

**E) Operações de Separação** ⇒ Maior grupo das operações unitárias, e são as que mais envolvem **cálculos de balanço de massa** (balanço de material) e, em alguns casos, **balanço de energia**.

Este grupo de operações inclui:

***processos físicos envolvendo a separação de duas fases***

***(sólido-líquido, líquido-líquido) →***

✓ **Filtração**

✓ **Decantação**

✓ **Centrifugação**

***processos em que ocorrem transferência de massa de uma fase para a outra →***

***por afinidade:***

✓ **Absorção** (do gás para o líquido)

✓ **Extração** (de líquido para outro líquido)

✓ **Adsorção** (de uma mistura gasosa/líquida para um sólido)

✓ **Secagem**, etc.

***pela influência da troca de calor:***

✓ **Evaporação**

✓ **Destilação**

✓ **Cristalização**, etc.

# DESTILAÇÃO

**Objetivo:** Separar uma mistura (líquida, parcialmente líquida ou vapor) em duas outras misturas em função das diferenças de volatilidade, utilizando calor como agente de separação.

**Procedimento:**, Em um aparelho chamado refeedor um líquido com maior energia (vapor d'água ou óleo térmico) fornece calor ao líquido a destilar. Este líquido é vaporizado total ou parcialmente e é encaminhado para a torre de destilação.

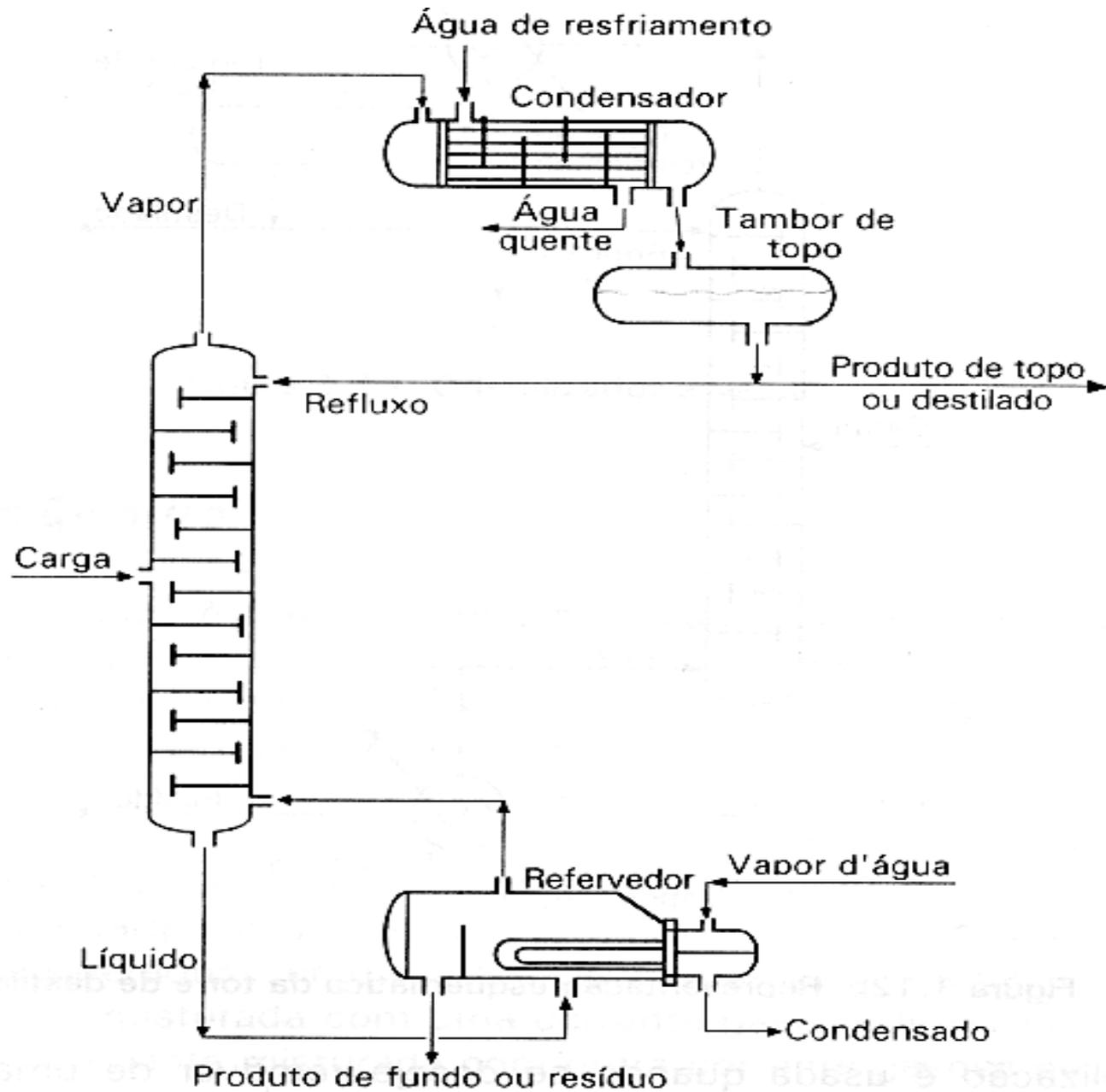
O vapor que consegue atravessar a coluna é direcionado a um condensador e o líquido condensado armazenado no tambor de topo. Parte do produto de topo retorna a coluna de destilação formando um fluxo descendente.

A mistura rica no componente de menor ponto de ebulição é chamada de destilado (produto de topo) e a mistura rica no componente menos volátil é chamada de resíduo (produto de fundo).



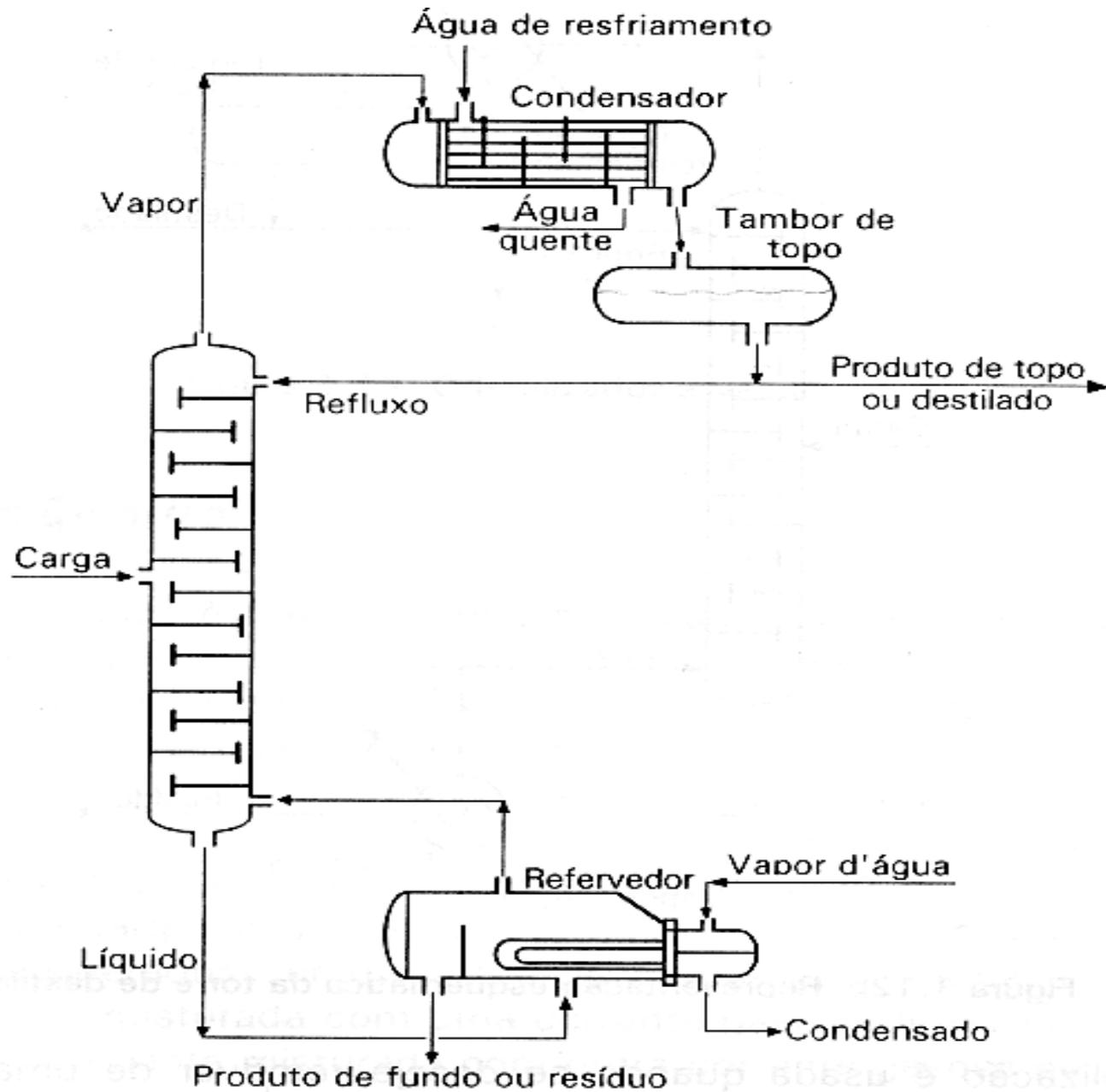
Coluna de Destilação



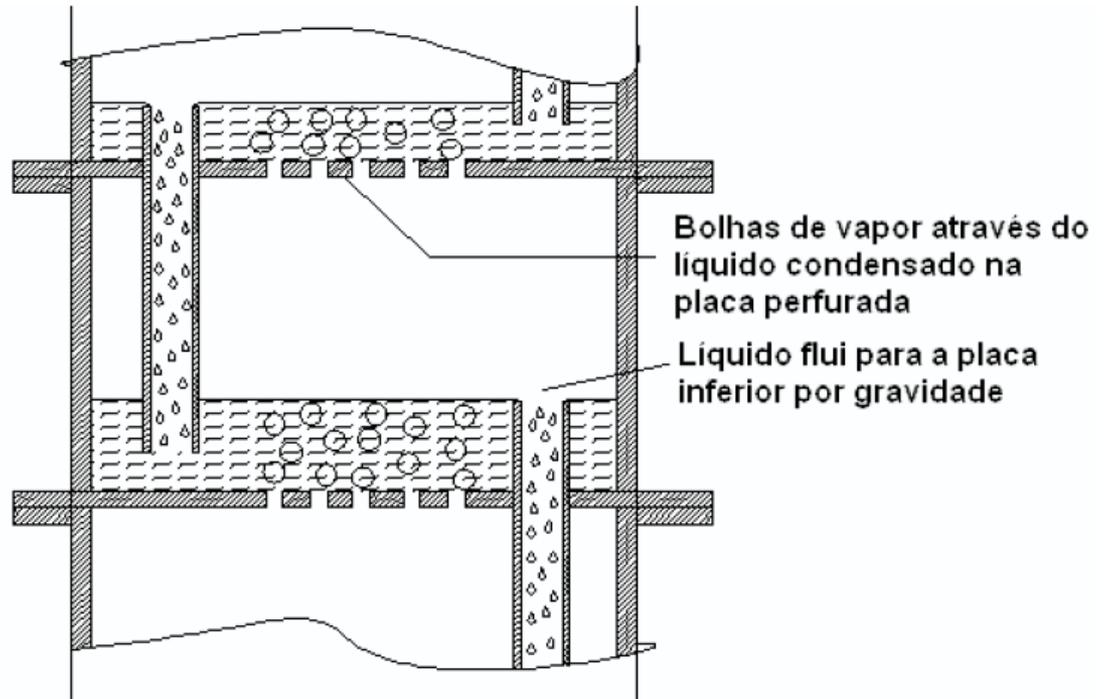
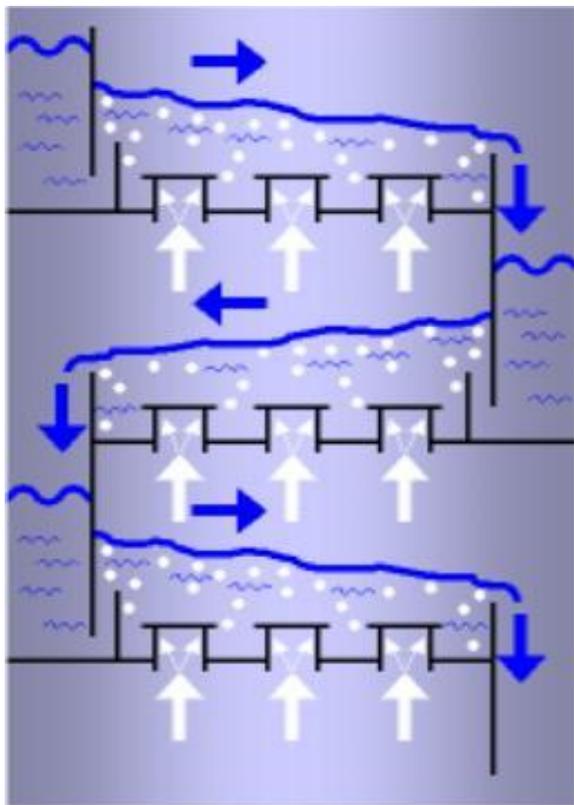


**Torre ou coluna de destilação**





**Torre ou coluna de destilação**



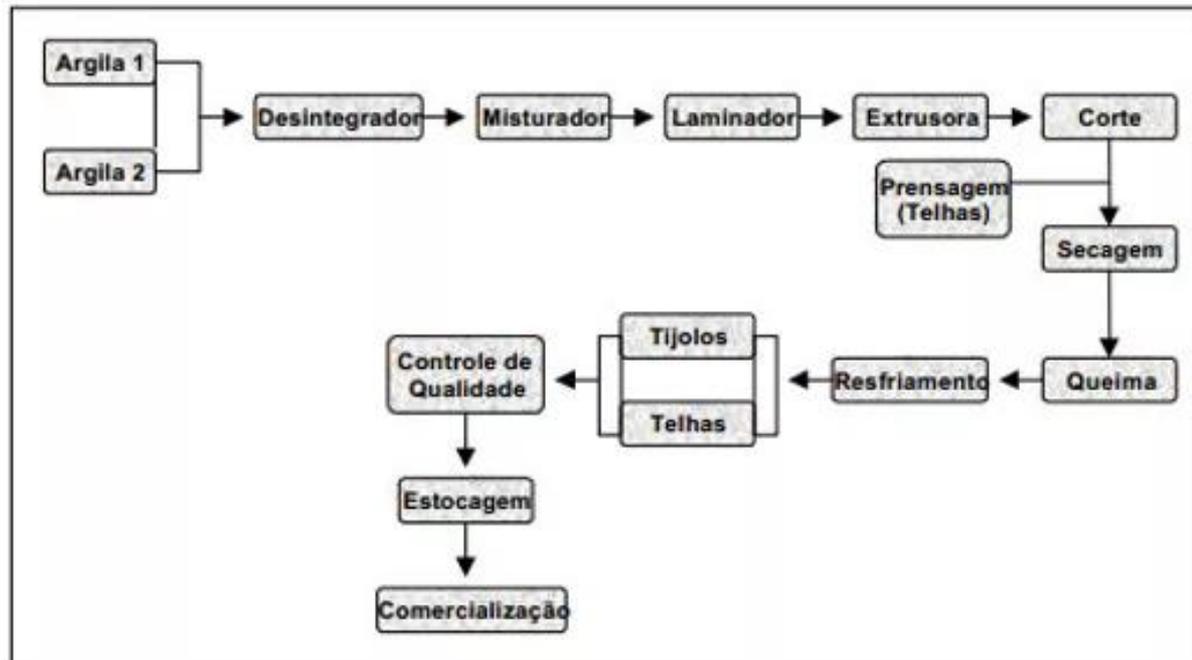
Esquema básico de uma coluna de destilação por bandejas

## 6) FLUXOGRAMAS

Existem dois tipos de Fluxogramas (diagramas) mais comuns:

- fluxograma de blocos - BFD (Block Flow Diagram);
- fluxograma de processo – PFD (Process Flow Diagram)

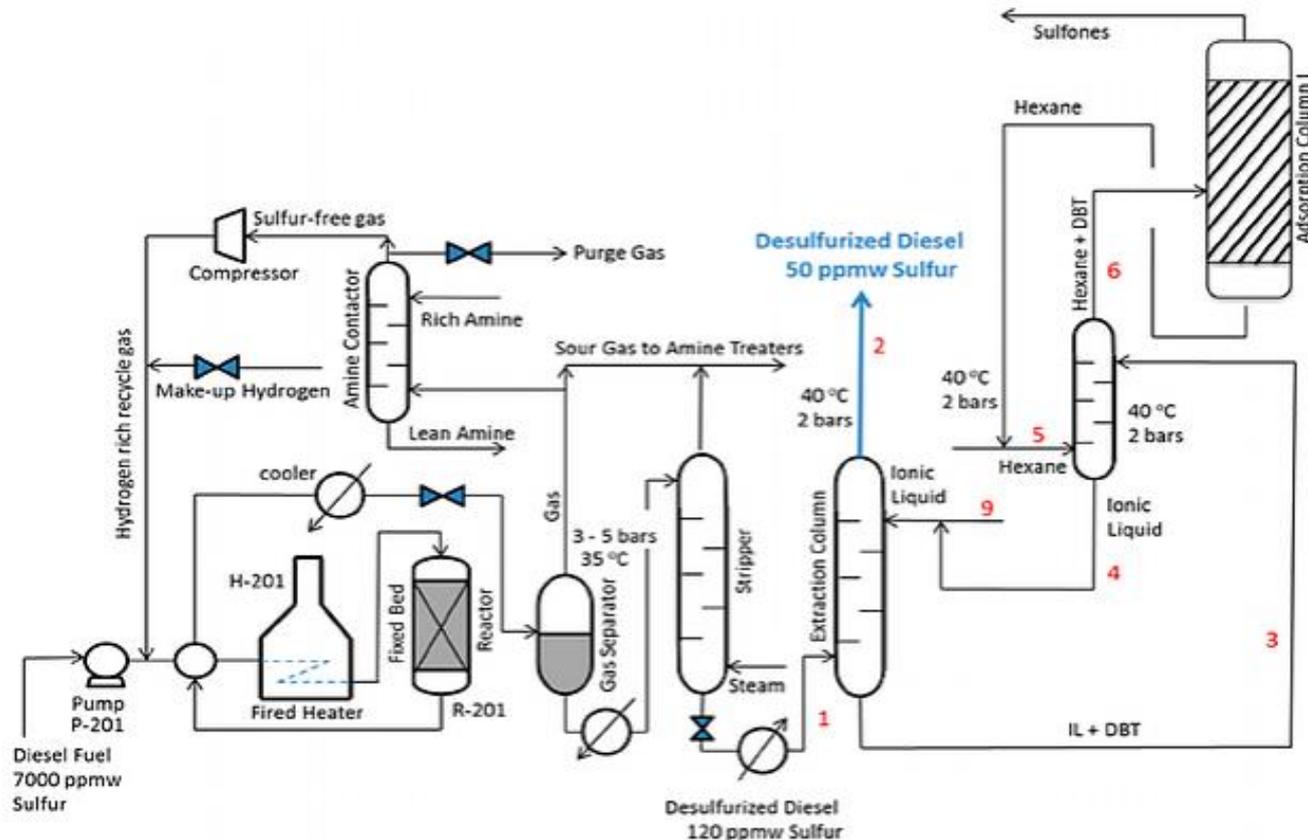
O fluxograma de blocos é usado para fornecer uma visão geral do processo de maneira rápida e simples: Entender o processo e as etapas que o constituem, sem entrar em detalhes sobre os equipamentos.





## 6) FLUXOGRAMAS

O **fluxograma de processo** já é um desenho mais completo, voltado para o entendimento do processo pela engenharia (muito mais detalhes).



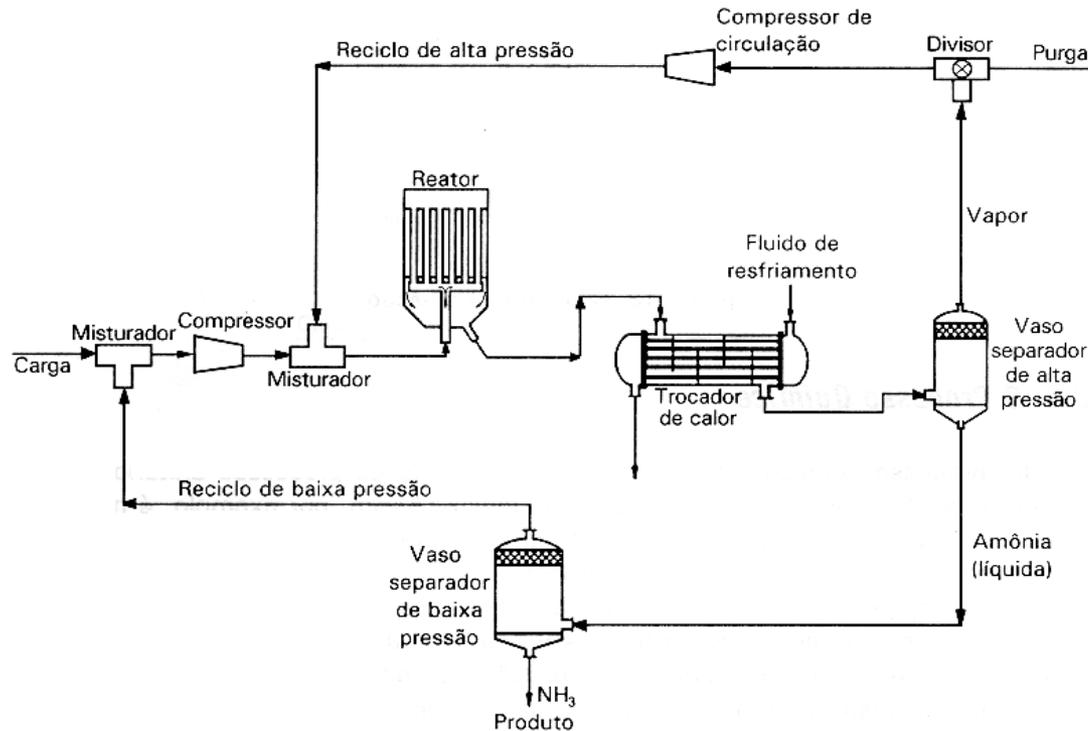
*em resumo.....*

Enquanto o **fluxograma de blocos** mostra as operações que vão acontecer no processo, o **fluxograma de processo** mostra quais são os equipamentos, os acessórios, as conexões etc.

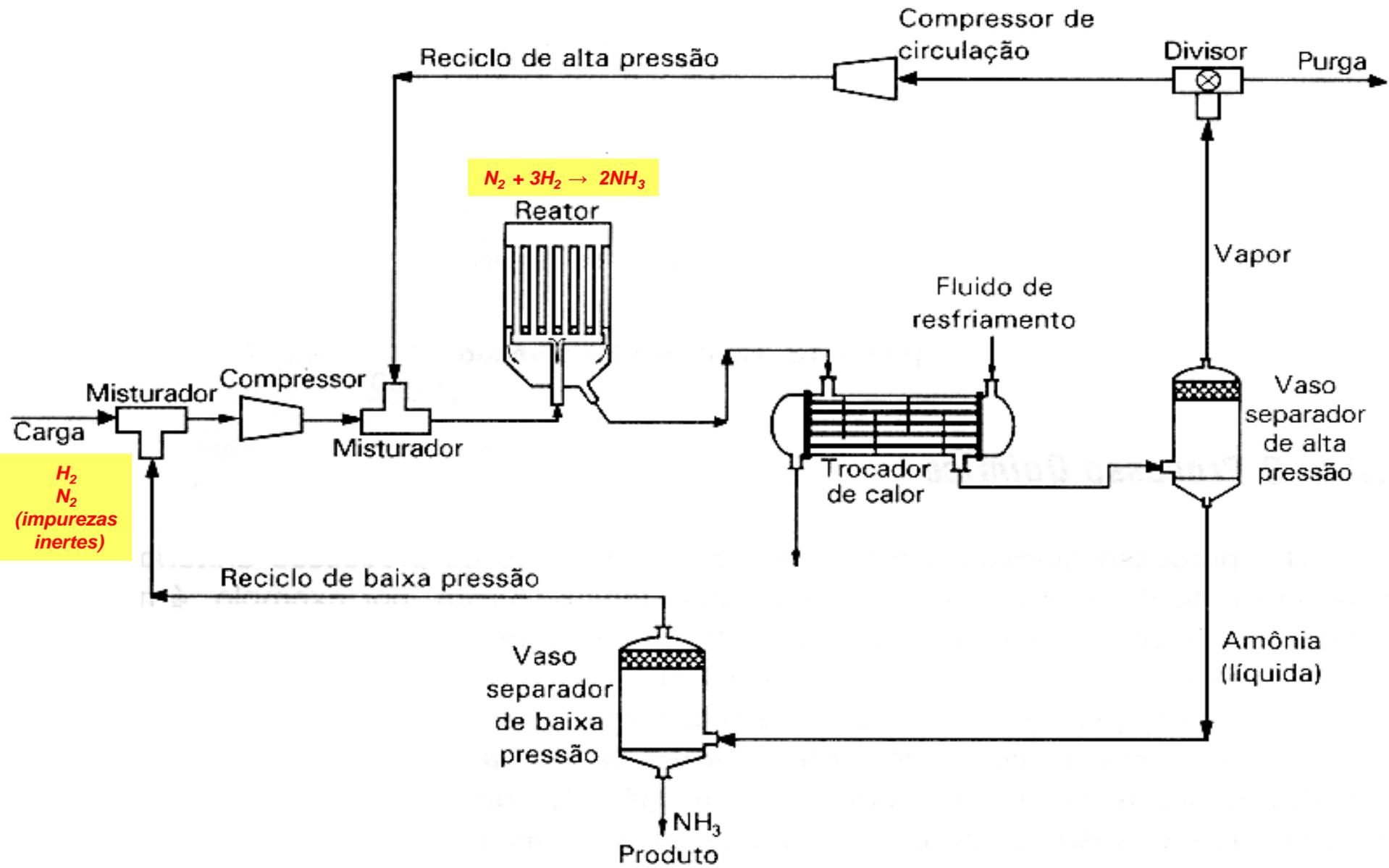
## 6) PROCESSO QUÍMICO -

Um processo químico é formado por um conjunto de operações/processos unitários interligados por uma sequência lógica.

Exemplificando:



Processo de produção de amônia



Processo de produção de amônia

**Carga:** corrente contínua de entrada composta de  $N_2/H_2$  /impurezas (inertes).

**Misturador 1:** a carga é fornecida a uma vazão constante e misturada com uma corrente gasosa de reciclo de baixa pressão.

**Misturador 2:** a carga é misturada com uma corrente gasosa de alta pressão.

Obs.: as correntes de reciclo são compostas de parte dos componentes da carga que não reagiram (aumento do rendimento do processo).

**Reator:** ocorre a reação exotérmica:  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  na presença de um catalisador.

**Trocador de calor:** os gases efluentes do reator (amônia, gases não reagidos e inertes) são resfriados para a liquefação da amônia.

**Separador de alta pressão:** separar por diferença de densidades a amônia liquêfeita dos demais efluentes.

**Separador de baixa pressão:** remoção dos gases dissolvidos na fase líquida (amônia) gerando amônia pura.

**Divisor:** separar parte dos gases inertes (purga) a fim de evitar altas conc. de inertes no reator.