

# Curso de Técnico em Química

## Competências & Habilidades

*Ao final do semestre, cada aluno deverá ter adquirido as seguintes habilidades:*

- 1 - Identificar os materiais, as vidrarias e os equipamentos básicos de um Laboratório e suas aplicações específicas;
- 2 - Manusear o material observando o correto emprego de cada um deles;
- 3 - Executar técnicas de limpeza em vidrarias e equipamentos;
- 4 - Identificar técnicas básicas na utilização dos equipamentos e instrumentos de Laboratório;
- 5 - Executar técnicas na medição de massas e volumes;
- 6 - Aplicar técnicas para uso e manutenção de balanças;
- 7 - Realizar manutenções preventivas nos equipamentos de Laboratório;
- 8 - Manusear reagentes químicos;
- 9 - Realizar montagem de sistemas de Laboratório;
- 10 - Aplicar normas de segurança para o trabalho;
- 11 - Manusear com segurança todos os materiais;
- 12 - Utilizar os equipamentos de segurança.

## MANUAL DOS TOPICOS DE QUÍMICA EXPERIMENTAL



Professor  
Daniel Rossi

Assunto	Página
<b>Uma breve história no tempo...</b>	3
<b>Tópico 1 – Normas &amp; Regras de Segurança em um Laboratório Químico</b>	
Aspecto, Manuseio & Estocagem	4
Segurança Pessoal	4
Hábitos Individuais	5
Diagrama de Hommel	7
Símbolos de Risco	7
<b>Tópico 2 – Equipamentos de Proteção Individuais &amp; Coletivos</b>	
Conceitos	8
Exemplos	9
<b>Tópico 3 – Descarte de Resíduos de Laboratórios Químicos</b>	
Classificação dos Resíduos	10
Descarte na Pia X Descarte no Lixo	11
Rotulagem dos Descartes	12
<b>Tópico 4 – Materiais de Laboratório</b>	
Vidrarias de Laboratório	13
Principais Equipamentos de Laboratório	14
Tipos de Reagentes e Siglas de Identificação	15
Técnicas para a Limpeza das Vidrarias	16
<b>Tópico 5 – Técnicas para a Medição de Massas &amp; Volumes</b>	
Tipos de Balanças	17
Pipetas Graduadas & Volumétricas	18
Buretas e Balões Volumétricos	19
Técnicas para Leitura de Volumes	19
Técnicas para Transferência de Sólidos e Líquidos	20
<b>Tópico 6 – Técnica para Utilização do Bico de Bunsen</b>	
Tipos de Bicos de Aquecimento	21
Temperaturas da Chama	21
<b>Tópico 7 – Sistemas de Laboratório</b>	
Ponto de Fusão	22
Ponto de Ebulição	22
Destilações	23
Solubilidade	24
Filtração	24
Dissolução Fracionada	25
Cristalização	25
Purificação do Ácido Acetilsalicílico	26
Teor de Álcool na Gasolina	26
Extração do Iodo	27
<b>Tópico 8 – Volumetria de Neutralização</b>	
Titulação – O que é?	28
Curvas de Titulação	28
Indicadores de Titulação	29
Preparação & Padronização de Soluções de Ácidos	30
Preparação & Padronização de Soluções de Hidróxidos	32
<b>Tópico 9 – Manutenção Preventiva em Equipamentos de Laboratório</b>	
Manutenções Corretivas, Preventivas e Preditivas	34
<b>Experimentos Práticos Programados</b>	
#1 – Aferição de Vidrarias Volumétricas	35
#2 – Densidade de Líquidos	36
#3 – Densidade de Sólidos	37
#4 – Destilação Simples de Líquidos	38
#5 – Solubilidade do Cloreto de Sódio em Água	39
#6 – Dissolução Fracionada	39
<b>Tabelas Auxiliares</b>	
Densidades Relativas da Água em Diversas Temperaturas	40
Tabela Periódica	40
Cátions & Ânions	41
<b>Bibliografia</b>	42

## ✓ QUÍMICA – UMA CIÊNCIA

Todos sabem que a Química é uma ciência e temos algumas noções do que seja Ciência. Contudo, diante do avanço em todos os campos do saber, não basta conhecer o que diz o senso comum sobre ciência, é necessário ouvir aqueles que se debruçaram sobre esta pergunta e fizeram dela seu campo de estudo. Uma visão aprofundada desta questão é estudada na Filosofia da Ciência. Existem muitos livros que trazem várias definições de Ciência, vale a pena conhecê-las.

Para entendermos as peculiaridades da Química e da Física como Ciência é necessário estudar a história de cada uma de suas várias áreas e observar como se deu a evolução das ideias científicas. O estado atual do conhecimento foi alcançado seja como uma consolidação e assimilação das novas pesquisas, seja pela revolução e rupturas com as teorias anteriores. As histórias da Termodinâmica e da Química Quântica ilustram, respectivamente, estes modos de evolução dos conceitos científicos.

## ✓ O PATRIMÔNIO CIENTÍFICO DA QUÍMICA

As diversas disciplinas dos currículos dos cursos de Química foram projetadas de modo a transmitir o patrimônio teórico e experimental da Química da melhor maneira possível. As perguntas frequentes: por que devo estudar cálculo, álgebra, física, etc. encontrarão resposta posteriormente em disciplinas específicas de Química. Toda disciplina que consta no currículo é importante para a formação do aluno. As disciplinas de formação geral nos preparam para o diálogo com outras ciências; as disciplinas de formação básica colocam os alicerces para o aprendizado racional das disciplinas específicas e estas nos dão as ferramentas para atuação como profissional de Química.

O ritmo crescente da sociedade moderna abomina a perda de tempo, portanto para o máximo aproveitamento da aula teórica é necessário uma leitura prévia do assunto na bibliografia indicada, perguntar durante a aula os pontos obscuros da exposição e aprofundar com leitura complementar sobre o assunto. Embora o professor, em geral, domine o conteúdo que ministra, nem sempre o expõe de modo ordenado e convincente. Desta forma as perguntas colocadas adequadamente ajudam o professor a melhorar cada vez mais a exposição. Não esqueça que os livros trazem a exposição de outros peritos no assunto (os autores!), por isso devem ser consultados sempre.

Quando o estudo é conduzido de modo regular e constante não é necessário preparo especial para as avaliações. Uma rápida revisão é suficiente para virem à mente os conceitos, teorias e fórmulas. A pesca ou cola que hoje é entendida como esperteza (contra quem?), traduz a falta de confiança em si mesmo, a falta de coragem para enfrentar resultados desastrosos e prepara o corrupto de amanhã. Quando o aluno entende isto, certamente esta prática não será mais usada.

Antigamente o domínio do grego e latim era a linha divisória entre cultos e incultos. Hoje, na área de ciências, a língua inglesa é hegemônica e perdurará ainda por muito tempo, portanto, como o melhor do nosso patrimônio científico atual está sendo escrito em inglês, o aluno de Química não pode ficar na contramão da história e deve saber, pelo menos, ler em inglês.

A análise Qualitativa é empregada quando se pretende determinar ou identificar as espécies ou elementos químicos presentes numa amostra, podendo ser eles atômicos ou moleculares e que, também, podem ser de origem mineral, animal e vegetal. Já a análise Quantitativa é empregada para se determinar a quantidade de uma espécie ou elemento químico numa amostra. Sendo utilizada para a determinação de concentrações, volumes ou massa exata da substância, através de técnicas de: gravimetria, volumetria, instrumentais, entre outras é expressa por resultados numéricos dos componentes da amostra.

### **Métodos Clássicos**

No início e Desenvolvimento da Química, a maioria das análises empregavam a separação dos componentes de interesse (analitos) por técnicas como precipitação, extração ou destilação. Os compostos são identificados pela sua cor, solubilidade, ponto de fusão e de ponto de ebulição. Esses fatores contribuem para identificação das espécies químicas. Os analitos podem ser identificados por volumetria e gravimetria ou seja por titulação e medidas de massa. Estes métodos são relativamente simples de equipamentos e confiabilidade dos resultados obtidos. Apesar da química analítica atual ser dominada por técnicas instrumentais, o princípio de funcionamento de alguns de seus instrumentos baseiam-se em técnicas tradicionais ainda muito utilizadas atualmente.

### **Métodos Instrumentais**

No início do século XX, os químicos passaram a explorar outros fenômenos distintos daqueles observados nos métodos clássicos para resolução de problemas analíticos. Para realizar métodos Instrumentais com analisar as seguintes propriedades como condutividade elétrica, absorção ou emissão de luz que detectado em analitos inorgânicos, orgânicos e biológicos. Com isso começou a ser utilizado técnicas como cromatografia líquida de alta eficiência, espectroscopia e técnicas eletroanalíticas. Esses novos métodos de separação e determinação de espécies químicas passaram a ser conhecidos como métodos de análise instrumental. Seu crescimento tecnológico foi favorecido pelo avanço tecnológico dos dispositivos eletrônicos e dos computadores. A maioria dos equipamentos analíticos modernos possuem ou estão conectados a um ou mais dispositivos eletrônicos sofisticados capazes de detectar e registrar dados relativos aos analitos. Os dispositivos seriam amplificadores, circuitos integrados, microprocessadores ou mesmo computadores. A Química Analítica Instrumental divide-se em métodos espectrométricos, métodos eletroanalíticos, Potenciometria e outras modernas técnicas computadorizadas.



# Tópico 1

## Normas & Regras de Segurança em um Laboratório de Química

---

### Aspectos Gerais

Pode-se afirmar que os laboratórios são as partes mais importantes dos estabelecimentos de ensino, institutos de pesquisa e indústrias, principalmente as voltadas para a Química. Pelos tipos de trabalho que neles são desenvolvidos são incontáveis os riscos de acidentes causados por exposição a agentes tóxicos e/ou corrosivos, queimaduras, lesões, incêndios e explosões, radiações ionizantes e agentes biológicos patogênicos.

Dados estatísticos provam que a maioria dos acidentes em laboratórios ocorrem pela imperícia, negligência e até imprudência dos técnicos. Existe, portanto, necessidade premente de se estabelecer nas indústrias, laboratórios de ensino e de pesquisa, normas mais rígidas de segurança.

Em geral, os profissionais de qualquer área não recebem instruções completas sobre normas de segurança do trabalho. Por ocasião da admissão nas indústrias ou mesmo nas instituições científicas, são visadas especialmente às condições técnicas do candidato e raramente é verificado seu nível de conhecimento sobre segurança. Nestas condições, cabe ao chefe do laboratório a responsabilidade de transmitir aos seus subordinados as técnicas corretas de trabalho e as atitudes que devem tomar para evitar possíveis acidentes.

Todos os requisitos de segurança devem ser incluídos já na montagem do laboratório e mesmo pequenos detalhes devem ser previstos no projeto inicial. Estudos sobre a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, distribuição e tipos de bancadas, capelas, estufas, muflas, tipos de piso, iluminação e ventilação devem ser especificamente dirigidos ao tipo de laboratório.

Muito importante no projeto é o estudo do local que será destinado ao almoxarifado. Quando são negligenciadas as propriedades físicas e químicas dos produtos químicos armazenados podem ser ocasionados incêndios, explosões, emissão de gases tóxicos, vapores, pós e radiações ou combinações variadas desses efeitos.

### Estocagem & Manuseio

Muitos riscos potenciais são associados com a estocagem e manuseio de materiais usados em laboratório químico. Estes riscos sempre existirão mas os acidentes podem ser eliminados por maior conhecimento das propriedades dos materiais estocados e manuseados.

O grande número de problemas de estocagem em laboratório químico deve-se à diversidade de produtos químicos que devem ser estocados. A estocagem descuidada associada com a falta de planejamento e controle é um convite para acidentes pessoais e danos materiais. Por outro lado, uma área de estocagem cuidadosamente planejada e supervisionada pode prevenir muitos acidentes. Os produtos químicos que necessitam estocagem podem ser sólidos, líquidos e gasosos, podem estar contidos em embalagens de papel, plástico, vidro ou metal que podem ser caixas, garrafas, cilindros ou tambores. A natureza de cada produto pode ser considerada individualmente ou em relação a outros produtos estocados na mesma área.

Para facilitar as considerações feitas anteriormente, os produtos químicos podem ser agrupados nas seguintes categorias gerais: Inflamáveis; Tóxicos; Explosivos; Agentes Oxidantes; Corrosivos; Gases Comprimidos; Produtos sensíveis à água e Produtos Incompatíveis.

### Segurança Pessoal

Termos como segurança no trabalho, risco, toxicidade, acidentes, prevenção de acidentes, equipamentos de segurança e aerossóis são muito empregados quando se trata de segurança em laboratórios. Assim, será interessante defini-los antes de se estabelecer às regras de segurança.

Segurança no trabalho: é o conjunto de medidas técnicas, administrativas, educacionais, médicas e psicológicas que são empregadas para prevenir acidentes, quer eliminando condições inseguras do ambiente, quer instruindo ou convencendo pessoas na implantação de práticas preventivas.

Risco: é o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao entrar em contato com um agente tóxico ou certa situação perigosa.

Toxicidade: qualquer efeito nocivo que advém da interação de uma substância química com o organismo.

Acidentes: são todas as ocorrências não programadas, estranhas ao andamento normal do trabalho, das quais poderão resultar danos físicos ou funcionais e danos materiais e econômicos à instituição.

Prevenção de Acidentes: é o ato de se por em prática as regras e medidas de segurança, de maneira a se evitar a ocorrência de acidentes.

Equipamentos de Segurança: são os instrumentos que têm por finalidade evitar ou amenizar riscos de acidentes. Os equipamentos de segurança individuais (EPIs) mais usados para a prevenção da integridade física do indivíduo são: óculos, máscaras, luvas, aventais, gorros, etc. Existem também equipamentos tais como capelas e blindagens plásticas que protegem a coletividade (EPCs).

É muito importante, nos laboratórios, a atitude individual, a programação das operações e a utilização de equipamentos de proteção adequados. Devem existir também normas bem definidas com relação ao acesso de estranhos ao trabalho e outros itens responsáveis por acidentes. Nos laboratórios existem diversos tipos de equipamentos que por suas características envolvem sérios riscos. Portanto, é indispensável o

conhecimento de como operá-los corretamente. Entretanto, os maiores riscos operacionais estão presentes na manipulação de substâncias tóxicas, venenosas, inflamáveis, explosivas, corrosivas, radioativas ou de agentes biológicos. Do ponto de vista de Saúde Pública é também importante o conhecimento de como se deve destruir o material já usado no laboratório, tais como: resíduos químicos, radioativos e microbiológicos. (Fonte<sup>1</sup>)

## Regras de Segurança

- As regras gerais de segurança em laboratório resultam de vários anos de esforços de pessoas preocupadas em tornar o trabalho no laboratório uma atividade segura.
- Para tirar o máximo de proveito delas, é necessário que todos os usuários as conheçam e as pratiquem, desde o primeiro instante que pretenderem permanecer em um laboratório.
- São regras simples, fáceis de memorizar e de seguir:



### ✓ Indumentária Apropriada

1. Avental de mangas compridas, longos até os joelhos, com fios de algodão na composição do tecido;
2. Calça comprida de tecido **não** inteiramente sintético;
3. Sapato fechado, de couro ou assemelhado;
4. Óculos de segurança e luvas, quando for necessário.

### → Indumentária Proibida

- Bermuda ou short, sandália, chinelo, sapato aberto, uso de lente de contato, cabelos soltos;
- Uso de braceletes, correntes ou outros adereços, avental de nylon ou 100% poliéster.

## HÁBITOS INDIVIDUAIS

### Faça no Laboratório

1. Lave as mãos antes de iniciar seu trabalho.
2. Lave as mãos entre dois procedimentos.
3. Lave as mãos antes de sair do laboratório.
4. Certifique-se da localização do chuveiro de emergência, lava-olhos, e suas operacionalizações.
5. Conheça a localização e os tipos de extintores de incêndio no laboratório.
6. Conheça a localização das saídas de emergências.

### → Não Faça no Laboratório

1. Fumar;
2. Comer;
3. Correr;
4. Beber;
5. Sentar ou debruçar na bancada;
6. Sentar no chão;
7. Não use cabelo comprido solto;
8. Não (ou evite) trabalhar solitário no laboratório;
9. Não manuseie sólidos e líquidos desconhecidos apenas por curiosidade.

### ● Atitudes Individuais com Ácidos

Adicione sempre o ácido à água; Nunca faça o inverso!!

### ● Atitudes Individuais com Bicos de Gás

1. Feche completamente a válvula de regulagem de altura de chama.
2. Abra o registro do bloqueador da linha de alimentação.
3. Providencie uma chama piloto e aproxime do bico de gás.
4. Abra lentamente a válvula de regulagem de altura de chama até que o bico de gás ascenda.
5. Regule a chama.

### ● Atitudes Individuais com Soluções

1. Não transporte soluções em recipientes de boca larga (como béquer, por exemplo); se tiver que efetuá-lo por certa distância, triplique sua atenção durante o percurso e solicite um colega que o acompanhe;
2. Não leve a boca a qualquer reagente químico, nem mesmo o mais diluído;
3. Certifique-se da concentração e da data de preparação de uma solução antes de usá-la;
4. Não pipete, aspirando com a boca, líquidos cáusticos, venenosos ou corantes; use pèra de sucção para sua segurança;
5. Não use o mesmo equipamento volumétrico para medir simultaneamente soluções diferentes.
6. Volumes de soluções padronizadas, tiradas dos recipientes de origem e não utilizadas, devem ser descartados e não retornados ao recipiente de origem.

### ● Descarte de Sólidos e Líquidos

Deverá ser efetuado em recipientes apropriados, separando-se o descarte de orgânicos de inorgânicos.

- **Cuidados com Aquecimento, incluindo: reação exotérmica, chama direta, resistência elétrica e banho-maria**
  1. Não aqueça bruscamente qualquer substância.
  2. Nunca dirija a abertura de tubos de ensaio ou frascos para si ou para outra pessoa durante o aquecimento.
  3. Não deixe sem o aviso "**Cuidado Material Aquecido**" equipamento ou vidraria que tenha sido removida de sua fonte de aquecimento, ainda quente e deixado repousar em lugar que possa ser tocado inadvertidamente.
  4. Não utilize "chama exposta" em locais onde esteja ocorrendo manuseio de solventes voláteis, tais como éteres, acetona, metanol, etanol, etc.
  5. Não aqueça fora da capela quaisquer substâncias que gerem vapores ou fumos tóxicos.
- **Manuseio e Cuidados com Frasco de Reagentes**
  1. Leia cuidadosamente o rótulo do frasco antes de utilizá-lo, habitue-se a lê-lo, mais uma vez, ao pegá-lo, e novamente antes de usá-lo.
  2. Ao utilizar uma substância sólida ou líquida dos frascos de reagentes, pegue-o de modo que sua mão proteja o rótulo e incline-o de modo que o fluxo escoe do lado oposto ao rótulo.
  3. Muito cuidado com as tampas dos frascos, não permita que ele seja contaminada ou contamine-se. Se necessário use o auxílio de vidros de relógio, placas de Petri, etc.
  4. Ao acondicionar um reagente, certifique-se antes da compatibilidade com o frasco, por exemplo, substâncias sensíveis à luz, não podem ser acondicionadas em embalagens translúcidas.
  5. Não cheire diretamente frascos de nenhum produto químico, aprenda esta técnica e passe a utilizá-la de início, mesmo que o frasco contenha perfume.
  6. Os cuidados com o descarte de frascos vazios de reagentes não devem ser menores que os cuidados com o descarte de soluções que eles dão origem.
- **Cuidados com Aparelhagem, Equipamentos e Vidrarias**
  1. Antes de iniciar a montagem, inspecione a aparelhagem, certifique-se de que ela esteja completa, intacta e em condições de uso.
  2. Não utilize material de vidro trincado, quebrado, com arestas cortantes.
  3. Não seque equipamentos volumétricos utilizando estufas aquecidas ou ar comprimido.
  4. Não utilize tubos de vidro, termômetros em rolha, sem antes lubrificá-los com vaselina e proteger as mãos com luvas apropriadas ou toalha de pano.



Sentar no chão do Laboratório: comportamento comum e perigoso



Garrafa de água em cima da bancada durante aula de Laboratório



## Simbologias de Segurança para Produtos Químicos

### DIAGRAMA DE HOMMEL



### SIMBOLOS DE RISCO

C - Corrosivo	E - Altamente Explosivo	O - Comburente	F - Facilmente Inflamável
T - Tóxico	N - Perigoso para o Ambiente	Xn - Nocivo ou Xi - Irritante	

## Tópico 2

# Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletivos (EPCs)

---

O Equipamento de Proteção Individual - **EPI** - é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado a proteção contra riscos capazes de ameaçar a sua segurança e a sua saúde.

O uso deste tipo de equipamento só deverá ser feito quando não for possível tomar medidas que permitam eliminar os riscos do ambiente em que se desenvolve a atividade, ou seja, quando as medidas de proteção coletiva não forem viáveis, eficientes e suficientes para a atenuação dos riscos e não oferecerem completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho.

Os equipamentos de proteção coletiva - **EPC** - são dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos, a sinalização de segurança, dentre outros.

Como o EPC não depende da vontade do trabalhador para atender suas finalidades, este tem maior preferência pela utilização do EPI, já que colabora no processo minimizando os efeitos negativos de um ambiente de trabalho que apresenta diversos riscos ao trabalhador. Portanto, o EPI será obrigatório somente se o EPC não atenuar os riscos completamente ou se oferecer proteção parcialmente.

Conforme dispõe a Norma Regulamentadora 6, a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas;
- c) para atender a situações de emergência.

Os tipos de EPIs utilizados podem variar dependendo do tipo de atividade ou de riscos que poderão ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador e da parte do corpo que se pretende proteger, tais como:

- Proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares;
- Proteção respiratória: máscaras e filtro;
- Proteção visual e facial: óculos e viseiras;
- Proteção da cabeça: capacetes;
- Proteção de mãos e braços: luvas e mangotes;
- Proteção de pernas e pés: sapatos, botas e botinas;
- Proteção contra quedas: cintos de segurança e cinturões.

Os Equipamentos de Proteção Individual além de essenciais à proteção do trabalhador, visando a manutenção de sua saúde física e proteção contra os riscos de acidentes do trabalho e/ou de doenças profissionais e do trabalho, podem também proporcionar a redução de custos ao empregador.

É o caso de empresas que desenvolvem atividades insalubres e que o nível de ruído, por exemplo, está acima dos limites de tolerância previstos na NR-15. Neste caso, a empresa deveria pagar o adicional de insalubridade de acordo com o grau de enquadramento, podendo ser de 10%, 20% ou 40%.

Com a utilização do EPI a empresa poderá eliminar ou neutralizar o nível do ruído já que, com a utilização adequada do equipamento, o dano que o ruído poderia causar à audição do empregado será eliminado.

Entretanto, é importante ressaltar que não basta o fornecimento do EPI ao empregado por parte do empregador, pois é obrigação deste fiscalizar o empregado de modo a garantir que o equipamento esteja sendo utilizado.

São muitos os casos de empregados que, com desculpas de que não se acostumam ou que o EPI o incomoda no exercício da função, deixam de utilizá-lo e conseqüentemente, passam a sofrer as conseqüências de um ambiente de trabalho insalubre.

Nestes casos o empregador deve utilizar-se de seu poder diretivo e obrigar o empregado a utilizar o equipamento, sob pena de advertência e suspensão num primeiro momento e, havendo reincidências, sofrer punições mais severas como a demissão por justa causa.

**ATENÇÃO**  
**OBRIGATÓRIO**  
**USO DE EPI'S**



Capacetes



Protetores Auriculares e Abafadores



Protetores Faciais



Proteção Respiratória



Óculos



Luvas



Vestimentas



Calçados

**EPC**  
EQUIPAMENTOS DE  
PROTEÇÃO  
COLETIVA



# Tópico 3

## Descarte dos Resíduos de Laboratórios

As atividades desenvolvidas nas instituições de ensino e pesquisa empregam substâncias e produtos de diversas classes. Entre eles estão os considerados perigosos por apresentarem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade estabelecidas pela NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-NBR 10.004), que oferecem risco potencial aos seres vivos e/ou ao ambiente. Essas atividades, consequentemente, geram resíduos também considerados perigosos.

Destinar corretamente esses resíduos é responsabilidade de seus geradores. Para ratificar essa afirmação a Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA publica a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC 33), de 25 de fevereiro de 2003, relativa ao gerenciamento dos resíduos gerados nos serviços de saúde (RSS), com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do ambiente, atualizada pela RDC 306, de 7 de dezembro de 2004. Nessas resoluções fica definido que: Para efeito desse Regulamento Técnico, definem-se como geradores de RSS todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in-vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares.



Dessa forma, as universidades e centros de pesquisa precisam instituir em suas unidades Programas de Gerenciamento de Resíduos. Nesses programas, os resíduos são separados em três grandes grupos: biológico, químico e radioativo, descritos detalhadamente a seguir.

**1 - Resíduo Biológico:** é a expressão usada para descrever os diferentes tipos de resíduos que incluem agentes infecciosos. Para fornecer um ambiente de trabalho seguro, todos os agentes infecciosos devem ser manipulados de acordo com o Nível de Biossegurança (NB) a que estão relacionados, dependendo de: virulência, patogenicidade, estabilidade, rota da propagação, comunicabilidade, quantidade e disponibilidade de vacinas ou de tratamento. O NB aplicável define não somente os procedimentos gerais de manipulação, mas também o tratamento dos resíduos biológicos. Atualmente, as seguintes categorias de resíduos são consideradas resíduos biológicos:

- **Resíduo Medicinal:** envolve todo o resíduo continuamente gerado em diagnóstico, em tratamento ou na imunização de seres humanos ou de animais, em pesquisa e na produção de testes dos biológicos.
- **Resíduos de Laboratórios Biológicos ou que trabalhem com substâncias controladas:** aqueles cujas pesquisas envolvem moléculas de DNA recombinante ou outras atividades reguladas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).
- **Resíduo patológico:** por exemplo, carcaças de animais.

**2 - Resíduo Químico:** neste grupo estão incluídos diversos produtos como: substâncias e produtos químicos rejeitados (vencidos ou em desuso), os resíduos provenientes de aulas práticas ou projetos de pesquisa. Algumas substâncias químicas e misturas de produtos químicos são considerados resíduos perigosos pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (Environmental Protect Agency EPA). Mesmo que um resíduo químico não se encontre entre os citados pela EPA, mas possua uma ou mais das seguintes características: ignitividade, corrosividade, reatividade ou toxicidade, deve ser considerado como um resíduo perigoso, segundo a NBR 10.0045.

**3 - Resíduo Radioativo:** esse grupo é classificado como resíduo de baixo ou de alto nível de radioatividade. O resíduo de baixo nível é típico daquele encontrado em instituições médicas e de pesquisa (tais como a Unesp) enquanto o resíduo de alto nível típico é aquele gerado em reatores nucleares. Devemos considerar resíduos radioativos todo o resíduo com radioatividade detectável que seja gerado nos procedimentos que envolvem o material radioativo licenciado.

É preciso estar ciente de que também pode haver a geração combinada de alguns dos três tipos de resíduos perigosos. Por exemplo, carcaça de um animal que contenha material radioativo, produto químico perigoso ou talvez um agente infeccioso e que necessite de controle de acordo com as considerações e as exigências de todos os três tipos de perigos definidos anteriormente. Portanto, é preciso estar atento ao tipo de resíduo que eventualmente esteja gerando e procurar a maneira apropriada de agir em cada caso.

## **RESÍDUOS QUE PODEM SER DESCARTADOS DIRETAMENTE NA PIA OU NO LIXO**

Segundo as normas da ABNT NBR-12809 e NBR-10004, o resíduo que não for classificado como perigoso pode ser tratado como lixo comum e, portanto, pode ser descartado no lixo ou no esgoto urbano.

Entretanto, no caso de resíduos químicos toda atenção e cuidado devem ser tomados. A melhor opção é nunca descartar em lixo ou rede de esgoto. Verifique a possibilidade de doação, reciclagem ou recuperação.

Procure sempre usar o bom senso. Se a opção de descarte na rede de esgoto ou no lixo comum for a mais adequada, algumas regras devem ser seguidas rigorosamente:

1 - Compostos solúveis em água (pelo menos 0.1g ou 0.1mL/3mL) e com baixa toxicidade podem ser descartados na rede de esgoto somente após diluição (100 vezes) e sob água corrente (listagem de produtos tóxicos disponíveis em [www.pcarp.usp/lrq](http://www.pcarp.usp/lrq)). Para os compostos orgânicos é preciso que também sejam facilmente biodegradáveis. Quantidade máxima recomendável: 100 gramas ou 100 mL/dia.

2 - Misturas contendo compostos pouco solúveis em água, em concentrações inferiores a 2% podem ser descartados em pia.

3 - Toxinas podem ser muito perigosas em concentrações baixas e, portanto recomenda-se a sua destruição química antes do descarte.

4 - Compostos com ponto de ebulição inferior a 50°C não devem ser descartados na pia, mesmo que extremamente solúveis em água e pouco tóxicos. Lembrar que substâncias inflamáveis podem ser um perigo potencial de incêndio ou explosão.

5 - O pH de soluções aquosas deve estar na faixa 6 a 8. Submeter as soluções que estejam fora desta faixa de pH a uma neutralização; somente após este cuidado descarte o resíduo.

6 - Gases nocivos ou mal cheirosos ou substâncias capazes de criar incômodo público não podem ser descartados como resíduos não perigosos.

O descarte do resíduo químico somente poderá ser efetuado se o composto se enquadrar em todas as seis regras descritas. A não obediência de pelo menos uma das regras inviabilizará o descarte em lixo comum ou esgoto.

---

### **Tabela 1**

#### **Alguns compostos que podem ser descartados diretamente na pia**

##### **Orgânicos**

- ☉ Álcoois com menos de 5 carbonos
- ☉ Dióis com menos de 8 carbonos
- ☉ Alcoxialcoois com menos de 7 carbonos
- ☉ Açúcares (carboidratos)
- ☉ Aldeídos alifáticos com menos de 7 carbonos
- ☉ Amidas: RCONH<sub>2</sub> e RCONHR com menos de 5 carbonos e RCONR<sub>2</sub> com menos de 11 carbonos
- ☉ Aminas alifáticas com menos de 7 carbonos
- ☉ Ácidos carboxílicos com menos de 6 átomos de carbonos e seus sais de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>
- ☉ Ácidos alcanodióicos com menos de 5 carbonos:
- ☉ Ésteres com menos de 5 carbonos
- ☉ Cetonas com menos de 6 carbonos

##### **Inorgânicos**

###### **Cátions**

Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Ti<sup>4+</sup>, Zr<sup>2+</sup>

###### **Ânions**

BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>, B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, Br<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, OCN<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SCN<sup>-</sup>

CUIDADO: Embora o metanol seja um álcool com menos de 5 carbonos, o composto não se enquadra na regra 1 por ser tóxico e portanto, não pode ser descartado em pia.

---

### **Tabela 2**

#### **Alguns compostos que podem ser descartados no lixo**

##### **Orgânicos**

- Enzimas
- Açúcares (carboidratos): sacarose, glicose, frutose, amido, etc
- Aminoácidos e sais de ocorrência natural
- Ácido cítrico e seus sais de Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>
- Ácido lático e seus sais de Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>
- Ácido nucléico e meio biológico seco

## Inorgânicos

- Sílica
- Sulfatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH<sub>4</sub>
- Carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH<sub>4</sub>
- Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu
- Cloretos: Ca, Na, K, Mg, NH<sub>4</sub>
- Boratos: Na, K, Mg, Ca

## Materiais não contaminados com produtos químicos perigosos

- Absorventes cromatográficos: sílica, alumina, sephadex etc.
- Materiais de vidro
- Papel de filtro
- Luvas e outros materiais descartáveis.

Lembre-se: A rede de esgoto de seu laboratório é compartilhada por todos os outros laboratórios de sua escola. A mistura indiscriminada de compostos químicos incompatíveis pode resultar em sérios acidentes.

## 4 - Rotulagem

Todos os recipientes contendo resíduos devem ser identificados adequadamente utilizando etiquetas, cujo modelo é mostrado abaixo. Para maior clareza, o modelo mostra o preenchimento correto.

É imprescindível que todas as informações estejam preenchidas. O preenchimento deve ser feito com caneta esferográfica azul ou preta. Nunca usar caneta hidrocolor ou pincel atômico.

LRQ USP Campus Ribeirão Preto					
			Nº Controle da embalagem: 00001		
			UNIDADE / DEPTO.: FFCLRP / Química		
			LABORATÓRIO: Eletroquímica		
			RESPONSÁVEL: Prof. João da Silva		
			Componente principal: Hexano		
			Componente secundário: Ácido Acético 1M		
			Data do início de armazenamento: 06/11/02		
			Data do recolhimento final: 07/12/02		
Manusear com Cuidado			Quantidade inicial: 17l		
Solvente Orgânico Halogenado	Sólido Orgânico	Metal	Solvente Orgânico Não Halogenado	Sólido Inorgânico	Outros

Considerar o maior nº para preencher o diagrama de Hommel

Ácido Acético	Hexano
Inflamabilidade 2	Inflamabilidade 3
Risco à Saúde 3	Risco à Saúde 2
Reatividade 2	Reatividade 0

Modelo de rótulo padronizado

### Identificação & Utilização

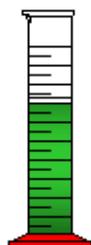
As vidrarias são de um composto vítreo especial, bem diferente dos vidros domésticos, pois terão que resistir a substâncias ácidas, alcalinas, corrosivas, voláteis, etc. Muitos são feitos em boro-silicato para aumentar a resistência a choques térmicos.

Os equipamentos, aparelhagens e acessórios são de tecnologia específica para laboratórios e de nada diferem para grandes equipamentos industriais, exceto pelo seu tamanho.

Os reagentes são fabricados com altíssimo grau de pureza por empresas especializadas, embalados em frascos ou potes especialmente desenvolvidos para aumentar o máximo possível seu prazo de validade e Qualidade.

### Vidrarias

- tubo de ensaio: usado para testar reações com pequenas quantidades de reagentes.
- Vidro de relógio: usado para pesar pequenas quantidades de substâncias, para evaporar pequenas quantidades de soluções e para cobrir béqueres e outros recipientes.
- Erlenmeyer: Muito utilizado em preparações de soluções químicas, devido o formato afunilado de seu bico, que não deixa a solução respingar.
- Balão de fundo chato: usado para aquecer e preparar soluções e realizar reações com desprendimento de gases.
- Balão de fundo redondo: de uso semelhante ao balão de fundo chato, mas mais apropriado a aquecimentos sob refluxo.
- Proveta ou cilindro graduado: para medir e transferir volumes de líquidos e solução (não é muito preciso).
- Balão volumétrico: para preparar volumes precisos de soluções.
- Pipeta graduada: para medir e transferir volumes variáveis de líquidos ou soluções, sem muita precisão.
- Pipeta volumétrica: para medir e transferir um líquido ou solução, porém mais preciso que a pipeta graduada.
- Bureta: para medir volume de líquidos ou soluções por escoamento.
- Trompa de vácuo: aproveita-se de uma corrente de água para aspirar o ar, por uma abertura lateral; é usada para as "filtrações a vácuo".
- Cadinho ou porcelana (ou metal): usado para aquecimento e fusão de sólidos a altas temperaturas.
- Triângulo de porcelana: serve de suporte para cadinhos, quando aquecidos directamente na chama de gás.
- Cápsula de porcelana (ou metal): usada para a concentração e secagem de soluções.
- Almofariz e pistilo: usado para a trituração e pulverização de sólidos.
- Frasco lavador ou pisseta: É empregada na lavagem de recipientes por meio de jactos de água ou de outros solventes. O mais utilizado é o de plástico pois é prático e seguro.
- Condensador: É empregado nos processos de destilação. Sua finalidade é condensar os vapores do líquido. É refrigerado a água.
- Funil de separação ou decantação: Recipiente de vidro em forma de pêra, que possui uma torneira. É Utilizado para separar líquidos imiscíveis. Deixa-se decantar a mistura; a seguir abre-se a torneira deixando escoar a fase mais densa.
- Dessecador: É usado para guardar substâncias em ambiente com pouco teor de umidade.
- Papel de filtro: retém as partículas sólidas, deixando passar apenas a fase líquida.



## Equipamentos

Normalmente computadores e equipamentos específicos, dependendo de suas finalidades (laboratórios de química, de física, de biologia, de clínica médica, de hidráulica, de solos, de aeronáutica, de automóveis, etc).

Nos laboratórios de química, normalmente, há pelo menos uma capela de laboratório onde produtos químicos tóxicos e perigosos podem ser manipulados sem risco. Isto reduz, e geralmente, elimina o risco de inalação dos gases tóxicos produzidos pela reação dos produtos químicos.

Nos laboratórios, há habitualmente uma ou várias pias para lavar as mãos. Extintores são instalados, para ajudar a apagar o fogo no caso de incêndio. Há igualmente um dispositivo para lavar os olhos e um chuveiro no caso dos produtos químicos vazarem sobre as roupas, a pele ou os olhos exceto em laboratórios de tecnologia e de física, onde não se utiliza vidraria, capela e produtos químicos tóxicos.

Em anexo ao laboratório, há habitualmente um ou vários locais onde os produtos químicos secos e úmidos são armazenados, onde se prepara todos os reagentes como ácidos, bases, soluções tampão, solução e onde se distribui a vidraria, o pequeno material e os equipamentos de proteção individual do pessoal. Num laboratório de tecnologia ou de física, estas salas adicionais, em geral, são utilizadas para o armazenamento dos equipamentos e como atelier de reparo.

Freqüentemente, uma sala é reservada à purificação dos reagentes ou, no caso da bioquímica, a esterilização dos equipamentos. O equipamento e a orientação de um laboratório dependerão finalmente do seu objetivo.

Os laboratórios de universidades, e em geral os de análise química ou bioquímica contêm da vidraria em grande quantidade.

Como equipamentos comuns de laboratório, pode-se ter as centrífugas para separar os sólidos dos líquidos, os espectrofotômetros para medir a absorbância óptica de um líquido a um comprimento de onda definido (medida da cor), trompas para fornecer a aspiração, e termostatos para manter uma temperatura fixa e definida.

Os laboratórios de microbiologia têm habitualmente salas separadas com pressão negativa para impedir a entrada de bactérias nocivos. O ar passa, em geral, por um certo número de filtros e é expulso da sala.

Os laboratórios previstos para tratar séries de amostras, como os destinados à análise para o meio ambiental ou análises clínicas são equipados de aparelhos especializados automatizados concebidos para tratar muito de amostras. A pesquisa e a experimentação não são uma prioridade nestes laboratórios; o objetivo é oferecer um resultado rápido e fiável.



**pH-metro**



**Espectrofotômetro**



**Balança Analítica**



**Estufa de Secagem**



**Ponto de Fusão**



**Condutivimetro**

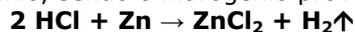
## Reagentes

Um reagente químico ou reativo químico é uma espécie química usada numa reação química. Implica geralmente numa substância química que é adicionado com a finalidade de provocar um fenômeno químico.

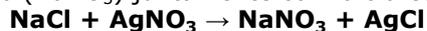
Por exemplo, o ácido clorídrico é um reagente químico que provoca a liberação de CO<sub>2</sub> do carbonato de cálcio:



Similarmente, o ácido clorídrico é um reagente químico que reage com o zinco produzindo gás hidrogênio, sendo o hidrogênio proveniente do ácido:



Na reação representada abaixo o sal (NaCl) e o nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) são os reagentes e o nitrato de sódio (NaNO<sub>3</sub>) juntamente com o cloreto de prata (AgCl) são os produtos da reação.



Classificar alguns dos produtos químicos envolvidos numa reação química como um “reagente” é na maioria das vezes uma questão de convenção ou perspectiva.



## Siglas dos Reagentes Químicos

Este texto faz parte de um tema que abrange a Incompatibilidade entre Produtos Químicos, trazendo referência à organização indicada para um almoxarifado de laboratório convencional de produtos químicos. Dessa forma, um dos primeiros cuidados que se deve ter ao se dispor reagentes em um compartimento é a averiguação das siglas contidas nos rótulos dos mesmos, o que muitas vezes é ignorado.

Atualmente, inclusive por força da legislação, as empresas fornecem informações acerca da composição e dos efeitos dos produtos químicos (nem sempre de forma completa), mas existe uma grande dificuldade de se interpretar corretamente as informações disponíveis para que estas possam ser transformadas em conhecimento aplicável na defesa da saúde dos trabalhadores. Essa dificuldade na interpretação atinge não só a população em geral, mas também os trabalhadores e muitos profissionais da área de Segurança e Saúde do Trabalhador.

Abaixo são apresentados alguns conceitos e siglas corriqueiras encontradas em produtos químicos de natureza diversa, sendo que a sua imensa maioria não leva em consideração a classe desses produtos.

**PA** (Para Análise): É utilizado para denominação de reagentes de alto grau de pureza e confiabilidade, geralmente padrões primários.

**INCOMPATIBILIDADE:** Impossibilidade de dois ou mais produtos químicos entrarem em contato. É caracterizada pela transformação total ou parcial dos produtos associados, assim formando compostos secundários com novas propriedades químicas.

**FPS** (Ficha de Perigo e Segurança): É um documento que todo produto químico deve apresentar, o qual traz informações sobre perigos relevantes à trabalhadores quanto às condições de uso e medidas de precaução em diversas situações ao manipulá-los.

**REACH** (Registro, Avaliações, Autorização e Restrição de substâncias químicas): É um novo regulamento das substâncias químicas proveniente da União Europeia (EU), que tem por objetivo geral a proteção da saúde humana e do meio ambiente quanto a forma de produção industrial e utilização de substâncias químicas. Dessa forma, cada produto obrigatoriamente deve ter um registro, para só assim poder ser exportado à U.E.

**RÓTULOS:** É onde constam informações gerais sobre o produto, tais como: composição, recomendações de socorro imediato e símbolo de perigo correspondente. É imprescindível em laboratório, pois é através dos mesmos que obtemos informações sobre os produtos mais rapidamente.

**FICHA DE EMERGÊNCIA e ENVELOPE PARA TRANSPORTE:** Estes documentos são de porte obrigatório para os veículos que fazem regularmente o transporte ou que eventualmente estejam transportando produtos perigosos ou relacionados à química.

**FISPOQ** (Ficha com dados de segurança): Fornece informações sobre vários aspectos dos produtos químicos, incluindo diversas substâncias e ainda misturas, em relação à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente; transmitindo desta maneira, informações sobre produtos químicos, recomendações sobre medidas de proteção e também ações em situação de emergência.

## Técnicas para a Limpeza das Vidrarias

Toda a vidraria empregada em laboratório deve ser perfeitamente limpa e livre de substâncias estranhas, afim de não afetar os resultados de análises e preparações de soluções.

Marcações com caneta, resíduos químicos, resíduos biológicos, sujidades, tudo dever ser removido da vidraria durante o processo de limpeza.

Para isso, podemos utilizar várias técnicas, específicas ou não.

- **Lavagem**

Deve-se lavar a vidraria imediatamente após o uso, caso uma lavagem completa não for possível, o procedimento é colocar a vidraria de molho em água. Caso isso não seja feito, a remoção dos resíduos poderá se tornar impossível.

Ao lavar um recipiente pode-se usar sabão, detergente ou pó de limpeza, não permitindo que ácidos entrem em contato com recipientes recém-lavados antes de enxaguá-los muito bem e se certificar que o sabão (ou detergente) foi completamente removido, pois se isso acontecer, uma camada de graxa poderá se formar.

A remoção de todo e qualquer resíduo de sabão, detergente e outros materiais de limpeza faz-se absolutamente necessária antes da utilização dos materiais de vidro. Após a limpeza, os aparatos precisam ser completamente enxaguados com água de torneira.

Enchem-se os frascos com água, agitando bem e esvaziando logo em seguida, repetindo este procedimento por três ou quatro vezes para a remoção de qualquer resíduo de sabão ou outro material de limpeza. Então enxaguar os aparatos com três ou quatro porções de água destilada.

- **Banho ácido**

Trata-se de uma metodologia indicada para a limpeza de vidrarias impregnadas pela análise de metais, ou no preparo de frascos para coleta de amostras para análise de metais. A vidraria será submersa em uma solução de ácido nítrico 1:1 onde permanece por até 12 horas. Não é recomendável expor vidrarias ao banho ácido por períodos demasiadamente prolongados, devido ao desgaste de marcas e graduações originais.

- **Esterilização por temperatura**

Pode ser feita em autoclave ou estufa, onde a vidraria é exposta a altas temperaturas por um determinado período de tempo. Vidrarias para medidas precisas não devem passar por esse processo, pois o aquecimento do vidro faz com que ele perca sua calibração.

- **Manuseio**

Toda vidraria requer um cuidado especial com o manuseio e o transporte. Frascos, béqueres e outras vidrarias nunca devem ser seguros pela parte superior ou pelo gargalo. O correto é segurar pela lateral e pelo fundo ao mesmo tempo para dar firmeza.

O link [http://www.youtube.com/watch?v=MzV4Zl\\_oa3s](http://www.youtube.com/watch?v=MzV4Zl_oa3s) mostra maiores detalhes e cuidados com a limpeza e esterilização de vidrarias.



# Tópico 5

## Técnicas para Medição de Massas & Volumes

### MASSAS

**Balança** (do latim *bis* - dois e *linx* - prato) é um instrumento que mede a massa de um corpo. A unidade usual para massa é o **kg**, por se tratar de uma unidade do **SI**. Portanto, o correto é dizer que as balanças medem as massas dos corpos e objetos, não o peso deles. Contudo, embora a função primária da balança seja medir a massa, há balanças que, por meio de relações matemáticas simples, podem informar o valor aproximado do **peso** de um corpo.

A balança, provavelmente, foi inventada pelos antigos povos orientais há cerca de 4000 AC mas, somente em 1777, Lavoisier fez uso do primeiro instrumento de pesagem confiável, introduzindo o Método Científico em seus estudos sobre combustão derrubando, definitivamente, a Teoria do Flogístico.

Atualmente existe enorme variedade de balanças, adaptadas às mais diversas pesagens, desde as que se destinam a pesar enormes cargas, como caminhões carregados, até aparelhos de extrema sensibilidade, capazes de registrar pequeníssimas massas.

#### Técnicas de Pesagens

Existem basicamente três processos de determinação de massa:

- 1. Pesagem Direta:** Usada para determinar a massa de um objeto, por exemplo, um pesa-filtro, um cilindro metálico, uma cápsula, papel, etc.
- 2. Pesagem por Adição:** Usada quando adicionamos pequenas quantidades de amostra num recipiente (pesa-filtro, béquer pequeno, cápsula, ou mesmo papel de filtro ou acetinado, etc) de massa conhecida, até obtermos a massa desejada de amostra.
- 3. Pesagem por Diferença:** Usada para determinar a massa de uma amostra, por diferença entre duas pesagens geralmente usada em processos que utilizam aquecimento e resfriamento.

#### Tipos de Balanças

##### Balança Técnica

Aparelho de pouca exatidão, esta balança deve ser utilizada apenas em análises qualitativas. Este tipo de balança trabalha com apenas duas casas decimais sendo, a primeira casa, exata mas, a segunda, é duvidosa. Estas balanças podem ser eletrônicas ou manuais.



##### Balança Semi -Analítica

Oferece maior exatidão que a balança técnica, pois trabalha com três casas decimais (miligrama), sendo as duas primeiras, exatas, mas a terceira é duvidosa. Também devem ser utilizadas em análises qualitativas. A maioria é eletrônica.



##### Balança Analítica

Oferece grande exatidão nas medidas de massa. Trabalham com quatro (décimos de miligrama) ou mais casas decimais sendo a última casa sempre duvidosa. É usada em análises quantitativas. Podem ser mecânicas (em desuso) ou eletrônicas.



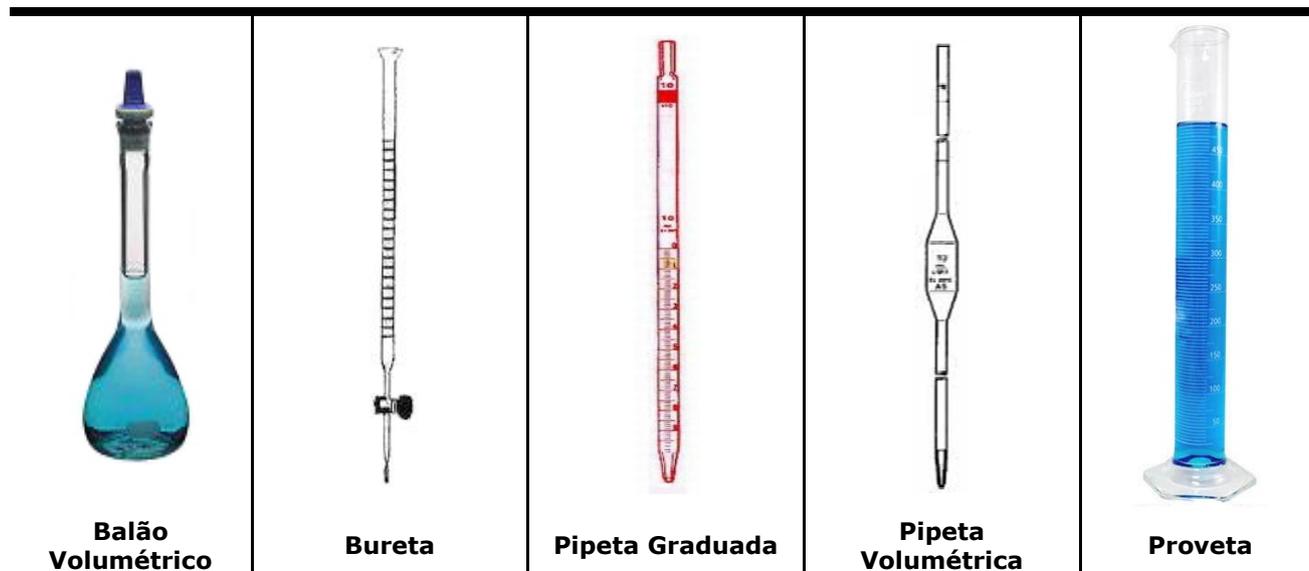
#### Cuidados a serem observados antes das pesagens

- Nunca colocar reagente a ser pesado diretamente sobre o prato da balança; utiliza-se para isso papel acetinado, papel de filtro, vidro de relógio, béquer pequeno, pesa-filtro, etc.
- Nunca pesar materiais quentes pois a balança está calibrada para pesar à temperatura ambiente.
- Nunca pesar substâncias corrosivas, voláteis ou higroscópicas em frascos abertos. Utilize um pesa-filtro.
- O frasco usado para conter a substância a ser pesada deve estar limpo, seco, na temperatura ambiente e não deve ser tocado com as mãos que podem impregná-lo com gordura; utilize, para manipulá-lo, papel absorvente fino.
- Nunca ultrapassar a carga máxima da balança. Toda balança possui sua carga máxima declarada na parte frontal.
- Para fazer a leitura da massa, a balança deve estar fechada.
- Conservar a balança sempre limpa e fechada. Utilize um pincel para limpá-la.
- As janelas da balança analítica devem estar fechadas durante a pesagem.

## VOLUMES

Medir volumes de líquidos faz parte da rotina de qualquer laboratório químico. As medidas de volumes podem ser efetuadas para serem usadas em análises qualitativas (não requer muita exatidão) ou em análise quantitativa (requer exatidão). Portanto, é necessário que o Técnico saiba diferenciar e usar corretamente os materiais volumétricos, de modo a reduzir ao mínimo o erro das análises.

Os materiais volumétricos mais comuns são:



A precisão do material está relacionada com a temperatura na qual o material está sendo utilizado (em geral são calibrados à temperatura de 20°C) e com a limpeza. Existe também uma relação entre o diâmetro onde se localiza o traço de aferição (marca onde se faz a leitura) e a precisão do material; em geral, quanto maior o diâmetro, menor será a precisão e, quanto menor o diâmetro, maior será a precisão.

➤ Os materiais volumétricos **nunca** devem ser colocados em estufas, pois o calor dilata o vidro e, conseqüentemente, pode descalibrar o material.

Os frascos volumétricos disponíveis são de dois tipos:

**TC** - Aqueles calibrados para conter certo volume de líquido, o qual, se transferido, não o será totalmente. Esses frascos exibem a sigla TC (to contain) gravada no vidro. Logo, Esses frascos não devem ser usados para transferência, pois irão transferir um volume menor sempre.

**TD** - Aqueles calibrados para livrar um determinado volume de líquido. Esses frascos exibem a sigla TD (to deliver) gravada no vidro. Logo, esses frascos são indicados para transferência de um volume determinado.

### I - Provetas ou Cilindros Graduados

São materiais utilizados em medidas aproximadas de volume, pois apresentam erro de 1 % nas medidas de volume e, portanto, não devem ser utilizadas em análises quantitativas. Em geral, apresentam a sigla TD. Existem provetas de várias capacidades, variando de 5 mL até alguns litros.

### II - Pipetas

Podem ser de dois tipos: Graduadas ou volumétricas.

Pipetas Graduadas: possuem a sigla TD. São providas de uma escala numerada de cima para baixo e, geralmente graduada em décimos de mililitro (0.1 mL). A sucção do líquido deve ser feita com um pipetador, o mais comum é a pera de segurança, ou com vácuo. Esse tipo de pipeta serve para escoar volumes variáveis de líquido, mas sua precisão é menor que a da pipeta volumétrica.

Pipetas Volumétricas: possuem a sigla TD. São usadas para transferir um volume único de líquido. As pipetas volumétricas comumente encontradas são de: 1,00 mL, 2,00 mL, 5,00 mL, 10,00 mL, 15,00 mL, 20,00 mL, 25,00 mL, 50,00 mL 100,00 mL e 200,00 mL.

Para se usar este tipo de pipeta, considerando que ela está limpa, deve-se inicialmente enxaguá-la duas ou três vezes com pequenas porções da solução a ser utilizada. Cada porção é posta em contato com toda a superfície interna da pipeta antes de ser escoada. Esta operação se chama "ambientar".

Finalmente, usando pera de segurança ou vácuo, a pipeta é cheia com a solução até 1 a 2 cm acima do seu traço de aferição. Nesta operação, a pipeta não deve ser introduzida demais na solução a ser pipetada, mas também, não tão pouco que possa haver perigo de sua extremidade ficar, durante a sucção, fora da solução. Usando um papel absorvente macio, enxuga-se a parte externa inferior da pipeta e, com a pipeta na vertical, deixamos o líquido escoar lentamente para um béquer pequeno, até que a parte inferior do menisco coincida com o traço de aferição da pipeta. Este ajustamento deve ser feito com a pipeta na posição correta (o traço de aferição deve estar posicionado na mesma direção dos olhos do operador) para evitar erros de paralaxe.

### III - Buretas

São frascos volumétricos TD, usados para escoar volumes variados de líquidos, com relativa precisão. São muito usadas em titulações. A bureta consiste num cilindro longo, uniformemente calibrado em toda sua extensão de escala graduada de cima para baixo e possui, entre a extremidade inferior e o cilindro graduado, um dispositivo de controle (torneira) que pode ser de vidro esmerilhado ou teflon.

Durante a sua utilização ela deve estar na posição vertical, fixada ao suporte universal através de uma garra (garra para bureta) e, o seu interior, deve estar completamente cheio de líquido titulante, sem nenhuma bolha e com a parte inferior do menisco tangenciando o traço de aferição zero da bureta. As torneiras de vidro devem ser lubrificadas com vaselina para facilitar seu manuseio. Caso a torneira seja de teflon, não é propriamente necessário lubrificá-la, mas uma fina camada de lubrificante, facilita seu manuseio e até evita vazamentos. As buretas mais comuns são de 10,00 mL, 25,00 mL e 50,00 mL mas existem menores e maiores (5,00 mL até 100,00 mL) e microburetas com capacidades de até 0,100 mL. As buretas também devem ser ambientadas 2 ou 3 vezes com a solução a ser utilizada.

### IV - Balões Volumétricos

São materiais volumétricos construídos para conter exatamente certo volume de líquido, numa determinada temperatura (20°C); por esse motivo, exibem a sigla TC. São utilizados para se preparar soluções. Apresentam um único e fino traço de aferição gravado em torno do gargalo, que indica até onde o nível do líquido deve ser elevado para completar o volume do frasco. O gargalo deve ser bastante estreito em relação ao corpo do balão, a fim de que um pequeno erro no ajuste do menisco em relação ao traço de aferição, não ocasione um erro considerável no volume total da solução. Os balões volumétricos mais utilizados são de: 10,00 mL, 20,00 mL, 25,00 mL, 50,00 mL, 100,00 mL, 200,00 mL, 250,00 mL, 500,00 mL, 750,00 mL, 1000,0 mL e 2000,0 mL. Além de serem utilizados na preparação de soluções, são empregados também, para obtenção, com auxílio de pipeta volumétrica, de alíquotas de solução da substância analisada.

### Técnicas para Leitura de Volumes

A superfície do líquido contido num tubo de pequeno diâmetro, não é plana. Devido à tensão superficial ela adquire a forma de um menisco (côncava). O acerto e a leitura do nível dos líquidos nos materiais volumétricos assim devem ser feitos:

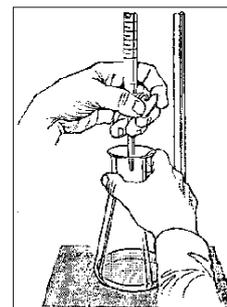
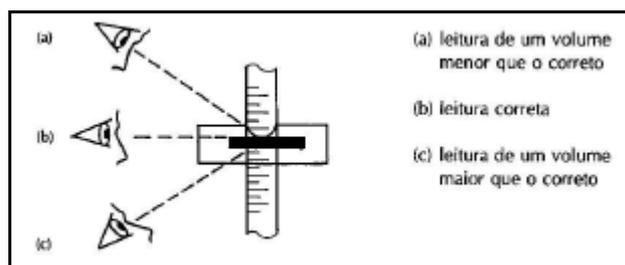
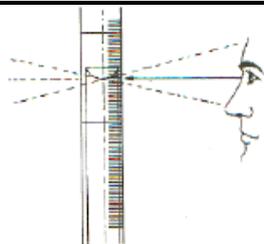
1 - Os materiais que se apóiam por si mesmos (balões volumétricos e provetas) devem estar sobre uma superfície plana e, os que não se apóiam por si mesmos (buretas e pipetas) devem estar sustentados na posição vertical (a bureta deve ser fixada ao suporte universal através de uma garra e a pipeta, suspensa pela mão do operador);

2 - O operador deve se posicionar corretamente em relação ao traço de aferição para evitar erros de paralaxe, ou seja, os olhos do operador e o traço de aferição do material volumétrico devem estar na mesma horizontal;

3 - O operador deve fazer com que a parte inferior do menisco tangencie o traço de aferição do material volumétrico (se o líquido usado for escuro - não transparente - deverá tangenciar a parte de cima do menisco);

4 - Para facilitar a leitura da parte inferior do menisco, é conveniente usar um cartão com um retângulo preto gravado. Esse cartão é colocado atrás da bureta, de modo que o retângulo preto fique a 1 mm abaixo do menisco. Isso faz enegrecer o menisco, tendo maior realce contra o fundo preto do cartão.

Os traços de aferição gravados em círculo ou semicírculo facilitam o operador a evitar erros de paralaxe.

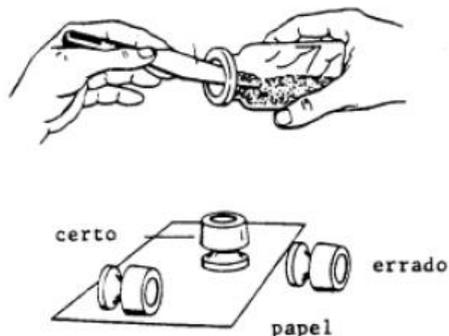


# TÉCNICAS PARA TRANSFERÊNCIA DE MATERIAIS

Em qualquer experimento químico a interpretação dos dados obtidos experimentalmente baseia-se na pressuposição de que os únicos componentes do sistema no seu estado inicial são os reagentes que foram utilizados; isto significa que se deve manejá-los de modo a evitar que sejam contaminados por materiais estranhos ao sistema, o que se pode fazer seguindo certas regras estabelecidas pela prática.

## 1 – Transferência de Sólidos

Para transferir um material granulado ou pulverizado de um frasco depósito para outro recipiente, use geralmente uma espátula limpa e seca, conforme a figura abaixo:

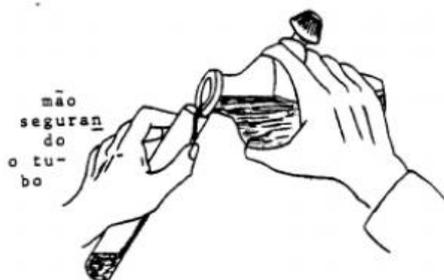


Para retirar uma grande quantidade de um reagente sólido de um frasco depósito gire o frasco lentamente de um lado para o outro, inclinándolo para frente como é mostrado na figura abaixo; desta maneira, você pode controlar a vazão do sólido, fazendo-a lenta ou rápida como desejar. Uma folha de papel pode ser bastante útil quando você desejar transferir um sólido para um recipiente de boca estreita; o processo empregado dependerá da quantidade de sólido que deverá ser transferida, conforme as figuras abaixo:

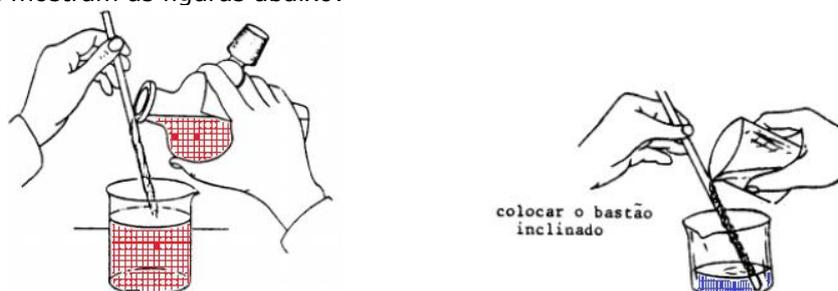


## 2 – Transferência de Líquidos

Para transferir um líquido de um frasco depósito para um tubo de ensaio você deve levar os recipientes à altura dos olhos, com os braços dobrados, mantendo o rótulo ou etiqueta do frasco para cima conforme mostra a figura abaixo. Tome os devidos cuidados para não contaminar a rolha do frasco. Proceda de modo semelhante quando transferir um líquido de um béquer para um tubo de ensaio.



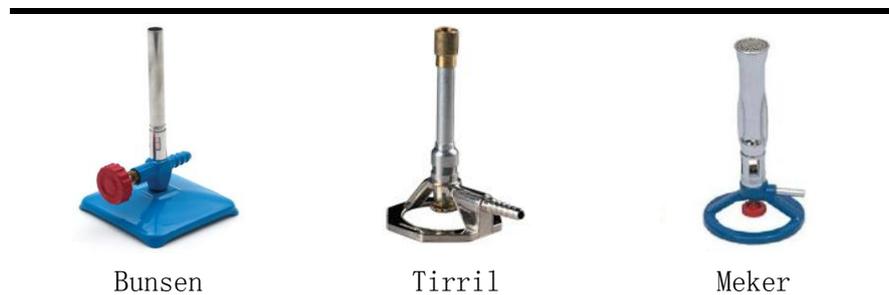
Para transferir um líquido de um frasco depósito ou de um béquer use um bastão de vidro para evitar respingos, conforme mostram as figuras abaixo:



## Tópico 6

### Técnicas para Utilização do Bico de Bunsen

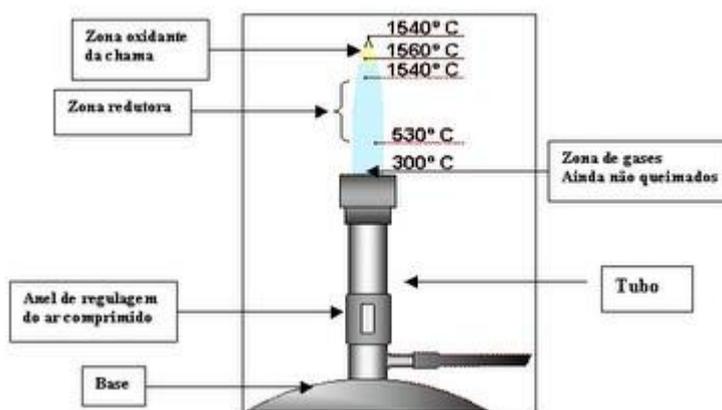
Muitas operações de laboratório necessitam de uma fonte de calor e manejo simples; tais fontes são os bicos de gás cujos tipos mais comuns são os seguintes:



Do ponto de vista operacional dos três tipos básicos são fundamentalmente semelhantes; em todos eles o gás é injetado logo acima da base e se mistura no tubo com o ar que é aspirado por ele, através dos orifícios cuja abertura pode ser modificada com o auxílio de um anel corrediço também perfurado. No bico de Bunsen a quantidade de gás que nele é queimada é regulada pelo registro de gás da mesa do laboratório ao passo que, no Tirril e no Meker, a regulação é feita por um registro de agulha localizada na base do bico. Nos bicos de Bunsen e Tirril o tubo é cilíndrico enquanto que no de Meker ele apresenta um estrangulamento que provoca uma mistura mais íntima do gás e do ar, que propicia uma combustão mais rápida e uniforme; além disso, na boca do Meker há uma grade metálica que melhora as condições de combustão.

A maneira correta de acender um bico de gás consiste em fechar completamente a entrada de ar, abrir o registro do gás e chegar a chama de um fósforo ou isqueiro à boca do bico (lateralmente). Operando dessa maneira, obtém-se uma chama amarela e fuliginosa e fuliginosa, luminosa, porque a combustão é incompleta; abre-se então, gradualmente a entrada de ar até que a chama se torne azul, sinal de que o gás está sendo queimado completamente.

O aspecto normal da chama de um bico de gás é o da figura abaixo:



A zona A é a região mais fria da chama; nela a temperatura é de somente 300°C e aí o gás praticamente não queima. O cone interno (zona B), luminoso, que contém ainda combustível não queimado, é denominado chama redutora ou zona redutora da chama; o cone externo (zona C), quase incolor, tem o nome de chama oxidante ou zona oxidante da chama, porque nele a combustão é completa e há excesso de oxigênio. Esta zona é a região mais quente da chama e nela, no bico de Bunsen, a temperatura alcança valores da ordem de 1560°C no ponto localizado a 2/3 da altura da chama medida a partir da sua base.

Quando se acende o bico de Bunsen com o registro de ar aberto a chama retorna e o gás queima dentro do tubo, quando isto acontecer, você deverá apagar o bico e deixá-lo esfriar completamente para depois acendê-lo corretamente.

### 7.1 – Ponto de Fusão

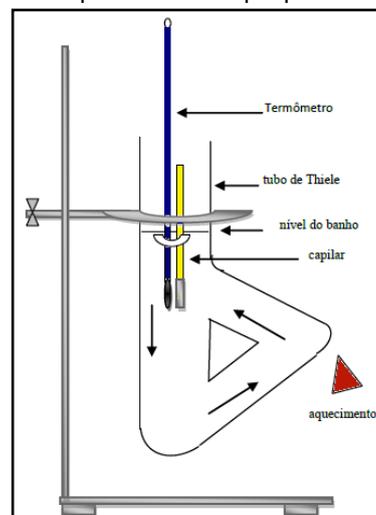
Temperatura na qual uma substância passa do estado sólido para o estado líquido. É uma propriedade específica física da substância. A mudança de estado recebe o nome de fusão. As substâncias puras fundem à temperatura constante; no caso das impuras (misturas), ocorre elevação da temperatura durante a fusão, ou seja, as misturas não apresentam um ponto de fusão, e sim uma faixa de fusão durante a mudança de estado.

Existe um tipo de mistura que se comporta durante a fusão como uma substância pura, é a mistura eutética. As misturas eutéticas possuem composição química fixa, e fundem à temperatura constante, antes que o componente de menor ponto de fusão entre em fusão. É comum a ocorrência de eutéticos em ligas metálicas, como por exemplo, o metal fusível (liga quaternária de estanho PF = 231,8 °C, chumbo PF = 327,5 °C, cádmio PF = 320,9 °C, zinco PF = 419,4 °C) usado em dispositivos elétricos mas, o ponto de fusão desta liga é 70 °C.

As propriedades físicas das substâncias são usadas para determinar se uma amostra é pura ou não.

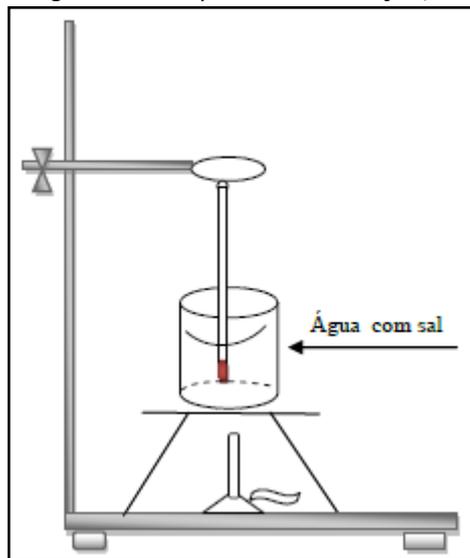
Assim, a densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade, condutividade térmica, condutividade elétrica entre outras, são propriedades comumente utilizadas como critério de pureza na identificação de substâncias.

Existem vários aparelhos para determinação do ponto de fusão das substâncias, mas a maior parte dos métodos baseia-se no aquecimento da amostra até a sua fusão e leitura da temperatura de fusão através de um termômetro.



### 7.2 – Ponto de Ebulição

Temperatura na qual uma substância passa do estado líquido para o estado gasoso. Ao aquecermos um líquido, inicialmente ocorre um escape das moléculas que ficam na superfície (evaporação), mas ao atingirmos seu ponto de ebulição, o desprendimento das moléculas ocorre em toda a massa líquida. Isto é evidenciado pela formação de bolhas, que nada mais são do que os espaços ocupados por moléculas da substância na forma de vapor (estado gasoso), que se forma inicialmente no fundo que é a região que recebe primeiro o calor da chama ou de outro sistema de aquecimento.



O comportamento da temperatura durante o aquecimento de uma substância pura no estado líquido é análogo ao aquecimento de uma substância pura no estado sólido, ou seja, durante a mudança de estado, a temperatura se mantém constante. Já, se o líquido em ebulição for uma mistura, não haverá um ponto de ebulição, e sim, uma faixa de ebulição já que neste caso a temperatura continua subindo lentamente durante a mudança de estado. Esse comportamento da ebulição de uma substância pura ou de uma mistura pode ser verificado na prática, anotando-se os valores da temperatura em vários intervalos de tempo. Os dados obtidos podem ser plotados num gráfico de temperatura x tempo, chamado de curva de ebulição.

Existe uma classe de misturas líquidas que se comporta como as substâncias puras apenas durante a ebulição: são as misturas azeotrópicas. Estas misturas destilam em temperatura fixa e composição química bem definida, por exemplo: HCl e água (ferve a 108,58 °C com 20,22 % em HCl – 760 mm Hg), álcool etílico e água (ferve a 78,17 °C com 96 % de álcool – 760 mm Hg). Se mudarmos a pressão, a temperatura de ebulição do azeótropo e sua composição também mudam.

## 7.3 – Destilações

A destilação é o modo de separação baseado no fenômeno de equilíbrio líquido-vapor de misturas. Em termos práticos, quando temos duas ou mais substâncias formando uma mistura líquida, a destilação pode ser um método para separá-las. Basta apenas que tenham volatilidades razoavelmente diferentes entre si.

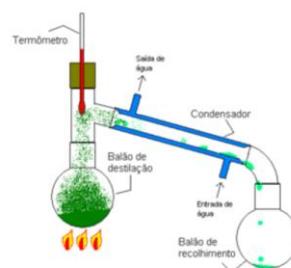
Um exemplo de destilação que remonta à antiguidade é a destilação de bebidas alcoólicas. A bebida é feita pela condensação dos vapores de álcool que escapam mediante o aquecimento de um mosto fermentado. Como o ponto de ebulição do álcool é menor que o da água presente no mosto, o álcool evapora, dando-se assim a separação da água e o álcool. Um exemplo disto também é a aguardente, com compostos de cana de açúcar, possibilitando a separação devido aos diferentes pontos de ebulição. Outros exemplos são a grappa, o whisky, o conhaque etc. O vapor que escapa da mistura aquecida é capturado por uma serpentina refrigerada que o devolve ao estado líquido.

O petróleo é um exemplo moderno de mistura que deve passar por várias etapas de destilação antes de resultar em produtos realmente úteis ao homem: gases (um exemplo é o gás liquefeito de petróleo ou GLP), gasolina, óleo diesel, querosene, asfalto e outros.

O uso da destilação como método de separação disseminou-se pela indústria química moderna. Pode-se encontrá-la em quase todos os processos químicos industriais em fase líquida em que seja necessária uma purificação. Os principais métodos/processos de destilações industriais são:

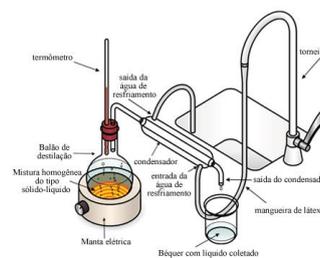
### Destilação Simples

Método rápido de destilação, e deve ser usado sempre que possível - é uma técnica rápida, fácil e, se respeitado seus limites, eficaz. A destilação simples serve para a separação de uma mistura homogênea de sólido e líquido, como NaCl e H<sub>2</sub>O, por exemplo. É importante que os pontos de ebulição das duas substâncias sejam bastante diferentes. A solução é colocada em um balão de destilação, feito de vidro com fundo redondo e plano, que é esquentado por uma chama. A boca do balão é tampada com uma rolha, junto com um termômetro. O balão possui uma saída lateral, inclinada para baixo, na sua parte superior. Nessa saída é acoplado o condensador. O condensador é formado por um duto interno, onde em volta desse duto passa água fria corrente. Esse duto desemboca em um bêquer ou erlenmeyer.



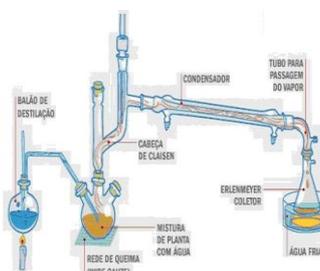
### Destilação a Vácuo (Pressão Reduzida)

Realizada sob pressão atmosférica reduzida. Como a temperatura de ebulição de um líquido é atingida quando a pressão de vapor se iguala à pressão externa, ao se diminuir artificialmente a pressão sobre o líquido consegue-se realizar a destilação a uma temperatura inferior ao ponto de ebulição normal. A vantagem é poder purificar líquidos que se decompõem antes mesmo de entrarem em ebulição ou que precisam de elevadas temperaturas para serem destilados. Na execução dessa técnica utiliza-se uma aparelhagem similar à da destilação fracionada, com a diferença de que se adapta uma bomba de vácuo que reduzirá a pressão do meio.



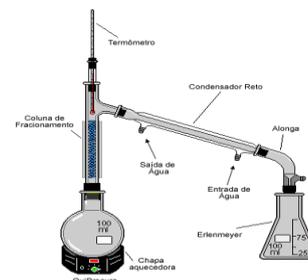
### Destilação por Arraste de Vapor

Método utilizado quando as substâncias a serem separadas não são solúveis em água, além de uma delas ser ligeiramente volátil e as outras fixas ou para o caso de que uma das substâncias a ser destilada se decomponha com ação direta do calor, ou seja, apresente sensibilidade térmica. A partir do desenho pode-se observar que com o vapor d'água, gerado no primeiro balão do equipamento, pode-se extrair a substância mais volátil da mistura (que se encontra no segundo balão). O resultado do processo (o destilado) é uma mistura formada por água e a substância mais volátil (que podem ser separadas através da decantação por serem imiscíveis).



### Destilação Fracionada

Esse processo consiste no aquecimento de uma mistura de mais de dois líquidos que possuem pontos de ebulição diferentes. Assim, a solução é aquecida e separa-se inicialmente o líquido com menor ponto de ebulição e, em seguida, o líquido com o ponto de ebulição maior. Exemplos: os derivados do petróleo são separados por destilação fracionada, onde cada componente é destilado em uma temperatura diferente: baixas temperaturas separam a gasolina e o querosene, já na temperatura em torno de 300°C, são destilados os óleos e as parafinas.



## 7.4 – Solubilidades

**Solubilidade** ou **coeficiente de solubilidade** (CS) é a quantidade máxima que uma substância pode dissolver-se em um líquido, e expressa-se em mols por litro, gramas por litro ou em porcentagem de soluto/solvente. Esse conceito também se estende para solventes sólidos.

Na solubilidade, o caráter polar ou apolar de uma substância influi principalmente, pois devido à polaridade, estas substâncias serão mais ou menos solúveis. Dessa forma, substâncias polares tendem a se dissolver em líquidos polares e substâncias apolares, em líquidos apolares.

O termo solubilidade designa tanto fenômeno qualitativo do processo (dissolução), como expressa quantitativamente a concentração das soluções. A solubilidade de uma substância depende da natureza do soluto e do solvente, assim como da temperatura e da pressão às quais o sistema é submetido. É a tendência do sistema em alcançar o valor máximo de entropia.

Ao misturar um soluto com um solvente, pode haver a formação de três tipos de soluções: saturada, solução insaturada ou solução supersaturada, cada uma delas dependendo da quantidade de soluto que se dissolveu no solvente.

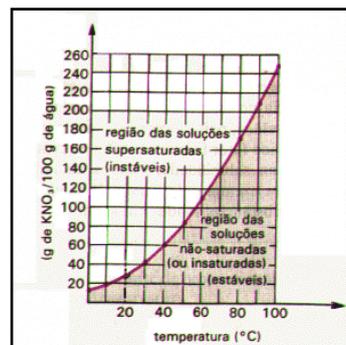
O processo de interação entre as moléculas do solvente e as partículas do soluto para formar agregados é denominado solvatação e, se o solvente for a água, hidratação.

A solubilidade das substâncias depende de vários fatores como, por exemplo:

**Natureza do soluto e do solvente:** em geral, solventes polares dissolvem mais solutos também polares e solventes apolares, dissolvem solutos apolares.

**Temperatura:** geralmente a solubilidade de sólidos e líquidos é favorecida com o aumento da temperatura, mas para os gases é o inverso: quanto menor a temperatura, maior é a dissolução do gás.

**Pressão:** apenas os gases sofrem a influência da pressão e, nesse caso, se aumentarmos a pressão sobre um sistema que contém gás, maior será sua solubilidade.



## 7.5 – Filtração

A filtração é um processo de separação de misturas heterogêneas sólido-líquido ou sólido-gás que consiste em fazer a mistura atravessar um material poroso capaz de reter a fase sólida e deixar atravessar a fase fluida.

O processo de filtração é largamente utilizado nas indústrias e nos laboratórios de análises. Em laboratórios químicos, a filtração mais utilizada é a que se aplica às misturas heterogêneas sólido-líquido. Neste caso o material filtrante pode ser de vários tipos: membranas filtrantes, papel, algodão vegetal, lã de vidro, carvão ativo e outros. O que define o melhor filtro a ser utilizado é o material que será filtrado. Os papéis de filtro possuem várias especificidades, pois são fabricados em vários graus de espessura e porosidade e a sua escolha será em função do material sólido a ser retido. A escolha do papel de filtro é feita inicialmente, em função da análise, qualitativa ou quantitativa, já que existem estes dois tipos de classificação do papel.

Os papéis de filtro quantitativos fornecem uma quantidade de cinza muito pequena e sua capacidade de retenção é dada de acordo com a faixa. Assim:

**Faixa Preta** – utilizado para reter precipitados grandes e gelatinosos. Ex: sulfetos e hidróxidos.

**Faixa Branca** – utilizado para reter precipitados médios. Ex: oxalato de magnésio.

**Faixa Vermelha** - utilizado para reter precipitados finos. Ex: sulfeto de zinco.

**Faixa Azul** - utilizado para reter precipitados muito finos. Ex: fosfato de magnésio.

**Faixa Verde** - utilizado para reter precipitados de sulfato de bário.

Existem ainda outros materiais utilizados nas filtrações, principalmente se for necessário secar e pesar os precipitados nas análises quantitativas, tais como:

**Cadinho de Gooch:** É um cadinho de porcelana ou de platina, o qual possui o fundo perfurado, onde se acomoda uma camada filtrante de fibras como amianto ou óxido de alumínio. Esta camada, após lavagem e secagem em estufa por várias vezes, até peso constante, estará pronta para uso. A filtração realizada com este tipo de cadinho é feita a vácuo.

**Cadinho filtrante de vidro sinterizado:** É um cadinho de vidro que possui no seu interior uma placa fixa de vidro sinterizado podendo variar de porosidade, utilizado desde que o material retido seja secado a no máximo 200°C. Neste caso também a filtração é feita a vácuo.

Para que uma filtração se processe de forma eficiente, é necessário que:

a) O corpo sólido não passe através do papel de filtro ou penetre em seus poros.

b) O líquido não reaja com o material filtrante (papel ou algodão vegetal), nem o dissolva, mesmo que parcialmente, como no caso de líquidos corrosivos ou dissolventes de celulose.

O emprego do papel de filtro deve ser dispensado quando se tratar de filtração de substâncias corrosivas, como ácido sulfúrico, por exemplo, ou dissolventes de celulose, usando-se nestes casos, lã de vidro (para líquidos corrosivos) e algodão vegetal (para dissolventes de celulose), para evitar perda do material por dispersão através do papel. Quando existe grande quantidade de material a ser filtrado, ou mesmo quando a filtração é muito lenta, o mais indicado é fazer uma filtração sob pressão reduzida (vácuo), pois diminui o tempo de filtração.

## 7.6 – Dissolução Fracionada

É um método de processo de separação para separar misturas heterogêneas de dois ou mais sólidos, quando apenas um dos componentes se dissolve em um dado solvente. Pois, assim, o líquido dissolve esse componente e, por filtração, separa-se o outro componente. A seguir, através de uma evaporação do líquido usado, recupera-se o componente solúvel.

Como exemplo, tem-se uma mistura de sal mais areia e a ela adicionamos água aonde somente o sal irá se dissolver. Portanto, temos solução salina mais areia, uma mistura ou sistema heterogêneo, na qual em seguida será feita a filtração sendo a areia retida no papel de filtro. O filtrado, no caso a solução salina, passará por processo de evaporação ou destilação simples, isto é, a água líquida passará para o estado gasoso e o sal permanece no fundo do balão de destilação ou outro recipiente.

É uma técnica ou método de processo de separação para separar misturas heterogêneas de dois ou mais sólidos, quando apenas um dos componentes se dissolve em um dado solvente. Pois, assim, o líquido dissolve esse componente e, por filtração, separa-se o outro componente. A seguir, através de uma evaporação do líquido usado, recupera-se o componente solúvel.

## 7.7 – Cristalização

Os sólidos podem ter formas cristalinas ou amorfas. Na forma cristalina, os cristais têm formas regulares, caso o sólido possua formas irregulares, ele é classificado como amorfo. Alguns exemplos de cristais são:



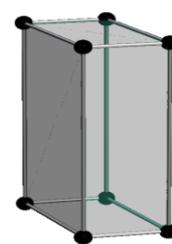
Cúbico



Hexagonal



Monoclínico



Ortorrômbico

A purificação de produtos sólidos em solução, isolando-os dos demais componentes da mistura, obtendo o componente na forma de cristais puros, é muito utilizada na obtenção de uma série de produtos, entre eles, o sal de cozinha que sofre cristalização por evaporação da água em salinas.

O processo de cristalização a ser utilizado é determinado pelas propriedades físicas da substância que se quer purificar. Assim, temos:

**Cristalização por via seca:** processo aplicado às substâncias que sublimam (quando aquecidas, passam direto do estado sólido para o estado gasoso e vice-versa). Este processo consiste em aquecermos a substância a ser sublimada e seus vapores são recolhidos numa superfície fria para voltarem ao estado sólido (ressublimação).

**Cristalização por via úmida:** Processo aplicado às substâncias solúveis em água (água é o solvente mais utilizado). Neste caso podemos fazer uma dissolução a frio ou a quente.

**Dissolução a frio** consiste em dissolver o soluto até atingir seu coeficiente de solubilidade, ou seja, dissolver a quantidade máxima de soluto num certo volume de solvente. Filtra-se a solução para eliminar as impurezas e o excesso de soluto, e a seguir, evapora-se lentamente o solvente para obtermos os cristais purificados do soluto.

**Dissolução a quente** consiste em fazer uma solução saturada a quente, filtrar a mistura para remover as impurezas e o excesso de soluto. Esta filtração deve ser bem rápida para evitar que o soluto cristalize nesta etapa, por isso é comum usar como meio filtrante o algodão vegetal (pequena quantidade). Em seguida deixa-se a solução resfriar lentamente.

Na cristalização por via úmida a quente o tamanho e a regularidade dos cristais dependem do tempo de resfriamento e do repouso da solução. Quanto mais lentamente for o resfriamento, maior será o tamanho dos cristais e, a forma regular será mais acentuada se a solução for deixada em repouso sem que a toquem a todo instante.

## 7.8 – Purificação da Aspirina

Os produtos sólidos isolados de reações orgânicas raramente são puros, geralmente estão contaminadas com pequenas quantidades de outros compostos, denominados impurezas, que são produzidos ao lado do produto desejado.

A purificação dessas substâncias cristalinas pode ser feita por cristalização por via úmida, separando as substâncias que são solúveis a quente das insolúveis ou, pouco solúveis a frio, em um dado solvente ou mistura de solventes.

O processo de cristalização das substâncias orgânicas pode ser dividido nas seguintes etapas:

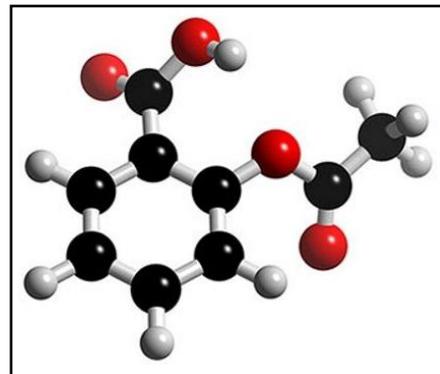
- Dissolução da substância, contendo impurezas, em um solvente apropriado em temperatura próxima da ebulição do solvente;
- Filtração da solução a quente para remoção das impurezas, de insolúveis e de poeira;
- Resfriamento da solução, em repouso, para que ocorra a cristalização da substância dissolvida;
- Filtração para separação do sólido cristalizado, da solução sobrenadante;
- Lavagem e secagem dos cristais purificados.

Nem sempre a cristalização permite obter um composto 100 % puro. Neste caso, uma recristalização favorece a obtenção de um produto menos impuro, operação que poderá ser repetida até que se consiga a pureza desejada.

A escolha do solvente numa cristalização é de fundamental importância para garantir a maior eficiência deste processo. Neste sentido, devemos considerar algumas características do solvente a ser empregado, ou seja, o solvente deverá:

- Apresentar uma alta capacidade de dissolução do composto impuro em temperaturas elevadas, porém em temperatura ambiente ou baixa, o solvente deverá apresentar uma baixa capacidade de dissolução da substância a ser purificada;
- Dissolver totalmente as impurezas;
- Levar a formação de cristais bem formados do composto purificado;
- Possuir ponto de ebulição baixo o suficiente para facilitar sua remoção;
- Não reagir com a substância a ser purificada

A seleção do solvente deve também considerar fatores como facilidade de manipulação, toxicidade, inflamabilidade e custo.



## 7.9 – Teor de Álcool na Gasolina

Por meio da destilação e do refinamento do petróleo, obtêm-se várias substâncias de grande importância econômica, como querosene, óleo *diesel*, GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), gás natural, óleos lubrificantes, parafina e asfalto. Porém, a fração do petróleo que apresenta maior valor comercial é a gasolina, usada nos automóveis.

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos saturados (compostos orgânicos formados somente por carbono (C) e hidrogênio (H) e que apresentam somente ligações simples entre carbonos), com cadeias carbônicas que contenham de cinco a oito carbonos.

O motor a explosão de quatro tempos é o mais utilizado nos automóveis movidos à gasolina. Conforme se explica mais detalhadamente no texto "Índice de Octanagem da Gasolina", quanto maior a resistência da gasolina à compressão desse motor, melhor é a gasolina. Isto é, a gasolina tem que explodir ou entrar em combustão no momento certo, que é quando a vela solta a faísca – ela não pode detonar antes. Quanto mais resistente for a gasolina, maior será seu índice de octanagem.

Para obter índices de octanagem bastante elevados, até mesmo acima de 100%, são adicionadas à gasolina substâncias denominadas antidetonantes. Dentre essas, a que antigamente costumava-se usar era o **chumbo tetraetila (Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>)**. Porém, ele está sendo banido e já é proibido no Brasil, em virtude do seu alto teor de toxicidade. Na combustão da gasolina que contém esse antidetonante é formado no motor um resíduo sólido de óxido de chumbo que é removido pelos compostos halogenados, sendo eliminado juntamente com os gases produzidos na combustão. Assim, o chumbo é liberado na atmosfera e ele se torna um poluidor atmosférico. Além disso, os compostos de chumbo são prejudiciais à saúde e podem causar uma série de distúrbios. Portanto, como substituinte do chumbo tetraetila, no Brasil, o **álcool anidro (sem água)** ou o **etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)** é adicionado na gasolina, agindo como antidetonante e aumentando a eficiência desse combustível. No entanto, não se pode adicionar qualquer quantidade de álcool na gasolina. A Agência Nacional



do Petróleo (ANP) determina que o teor de etanol deve estar entre 22-26% em volume. Um teor maior ou menor do que esse compromete a qualidade do produto.

Essa porcentagem já vem adicionada na gasolina; porém, relatam-se casos de pessoas que querem lucrar mais e, para tal, acabam adicionando mais etanol (que é mais barato) na gasolina.

### 7.10 – Extrações de Iodo

A extração consiste na separação de um composto, contido numa solução ou numa suspensão, através da adição de um solvente que dissolva o composto mas, que seja insolúvel (ou muito pouco solúvel) no líquido que contém o composto, ou seja, introduzimos na mistura um solvente seletivo que dissolva o soluto mas, que não seja miscível no solvente já existente.

Este tipo de técnica é muito utilizado na separação de compostos orgânicos de soluções aquosas. Baseia-se no fato de que, em geral, as substâncias orgânicas são menos solúveis em água do que nos solventes orgânicos, distribuindo-se, desta forma, quando em contato com estes dois solventes, naquele que apresenta maior solubilidade.

A relação entre as concentrações de dissolução do composto em ambos os solventes, em uma dada

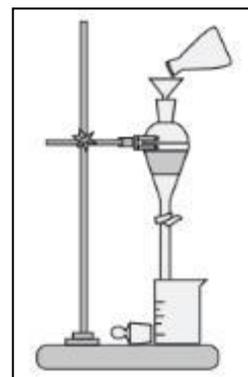
temperatura, dá-se o nome de Coeficiente de Particção.

Desta forma, é possível através de uma simples agitação em funil de separação, promover a extração de um composto de uma solução ou suspensão e isolar posteriormente, o composto extraído através da eliminação do solvente (destilação, evaporação, etc). Esta operação deve seguir as seguintes etapas:

1. Introduz-se a solução e o solvente da extração em um funil de separação de haste curta e com capacidade igual ao dobro do volume dos líquidos;
2. Agita-se o funil cuidadosamente, invertendo a posição do funil e abrindo a sua válvula (torneira) para aliviar a pressão interna. Cuidado para não direcionar a saída do funil para si ou para outras pessoas. Repetir este procedimento por mais duas vezes;
3. Deixa-se a mistura em repouso até que se observem duas camadas bem delineadas.
4. Abre-se a torneira e deixa-se escorrer a fase mais densa, sendo que a fase menos densa deve ser retirada pela parte superior do funil, para evitar contaminação com algumas gotas da outra fase que ficam na haste do funil.

Nas extrações de soluções aquosas por solventes orgânicos, é comum formar emulsão durante a agitação, o que impossibilita a extração do soluto, pois não há separação das duas fases. Para evitar este problema, pode-se saturar a fase aquosa com sais inorgânicos, cloreto de sódio, por exemplo, que diminui consideravelmente a solubilidade de muitas substâncias orgânicas na água, impedindo a formação de emulsões e favorecendo a separação das fases na extração. A explicação deste fato está no aumento da polaridade da fase aquosa, quando adicionamos um sal inorgânico.

Outro aspecto que deve ser considerado diz respeito ao número de extrações que devem ser realizadas. Quanto maior o número de repetições tanto maior a quantidade de substância separada. Recomenda-se, portanto, uma extração múltipla, ou seja, com repetidas extrações, utilizando-se em cada extração, uma parte do volume total que seria empregado para extração em uma só etapa.



# Tópico 8

## Volumetria de Neutralização

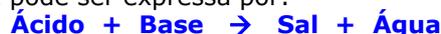
### 1 – O que é um Processo de Titulação?

A Titulação é uma operação analítica utilizada em análises volumétricas com o objetivo de determinar a Concentração de soluções.

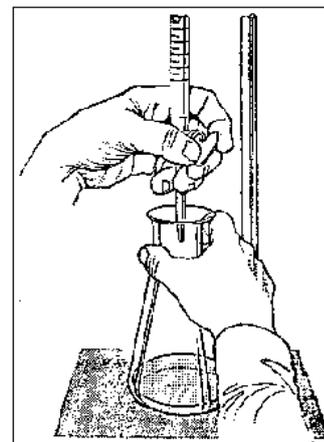
Os principais materiais e reagentes a serem utilizados são:

- Bureta com capacidade de 25ml ou 50ml (aferida);
- Suporte universal;
- Garras para bureta;
- Frascos erlenmeyer;
- Pipeta volumétrica de 5.0ml ou 10.0ml;
- Pêra automática ou sifonada;
- Indicadores de titulação (para análises colorimétricas);
- pH-metro calibrado (para análises potenciométricas);
- Solução titulante (de concentração conhecida);
- Solução-Problema (ou titulada, cuja concentração será determinada).

Numa titulação ácido-base ocorre uma reação completa entre o ácido e a base, chamada de Neutralização, que pode ser expressa por:



Exemplos:



### 2 – Como se executa uma Titulação?

A Titulação consiste na adição lenta e controlada de uma solução de concentração previamente conhecida, chamada de Titulante, sobre outra solução de concentração desconhecida, chamada de Titulado, até que se atinja um ponto de equivalência ou equilíbrio iônico.

**Titulado** é uma solução de concentração desconhecida (o alvo da técnica), mas de volume rigorosamente medido quando transferido volumetricamente para um Erlenmeyer.

**Titulante** é uma solução de concentração rigorosamente conhecida e controlada, que ficará acondicionada dentro da bureta.

### 3 – Ponto de Equivalência (PE)

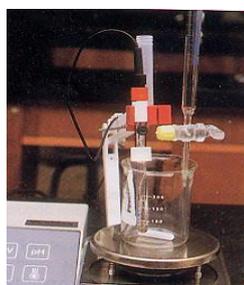
Também conhecido como "ponto de equilíbrio" é, rigorosamente, a altura da titulação em que a relação entre o número de moles do titulante adicionados é exatamente igual ao número de moles do titulado.

É previsto pela equação estequiométrica da reação, representado por:

$$n_{\text{ácido}} = n_{\text{base}}$$

Existem duas técnicas para a determinação do Ponto de Equivalência:

#### Potenciométrico



#### Colorimétrico



#### 3.1 Método Potenciométrico

Durante a titulação, introduz-se um eletrodo de pH no titulado, o que permite a medição real do valor do pH de momento. Ao iniciar-se a titulação, a adição do titulante irá, lentamente, alterar o valor do pH até que este chegue ao neutro ou ao valor pré-determinado. Neste momento deve-se interromper o processo de adição do titulante.

#### 3.2 Método Colorimétrico

Antes de se iniciar a titulação, adiciona-se ao titulado um pequeno volume de um indicador ácido-base. A função desta substância é a identificação visual da mudança da cor quando se atinge o ponto de equivalência.

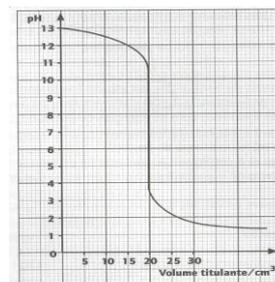
#### 4 – Curvas de Titulação

É a representação do pH do titulado à medida que se adiciona o titulante. As curvas de titulação permitem:

- identificar a titulação;
- identificar o titulante e o titulado;
- ler o volume de titulante gasto até o ponto de equivalência.

As titulações ácido-base podem ser de três tipos:

- Ácido Forte com Base Forte com PE em **pH = 7**;
- Ácido Fraco com Base Forte com PE em **pH > 7**;
- Ácido Forte com Base Fraca com PE em **pH < 7**.



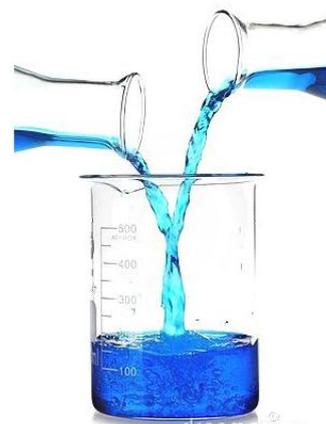
#### 5 – Indicadores de Titulação

Substâncias que não participam da reação ou do equilíbrio iônico, cuja finalidade é prover mudança de cor quando tal equilíbrio for alcançado.

São soluções aquosas ou alcoólicas, além de alguns indicadores específicos serem adicionados ao titulante na forma sólida (pó). Tais quantidades devem ser as mínimas possíveis: miligramas quando se tratar de sólidos ou poucas gotas quando forem líquidos.

A adição em excesso de indicador certamente levará à uma errônea visualização do ponto de equilíbrio, comprometendo-se assim a Qualidade da análise. Um indicador de titulação apresenta cores diferentes quando expostos à meio ácido e meio alcalino.

PRINCIPAIS INDICADORES ÁCIDO-BASE	Cor Inicial	Faixa de Mudança da Cor	Cor Final
<a href="#">Violeta de Metilo</a>	Amarelo	0.0 - 1.6	Azul-púrpura
<a href="#">Azul de Timol</a>	Vermelho	1.2 - 2.8	Amarelo
<a href="#">Amarelo de Metilo</a>	Vermelho	2.9 - 4.0	Amarelo
<a href="#">Azul de Bromofenol</a>	Amarelo	3.0 - 4.6	Violeta
<a href="#">Vermelho do Congo</a>	Azul	3.0 - 5.2	Vermelho
<a href="#">Alararanjo de Metila</a>	Vermelho	3.1 - 4.4	Amarelo
<a href="#">Púrpura de Bromocresol</a>	Amarelo	5.2 - 6.8	Violeta
<a href="#">Azul de Bromotimol</a>	Amarelo	6.0 - 7.6	Azul
<a href="#">Vermelho de Metila</a>	Vermelho	4.4 - 6.2	Amarelo
<a href="#">Vermelho de Fenol</a>	Amarelo	6.6 - 8.0	Vermelho
<a href="#">Azul de Timol</a>	Amarelo	8.0 - 9.6	Azul
<a href="#">FENOLFTALEÍNA</a>	Incolor	8.2 - 10.0	Rosa-carmim
<a href="#">Timolftaleína</a>	Incolor	9.4 - 10.6	Azul
<a href="#">Amarelo de Alizarina R</a>	Amarelo	10.1 - 12.0	Vermelho
<a href="#">Carmim de Indigo</a>	Azul	11.4 - 13.0	Amarelo



# Preparação & Padronização das Soluções de Ácidos

## 1 - Sequencia de passos para a Preparação:

- ✓ Medir com uma pipeta o volume de ácido previamente calculado e transferi-lo diretamente para o balão volumétrico, que já deverá ter 50ml de água;
- ✓ Completar o volume do balão volumétrico com água até o menisco, tampar bem e agitar cuidadosamente;
- ✓ Deixar o frasco em repouso (fechado) por 15 minutos;
- ✓ Se necessário, abrir o balão e completar novamente o menisco com água, repetindo-se a agitação final;
- ✓ Transferir o volume total do balão para um frasco de plástico PP previamente preparado e rotulado.

## 2 - Sequencia de passos para a Padronização:

Estas soluções podem ser padronizadas contra 2 tipos de padrões, chamados aqui de "Padrão Primário" ou "Padrão Secundário".

O **padrão primário** é uma substância sólida e previamente preparada para pesagem, geralmente para eliminar-se o máximo possível de outras substâncias contaminantes e que poderiam interferir bastante no resultado final. Desta deve-se conhecer sua Massa Molar e sua Porcentagem de Pureza.

O **padrão secundário** é uma solução aquosa de força química contrária (ácido + base ou base + ácido), e já padronizada, armazenada, manipulada e corretamente identificada. Dela deve-se conhecer sua Normalidade real e seu fator de correção.

Toda e qualquer solução de padrão secundário foi preparada a partir de um padrão primário.

### 2.1 - Padronização por Padrão Primário

(Padrão Primário: Carbonato de Sódio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Equivalente-grama: 52,99g)

- Colocar de 5 a 7 gramas de carbonato de sódio anidro num pesa-filtro e deixar na estufa a 190-200°C por 2 horas. Após esse tempo, retirar e resfriar em dessecador até temperatura ambiente;
- Em um erlenmeyer de 250ml, previamente limpo e seco, pesar analiticamente uma massa de carbonato de sódio tratado (Tabela 1) anotando-a com 4 casas decimais;

Tabela 2 → Padronização do HCl	
Normalidade Teórica	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ a ser pesado (g)
0.02	0.088 ± 0.001
0.04	0.176 ± 0.001
0.1	0.22 ± 0.01
0.2	0.44 ± 0.01
0.5	1.10 ± 0.01
1.0	2.20 ± 0.01

- Com uma proveta, adicionar 50-60 ml de água destilada e agitar até completa dissolução;
- Adicionar 5-7 gotas do indicador Laranja de Metila e titular com a solução de HCl preparada até a viragem da cor. Anotar o volume consumido como sendo "**V**".
- Repetir o procedimento em triplicata.

$$V \text{ médio} = \text{_____ mL}$$

A normalidade real da solução de Ácido Clorídrico será dada pela equação abaixo, usando-se no máximo 3 casas decimais:

$$N_R = B / (V \times 0,053)$$

onde:

- B = massa real de carbonato de sódio pesada  
V = volume médio consumido na titulação  
0,053 = miliequivalente-grama do Carbonato de Sódio

- O fator de correção da solução será calculado pela equação abaixo, usando-se no máximo duas casas decimais:

$$F_c = N_R / N_T$$

onde:  $N_R$  = normalidade Real  
 $N_T$  = normalidade Teórica

- O fator de correção é um número puro, próximo de 1,0000, porque a normalidade real não deve estar muito distante da normalidade teórica.

## 2 – Padronização por Padrão Secundário:

Neste tipo de procedimento, a neutralização é total, pois se trata de um ácido forte reagindo com um hidróxido forte. O indicador de titulação selecionado deverá estar próximo da faixa de neutralidade, como o Azul de Bromotimol.

2.1 – Realizando-se no mínimo 3 provas, transferir para um erlenmeyer de 250ml um volume de 10,0ml da solução recém-preparada de HCl;

2.2 – Adicionar 100ml de água mais 6-8 gotas do indicador de titulação e homogeneizar bem;

2.3 – Preparar uma bureta de 25ml com solução-padrão de Hidróxido e com normalidade (ou Molaridade) similar à desejada para a solução de NaOH;

2.4 – Iniciar a titulação, gota-a-gota, até a mudança de coloração para um leve e persistente tom previamente conhecido;

2.5 – A reação que ocorre é:  $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$

2.6 – O cálculo a ser utilizado é:

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

onde:  $N_1$  = Normalidade real do hidróxido utilizado;  
 $V_1$  = Volume consumido de hidróxido na bureta, em mililitros;  
 $N_2$  = Normalidade a ser calculada (da solução de HCl);  
 $V_2$  = Volume transferido de ácido para o erlenmeyer.

Outra informação primordial para o preparo de soluções é o prévio conhecimento do grau de pureza do soluto. Abaixo se listam alguns dos mais conhecidos solutos e suas propriedades.

Soluto	Estado Físico	Aspecto Visual	Massa Específica (20°C)	Porcentagem de Pureza
Ácido Clorídrico	Líquido	Transparente & Incolor	1.190	37
Ácido Sulfúrico			1.840	97
Ácido Nítrico			1.420	70
Ácido Fosfórico			1.710	85
Ácido Acético			1.050	99.5
Hidróxido de Amônio			0.910	28
Hidróxido de Potássio	Sólido	Lentilhas Brancas	-X-	85
Hidróxido de Sódio				98
Carbonato de Sódio		Pó Branco		99.5

# Preparação & Padronização de Solução de Hidróxidos

## 1 - Sequencia de passos para a Preparação:

- ✓ Pesar rapidamente a massa de hidróxido previamente calculada num copo becker de 250ml, aproximando-se o máximo possível da massa previamente calculada, **anotando-a**;
- ✓ Adicionar imediatamente 60-80 ml de água destilada;
- ✓ Agitar cuidadosamente até total dissolução da massa. Se necessário, utilizar uma bagueta de vidro. Esta dissolução pode liberar calor de até 75°C;
- ✓ Transferir todo o conteúdo para um balão volumétrico previamente selecionado e preparado;
- ✓ Com auxílio de uma pisseta, lavar o interior do becker com água mais 3 vezes e transferir todos os volumes para o mesmo balão volumétrico. Esta operação garante que toda a massa de soluto foi transferida;
- ✓ Completar o volume do balão volumétrico com água até o menisco, tampar bem e agitar cuidadosamente;
- ✓ Deixar o frasco em repouso (fechado) por 15 minutos;
- ✓ Se necessário, abrir o balão e completar novamente o menisco com água, repetindo-se a agitação final;
- ✓ Transferir o volume total do balão para um frasco de plástico PP/PVC previamente preparado e rotulado.

## 2 - Sequencia de passos para a Padronização:

Estas soluções podem ser padronizadas contra 2 tipos de padrões, chamados aqui de "Padrão Primário" ou "Padrão Secundário".

### 2.1 – Padronização por Padrão Primário:

O padrão primário a ser utilizado na padronização de soluções alcalinas é o Hidrogenoftalato de Potássio, também conhecido por Biftalato de Potássio, de fórmula  $\text{KOO}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOH}$  (ou  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) e massa molecular de 204,23 gramas/mol. Deverá ser previamente desidratado em estufa por 1.1/2 hora a 110-120°C para eliminar-se quaisquer traços de água.

É um ácido relativamente fraco e, assim sendo, na titulação com soluções alcalinas é necessário o uso de indicadores como Fenolftaleína **ou** Azul de Bromotimol.

**2.1.1** - A massa a ser pesada da substância dentro de um erlenmeyer de 250ml (realizar no mínimo 2 provas) é diretamente proporcional à concentração da solução de hidróxido e deverá obedecer à tabela-referência:

Molaridade Teórica	Massa de Biftalato
1.0 N	5,1 g
0.5 N	2,55 g
0.1 N	0,51 g
0.05 N	0,255 g
0.01 N	0,051 g

2.1.2 - Adicionar cerca de 100ml de água e agitar lentamente até a total dissolução do sal. Pode-se utilizar aqui um agitador magnético;

2.1.3 – Preparar corretamente uma bureta de 25ml com a solução recém-preparada de hidróxido;

2.1.4 – Adicionar 6-8 gotas de indicador Fenolftaleína a cada uma das 3 provas e homogeneizar;

2.1.5 – Iniciar a titulação, gota-a-gota, até a mudança de coloração para um leve e persistente tom previamente conhecido;

2.1.6 – O cálculo a ser utilizado é:

$$\text{Molaridade do NaOH} = \text{Massa}_{\text{BF}} / \text{Volume}_{\text{OH}} \times 0,20423$$

onde:

massa<sub>BF</sub> = massa de Biftalato de Potássio utilizada, em gramas;

volume<sub>OH</sub> = volume consumido da solução de hidróxido, em mililitros;

0,20423 = miliequivalente do Biftalato de Potássio.

2.1.7 – As diferenças entre todos os resultados não deverão ser superiores a 10% entre eles. Em caso de dúvida, descartar todas as provas e reiniciar todo o processo;

2.1.8 – O resultado final será a média aritmética de todas as provas consideradas válidas e deverá conter, no máximo, 3 casas decimais.

## 2.2 – Padronização por Padrão Secundário:

Neste tipo de procedimento, a neutralização é total, pois trata-se de uma base forte reagindo com um ácido forte. O indicador de titulação selecionado deverá estar próximo da faixa de neutralidade, como o Azul de Bromotimol.

2.2.1 – Realizando-se no mínimo 2 provas, transferir para um erlenmeyer de 250ml um volume de **10,0ml** da solução recém-preparada do hidróxido;

2.2.2 – Adicionar 100ml de água mais 6-8 gotas do indicador de titulação e homogeneizar bem;

2.2.3 – Preparar uma bureta de 25ml com solução-padrão de Ácido Clorídrico ou Ácido Sulfúrico de Normalidade (ou Molaridade) conhecida;

2.2.4 – Iniciar a titulação, gota-a-gota, até a mudança de coloração para um persistente tom previamente conhecido;

2.2.5 – O cálculo a ser utilizado é:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

onde:

$M_1$  = Molaridade real do ácido utilizado;

$V_1$  = Volume consumido de ácido na bureta, em mililitros;

$M_2$  = Molaridade a ser calculada (da solução de hidróxido);

$V_2$  = Volume transferido de hidróxido para o erlenmeyer.

## FÓRMULAS ÚTEIS

<b>MOLARIDADE</b> (em mols/litro) $M = \frac{m}{(MM \cdot V)}$	<b>NORMALIDADE</b> (equivalente-grama/litro) $N = \frac{m}{E \cdot V}$	<b>FATOR DE CORREÇÃO</b> (Real/Teórico) $F_c = \frac{\text{quantidade real}}{\text{quantidade teórica}}$
<b>DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES</b> $M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$	<b>MISTURA DE SOLUÇÕES DO MESMO SOLUTO</b> $C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_f \cdot V_f$ $M_1 \cdot V_1 + M_2 \cdot V_2 = M_f \cdot V_f$	<b>EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA TITULOMETRIA</b> $N_A V_A = N_B V_B$

# Tópico 9

## Manutenção Preventiva em Equipamentos de Laboratório

### Conceitos de Manutenção



A manutenção pode ser definida, segundo o dicionário Aurélio como: "As medidas necessárias para a conservação ou permanência, de alguma coisa ou situação" e ainda "Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas". Entretanto, o mais comum é definir a manutenção como "o conjunto de atividades e recursos aplicados aos sistemas e equipamentos, visando garantir a continuidade de sua função dentro de parâmetros de disponibilidade, de qualidade, de prazo, de custos e de vida útil adequados".

Nesta definição, de grande abrangência, a manutenção é caracterizada como um processo. Um processo que deve iniciar antes da aquisição e que tem como principal função o prolongamento da vida útil do equipamento ou sistema.

### Tipos de Manutenção

Apesar de certas divergências quanto à classificação dos tipos de manutenção. Para alguns autores existem seis tipos diferentes de manutenção: Manutenção Corretiva não Planejada, Manutenção Corretiva Planejada, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva, Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção. Outros autores consideram que há apenas duas categorias de manutenção - a Corretiva e a Preventiva - sendo os demais tipos derivados dessas duas categorias principais.

### Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é o tipo de manutenção mais antiga e mais utilizada, sendo empregada em qualquer empresa que possua itens físicos, qualquer que seja o nível de planejamento de manutenção. Segundo a Norma NBR 5462 (1994), manutenção corretiva é "a manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida". Em suma: é toda manutenção com a intenção de corrigir falhas em equipamentos, componentes, módulos ou sistemas, visando restabelecer sua função. Este tipo de manutenção, normalmente implica em custos altos, pois a falha inesperada pode acarretar perdas de produção e queda de qualidade do produto. As paralisações são quase sempre mais demoradas e a insegurança exige estoques elevados de peças de reposição, com acréscimos nos custos de manutenção.

### Manutenção Preventiva

A essência da Manutenção Preventiva é a substituição de peças ou componentes antes que atinjam a idade em que passam a ter risco de quebra. A base científica da MP é o conhecimento estatístico da taxa de defeito das peças, equipamentos ou sistemas ao longo do tempo. A Manutenção Preventiva também é chamada de manutenção baseada em intervalos/tempo. Ao contrário da Manutenção Corretiva a Manutenção Preventiva procura evitar e prevenir antes que a falha efetivamente ocorra. A definição da NBR 5462(1994) para a Manutenção Preventiva é "manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritivos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item".

### Manutenção Preditiva

A Manutenção Preditiva pode ser considerada como uma forma evoluída da Manutenção Preventiva. Com o aperfeiçoamento da informática, tornou-se possível estabelecer previsão de diagnósticos de falhas possíveis, através da análise de certos parâmetros dos sistemas produtivos. Através do acompanhamento sistemático das variáveis que indicam o desempenho dos equipamentos, define-se a necessidade da intervenção. Ela privilegia a disponibilidade, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento em funcionamento. Outra condição considerada fundamental para a aplicação da manutenção preditiva é a qualificação da mão-de-obra responsável pela análise e diagnóstico, para que as ações de intervenção tenham qualidade equivalente aos dados registrados. As características intrínsecas a esse tipo de manutenção impedem que ela seja empregada de forma generalizada porque exige grande volume de recursos iniciais, tanto humanos com materiais; mão-de-obra muito qualificada e treinada; e a restrição para aplicação em sistemas industriais complexos.

---

*Os manuais de utilização e manutenção de todos os nossos equipamentos e instrumentos de Laboratório da ETEC Tiquatira podem ser acessados em <https://sites.google.com/site/quimicatiquatira/manuais>*

---

# Experimento #1

## Aferição de Vidrarias Volumétricas

### Balão Volumétrico

Com o balão, limpo, seco e com a tampa, pesá-lo na balança eletrônica sem tocá-lo diretamente com as mãos e anotar a massa. Após, enchê-lo com água-padrão, acertar o menisco e pesá-lo novamente, anotando a massa final. Anota-se a temperatura da água e calcula-se o volume do balão pela fórmula:

$$d = m/v \leftrightarrow v = m/d$$

Nunca se deve secar qualquer vidraria volumétrica em estufa. Este processo deverá ser repetido mais duas vezes e o resultado final será a média aritmética das 3 medições. Em caso de dúvidas, reiniciar todo o processo.

---

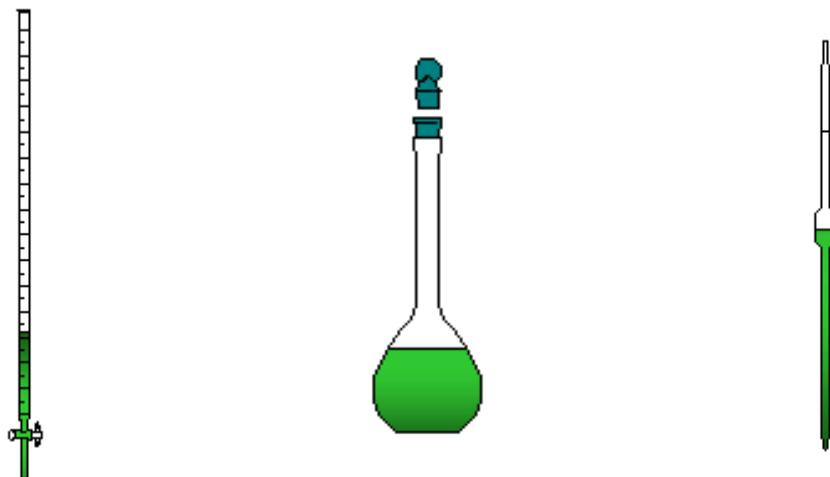
### Pipeta Volumétrica

Esta, previamente limpa e seca, será cheia com água-padrão com auxílio da pêra. Repete-se o processo e acerta-se o menisco. Transfere-se o volume de água para um erlenmeyer também limpo e seco já no prato da balança eletrônica e anota-se a massa de água transferida. O escoamento da água deve ser lento e constante (nunca forçado), estando a ponta da pipeta encostada na parede interna do erlen. Nunca se deve soprar qualquer eventual volume restante de líquido da pipeta para o erlen. Repetir esta operação mais 2 vezes. Calcula-se o volume real da pipeta por  $V = m/d$ . Em discordância, repetir todo o procedimento.

---

### Bureta

Com a bureta limpa e seca, enchê-la com água-padrão até acima da marca do Zero. Com o excedente de água, eliminar quaisquer eventuais bolhas de ar que possam ainda existir na parte afunilada da bureta (abaixo da torneira). Só depois desta etapa cumprida é que o menisco deverá ser novamente acertado. Deixa-se escoar lentamente a água, sem esforço nem sopro. Transfere-se "metade" do volume de água para um erlenmeyer já posicionado numa balança eletrônica, medindo a massa de água transferida. Em seguida, escoar-se a "outra metade" do volume de água para o mesmo erlen. A aferição deve ser repetida para comparação dos volumes relativos a cada intervalo. Em discordância, repetir o procedimento.



*Utilizar nos cálculos finais a tabela de conversão da densidade da água versus sua temperatura.*

## Experimento #2

### Determinação da Densidade de Líquidos

#### **Objetivo**

Determinação comparativa nas condições ambientais da massa específica (ou densidade) de 2 líquidos utilizando-se 3 instrumentos de medição: balão volumétrico 100ml, proveta graduada 100ml e densímetro compatível. Os resultados serão expressos numa tabela, sendo que os valores deverão ser a média aritmética dos procedimentos. A unidade de expressão será de gramas por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>).

#### **Material a ser utilizado**

Líquidos 1 e 2 (à serem fornecidos pelo professor), balança eletrônica, termômetro, densímetro, balão volumétrico 100ml, provetas de 100ml e 250ml, papel absorvente, copo Becker, conta-gotas.

#### **Procedimento**

1. Com a proveta de 100ml

Nivelar a balança; pesar uma proveta limpa e seca e anotar a massa; encher cuidadosamente com o líquido selecionado e acertar o menisco; pesar novamente o conjunto e anotar a massa, calculando-se assim sua densidade. Repetir o procedimento novamente e depois com a troca do líquido. Verificar a temperatura no momento da execução do preenchimento da proveta.

2. Com o balão volumétrico de 100ml

Repetir todo o procedimento acima.

3. Com o densímetro

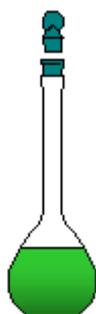
Encher a proveta de 250 ml com o líquido, medir a temperatura, inserir o densímetro e fazê-lo girar várias vezes ao centro (como um peão), aguardar a estabilização e ler o valor obtido. Repetir o procedimento e trocar o líquido.

#### **Resultados**

Preencher a tabela com os valores experimentais obtidos:

*(Exemplo: 0.845 g/cm<sup>3</sup> a 22°C)*

	Líquido 1 →			Líquido 2 →		
	Proveta	Balão	Densímetro	Proveta	Balão	Densímetro
<b>Teste #1</b>						
<b>Teste #2</b>						
<b>MÉDIA →</b>						



# Experimento #3

## Determinação da Densidade de Sólidos

### **OBJETIVO**

Determinar a densidade de materiais sólidos pelo cálculo de deslocamento relativo de um volume de água, conforme o Princípio de Arquimedes. A massa específica (também conhecida como densidade) é o resultado da divisão aritmética entre a massa e o volume ocupado por um material numa determinada temperatura. O resultado deverá ser expresso sempre em gramas por mililitro (g/ml) ou em gramas por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>).

### **MATERIAIS & REAGENTES NECESSÁRIOS**

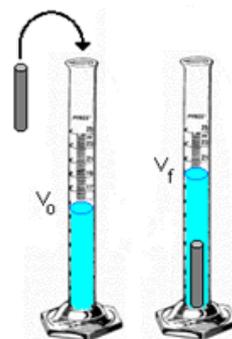
- Proveta graduada de 50 ou 100 mililitros;
- Água (não há a necessidade de ser destilada);
- Balança com precisão de 0,01g;
- Vidro de relógio;
- Termômetro com escala de 0-100°C com leitura mínima de 1°C.

### **PROCEDIMENTO**

#### **Princípio de Arquimedes**

1. Pesar uma massa ( $\pm 10$ g) de uma amostra seca do metal 1, em balança semi-analítica e anotar a massa;
2. Colocar 20-30 mL ( $V_0$ ) de água destilada numa proveta de 50 mL (o volume de água tem que ser suficiente para manter a amostra totalmente mergulhada) e anotar o volume exato da água na proveta ( $V_1$ );
3. Colocar, com cuidado, a amostra do metal na proveta contendo água e anotar o volume final da água deslocada ( $V_F$ );
4. Descartar a água e remover a amostra de metal. Secá-la bem com papel absorvente;
5. Preencher a tabela e calcular em duplicata;
6. Trocar a amostra de metal com outra equipe e repetir o procedimento até o item 5.;
7. Pesquisar os valores das densidades teóricas para as substâncias selecionadas.

Sólido	$V_0(\text{cm}^3)$	$V_F(\text{cm}^3)$	$V = \Delta V(\text{cm}^3)$
Metal 1			
Metal 2			
Metal 3			



#### **Procedimento para substâncias sólidas granuladas**

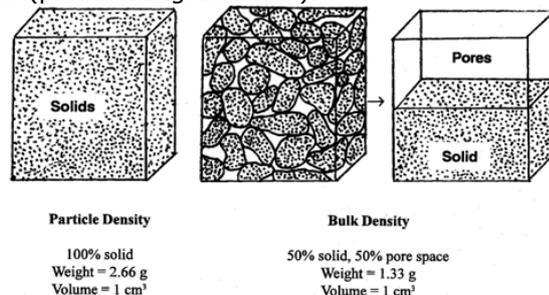
Densidade aparente (densidade bruta ou bulk density) corresponde ao volume ocupado por uma determinada massa de sólido (pó ou granulado), incluindo a porosidade (poros intragranulares).

#### Equipamentos necessários

Proveta de vidro de 100 ml e balança de precisão.

#### Procedimento

1. Tarar uma proveta graduada de 100 ml vazia em uma balança de precisão;
2. Introduzir cuidadosamente na proveta 50 mL da amostra (pó);
3. Bater dez vezes a proveta contra uma superfície de madeira dura de uma altura de 1 polegada (cerca de 2.5 cm) em intervalos de 2 segundos entre as batidas;
4. Realizar a leitura do volume obtido após as "batidas" (volume aparente);
5. Pesar a proveta cheia, subtraindo o valor obtido pelo valor do peso da proveta vazia; o resultado corresponderá à massa da amostra;
6. Para determinação da densidade aparente, dividir a massa da amostra em gramas pelo volume aparente em ml.
7. Realizar o processo em duplicata e obter a média aritmética;
8. Pesquisar os valores das densidades teóricas para as substâncias selecionadas.





# Experimento #5

## Solubilidade do Cloreto de Sódio em Água

### Materiais & Reagentes

6 tubos de centrifuga de 15ml, estante para tubos, água destilada (gelada e quente), Beckers de 100ml e 250ml, balança de precisão, espátula, termômetro, banho-maria, gelo, cloreto de sódio comercial.

### Procedimento

1 – Identificar os tubos com caneta marcadora como: 0<sup>0</sup>, 0<sup>2</sup>, 25<sup>0</sup>, 25<sup>2</sup>, 40<sup>0</sup> e 40<sup>2</sup>, além de identificar os tubos por grupo;

2 – Pesar nos tubos 0<sup>0</sup>, 25<sup>0</sup> e 40<sup>0</sup> 0.5 grama de NaCl e nos tubos 0<sup>2</sup>, 25<sup>2</sup> e 40<sup>2</sup> dois gramas do sal;

3 – Em cada um dos tubos adicionar água destilada na temperatura indicada abaixo até obter um volume final de 5ml, fechar bem e agitar os tubos. A relação tubo-temperatura é:

- Nos tubos 40<sup>0</sup> e 40<sup>2</sup> adicionar água a cerca de 40°C, colocando-os no banho-maria a esta temperatura.
  - Nos tubos 25<sup>0</sup> e 25<sup>2</sup> adicionar água na temperatura ambiente, deixando-os na estante sobre a bancada.
  - Nos tubos 0<sup>0</sup> e 0<sup>2</sup> adicionar água gelada, colocando-os no banho de gelo.
- 4 – Aguardar 10 minutos e compará-los.

### Análise dos Resultados

I – O que ocorre com a solubilidade das substâncias a medida que a temperatura vai aumentando?

II – Houve presença de corpo de fundo em algum tubo? Em qual? Porque?



# Experimento #6

## Dissolução Fracionada

### Objetivos

Separar uma mistura de sólidos usando a técnica da dissolução fracionada.

### Materiais e equipamentos

Almofariz com pistilo - Argola com mufa - Bagueta - Balança - Papel vegetal - Banho-maria - Béquer de 100 - Béquer de 250 mL - Cápsula de porcelana - Espátula - Pipeta graduada 10 mL - Funil analítico - Garra com mufa - Papel de filtro - Pisseta - Suporte universal - Balança semi analítica.

### Reagentes

Acetona - Ácido Acetilsalicílico - Água destilada - Sulfato de cobre II

### Procedimento

#### A) Preparação da Mistura

1. Pesar, em papel vegetal, 2 g de ácido acetilsalicílico e transferir para um almofariz.
2. Pesar 2 g de sulfato de cobre II e transferir para o mesmo almofariz.
3. Pesar 1 g de carvão e transferir para o mesmo almofariz.
4. Misturar as substâncias contidas no almofariz utilizando o pistilo.

#### B) Dissolução Fracionada da Mistura

1. Transferir para um béquer de 250 mL, com o auxílio da espátula, a mistura preparada no almofariz.
2. Adicionar 50 mL de água e agitar até completa dissolução do sulfato de cobre II.
3. Filtrar a mistura em papel de filtro qualitativo, recolhendo o filtrado (a solução que atravessa o filtro) béquer de 400 mL.
4. Lavar duas vezes, com água destilada, o resíduo retido no papel recolhendo no mesmo béquer, as águas de lavagem e, evaporar em tela de amianto usando bico de Bunsen.
5. Transferir o resíduo que ficou retido no papel de filtro para um béquer de 250 mL e adicionar 50 mL de acetona.
6. Agitar com a bagueta até completa dissolução do AAS.
7. Filtrar a mistura em papel de filtro qualitativo, recolhendo o filtrado em cápsula de porcelana.
8. Lavar o resíduo retido no filtro com acetona, recolhendo o líquido de lavagem na mesma cápsula.
9. Evaporar em banho-maria.
10. Transferir o resíduo que ficou retido no papel de filtro para um vidro de relógio e secar em estufa a 50°C.
11. Devolver as substâncias secas obtidas aos seus respectivos frascos de descartes.

# Tabela das DENSIDADES RELATIVAS da Água em Diversas Temperaturas

Temperatura (em °C)	Densidade (em g/cm <sup>-3</sup> )	Temperatura (em °C)	Densidade (em 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

## CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Prof. MARCELO POLACHINI  
© Quimicatal (2000-2005) - Todos os direitos reservados  
[www.quimicatal.com.br](http://www.quimicatal.com.br)  
BRASIL

1 H 1,00794 (7)																	18 He 4,002602 (2)
2 Li 6,941 (2)	3 Be 9,012182 (3)											4 B 10,811 (7)	5 C 12,0107 (8)	6 N 14,0067 (2)	7 O 15,9994 (3)	8 F 18,99840325	9 Ne 20,1797 (6)
3 Na 22,989770 (2)	4 Mg 24,3050 (6)											5 Al 26,981538 (2)	6 Si 28,0855 (3)	7 P 30,973761 (2)	8 S 32,065 (5)	9 Cl 35,453 (2)	10 Ar 39,948 (1)
4 K 39,0983 (1)	5 Ca 40,078 (4)	6 Sc 44,955910 (8)	7 Ti 47,88 (1)	8 V 50,9415 (1)	9 Cr 51,9961 (6)	10 Mn 54,938045 (9)	11 Fe 55,845 (2)	12 Co 58,933200 (9)	13 Ni 58,6934 (2)	14 Cu 63,546 (3)	15 Zn 65,409 (4)	16 Ga 69,723 (1)	17 Ge 72,64 (1)	18 As 74,92160 (2)	19 Se 78,96 (3)	20 Br 79,904 (1)	21 Kr 83,798 (2)
5 Rb 85,4678 (3)	6 Sr 87,62 (1)	7 Y 88,90585 (2)	8 Zr 91,224 (2)	9 Nb 92,90638 (2)	10 Mo 95,94 (2)	11 Tc [98]	12 Ru 101,07 (2)	13 Rh 102,90550 (2)	14 Pd 106,42 (1)	15 Ag 107,8682 (2)	16 Cd 112,411 (8)	17 In 114,818 (3)	18 Sn 118,710 (7)	19 Sb 121,760 (1)	20 Te 127,60 (3)	21 I 126,90447 (3)	22 Xe 131,29 (6)
6 Cs 132,90545 (2)	7 Ba 137,327 (7)	8 La 138,905 (2)	9 Hf 178,49 (2)	10 Ta 180,9479 (1)	11 W 183,84 (1)	12 Re 186,207 (1)	13 Os 190,23 (3)	14 Ir 192,227 (3)	15 Pt 195,079 (2)	16 Au 196,96655 (2)	17 Hg 200,59 (2)	18 Tl 204,3833 (2)	19 Pb 207,2 (1)	20 Bi 208,98038 (2)	21 Po [209]	22 At [210]	23 Rn [222]
7 Fr [223]	8 Ra [226]	9 Ac [227]	10 Rf [261]	11 Db [262]	12 Sg [263]	13 Bh [264]	14 Hs [265]	15 Mt [266]	16 Ds [271]	17 Rg [272]	18 Uub [277]	19 Uut [284]	20 Uuq [285]	21 Uup [288]	22 Uuh [292]	23 Uu [293]	24 Uu [294]
8 Fr [223]																	87 Lu 174,967 (1)

Fr [223] - None do Elemento  
Massa Atômica \*  
(relativa ao <sup>12</sup>C = 12,000...)

Os [2] indicam o número de massa do isótopo com maior tempo de vida.

Elemento Radioativo

Símbolo do Elemento

Estado Físico

az - Ce ítem

Gás

Líquido

Sólido

Atômico

Número Atômico (Z)

Metais	Ametais	Hidrogênio	Lantanóides
Semimetais	Gases Nobres		Actinóides

\* De acordo com a última deliberação da Comissão de Massas Atômicas e Abundâncias Isotópicas da IUPAC, durante a 41ª Reunião Geral da IUPAC em Brisbane, Austrália (Julho de 2001)

## PRINCIPAIS ÂNIÕES

F <sup>-</sup>	fluoreto	I <sup>-</sup>	iodeto	CN <sup>-</sup>	cianeto
Cl <sup>-</sup>	cloreto	IO <sup>-</sup>	hipoiodito	CNO <sup>-</sup>	cianato
ClO <sup>-</sup>	hipoclorito	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	iodato	CNS <sup>-</sup>	[ tiocianato sulfocianato rodaneto
ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	clorito	IO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	periodato		
ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	clorato	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nitrito	MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	permanganato
ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	perclorato	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitrato	AlO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	aluminato
Br <sup>-</sup>	brometo	PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	metafosfato	OH <sup>-</sup>	hidróxido
BrO <sup>-</sup>	hipobromito	H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	hipofosfito	H <sup>-</sup>	hidreto
BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	bromato	H <sub>3</sub> C-COO <sup>-</sup>	acetato		
O <sup>2-</sup>	óxido	S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	tetrationato	MnO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	manganato
O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	peróxido	HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	fosfito	MnO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	manganito
S <sup>2-</sup>	sulfeto	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	cromato	SnO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	estanita
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	sulfito	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	dicromato	SnO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	estanato
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sulfato	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	carbonato	PbO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	plumbito
S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	tiosulfato	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	oxalato	PbO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	plumbato
S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup>	persulfato	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	metassilicato	ZnO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	zincoato
N <sup>3-</sup>	nitreto	AsO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	arsenito	SbO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	antimoniato
P <sup>3-</sup>	fosfeto	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	arceciato	BO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	borato
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(orto) fosfato	SbO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	antimonito	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>3-</sup>	ferricianeto
SiO <sub>4</sub> <sup>4-</sup>	ortossilicato	P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>4-</sup>	pirofosfato	Fe(CN) <sub>6</sub> <sup>4-</sup>	ferrocianeto

## PRINCIPAIS CÁTIÕES COM N<sub>ox</sub> FIXO

H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
K <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
Ra <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Be <sup>2+</sup>
Al <sup>3+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	Ga <sup>3+</sup>	In <sup>3+</sup>

## COM N<sub>ox</sub> VARIÁVEL

Cu <sup>+</sup>	*Cu <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	*Hg <sup>2+</sup>
Au <sup>+</sup>	*Au <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	*Fe <sup>3+</sup>
*Co <sup>2+</sup>	Co <sup>3+</sup>	*Ni <sup>2+</sup>	Ni <sup>3+</sup>
Cr <sup>2+</sup>	*Cr <sup>3+</sup>	*Mn <sup>2+</sup>	Mn <sup>4+</sup>
*Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>4+</sup>	*Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>4+</sup>
*Pd <sup>2+</sup>	Pd <sup>4+</sup>	*Pt <sup>2+</sup>	Pt <sup>4+</sup>

(\*) indica o N<sub>ox</sub> mais comum

## NOMES

Fe <sup>2+</sup>	cátion de ferro II ou cátion ferroso
Fe <sup>3+</sup>	cátion de ferro III ou cátion férrico
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	cátion de mercúrio II ou cátion mercúrico
(Hg <sub>2</sub> ) <sup>2+</sup>	cátion mercúrio I ou cátion mercuroso

- ☞ Maria Lúcia B Senvido e Antônio B Prado Júnior - Tópicos de Química Experimental
- ☞ André Luis Silva da Silva
- ☞ Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos - UNESP Sorocaba
- ☞ Gerenciamento dos Resíduos Químicos – USP Ribeirão Preto
- ☞ Manual de Segurança do Instituto de Química V2004 - Universidade de São Paulo
- ☞ Sérgio Ferreira Pantaleão
- ☞ Aline M dos Santos, Eduardo Goldani e Luis A B de Boni, Grupo Tchê Química
- ☞ Ministério de Trabalho e Emprego - Norma Regulamentadora 6
- ☞ Manual de Laboratório e Tratamento de Erros – Universidade do Algrave 2004
- ☞ IUPAC – União Internacional da Química Pura e Aplicada
- ☞ Experiências de Química - Projetos de Ensino de Química (PEQ), Editora Moderna, EDUSP, 1979
- ☞ ANP Agência Nacional do Petróleo
- ☞ Aspectos da Manutenção dos Equipamentos Científicos da Universidade de Brasília - Francisco Assis de Lima e João Carlos Nogueira de Castilho – 2006
- ☞ ABIQUIM Associação Brasileira das Indústrias Químicas
- ☞ Antonio Carlos Torres (Professor Bahiano)

---

## 0 AUTOR

### Daniel Fontanesi Rossi

Professor-Coordenador dos Laboratórios de Química

ETEC de Tiquatira (São Paulo) - Versão 01 - Janeiro de 2014

[daniel.rossi01@etec.sp.gov.br](mailto:daniel.rossi01@etec.sp.gov.br)

