



# FUNDAMENTOS DOS PROCESSOS DE DESTILAÇÃO PARA A PRODUÇÃO DE BEBIDAS

(Prof. André Alcarde)



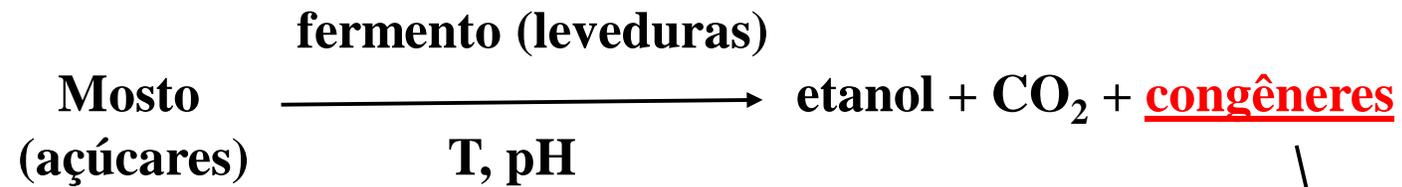
# BEBIDAS DESTILADAS



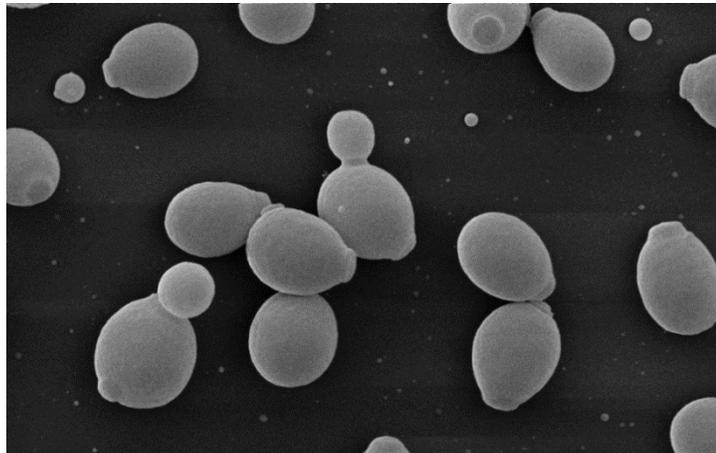
Figura 26.1 Principais tipos de bebidas destiladas.

Fonte: Varnam; Sutherland (1994).

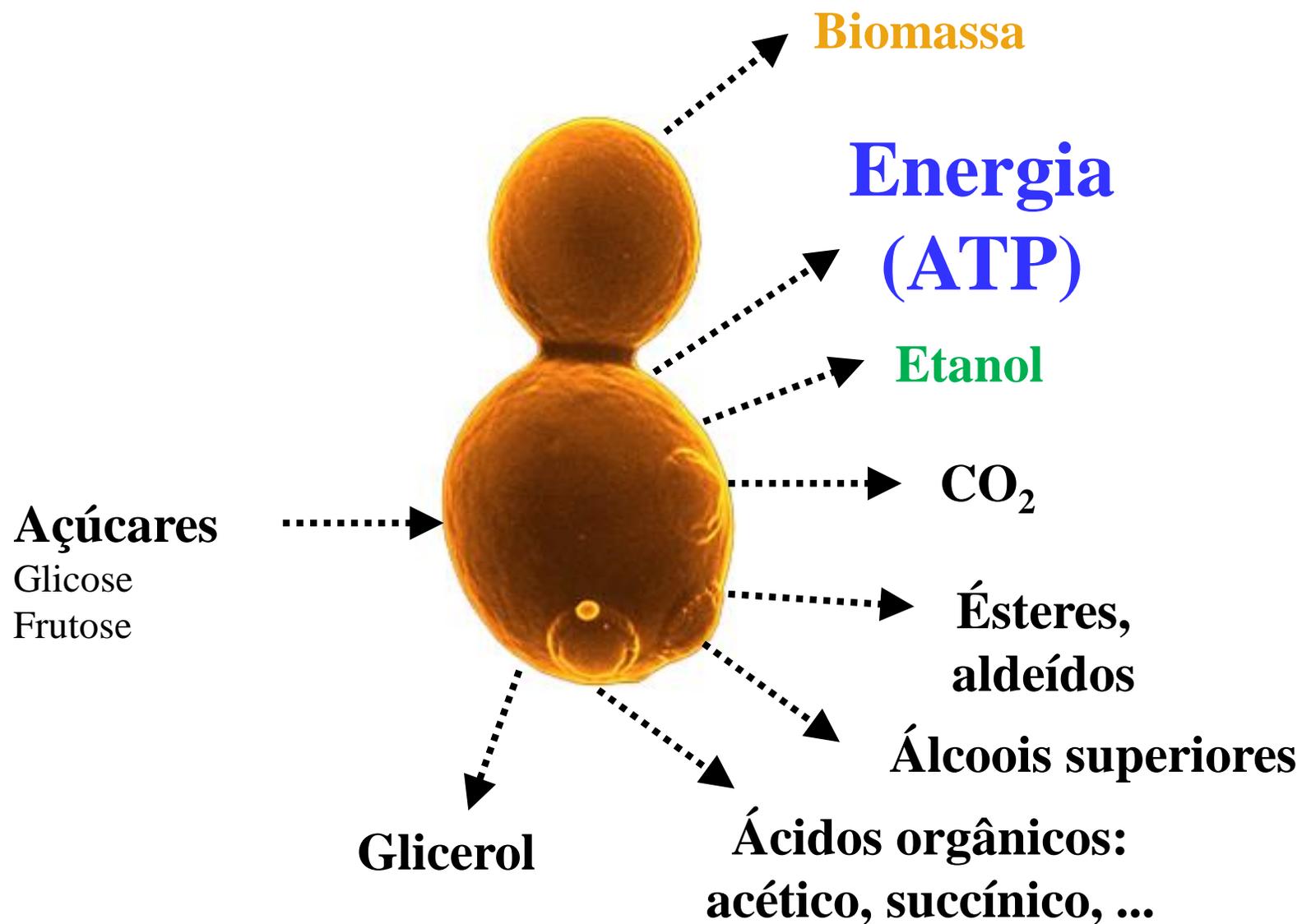
# FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA



↓  
Aroma e sabor



# FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

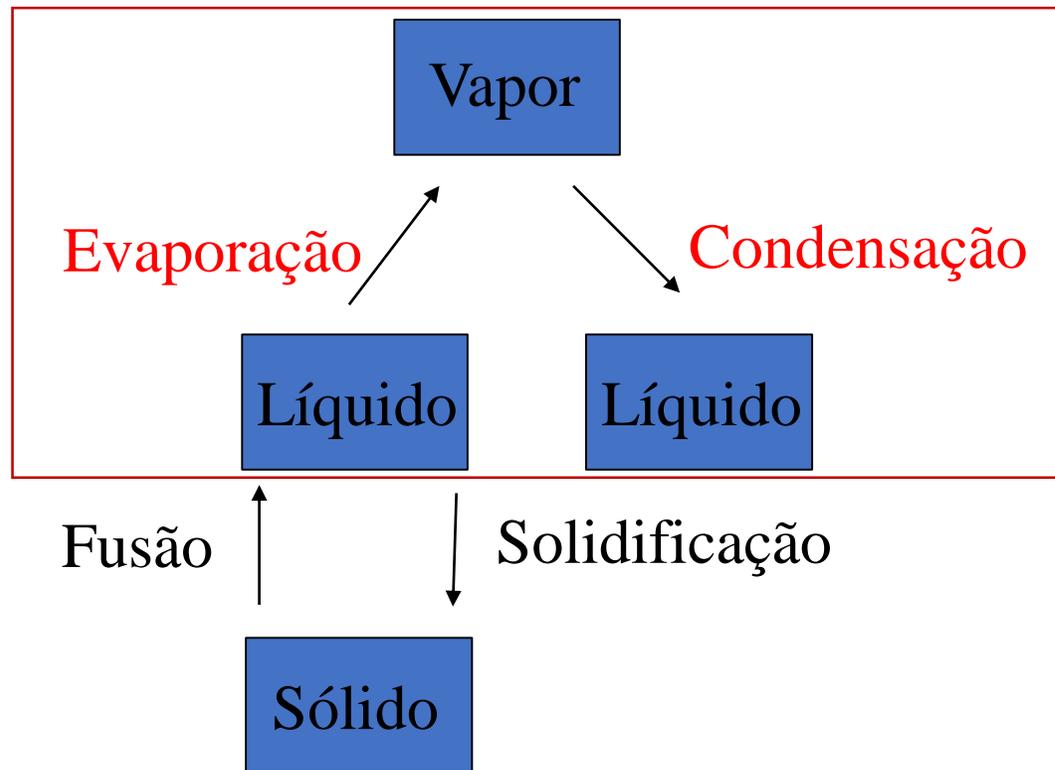


# DESTILAÇÃO

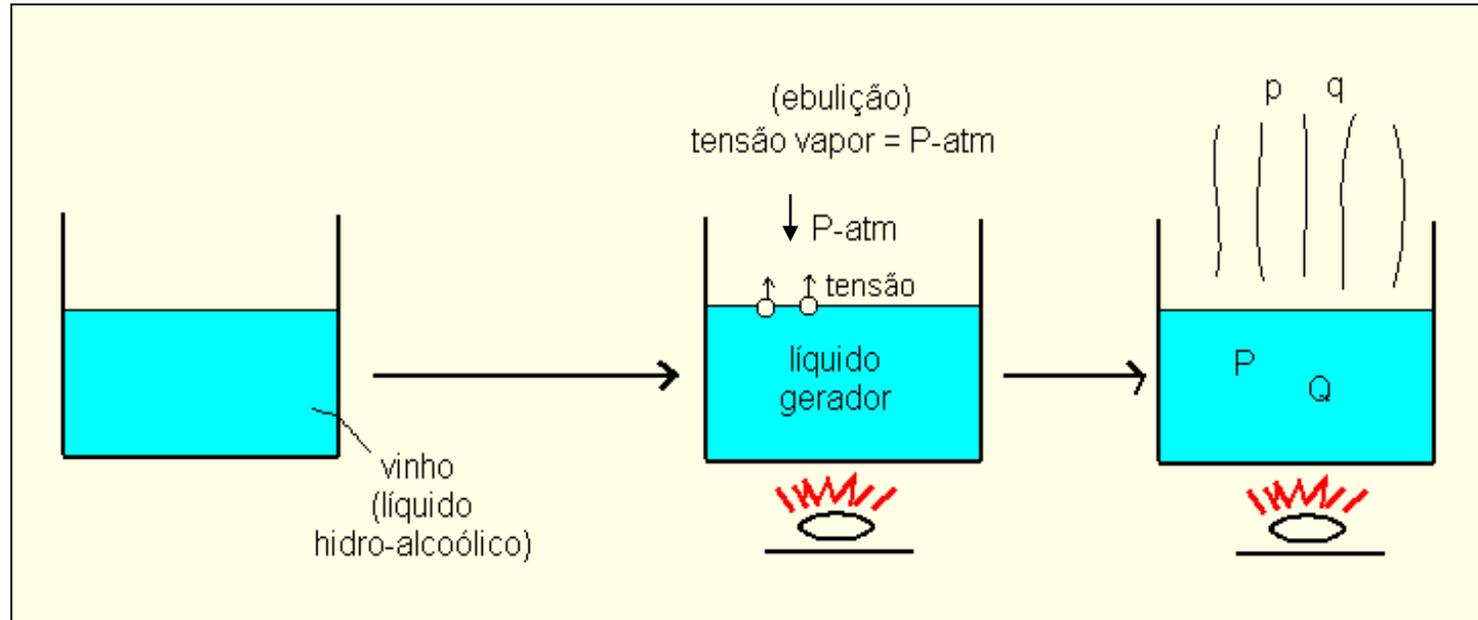
# DESTILAÇÃO

Processo de separação de componentes de um líquido mediante fervura e geração de vapores, com posterior condensação e recolhimento do líquido destilado. Aumento do grau alcoólico!

# OS TRÊS ESTADOS DA MATÉRIA



# MISTURA BINÁRIA: MISTURA ÁGUA-ETANOL (ÁLCOOL)



$$\frac{P}{Q} < \frac{p}{q}, \text{ onde:}$$

P = quantidade de álcool (vinho)

Q = quantidade de água (vinho)

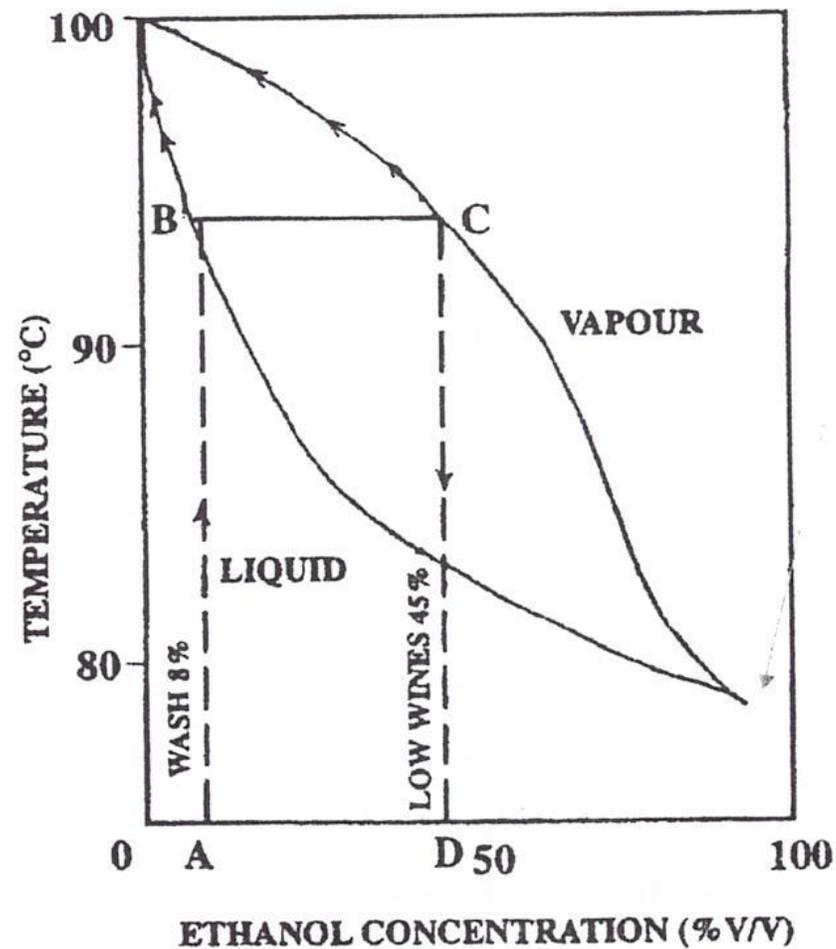
p = quantidade de álcool (vapores = destilado)

q = quantidade de água (vapores = destilado)

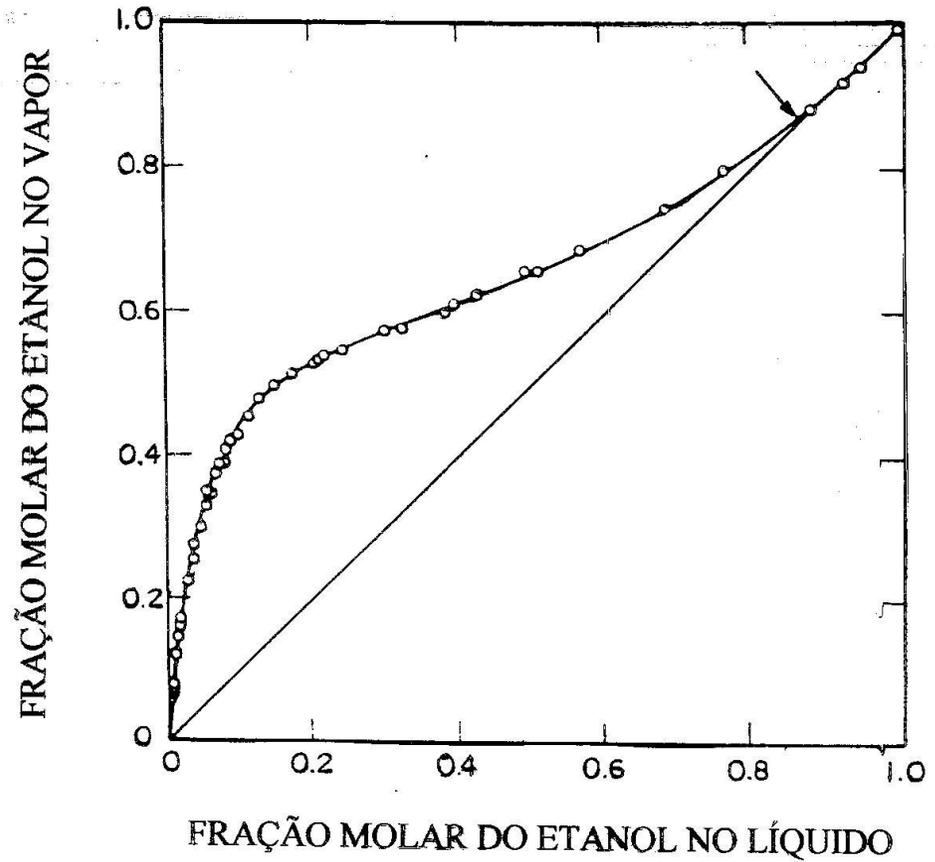
# DESTILAÇÃO

% Álcool (vol)	Ponto de ebulição (° C)	Destilado (% álcool vol)
Água pura	100,0	0
5%	95,9	18
10%	92,6	28
20%	88,3	42
30%	85,7	50
60%	82,3	75
96%	78,1	96
Álcool puro	78,3	100

# DIAGRAMA DE EQUILÍBRIO VAPOR-LÍQUIDO PARA A MISTURA BINÁRIA ETANOL E ÁGUA



# DESTILAÇÃO



Equilíbrio água/etanol no vapor e no líquido gerador

# AZEOTROPISMO

mistura [água+etanol (96% vol)] possui ponto de ebulição (78,1°C) menor que o dos componentes puros (água = 100°C; etanol = 78,3°C). Portanto, os vapores provenientes da destilação da mistura azeotrópica possuem a mesma composição da mistura. Assim, não há ganho de grau alcoólico com a destilação

# MULTI-MISTURA

Vinho  
(líquido fermentado)

líquida

Etanol - 5 a 10% (v)

Água

Congêneres: aldeído acético, acetato de etila, metanol, glicerol, furfural, álcoois superiores (amílicos, propílicos, butílicos), ácidos orgânicos (lático, succínico, acético)

sólida

a) suspensão:

células de leveduras e bactérias

substâncias não solúveis (fibras)

b) solução:

açúcares não fermentados, substâncias infermentescíveis, sais minerais

gasosa

CO<sub>2</sub>

# DESTILAÇÃO

Para separação do álcool dos demais componentes do vinho:

⇒ **VOLATILIDADE**: baseado na diferença do ponto de ebulição das substâncias voláteis

⇒ **SOLUBILIDADE** preferencial em água ou etanol à quente

- **VOLATILIDADE**:

⇒ voláteis: água, etanol, aldeídos, ésteres, álcoois superiores, ácido acético, ...

⇒ fixas: açúcares e sais minerais, células microbianas, glicerol, ácidos (lático, succínico), ...

# DESTILAÇÃO

Compostos	Ponto de ebulição (° C)
Aldeído acético	24
Metanol	76
Acetato de etila	77
Propanol	80
Ácido acético	118
Álcool isoamílico	132
Acetato de isoamila	137
Furfural	167
Carbamato de etila	183

# FATORES DE DESTILAÇÃO

## VOLATILIDADE:

- \* Grupo 1: substâncias mais voláteis que o etanol (aldeído acético, acetato de etila, metanol) → “cabeça”
- \* Grupo 2: etanol → “coração”
- \* Grupo 3: substâncias menos voláteis que o etanol (furfural, ácido acético) → “cauda”

# FATORES DE DESTILAÇÃO

**SOLUBILIDADE** preferencial da substância no álcool a quente:

\* Grupo 4: álcoois superiores

- em baixas concentrações de etanol → segue junto com o etanol no vapor (“cabeça”)
- em altas concentrações de etanol → fica no líquido gerador (“cauda”)

# CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Teoria de Barbet = relação da concentração da “impureza” no etanol do vapor hidroalcoólico em relação à concentração da “impureza” no etanol do líquido gerador

$$K' \text{ (coef. de purificação)} = \frac{\text{impurezas no vapor de álcool}}{\text{impurezas no líquido gerador}}$$

Se  $K' > 1 \rightarrow$  impureza (prod. de cabeça)  
 $K' < 1 \rightarrow$  impureza (prod. de cauda)

Quadro - Valores de  $K'$  (Barbet):

% etanol	Aldeído acético	Acetato de etila	Ácido acético	Furfural
10	6	5,7	0,25	0,45
30	8	5,4	0,35	0,35
40	10	4,8	0,40	0,30
50	11	3,9	0,50	0,25
60	12	3,3	0,56	0,21
70	13	3,1	0,65	0,20
80	14	2,8	0,75	0,17
90		2,4	0,85	

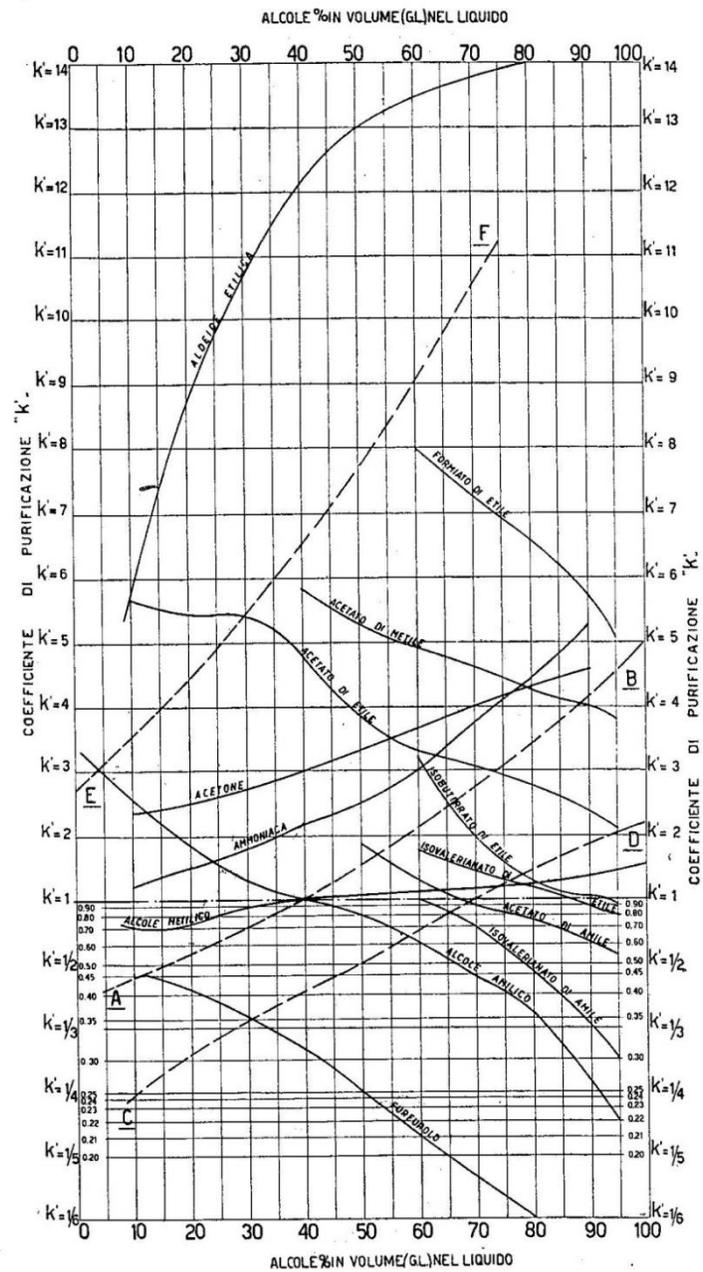


Fig. 1 - Variação do coeficiente de purificação  $K'$  de Barbet das impurezas mais comuns nos líquidos alcoólicos industriais

$K' > 1$  = componente de “cabeça”

$K' < 1$  = componente de “cauda”

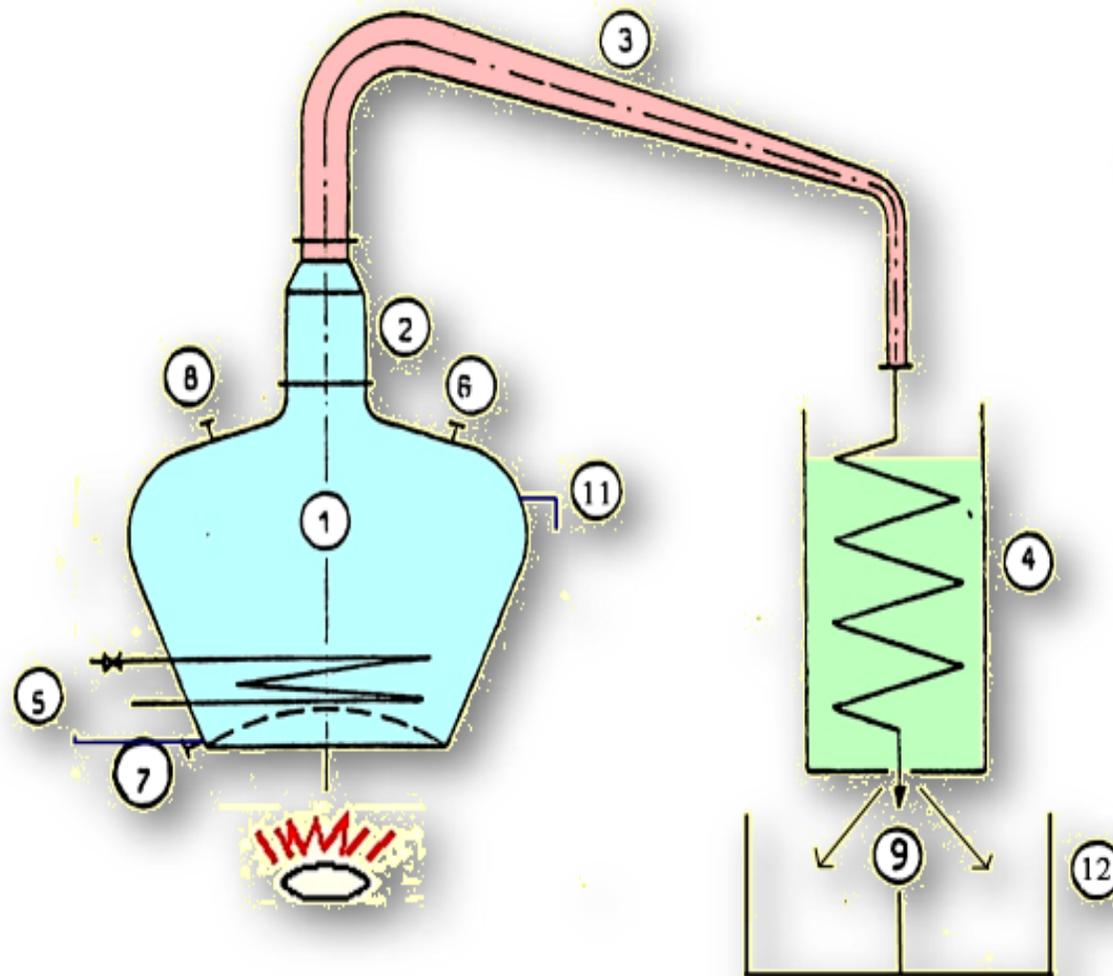
### Álcool iso-amílico

% álcool (v/v) no líquido gerador	$K'$
1	3,30
10	2,54
20	1,81
25	1,50
30	1,30
40	1,05
50	0,80
60	0,62
70	0,44
80	0,36
90	0,26
95	0,22

# DESTILAÇÃO INTERMITENTE SIMPLES

## Alambique simples

1. Caldeira
2. Capitel
3. Alonga
4. Condensador/Resfriador
5. Tubulação de vapor
6. Entrada de vinho
7. Descarga de vinhaça
8. Válvula igualadora das pressões
9. Canalização de destilados
11. Ladrão (nível de líquido na caldeira)
12. Caixa receptora



# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

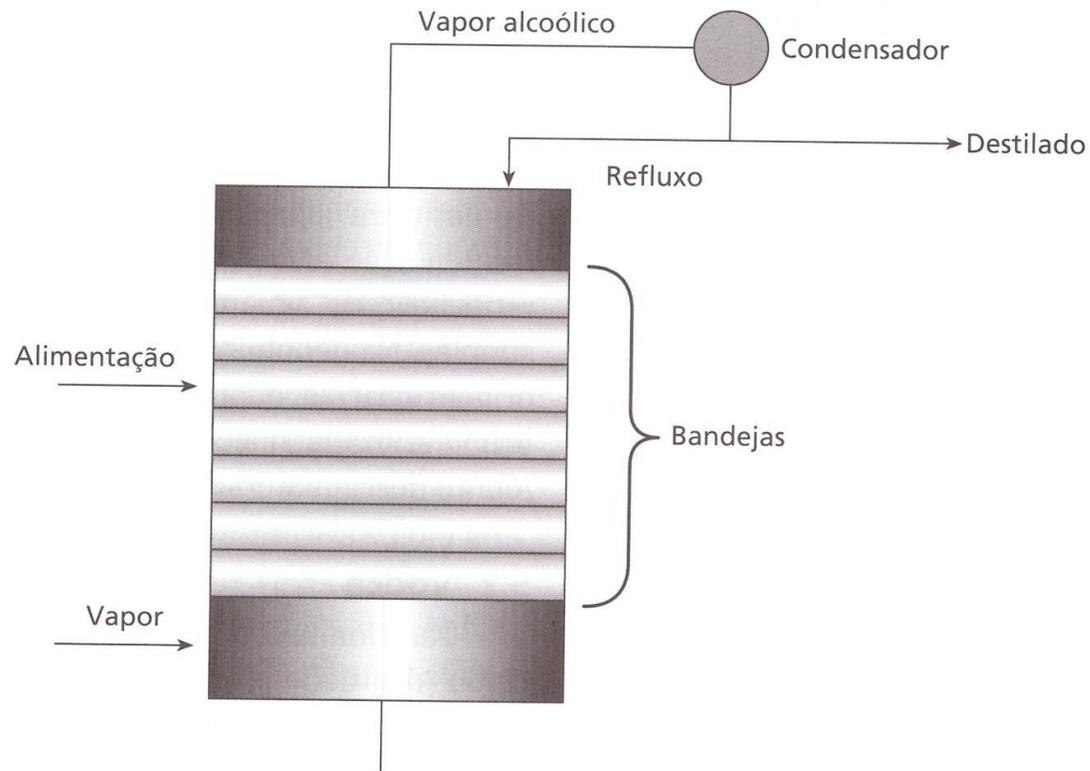


Figura 2 Esquema de processo de destilação contínuo.

Fonte: Varnam; Sutherland (1994).

# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

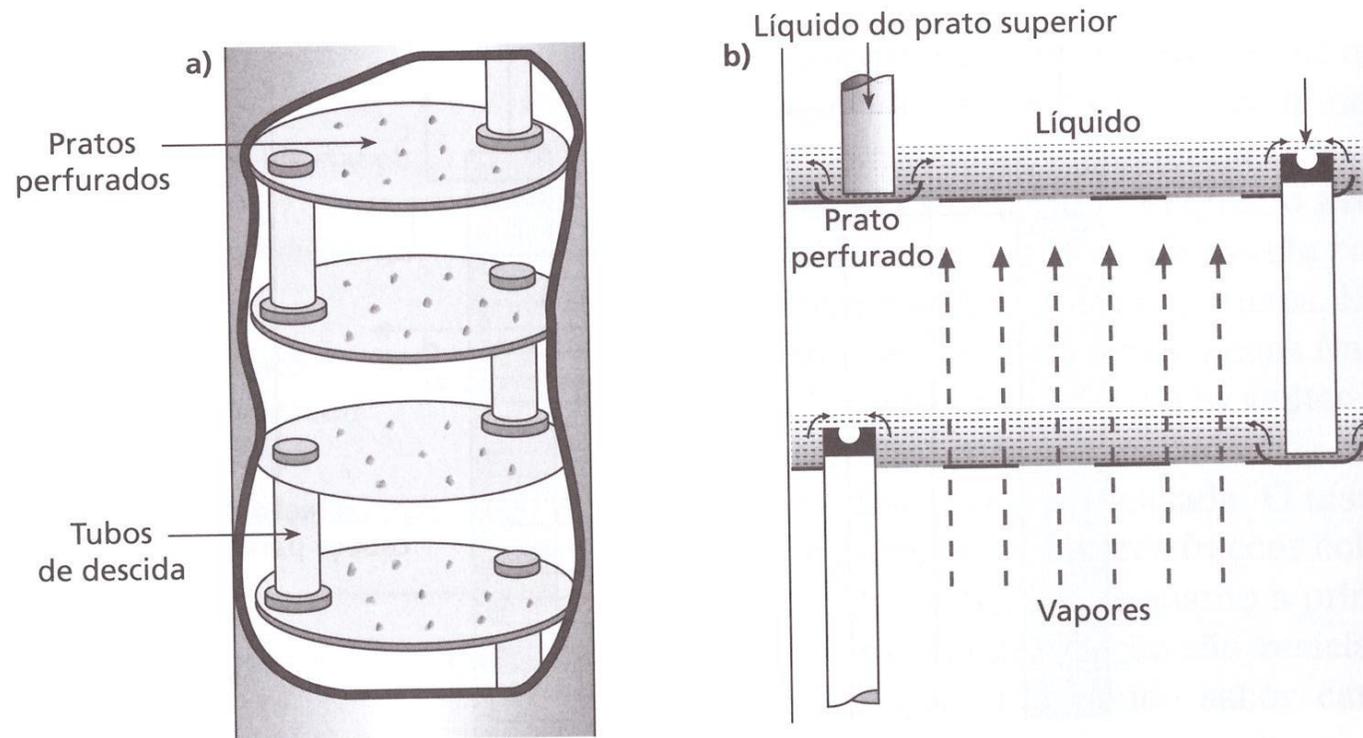
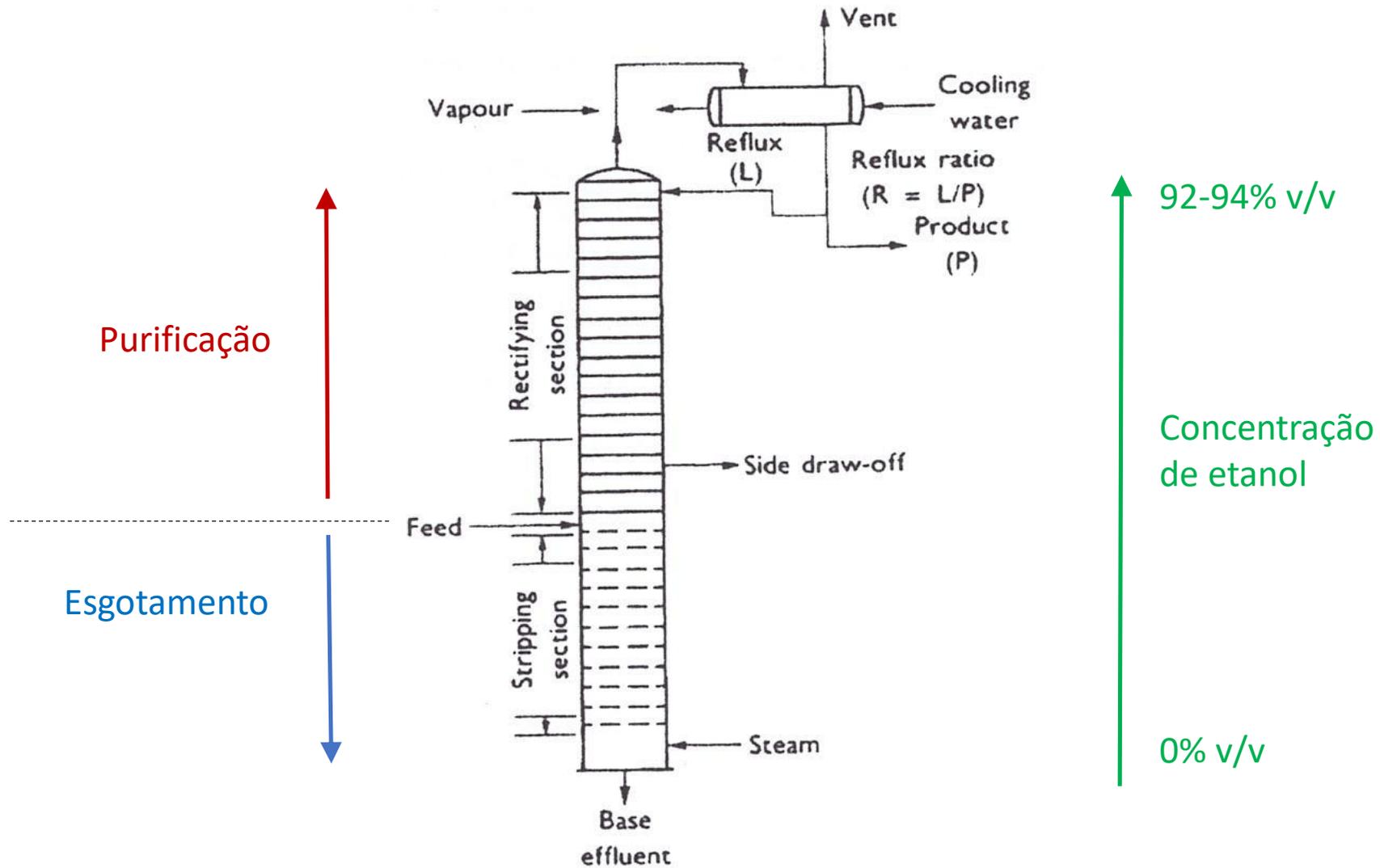


Figura 25.10 Vista interna (a) e funcionamento de coluna de destilação (b).

Fontes: Panek e Boucher (1989); Varnam e Sutherland (1994).

# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)



# Fundamentos da destilação contínua

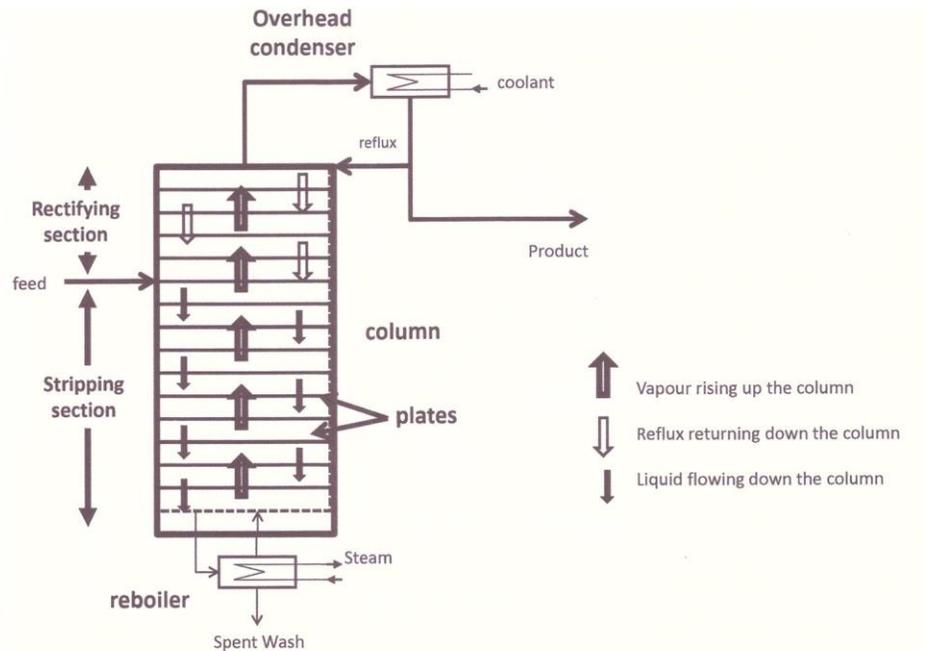


FIGURE 10.3

Simple distillation column showing the key components.

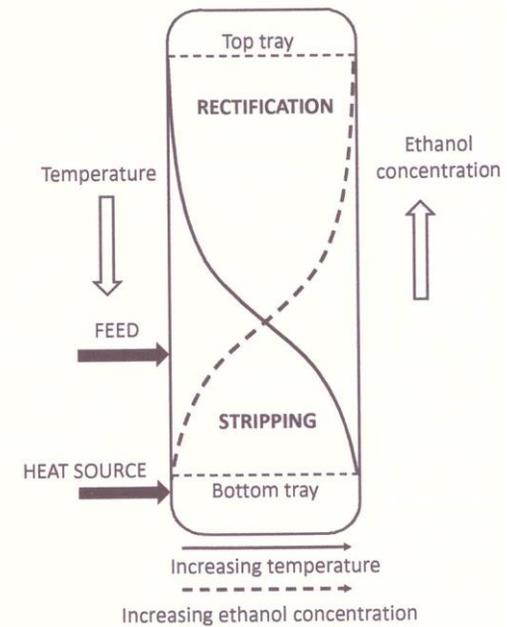


FIGURE 10.4

Temperature and ethanol concentration profile in a single column still

# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

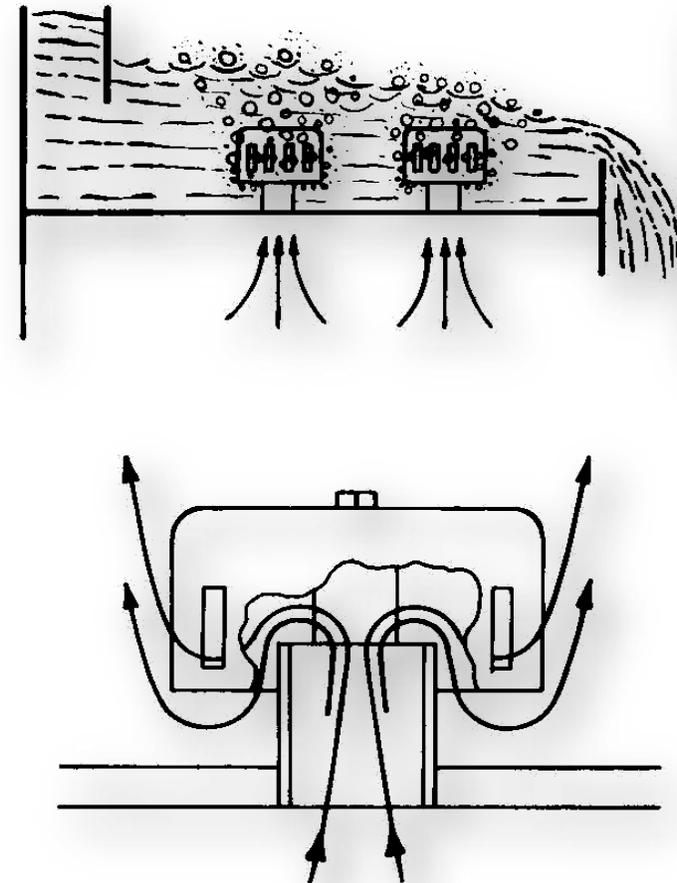
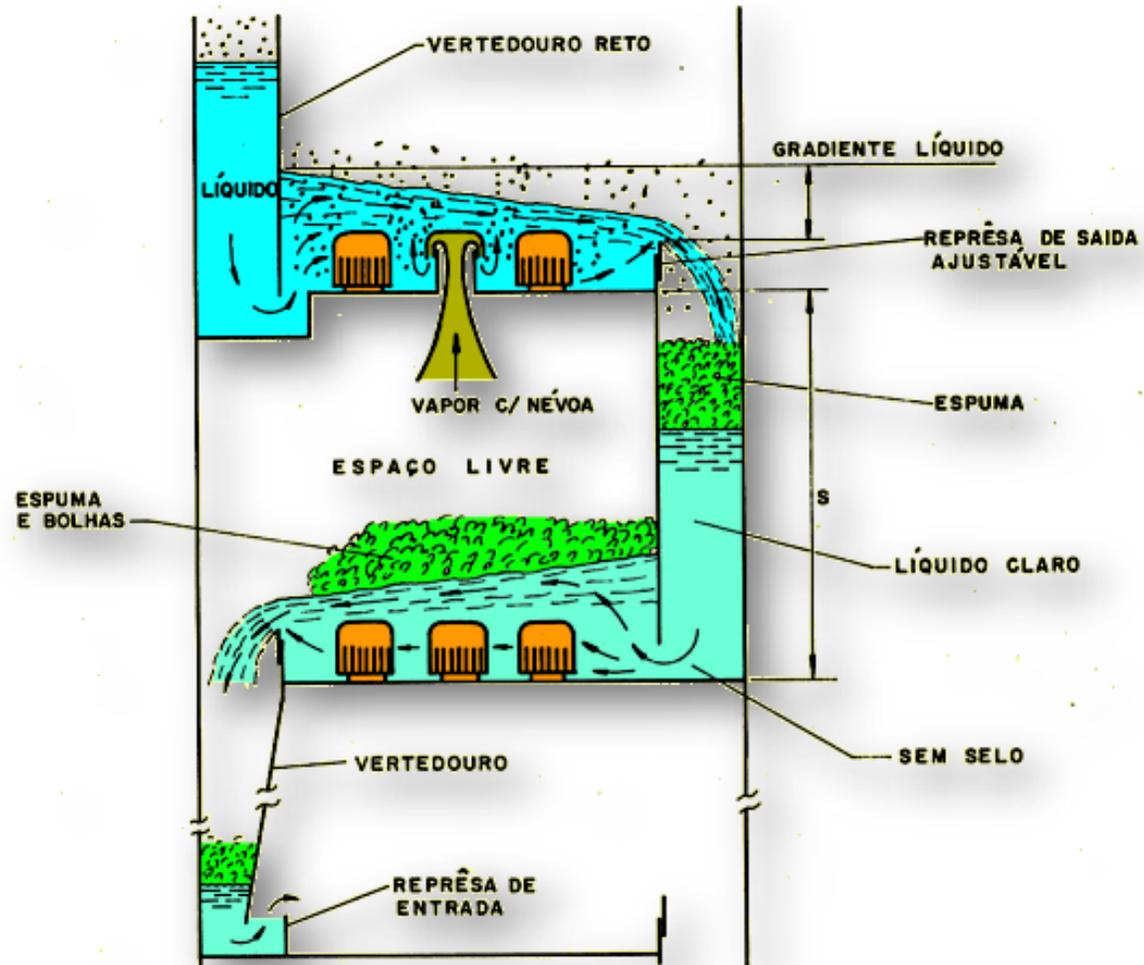


Figura - Fluxo de vapor através de calotas.

# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

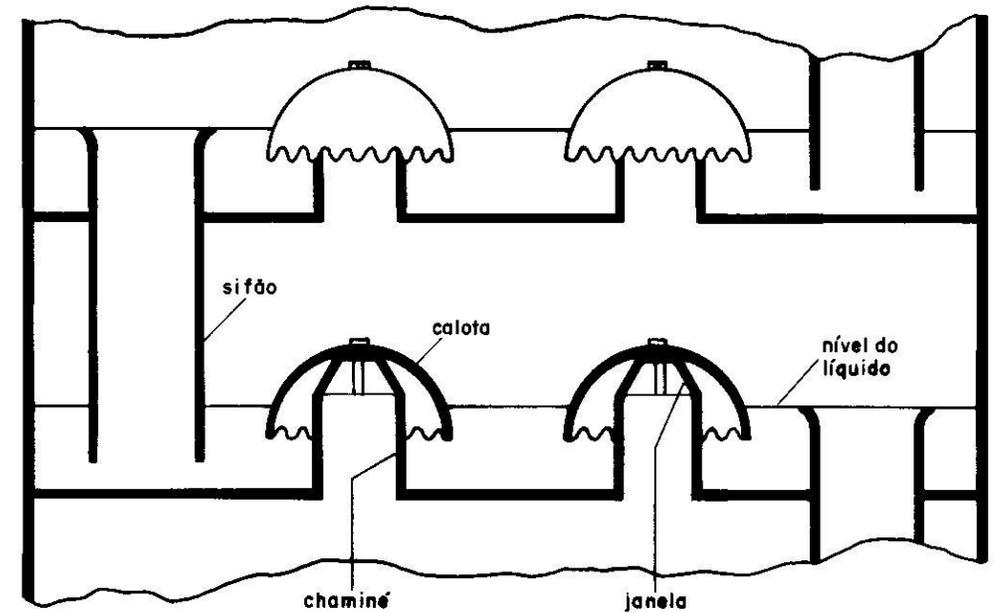
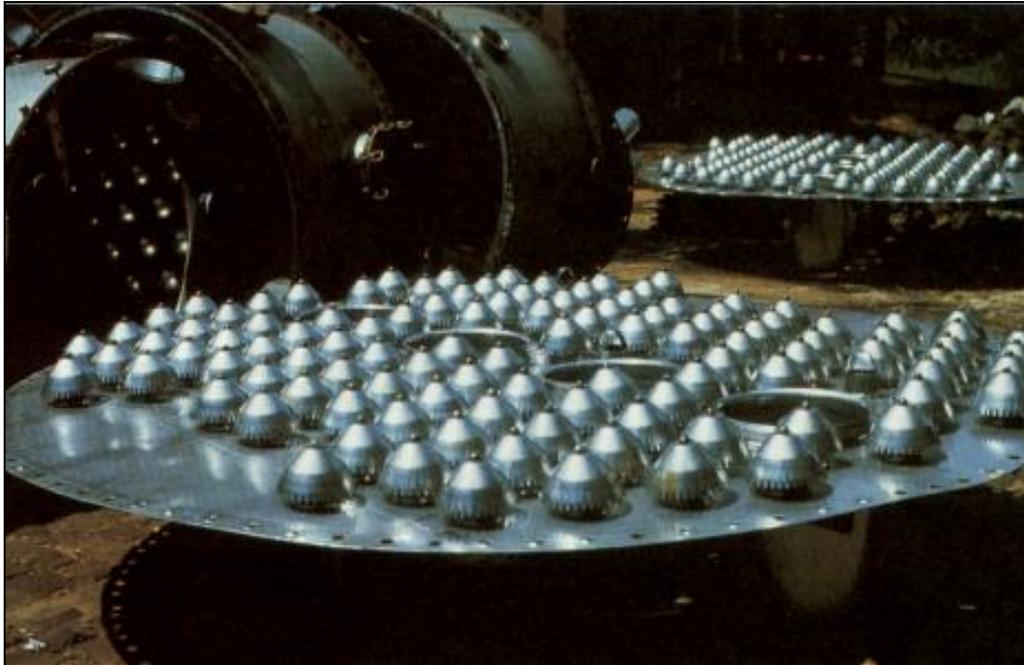


Figura – Esquema de uma bandeja de destilação calotada

Distillation column:

<https://www.youtube.com/watch?v=BaBMXgVBQKk>

# DESTILAÇÃO CONTÍNUA (COLUNA DE DESTILAÇÃO)

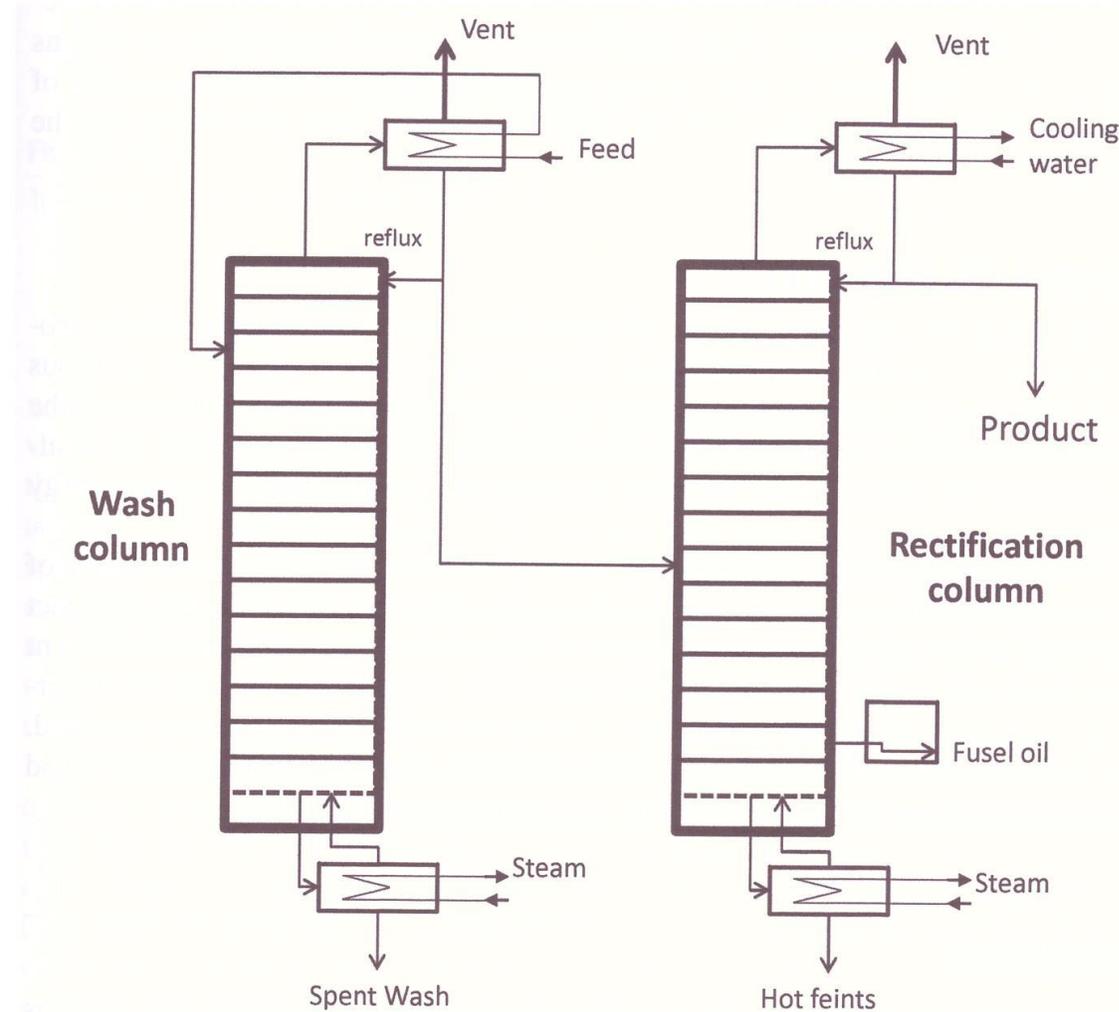
- Vapor pela base da coluna fornece calor
- Líquido desce pela coluna para a parte de destilação
- Canalizações laterais permitem que o líquido desça através dos pratos perfurados
- Perfurações permitem que o vapor suba na coluna através dos pratos
- A parte de destilação (stripping) abaixo da entrada de vinho separa os componentes mais voláteis dos menos voláteis
- A parte de retificação superior concentra os compostos mais voláteis

## Duas colunas – não Coffey Still

Analyser (wash column): 18-22 pratos

Rectifier (rectification column): 65 pratos

Destilado = 94,4% etanol

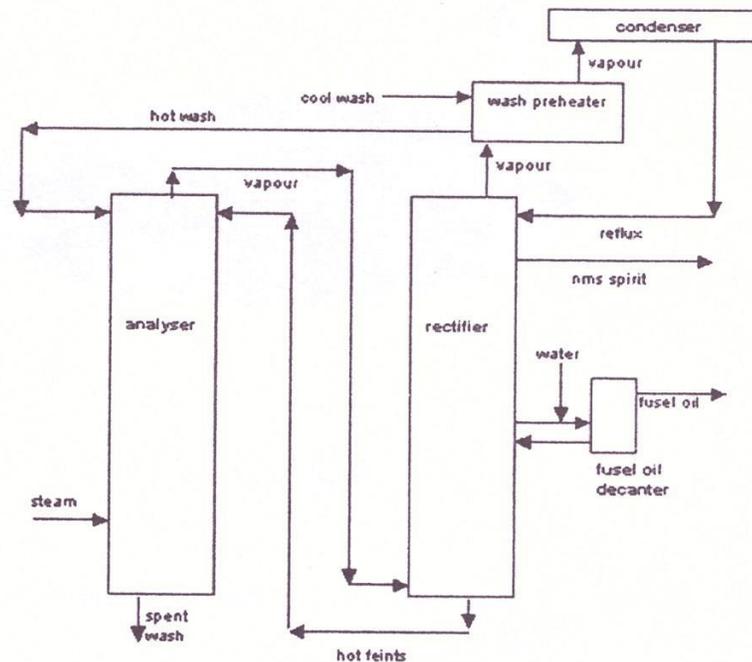


**FIGURE 10.8**

Schematic of a simple double column distillation system.

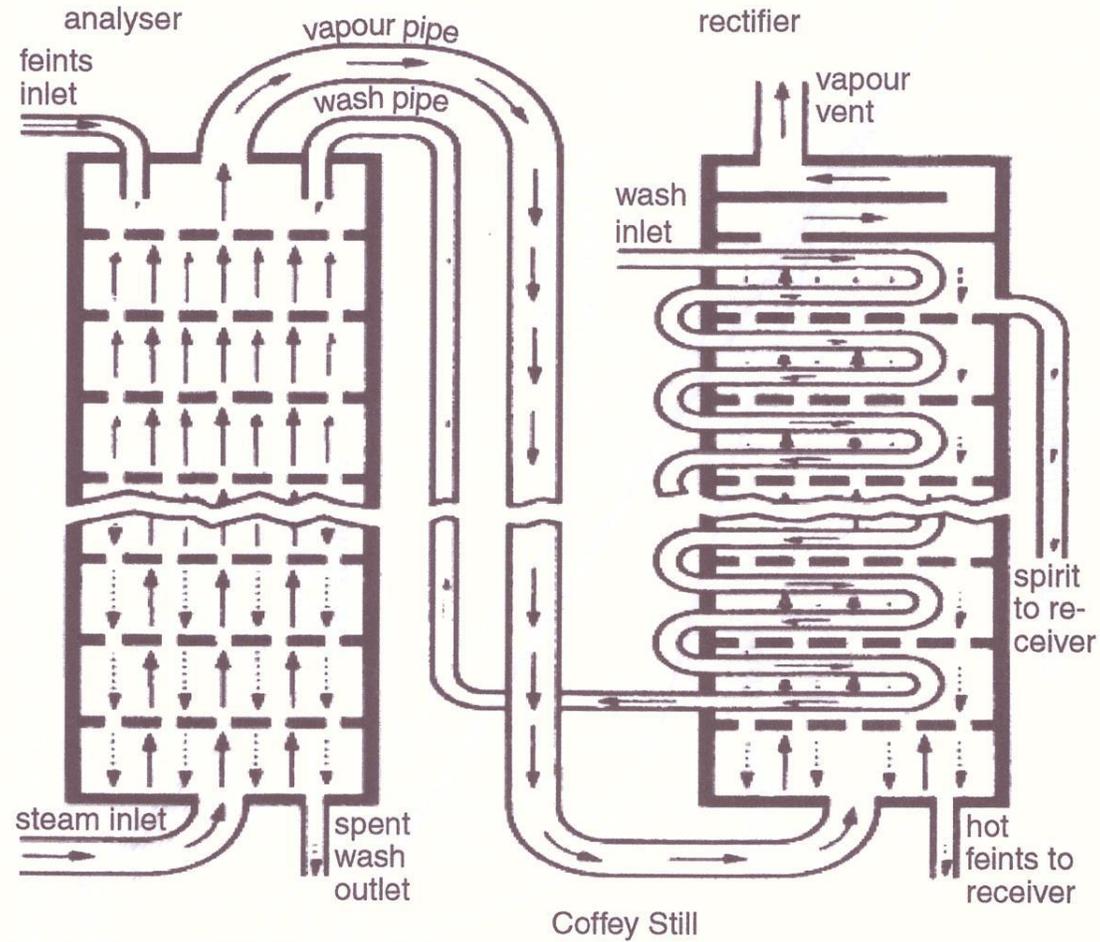
# Destilação contínua (grain whiskie)

## Two column still – non Coffey (NC)



Typically the analyser column will contain between 18/22 plates. The rectification column will contain perhaps as many as 65 plates. The only heat source for the rectifier is the incoming vapour. Product at circa 94.4% alcohol would be collected a few plates below the top plate. Fusel oils will be removed at lower plate.

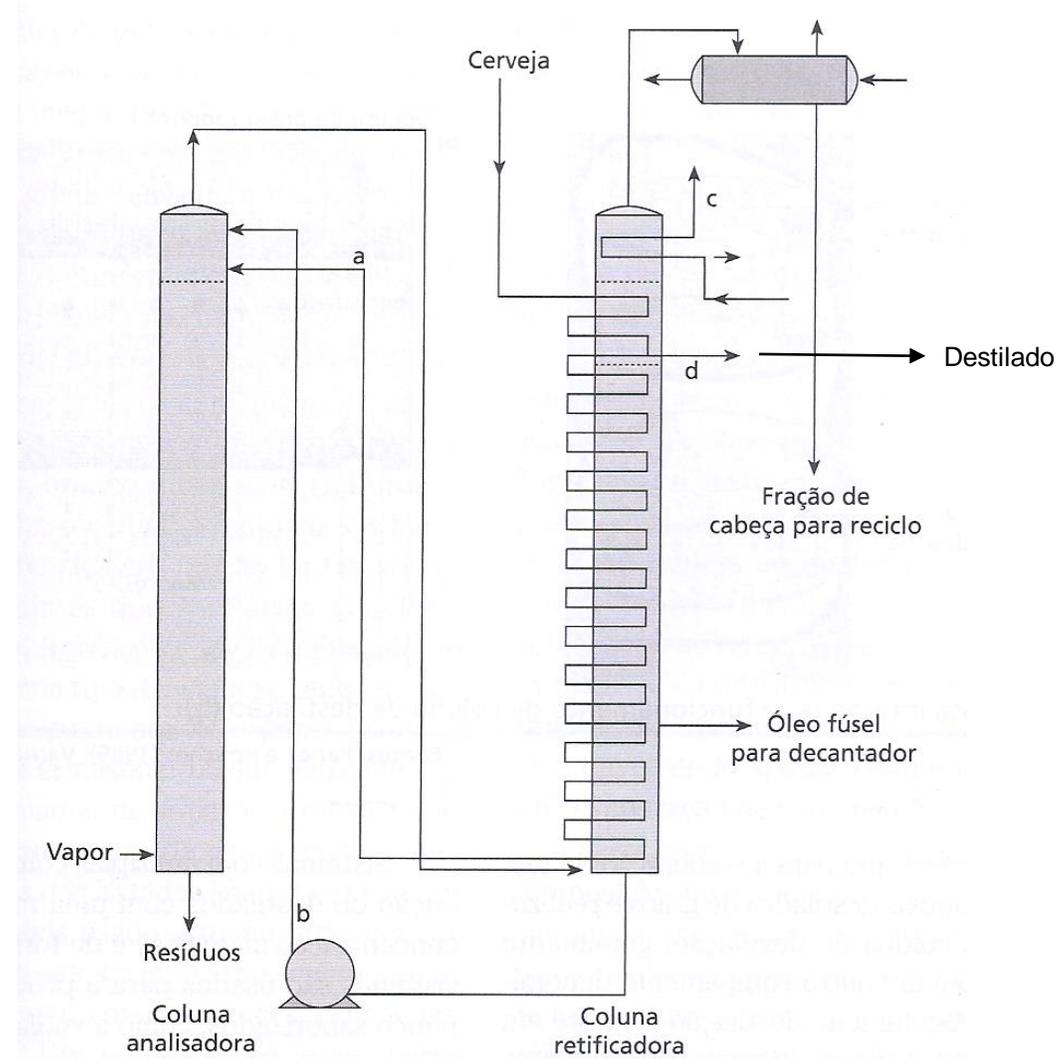
# Coffey Still



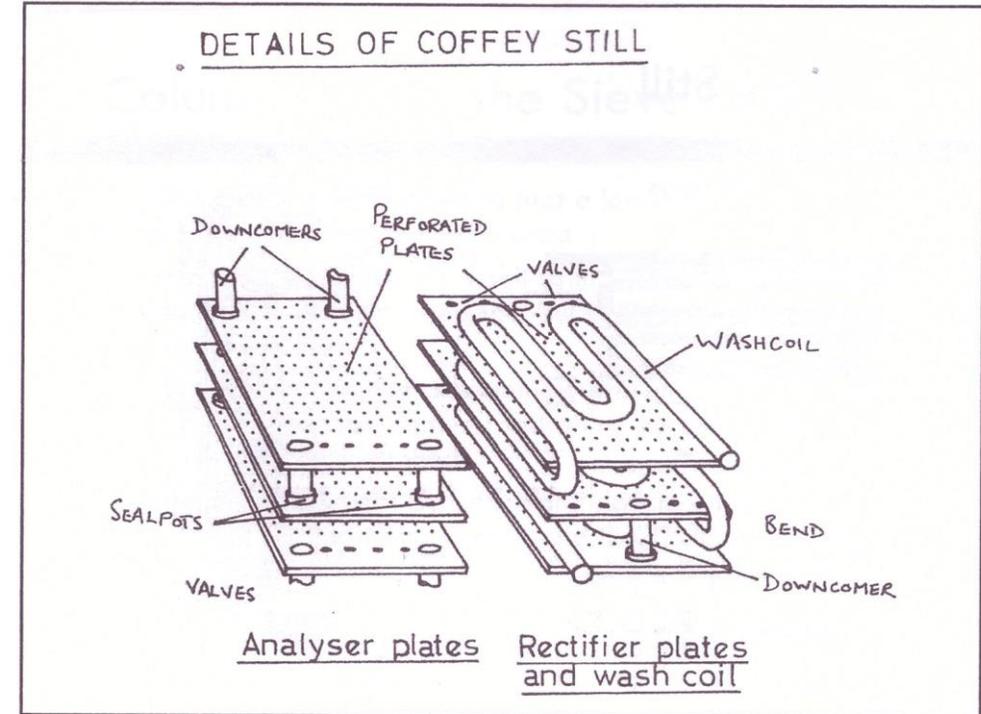
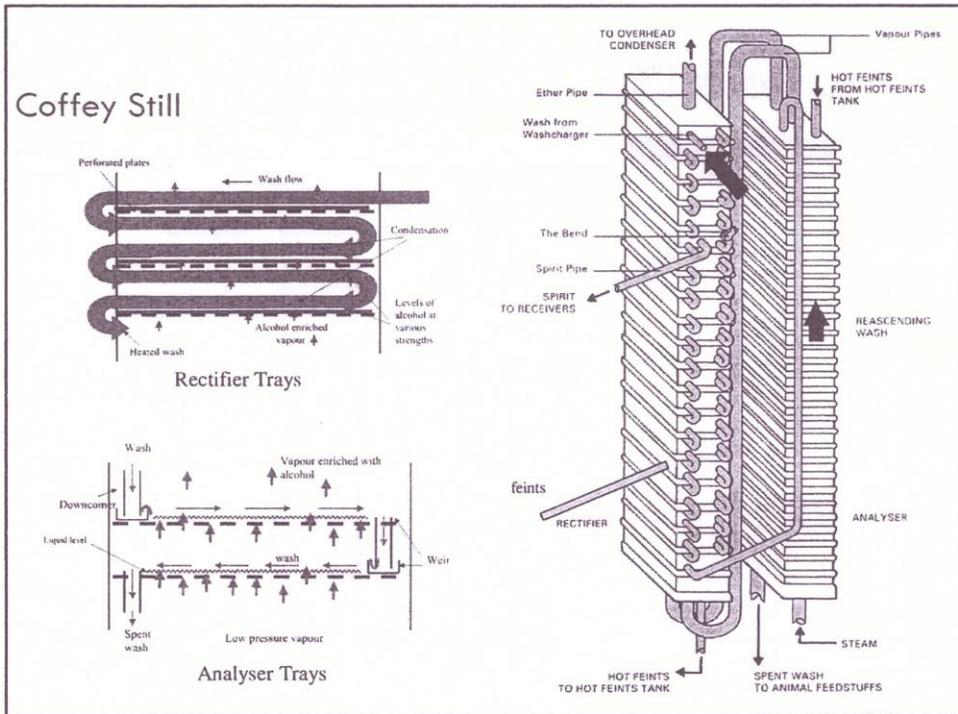
**FIGURE 10.7**

Schematic of Coffey still.

# Coffey Still

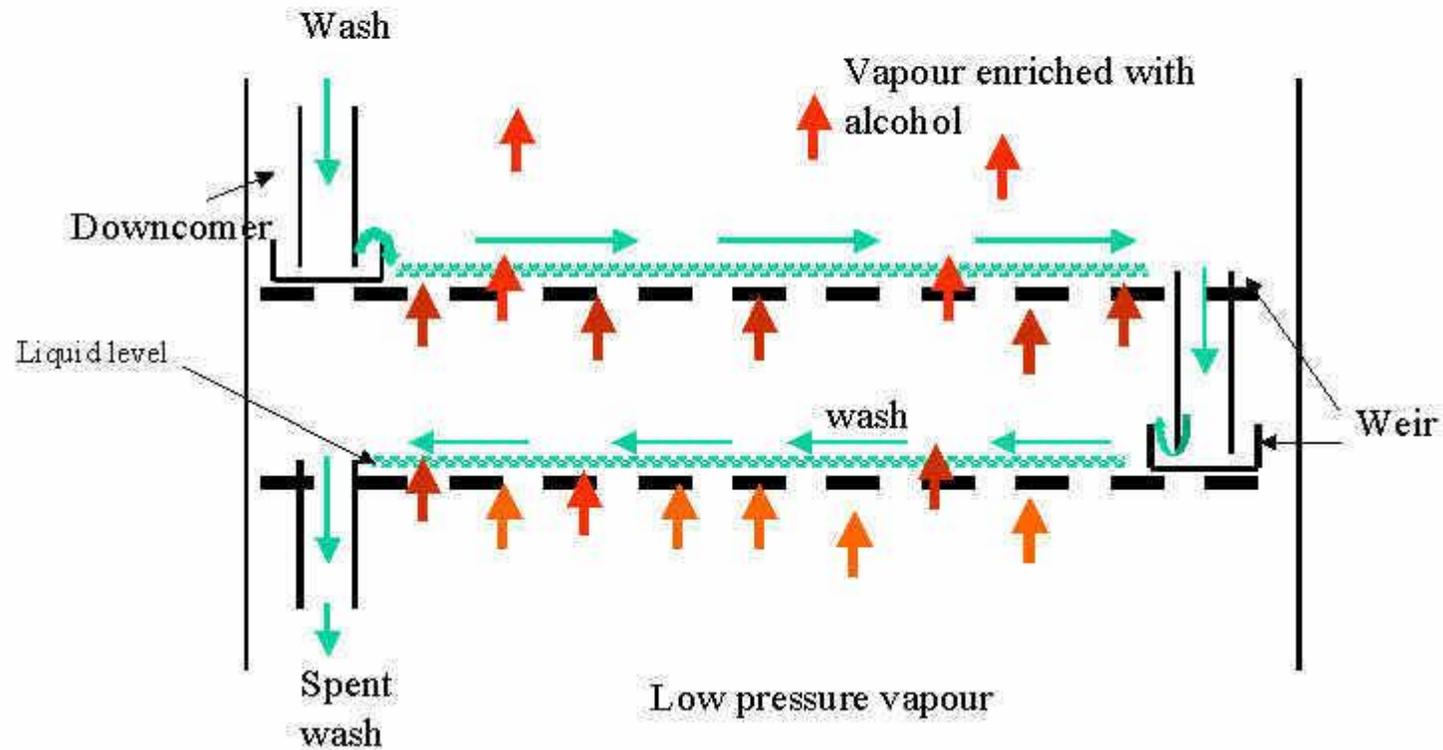


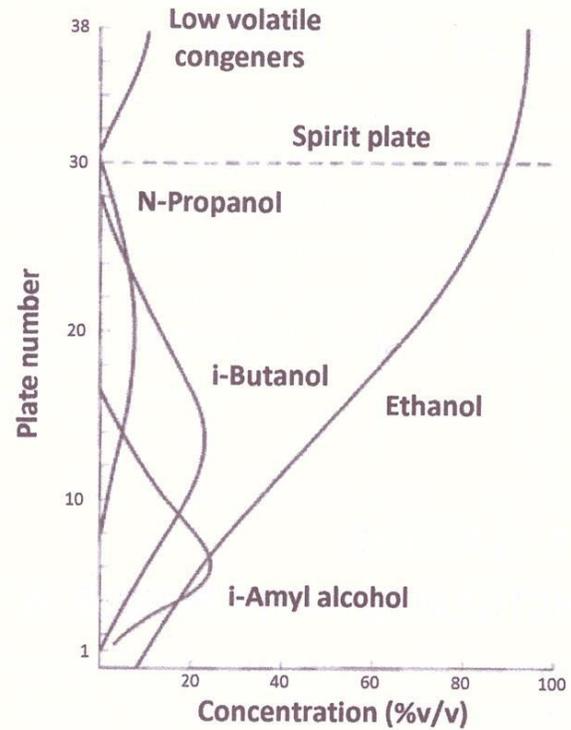
# Coffey Still



# Coffey Still

## Analyser plate





**FIGURE 10.11**

Congener profile in the rectifier column.

### Composition of New-Make Grain and Malt Spirit (after dilution for cask filling)

	Grain spirit	Malt spirit
Ethanol (% v/v)	68.5	63.5
Total higher alcohols (ppm)	800	2500
Total esters (ppm)	50	650
Total acids (ppm)	0	100
Total aldehydes (ppm)	0	50

Coluna

Alambique

# ÁLCOOL ETÍLICO POTÁVEL DE ORIGEM AGRÍCOLA (EP)

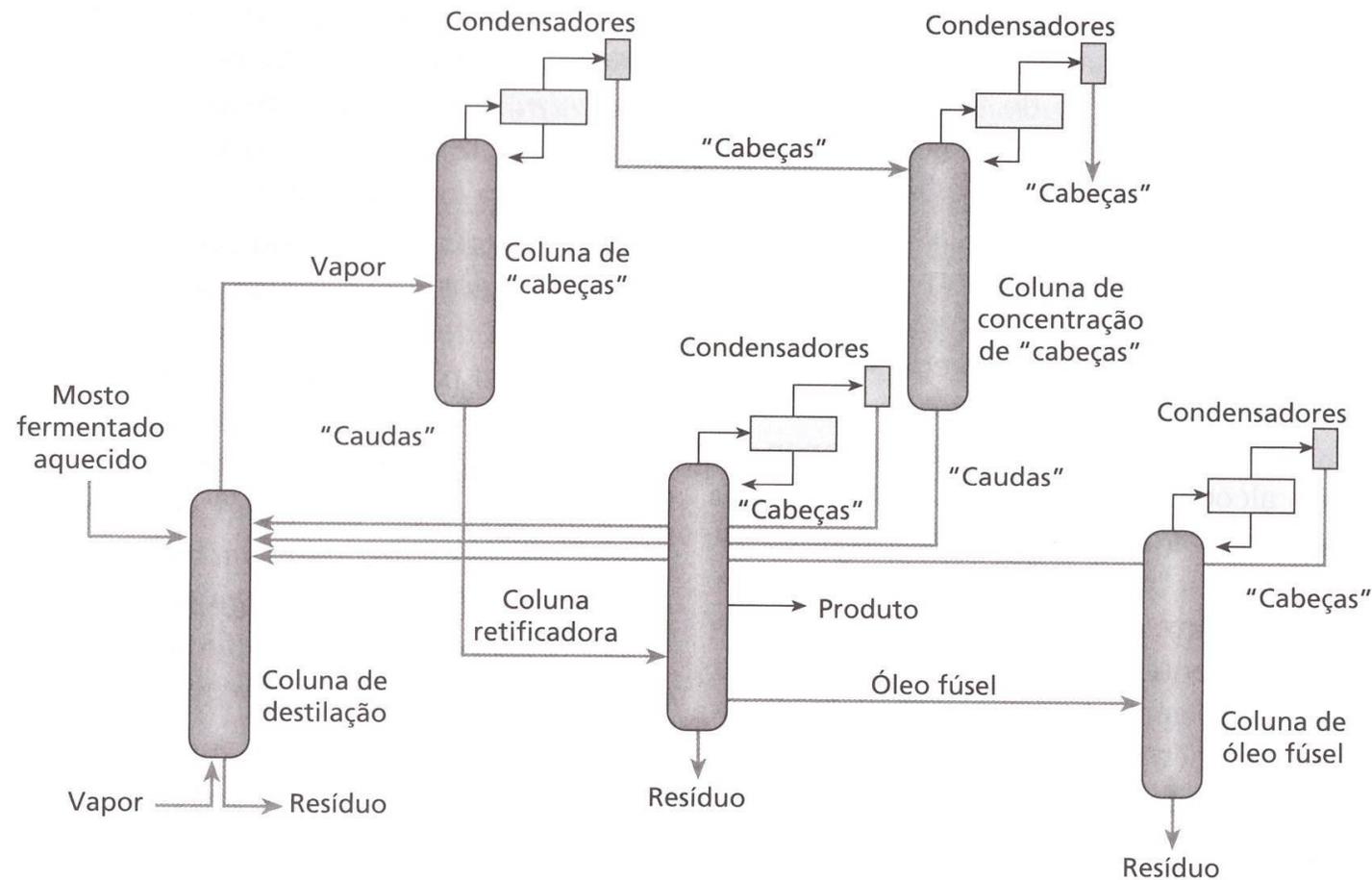
EP é um produto com pouco ou nenhum *flavor*. A destilação deve remover praticamente todos os congêneres do líquido, a ponto que a sua contribuição no aroma da bebida seja suficientemente pequena

Congêneres = “impurezas”

Para atingir esse objetivo, uso de conjunto de colunas de destilação (3 a 5)

É o etanol base para vodka e gin

# DESTILAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE EP



**Figura 4b** Esquema de um conjunto de 5 colunas de destilação para a produção de álcool etílico potável.

Fonte: Wilkin (1983).

# DESTILAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE EP

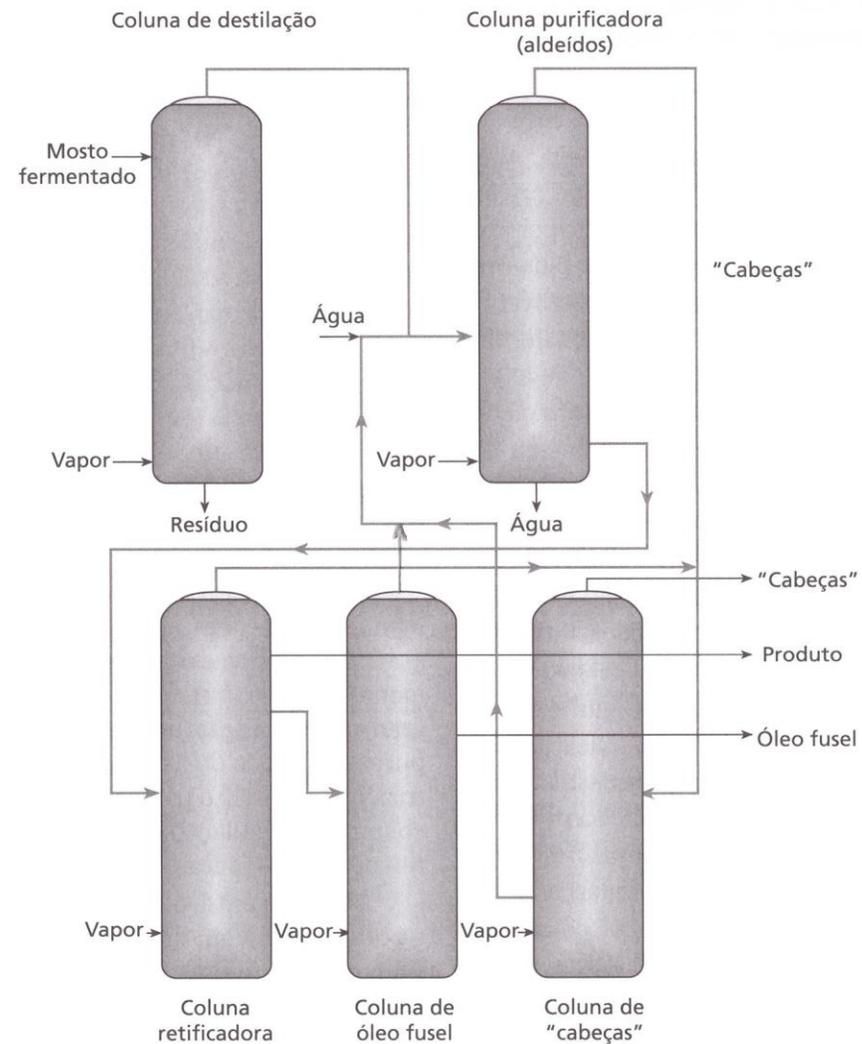


Figura 26.4a Esquema de conjunto de cinco colunas de destilação para a produção de álcool etílico potável.

Fonte: Varnam e Sutherland (1994).

**Dentre as afirmações abaixo assinale a alternativa que considerar correta:** \* 1 ponto

- Para a produção de vinhos brancos não importa a cor da uva e sim a maceração.
- Para produção de vinhos brancos são recomendadas a utilização de temperaturas mais elevadas.
- Para a produção de vinhos brancos são utilizadas apenas uvas 'brancas'.

---

**O termo 'brut' para os espumantes tem relação com:** \*

1 ponto

- Quantidade de gás carbônico encontrada na bebida.
- Tempo de envelhecimento em barris de madeira.
- Teor de açúcar residual da bebida.

---

**Sobre fermentação malolática, assinale a alternativa que considerar correta.**

\* 1 ponto

- É a segunda fermentação realizada por leveduras e contribui para realçar a acidez dos vinhos.
- É realizada por bactérias, ocorre conversão do ácido láctico em etanol.
- É realizada por bactérias, contribuindo para atenuação da acidez nos vinhos.

**Por que a retirada dos ráquis da uva é importante? \***

1 ponto

- Podem impedir a respiração celular das leveduras.
- Podem aumentar a quantidade de açúcares no mosto.
- Podem agregar compostos indesejados ao vinho.

**Explique como são feitos os métodos Champenoise e Charmat. \***

1 ponto

Sua resposta

---

**O composto antranilato de metila pode ser encontrado em quais variedades de uvas? Quais as consequências sensoriais deste composto para os vinhos?**

\* 1 ponto

Sua resposta

---