

## Métodos de separação de misturas homogêneas, tratamento de água e esgoto

### Resumo

---

Nesta aula iremos descrever os diversos processos de separação das misturas homogêneas. Esses processos também são de grande importância e largamente empregados nas indústrias químicas, como laboratórios farmacêuticos, metalurgia, refinaria de petróleo, fábricas de cerâmicas e porcelanas.

### Processos de separação das misturas homogêneas

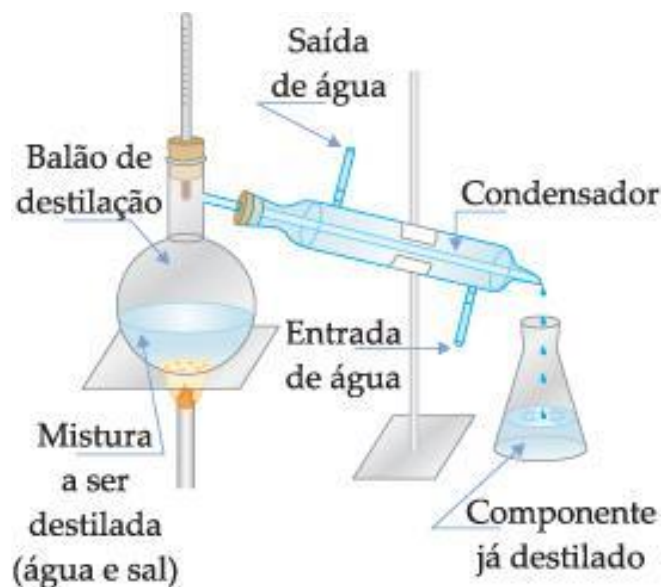
#### Evaporação

A evaporação é utilizada para a separação de mistura homogêneas onde temos pelo menos uma fase líquida e uma fase sólida e a fase sólida é a de interesse. Por exemplo, o sal de cozinha é extraído da água do mar por evaporação. A água do mar é represada em grandes tanques, de pequena profundidade, construídos na areia, chamados de salinas. Sob a ação do sol e dos ventos a água do mar represada nas salinas sofre evaporação e o sal de cozinha e outros componentes sólidos vão se depositando no fundo dos tanques.



#### Destilação simples

Ocorre de acordo com a diferença nos pontos de ebulição do solvente e soluto. Por aquecimento, em aparelhagem apropriada com um condensador, apenas o líquido entra em ebulição, passando para o estado gasoso, o qual é condensado e recolhido. Por exemplo: separação da mistura de sal e água.

**Destilação fracionada:**

Usada na separação quando os componentes da mistura são líquidos e tem o ponto de ebulição muito próximos. A técnica e a aparelhagem utilizadas na destilação fracionada são as mesmas empregadas na destilação simples, com exceção de um aparelho adicional chamado coluna de fracionamento. Por exemplo: separação da mistura dos componentes do petróleo em que, a cada temperatura alcançada, é recolhido um componente.



### Fusão fracionada

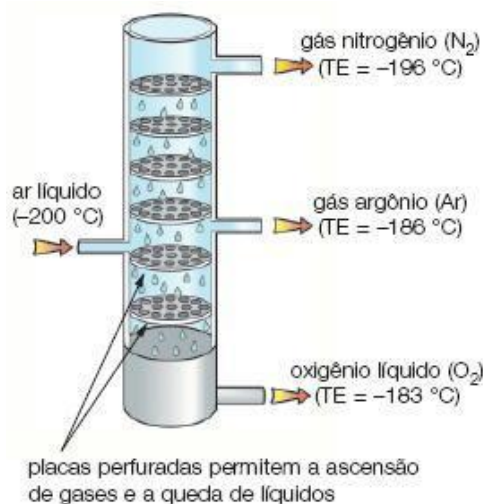
Esse processo é baseado nas diferenças nos pontos de fusão dos componentes de uma mistura. A mistura sólida é aquecida até que um dos componentes se funda(liquefazer) completamente. Por exemplo: separação em cada metal que compõe uma liga metálica.



### Liquefação fracionada

É o processo de separação de uma mistura gasosa. Resfria-se a mistura até que os gases componentes atinjam seu ponto de ebulição, passando assim para o estado líquido.

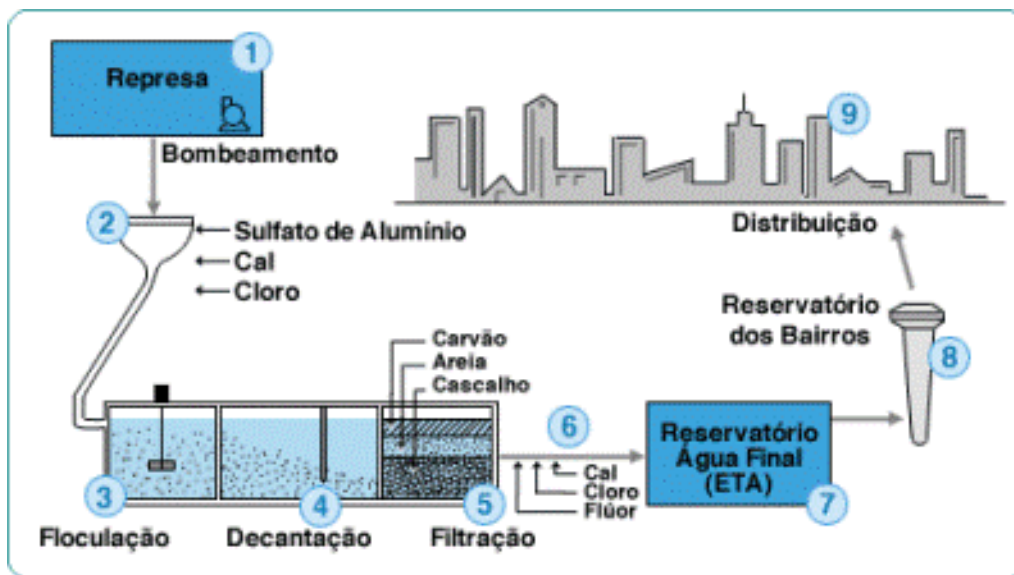
Por exemplo: separação do ar atmosférico, sabendo-se que o gás nitrogênio passa para o estado líquido antes do gás oxigênio.



## Tratamento de água

A água que chega as nossas casas é submetida a uma série de tratamentos para reduzir a concentração de poluentes até praticamente não apresentar riscos para a saúde humana. Esse tratamento é dividido em 7 etapas, são elas em sequência:

1. **Coagulação:** É quando a água bruta recebe, logo ao entrar na estação de tratamento, uma dosagem de sulfato de alumínio. Este elemento faz com que as partículas de sujeira iniciem um processo de união.
2. **Floculação:** Quando, em tanques, continua o processo de união das impurezas, na água em movimento. As partículas se transformam em flocos de sujeira.
3. **Decantação:** As impurezas, que se aglutinaram e formaram flocos, vão se separar da água pela ação da gravidade, indo para o fundo dos tanques ou ficando presas em suas paredes.
4. **Filtração:** A água passa por grandes filtros com granulações diversas e carvão antracitoso (carvão mineral). Aí ficarão retidas as impurezas que passaram pelas fases anteriores.
5. **Desinfecção:** É a cloração, para eliminar germes nocivos à saúde e garantir a qualidade da água até a torneira do consumidor. Nesse processo pode ser usado o hipoclorito de sódio, cloro gasoso ou dióxido de cloro.
6. **Fluoretação:** É quando será adicionado fluossilicato de sódio ou ácido fluorssilícico em dosagens adequadas. A função disso é prevenir e reduzir a incidência de cárie dentária, especialmente nos consumidores de zero a 14 anos de idade, período de formação dos dentes.
7. **Correção:** É a correção de pH, quando é adicionado carbonato de sódio para uma neutralização adequada à proteção da tubulação da rede e da residência dos usuários e não haver corrosões.



## Tratamento de esgoto

Como a água proveniente do tratamento do esgoto não é destinada ao consumo humano, o tratamento é mais simples e menos criterioso, mas as especificações da água na saída da estação devem obedecer às normas ambientais, dependendo do corpo hídrico em que o efluente for descartado. Esta água pode ser reutilizada em sistemas de arrefecimento (resfriamento) e para geração de vapor nas indústrias.

O principal método de tratamento de esgoto e efluentes é o do lodo ativado, que consiste na degradação dos materiais orgânicos por bactérias aeróbias.

- **Peneiramento ou gradeamento**

O esgoto passa por grades ou peneiras para retenção de sólidos grandes;

- **Caixa de areia**

Aqui as areias, mais densas, são separadas do esgoto por decantação;

- **Decantação primária**

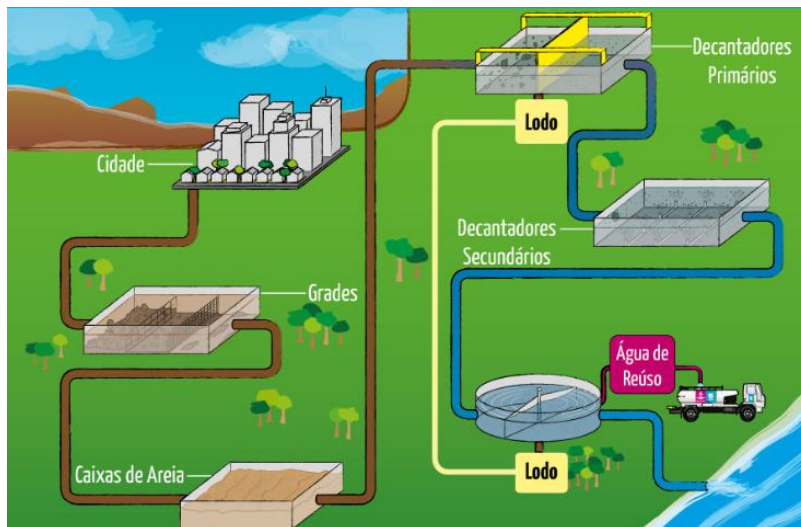
Em um decantador primário ocorre a sedimentação das outras partículas sólidas presentes;

- **Aeração**

Nos tanques de aeração, é inserido ar próximo à entrada de esgoto, fazendo multiplicar os microorganismos presentes no esgoto, para que degradem o material orgânico através de seu metabolismo natural;

- **Decantação secundária**

Após a aeração, o efluente tratado é separado do lodo ativado, que é coagulado e decantado para o fundo do tanque. Parte deste lodo é retornado ao tanque de aeração para contribuir com a degradação das impurezas e o restante é separado para secagem e descarte apropriado. A água resultante pode ser descartada em um corpo hídrico ou reutilizada.



Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

## Exercícios

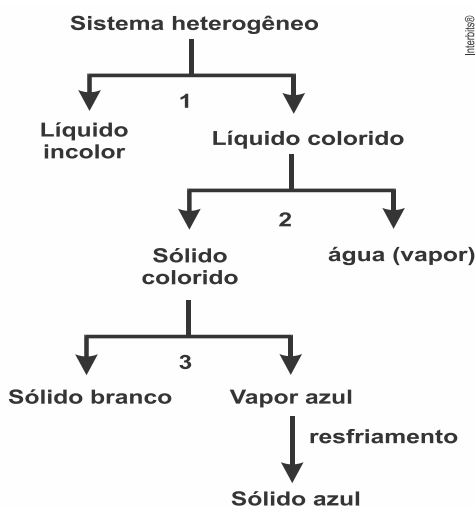
1. Uma determinada quantidade de metano ( $\text{CH}_4$ ) é colocada para reagir com cloro ( $\text{Cl}_2$ ) em excesso, a  $400^\circ\text{C}$ , gerando  $\text{HCl}_{(g)}$  e os compostos organoclorados  $\text{H}_3\text{CCl}$ ,  $\text{H}_2\text{CCl}_2$ ,  $\text{HCCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ , cujas propriedades são mostradas na tabela. A mistura obtida ao final das reações químicas é então resfriada a  $25^\circ\text{C}$ , e o líquido, formado por uma única fase e sem  $\text{HCl}$ , é coletado.

Composto	Ponto de fusão ( $^\circ\text{C}$ )	Ponto de ebulição ( $^\circ\text{C}$ )	Solubilidade em água a $25^\circ\text{C}$ (g/L)	Densidade do líquido a $25^\circ\text{C}$ (g/mL)
$\text{H}_3\text{CCl}$	-97,4	-23,8	5,3	-
$\text{H}_2\text{CCl}_2$	-96,7	39,6	17,5	1,327
$\text{HCCl}_3$	-63,5	61,2	8,1	1,489
$\text{CCl}_4$	-22,9	76,7	0,8	1,587

A melhor técnica de separação dos organoclorados presentes na fase líquida e o primeiro composto a ser separado por essa técnica são:

- decantação;  $\text{H}_3\text{CCl}$ .
- destilação fracionada;  $\text{CCl}_4$ .
- cristalização;  $\text{HCCl}_3$ .
- destilação fracionada;  $\text{H}_2\text{CCl}_2$ .
- decantação;  $\text{CCl}_4$ .

2.



Normalmente as substâncias são obtidas em mistura, seja na natureza, seja em laboratórios como produtos de reações químicas. Na maioria das vezes, é necessário separar os componentes de uma mistura para que possam ser utilizados. Para a separação, recorre-se a técnicas baseadas em

diferenças de propriedades entre os componentes da mistura. O esquema mostra as etapas de separação de uma mistura.

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que as técnicas de separação empregadas em 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- a) centrifugação, destilação fracionada e recristalização fracionada.
- b) decantação, destilação simples e sublimação.
- c) filtração, destilação simples e decantação.
- d) filtração, decantação e destilação simples.
- e) decantação, flotação e fusão fracionada.

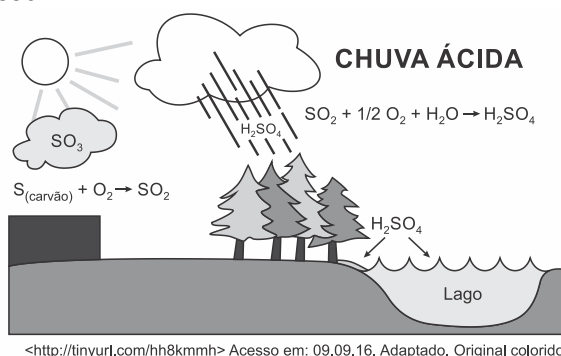
**Texto para a próxima questão:**

O fenômeno da chuva ácida está relacionado ao aumento da poluição em regiões industrializadas. Os agentes poluentes são distribuídos pelos ventos, causando danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Gases gerados pelas indústrias, veículos e usinas energéticas reagem com o vapor de água existente na atmosfera, formando compostos ácidos que se acumulam em nuvens, ocorrendo, assim, a condensação, da mesma forma como são originadas as chuvas comuns.

Um desses gases, o  $\text{SO}_2$ , é proveniente da combustão do enxofre, impureza presente em combustíveis fósseis, como o carvão e derivados do petróleo. Ele leva à formação do ácido sulfúrico.

O esquema ilustra esse processo.



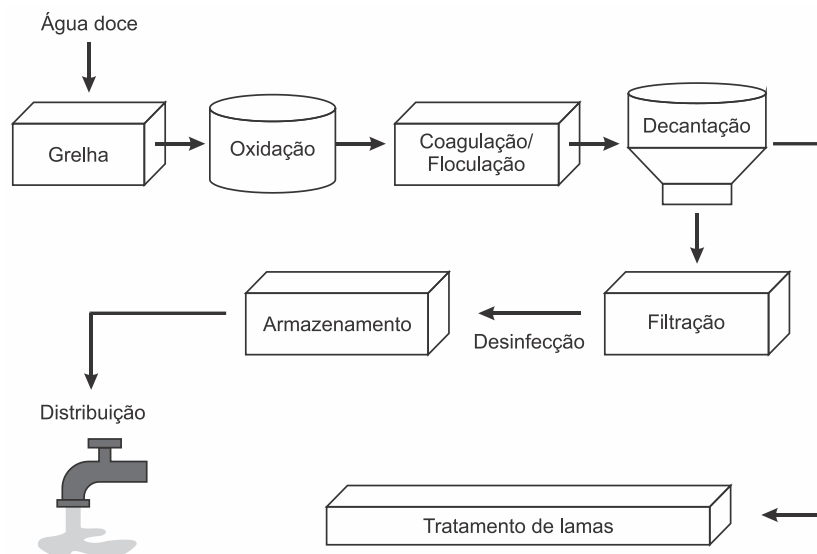
3. Uma forma de atenuar o fenômeno descrito seria a retirada do enxofre dos combustíveis derivados do petróleo, como o diesel e o óleo combustível.

Esses dois combustíveis são obtidos do petróleo por

- a) filtração.
- b) sublimação.
- c) decantação.
- d) fusão fracionada.
- e) destilação fracionada.



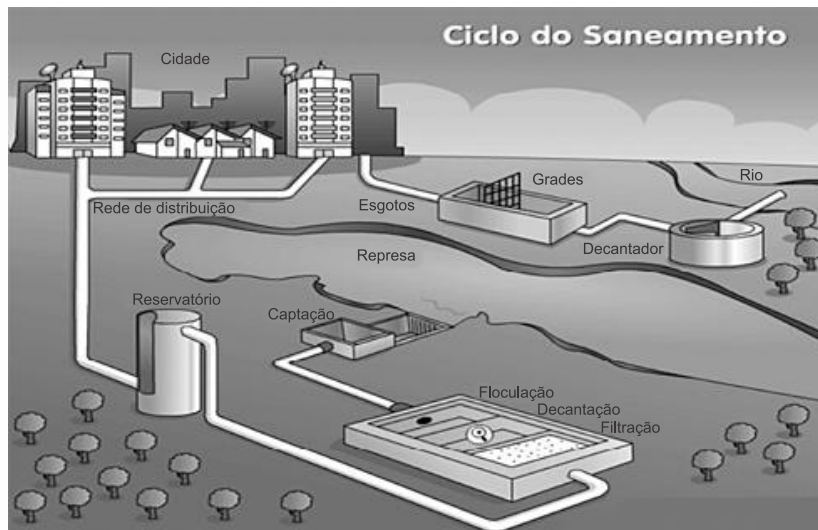
4. A figura representa a sequência de etapas em uma estação de tratamento de água.



Disponível em: [www.ecoguia.cm-mirandela.pt](http://www.ecoguia.cm-mirandela.pt). Acesso em: 30 jul. 2012.

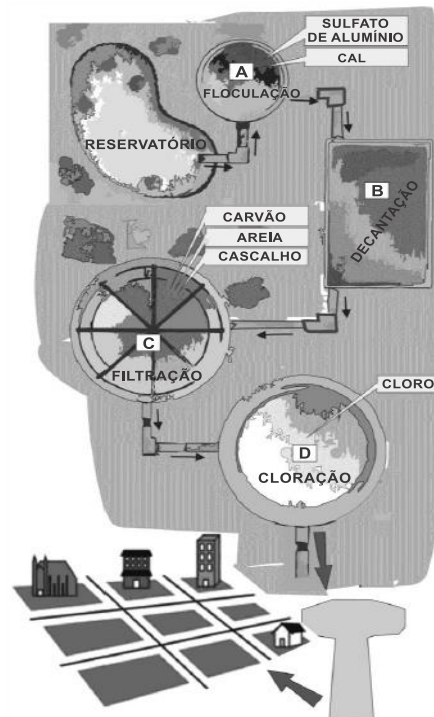
Qual etapa desse processo tem a densidade das partículas como fator determinante?

- a) Oxidação.
  - b) Floculação.
  - c) Decantação.
  - d) Filtração.
  - e) Armazenamento.
5. A água é de suma importância à população, então, é extremamente necessário que essa água seja tratada de maneira correta. Entende-se o tratamento de água como sendo um conjunto de procedimentos físicos e químicos para torná-la potável. A figura a seguir mostra as etapas do tratamento de água utilizado atualmente. A respeito do tratamento de água e das etapas referentes a esse processo, assinale a alternativa **CORRETA**.



Disponível em: <http://www.portaldoprofessor.mec.gov.br>

- a) Na etapa da floculação, a água recebe uma substância denominada sulfato de alumínio, responsável pela aglutinação dos flocos das impurezas, para que então sejam removidas.
  - b) Na fase da filtração, a água passa por várias camadas filtrantes, nas quais ocorre a retenção dos flocos menores que ficaram na decantação, ficando a água livre de todas as impurezas.
  - c) O sulfato de alumínio, existente na floculação, possui caráter básico, por esse motivo é colocado cloro na água para diminuir o seu pH.
  - d) A fluoretação é uma etapa adicional, que poderia ser dispensável, uma vez que já se faz o uso do sulfato de alumínio.
  - e) As etapas do tratamento de água: floculação, decantação e filtração, são suficientes para que a água fique em total condição de uso, não sendo necessária mais nenhuma etapa adicional para que a água torne-se potável.
6. Um noticiário de veiculação nacional apresentou uma matéria sobre racionamento de água. Na ocasião, o Governador Geraldo Alckmin deu a seguinte declaração: " Na maior estação de tratamento de São Paulo, a água do volume morto do sistema Cantareira começa a passar por uma série de processos químicos até se transformar em água potável. Sabe-se que o completo tratamento de água compreende diferentes etapas que incluem processos químicos e físicos, conforme a ilustração a seguir.
- Racionamento de água no sistema Cantareira. *Jornal Nacional*. São Paulo. TV Globo, 15 mai. 2014. Programa de TV. (adaptado)

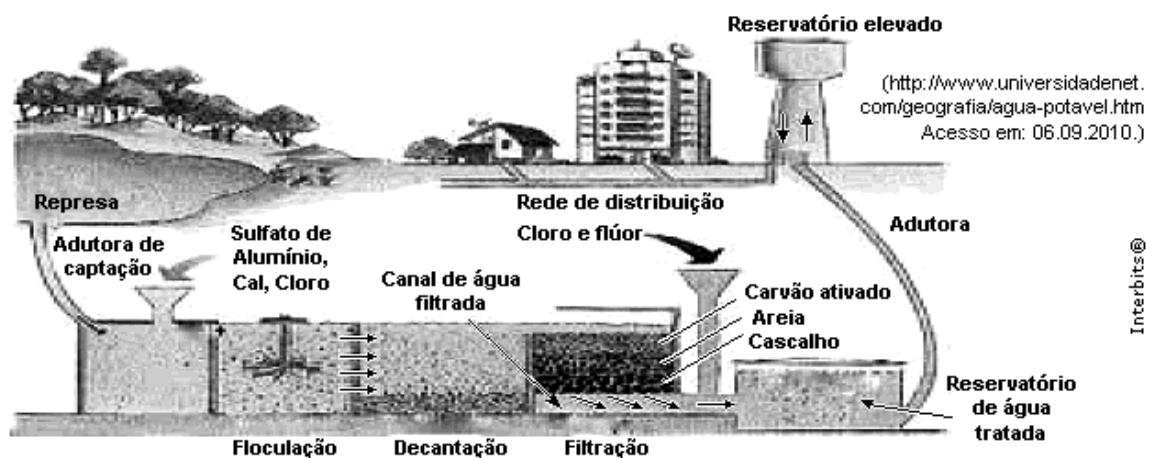


Fonte: HARTWIG, D. R.; SOUZA, E.; MOTA, R. N. Química Geral e Inorgânica, São Paulo: Scipione, 1999.

Com base nas informações contidas no texto e na ilustração, as etapas em que são adicionadas substâncias químicas correspondem às representadas em

- a) A e B.
- b) A e C.
- c) A e D.
- d) B e C.
- e) C e D.

7. Durante qualquer atividade física ou esportiva, devemos tomar água para repor o que perdemos na transpiração. Por esse motivo, é muito importante a qualidade da água consumida. Pensando nisso, observe o esquema de uma estação de tratamento de água.



Sobre os processos usados no tratamento de água, assinale a afirmação correta.

- a) A floculação facilita o processo de decantação.
- b) A fluoretação é necessária para termos água potável.
- c) Na decantação, temos agitação do sistema para facilitar a filtração.
- d) O processo de filtração serve para eliminar os germes patogênicos.
- e) Após o tratamento da água, temos no reservatório uma substância pura.

8. Os diversos processos de separação existentes são de grande importância social e econômica. A partir deles, podem-se fazer análises sanguíneas, obter derivados de petróleo, produzir bebidas alcoólicas, entre outras coisas. Alguns processos de separação estão mencionados na coluna da esquerda. Faça a associação entre cada mistura (coluna da direita) que pode ser separada por um processo mencionado.

1.	Dissolução fracionada.	I.	Mistura homogênea contendo etanol e éter.
2.	Catação.	II.	Água de esgoto contendo partículas insolúveis.
3.	Destilação fracionada.	III.	Amostra contendo sal de cozinha e pó de mármore.
4.	Decantação.	IV.	Amostra contendo serragem e chumbo em pó.

- a) I → 1/II → 3/III → 2/IV → 4.
- b) I → 1/II → "inviável"/III → 4/IV → 2.
- c) I → 4/II → 1/III → 2/IV → 3.
- d) I → 3/II → 4/III → 1/IV → "inviável".

9. Uma empresa de reciclagem de resíduos industriais recebeu uma grande quantidade de resíduo industrial contendo basicamente uma mistura dos seguintes metais: mercúrio, alumínio e ferro. A empresa tem interesse em desenvolver um processo para a separação dos componentes desta mistura. Assinale, dentre as alternativas abaixo, aquela que fornece uma sequência adequada para a separação dos componentes da mistura.

- a) Centrifugação, sifonação e levigação.
- b) Catação, flotação e decantação.
- c) Destilação simples e separação magnética.
- d) Filtração, fusão fracionada, decantação e ventilação.
- e) Ventilação e levigação.

10. O petróleo é uma mistura de substâncias chamadas hidrocarbonetos, que pode dar origem a gasolina, querosene, óleo combustível, óleo diesel, óleo lubrificante e também a substâncias que serão posteriormente transformadas pela indústria petroquímica em plásticos, fertilizantes, vernizes e fios para tecelagem.

O processo que permite a separação dessas substâncias a partir do petróleo bruto é conhecido como:

- a) solidificação fracionada
- b) dissolução fracionada

- c) destilação fracionada
- d) fusão fracionada
- e) decantação

Gabarito

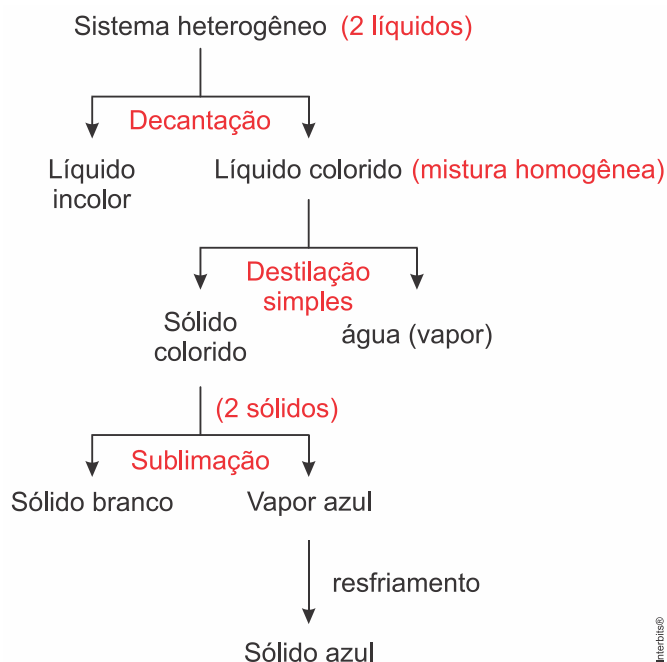
1. D

Como o  $\text{H}_3\text{CCl}$  já se encontra no estado gasoso a  $25^\circ\text{C}$ , deve-se fazer a destilação fracionada dos outros compostos que se encontram no estado líquido.

Composto	Ponto de fusão ( $^\circ\text{C}$ )	Ponto de ebulição ( $^\circ\text{C}$ )
$\text{H}_3\text{CCl}$	-97,4	-23,8 (Gasoso a $25^\circ\text{C}$ )
$\text{H}_2\text{CCl}_2$	-96,7	(Líquido a $25^\circ\text{C}$ ) 39,6
$\text{HCCl}_3$	-63,5	(Líquido a $25^\circ\text{C}$ ) 61,2
$\text{CCl}_4$	-22,9	(Líquido a $25^\circ\text{C}$ ) 76,7

Destes compostos, o  $\text{H}_2\text{CCl}_2$  apresenta o menor ponto de ebulição ( $39,6^\circ\text{C}$ ), logo será recolhido antes dos outros no processo de separação.

2. B



3. E

Na obtenção de combustíveis derivados do petróleo é utilizado o processo de separação líquido - líquido denominado destilação fracionada.

4. C

Na etapa de decantação as fases imiscíveis e que apresentam densidades diferentes são separadas pela ação da gravidade.

5. A

- a) Correta. A floculação é uma etapa do tratamento de água onde um composto químico, no caso o sulfato de alumínio, aglutina os flocos de sujeira para promover a decantação e então ser removido.
- b) Incorreta. A filtração embora retenha pequenas partículas que tenham passado da fase da decantação, existem ainda impurezas, como micro-organismos patogênicos que somente a etapa de desinfecção é capaz de eliminar.
- c) Incorreta. O sulfato de alumínio é formado a partir de uma base fraca e de um ácido forte, sendo, portanto, um sal com caráter ácido.
- d) Incorreta. A função do fluoretação é ajudar na prevenção de cáries dentárias.
- e) Incorreta. Depois da filtração a água ainda passa por outras etapas, dentre elas a cloração que é responsável eliminar micro-organismos patogênicos presentes e a fluoretação.

6. C

Nas estações de tratamento a água que será consumida pela população precisa passar por uma série de etapas que possibilite eliminar todos os seus poluentes.

Uma dessas etapas é a coagulação ou floculação, com o uso de hidróxido de cálcio, conforme a reação:  $3\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4$ .

O hidróxido de alumínio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) obtido, que é uma substância insolúvel em água, permite reter em sua superfície muitas das impurezas presentes na água.

Na etapa A, a adição de cal, nome vulgar do óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ), tem o objetivo de corrigir o pH para aumentar a eficiência no processo de floculação das partículas em suspensão. O cal reage com os íons  $\text{H}^+$  para aumentar o pH do meio.

Na etapa D ocorre a adição hipoclorito de sódio (leigamente conhecido como cloro) para a desinfecção da água.

7. A

A floculação facilita o processo de decantação, pois aglutina partículas sólidas.

8. D

Teremos:

I.	Mistura homogênea contendo etanol e éter.	3.	Destilação fracionada.
II.	Água de esgoto contendo partículas insolúveis.	4.	Decantação.
III.	Amostra contendo sal de cozinha e pó de mármore.	1.	Dissolução fracionada.
IV.	Amostra contendo serragem e chumbo em pó.	x	Separação por líquido de densidade intermediária (não há resposta)


9. C

Destilação simples: separa o vapor de mercúrio do alumínio e do ferro.


Separação magnética: separa o ferro sólido do alumínio.

10. C

Destilação fracionada, pois trata-se de um processo que separa os componentes de uma mistura homogênea, pela diferença do seu ponto de ebulição.

 /vestibulares

## **Métodos de separação de misturas (análise imediata)**

 /vestibulares

**Chega aí, vamos falar de separação de misturas em:**

- 01. Mistura Heterogênea**
- 02. Mistura Homogênea**
- 03. Tratamento de água e esgoto**



d /vestibulares

# 01.

## Misturas heterogênea



d /vestibulares

Sólido + Sólido

## Catação



Catação de feijão

d /vestibulares

Sólido + Sólido

### Peneiração



### Tamisação



d /vestibulares

Sólido + Sólido

### Separação magnética ou imantação



d /vestibulares

Sólido + Sólido

## Ventilação

Arraste por corrente de ar

Alpiste e a casca

X

## Levitação

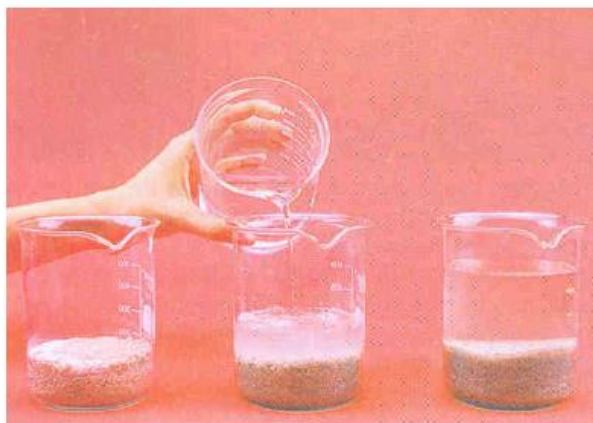
Arraste por corrente de água



d /vestibulares

Sólido + Sólido

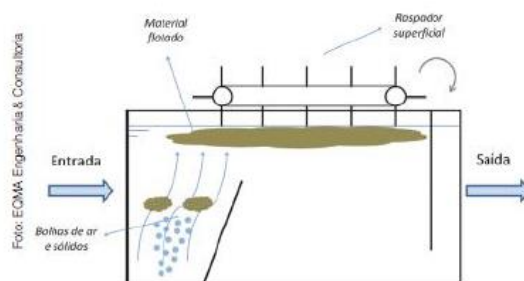
## Dissolução fracionada



d /vestibulares

Sólido + Sólido

## Flotação



Esquema genérico do tanque de flotação

d /vestibulares

Sólido + Sólido

## Cristalização fracionada



d /vestibulares

Sólido + Sólido

### Sublimação



d /vestibulares

Sólido + Líquido

### Decantação ou sedimentação fracionada

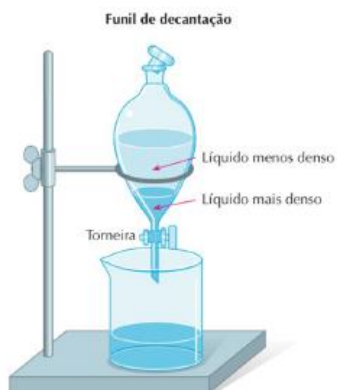




d /vestibulares

## Líquido + Líquido

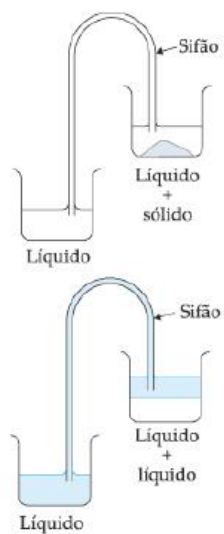
## Decantação ou sedimentação fracionada



d /vestibulares

## Sólido + Líquido

## Sifonação

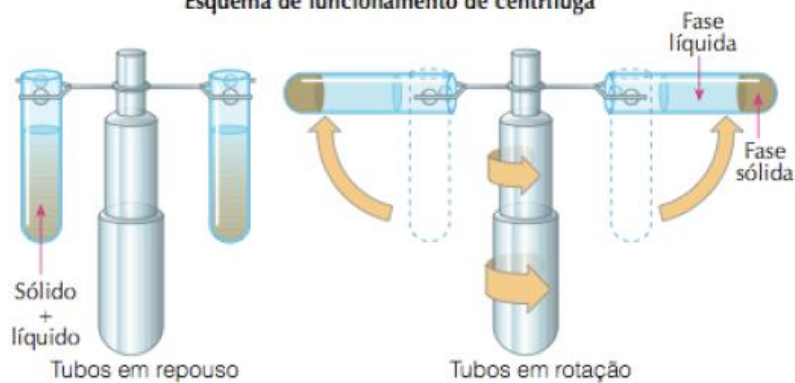


d /vestibulares

Sólido + Líquido

## Centrifugação

Esquema de funcionamento de centrífuga



d /vestibulares

Sólido + Líquido

## Filtração comum



## Filtração a vácuo



d /vestibulares

Sólido + Líquido

Opa! Fazendo um café ou chá

Extração + filtração



d /vestibulares

Sólido + Gás

Opa! Filtro de ar condicionado

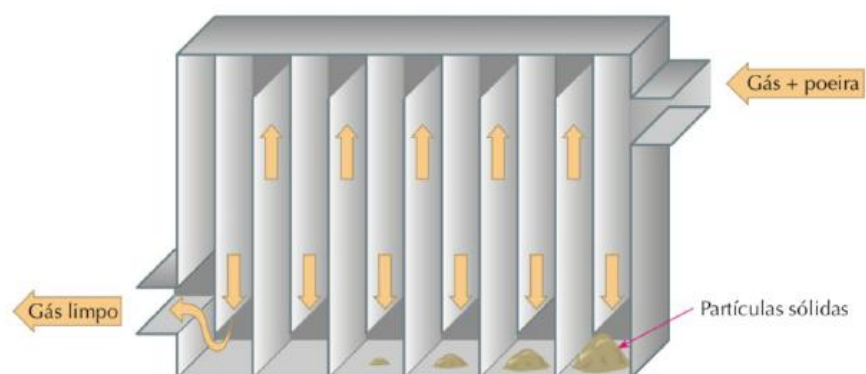




d /vestibulares

Sólido + Gás

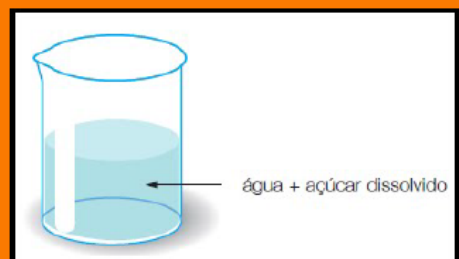
### Câmara de poeira



d /vestibulares

# 02.

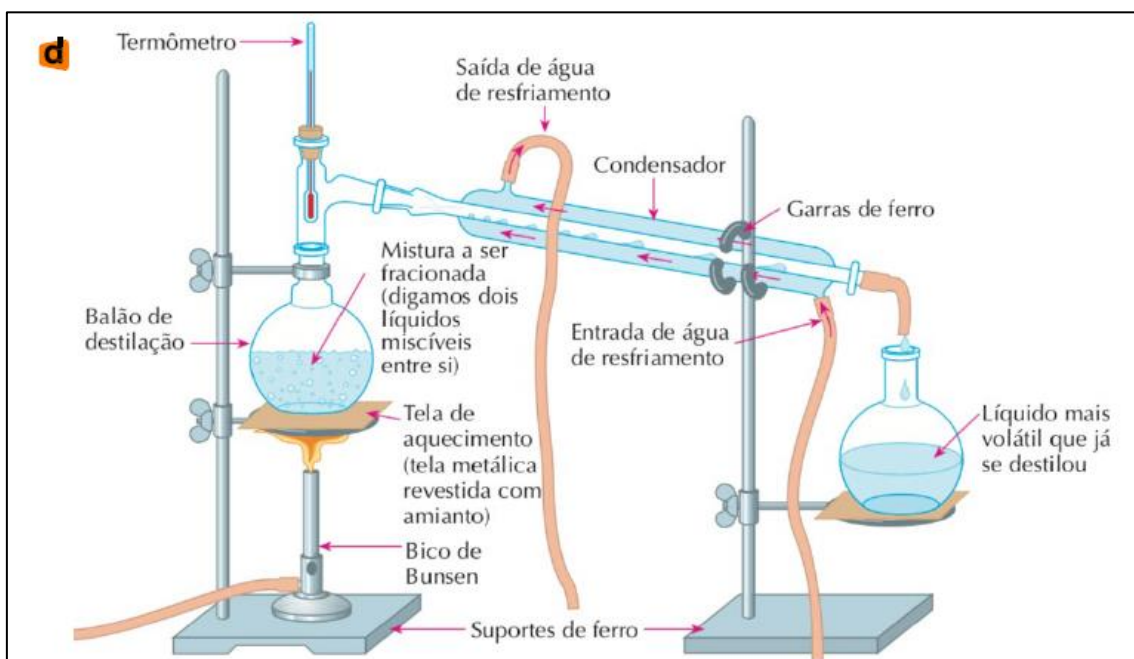
## Misturas homogênea



d /vestibulares

Sólido + Líquido

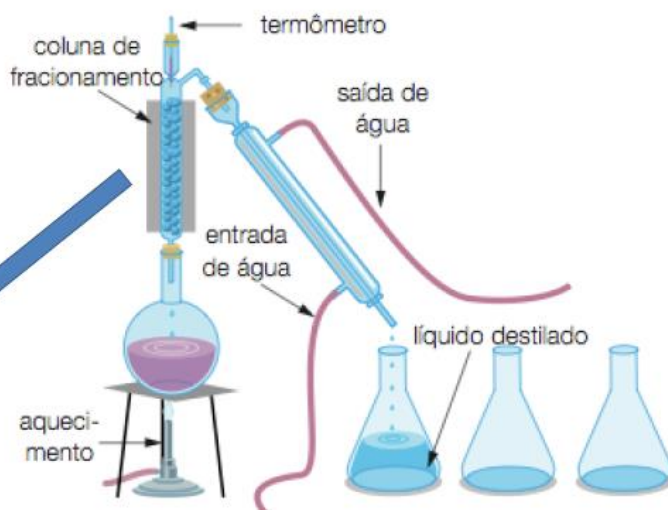
## Evaporação



d /vestibulares

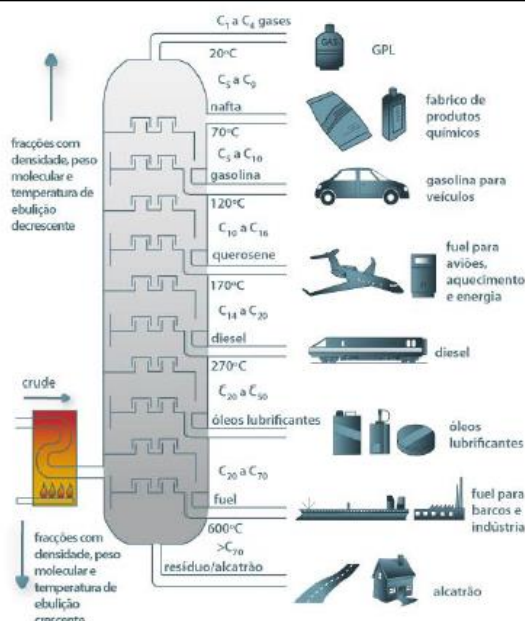
## Líquido + Líquido

## Destilação fracionada



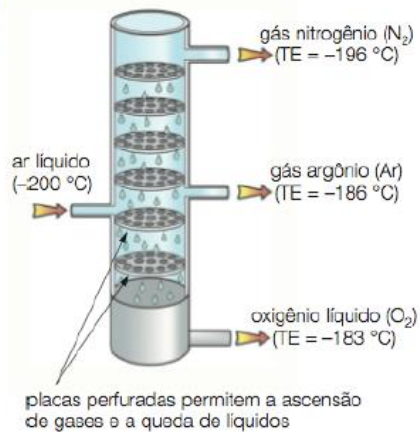
d /vestibulares

## Destilação fracionada do petróleo



d /vestibulares

Gás + Gás

**Liquefação  
fracionada****Opa!**

É possível separar  
gases por destilação  
fracionada

d /vestibulares

**03.****Tratamento de água  
e esgoto**

d /vestibulares

## Tratamento de água

