



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos  
Departamento de Ciências Básicas



**Roteiros de Aulas Práticas  
Química Geral ZAB1007**

**Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno**

**Docente responsável:**  
Profa. Dra. Mariza Pires de Melo

**Técnicos:**  
Antônio Márcio Scatolini  
Silvana Marina Piccoli Pugine



## **Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno**

---

### **Segurança no Laboratório**

---

#### **1 – Normas básicas de Segurança no laboratório**

A segurança no laboratório é uma responsabilidade que deve ser assumida por professores, técnicos, monitores e alunos. No recinto do laboratório não são permitidas brincadeiras ou atitudes que possam provocar danos para si ou outras pessoas. Acidentes são, na maioria das vezes, causados por falta de cuidado, ignorância e desinteresse pelo assunto. Embora não seja possível enumerar todas as causas de possíveis acidentes num laboratório, existem alguns cuidados que são básicos e que, se observados, ajudam a evitá-los:

1. É **PROIBIDO** comer, beber ou fumar no laboratório;
2. É **PROIBIDO** o uso de chinelos e sapatos abertos;
2. Evite trabalhar sozinho no laboratório, a presença de outras pessoas será sempre uma valiosa ajuda em caso de acidentes;
3. Prepare-se antes de realizar os experimentos. Procure ler e entender os roteiros experimentais; consulte a literatura. Em caso de dúvidas, discuta o assunto com o professor antes de fazer o experimento;
4. Utilize sempre materiais que possam garantir maior segurança no trabalho tais como: luvas, pinça, óculos (obrigatório), jaleco (obrigatório) etc. Procure manter seu jaleco limpo.
5. Conserve sempre limpos os equipamentos, vidrarias e sua bancada de trabalho. Evite derramar líquidos, mas se o fizer, limpe o local imediatamente;
6. Ao término do experimento, lave o material utilizado, limpe sua bancada de trabalho, seu banco, a pia e outras áreas de uso em comum. Verifique se os equipamentos estão limpos e desligados e os frascos reagentes fechados;
7. Lave suas mãos freqüentemente durante o trabalho prático, especialmente se algum reagente químico for respingado. Ao final do trabalho, antes de deixar o laboratório, lave as mãos;
8. Leia com atenção os rótulos dos frascos de reagentes químicos para evitar pegar o frasco errado. Certifique-se de que o reagente contido no frasco é exatamente o citado no roteiro experimental;
9. A diluição de ácidos concentrados deve ser feita adicionando-se o ácido, lentamente, com agitação constante, sobre a água - com essa metodologia adequada, o calor gerado no processo de mistura, é absorvido e dissipado no meio. **NUNCA** proceda ao contrário.
10. Nunca deixe frascos contendo reagentes químicos inflamáveis próximos à chama;
11. Não deixe nenhuma substância sendo aquecida por longo tempo sem supervisão;
12. Não jogue nenhum material sólido dentro da pia ou ralos. O resíduo deve ser descartado de maneira apropriada;
13. Quando for testar um produto químico pelo odor, não coloque o frasco sobre o nariz. Desloque os vapores que se desprendem do frasco com a mão para a sua direção;
14. Use a **CAPELA** para experiências que envolvem o uso ou liberação de gases tóxicos ou corrosivos;
15. Não aqueça tubos de ensaio com a extremidade aberta voltada para si mesmo ou para alguém próximo. Sempre que possível o aquecimento deve ser feito na CAPELA;
16. Não deixe recipientes quentes em lugares em que possam ser pegos inadvertidamente. Lembre-se de que o vidro quente tem a mesma aparência do vidro frio;

17. Não pipete de maneira alguma, nenhuma solução, por sucção, com a boca. Usar sempre a “pêra de sucção” para pipetar;
18. O bico de Bunsen deve permanecer aceso somente quando estiver sendo utilizado;
19. Em caso de acidentes, comunique o professor imediatamente;
20. Em caso de possuir alguma alergia, estar grávida ou em qualquer outra situação que possa agravar quando exposto a determinados reagentes químicos, comunique o professor logo no primeiro dia de aula;
21. Em caso de incêndio este deverá ser abafado imediatamente com uma toalha ou, se necessário, com o auxílio do extintor de incêndio apropriado;
26. Comunique o professor, técnico ou monitor sempre que notar algo anormal no laboratório;
27. No laboratório é **OBRIGATÓRIO** o uso do jaleco e de óculos de segurança.

## **2 – Material do estudante**

Todo estudante deverá trazer, para o trabalho prático, o material abaixo relacionado:

1. **Jaleco** (item obrigatório) - necessário para a sua proteção. Não será permitida a presença do aluno sem esse item.
2. **Roteiro da Aula Prática** - sem a qual é impossível realizar qualquer trabalho no laboratório.
3. **Caneta de retroprojektor** - para marcar adequadamente a vidraria durante a execução dos trabalhos práticos.
4. **Caderno para anotações.**

## **3 – Material recebido e sua limpeza**

1. Cada grupo de estudantes receberá o material necessário à execução do trabalho prático.

 O aluno não deverá utilizar o material de seus colegas, a não ser com autorização prévia.

2. Será exigido dos estudantes o máximo cuidado com o seu lugar na bancada e com o respectivo material.
3. No caso de quebra de algum material recebido, o estudante deverá procurar os responsáveis pela aula, a fim de se providenciar a sua substituição.

 O aluno não deverá jogar no lixo o material inutilizado ou quebrado. Deposite-o em local apropriado. Neste caso, chamar o técnico responsável.

4. Terminado o trabalho, o estudante deverá realizar a limpeza de toda vidraria e de seu lugar de trabalho, deixando-os em condições de ser utilizado novamente.

**IMPORTANTE:** O Material de vidro após o uso deve ser lavado com água e detergente com o auxílio de uma escova. Depois de bem enxaguado com água da torneira, enxaguar três vezes com água destilada. Depois de lavado, o vidro deve permitir o escoamento de água sobre sua superfície, sem formar gotas, que indicam a presença de matéria gordurosa.

## **4 - Descarte de resíduos**

Existem regras estabelecidas para o descarte de resíduos, especialmente os perigosos; no entanto, muitas vezes são difíceis e de custo elevado. Assim, na prática, procura-se, sempre que possível, minimizar a quantidade de resíduos perigosos gerados nos laboratórios de ensino.

Alguns procedimentos são adotados nesse sentido, como por exemplo:

- a) Redução da quantidade de substâncias químicas usadas nos experimentos;
- b) Substituição de reagentes perigosos por outros menos perigosos;

- c) Conversão dos resíduos para uma forma menos perigosa através de reação química, antes do descarte;
- d) Redução dos volumes a serem descartados, concentrando as soluções ou separando os componentes perigosos por precipitação;
- e) Recuperação dos reagentes para novamente serem utilizados.

As instruções para o descarte dos resíduos serão fornecidas junto com as experiências.

## **5. Como elaborar RELATÓRIO**

Para orientar a elaboração de relatórios serão apresentados a seguir um roteiro e algumas sugestões práticas.

- 1. CAPA**
- 2. INTRODUÇÃO**
- 3. OBJETIVO**
- 4. MÉTODOS**
- 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**
- 6. CONCLUSÃO**
- 7. BIBLIOGRAFIA**

**CAPA:** No topo e centrado deve-se apresentar o nome da Instituição e logotipo, Curso, Disciplina, Título do Relatório - centrado com letras grandes (maiores que as demais), Autores: nome componente do Grupo e Professor responsável: nome do professor.

**INTRODUÇÃO:** Texto com o referencial teórico sobre o tema desenvolvido no relatório. Utilizar nas citações bibliográficas as Normas ABNT.

**OBJETIVO:** Deve-se apresentar de forma clara e concisa o objetivo previsto na realização da prática.

**MÉTODOS:** Apresentar de forma clara e objetiva cada passo da metodologia utilizada.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Neste item são apresentados todos os resultados encontrados no experimento e a discussão dos mesmos. Pode-se utilizar figuras (esquemas, fotos, gráficos, etc.) e tabelas para facilitar a visualização dos mesmos. Deve-se apresentar tanto as figuras como as tabelas o mais próximo possível de sua citação no texto. A discussão deve ser feita considerando as informações bibliográficas disponíveis sobre o assunto, comentando se os resultados encontrados foram coerentes ou não.

OBS - Nunca esquecer: figura – rótulo abaixo e tabela – título acima.

**CONCLUSÃO:** Como o próprio nome diz, deve concluir algo sobre o experimento realizado. O grupo deve apresentar sua opinião, sobre a metodologia e um fechamento sobre os resultados alcançados. Também neste item deve-se apresentar os pontos críticos do método e possíveis fontes de erros. Este item deve responder a cada um dos objetivos propostos.

**BIBLIOGRAFIA:** Toda citação deve obedecer às Normas da ABNT. Em caso de dúvidas consultar a Biblioteca.



## **Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno**

### **Aula Prática 1**

---

#### **Reconhecimento de Materiais de Laboratório**

---

A execução de qualquer experimento na Química envolve geralmente a utilização de uma variedade de equipamentos de laboratório, a maioria muito simples, porém com finalidades específicas. O emprego de um dado equipamento ou material depende dos objetivos e das condições em que a experiência será executada, contudo, na maioria dos casos, a seguinte correlação pode ser feita:

#### **1 - Material de Vidro**

**Tubo de Ensaio** - Utilizado principalmente para efetuar reações químicas em pequena escala.

**Béquer** - Recipiente com ou sem graduação, utilizado para o preparo de soluções, aquecimento de líquidos e pesagem.

**Erlenmeyer** - Frasco utilizado para aquecer líquidos ou para fazer titulações, uma vez que, sua forma cônica, evita perdas de líquidos por agitação.

**Proveta** - Frasco com graduações, destinados a medidas aproximadas de volumes de líquidos.

**Pipeta** - Equipamento calibrado para medida precisa de volume de líquidos. Existem dois tipos de pipetas: pipeta graduada (utilizada para escoar volumes variáveis) pipeta volumétrica (utilizada para escoar volumes fixos de líquidos).

**Balão Volumétrico** - Recipiente calibrado, de precisão destinado a conter um determinado volume de uma dada temperatura, utilizado no preparo de soluções de concentrações definidas. O traço de aferição é uma marca no colo do balão com a qual deve coincidir a parte inferior do menisco.

**Bureta** - Equipamento calibrado para medida precisa de volume de líquidos. Permite o escoamento do líquido e é muito utilizada em titulações.

**Funil Analítico** - Utilizado na transferência de líquidos de um frasco para outro ou para efetuar filtrações.

**Funil de Separação** - Equipamento para separar líquidos não miscíveis.

**Kitassato** - Frasco de paredes espessas, munido de saída lateral e usado em filtração à vácuo.

**Vidro de Relógio** - Usado geralmente para cobrir béquer contendo soluções e pesagem de sólidos.

**Bastão de Vidro** - Usado na agitação de misturas, transferência de líquidos, auxiliar na filtração e outras operações químicas.

**Dessecador** - Utilizado no armazenamento de substâncias quando se necessita de uma atmosfera com baixa umidade. Também pode ser utilizado para manter as substâncias sob pressão reduzida.

**Condensador** - Equipamento destinado à condensação de vapores em destilações ou aquecimento.

#### **2 - Material de Porcelana**

**Funil de Buchner** - Utilizado em filtração à vácuo, devendo ser acoplado a um kitassato. Sobre a placa perfurada deve ser colocado um papel de filtro de diâmetro menor que o da placa.

**Almofariz e pistilo** - Destinados à pulverização de sólidos que são atritados pelo pistilo contra o interior áspero do almofariz.

**Cadinho** - Usado para a calcinação de substâncias (aquecimento a altas temperaturas).

**Triângulo de porcelana** - Utilizado para apoiar cadinhos sobre o tripé em aquecimento e consiste numa estrutura metálica triangular revestida por material cerâmico (tubos de sílica ou de porcelana).

### **3 - Material Metálico**

**Suporte universal, mufa e garra** - Peças metálicas usadas para montar aparelhagens em geral.

**Tela de amianto** - Tela metálica, contendo amianto, utilizada para distribuir uniformemente o calor, durante o aquecimento de recipientes de vidro à chama de bico de gás.

**Tripé** - Usado como suporte, principalmente de telas.

**Bico de Bunsen (gás)** - Fonte de calor destinada ao aquecimento de materiais não inflamáveis. No caso de materiais inflamáveis, usa-se a “manta elétrica”.

**Pinça metálica** - Usada para segurar objetos aquecidos.

**Espátulas** - Usadas para transferir substâncias sólidas.

**Argola** - Usada como suporte para funil de vidro ou tela metálica.

### **4 - Materiais Diversos**

**Estante para Tubos de Ensaio** - Utilizada como suporte para tubos de ensaio.

**Pinças de madeira** - Utilizada para segurar tubos de ensaio.

**Pêra de borracha** - Usada em pipetas graduadas e volumétricas para sucção de líquidos.

**Pisseta** - Frasco geralmente contendo água destilada ou outros solventes usados para efetuar a lavagem de recipientes ou materiais com jatos do líquido nele contido.

**Frasco para Reagente** - Usados para conservar reagentes químicos. Dependendo da substância a ser guardada, o frasco a ser utilizado pode ser incolor ou âmbar.

**Mufla ou Forno** - Utilizado na calcinação de substâncias, por aquecimento em altas temperaturas (até 1.000°C ou 1.500° C).

**Balança** - Instrumento para determinação de massa (pesagem). Podem ser semi-analítica e analítica (alta precisão). A Balança analítica é muito utilizada em laboratório para obter massas com alta precisão nos resultados. O que difere uma balança analítica de uma balança semi-analítica é justamente o grau de precisão na hora da pesagem. Uma balança analítica pode pesar com precisão máxima de 0,1 micrograma até 0,1 miligrama, enquanto a balança semi-analítica pesa com precisão até 0,001g.

**Capela de exaustão de gases** - Utilizada em procedimentos/reações que envolvam desprendimento de gases e no preparo de amostras para análises.

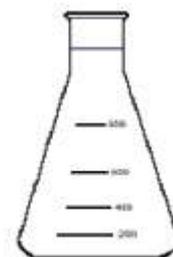
### **Reconhecer o material e completar com seu respectivo nome:**



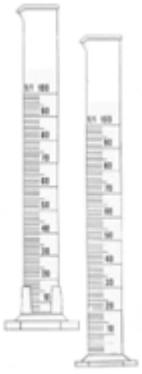
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



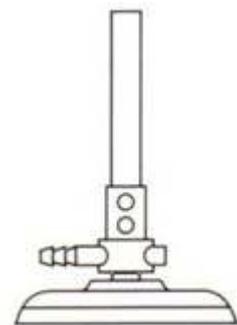
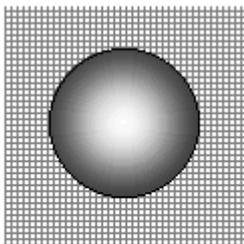
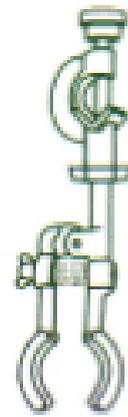
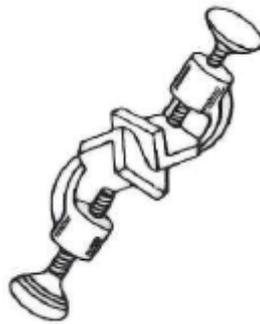
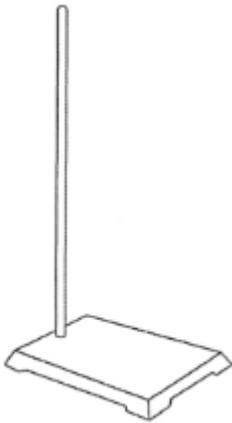
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_





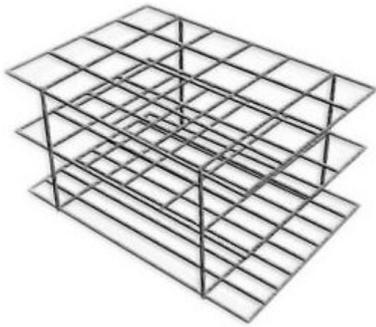
---



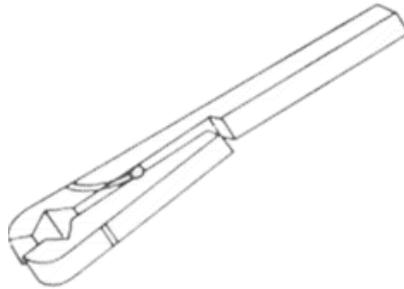
---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



## Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno

### Aula Prática 2

---

#### Exatidão e Precisão

---

#### 1 - Exatidão e Precisão

As experiências de laboratório em química, assim como em outras ciências quantitativas, envolvem muito frequentemente medidas de massa e volume, que são posteriormente utilizados em cálculos. Sempre que uma **medida** é efetuada, deve-se levar em consideração o erro a ela inerente. O erro de uma medida é muitas vezes limitado pelo equipamento que é empregado na sua obtenção. Em uma **medida exata**, os valores encontrados estão muito próximos do valor verdadeiro. A **precisão** refere-se a quão próximas diversas determinações de uma medida estão entre si. Medidas podem ser precisas sem serem exatas, devido a algum erro sistemático. O ideal é que as medidas sejam precisas e exatas. A precisão de uma medida pode ser melhorada aumentando-se o número de determinação de uma medida e fazendo-se o valor médio das mesmas.

Para se efetuar medidas de volume, faz-se necessário a utilização de pipetas, provetas e buretas. As medidas de volume de um líquido com esses instrumentos são feitas comparando-se o nível do mesmo com os traços marcados na parede do recipiente. Na leitura do volume de um líquido usando-se um destes instrumentos, ocorre uma concavidade que recebe a denominação de **menisco**.

As **balanças** são instrumentos adequados para medir massas. O manuseio de uma balança requer muito cuidado, pois são instrumentos delicados e caros. Quando de sua utilização, devem ser observados os seguintes cuidados gerais: manter a balança limpa; não colocar os reagentes diretamente sobre o prato da balança; os materiais a serem pesados devem estar limpos, secos e à temperatura ambiente; a balança deve ser mantida travada caso não estiver sendo utilizada; o operador não deve se apoiar na mesa em que a balança está colocada.

#### 2 - Procedimento Experimental

##### 2.1 Determinar precisão e exatidão na medida de volumes utilizando diferentes instrumentos analíticos:

- Colocar água destilada em um erlenmeyer de 125 mL, até cerca da metade de seu volume; inserir um termômetro e, após cerca de 5 minutos, medir a temperatura da água;
- Pesar um béquer seco e anotar a massa;
- Medir 25 mL de água utilizando diferentes vidrarias (proveta, pipeta volumétrica, pipeta graduada e béquer), transferir para o béquer, pesar novamente e anotar a massa. Repetir cada medida 3 vezes.
- Efetuar o cálculo da massa teórica da água, utilizando a densidade da água de acordo com a temperatura registrada (consultar tabela de densidade absoluta da água).

Densidade da água (g/mL) em diferentes temperaturas (°C).

Densidade absoluta da água			
T (°C)	d (g/cm <sup>3</sup> )	T (°C)	d (g/cm <sup>3</sup> )
10	0,999700	20	0,998203
11	0,999605	21	0,997992
12	0,999498	22	0,997770
13	0,999377	23	0,997538
14	0,999244	24	0,997296
15	0,999099	25	0,997044
16	0,998943	26	0,996783
17	0,998774	27	0,996512
18	0,998595	28	0,996232
19	0,998405	29	0,995944

### 3 - Cálculos

#### 1) Desvio Padrão

O desvio padrão é uma medida de dispersão das variáveis. Informa a distância média que tem as observações em relação à média aritmética da amostra, expressada na mesma unidade que as variáveis. É muito utilizada na estatística descritiva.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Exemplo: Calcule do desvio padrão de 5 medidas de volume:

$$X = \{45, 40, 44, 47, 50\} \text{ mL}$$

**Passos para a resolução:**

**Calcule a média das medidas**

$$X = \frac{45 + 40 + 44 + 47 + 50}{5} = 45,20 \text{ mL}$$

**Calcule o desvio das observações em relação à média:**  $(X_i - \bar{X})^2$

$$\text{Entre 45 e a média} = (45 - 45,20) = - 0,20$$

$$\text{Entre 40 e a média} = (40 - 45,20) = - 5,20$$

$$\text{Entre 44 e a média} = (44 - 45,20) = - 1,20$$

$$\text{Entre 47 e a média} = (47 - 45,20) = 1,80$$

$$\text{Entre 50 e a média} = (50 - 45,20) = 4,80$$

**Eleve os valores acima ao quadrado:**

$$\begin{aligned}(-0,20)^2 &= 0,04 \\ (-5,20)^2 &= 27,04 \\ (-1,20)^2 &= 1,44 \\ (1,80)^2 &= 3,24 \\ (4,80)^2 &= 23,04\end{aligned}$$

**Some os resultados encontrados:**

$$(0,04 + 27,04 + 1,44 + 3,24 + 23,04) = 54,80$$

**Aplique a fórmula:**

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{54,80}{5-1}} = \sqrt{\frac{54,80}{4}} = \sqrt{13,70} = 3,70$$

## 2) Erro Padrão

O erro padrão é o desvio padrão dividido pela raiz quadrada do tamanho da amostra (número de repetições).

Para concluir o exemplo, o erro padrão é de 3,70 dividido pela raiz quadrada de 5 (3,70 dividido por 2,24 = 1,65).

## 3) Coeficiente de Variação

O coeficiente de variação (C.V.) é uma medida relativa de variabilidade. É independente da unidade de medida utilizada, sendo que a unidade dos dados observados pode ser diferente que seu valor não será alterado. O coeficiente de variação é o desvio padrão expresso como uma porcentagem média.

$$CV = 100 \times \left( \frac{S}{\bar{X}} \right) \%$$

O coeficiente de variação tem, portanto, aplicações na pesquisa para comparar a precisão de diferentes experimentos. Entretanto, a qualificação de um coeficiente como alto ou baixo requer familiaridade com o material que é objeto de pesquisa.

## 4) Cálculo do Erro Relativo (%)

$$\text{Erro Relativo (\%)} = \frac{\left( | \text{Valor Experimental} - \text{Valor Teórico} | \right)}{\text{Valor Teórico}}$$

**Aula Prática 2 - Exatidão e Precisão**

**Resultados obtidos (Entregar no final da aula prática e incluir no relatório)**

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_

Temperatura da água = _____	Densidade Absoluta = _____	Massa Teórica = _____
-----------------------------	----------------------------	-----------------------

Proveta de 50 mL			
	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1			
2			
3			
		<b>Média</b>	
		<b>Desvio-padrão</b>	
		<b>Erro relativo</b>	
		<b>C.V. (%)</b>	

Pipeta volumétrica de 25 mL			
	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1			
2			
3			
		<b>Média</b>	
		<b>Desvio-padrão</b>	
		<b>Erro relativo</b>	
		<b>C.V. (%)</b>	

Pipeta graduada de 25 mL			
	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1			
2			
3			
		<b>Média</b>	
		<b>Desvio-padrão</b>	
		<b>Erro relativo</b>	
		<b>C.V. (%)</b>	

Béquer de 50 mL			
	Massa do béquer (g)	Massa do béquer + água (g)	Massa de água (g)
1			
2			
3			
		<b>Média</b>	
		<b>Desvio-padrão</b>	
		<b>Erro relativo</b>	
		<b>C.V. (%)</b>	

## **Questões**

- 1) Quais os materiais utilizados neste experimento.
- 2) Complete as tabelas com os valores obtidos durante a aula experimental e faça os cálculos necessários.
- 3) Comparar os valores de Desvio-padrão, Erro relativo e coeficiente de variação (C.V.) obtidos para as vidrarias utilizadas e determinar qual é a mais exata e a mais precisa.
- 4) Quando uma balança é mais precisa e quando é mais exata? Explique.
- 5) Por que não devemos usar um béquer, para a preparação rigorosa de uma solução?
- 6) Quais são os instrumentos de vidro usados para medir volume? Classifique-os em graduados e volumétricos.



## Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos – Diurno e Noturno Aula Prática 3

---

### Leis das Proporções Definidas – Lei de Proust

---

#### 1 – Fundamentos importantes

Lei de Lavoisier ou Lei da Conservação da Massa – A soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos.

Lei de Proust ou Lei das Proporções Fixas – A proporção em massa das substâncias que reagem e que são produzidas em uma reação química é sempre constante e invariável.

Lei de Dalton ou Lei das proporções múltiplas – Quando duas substâncias simples reagem entre si para formar compostos diferentes, se a massa de uma delas permanecer constante, a massa da outra substância irá variar numa relação de números inteiros e múltiplos.

O Clorato de potássio, um sólido à temperatura ambiente, se decompõe por meio de aquecimento de acordo com a equação química 1:



**2 – Objetivo Geral:** empregar a decomposição, por aquecimento, do clorato de potássio para estudar as leis ponderais.

#### 3 - Procedimento Experimental

##### 3.1 - 1º Procedimento

- Aquecer uniformemente um cadinho por 5 minutos sobre um triângulo de porcelana utilizando bico de Bunsen para eliminar possíveis impurezas voláteis;
- Deixar o cadinho esfriar totalmente sobre uma tela de amianto por aproximadamente 15 minutos e pesá-lo com precisão de 0,0001 g. Anotar a massa do cadinho;
- Tarar a balança com o cadinho e pesar 0,75 g de clorato de potássio com precisão de 0,0001 g. Anotar a massa do clorato de potássio no quadro 1;
- Aquecer o cadinho com clorato de potássio por aproximadamente 15 minutos (observar se o sólido está totalmente seco);
- Deixar o cadinho esfriar totalmente sobre uma tela de amianto por aproximadamente 15 minutos e pesá-lo com precisão de 0,0001 g. Anotar a massa no quadro 1. Calcular a massa residual presente no cadinho e anotar no quadro 1;
- Lavar e secar criteriosamente o cadinho;

##### 3.2 - 2º Procedimento

- Repetir todas as etapas do 1º. experimento, porém usando 0,5 g de clorato de potássio com precisão de 0,0001 g.

**Aula Prática 3 - Leis das Proporções Definidas – Lei de Proust**  
**Resultados obtidos (Entregar no final da aula prática e incluir no relatório)**

**Integrantes do grupo:** \_\_\_\_\_

1) Completar o quadro 1 com os dados solicitados

**Quadro 1** – Resultados obtidos mediante a realização do 1º. e 2º. Experimento de decomposição do clorato de potássio

Resultados				
	Massa do cadinho (g)	Massa do KClO <sub>3</sub> (g)	Massa residual (KCl) (g)	Massa de O <sub>2</sub> (g)
<b>1º. experimento</b>				
<b>2º. experimento</b>				

2) Efetuar os cálculos necessários e preencher o quadro 2 com as respectivas massas teóricas e práticas e encontrar a relação (*K*) entre a massa de clorato de potássio e cloreto de potássio para a reação descrita.



**Quadro 2** - Valores teóricos e práticos das massas do reagente e produtos da decomposição por aquecimento do clorato de potássio.

Valores Teóricos	Valores Práticos
<p><b>1º. Experimento</b></p> <p>Massa (g) de KClO<sub>3</sub> =</p> <p>Massa (g) de KCl =</p> <p>Massa (g) de O<sub>2</sub> =</p> <p><i>K</i> teórico =</p>	<p><b>1º. Experimento</b></p> <p>Massa de KClO<sub>3</sub> =</p> <p>Massa (g) de KCl =</p> <p>Massa (g) de O<sub>2</sub> =</p> <p><i>K</i> prático =</p>
<p><b>2º. Experimento</b></p> <p>Massa de KClO<sub>3</sub> =</p> <p>Massa (g) de KCl =</p> <p>Massa (g) de O<sub>2</sub> =</p> <p><i>K</i> teórico =</p>	<p><b>2º. Experimento</b></p> <p>Massa média (g) de KClO<sub>3</sub> =</p> <p>Massa média (g) de KCl =</p> <p>Massa média (g) de O<sub>2</sub> =</p> <p><i>K</i> prático =</p>

3) Mediante as observações decorrentes da decomposição do clorato de potássio (citadas no quadro), pede-se preencher o quadro 3 com as respectivas explicações.

**Quadro 3** – Explicações para cada evento observado durante a decomposição do clorato de potássio

<b>Observações durante a decomposição do <math>\text{KClO}_3</math></b>	<b>Explicação química para o processo (Ênfase para processos químicos e físicos)</b>
1º. Sólido branco se funde mediante aquecimento	
2º. Líquido incolor libera bolhas	
3º. Sólido branco se forma	

4) Qual é o nome do composto químico resultante no fundo do cadinho após a decomposição do clorato de potássio. Qual é a explicação para o estado sólido deste composto mesmo mediante aquecimento no bico de Bunsen?

5) Se o  $K_{\text{prático}} = K_{\text{teórico}}$  significa que o experimento foi de grande exatidão. Quais seriam os possíveis erros experimentais para as duas situações hipotéticas: a)  $K_{\text{prático}} > K_{\text{teórico}}$  e b)  $K_{\text{prático}} < K_{\text{teórico}}$ .

6) Discutir a aplicabilidade da lei de conservação das massas e da lei de proporções definidas no presente estudo.



## **Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno – Aula Prática 4**

---

### **Preparo de Soluções**

---

**Observação:** Para a obtenção de bons resultados recomenda-se cuidado com a utilização das pipetas. Deve-se marcar qual a pipeta utilizada para o NaOH e para o HCl.

#### **1. Preparo de solução de NaOH 0,1 mol/L e determinação de pH.**

##### **1.1 Cálculos**

- Calcular a massa de hidróxido de sódio (NaOH) necessária para preparar 50 mL de uma solução com concentração de 0,1 mol/L (massa molar (MM) do NaOH = 40 g/mol).
- Calcular o valor de pH da solução.

##### **1.2 Procedimento experimental**

- **Preparo:** Em uma balança analítica pesar a massa de NaOH calculada (item 1.1) utilizando um béquer de 50 mL e em seguida dissolver com aproximadamente 30 mL de água destilada utilizando um bastão de vidro para homogeneizar. Transferir quantitativamente a mistura para balão volumétrico de 50 mL, completar o volume da solução com água destilada até a marca do menisco (utilizar uma pipeta pasteur), tampar e homogeneizar com cuidado por inversão. Transferir para um béquer rotulado e reservar.
- **pH:** Verificar o valor de pH da solução utilizando um papel indicador azul, vermelho e universal. Observar a mudança de coloração e anotar os resultados obtidos utilizando diferentes tipos de indicadores de pH.

#### **2. Preparo de solução de NaOH 0,001 mol/L por diluição e determinação de pH.**

##### **2.1 Cálculos**

- Calcular o volume de NaOH 0,1 mol/L (**preparado no item 1**) necessário para preparar 100 mL de uma solução de concentração 0,001 mol/L.
- Calcular e o valor de pH da solução.

##### **2.2 Procedimento experimental**

- **Preparo:** Com auxílio de uma pipeta graduada, transferir para um balão volumétrico de 100 mL o volume calculado (item 2.1) para realização da diluição. Completar o volume da solução com água destilada até a marca do menisco (utilizar uma pipeta pasteur), tampar e homogeneizar com cuidado por inversão.

- **pH:** Verificar o pH da solução final utilizando um papel indicador azul, vermelho e universal. Observar a mudança de coloração e anotar os resultados obtidos utilizando diferentes tipos de indicadores de pH.

### 3. Preparo de solução de HCl 0,1 mol/L e determinação de pH.

#### 3.1 Cálculos

- Calcular o volume de ácido clorídrico (HCl) necessário para preparar 50 mL de uma solução com concentração de 0,1 mol/L. Para a realização dos cálculos, observar no rótulo do HCl a densidade e a porcentagem de pureza do ácido (massa molar (MM) do HCl = 36,5 g/mol,  $d = 1,18$  e %pp = 36,5%).
- Calcular e o valor de pH da solução.

#### 3.2 Procedimento experimental

- **Preparo:** Com auxílio de uma pipeta graduada, medir o volume calculado de HCl (item 3.1) e transferir para um balão volumétrico de 50 mL, contendo aproximadamente 30 mL de água destilada (👉 Atenção!! Colocar sempre o ácido na água). Completar o volume da solução com água destilada até a marca do menisco (utilizar uma pipeta Pasteur), tampar e homogeneizar com cuidado por inversão. Transferir para um béquer rotulado de 50 mL e reservar.
- **pH:** Verificar o pH da solução final utilizando um papel indicador azul, vermelho e universal. Observar a mudança de coloração e anotar os resultados obtidos utilizando diferentes tipos de indicadores de pH.

### 4. Preparo de solução de HCl 0,002 mol/L por diluição e determinação de pH.

#### 4.1 Cálculos

- Calcular o volume de HCl 0,1 mol/L (**preparado no item 3**) necessário para preparar 100 mL de uma solução de concentração 0,002 mol/L.
- Calcular e o valor de pH da solução.

#### 4.2 Procedimento experimental

- **Preparo:** Com auxílio de uma pipeta graduada, transferir para um balão volumétrico de 100 mL o volume calculado no item 4.1 para realização da diluição. Completar o volume da solução com água destilada até a marca do menisco (utilizar uma pipeta pasteur), tampar e homogeneizar com cuidado por inversão.
- **pH:** Verificar o pH da solução final utilizando um papel indicador azul, vermelho e universal. Observar a mudança de coloração e anotar os resultados obtidos utilizando diferentes tipos de indicadores de pH.

**Aula Prática 4 – Preparo de Soluções****Resultados obtidos (Entregar no final da aula prática e incluir no relatório)**

Integrantes do grupo: \_\_\_\_\_

<b>Cálculos</b>		
	<b>Preparo das soluções</b>	<b>pH</b>
<b>NaOH</b> <b>0,1 mol/L</b>		
<b>NaOH</b> <b>0,001 mol/L</b>		
<b>HCl</b> <b>0,1 mol/L</b>		
<b>HCl</b> <b>0,002 mol/L</b>		

<b>Observação da cor e pH correspondente</b>			
	<b>Papel indicador azul</b>	<b>Papel indicador vermelho</b>	<b>Papel indicador Universal</b>
NaOH 0,1 mol/L			
NaOH 0,001 mol/L			
HCl 0,1 mol/L			
HCl 0,002 mol/L			



**Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno –  
Aula Prática 5**

---

**Reações Químicas**

---

**Procedimento Experimental**

**1 - Reação ácido-base**

- Transferir para um tubo de ensaio 2 mL da solução de ácido clorídrico (HCl) 1 mol L<sup>-1</sup> (**\*Preparar seguindo o procedimento abaixo**);
- Adicionar 1 gota da solução de fenolftaleína 1%;
- Pipetar 1 mL da solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol L<sup>-1</sup> e homogeneizar;
- Observar o que ocorreu;
- Adicionar mais 1 mL da solução de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>;
- Descrever o que observou;
- Descrever a equação química da reação;
- Indicar os produtos da reação.
- Qual é a função da fenolftaleína? Elucidar a resposta com equação química.

**\* Preparo da solução de HCl 1 mol L<sup>-1</sup>**

Em uma proveta, preparar 10 mL de uma solução de HCl 1 mol L<sup>-1</sup> por diluição de uma solução de HCl 10 mol L<sup>-1</sup>. Transferir para um béquer rotulado.

**Tarefa:** calcular o volume de HCl 10 mol L<sup>-1</sup> necessário para preparar a solução diluída.

**2 - Reação de precipitação**

- Transferir para um tubo de ensaio 2 mL da solução de cloreto de sódio 0,1 mol L<sup>-1</sup> (**\*\*Preparar seguindo o procedimento abaixo**);
- Adicionar a esta solução 2 mL de uma solução de nitrato de prata 0,1 mol L<sup>-1</sup>;
- Descrever o que observou;
- Descrever a equação química da reação;
- Indicar os produtos da reação.

**\*\* Preparo da solução de Cloreto de sódio (NaCl) 0,1 mol L<sup>-1</sup>**

- Medir uma massa em torno de 0,2922 g de NaCl em um béquer de 50 mL. Dissolver o sal com aproximadamente 30 mL com água destilada.
- Transferir **quantitativamente** a solução do béquer para um balão volumétrico de 50 mL. Adicionar mais 10 mL de água destilada ao béquer e transferir para o mesmo balão volumétrico. Completar o balão volumétrico com água destilada até a marcação e homogeneizar.

### 3 – Reações em que ocorre desprendimento de gás

- Pipetar para um tubo de ensaio 2 mL de uma solução de HCl 1 mol L<sup>-1</sup>;
- Adicionar uma porção de bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) usando uma espátula pequena e homogeneizar;
- Descrever o que observou;
- Descrever a equação química da reação;
- Indicar os produtos da reação.

### 4 - Processos endotérmicas e exotérmicas

#### 4.1 Experimento A

- Pipetar para um tubo de ensaio 2 mL de água destilada;
- Adicionar 3 lentilhas de NaOH e homogeneizar com cuidado até a completa dissolução;
- Verificar a temperatura do tubo;
- Descrever o que observou;
- Neste experimento ocorreu reação química? Se ocorreu indicar os produtos da reação.
- Descrever a equação química para o processo;

#### 4.2 Experimento B

- Pipetar para um tubo de ensaio 2 mL de água destilada;
- Adicionar uma ponta de espátula de acetato de sódio e homogeneizar;
- Verificar a temperatura do tubo;
- Descrever o que observou;
- Neste experimento ocorreu reação química? Se ocorreu indicar os produtos da reação.
- Descrever a equação química do processo.

### 5 - Reação de complexação

- Pipetar para um tubo de ensaio 1 mL da solução de cloreto de férrico (FeCl<sub>3</sub>) 3%;
- Adicionar 2 gotas da solução de tiocianato de amônio 0,2 mol L<sup>-1</sup> e homogeneizar;
- Descrever o que observou;
- Descrever a equação química da reação;
- Indicar os produtos da reação.

### 6 - Reação de oxido-redução

- Pipetar para 2 tubos de ensaio 4 mL da solução de iodeto de potássio 0,001 mol L<sup>-1</sup>;
- Adicionar em ambos os tubos 3 gotas da solução de ácido sulfúrico 1:1 (v:v) e homogeneizar;
- Pipetar para o 1º tubo 3 gotas de água oxigenada 10 volumes e para o 2º tubo 3 gotas de água destilada, homogeneizar vigorosamente os tubos. Aguardar 1 minuto e descrever o que observou;
- Adicionar em ambos os tubos 6 gotas de uma solução de amido 0,3%;
- Descrever o que observou.
- Descrever a equação química da reação e indicar os produtos da reação.
- Qual é a função do amido? Elucidar a resposta com equação química.

**Aula Prática 5 – Reações Químicas****Resultados obtidos (Entregar no final da aula prática e incluir no relatório) – 10 pontos**

Integrantes do grupo: \_\_\_\_\_

<b>Reação</b>	<b>Equação Química</b>	<b>Explicação</b>
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		
<b>4 A</b>		
<b>4 B</b>		
<b>5</b>		
<b>6</b>		



**Química Geral ZAB1007 – Engenharia de Alimentos - Diurno e Noturno –  
Aula Prática 6**

---

**Solução Tampão: Preparo e verificação de propriedades**

---

**1 - Procedimento Experimental**

**1.1 Experimento 1: Preparo e verificação da propriedade tamponante**

1. Em um béquer de 50 mL, adicionar 15 mL da solução estoque de ácido acético 1 mol/L, 15 mL da solução estoque de acetato de sódio 1 mol/L e 15 mL de água destilada.
2. Medir o pH da solução resultante.
3. Após a medição, adicionar nesta mesma solução 1 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol/L.
4. Medir novamente o pH da solução resultante.
5. Após a medição, adicione nesta mesma solução mais 1 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol/L.
6. Medir novamente o pH da solução resultante
7. Repetir o mesmo procedimento de 1 a 6, porém, substitua a solução de hidróxido de sódio 1 mol/L (itens 3 e 5) pela solução de ácido clorídrico 1 mol/L.

**1.2 Experimento 2: Efeito da adição de ácido ou base em água**

1. Em um béquer de 50 mL, adicionar 45 mL de água destilada.
2. Medir o pH.
3. Após a medição, adicione 1 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol/L.
4. Medir novamente o pH da solução resultante.
5. Repita o mesmo procedimento de 1 a 4, porém, substitua a solução de hidróxido de sódio 1 mol/L pela solução de ácido clorídrico 1 mol/L.

**Aula Prática 6 - Solução Tampão: Preparo e verificação de propriedades**  
**Resultados obtidos (Entregar no final da aula prática e incluir no relatório)**

Integrantes do grupo: \_\_\_\_\_

- 1) Construa uma tabela com todos os dados de pH medidos, contendo o valor da variação de pH após a adição de base ou ácido.
- 2) Discuta os resultados encontrados nos experimentos.

**1. Dados encontrados**

	pH inicial		pH final	$\Delta$ pH
<b>Solução tampão</b>		<b>1 mL de NaOH</b>		
		<b>+ 1 mL de NaOH</b>		
		<b>1 mL de HCl</b>		
		<b>+ 1 mL de HCl</b>		
<b>Água Destilada</b>		<b>1 mL de NaOH</b>		
		<b>1 mL de HCl</b>		