

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
MESTRADO - BIOENERGIA

DISCIPLINA - COMBUSTÍVEIS E BIOCOMBUSTÍVEIS



1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
MESTRADO - BIOENERGIA

CONHECENDO A UFPR CAMPUS PALOTINA



2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
MESTRADO - BIOENERGIA

BIBLIOTECA



3

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
PALOTINA MESTRADO - BIOENERGIA

RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Café da manhã: R\$ 0,50 (6h45min as 8h15min);

Almoço: R\$ 1,30 (11h00min as 13h15min);

Janta: R\$ 1,30 (18h00 min as 20h00min);

Obrigatório a apresentação de documento com foto.

4

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
PALOTINA MESTRADO - BIOENERGIA


UFPR SEM FIO

Nome
Senha

Rede: UFPR_SEM_FIO

 **Usuário:** bioenergia2019

Senha: bioenergia2019ufpr

 <http://www.>

5

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
PALOTINA MESTRADO - BIOENERGIA

BIOETANOL

6



7

MATÉRIAS PRIMAS

Qualquer material vegetal que contenha açúcar ou carboidrato de forma direta ou indireta;

As matérias-primas são economicamente atraentes, levando em consideração fatores como:

- Armazenamento;
- Pré tratamento;
- Esterilização;
- Processamento.

Etanol

Matérias primas para produção de etanol

Canas-de-açúcar

Áreas para expansão

8

MATÉRIAS PRIMAS

Substratos solúveis: sacarose, glicose, frutose e lactose podem ser facilmente extraídos e convertidos em produtos. Exemplos:

- Cana-de-açúcar;
- Beterraba;
- Melaço;
- Soro de leite.

9

MATÉRIAS PRIMAS

Entre as matérias primas açucaradas costumam-se distinguir duas classes:

Diretamente Fermentáveis:

- Contém monossacarídeos;
- Limitam-se a sucos de frutas;
- Tem importância na produção de bioetanol e bebidas.

HEXOSES

O=C[C@@H](O)[C@H](O)[C@@H](O)CO
 glicose

O=C[C@@H](O)[C@H](O)[C@@H](O)CO
 frutose

O=C[C@@H](O)[C@H](O)[C@@H](O)CO
 galactose

10

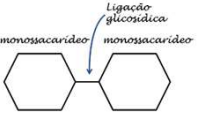
10

MATÉRIAS PRIMAS

Não diretamente fermentáveis:

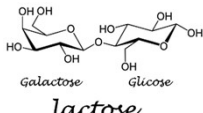
Dissacarídeos

Açúcar	Composição	Fonte
Sacarose	Glicose + frutose	Cana-de-açúcar
Lactose	Glicose + galactose	Leite
Maltose	Glicose + glicose	Malte



Ligação glicosídica

monossacarídeo monossacarídeo



Galactose Glicose

lactose

11

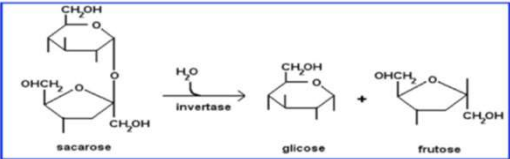
11

MATÉRIAS PRIMAS

Não diretamente fermentáveis

Dissacarídeos: Fermentam após uma hidrólise.

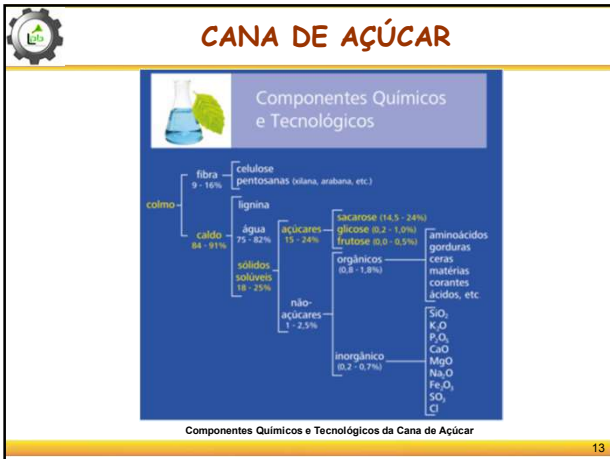
Hidrólise: denominada de inversão, e ocorre naturalmente pela ação de uma enzima (invertase) produzida pelo agente de fermentação.



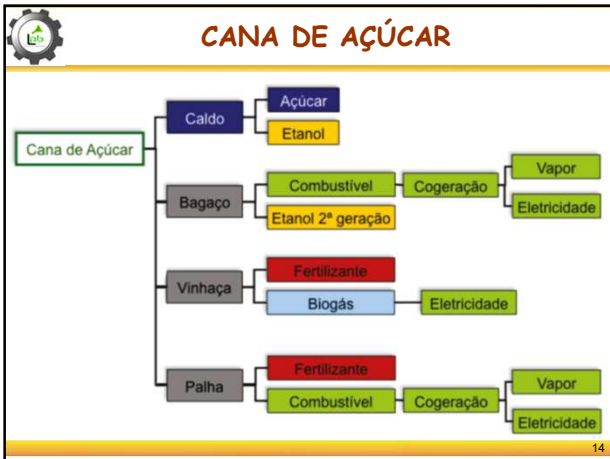
sacarose glicose frutose

12

12



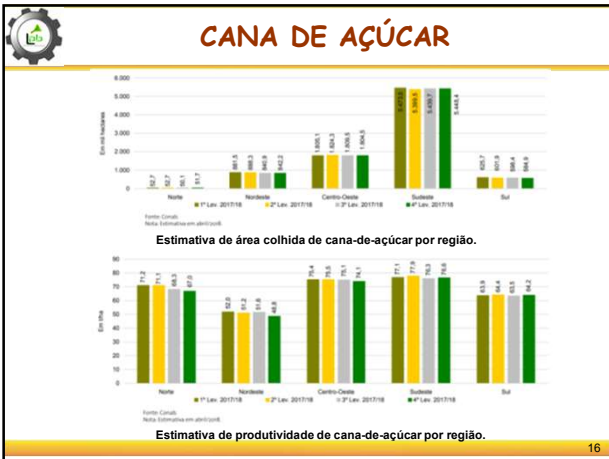
13



14



15



16

MATÉRIAS PRIMAS

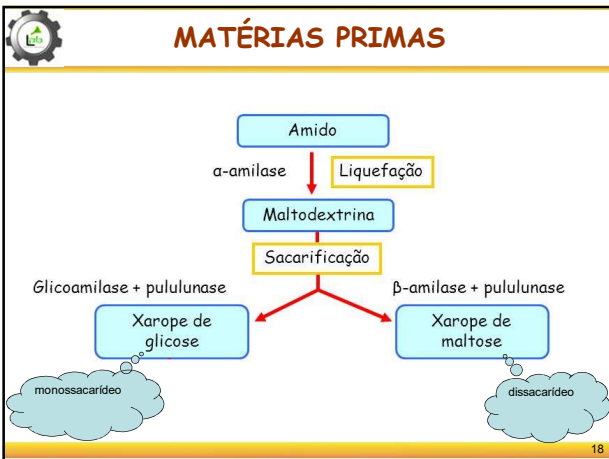
As M. P. **AMILÁCEAS E FECULENTAS** fermentam após uma hidrólise;

Denominada **SACARIFICAÇÃO**: onde o amido infermentescível se transforma em açúcar fermentescível;

A alcooolização utiliza técnicas industriais mais complexas:

- Maiores conhecimentos;
- Dificuldade de conservação e fermentação da M. P.;
- Custo de fabricação.

17



18

MATÉRIAS PRIMAS

Polissacarídeos celulósicos: onde há necessidade de pré tratamento para solubilização e hidrólise.

Lignocelulose

The diagram illustrates the composition of lignocelulose. It shows plant cells with biomass, cellulose microfibrils, hemicellulose, and lignin. The process involves the action of enzymes to break down these components. Hemicelulose is shown as a branched polymer of xilose units, with a chemical structure and a monomer structure labeled 'Xilose 25%'. Cellulose is shown as a linear polymer of glucose units, with a chemical structure and a monomer structure labeled 'Glucose 40%'. The number 19 is in the bottom right corner.

19

MATÉRIAS PRIMAS

MATERIAS PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL

SACARÍDEAS	AMILÁCEAS	CELULÓSICAS
Cana de Açúcar	Raízes e Tubérculos	Madeira
Melaço - Mel Final	Mandioca	Resíduos vegetais
Sorgo Sacarino	Batata	Bagaçõ de Cana
Beterraba	Batata Doce	Serragem
Frutas	Cereais	Resíduos Florestais
	Milho	
	Sorgo	
	Trigo	
	Arroz	

The number 20 is in the bottom right corner.

20

MATÉRIAS PRIMAS

The flowchart shows the production of ethanol from three types of biomass: 1) Biomassa açucarada (cana, beterraba) -> Extração por pressão ou diluído -> Solução açucarada fermentável. 2) Biomassa amilácea (milho, trigo, mandioca) -> Trituração -> Hidrólise enzimática -> Solução açucarada fermentável. 3) Biomassa celulósica (em desenvolvimento) -> Trituração -> Hidrólise ácida ou enzimática -> Solução açucarada fermentável. The common path is: Solução açucarada fermentável -> Fermentação -> Destilação -> Etanol. The number 21 is in the bottom right corner.

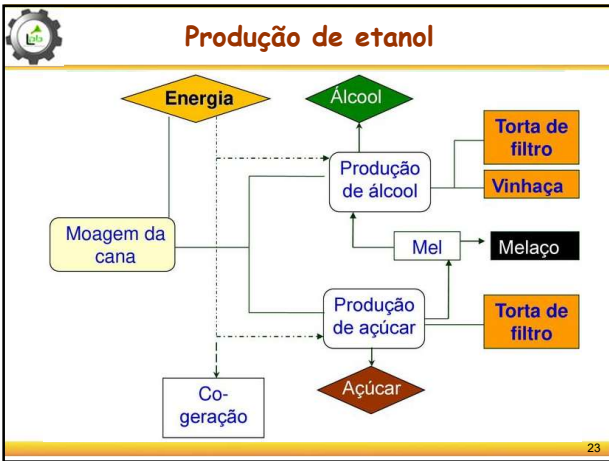
21

FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL

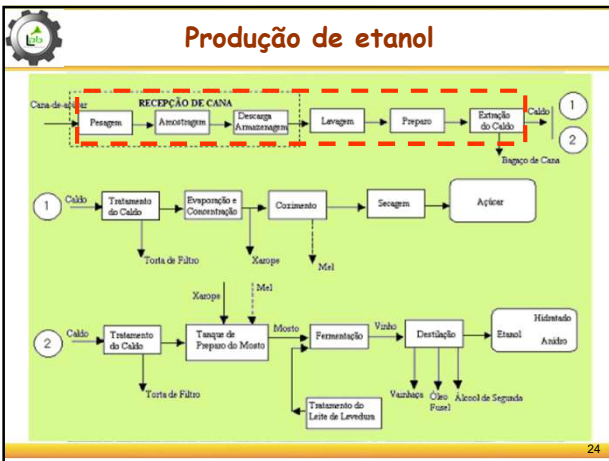
FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL

22

22



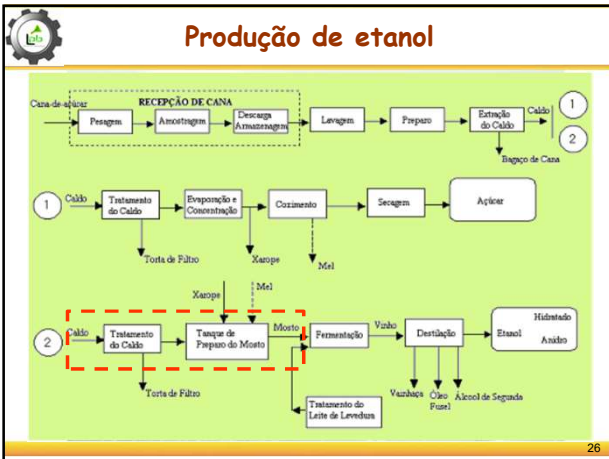
23



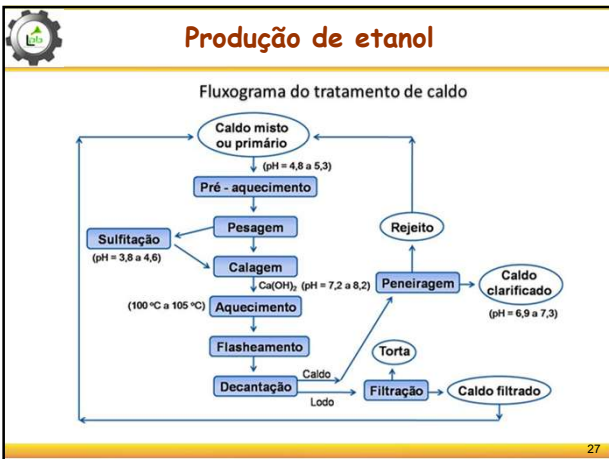
24



25



26



27

PREPARO DO MOSTO

Mosto é uma **mistura de mel e/ou caldo clarificado**. Sua concentração é definida conforme a **produção** pretendida.

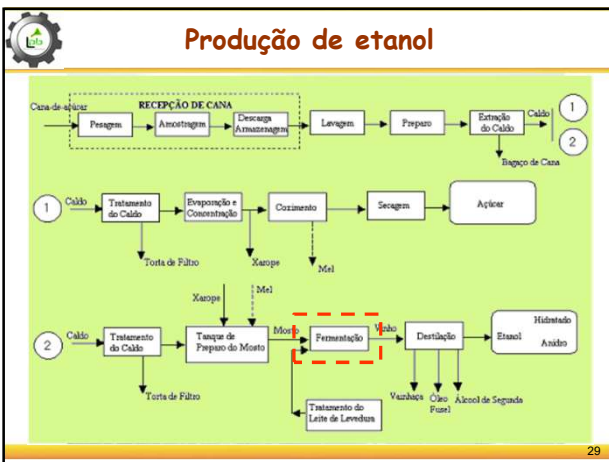
O mosto deve ter as seguintes características:

- Isenção de Sólidos (bagacilho, areia, terra);
- Temperatura de **32°C**;
- Contaminação < **10²** (ideal);
- 4,0 < pH < 6,0.

Preparo do Mosto

28

28



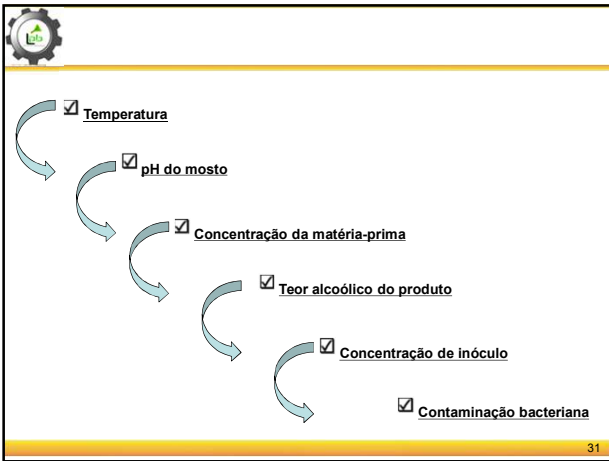
29

FERMENTAÇÃO

- ☑ O objetivo primordial da levedura, (ao metabolizar anaerobicamente o açúcar) é gerar uma forma de energia (ATP).
- ☑ Empregada na realização de trabalhos fisiológicos e biossínteses.
- ☑ Necessário a manutenção da vida, crescimento e multiplicação para perpetuar a espécie.

30

30



31

FERMENTAÇÃO

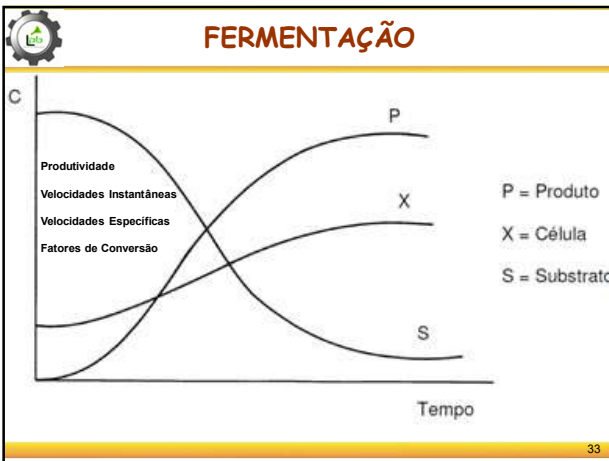
Em aerobiose, ocorre a oxidação total da glicose:

Anaerobiose	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + \text{ENERGIA}$
Glicose	Etanol
	Dióxido de carbono
	2 ATP + calor
Fermentação alcoólica	
FERMENTAÇÃO e RESPIRAÇÃO CELULAR	
Aerobiose	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ENERGIA}$
Glicose	Dióxido de carbono
	36 ATP + calor
Respiração aeróbia	

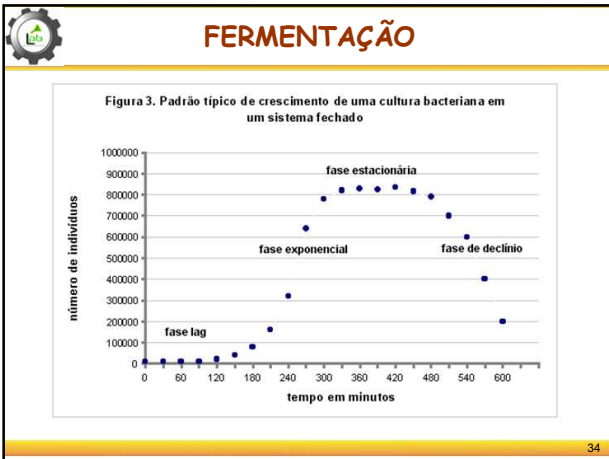
Diminui o rendimento em álcool mas pelo aproveitamento de energia há maior produção de células de leveduras.

32

32



33



34

OPERAÇÃO DE BIORREATORES

- × DESCONTÍNUO;
- × CONTÍNUO;

Lab. Produção de Biocombustíveis
UFPR - Setor Palotina

35

35

PROCESSO DESCONTÍNUO

- × Carrega o reator → fermenta → descarrega → esteriliza → recomeça nova fermentação;
- × Volume no decorrer da fermentação permanece constante;


etanol
uma atitude inteligente

36

36

PROCESSO DESCONTÍNUO

- × Pode apresentar baixos rendimentos;
- × Substrato adicionado de uma única vez no início da fermentação exerce efeitos de:
 - × Inibição;
 - × Repressão;
 - × Ou desvia o metabolismo celular a produtos que não interessam.



37

37

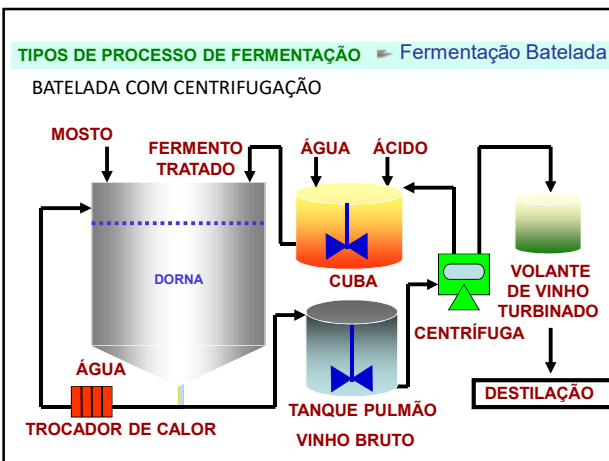
PROCESSO DESCONTÍNUO

- × Apresenta tempo morto (carga, descarga, lavagem, esterilização);
- × Apresenta menores riscos de contaminação;
- × Grande flexibilidade de operação;




38

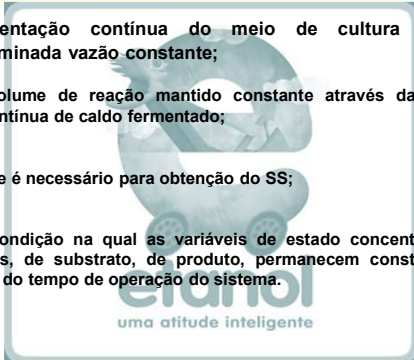
38



39

 **PROCESSO CONTÍNUO**

- ✗ Alimentação contínua do meio de cultura a uma determinada vazão constante;
- ✗ Volume de reação mantido constante através da retirada contínua de caldo fermentado;
- ✗ $V=cte$ é necessário para obtenção do SS;
- ✗ SS: condição na qual as variáveis de estado concentração de células, de substrato, de produto, permanecem constantes ao longo do tempo de operação do sistema.

 **etanol**
uma atitude inteligente

40

40

 **PROCESSO CONTÍNUO**


✗ Principais vantagens do processo de fermentação contínuo:

- ✗ Aumento de produtividade: menores tempos mortos;
- ✗ Obtenção de caldo fermentado uniforme, facilitando o projeto de operações de recuperação do produto desejado;
- ✗ Manutenção de células em mesmo estado fisiológico;

 **etanol**
uma atitude inteligente

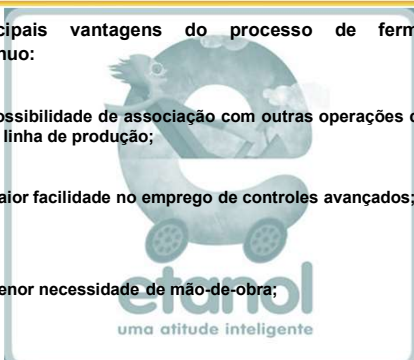
41

41

 **PROCESSO CONTÍNUO**

✗ Principais vantagens do processo de fermentação contínuo:

- ✗ Possibilidade de associação com outras operações contínuas na linha de produção;
- ✗ Maior facilidade no emprego de controles avançados;
- ✗ Menor necessidade de mão-de-obra;

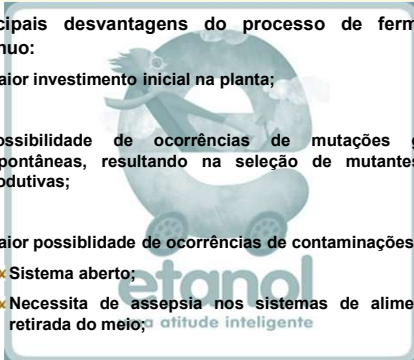
 **etanol**
uma atitude inteligente

42

42

PROCESSO CONTÍNUO

- × Principais desvantagens do processo de fermentação contínuo:
 - × Maior investimento inicial na planta;
 - × Possibilidade de ocorrências de mutações genéticas espontâneas, resultando na seleção de mutantes menos produtivas;
 - × Maior possibilidade de ocorrências de contaminações:
 - × Sistema aberto;
 - × Necessita de assepsia nos sistemas de alimentação e retirada do meio;

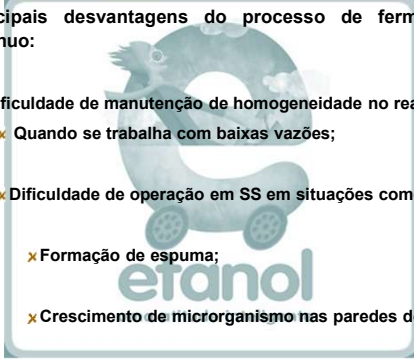


43

43

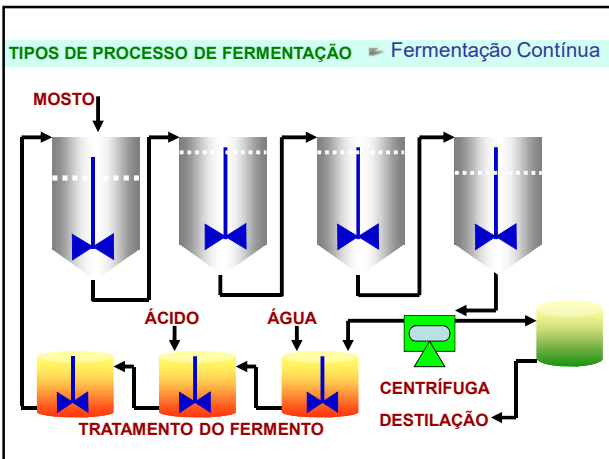
PROCESSO CONTÍNUO

- × Principais desvantagens do processo de fermentação contínuo:
 - × Dificuldade de manutenção de homogeneidade no reator:
 - × Quando se trabalha com baixas vazões;
 - × Dificuldade de operação em SS em situações como:
 - × Formação de espuma;
 - × Crescimento de microrganismo nas paredes do reator.

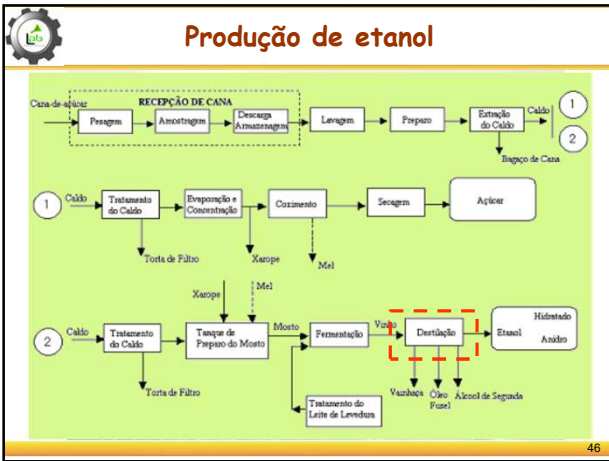


44

44



45



46

DESTILAÇÃO

Processo de destilação: é aquele a que o **VINHO** é submetido visando a sua separação em substâncias voláteis e condensáveis.

Assim, temos de acordo com o grau de volatilidade, as seguintes frações:

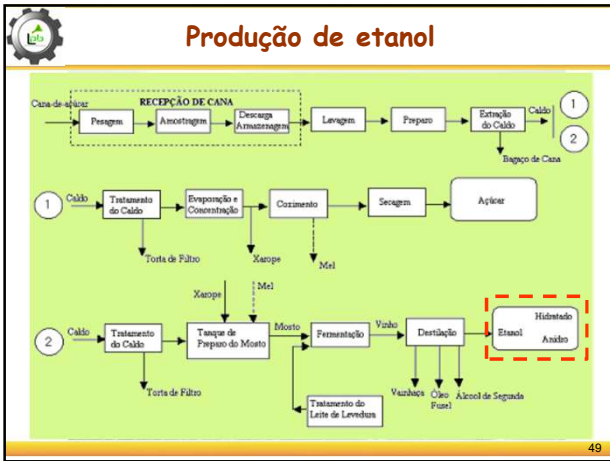
- **Cabeça** – são os componentes mais voláteis, recolhidos na primeira fração do condensado;
- **Coração** – fração intermediária, constituída basicamente de etanol;
- **Cauda** – constituída de compostos menos voláteis.

Vinhaça – parte MENOS volátil do vinho. O teor alcoólico nesse produto é virtualmente nulo, mas alguns componentes voláteis podem estar presentes.

47



48



49



50

Controle de Qualidade do Etanol

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE		MÉTODO	
		ENR	ENR	NER	ASTM
Aspecto	-	ENR	ENR	Visual	-
Cor	-	(2)	(2)	Visual	-
Acidez total, máx. (em miligramas de ácido acético)	mg/L	30	-	9066	-
Condutividade elétrica, máx. (17)	µS/cm	369	-	10547	-
Massa específica a 20°C (4) (5) (6)	kg/m³	791,5 máx.	807,6 a 811,0	2992 e 15039	D4002
Teor alcoólico (5) (6) (7) (8)	% volume	98,8 mín.	95,1 a 98,0	2992 e 15039	-
Presença de hidrocarbonetos (9)	% massa	98,3 mín.	92,5 a 98,0	-	-
Teor de álcool, mín. (9)	% volume	-	8,0 a 8,0	10991	-
Teor de álcool, mín. (9)	% volume	98,0	94,5	-	D2051
Teor de água, máx. (9) (10)	% volume	0,4	4,9	10331 10995	E203
Teor de metanol, máx. (11)	% volume	1	-	comatografia	-
Resíduo por evaporação, máx. (12) (13)	mg/100 mL	5	-	8544	-
Sólidos Laveáveis (12) (13)	mg/100 mL	5	-	-	D361
Teor de hidrocarbonetos, máx. (12)	% volume	3	-	13903	-
Teor de cloreto, máx. (12) (14)	mg/kg	1	-	10994	D7326 D7319
Teor de sulfato, máx. (14) (15)	mg/kg	4	-	10994	D7326 D7319
Teor de ferro, máx. (14) (15)	mg/kg	5	-	11331	-
Teor de sódio, máx. (14) (15)	mg/kg	2	-	10422	-
Teor de cobre, máx. (15) (16)	mg/kg	0,07	-	11331	-

51

51
