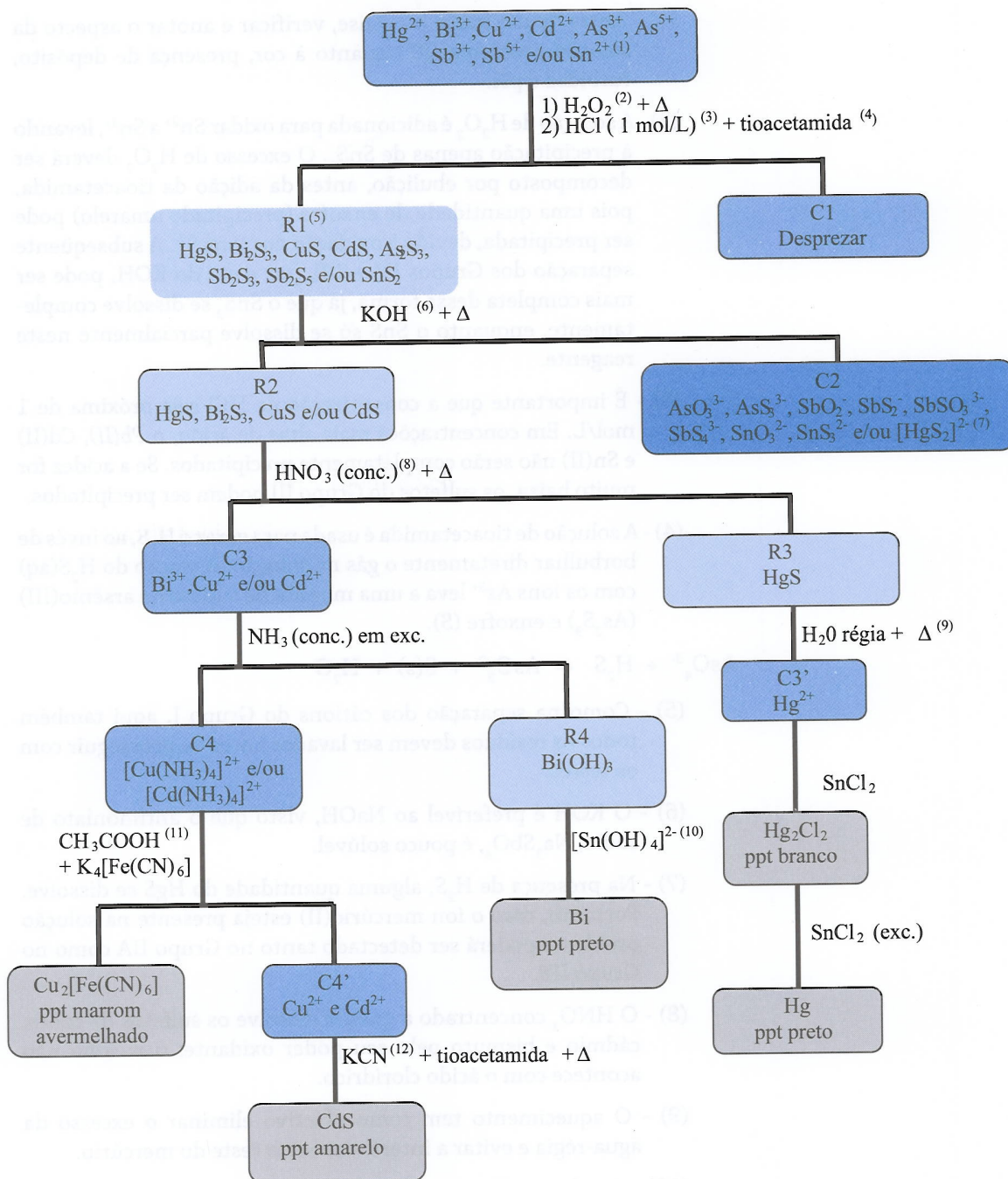


Esquema de separação do Grupo II



Essa separação pode ser opcional

Solúvel

Insolúvel

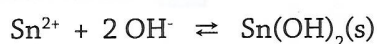
Cátions Identificados

## 5.2 - Observações relativas ao esquema de separação

- (1) - Antes de dar início à análise, verificar e anotar o aspecto da solução problema (SP) quanto à cor, presença de depósito, turbidez e pH.
- (2) - A solução de  $\text{H}_2\text{O}_2$  é adicionada para oxidar  $\text{Sn}^{2+}$  a  $\text{Sn}^{4+}$ , levando à precipitação apenas de  $\text{SnS}_2$ . O excesso de  $\text{H}_2\text{O}_2$  deverá ser decomposto por ebulição, antes da adição da tioacetamida, pois uma quantidade de enxofre (precipitado amarelo) pode ser precipitada, devido à oxidação dos íons  $\text{S}^{2-}$ . A subsequente separação dos Grupos IIA e IIB, por meio do KOH, pode ser mais completa dessa forma, já que o  $\text{SnS}_2$  se dissolve completamente, enquanto o  $\text{SnS}$  só se dissolve parcialmente neste reagente.
- (3) - É importante que a concentração de HCl seja próxima de 1 mol/L. Em concentrações mais altas de ácido, o  $\text{Pb(II)}$ ,  $\text{Cd(II)}$  e  $\text{Sn(II)}$  não serão completamente precipitados. Se a acidez for muito baixa, os sulfetos do Grupo III podem ser precipitados.
- (4) - A solução de tioacetamida é usada para gerar o  $\text{H}_2\text{S}$ , ao invés de borbulhar diretamente o gás na solução. A reação do  $\text{H}_2\text{S(aq)}$  com os íons  $\text{As}^{5+}$  leva a uma mistura de sulfeto de arsênio(III) ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ) e enxofre (S).



- (5) - Como na separação dos cátions do Grupo I, aqui também todos os resíduos devem ser lavados antes de prosseguir com os testes.
- (6) - O KOH é preferível ao NaOH, visto que o antimoniato de sódio,  $\text{Na}_3\text{SbO}_4$ , é pouco solúvel.
- (7) - Na presença de  $\text{H}_2\text{S}$ , alguma quantidade do  $\text{HgS}$  se dissolve. Portanto, caso o íon mercúrio(II) esteja presente na solução problema poderá ser detectado tanto no Grupo IIA como no Grupo IIB.
- (8) - O  $\text{HNO}_3$  concentrado a quente dissolve os sulfetos de cobre, cádmio e bismuto pelo seu poder oxidante; o mesmo não acontece com o ácido clorídrico.
- (9) - O aquecimento tem como objetivo eliminar o excesso da água-régia e evitar a interferência no teste do mercúrio.
- (10) - A solução de estanito de sódio tem que ser preparada no momento do uso. Em um tubo de ensaio, colocar algumas gotas de solução de cloreto de estanho(II) e adicionar solução de hidróxido de sódio 5 mol/L até formação de precipitado. Adicionar excesso de solução de hidróxido até dissolução do precipitado formado.



- (11) - O ácido acético decompõe o complexo azul de  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  em  $\text{Cu}^{2+}$ , que, por sua vez, é precipitado pelo  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
- (12) - Se os íons  $\text{Cu}^{2+}$  estiverem ausentes não há necessidade da adição do KCN, caso contrário, o KCN tem que ser adicionado para haver a formação do complexo tetracianocuprato(I),  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ , altamente estável, de modo que o  $\text{H}_2\text{S}$  adicionado, posteriormente, não produzirá nenhum precipitado com o cobre. O complexo formado com os íons  $\text{Cd}^{2+}$  e os íons  $\text{CN}^-$  é menos estável do que o respectivo sulfeto; assim, caso o cádmio esteja presente, será formado um precipitado amarelo de sulfeto de cádmio, mesmo na presença dos íons cobre.
- (13) - A adição do peróxido tem como finalidade a oxidação do As(III) a As(V) para permitir o teste com a mistura magnésiana.
- (14) - Quando se adiciona o  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , na presença de amônia, forma-se um complexo altamente estável de trioxalatoestanho(IV), com o qual o  $\text{H}_2\text{S}$  não produz precipitado. Assim, o antimônio pode ser precipitado sem a interferência do estanho.
- (15) - O ferro é adicionado, na forma de limalha, para reduzir  $\text{Sn}^{4+}$  a  $\text{Sn}^{2+}$  e, assim, permitir o teste com o  $\text{HgCl}_2$ .



## AUTO-AVALIAÇÃO

Ao final dessa aula você deverá ser capaz de:

- 1- Saber quais são os cátions pertencentes ao Grupo II.
- 2- Saber qual é o reagente de grupo para estes cátions.
- 3- Saber como separar o Grupo IIA do Grupo IIB.
- 4- Distinguir as reações mais seletivas para cada cátion.
- 5- Reconhecer os reagentes usados para caracterizar os cátions após a separação.
- 6- Fazer um resumo explicativo da separação e identificação dos cátions do Grupo II seguindo o modelo do Grupo I.



# AULA 3

## IDENTIFICAÇÃO E SEPARAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO III

### Objetivos

- Escrever as equações que descrevem as reações químicas de cada cátion com os reagentes utilizados nos testes;
- Identificar os equilíbrios envolvidos em cada reação, isto é, equilíbrio ácido-base, solubilidade, complexação e oxirredução;
- Identificar os reagentes seletivos a cada cátion;
- Identificar as características físicas dos produtos formados nas reações;
- Observar atentamente os cátions envolvidos em cada grupo e o respectivo reagente de grupo.

### 1- INTRODUÇÃO

❖ **Ferro:** Elemento metálico de transição, prateado, maleável e dúctil. As principais fontes são os minérios hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), limonita ( $\text{FeO}(\text{OH})_n \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), ilmenita ( $\text{FeTiO}_3$ ), siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) e pirita ( $\text{FeS}_2$ ). O metal é fundido em ambiente redutor em forno e depois é processado para obtenção de ferro e de vários tipos de aço. O elemento é o quarto mais abundante na crosta terrestre. O ferro é muito reativo sendo oxidado pelo ar úmido, deslocando o hidrogênio de ácidos diluídos e se combinando com elementos não metálicos. Forma sais iônicos e numerosos complexos nos estados de oxidação +2 e +3.

Nos organismos vivos é essencial como elemento em nível de traços. Nos vertebrados aparece como íon ferro(II) na molécula de hemoglobina do sangue que faz o transporte de oxigênio dos pulmões para o tecido e do dióxido de carbono das células para os pulmões. O corpo de uma pessoa adulta normal contém cerca de 3 gramas de ferro, a maior parte dele na hemoglobina.

❖ **Alumínio:** Elemento metálico, prateado, claro e brilhante. O metal é muito reativo, mas é protegido por uma fina camada transparente de óxido que se forma rapidamente no ar. O alumínio e seus óxidos são anfóteros. O metal é extraído da bauxita purificada ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) por eletrólise. É o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre (8,1% em massa). O alumínio puro

é mole e dúctil, mas sua resistência pode ser aumentada por tratamento adequado. São produzidas muitas ligas de alumínio contendo vários elementos, inclusive cobre, manganês, silício, zinco e magnésio. Sua leveza, resistência mecânica (em ligas), resistência à corrosão e condutividade elétrica (62% da condutividade do cobre) o tornam adequado para muitas finalidades, inclusive na construção de veículos, aeronaves, construção civil (estruturas, portas, janelas e esquadrias) e cabos condutores.

- ❖ **Crômio:** Elemento de transição metálico, duro e prateado. O principal minério é a cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ). O metal é extraído por aquecimento de cromita com cromato de sódio, a partir do qual o cromo pode ser obtido por eletrólise. A cromita também pode ser aquecida com carbono em forno elétrico para dar ferrocromo que é usado em ligas de aço. O metal também é usado em camadas de revestimento metálico eletrodepositadas, como efeito decorativo e brilhante, e na produção de certos compostos de cromo. À temperatura ambiente, o metal é resistente à corrosão. Reage com ácidos clorídrico e sulfúrico diluídos para dar sais de cromo(II).
- ❖ **Níquel:** Elemento de transição metálico, prateado, maleável e dúctil. É encontrado nos minerais nicolita ( $\text{NiAs}$ ), pentlandita ( $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$ ), pirrotita ( $(\text{Fe,Ni})\text{S}$ ) e garnierita ( $(\text{Ni,Mg})_6(\text{OH})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ). O níquel também está presente em alguns meteoritos de ferro (até 20%). Os principais compostos são formados com níquel no estado de oxidação +2. O níquel metálico é usado em aços especiais e Invar e, sendo magnético, em ligas metálicas como Mumetal. Também é eficiente catalisador particularmente de reações de hidrogenação.
- ❖ **Cobalto:** Elemento metálico de transição cinza claro. Pequenas quantidades de cobalto metálico estão presentes em meteoritos, mas sua principal fonte são os minerais cobaltita ( $\text{CoAsS}$ ), esmalta ( $\text{CoAs}_3$ ) e eritrita ou flores de cobalto ( $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ), e também ocorre associado a cobre e níquel nos sulfetos e arsenetos. O cobalto é importante componente de ligas metálicas. É usado em aços inoxidáveis e em ligas resistentes à oxidação em altas temperaturas, para hélices de turbinas e ferramentas de corte. O metal é oxidado por ar quente e também reage com carbono, fósforo, enxofre e ácidos minerais diluídos. Sais de cobalto, geralmente nos estados de oxidação II e III, dão cor azul brilhante aos vidros e cerâmicas. Papel impregnado com cloreto de cobalto(II) anidro é um teste qualitativo para água e tinta sensível à temperatura. Pequenas quantidades de sais de cobalto são essenciais para a dieta equilibrada de mamíferos. O  $^{60}\text{Co}$  produzido artificialmente é um traçador radioativo e agente de tratamento de câncer (radioterapia).
- ❖ **Manganês:** Elemento metálico de transição, de cor cinza e maleável. As principais fontes são pirolusita ou manganês



mole ( $\text{MnO}_2$ ), psilomelana ou manganês duro ( $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) e rodocrosita ( $\text{MnCO}_3$ ). O elemento é bastante eletropositivo e reage com água e ácidos diluídos dando hidrogênio. Quando aquecido combina com oxigênio, nitrogênio e com outros metais. Sais de manganês contêm o elemento nos estados de oxidação +2 e +3. Os sais de manganês(II) são mais estáveis. Também forma compostos em estados de oxidação mais altos, como óxido de manganês(V) e sais de manganato(VI) e permanganato(VII).

- ❖ **Zinco:** Elemento metálico de transição branco azulado. Ocorre na esfarelita (ou blenda de zinco,  $\text{ZnS}$ ) que é encontrada associada ao sulfeto de chumbo e à smithsonita ( $\text{ZnCO}_3$ ). O metal é usado na galvanização e em várias ligas. Quimicamente é um metal reativo que combina com oxigênio e com outros não metais. Reage com ácidos diluídos liberando hidrogênio. Também dissolve em álcalis dando os zincatos. Na maioria dos seus compostos ocorre como o íon  $\text{Zn}^{2+}$ .

## 2- ASPECTOS GERAIS DO GRUPO III

**2.1 - Reagente de grupo: sulfeto de hidrogênio,  $\text{H}_2\text{S}$ , na presença de amônia e cloreto de amônio ou solução de sulfeto de amônio.**

O meio para a precipitação tem que ser tamponado, em pH 9, pois os cátions  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ , cujos sulfetos se hidrolisam e formam hidróxidos, consomem íons  $\text{OH}^-$ , e assim o meio poderá se tornar muito ácido e impedir a precipitação completa dos cátions do Grupo III. Por outro lado, os íons cloreto introduzidos no meio evitam a formação de colóides, nos casos em que isso possa acontecer; como, por exemplo, o S coloidal azul proveniente da reação:  $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S(s)}$

Neste grupo, também, a solução de *tioacetamida* é usada para precipitar os sulfetos ao invés de borbulhar o gás  $\text{H}_2\text{S}$  diretamente na solução amostra, pelos mesmos motivos expostos no Grupo II.

**2.2 - Reação do grupo: formação de precipitados de cores diferentes.**

Preto:  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{NiS}$  e  $\text{CoS}$

Verde:  $\text{Cr(OH)}_3$

Branco:  $\text{Al(OH)}_3$  e  $\text{ZnS}$

Marrom avermelhado:  $\text{Fe(OH)}_3$

Rosa:  $\text{MnS}$

**2.3 - Características do grupo: os cátions do Grupo III formam sulfetos pouco solúveis com o  $\text{H}_2\text{S}$ . Os valores de seus  $K_{ps}$  são bem maiores do que os sulfetos do Grupo**

II e, portanto, só são precipitados quando a solução for mantida básica.

$$K_{ps}(\text{FeS}) = 5,0 \times 10^{-18}$$

$$K_{ps}(\text{MnS}) = 2,5 \times 10^{-13}$$

$$K_{ps}(\text{ZnS}) = 1,0 \times 10^{-21}$$

$$K_{ps}(\text{NiS}) = 3,2 \times 10^{-19}$$

$$K_{ps}(\text{CoS})\alpha = 4,0 \times 10^{-21}$$

Os cátions Al(III) e Cr(III) formam sulfetos que sofrem hidrólise completa em solução aquosa e, portanto, são precipitados como hidróxidos e não como sulfetos. Os respectivos sulfetos só podem ser preparados em estado seco.

$$K_{ps}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1,0 \times 10^{-32} \text{ e } K_{ps}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6,3 \times 10^{-31}.$$

Por outro lado, o  $\text{H}_2\text{S}$  é capaz de reduzir  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ , e o FeS úmido, quando exposto ao ar, é oxidado a hidróxido de ferro(III) marrom ( $K_{ps} = 3,2 \times 10^{-38}$ ).

Outros íons que também formam sulfetos ou hidróxidos em soluções alcalinas incluem o Be(II), os cátions dos lantanídeos e dos actínídeos e os cátions trivalentes de gálio, índio, tâlio, escândio e ítrio.

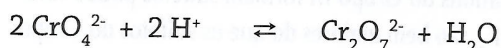
Os cátions do Grupo III são, tradicionalmente, divididos em 2 subgrupos: Grupo IIIA ou subgrupo do ferro e o Grupo IIIB ou subgrupo do zinco. Esta divisão é baseada na formação de hidróxidos pela solução de amônia, na presença de um excesso de cloreto de amônio.

\* Grupo IIIA: os cátions deste grupo formam hidróxidos em solução de amônia, na presença de um excesso de cloreto de amônio. Fazem parte deste grupo os cátions Fe(II), Fe(III), Cr(III) e Al(III).

Os sais de Fe(II) em solução contêm o íon  $\text{Fe}^{2+}$  e, normalmente, apresentam uma coloração verde clara. Os íons  $\text{Fe}^{2+}$  são facilmente oxidados a  $\text{Fe}^{3+}$ , principalmente em soluções básicas, quando até mesmo o oxigênio atmosférico oxidará estes íons. Os sais de ferro(III) são mais estáveis, e em suas soluções estão presentes os cátions  $\text{Fe}^{3+}$ , de coloração amarelo clara.

Os íons  $\text{Al}^{3+}$  formam sais incolores com ânions incolores. Os seus *halogenetos*, *nitrato* e *sulfato* são solúveis em água. Os *hidróxidos* apresentam caráter anfótero, isto é, se solubilizam tanto em ácidos como em bases.

Em soluções aquosas, o cromo forma 3 tipos de íons: os cátions crômio(II) e (III) e o ânion cromato (e dicromato), no qual o cromo tem o estado de oxidação +6. Os íons  $\text{Cr}^{2+}$  formam soluções de cor azul, mas são altamente instáveis e, por isso, não serão considerados. Os íons Cr(III) são estáveis, e aparecem em solução nas formas de complexo tetraaquaclorocromio(II),  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}]^+$ , ou pentaaquaclorocromio(III),  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ , de cor verde, ou como íon hexaaquacromio(III),  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , de cor violeta. Os íons cromato são amarelos, enquanto os dicromatos têm uma cor laranja. Os cromatos são facilmente transformados em dicromato pela adição de ácidos:





Os *hidróxidos* de crômio(III) também apresentam caráter anfótero.

\* Grupo IIIB: os cátions deste grupo não formam precipitados com solução de amônia e excesso de cloreto de amônio. Fazem parte deste grupo os cátions Co(II), Ni(II), Mn(II) e Zn(II). A presença de grande quantidade de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  desloca o equilíbrio da amônia para a esquerda, pelo efeito do íon comum, diminuindo, assim, a concentração de íons  $\text{OH}^-$  no meio e, portanto, os  $K_{ps}$  dos respectivos hidróxidos não são alcançados.

Em soluções aquosas de compostos de cobalto (II), os íons vermelhos de  $\text{Co}^{2+}$  estão presentes. Os compostos anidros ou não dissociados de Co(II) são azuis.

Os sais dissolvidos de Ni(II) são verdes devido à cor do complexo hexaaquaníquel(II),  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ .

Os íons manganês apresentam 5 estados de oxidação: +2, +3, +4, +6 e +7. No entanto, apenas os compostos de manganês(II) e (VIII) e o  $\text{MnO}_2$  são estáveis. Os sais de Mn(II) são incolores; contudo, se o composto contiver água de cristalização, e em soluções, são ligeiramente rosa, devido à presença do íon hexaaquamanganês(II),  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ . Os compostos de manganês(VII) contêm o íon permanganato,  $\text{MnO}_4^-$ . Os permanganatos alcalinos são estáveis, produzindo soluções de cor violeta.

Os íons zinco se apresentam em solução na forma de  $\text{Zn}^{2+}$ , incolores. Seus *hidróxidos* apresentam caráter anfótero como os hidróxidos de alumínio e crômio.

### 3- PROCEDIMENTO PARA OS TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIOS DO GRUPO IIIA

Para a realização desta tarefa você vai precisar de tubos de ensaio, conta-gotas ou pipetas Pasteur, centrífuga, chapa de aquecimento e os reagentes listados na Tabela 4. Após a realização de cada teste, anote suas observações nessa tabela.

#### 3.1 - Ferro ( $\text{Fe}^{3+}$ )

##### • Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;

6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de HCl 1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de NaOH 1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de NaOH 5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 5

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{SCN}$  0,1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 6

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  0,025 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.



• Reagente 7 – Não realizar este teste

• Reagente 8 – Não realizar este teste

### 3.2 - Alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ )

#### • Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{HCl}$  1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

#### • Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

#### • Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

#### • Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NaOH}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;

4. Adicionar excesso de solução de NaOH 5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 5 – Não realizar este teste

• Reagente 6 – Não realizar este teste

• Reagente 7

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de NaOH 5 mol/L e 3 gotas de solução de aluminon 0,1% m/v;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 8 – Não realizar este teste

### 3.3 - Crômio ( $\text{Cr}^{3+}$ )

• Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  0,2 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de HCl 1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  0,2 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.



**• Reagente 3**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  0,2 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 4**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  0,2 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NaOH}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NaOH}$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 5 – Não realizar este teste****• Reagente 6 – Não realizar este teste****• Reagente 7 – Não realizar este teste****• Reagente 8**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$  0,2 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar excesso de solução de  $\text{NaOH}$  5 mol/L e 3 gotas de  $\text{H}_2\text{O}_2$  20 volumes;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

Você sabia que:

Nas estações de tratamento da água, a coagulação envolve a adição do alumínio de potássio,  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ , visando à precipitação do hidróxido de alumínio  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$  e o conseqüente arraste das pequenas partículas em suspensão. Por outro lado, uma elevada concentração de alumínio na água pode ser nociva à saúde humana. Assim, eleva-se o pH da água tratada, para assegurar sua precipitação como  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

TABELA 4

Testes para a identificação dos cátions do Grupo IIIA

Reagente	Cátion		
	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Cr}^{3+}$
1) $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3$ (5 mol/L) + $\text{NH}_4\text{Cl}$ (5 mol/L)			
ppt + HCl (1 mol/L)			
2) $\text{NH}_3$ (5 mol/L)			
ppt + $\text{NH}_3$ (5 mol/L) em excesso			
3) $\text{NH}_3$ (5 mol/L) + $\text{NH}_4\text{Cl}$ (5 mol/L) em excesso			
4) NaOH (1 mol/L)			
ppt + NaOH (5 mol/L) em excesso			
5) $\text{NH}_4\text{SCN}$ (0,1 mol/L)		Não realizar este teste	Não realizar este teste
6) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (0,1 mol/L)		Não realizar este teste	Não realizar este teste
7) NaOH (5 mol/L) + Aluminon (0,1% m/v)	Não realizar este teste		Não realizar este teste
8) NaOH (5 mol/L) em excesso + $\text{H}_2\text{O}_2$ (20 volumes)	Não realizar este teste	Não realizar este teste	

#### 4- PROCEDIMENTO PARA OS TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO IIIB

Para a realização desta tarefa você vai precisar de tubos de ensaio, conta-gotas ou pipetas Pasteur, centrífuga, chapa de aquecimento e os reagentes listados na Tabela 5. Após a realização de cada teste, anote suas observações nessa tabela.

##### 4.1 - Cobalto ( $\text{Co}^{2+}$ )

###### • Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;



2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{HCl}$  1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NaOH}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NaOH}$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 5

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar uma pitada de  $\text{NH}_4\text{SCN}$  sólido;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 6 – Não realizar este teste

• Reagente 7 – Não realizar este teste

• Reagente 8 – Não realizar este teste

#### 4.2 - Níquel ( $\text{Ni}^{2+}$ )

##### • Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{HCl}$  1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

##### • Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

##### • Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

##### • Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NaOH}$  1 mol/L;



3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de NaOH 5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 5 – Não realizar este teste

• Reagente 6

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de dimetilglioxima 1% m/v e 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 7 – Não realizar este teste

• Reagente 8 – Não realizar este teste

#### 4.3 - Manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ )

• Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de HCl 1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 3**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 4**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NaOH}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NaOH}$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 5 – Não realizar este teste****• Reagente 6 – Não realizar este teste****• Reagente 7**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar uma gota de  $\text{HNO}_3$  concentrado;
3. Adicionar uma pitada de  $\text{NaBiO}_3$  sólido;
4. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 8 – Não realizar este teste****4.4 - Zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ )****• Reagente 1**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de tioacetamida 10% m/v, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L, 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L e aquecer em banho-maria;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;



5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de HCl 1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L e excesso de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de NaOH 1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Adicionar excesso de solução de NaOH 5 mol/L no mesmo tubo de ensaio;
5. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 5 – Não realizar este teste

• Reagente 6 – Não realizar este teste

• Reagente 7 – Não realizar este teste

• Reagente 8

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  0,025 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

TABELA 5

## Testes para a identificação dos cátions do Grupo IIIB

Reagente	Cátion			
	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
1) H <sub>2</sub> S + NH <sub>3</sub> (5 mol/L) + NH <sub>4</sub> Cl (5mol/L) + Δ ppt + HCl (1 mol/L)				
2) NH <sub>3</sub> (5 mol/L) ppt + NH <sub>3</sub> (5 mol/L) em excesso				
3) NH <sub>3</sub> (5 mol/L) + NH <sub>4</sub> Cl (5 mol/L) em excesso				
4) NaOH(1 mol/L) ppt + NaOH (5 mol/L) em excesso				
5) NH <sub>4</sub> SCN sólido		Não realizar este teste	Não realizar este teste	Não realizar este teste
6) Dimetilglioxima (1% m/v) + NH <sub>3</sub> (5 mol/L)	Não realizar este teste		Não realizar este teste	Não realizar este teste
7) HNO <sub>3</sub> (conc.) + NaBiO <sub>3</sub> sólido	Não realizar este teste	Não realizar este teste		Não realizar este teste
8) K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] (0,025 mol/L)	Não realizar este teste	Não realizar este teste	Não realizar este teste	

Você sabia que:

Para tratamento de efluentes contendo metais pesados (Pb, Cd, Zn, Cu, Hg, Sn, etc.), a precipitação na forma de sulfetos é um dos métodos mais utilizados, pois apresenta boa eficiência de remoção.

### 5- PROCEDIMENTO PARA SEPARAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIOS DO GRUPO III

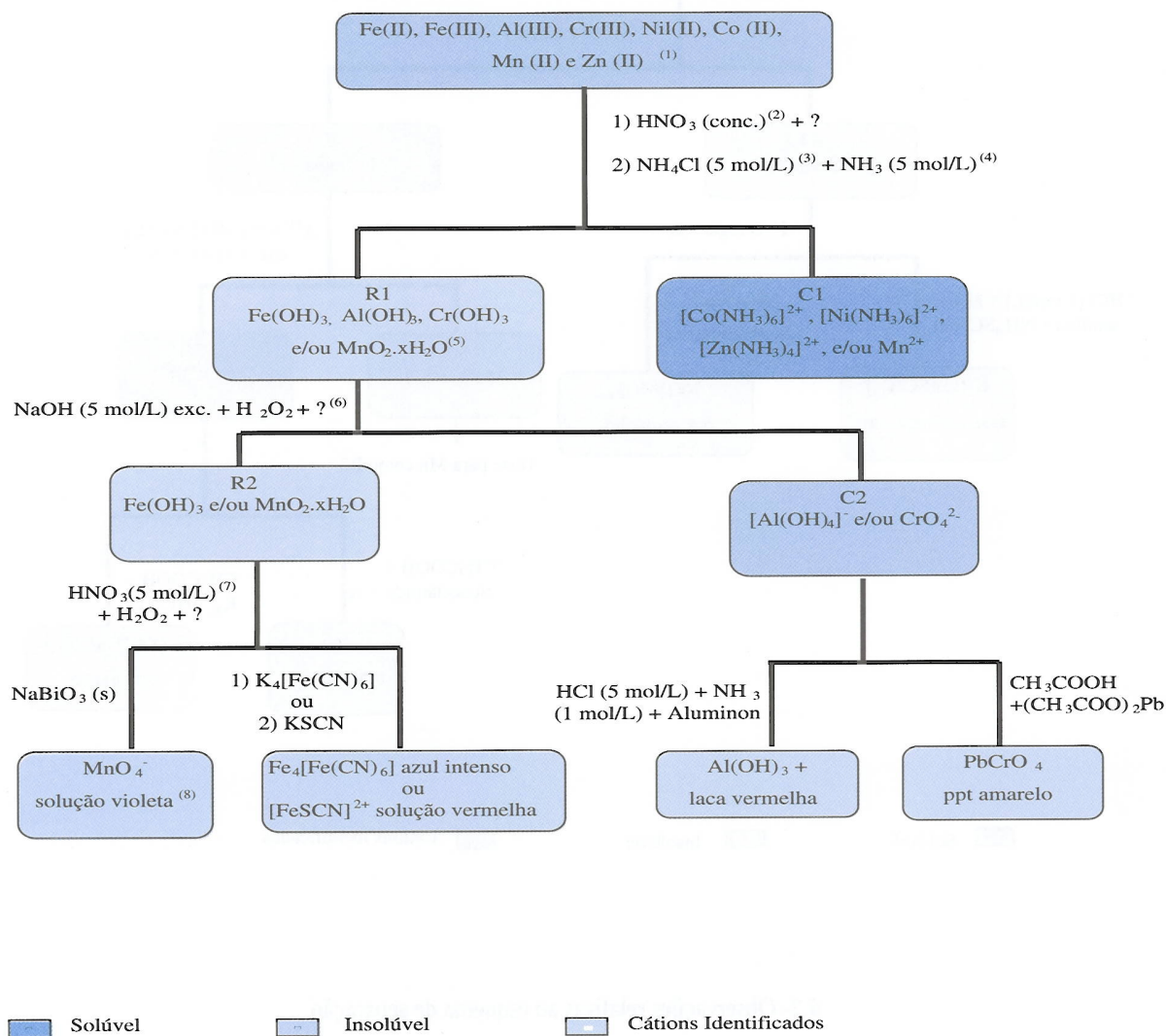
#### Objetivos

- Escrever as equações que descrevem as reações químicas de cada cátion com os reagentes utilizados em cada etapa do processo;
- Identificar os equilíbrios envolvidos em cada etapa da separação;
- Observar o uso dos reagentes seletivos para identificar cada cátion separado;
- Identificar as características físicas dos produtos formados nas reações.

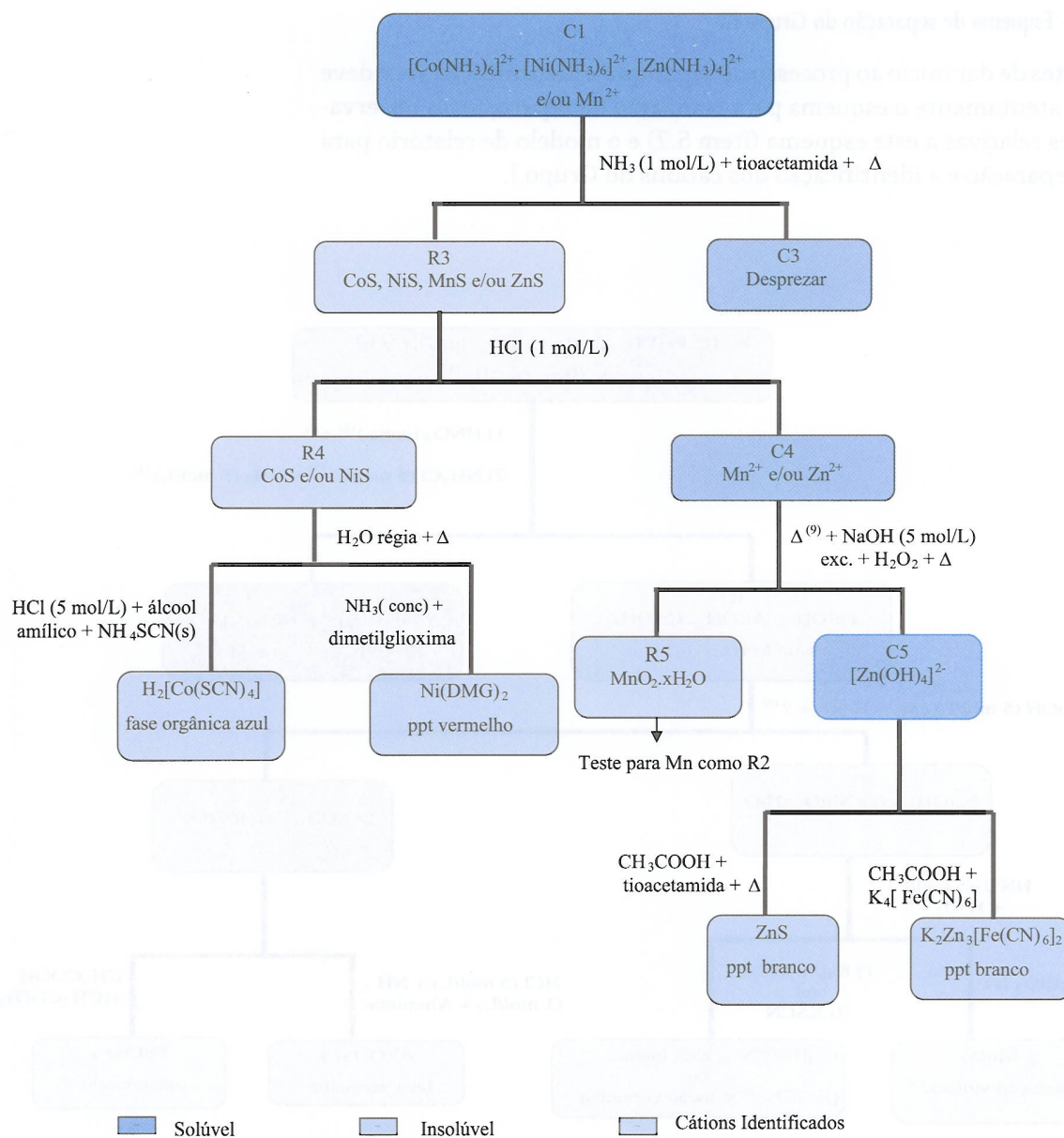
Para executar o esquema de separação e identificação dos cátions do Grupo I você deve usar o mesmo material (tubos de ensaio, centrífuga, conta-gotas, etc.) e as mesmas quantidades dos reagentes e da solução problema (3 gotas de cada ou a quantidade indicada no esquema) dos procedimentos de identificação dos cátions.

### 5.1- Esquema de separação do Grupo III

Antes de dar início ao processo de separação e identificação você deve ler atentamente o esquema para realização da separação, as observações relativas a este esquema (item 5.2) e o modelo de relatório para a separação e a identificação dos cátions do Grupo I.



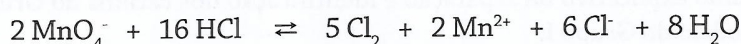




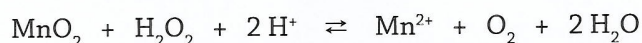
## 5.2- Observações relativas ao esquema de separação

- (1) - Antes de dar início à análise, verificar e anotar o aspecto da solução problema (SP) quanto à cor, presença de depósito, turbidez e pH.
- (2) - O ácido nítrico é adicionado para oxidar ferro(II) a ferro(III). A precipitação do ferro(II) pela solução de amônia não é completa na presença de cloreto de amônia. Além disso, a solução deve ser aquecida até a ebulição, para expelir a maior parte do oxigênio dissolvido. Com este procedimento muito pouco manganês será precipitado.

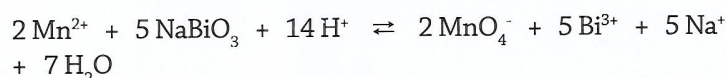
- (3) - Na precipitação de ferro, alumínio e cromo a solução deve conter um grande excesso de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  em relação à  $\text{NH}_3$ , para que os hidróxidos do Grupo IIIB sejam totalmente solubilizados.
- (4) - Não colocar excesso de amônia para não solubilizar os hidróxidos de cromo e alumínio.
- (5) - A formação do  $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  é devido à oxidação do  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  (que é mantido em solução pelo  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) pelo ar, e também, em parte, ao tratamento feito com o  $\text{HNO}_3$  para oxidar Fe(II) a Fe(III).
- (6) - Aqui vale a mesma observação do item 2, ou seja, a solução deve ser aquecida para eliminar o  $\text{O}_2$  dissolvido.
- (7) - Nesta etapa deve ser evitada a presença dos íons cloreto, para não interferir no teste do manganês, já que estes íons decompõem os íons  $\text{MnO}_4^-$ :



- (8) - As reações envolvidas nesta etapa são:



e posterior oxidação dos íons  $\text{Mn}^{2+}$  a  $\text{MnO}_4^-$ :



- (9) - O aquecimento é importante para eliminar todo o  $\text{H}_2\text{S}$  presente na solução. Para certificar que todo o  $\text{H}_2\text{S}$  foi eliminado faça o teste com papel de filtro umedecido com acetato de chumbo seguindo o procedimento a seguir:
- Transferir o centrifugado C4 para um béquer de 10 mL;
  - Aquecer em banho-maria até o início da liberação dos vapores de  $\text{H}_2\text{S}$ ;
  - Umedecer uma tira de papel de filtro com solução de acetato de chumbo;
  - Aproximar essa tira dos vapores liberados e verificar a sua coloração. O escurecimento do papel indica a formação de  $\text{PbS}$  e, portanto, a presença, ainda, de vapores de  $\text{H}_2\text{S}$ . Repetir a etapa (d) com novas tiras de papel umedecido até não haver escurecimento.



## AUTO-AVALIAÇÃO

Ao final dessa leitura você deverá ser capaz de:

- 1- Saber quais são os cátions pertencentes ao Grupo III.
- 2- Saber qual é o reagente de grupo para estes cátions.
- 3- Saber como separar o Grupo IIIA do Grupo IIIB.
- 4- Distinguir as reações mais seletivas para cada cátion.
- 5- Reconhecer os reagentes usados para caracterizar os cátions após a separação.
- 6- Fazer um resumo explicativo da separação e identificação dos cátions do Grupo III seguindo o modelo do Grupo I.



# AULA 4

## IDENTIFICAÇÃO E SEPARAÇÃO DOS CÁTIONS DO GRUPO IV

### Objetivos

- Escrever as equações que descrevem as reações químicas de cada cátion com os reagentes utilizados nos testes;
- Identificar os equilíbrios envolvidos em cada reação, isto é, equilíbrio ácido-base, solubilidade, complexação e oxirredução;
- Identificar os reagentes seletivos a cada cátion;
- Identificar as características físicas dos produtos formados nas reações;
- Observar atentamente os cátions envolvidos em cada grupo e o respectivo reagente de grupo.

### 1- INTRODUÇÃO

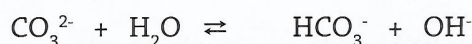
- ❖ **Bário:** Elemento reativo branco prateado pertencente ao grupo dos metais alcalinoterrosos. Ocorre na natureza nos minerais barita ( $\text{BaSO}_4$ ) e witherita ( $\text{BaCO}_3$ ). A extração é feita por redução a alta temperatura do óxido de bário com alumínio ou silício a vácuo ou por eletrólise do cloreto de bário fundido. Por ser altamente reativo, o metal é usado em sistemas de vácuo para se combinar quimicamente com gases residuais e aumentar o vácuo. Ele se oxida rapidamente no ar e reage com etanol e água. Compostos solúveis de bário são extremamente venenosos.
- ❖ **Cálcio:** Elemento metálico cinza, macio e maleável. Os compostos de cálcio são comuns na crosta terrestre, por exemplo, no calcário, mármore ( $\text{CaCO}_3$ ), gipsita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e fluorita ( $\text{CaF}_2$ ). O elemento é extraído por eletrólise de cloreto de cálcio fundido e é usado em sistemas a vácuo e como desoxidante em ligas metálicas não ferrosas. É usado como agente redutor na extração de metais como tório, zircônio e urânio. O cálcio é um elemento essencial para os organismos vivos sendo necessário para o crescimento e desenvolvimento.
- ❖ **Estrôncio:** Elemento metálico amarelado. O elemento foi encontrado nos minerais estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ) e celetina ( $\text{SrSO}_4$ ). O

elemento, que é muito reativo, é usado em algumas ligas. O isótopo  $^{90}\text{Sr}$  está presente na poeira radioativa (meia vida de 28 anos) e pode ser metabolizado com o cálcio na formação dos ossos.

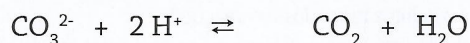
## 2- ASPECTOS GERAIS DO GRUPO IV

**2.1 - Reagente de grupo:** solução de carbonato de amônio (1 mol/L) na presença de quantidades moderadas de amônia ou íons amônio ou carbonato de sódio (1 mol/L) na presença de um sal de amônio (cloreto ou nitrato de amônio).

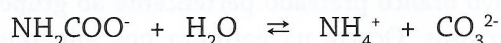
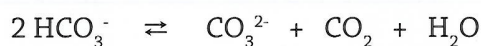
O reagente é incolor e apresenta uma reação alcalina devido à hidrólise:



O reagente é decomposto por ácidos, até mesmo por ácido acético, formando dióxido de carbono; portanto, deve ser usado em meio neutro ou ligeiramente alcalino:

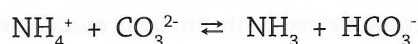


Os carbonatos comerciais contêm sempre hidrogenocarbonato (bicarbonato) e carbamato que devem ser removidos antes de se iniciar as reações do grupo, fervendo a solução reagente por algum tempo. Deste modo, tanto o bicarbonato como o carbamato são convertidos em carbonatos:



**2.2 - Reação do grupo:** os cátions do Grupo IV não reagem nem com ácido clorídrico, nem com sulfeto de hidrogênio, mas com o carbonato, na presença de quantidades moderadas de amônia ou íons amônio, formam precipitados brancos.

**2.3 - Características do grupo:** os cátions do Grupo IV formam carbonatos insolúveis em água: carbonato de bário ( $K_{ps} = 8,0 \times 10^{-9}$ ), carbonato de cálcio ( $K_{ps} = 4,8 \times 10^{-9}$ ) e carbonato de estrôncio ( $K_{ps} = 1,6 \times 10^{-9}$ ). Na ausência de amônia ou íons amônio, o magnésio também será precipitado como carbonato de magnésio ( $K_{ps} = 1,0 \times 10^{-5}$ ). Na presença de um dos reagentes acima, o equilíbrio:



diminui a concentração de íons carbonato no meio, de forma que o  $K_{ps}$  do carbonato de magnésio não é alcançado.

Seus *hidróxidos* são bases fortes, embora com diferentes solubilidades: o hidróxido de bário é o mais solúvel, enquanto que o hidróxido de cálcio é o menos solúvel dos três.

Os *cloretos e nitratos dos alcalino-terrosos* são muito solúveis.

Os *carbonatos, sulfatos, fosfatos e oxalatos* são insolúveis.

Os *sulfetos* podem ser preparados somente a seco; todos eles se hidrolisam em água formando hidrogenossulfetos e hidróxidos.

A menos que o ânion seja colorido, os sais formam soluções incolores e os cátions aparecem em solução como o íon divalente,  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Sr^{2+}$ .

Devido ao comportamento muito semelhante destes cátions em solução aquosa, é muito difícil distingui-los e especialmente separá-los.

### 3- PROCEDIMENTO PARA OS TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DOS CÁTIOS DO GRUPO IV

Para a realização desta tarefa você vai precisar de tubos de ensaio, conta-gotas ou pipetas Pasteur, centrífuga, chapa de aquecimento e os reagentes listados na Tabela 6. Após a realização de cada teste, anote suas observações nessa tabela.

#### 3.1 - Bário ( $Ba^{2+}$ )

##### • Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $Ba(NO_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $Na_2CO_3$  0,5 mol/L e 3 gotas de solução de  $NH_4Cl$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $CH_3COOH$  2 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

##### • Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $Ba(NO_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $NH_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.



**• Reagente 3**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 4**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0,1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 5**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  2,5% m/v;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{HCl}$  5 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 6 – Teste de chama (observar a Fig. 1)****• Reagente 7**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de rodizonato de sódio 0,5% m/v;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{HCl}$  1 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 8 – Não realizar este teste

3.2 - Cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )

• Reagente 1

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 mol/L e 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 2

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 3

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

• Reagente 4

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  0,1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 5**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  2,5% m/v;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de HCl 5 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 6 - Teste de chama (observar a Fig. 1)****• Reagente 7 – Não realizar este teste****• Reagente 8**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,5 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  0,025 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**3.3 - Estrôncio ( $\text{Sr}^{2+}$ )****• Reagente 1**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5 mol/L e 3 gotas de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido;
4. Centrifugar a solução do tubo de ensaio;
5. Eliminar o sobrenadante utilizando o conta-gotas;
6. Adicionar ao precipitado 3 gotas de solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 mol/L;
7. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.

**• Reagente 2**

1. Colocar 3 gotas de solução de  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  0,25 mol/L em um tubo de ensaio;
2. Adicionar 3 gotas de solução de  $\text{NH}_3$  5 mol/L;
3. Observar e anotar na tabela o fenômeno ocorrido.