

## AULA 1 – ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

Estados físicos da matéria, também chamado de *estados de agregação* são facilmente identificáveis em nosso cotidiano. Percebemos a água em forma de gelo quando colocamos para resfriar uma bebida refrigerante, líquida quando tomamos um banho relaxante e também no estado gasoso quando fervemos um pouco de água para fazer café.

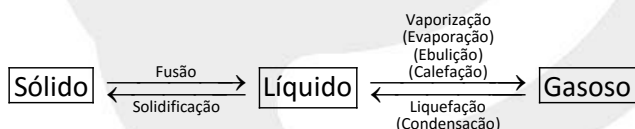
Os três estados físicos que devemos conhecer são o sólido, líquido e também o gasoso e para diferenciá-los podemos considerar como as partículas se encontram.

No estado sólido, as partículas se encontram muito próximas sem grandes deslocamentos, ou seja, apenas vibrando umas em relação às outras. Possuem volume e forma fixos.

Já no estado líquido, as partículas se encontram mais afastadas e com maiores graus de liberdade. A forma de um líquido é variável e depende em grande verdade da forma do recipiente que o contém; o volume é fixo.

Finalmente, no estado gasoso, as partículas se encontram muito afastadas e com grande velocidade de movimentação. Tanto o volume quanto a forma de um gás são variáveis.

As transformações que levam um estado físico a outro são chamadas de *mudanças de estado físico*. Observe as principais mudanças de estados físicos abaixo com seus respectivos nomes:



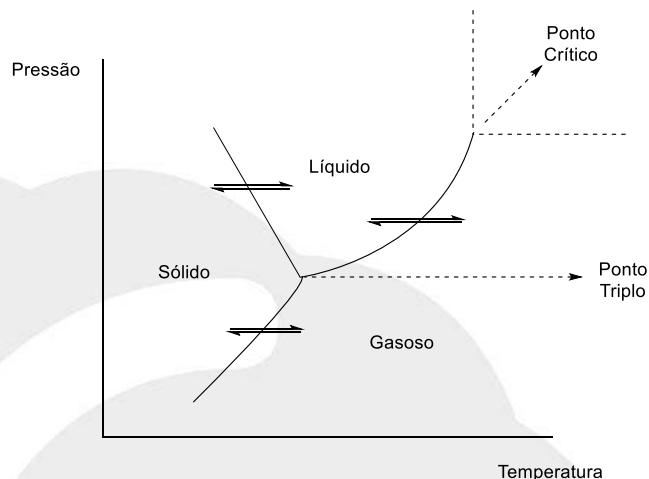
Também podemos fazer a passagem direta do estado sólido para o gasoso. Essa transformação é chamada de **sublimação**. O inverso, ou seja, do estado gasoso para o estado sólido também pode ser chamada de sublimação ou de **ressublimação**.

Exemplos de substâncias que sofrem sublimação:

- Gelo-seco - dióxido de carbono em estado sólido
- Iodo
- Cânfora

## AULA 2 – DIAGRAMA DE FASES

O diagrama de fases é um “mapa” que indica as condições de temperatura e pressão uma determinada substância é estável em relação aos estados físicos sólido, líquido e gasoso. Observe abaixo o diagrama de fases para a água:



## AULA 3 - DENSIDADE

A densidade é o quociente entre a massa pelo volume da substância ou então da mistura que estamos trabalhando (a uma dada temperatura específica).

$$d = \frac{m}{V}$$

$m \Rightarrow$  massa em gramas da substância ou mistura  
 $V \Rightarrow$  volume em mL ( $\text{cm}^3$ ) da substâncias ou mistura  
 $d \Rightarrow$  densidade em g/mL ou  $\text{g/cm}^3$

Utilizamos a densidade quando há a necessidade de transformar massa em volume ou então volume em massa. É uma ferramenta importantíssima no estudo não só da química, mas como também na física.

Atenção: a densidade varia com a temperatura. Isso ocorre devido a variação do volume em relação a temperatura derivada da contração ou então expansão do líquido.

## AULA 4 – SUBSTÂNCIAS PURAS E MISTURAS

As **substâncias puras**, também chamadas de *espécies químicas* ou simplesmente *substâncias*, é um material único que apresenta propriedades físicas muito bem definidas.

As propriedades físicas que definem muito bem uma substância química são o ponto de fusão (PF), o ponto de ebulição (PE) e também a densidade (d).

Observe o exemplo da água:

<b>Água</b>
<b>Fórmula Química:</b> $H_2O$
<b>Líquido Incolor, Inodoro e Insípido</b>
<b>Ponto de Fusão</b> = $0^{\circ}C$
<b>Ponto de Ebulição</b> = $100^{\circ}C$ (1 atm – nível do mar)
<b>Densidade (massa específica)</b> = $1,0 \text{ g/cm}^3$ (1 atm – nível do mar)
<b>Calor Específico</b> = $1 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}C$

É interessante notar que as substâncias puras sempre possuem fórmulas definidas ao contrário daquilo que ocorre com as misturas. Não conseguimos definir uma fórmula química, por exemplo, para a água mineral ou para o ar atmosférico.

A água mineral é uma mistura de água e sais minerais dissolvidos.

O ar atmosférico é uma mistura de gases:  $N_2$ ,  $O_2$ , Ar e outros.

**Mistura é a reunião de duas ou mais substâncias químicas diferentes que não definem fórmula química e que não possuem propriedades físicas constantes.**

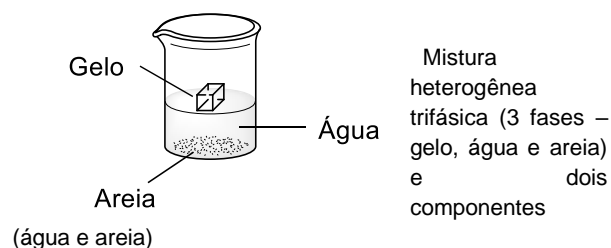
As misturas podem se classificadas como homogêneas ou heterogêneas dependendo de seus aspectos visuais.

Misturas Homogêneas (Soluções)	Misturas Heterogêneas
<b>Mistura de duas ou mais substâncias químicas diferentes que apresentam o mesmo aspecto visual em toda extensão</b>	Mistura de duas ou mais substâncias químicas diferentes que não apresentam o mesmo aspecto visual em toda extensão
<b>Toda mistura homogênea é um sistema monofásico</b>	Toda mistura heterogênea é um sistema polifásico

Atenção

- Conceituamos **FASE** como sendo cada porção homogênea existente numa mistura;
- Toda mistura gasosa é monofásica, ou seja, misturas entre gases forma solução;
- Na mistura entre sólidos consideramos a regra  $n$  sólidos =  $n$  fases;
- É chamado **componente** cada substância presente numa mistura.

Exemplo



## AULA 5 – SEPARAÇÃO DE MISTURAS

A separação de misturas, também chamada de análise imediata ou desdobramento, é um importante passo do trabalho químico em laboratórios e também nas indústrias. É importante para que se possa separar e obter as substâncias puras umas em relação às outras.

É evidente que em nosso cotidiano utilizamos vários dos processos de separação de misturas.

Vamos considerar os principais processos. Acompanhe abaixo:

SEPARAÇÃO DE MISTURAS HETEROGÊNEAS		
MÉTODO DE SEPARAÇÃO	ESTADO FÍSICO DOS COMPONENTES	EXEMPLOS
<b>Filtração</b>	Sólido + Líquido (ou Gasoso)	Água + Areia ar + poeira
<b>Dissolução Fracionada</b>	Sólido + Sólido	Sal + Areia
<b>Separação Magnética</b>		Ferro em pó + Areia
<b>Flotação</b>		Areia + Serragem
<b>Fusão Fracionada</b>		Enxofre + Areia
<b>Levigação</b>		Ouro + areia
<b>Ventilação</b>		Arroz + Palha
<b>Peneiração ou Tamização</b>	Líquido + Líquido	Areia grossa + Areia fina
<b>Decantação</b>		Vinagre + Óleo

Por questões práticas, vamos detalhar a flotação e a levigação que geram muitas confusões entre os alunos.

### Flotação

Método utilizado para separar os componentes de uma mistura heterogênea sólido + sólido. Adiciona-se um líquido com densidade intermediária que não dissolve e nem reagem com os componentes da mistura. No exemplo

de areia e serragem (raspas de madeira), adiciona-se água à mistura. A serragem fica por cima da água e areia se deposita no fundo do recipiente.

## Levigação

Método também utilizado para separar os componentes de uma mistura heterogênea sólido + sólido de diferentes densidades.

Neste caso, um líquido corrente é passado por cima da mistura heterogênea onde o sólido de menor densidade é arrastado, separando-se do outro.

Quando temos uma mistura de ouro e cascalho, água corrente arrasta o cascalho (menor densidade), separando-se do ouro.

SEPARAÇÃO DE MISTURAS HOMOGÊNEAS		
MÉTODO DE SEPARAÇÃO	ESTADO FÍSICO DOS COMPONENTES	EXEMPLOS
Destilação Simples ou Evaporação	Sólido + Líquido	Água do Mar
Destilação Fracionada	Líquido + Líquido	Fase líquida do petróleo

A **destilação fracionada** é um importante processo de separação de misturas homogêneas entre líquidos (soluções líquidas) onde é levado em consideração os diferentes pontos de ebulição de cada um dos componentes da mistura.

Destila-se primeiro o líquido com menor temperatura de ebulição (líquido mais volátil).

É importante ressaltar que a técnica de destilação fracionada não é eficiente na separação de **misturas azeotrópicas**, ou seja, misturas que apresentam pontos de ebulição constantes. Um exemplo clássico de mistura azeotrópica é o álcool hidratado (96% etanol e 4% de água, em volume) que entre em ebulição a uma temperatura constante de 78,1°C.

## AULA 6 – TRATAMENTO DE ÁGUA

O processo de tratamento de água doce de reservatórios ou então retirada diretamente da natureza e consiste na retirada de resíduos orgânicos, metais pesados (chumbo,

cádmio, entre outros), sais dissolvidos, partículas em suspensão e principalmente microrganismos que possam causar doenças que afetam diretamente o homem, como por exemplo os causadores de diarreia, hepatite, cólera e também febre tifoide.

Separamos o tratamento de água em duas etapas:

- Primeira Etapa: Separação Física
- Segunda Etapa: Química/ Biológica

Na primeira etapa de separação, a água entra na estação de tratamento e sofre **peneiração** com auxílio de tanques de areia e brita para retirada de partículas de tamanho considerável. Em seguida, a **decantação** é realizada em **tanques de sedimentação** para a deposição da sujeira que não conseguiu ser retirada na primeira parte do processo.

Finalizando esta primeira etapa, temos a **aeração** que consiste na adição de ar comprimido a água para retirada de compostos químicos que podem conferir cheiro e sabor.

Na segunda etapa do tratamento, a água na ausência de partículas em suspensão, passa por um processo de **pré-cloração**, onde cloro é adicionado para a retirada de metais e de matéria orgânica; em seguida temos a **pre-alcalinização** onde a água recebe cal (CaO) ou soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) para ajustar o valor do pH da água em tratamento.

Passamos agora para o processo de **coagulação** que consiste na adição de agentes coagulantes como o sulfato de alumínio ou cloreto de ferro III. Estes compostos quando em contato com a água geram substâncias que possuem uma característica gelatinosa (coloides). A agitação mecânica vigorosa nesse processo tem por finalidade a desestabilização elétrica, ou seja, formação de cargas elétricas de sinais opostos nas partículas de sujeira e no coloide, facilitando o processo de agregação entre as mesmas.

Em seguida, a **floculação** é processo de agitação lenta da água para que as partículas possam se agregar para a formação de flocos que retêm partículas de sujeira que são **decantadas** num processo posterior.

Para garantir que todas as partículas sejam retiradas uma **filtração** é realizada após a decantação.

Corrige-se novamente o pH pelo processo de **pós-alcalinização** para evitar corrosão ou formação de incrustações nas tubulações.

Uma nova adição de cloro ou hipoclorito de sódio é realizada para a **desinfecção** da água, ou seja, retirada de bactérias ou vírus causadores de doenças.

Por lei, a água de abastecimento público deve conter “flúor”, sendo assim, na etapa de **fluoretação** adiciona-se sais que contenham íons fluoreto (F<sup>-</sup>).

Esquema de tratamento de água fornecido pelo site da SABESP:



Legenda

## 01 - Represa

### 02 - Captação e Bombeamento

Após a captação, a água é bombeada para as Estações de Tratamento de Água.

Depois de bombeada, a água passará por um processo de tratamento, passando por diversas etapas explicadas a seguir.

### 03 - Pré cloração

Adição de cloro assim que a água chega à estação para facilitar a retirada de matéria orgânica e metais.

#### Pré-alcalinização

Adição de cal ou soda à água para ajustar o pH aos valores exigidos para as fases seguintes do tratamento.

#### Coagulação

Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira, facilitando sua agregação.

## 04 - Floculação

Floculação é o processo onde a água recebe uma substância química chamada de sulfato de alumínio. Este produto faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos.

## 05 - Decantação

Na decantação, como os flocos de sujeira são mais pesados do que a água caem e se depositam no fundo do decantador.

## 06 - Filtração

Nesta fase, a água passa por várias camadas filtrantes onde ocorre a retenção dos flocos menores que não ficaram na decantação. A água então fica livre das impurezas. Estas três etapas: floculação, decantação e filtração recebem o nome de clarificação. Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida. Mas ainda não está pronta para ser usada. Para garantir a qualidade da água, após a clarificação é feita a desinfecção.

## 07 - Cloração

A cloração consiste na adição de cloro. Este produto é usado para destruição de microorganismos presentes na água.

#### Fluoretação

A fluoretação é uma etapa adicional. O produto aplicado tem a função de colaborar para redução da incidência da cárie dentária.

## 08 - Reservatório

Após o tratamento, a água tratada é armazenada inicialmente em reservatórios de distribuição e depois em reservatórios de bairros, espalhados em regiões estratégicas das cidades.

## 09 - Distribuição

Desses reservatórios a água vai para as tubulações maiores (denominadas adutoras) e depois para as redes de distribuição até chegar aos domicílios.

## 10 - Redes de distribuição

Depois das redes de distribuição, a água geralmente é armazenada em caixas d'água. A responsabilidade da Sabesp é entregar água até a entrada da residência onde está o cavalete e o hidrômetro (o relógio que registra o consumo de água). A partir daí, o cliente deve cuidar das instalações internas e da limpeza e conservação do reservatório.

## 11 - Cidade

## AULA 7 – TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento de esgoto consiste na remoção de agentes poluentes presentes na água e realizado por processo chamado de **lodo ativado** – processo estritamente biológico e aeróbio.

Separa-se em duas fases: fase líquida e fase sólida.

Na fase líquida, a água coletada pela rede de esgoto passa através de grades para a remoção de sólidos de tamanho considerável (galhos de árvores, garrafas PET, entre outros) que em seguida seguem para a *caixa de areia* para remoção de areia/ terra que chega juntamente com a água de esgoto na estação de tratamento.

A sujeira não retirada pela caixa de areia fica retida no decantador primário. A água então segue para o tanque de aeração onde recebe ar comprimido; este por sua vez causa a multiplicação de microrganismos que ao multiplicarem-se consomem a matéria orgânica formando aquilo que os técnicos denominam de *lodo* (lodo tóxico com a presença de óxidos) reduzindo-se assim a carga de matéria orgânica da água.

Finalizando essa etapa do processo, a água segue para os decantadores primários onde temos a remoção de cerca de 90% das impurezas contidas inicialmente no esgoto. Esta água evidentemente não é própria para o consumo humano, mas pode ser utilizada para lavagem de calçadas e ruas ou para regar plantas.

A fase sólida consiste no tratamento dos lodos primários e secundários gerados na primeira parte do tratamento.

Após serem adensados, ou seja, concentrados pelo processo de *flotação* (injeção de ar comprimido e separação da água de fase sólida), o lodo segue para o processo de *digestão*, onde microrganismos anaeróbios degradam a matéria orgânica com geração de gás metano e água.

Após a digestão, o lodo resultante é prensado nos *filtros prensa* para retirada de água. O lodo desidratado é então enviado para aterros sanitários.