



EEL-USP

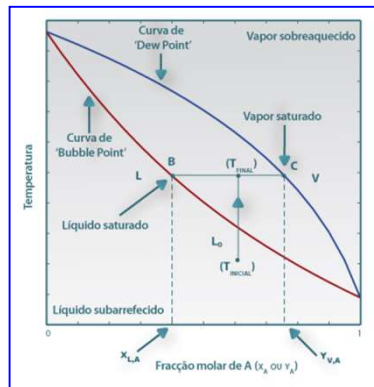
Escola de Engenharia de Lorena - USP



Coluna de Destilação

Colégio Técnico de Lorena (COTEL)

Operações Unitárias Destilação



Prof. Lucrécio Fábio dos Santos

Departamento de Engenharia Química

LOQ/EEL

Atenção: Estas notas destinam-se exclusivamente a servir como roteiro de estudo. Figuras e tabelas de outras fontes foram reproduzidas estritamente com fins didáticos.

DESTILAÇÃO

A destilação é uma operação unitária frequentemente utilizada para:

- Separar líquidos miscíveis com volatilidades diferentes;
- Separar líquidos de sólidos solúveis.

Aplicação industrial

- ✓ Refinarias de petróleo: para separação do petróleo em diversos hidrocarbonetos de menor peso molecular;
- ✓ Indústrias de biocombustíveis, como na purificação do etanol;
- ✓ Separação do ar: para obtenção de gases puros (oxigênio, nitrogênio);
- ✓ Indústrias de alimentos: para fabricação de bebidas destiladas e obtenção de essências vegetais;
- ✓ Indústria de perfumaria e cosméticos: na extração de óleos essenciais de folhas e ervas para agentes aromatizantes;
- ✓ Dessalinização da água.

Classificação

- ✓ A destilação é uma Operação Unitária integrada no conjunto das operações de **Transferência de Massa**.

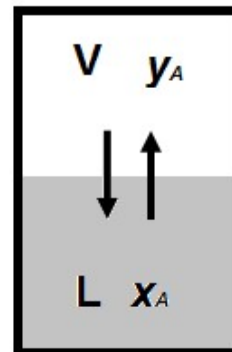
O mecanismo envolvido nesta operação de separação baseia-se no princípio do **equilíbrio líquido/vapor**.

Princípio do processo

Operação baseada na separação de misturas homogêneas por sua volatilização parcial.

A separação ocorre devido a **diferenças de volatilidade**.

Os vapores gerados são mais ricos nos componentes mais voláteis do que o líquido (mistura inicial), o que possibilita a separação das frações.



$$y_A > x_A$$

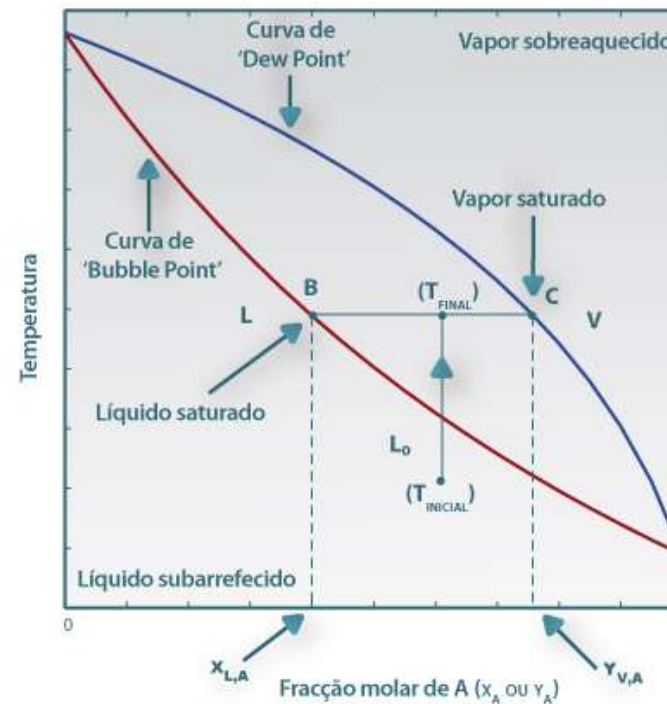
A ... Componente mais volátil

Equilíbrio líquido vapor de uma mistura binária

Princípio do processo

Diagrama de fase líquido-vapor

A linha horizontal, em T_{final} (B-C), é chamada de linha de amarração; ela liga as composições de líquido e vapor que estão em equilíbrio



Equilíbrio líquido vapor de uma mistura binária



Principais tipos de destilação

- ✓ Destilação diferencial (batelada);
- ✓ Destilação flash;
- ✓ Destilação fracionada (Contínuo – multiestágio);
- ✓ Destilação por arraste por vapor d'água;
- ✓ Destilação extrativa.

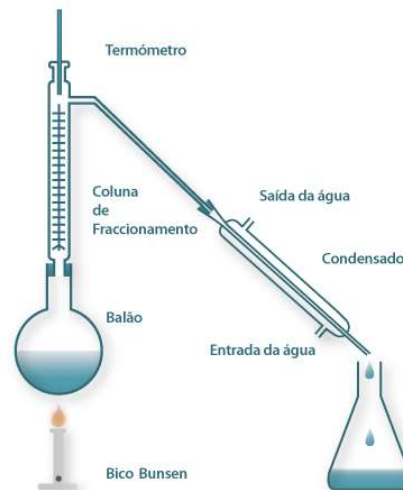
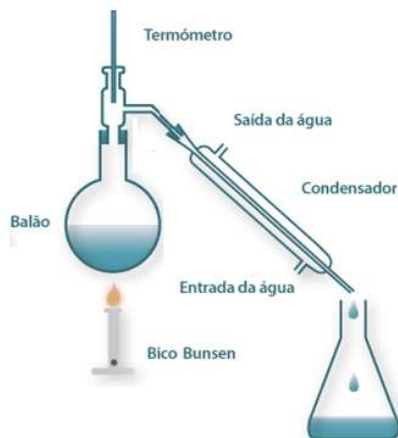


Coluna de Destilação

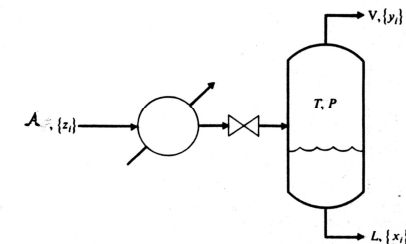
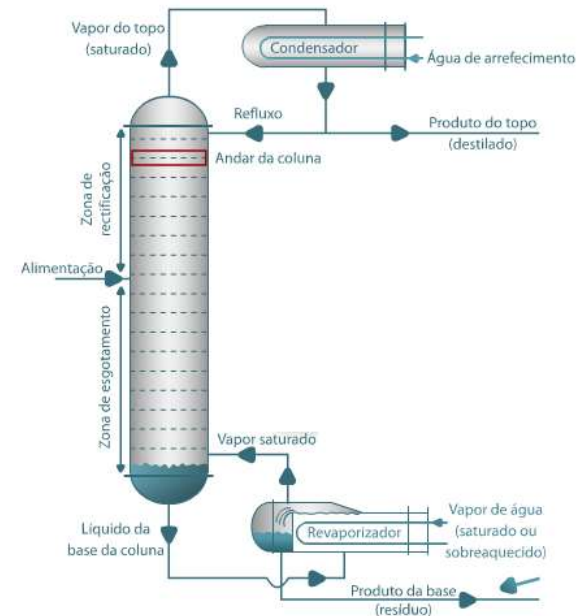


Principais tipos de destilação

Os métodos de separação diferem um do outro pelo **modo de conduzir a operação** e pelo **tipo de equipamento** utilizado, porém todos estão baseados por um mesmo princípio: o vapor produzido por uma dada mistura está geralmente mais concentrado do que o líquido.



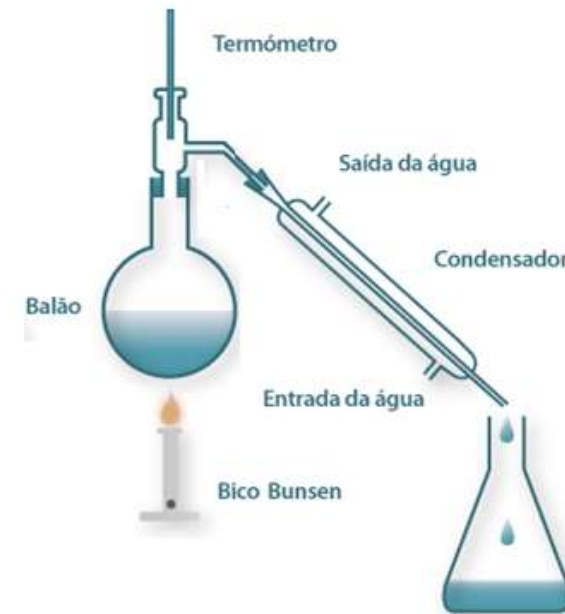
Componentes da coluna de destilação





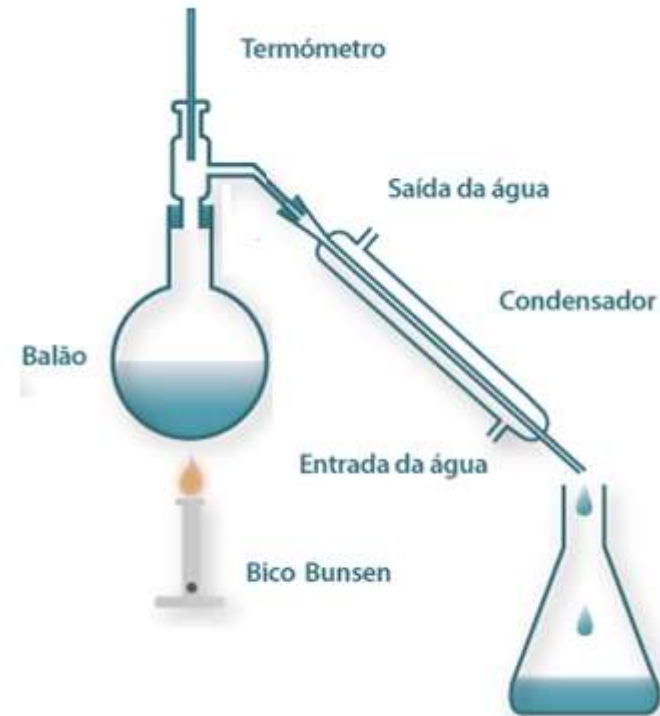
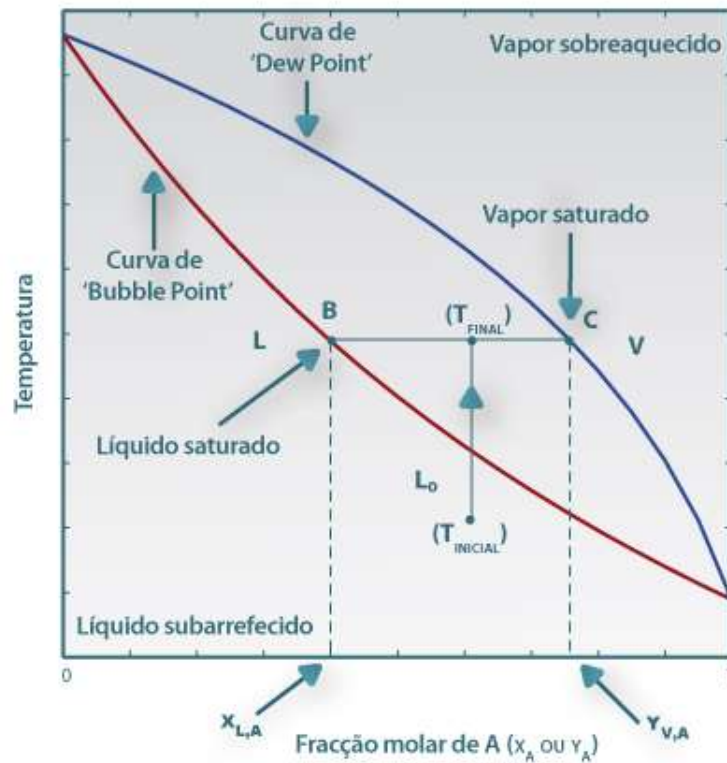
Destilação diferencial

- ✓ A mistura líquida é aquecida dentro de um recipiente (vaso) onde parte do líquido evapora.
- ✓ A fase vaporizada contém a maior parte dos componentes mais voláteis.
- ✓ Esse vapor é resfriado em um condensador formando um líquido que é recolhido em outro recipiente
- ✓ Como resultado do processo tem-se duas frações líquidas com composições diferentes:
 - o líquido restante no balão (com alta concentração dos componentes menos voláteis);
 - o condensado (com concentração mais alta dos componentes mais voláteis).





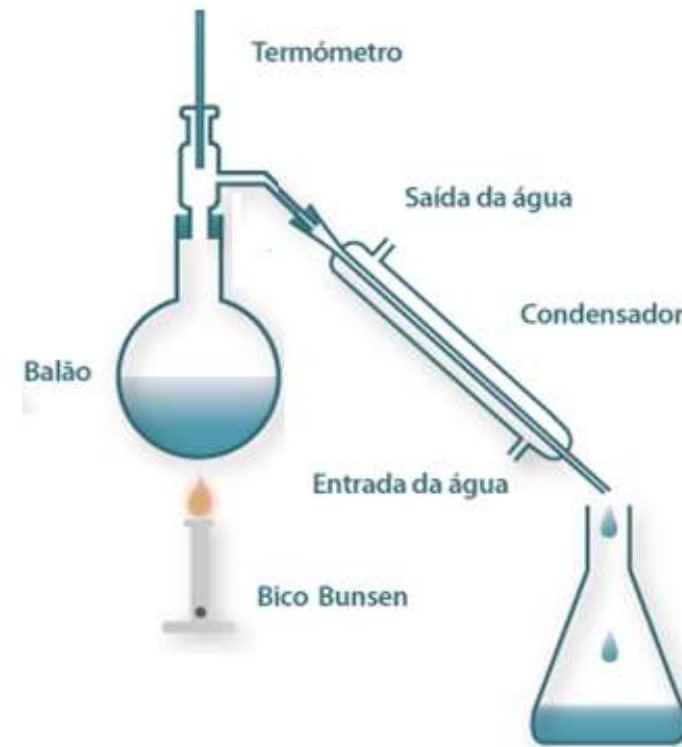
Destilação diferencial





Destilação diferencial

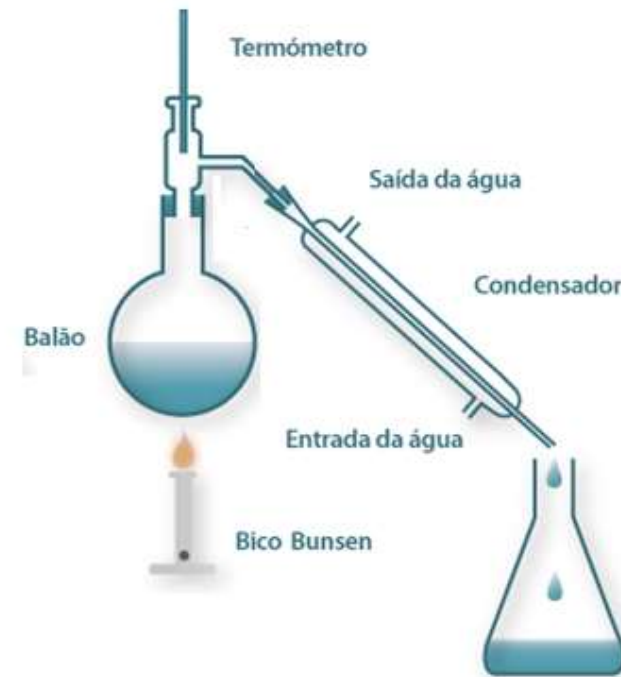
- Baixa eficiência (um único estágio).
- São utilizadas para a separação de impurezas não voláteis ou para separar líquidos de pontos de ebulição muito afastados.
- Pode ser utilizada como uma etapa inicial de remoção de componentes mais voláteis.
- Utilizada em escala de bancada, por ser de simples operação e baixo custo de implementação.





Destilação diferencial

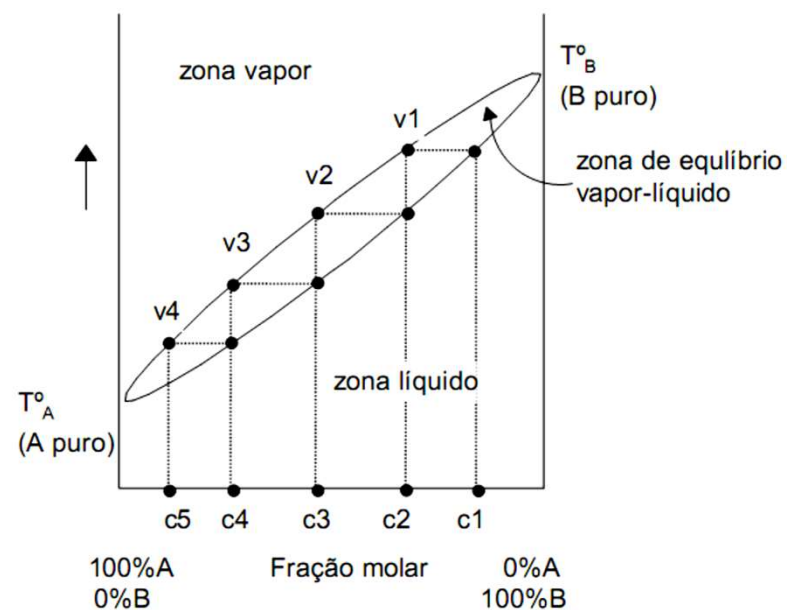
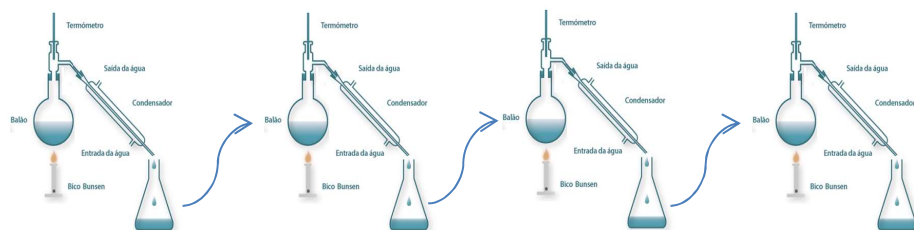
- ✓ Utilizada também na indústria de bebidas.



Destilação Fracionada

No decorrer da destilação, o ponto de ebulição da mistura sofre uma elevação gradual, uma vez que a composição do vapor se torna cada vez mais rica no componente mais volátil.

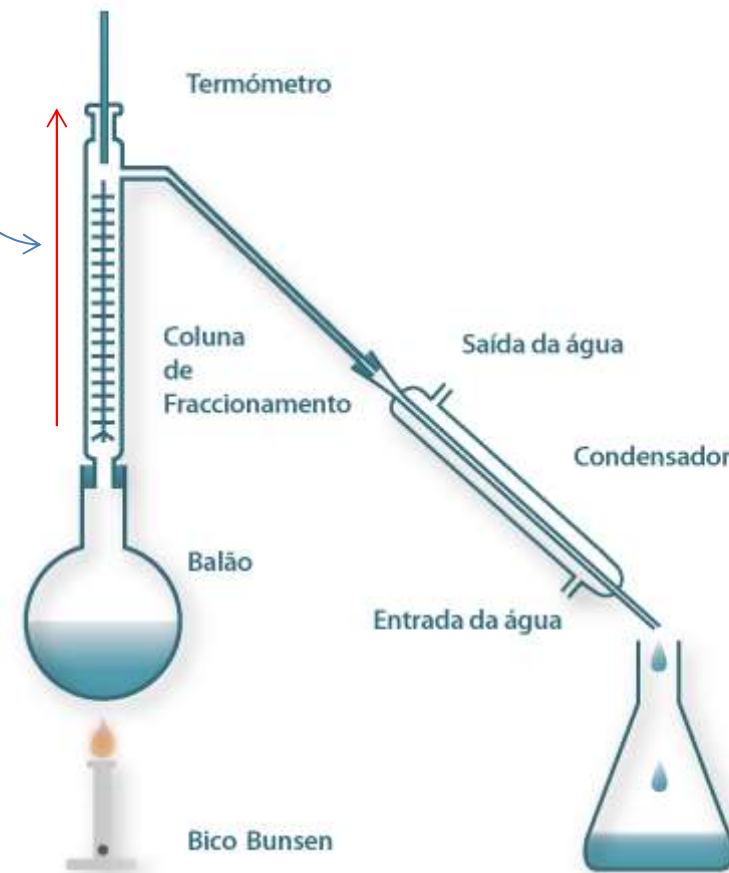
Para purificar misturas deste tipo, seria necessário separar a primeira fração do destilado, rica no componente mais volátil e novamente destilar esta primeira fração separadamente, repetindo várias vezes este processo até obter a composição desejada na fração destilada final.





Destilação Fracionada

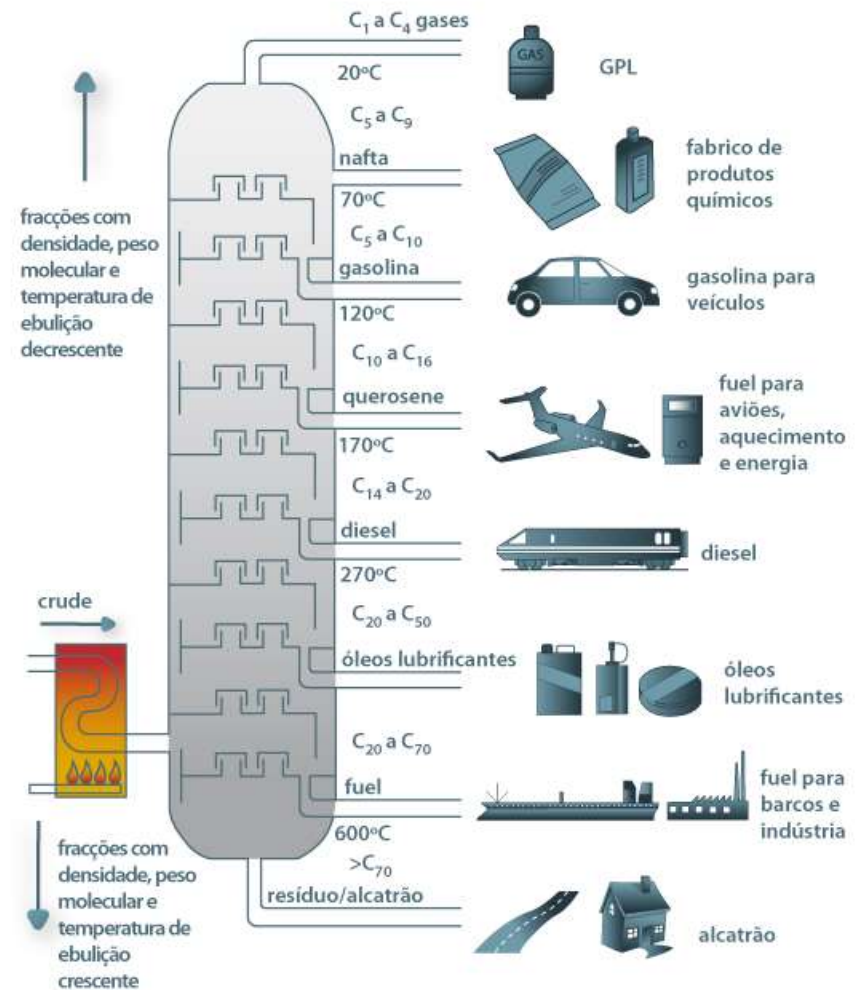
Uma outra maneira de realizar esta operação é com o emprego de colunas de fracionamento.



Destilação Fracionada (processo contínuo)



Torre de destilação de uma refinaria de petróleo

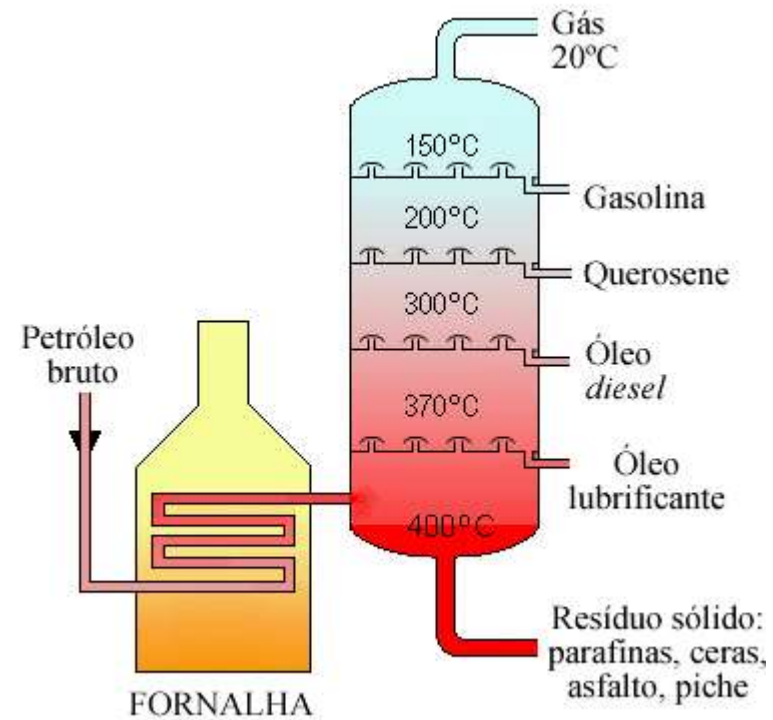




Destilação Fracionada (processo contínuo)



Torre de destilação de uma refinaria de petróleo



Vídeo

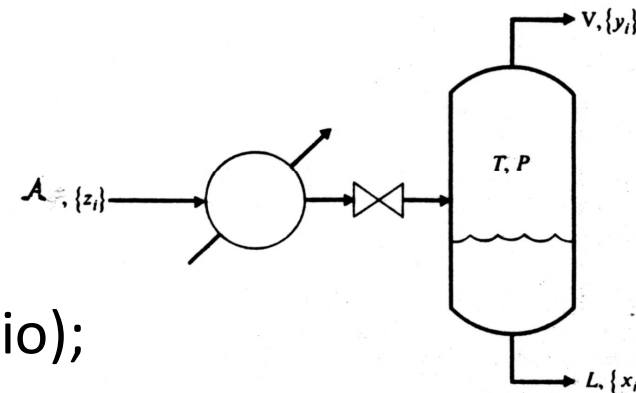


Destilação Flash

(processo contínuo)

Despressurização rápida

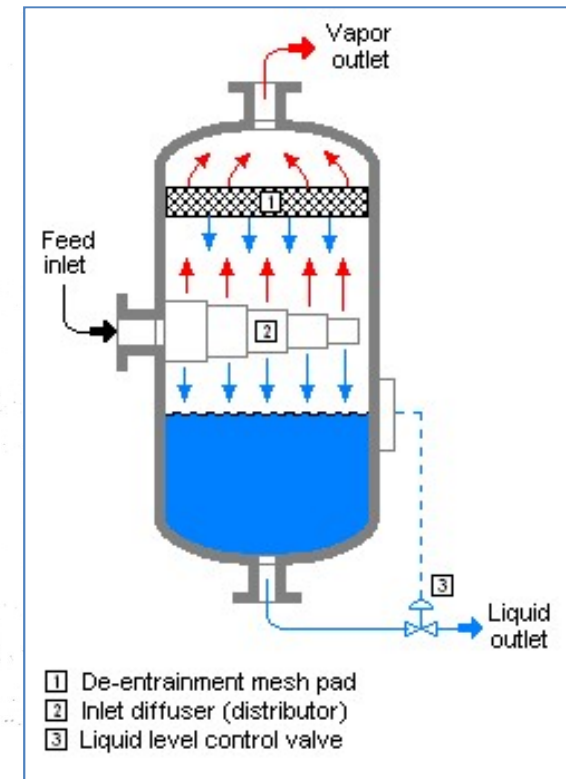
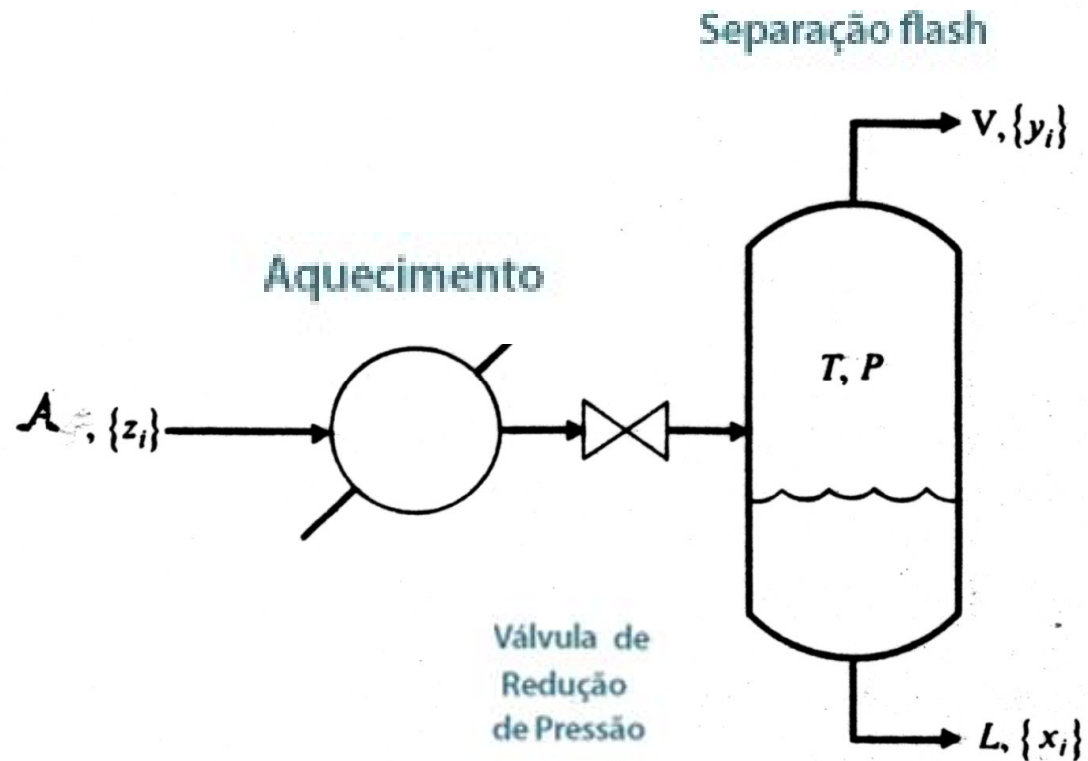
- ✓ Baixa eficiência (um único estágio);
- ✓ Normalmente utilizada como uma etapa auxiliar à outra operação de destilação.





Destilação Flash

(processo contínuo)

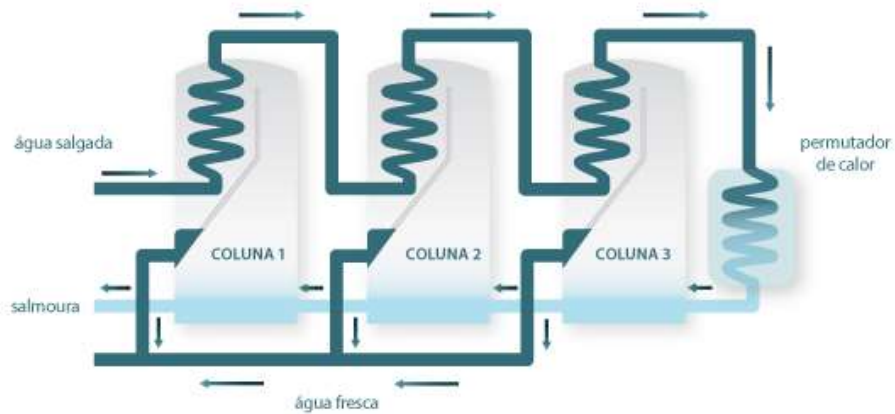




Destilação Flash

(processo contínuo)

Dessalinização da Água do Mar
Destilação

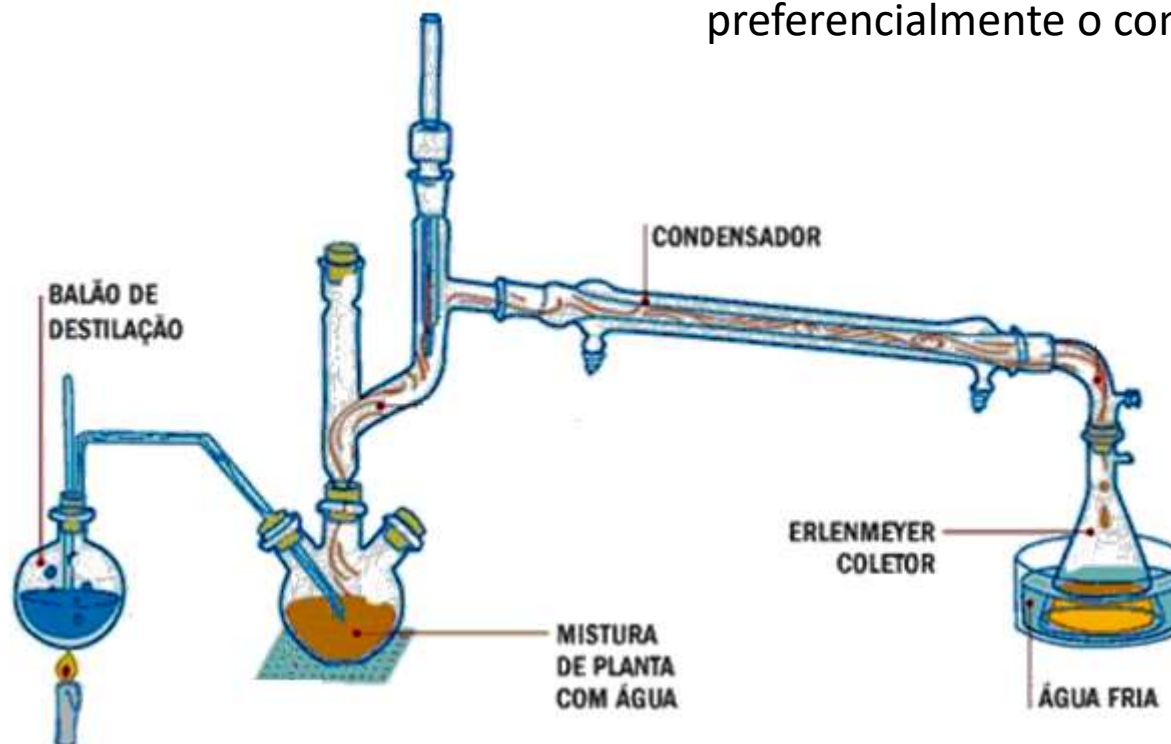




Destilação por arraste a vapor d'água

É um método variante de destilação simples, consiste em injetar vapor no balão em vez de realizar o aquecimento direto.

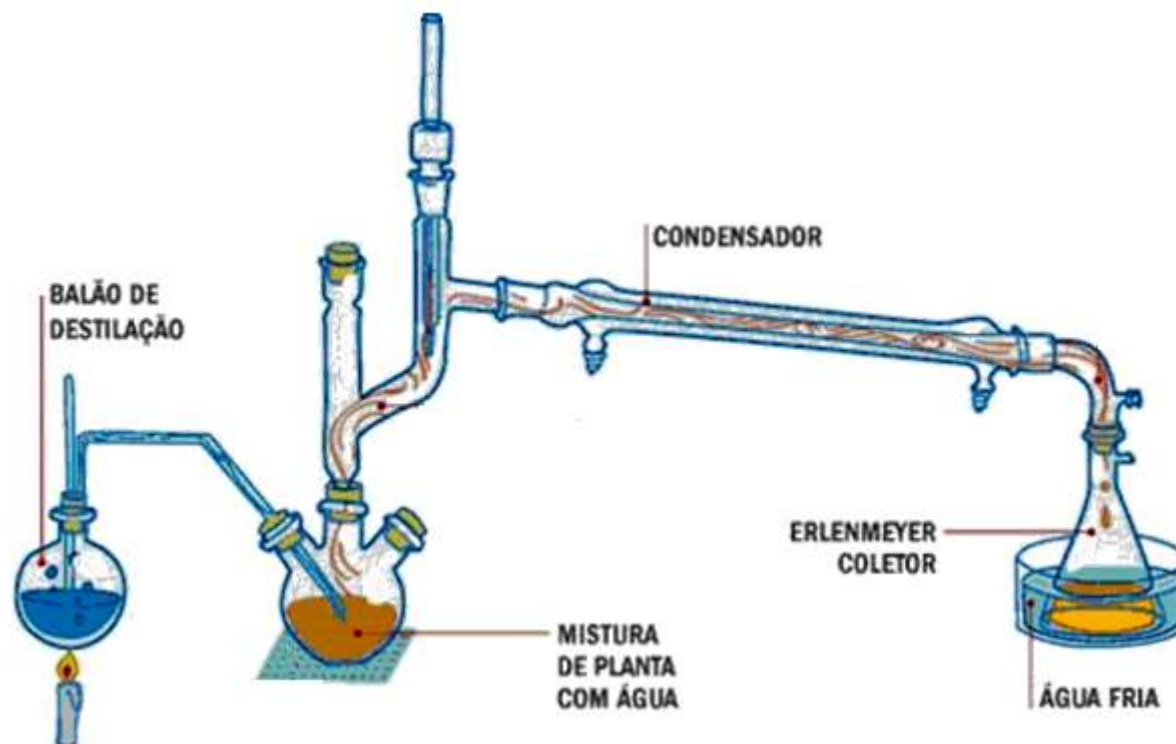
O vapor que sai da mistura arrasta preferencialmente o componente mais volátil.





Destilação por arraste a vapor d'água

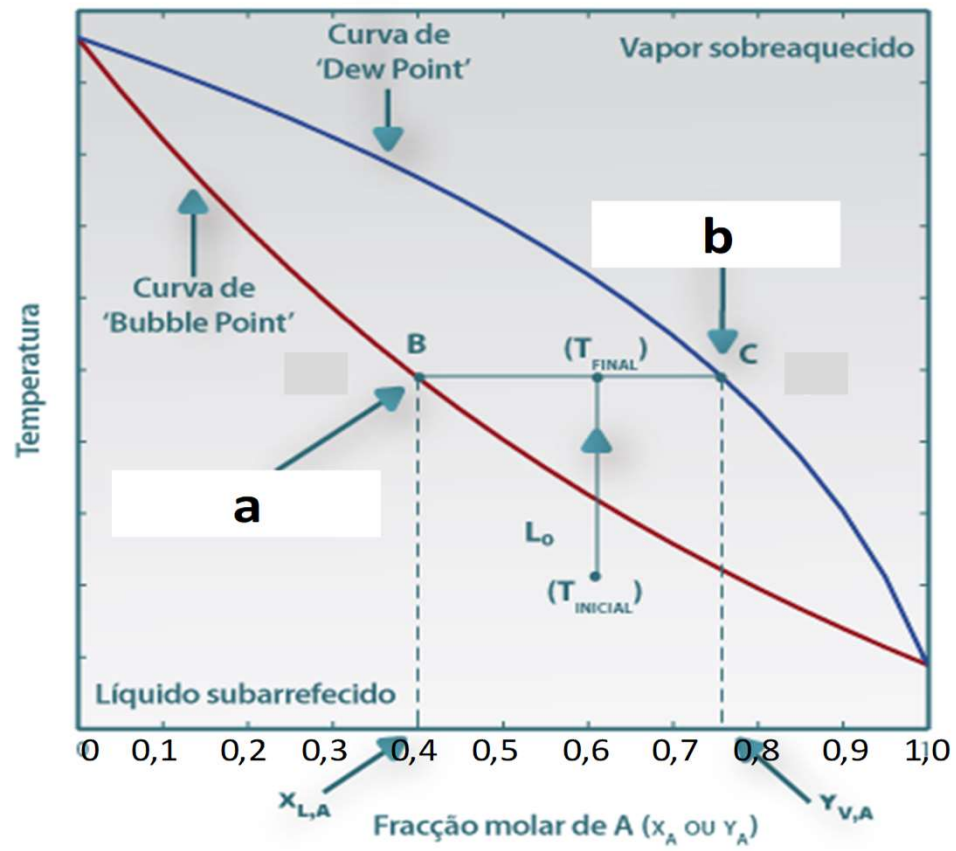
Seu maior emprego é a vaporização de misturas com características desfavoráveis de transferência da calor ou de líquidos que se decompõem quando destilados normalmente à pressão atmosférica.



EXERCÍCIO

Observe o diagrama de fase líquido-vapor mostrado na próxima tela e responda as seguintes questões:

1. O que significam as linhas denominadas de a e b no diagrama de fases?
2. Defina ponto de bolha (“bubble point”) e ponto de orvalho (“dew point”).
3. Suponha um aquecimento de uma mistura de dois líquidos miscíveis em um processo de destilação, conforme mostrado no diagrama de T_{inicial} até T_{final} . De acordo com o diagrama, após este aquecimento qual é a composição da fase líquida e da fase vapor, em termos de fração molar?



Ponto de bolha. Quando um líquido composto por dois ou mais componentes é aquecido, o **ponto de bolha** é a temperatura (a uma dada pressão) onde a primeira **bolha** de vapor é formada. ... Para um único componente, o **ponto de bolha** e o **ponto de orvalho** são os mesmos e são referidos como o **ponto** de ebulição.