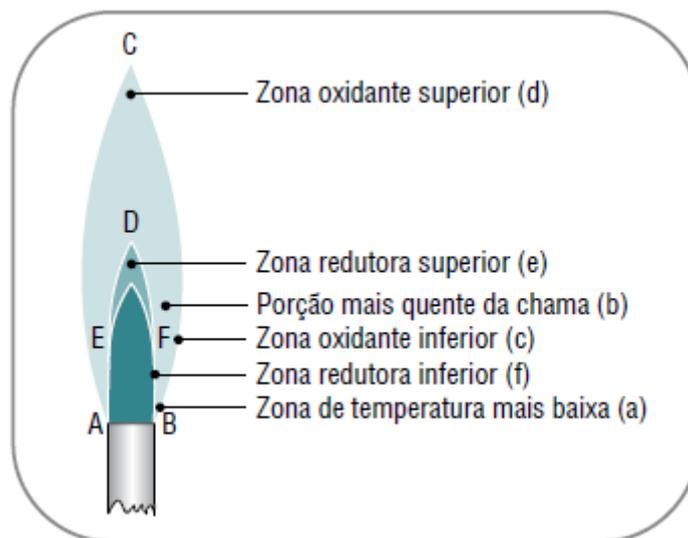


Tabela 1: Resultados obtidos do teste de chama para alguns cátions

CÁTION	COLORAÇÃO
Sódio - $Na^+$	Amarelo intenso
Potássio - $K^+$	Violeta
Cálcio - $Ca^{2+}$	Vermelho tijolo
Estrôncio - $Sr^{2+}$	Vermelho carmim
Bário - $Ba^{2+}$	Verde amarelado
Cobre - $Cu^{2+}$	Verde esmeralda
Chumbo - $Pb^{2+}$	Azul pálido
Bismuto - $Bi^{3+}$	Branco

Interferentes: A presença do íon sódio mascara a coloração do íon potássio. Portanto, na análise deste último, deve-se observar a chama através de um vidro de cobalto o qual torna invisível a coloração do íon sódio e carmesim a do íon potássio.

#### b) OBJETIVOS

- Identificar elementos utilizando o teste de chama.

#### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 Bico de Bunsen</li> <li>• 01 Cabo de Kole</li> <li>• 01 Fio de Monel (Liga de Ni-Cr)</li> <li>• 01 Pisseta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido clorídrico (1:1)</li> <li>• <math>BaCl_2</math> sólido</li> <li>• <math>Bi(NO_3)_3</math> sólido</li> <li>• <math>CaCl_2</math> sólido</li> <li>• <math>CuSO_4</math> sólido</li> <li>• KCl sólido</li> <li>• <math>Pb(NO_3)_2</math> sólido</li> <li>• <math>SrCl_2</math> sólido</li> <li>•</li> </ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário sob a bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Efetua-se primeiramente a limpeza do fio de níquel cromo imergindo-o em ácido clorídrico 1:1 (Usa-se esse ácido devido à volatilidade dos cloretos de metais alcalinos) contido em um vidro de relógio seguido de aquecimento na porção mais quente (zona de fusão) da chama não luminosa do bico de Bunsen até que nenhuma coloração seja transmitida à chama.
- Após isso, mergulha-se novamente o fio na solução de ácido clorídrico e em seguida numa porção da substância em exame contida em um outro vidro de relógio aderindo-a ao fio o qual é levado à zona de temperatura mais baixa da chama a fim de transmitir-lhe a cor característica do íon metálico sob análise.

### 1) Prova de chama para o sódio ( $\text{Na}^+$ )

Colocar uma pequena porção de cloreto de sódio num vidro de relógio, molhando-se o fio em ácido clorídrico concentrado, mergulhando-se no sal e a seguir levando-se o fio à chama oxidante do bico de Bunsen, observando-se a coloração amarela intensa produzida.

### 2) Teste de chama para o potássio ( $\text{K}^+$ )

O teste de chama para o íon potássio é menos sensível do que o teste para o sódio. O potássio dá uma coloração violeta que se extingue rapidamente à chama, e é facilmente mascarada pelo sódio. Pode-se utilizar um vidro azul de cobalto para absorver a luz amarela do sódio e permitir que a cor da chama do potássio seja observada. O vidro transmite a luz somente nos extremos do espectro visível, exatamente onde se encontram as linhas espectrais do potássio. O teste da chama para o potássio pode ser feito usando-se cloreto de potássio sólido.

### 3) Prova de chama para o $\text{Ca}^{+2}$ , $\text{Sr}^{+2}$ e $\text{Ba}^{+2}$ , $\text{Cu}^{+2}$ , $\text{Pb}^{+2}$ e $\text{Bi}^{+3}$ .

O procedimento para os testes de chama para esses íons é idêntico ao descrito para íons sódio e íons potássio. Para a realização do referido teste utiliza-se  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ .

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the user to write notes.



## EXPERIMENTO 10: HIDRÓLISE

### a) INTRODUÇÃO

Quando se dissolvem sais em água, nem sempre a solução se apresenta neutra à reação. A razão para esse fenômeno é que alguns sais reagem com água, caracterizando o que chamamos de **hidrólise**. Como consequência, íons hidrogênio ou íons hidroxila ficam em excesso na solução, tornando-a ácida ou básica, respectivamente.

### b) OBJETIVOS

- Medir o pH de soluções salinas utilizando um papel tornassol;
- Analisar os resultados.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 01 Papel indicador de pH</li> <li>• 01 Pegador de madeira</li> <li>• 01 Pisseta</li> <li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AgNO<sub>3</sub> - 0,1 mol/L</li> <li>• CaCl<sub>2</sub> - 0,2 mol/L</li> <li>• CuSO<sub>4</sub> - 0,2 mol/L</li> <li>• FeCl<sub>3</sub> - 0,2 mol/L</li> <li>• KCl - 0,05 mol/L</li> <li>• K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> - 0,5 mol/L</li> <li>• Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - 2 mol/L</li> <li>• NaNO<sub>2</sub> - 0,2 mol/L</li> <li>• (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> - 0,2 mol/L</li> <li>• CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> - 3 mol/L</li> </ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

- Em cada tubo de ensaio adicione 5 gotas das soluções de AgNO<sub>3</sub> (0,1 mol/L), CaCl<sub>2</sub> (0,2 mol/L), CuSO<sub>4</sub> (0,2 mol/L), FeCl<sub>3</sub> (0,2 mol/L), KCl (0,05 mol/L), K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (0,5 mol/L), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (2 mol/L), NaNO<sub>2</sub> (0,2 mol/L), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,2 mol/L), CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> (3 mol/L). Em seguida meça o pH utilizando um papel indicador universal e anote o resultado no Quadro 1.

Quadro 1: Resultados do pH (Papel indicador universal)

Reagentes	pH
AgNO <sub>3</sub>	
CaCl <sub>2</sub>	
CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	
CuSO <sub>4</sub>	
FeCl <sub>3</sub>	
KCl	
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	
NaNO <sub>2</sub>	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	

**d) QUESTÕES**

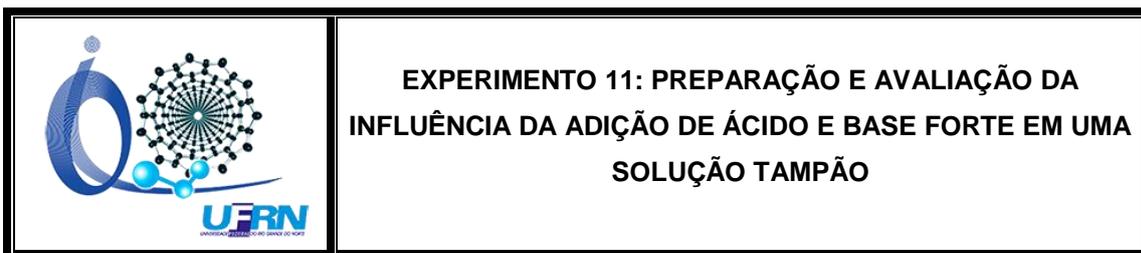
- 1) Pesquise nos livros da biblioteca e na internet as principais propriedades desses sais.
- 2) A partir dos resultados de pH discuta as características desses sais e a influência da hidrólise.
- 3) Ocorreu algum problema durante o experimento?

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**



### a) INTRODUÇÃO

Em muitos procedimentos analíticos, há necessidade de manter o pH praticamente inalterado, o que favorece a obtenção de precipitados, formação de complexos, solubilização de compostos, etc. Para que isso ocorra, é necessário utilizar um tampão, ou solução-tampão, que são soluções que contêm um ácido e seu sal derivado ou uma base e seu sal derivado e que podem resistir às variações de pH mesmo com a adição de um ácido ou uma base forte. As soluções tampão têm muitas aplicações importantes no laboratório e na medicina.

Um dos exemplos mais clássicos que mostra a importância dos tampões nos seres vivos é o sangue humano, fluido que transporta o oxigênio por todas as partes do corpo. O sangue apresenta um pH ligeiramente básico e é considerado normal na faixa de 7,35 a 7,45. Qualquer alteração desse intervalo pode ter efeitos que rompem significativamente a estabilidade das membranas das células, estruturas das proteínas e das atividades das enzimas. Se o pH cair abaixo de 6,8 ou subir acima de 7,8 pode resultar em morte. Uma outra aplicação importante é o controle de pH nas análises microbiológicas para favorecer o crescimento de microorganismos.

### b) OBJETIVOS

- Aprender a preparar uma solução tampão de ácido acético/acetato de sódio;
- Avaliar a influência da adição das soluções de HCl 6 mol/L e NaOH 6 mol/L nas soluções tampão preparadas.

### c) PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

MATERIAIS	REAGENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 02 Balões volumétricos de 50 mL</li> <li>• 01 Bastão de vidro</li> <li>• 02 Béqueres de 100 mL</li> <li>• 01 Funil pequeno</li> <li>• Papel indicador universal de pH</li> <li>• 01 Pera de borracha ou pipetador</li> <li>• 02 Pipetas graduadas de 5 mL</li> <li>• 02 Pipetas de Pasteur</li> <li>• 01 Pisseta</li> <li>• 20 Tubos de ensaio de 10 mL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CH<sub>3</sub>COOH - 0,5 mol/L</li> <li>• HCl - 3 mol/L</li> <li>• NaCH<sub>3</sub>COO 0,5 mol/L</li> <li>• NaOH - 6 mol/L</li> </ul>

**OBSERVAÇÃO:** Inicialmente, verifique se no armário e na bancada do seu grupo, consta todos os materiais necessários para a realização do experimento. Caso isso não ocorra, registre no caderno de ocorrências do laboratório.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### PREPARAÇÃO DE 50 mL DE SOLUÇÃO DE ÁCIDO ACÉTICO ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) 0,5 mol/L

O ácido acético ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ), oficialmente chamado de ácido etanóico, é um ácido carboxílico, saturado e de cadeia aberta. Em sua forma impura, é popularmente conhecido como vinagre. Quando ele está livre de água é conhecido como ácido acético glacial.

A partir do ácido acético ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) concentrado (verifique a % m/m e a densidade), prepare 50 mL de solução de ácido acético 0,5 mol/L. Prepare a solução, adicionando, em um béquer o ácido concentrado sobre cerca de 20 mL de água destilada (**NUNCA ADICIONAR ÁGUA DIRETAMENTE SOBRE O ÁCIDO CONCENTRADO**); **O CERTO É ADICIONAR O ÁCIDO SOBRE A ÁGUA**). Após a diluição, transfira para um balão volumétrico de 50 mL e complete o volume com água destilada. Armazene em frasco de vidro e rotule com as seguintes informações: Nome da solução, concentração, data e nome dos alunos. Utilizando um papel indicador universal, meça o pH da solução de ácido acético preparada e anote no Quadro 1.

Quadro 1: Medida de pH da solução de ácido acético

$\text{CH}_3\text{COOH}$	pH
0, 5 mol/L	

#### PREPARAÇÃO DE 50 mL DE SOLUÇÃO DE ACETATO DE SÓDIO ( $\text{NAC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) 0,5 mol/L

O acetato de sódio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), também chamado de etanoato de sódio, é um composto cristalino e incolor bastante solúvel em água. Prepare 50 mL de solução aquosa de acetato de sódio 0,5 mol/L. Armazene em frasco de vidro e rotule com as seguintes informações: Nome da solução, concentração, data e nome dos alunos. Utilizando um papel indicador universal, meça o pH da solução de acetato de sódio preparada e anote no Quadro 2.

Quadro 2: Medida de pH da solução de acetato de sódio

$\text{CH}_3\text{COONa}$	pH
0, 5 mol/L	

## PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO TAMPÃO

- No tubo de ensaio Nº 1 adicione 5 mL da solução de ácido acético 0,5 mol/L e 5,0 mL da solução de acetato de sódio 0,5 mol/L;
- No tubo de ensaio Nº 2 adicione 5 mL da solução de ácido acético 0,5 mol/L e 1,0 mL da solução de acetato de sódio 0,5 mol/L;
- No tubo de ensaio Nº 3 adicione 1 mL da solução de ácido acético 0,5 mol/L e 3,0 mL da solução de acetato de sódio 0,5 mol/L.
- No tubo de ensaio Nº 4 adicione 1 mL da solução de ácido acético 0,5 mol/L e 5,0 mL da solução de acetato de sódio 0,5 mol/L.
- Calcule as concentrações de ácido acético ( $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ) e acetato de sódio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) para todas as soluções preparadas. Considere a adição de volumes.
- Calcule o pH para todas as misturas e anote o resultado no Quadro 3.
- Meça o pH de todas as soluções preparadas utilizando papel indicador universal e anote os resultados no Quadro 3:

Quadro 3: Resultados encontrados

Tubo de ensaio	$[\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2]$ mol/L	$[\text{CH}_3\text{COONa}]$ mol/L	pH calculado	pH medido

- Agora adicione nos tubos de ensaio de Nº 1 a 4, cinco gotas da solução de ácido clorídrico 3 mol/L, meça o pH utilizando papel indicador universal e anote os resultados no Quadro 4.

Quadro 4: Resultado após adição da solução de HCl 3 mol/L

Tubo de ensaio	pH medido	pH calculado

- Prepare novamente as soluções tampão conforme indicado anteriormente e numere os tubos de ensaio de Nº 5 a 8. Em seguida adicione cinco gotas da solução de hidróxido de sódio 6 mol/L, meça o pH utilizando papel indicador universal e anote os resultados no Quadro 5.

Quadro 5: Resultado após adição da solução de NaOH 6 mol/L

Tubo de ensaio	pH medido	pH calculado

**ESPAÇO PARA ANOTAÇÕES**

**OBSERVAÇÃO**



**APÓS A FINALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO ARMAZENE O RESÍDUO NO FRASCO INDICADO PELO PROFESSOR.**

## 7 - BIBLIOGRAFIA

- 1) Alexeyev, V., *Análise Qualitativa*, Moscou, 1981.
- 2) Atkins, P., Jones, L., *Princípios da Química*, Editora Bookman, 2001.
- 3) Baccan, N., Godinho, O. E. S., Aleixo, L. M., Stein, E. *Introdução à Semimicroanálise Qualitativa*, 1997.
- 4) Christian, G. D.; *Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, Sth Edition, 1994.
- 5) Dias, S. L. P., Vaghetti, J. C. P., Lima, E. C., Brasil, J. L., Pavan, F. A. *Química Analítica - Teoria e Práticas Essenciais*, Editora Bookman, Porto Alegre, 2016.
- 6) Dias, S. L. P., Bohrer, F. M. G., De Luca, M. A., Vaghetti, J. C. P., Brasil, J. L., *Análise Qualitativa em Escala Semimicro*, Editora Bookman, Porto Alegre, 2016.
- 7) Fernandes, J., *Química Analítica Qualitativa*, Hemus, São Paulo, 1982.
- 8) Freitas, R. G., *Problemas e exercícios de química*. Livros Técnicos S. A., 9ª edição, Rio de Janeiro, 1989.
- 9) Jaime, F., *Química Analítica Qualitativa*, Hemus, São Paulo, 1982.
- 10) King, E. J., *Análise Qualitativa, Reações, Separações e Experiências*, Interamericana, 1981.
- 11) Mahan, B. H., *Química um Curso Universitário*. Ed. Edgar Blucher LTDA, 4ª edição, São Paulo.
- 12) Masterton, W. L., Slowinski, E. J., Stanitski, C. L., *Princípios de Química*, Editora LTC, Rio de Janeiro, 1990.
- 13) Pavia, D. L.; Lampman, G. M.; Kriz, G. S. *Introduction to Organic Laboratory Techniques*; 3ª ed; Saunders; New York; 1988.
- 14) Rosa, G., Gauto, M. Gonçalves, F., *Química Analítica - Práticas de Laboratório*. Editora Bookman, Porto Alegre, 2013.
- 15) Rosenberg, L. J., Epsteins, *Química geral*. Editora Edgar Blucher Ltda., 1ª edição, São Paulo, 2002.
- 16) Russell, P. J. B., *Química Geral*. Vol. 2, Pearson Education, 2ª edição, São Paulo, 1994.
- 17) Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., *Fundamentals of Analytical Chemistry*, Ed. Harcourt College Publishing, 7ª Ed., 1997.
- 18) Vaitsman, D. S., *Ensaio Químicos Qualitativos*, Editora Interciências, 1995. Maviael, 2005.
- 19) Vogel, A. I., *Química Analítica Qualitativa*, Editora Mestre Jou, 5ª Edição, São Paulo, 1981.
- 20) Vogel, A. I. *Análise Química Quantitativa*; LTC Editora; 6ª ed.; 2002.

## 8 - SITES IMPORTANTES

QMCWEB – O JORNAL VIRTUAL DA QUÍMICA! <a href="http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/">http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/</a>	HOMEPAGE DO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UFRN <a href="http://www.quimica.ufrn.br">http://www.quimica.ufrn.br</a>
SITE PARA A BUSCA DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS <a href="http://www.chemfinder.com/">http://www.chemfinder.com/</a>	SITE COM DADOS DE SEGURANÇA DE PRODUTOS COMERCIAIS: <a href="http://www.hazard.com/msds/">http://www.hazard.com/msds/</a>
DADOS FÍSICO-QUÍMICOS DE SUBSTÂNCIAS <a href="http://webbook.nist.gov/">http://webbook.nist.gov/</a>	HOMEPAGE DA AGÊNCIA AMERICANA DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE: <a href="http://www.epa.gov/">http://www.epa.gov/</a>
MANUAL DE PRODUTOS QUÍMICOS PERIGOSOS <a href="http://www.cetesb.sp.gov.br">http://www.cetesb.sp.gov.br</a>	SÍMBOLOS DE RISCOS <a href="http://www.multisign.com.br">http://www.multisign.com.br</a>
ENCICLOPÉDIA LIVRE <a href="http://pt.wikipedia.org">http://pt.wikipedia.org</a>	SITE DE QUÍMICA <a href="http://www.chemkeys.com.br">http://www.chemkeys.com.br</a>
SITE DE QUÍMICA DA USP <a href="http://allchemistry.iq.usp.br">http://allchemistry.iq.usp.br</a>	SITE DE PESQUISA <a href="http://www.scielo.br">www.scielo.br</a>
SITE DE PESQUISA <a href="http://www.periodicos.capes.gov.br">www.periodicos.capes.gov.br</a>	JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION <a href="http://jchemed.chem.wisc.edu">http://jchemed.chem.wisc.edu</a>
SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA <a href="http://www.s bq.org.br">www.s bq.org.br</a>	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA <a href="http://www.abq.org.br">www.abq.org.br</a>



"Cada pessoa deve trabalhar para o seu aperfeiçoamento e, ao mesmo tempo, participar da responsabilidade coletiva por toda a humanidade."

**Marie Curie**

Fonte: <https://kdfrases.com/autor/marie-curie>