

BIOETANOL



BIOETANOL



Matérias-
Primas



Fermentação



Destilação



Etanol

www.fisica.net

Continuação

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



Cana-de-açúcar



Sorgo sacarino



Mandioca



Espécies energéticas



Açúcar



Coprodutos

Cana-de-açúcar



MATÉRIAS - PRIMAS

- As matérias-primas podem ser classificadas segundo sua natureza físico-química:
- **Substratos solúveis**: sacarose, glicose, frutose e lactose os quais podem ser facilmente extraídos e convertidos em produtos.
- **Exemplos:**
 - Caldo de cana-de-açúcar;
 - Beterraba;
 - Melaço;
 - Soro de leite.



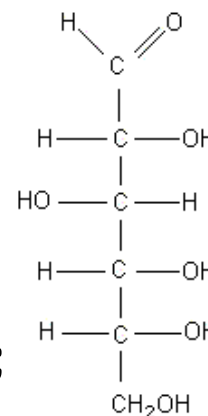
MATÉRIAS - PRIMAS

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

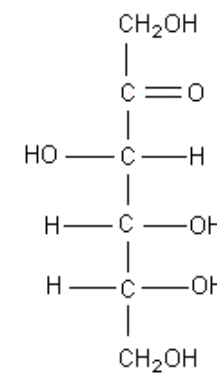
Diretamente Fermentáveis:

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

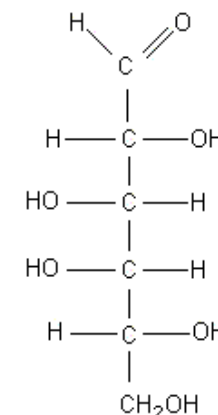
HEXOSES



glicose



frutose



galactose

Monossacarídeos



CONCEITOS FUNDAMENTAIS SOBRE OS MONOSSACARÍDEOS :

- O esqueleto é constituído por uma cadeia carbônica saturada não ramificada, sendo que todos os carbonos se ligam entre si através de ligações covalentes simples.
- Um dos carbonos da cadeia carbônica realiza uma ligação dupla com o oxigênio para formar o grupo carbonila; Todos os outros átomos de carbono da cadeia estão ligados a uma hidroxila (função álcool).
- São os carboidratos mais simples, sendo uma molécula orgânica que possui de 3 a 8 átomos de carbonos geralmente.



+ importantes

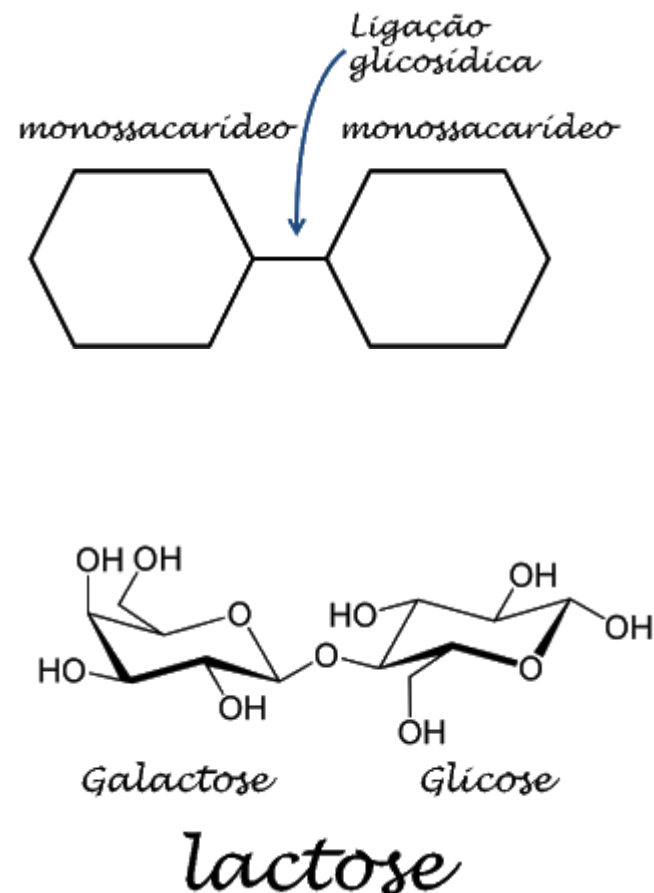
3 carbonos: Trioses	} Monossacarídeos
4 carbonos: Tetroses	
5 carbonos: Pentoses	
6 carbonos: Hexoses	
7 carbonos: Heptoses	

- ✓ Solúveis em água e insolúveis em solventes orgânicos.
- ✓ Brancos e cristalinos.

- Não diretamente fermentáveis:

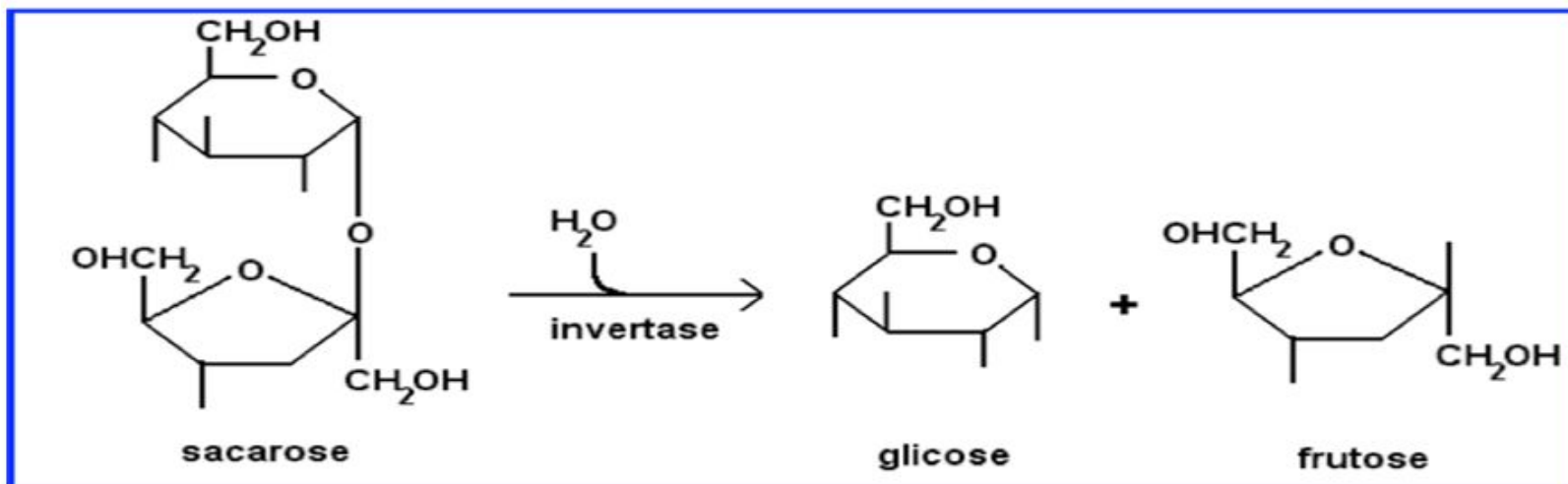
Dissacarídeos

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



MATÉRIAS - PRIMAS

- Não diretamente fermentáveis:
 - Dissacarídeos: Fermentam após uma hidrolise.
 - Hidrolise: denominada de inversão, e ocorre naturalmente pela ação de uma enzima (invertase) produzida pelo agente de fermentação.



CLASSIFICAÇÃO:

○ MONOSSACARÍDEOS

glicose

frutas, cereais,
verduras, mel

frutose

frutas

galactose

(leite)

○ ○ DISSACARÍDEOS

sacarose

(gli + fru)

açúcar da cana

lactose

: leite

gli + gal

maltose

gli + gli

- **As M. P. amiláceas e feculentas fermentam após a sacarificação;**
- **SACARIFICAÇÃO**: onde o amido in fermentescível se transforma em açúcar fermentescível;
 - A alcoolização utiliza técnicas industriais mais complexas:
 - Maiores conhecimentos;
 - Dificuldade de conservação e fermentação da M. P.;
 - Custo de fabricação.

AMILASES



Atuam sobre o amido, glicogênio e polissacarídeos para hidrolisar as ligações glicosídicas α -1,4.

três grupos

α -amilases

endoamilases

rompem as ligações no interior do substrato

β -amilases

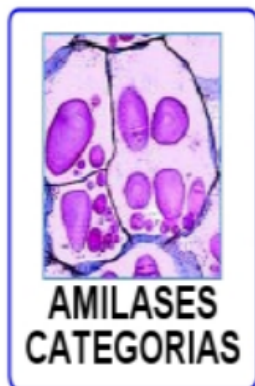
exoamilases

hidrolisam unidades das extremidades não redutoras do substrato

Glucoamilases (amiloglucosidases)

liberam unidades de glicose do terminal não-redutor das moléculas do substrato

AMILASES



Endoamilases

catalisam as hidrólises de forma aleatória no interior da molécula de amido

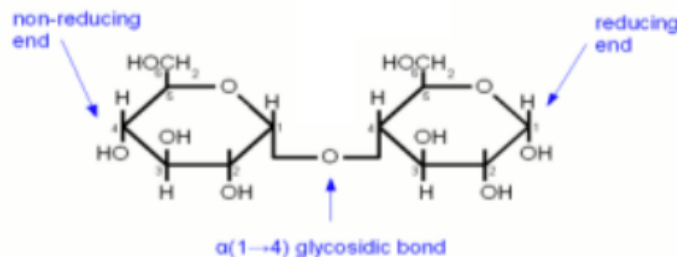
causa a formação de ramos lineares de oligossacarídeos de cadeias de vários comprimentos

Exoamilases

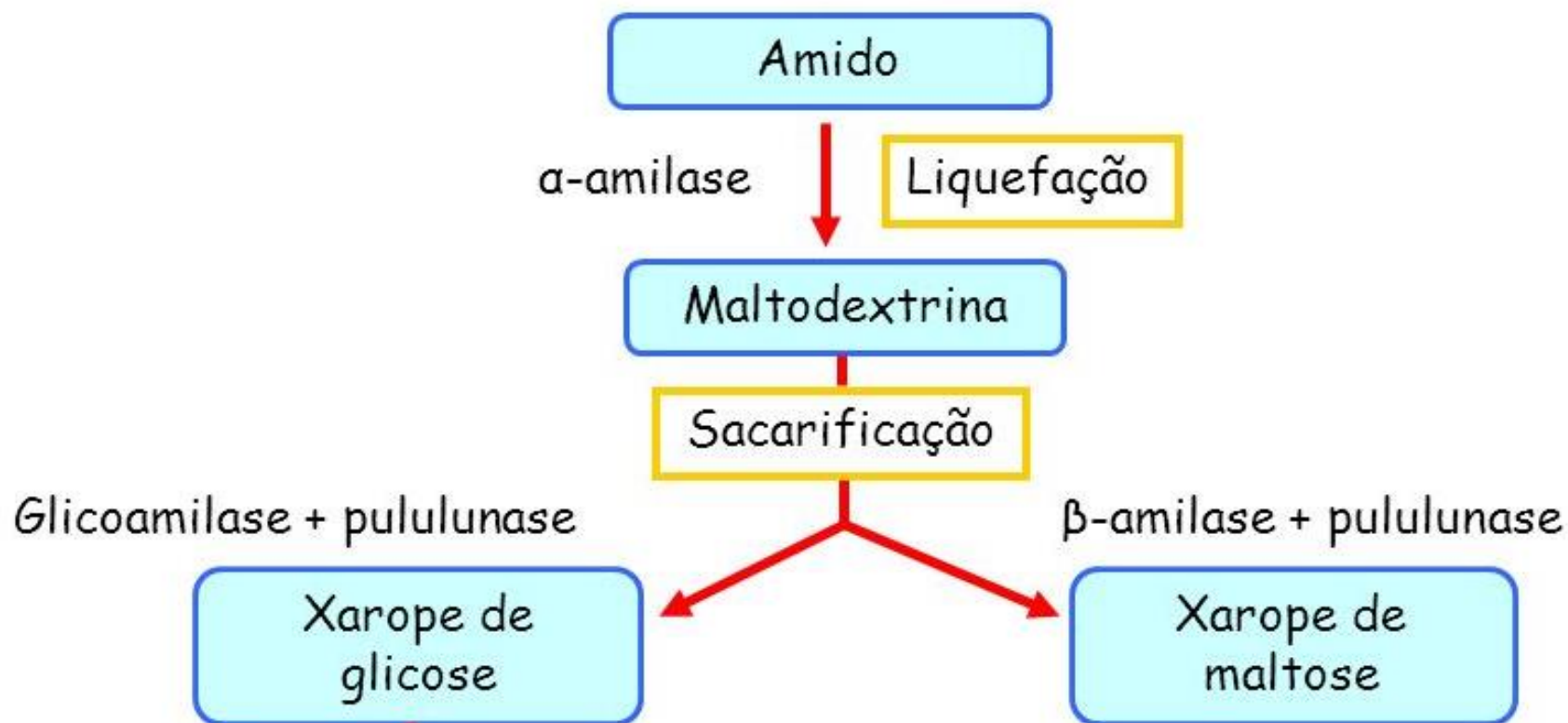
hidrolisam a partir das extremidades não-redutoras da cadeia

resultando em produtos finais pequenos

a ação combinada de várias enzimas é necessária para a completa hidrólise do amido

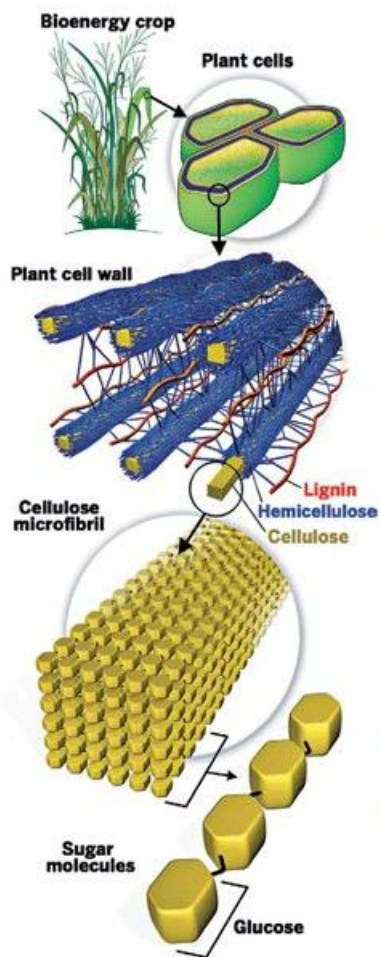


MATÉRIAS - PRIMAS

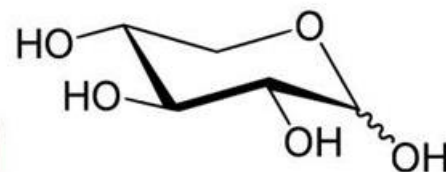
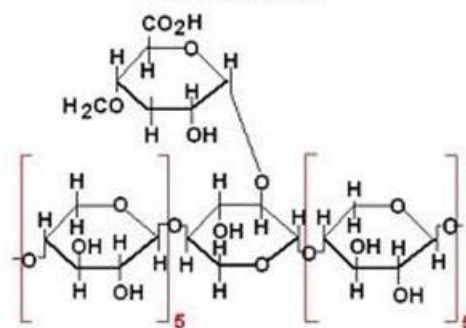


MATÉRIAS - PRIMAS

Lignocelulose



Hemicellulose

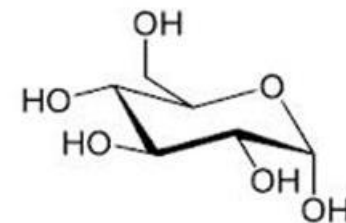
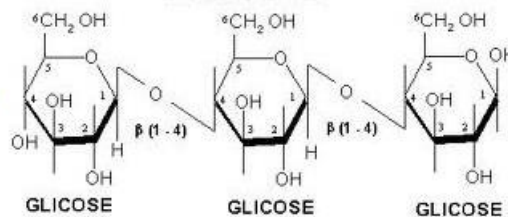


Xilose
25%

Enzimas

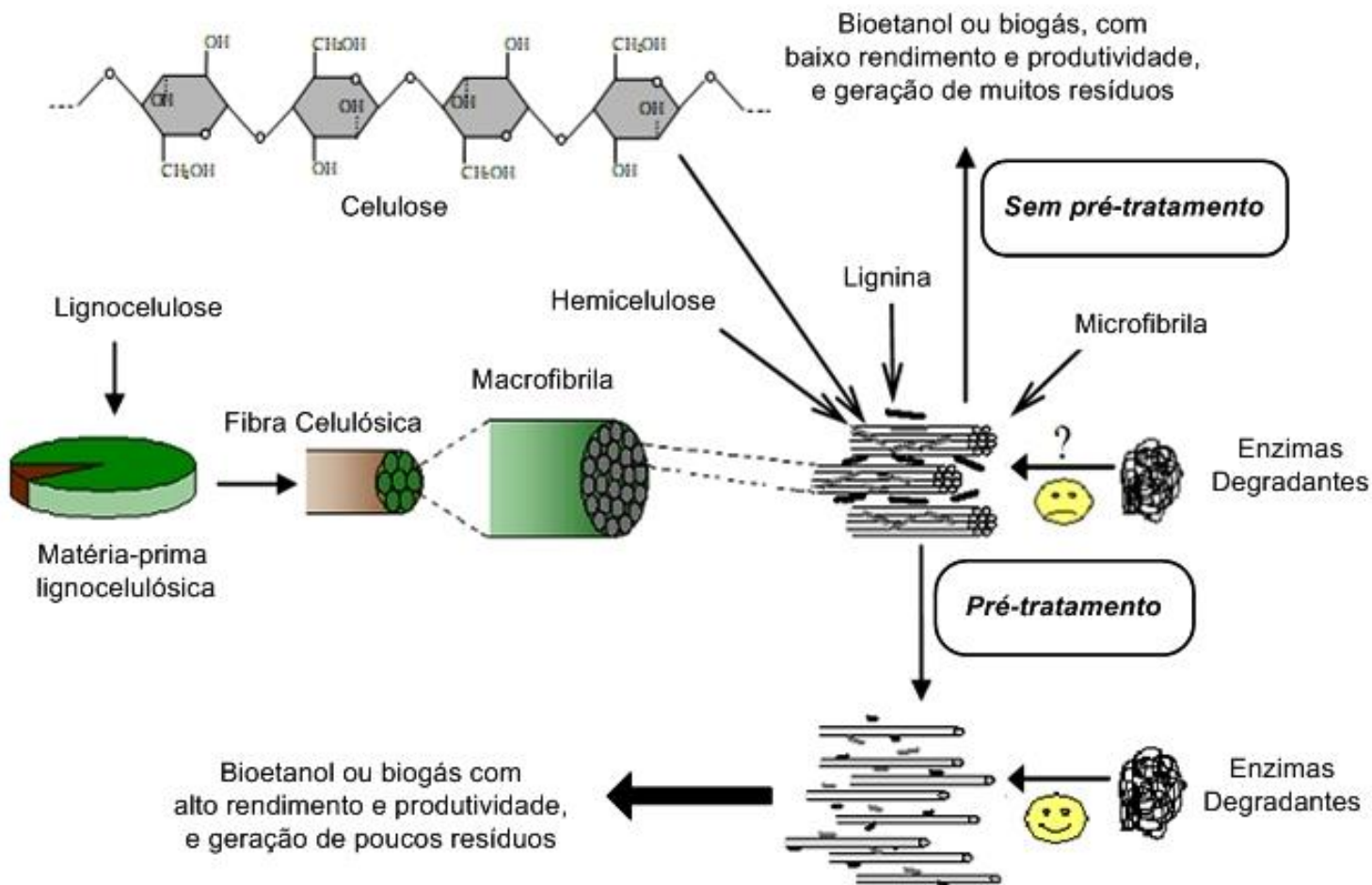


CELULOSE

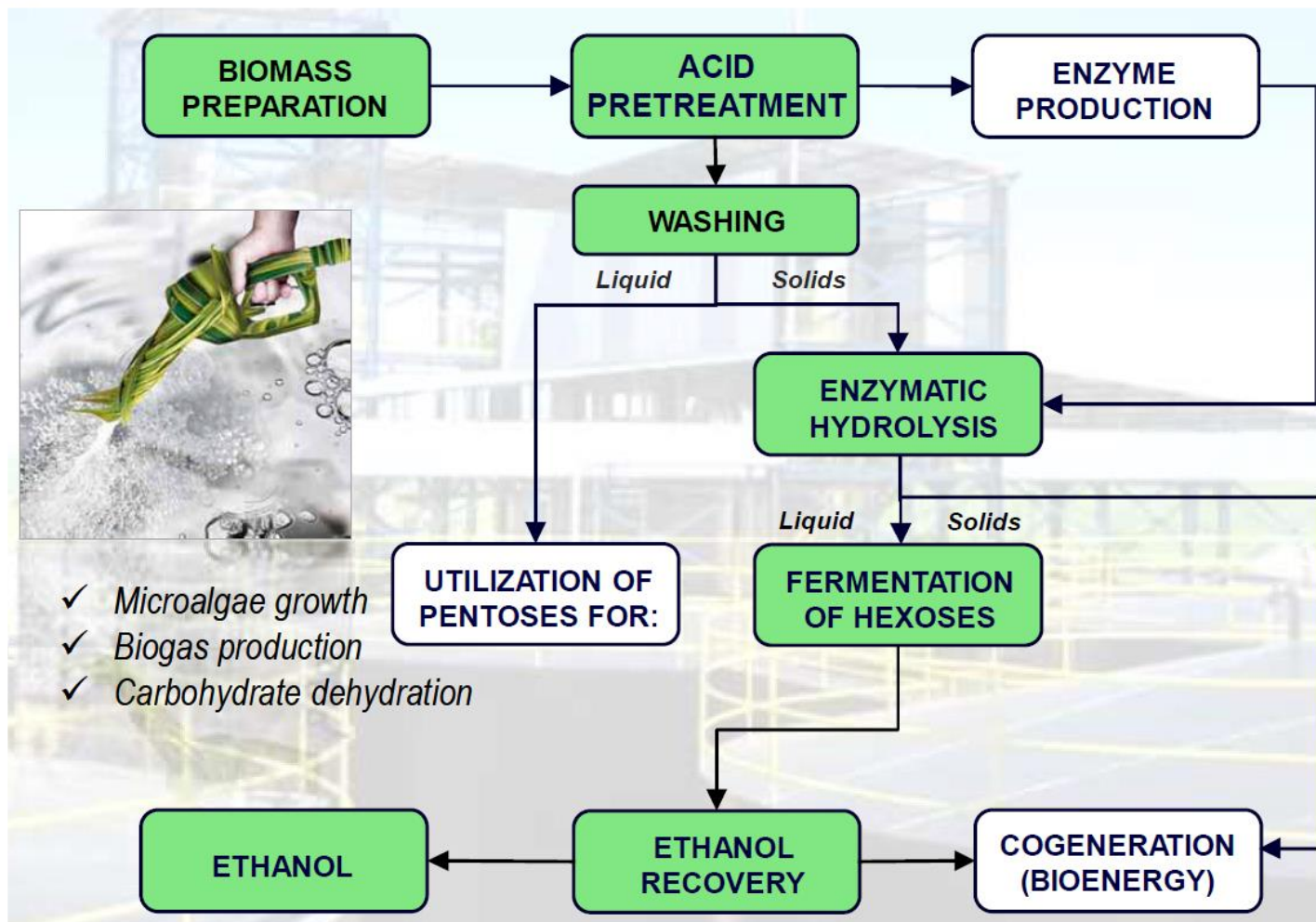


Glucose
40%

MATÉRIAS - PRIMAS

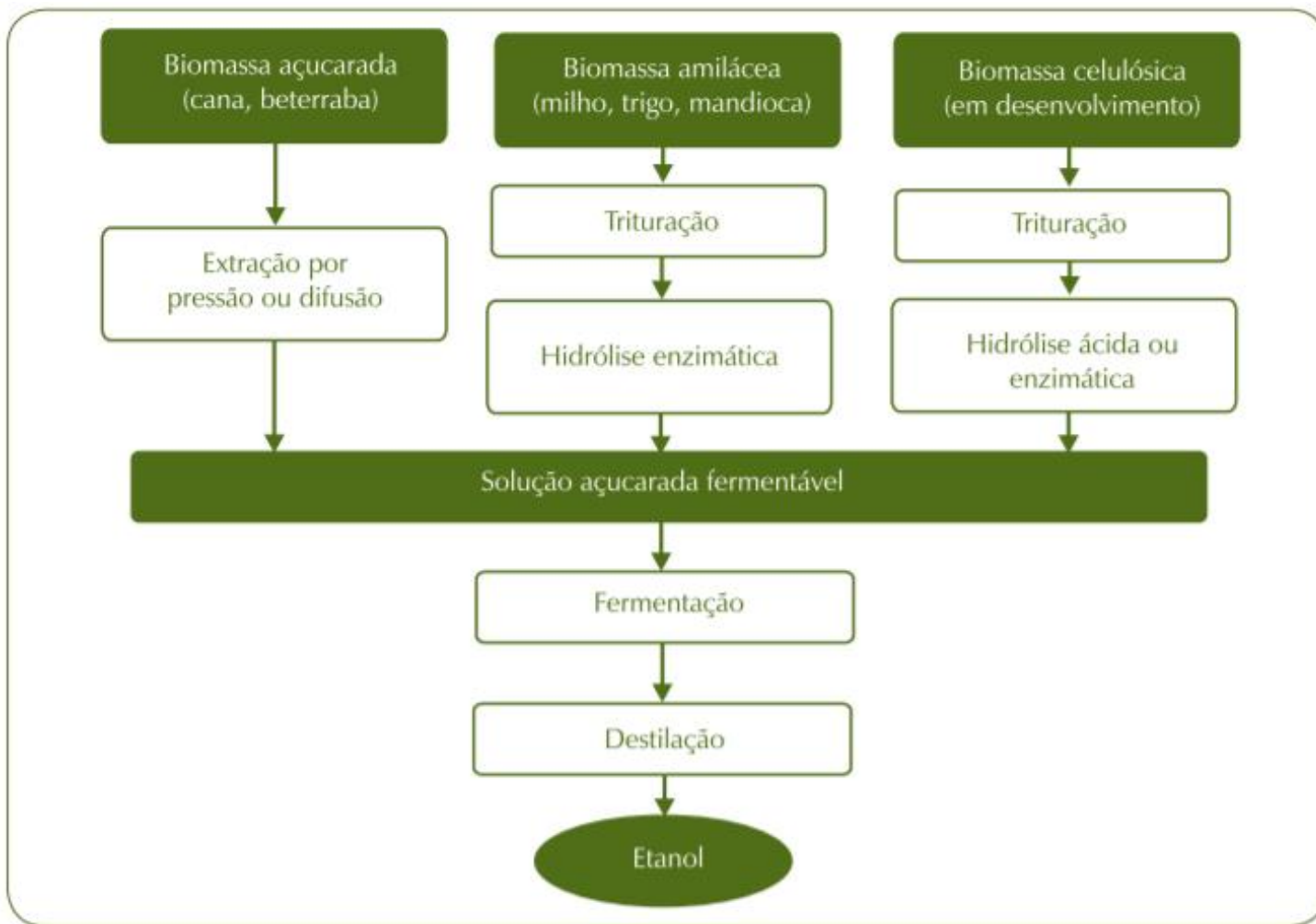


MATÉRIAS - PRIMAS



- ✓ *Microalgae growth*
- ✓ *Biogas production*
- ✓ *Carbohydrate dehydration*

RESUMO MATÉRIAS-PRIMAS



MATÉRIAS-PRIMAS



MATÉRIAS-PRIMAS



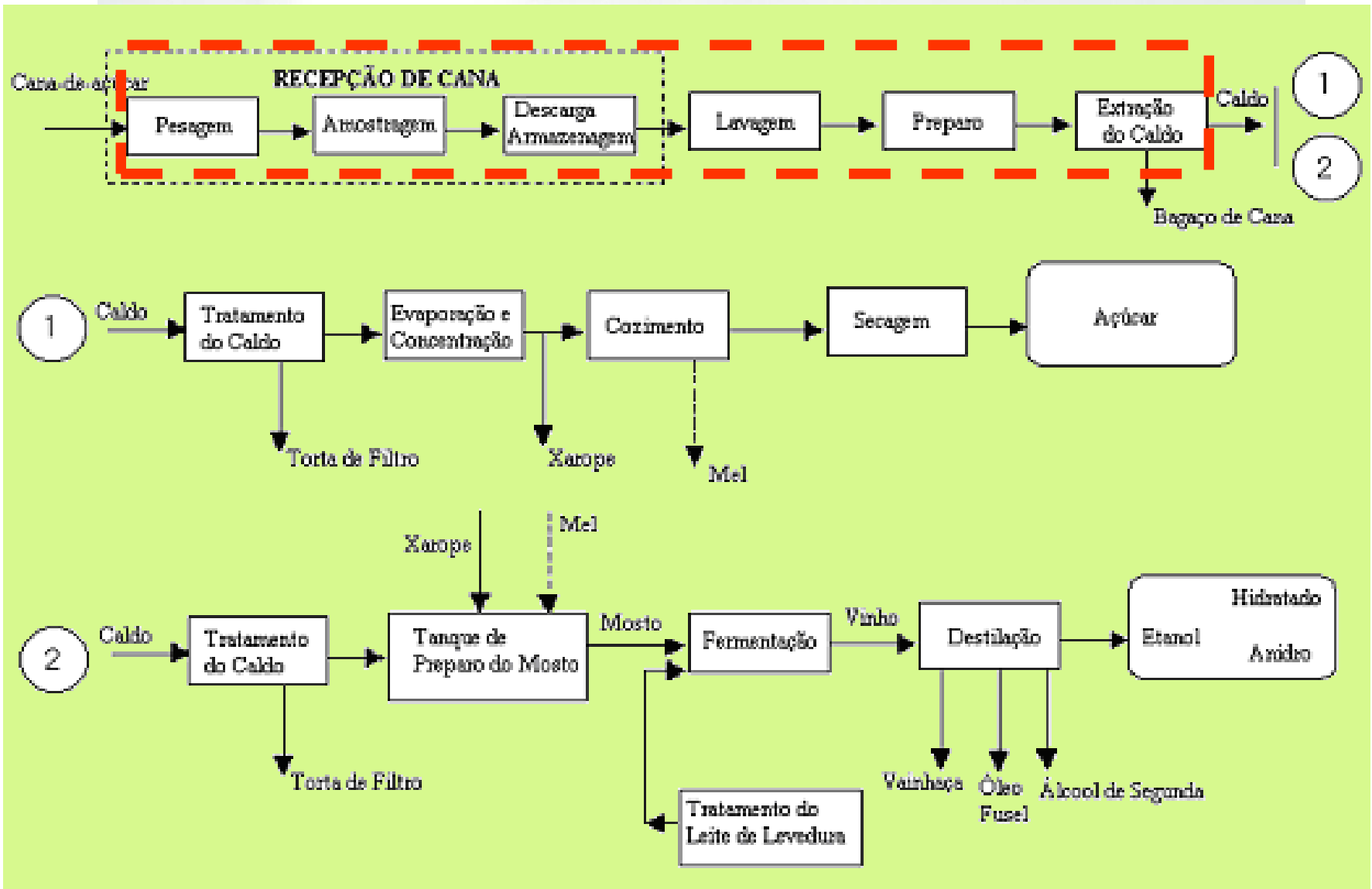
MATÉRIAS-PRIMAS



MATÉRIAS-PRIMAS



Produção de bioetanol

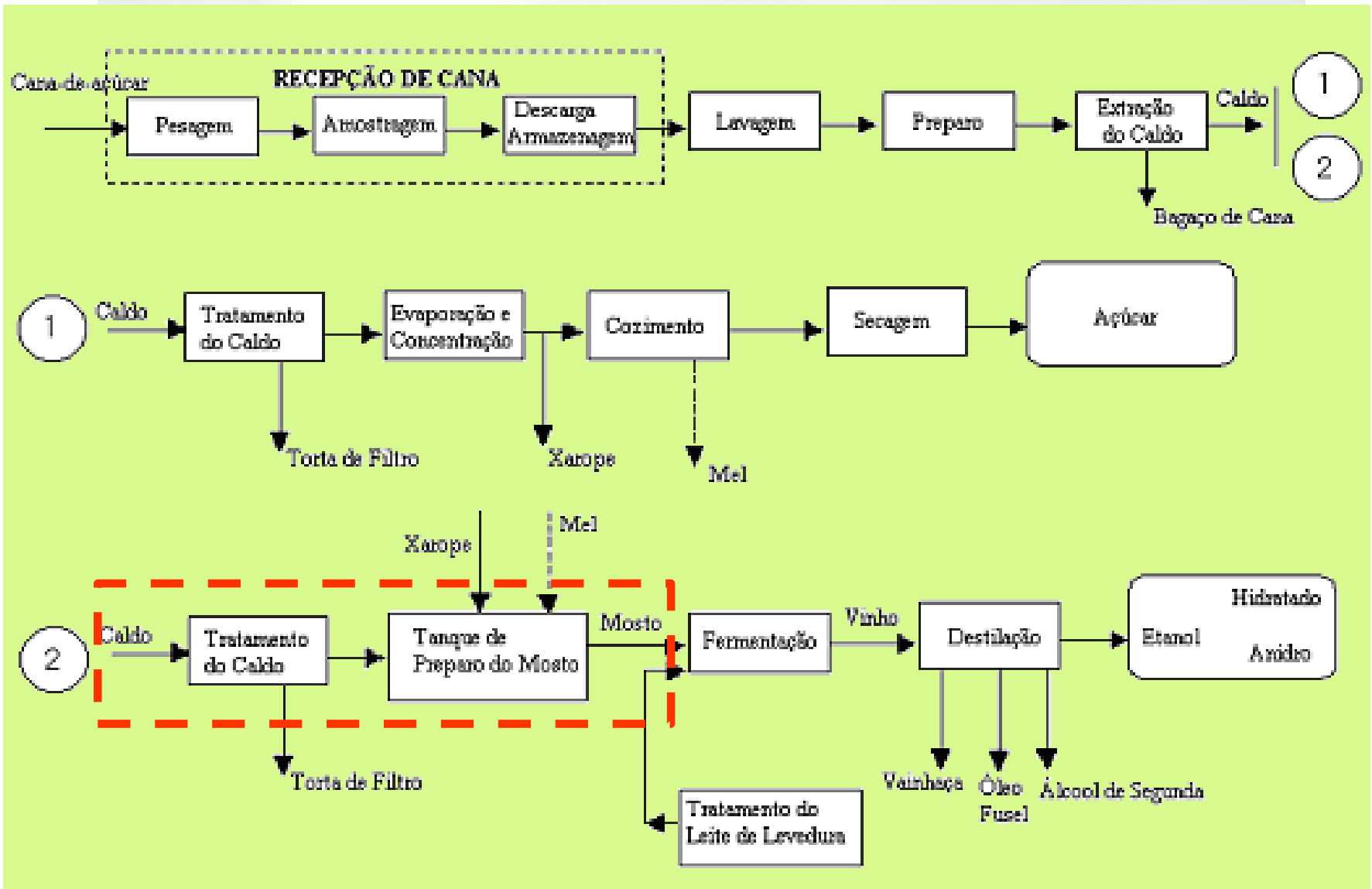




Produção de bioetanol



Produção de bioetanol



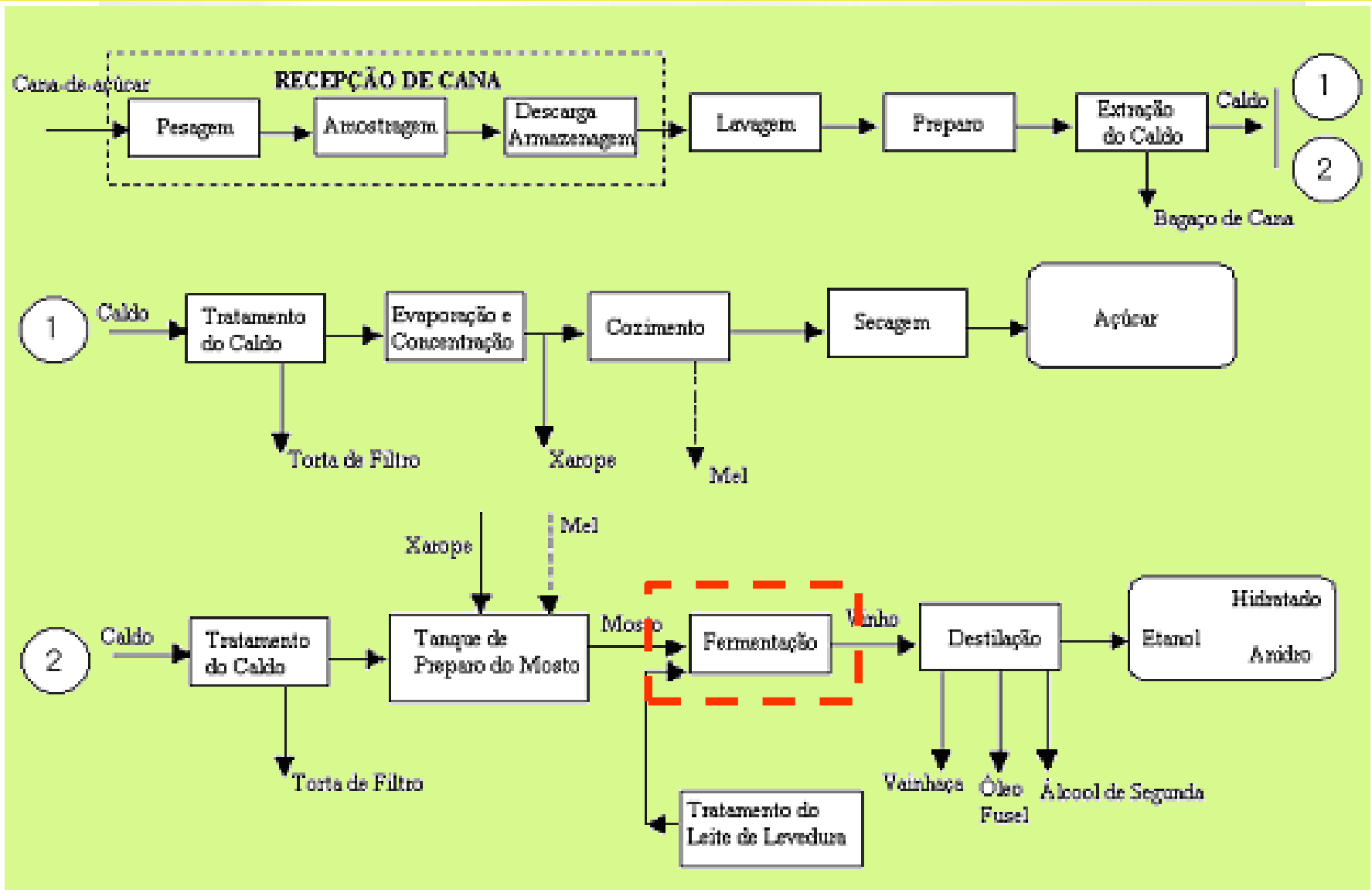
PREPARO DO MOSTO

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)**.

Produção de bioetanol



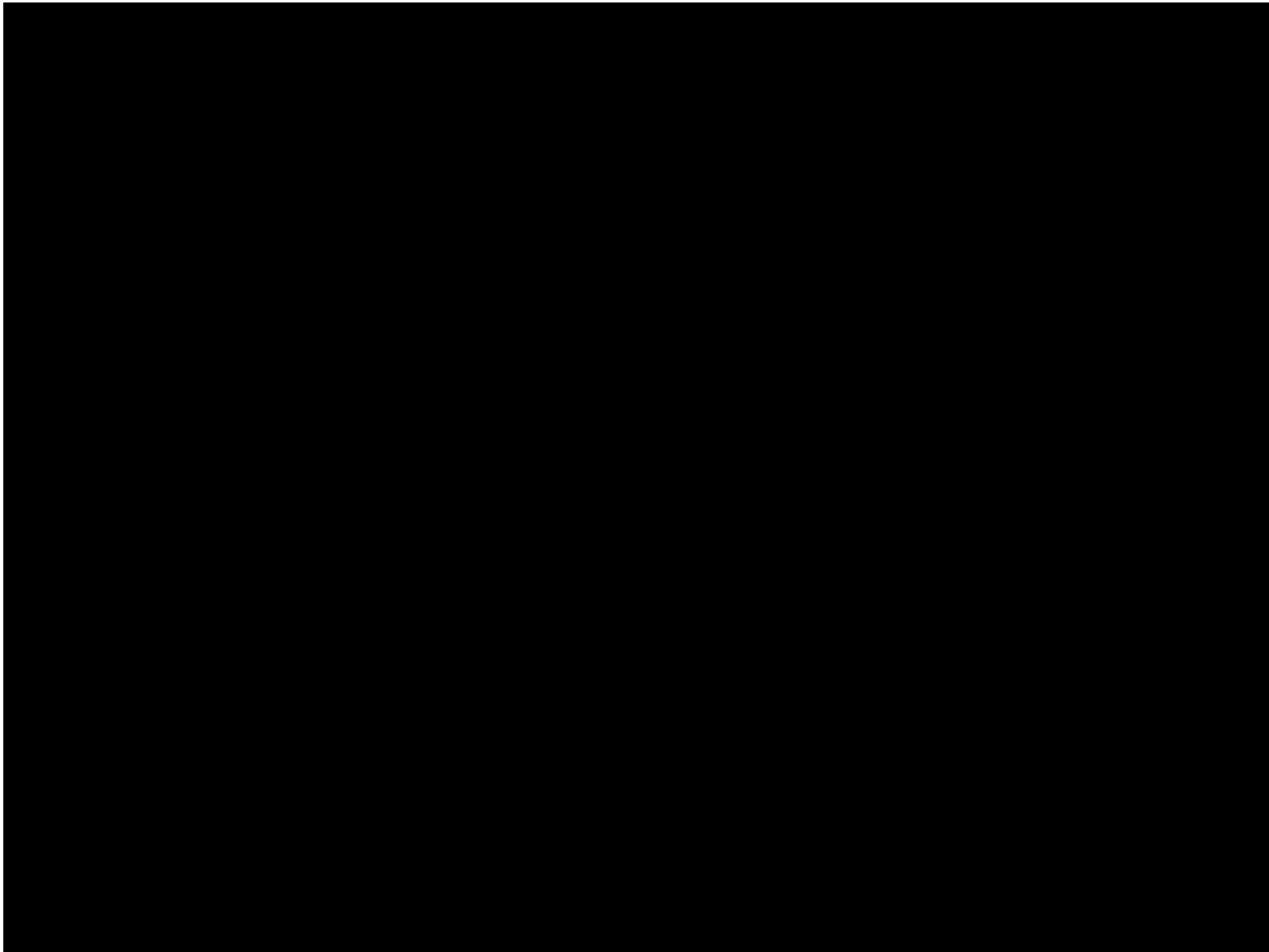
FERMENTAÇÃO

Processos fermentativos são utilizados industrialmente na produção de:





FERMENTAÇÃO

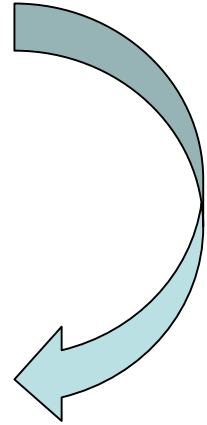


FERMENTAÇÃO

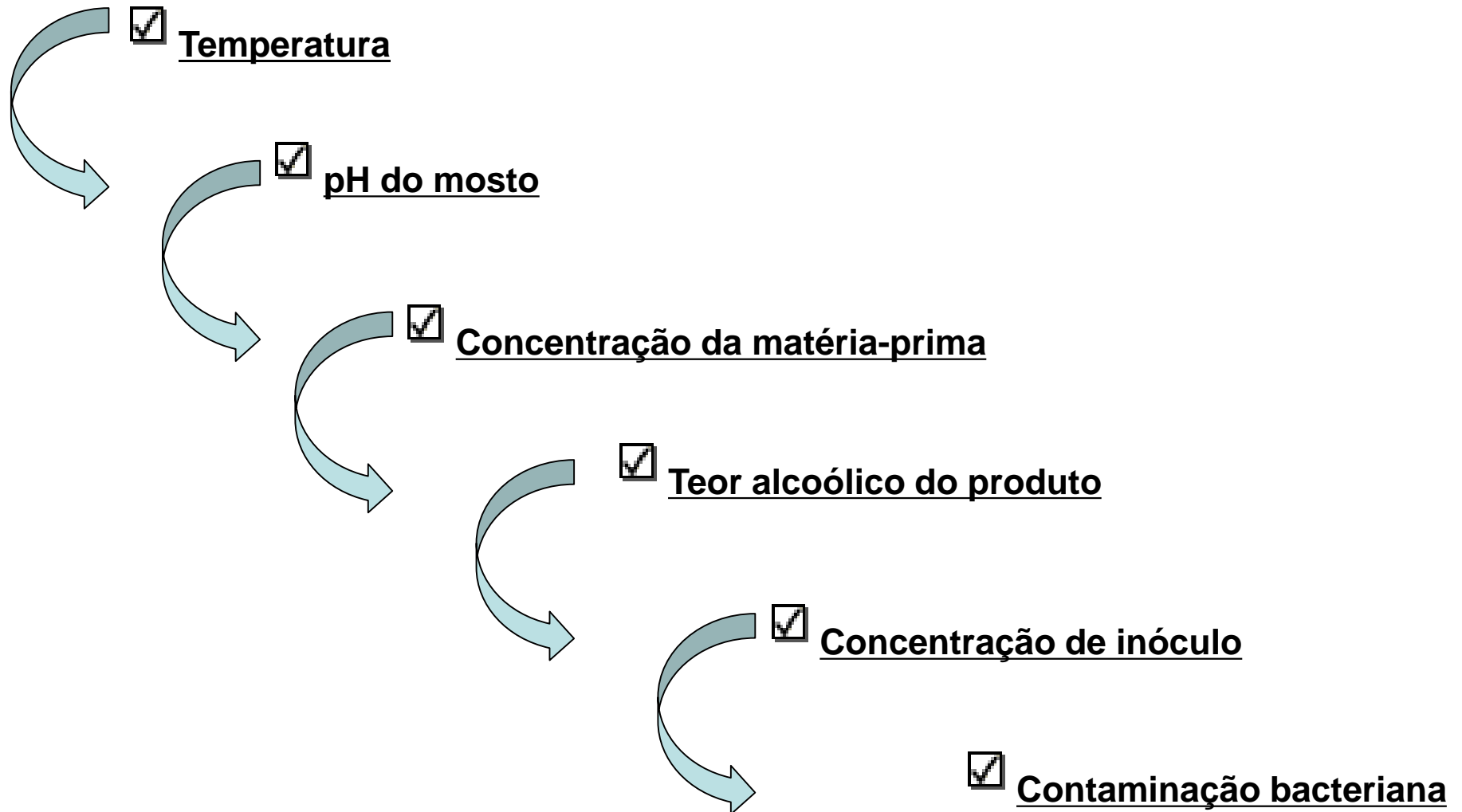
☑ O objetivo primordial da levedura, (ao metabolizar anaerobicamente o açúcar) é gerar uma forma de energia (ATP).

☑ Empregada na realização de trabalhos fisiológicos e biossínteses.

☑ Necessário a manutenção da vida, crescimento e multiplicação para perpetuar a espécie.

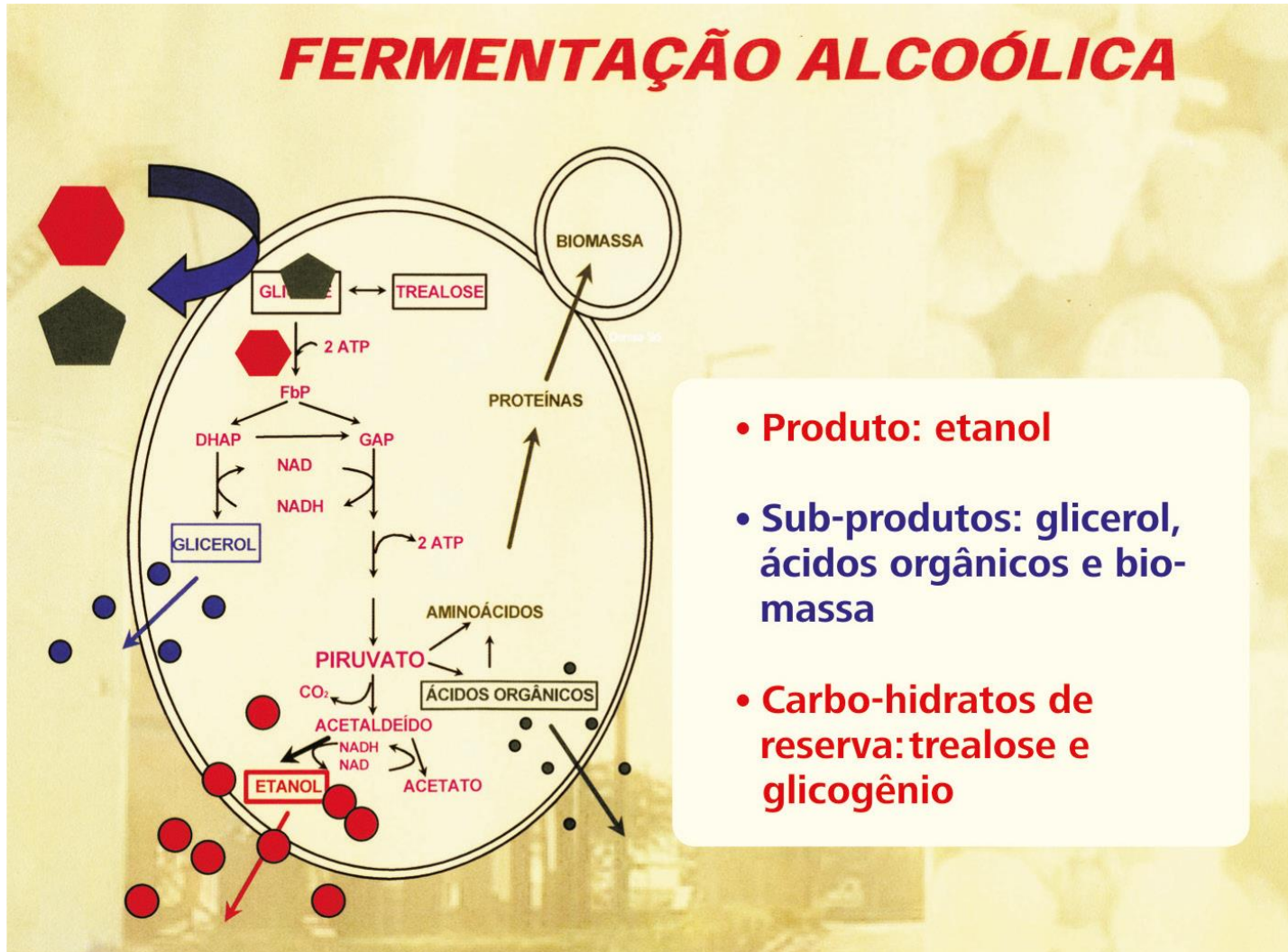


FERMENTAÇÃO



FERMENTAÇÃO

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA



- **Produto: etanol**
- **Sub-produtos: glicerol, ácidos orgânicos e bio-massa**
- **Carbo-hidratos de reserva: trealose e glicogênio**

Fermentação alcoólica



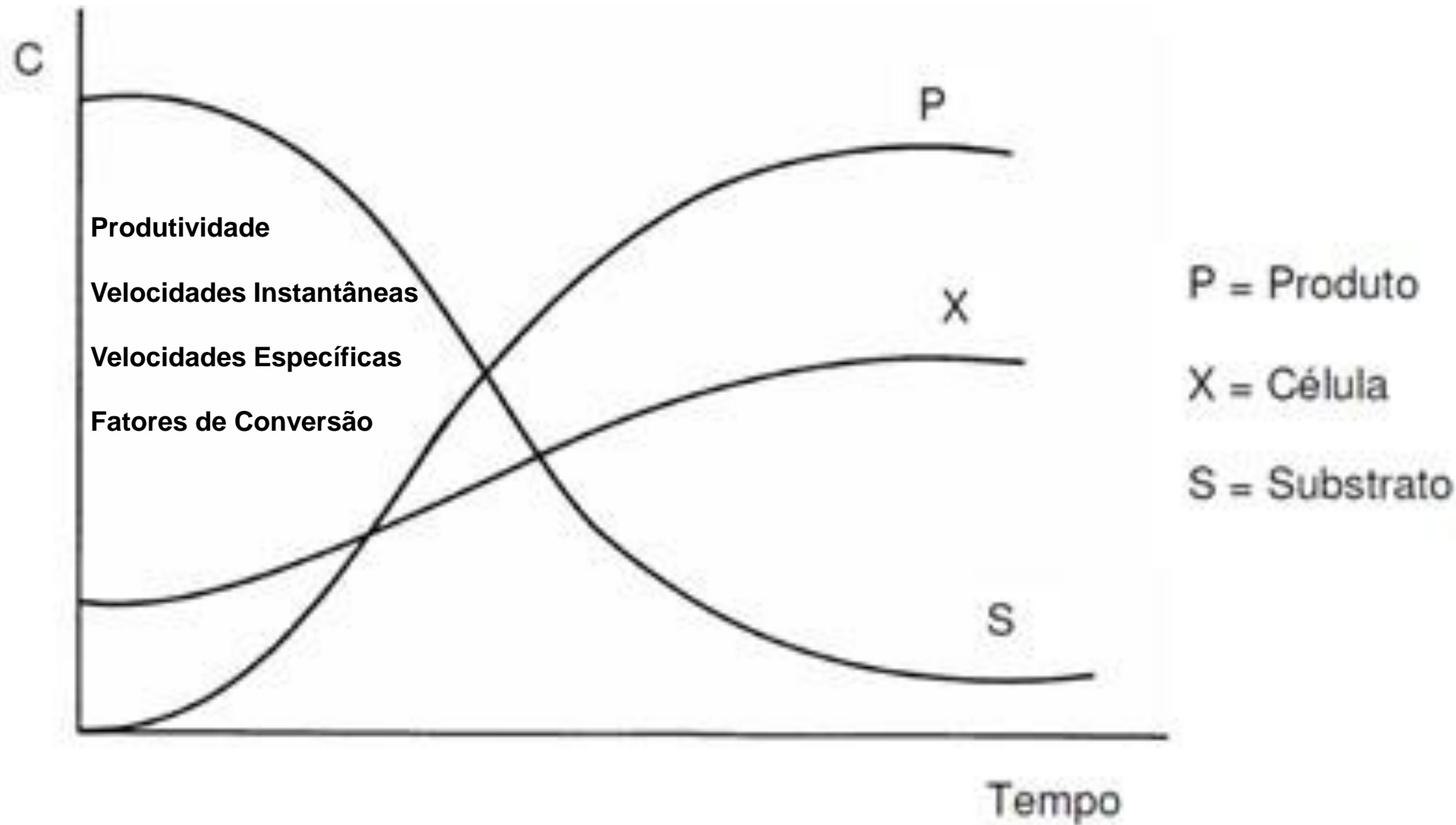
Energia

Aula 8

Prof João Vitor Dutra Molino

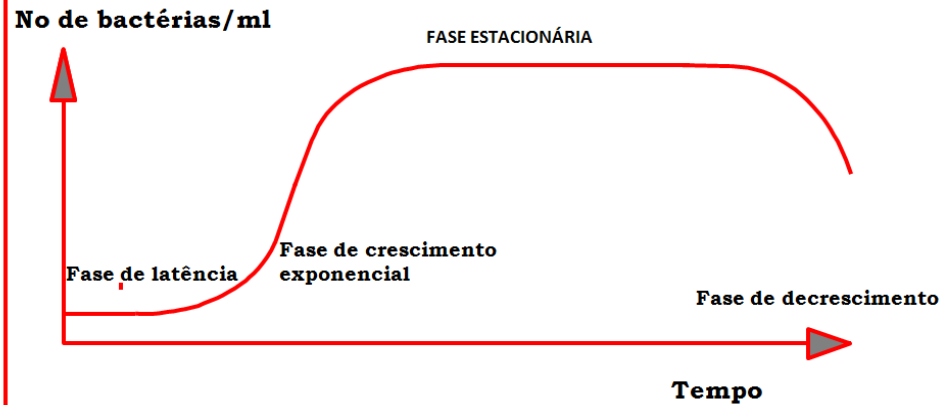
https://pt.wikiversity.org/wiki/Tecnologia_de_Fermenta%C3%A7%C3%B5es_-_FMABC

FERMENTAÇÃO

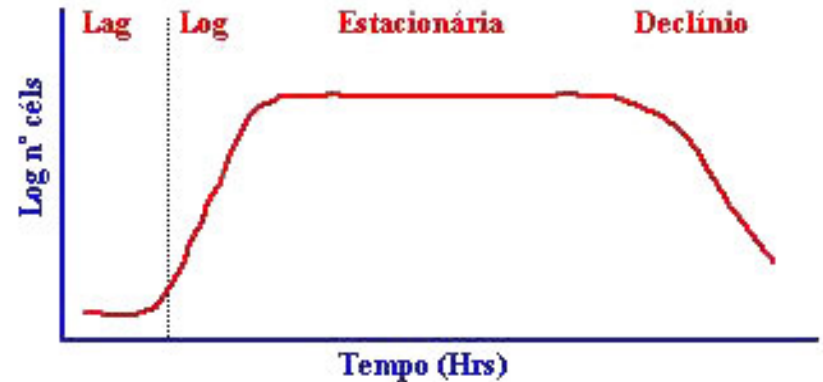


FERMENTAÇÃO

CURVA TÍPICA CRESCIMENTO BACTERIANO



CURVA DE CRESCIMENTO (EM SISTEMAS FECHADOS)



X DESCONTÍNUO;



X CONTÍNUO;

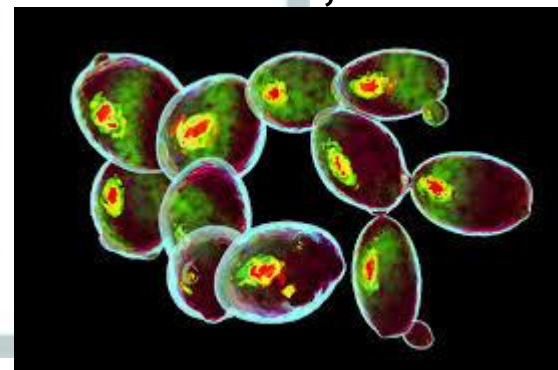



PROCESSO DESCONTÍNUO



✘ Carrega o reator → fermenta → descarrega → esteriliza →
recomeça nova fermentação;

✘ Volume no decorrer da fermentação permanece constante;



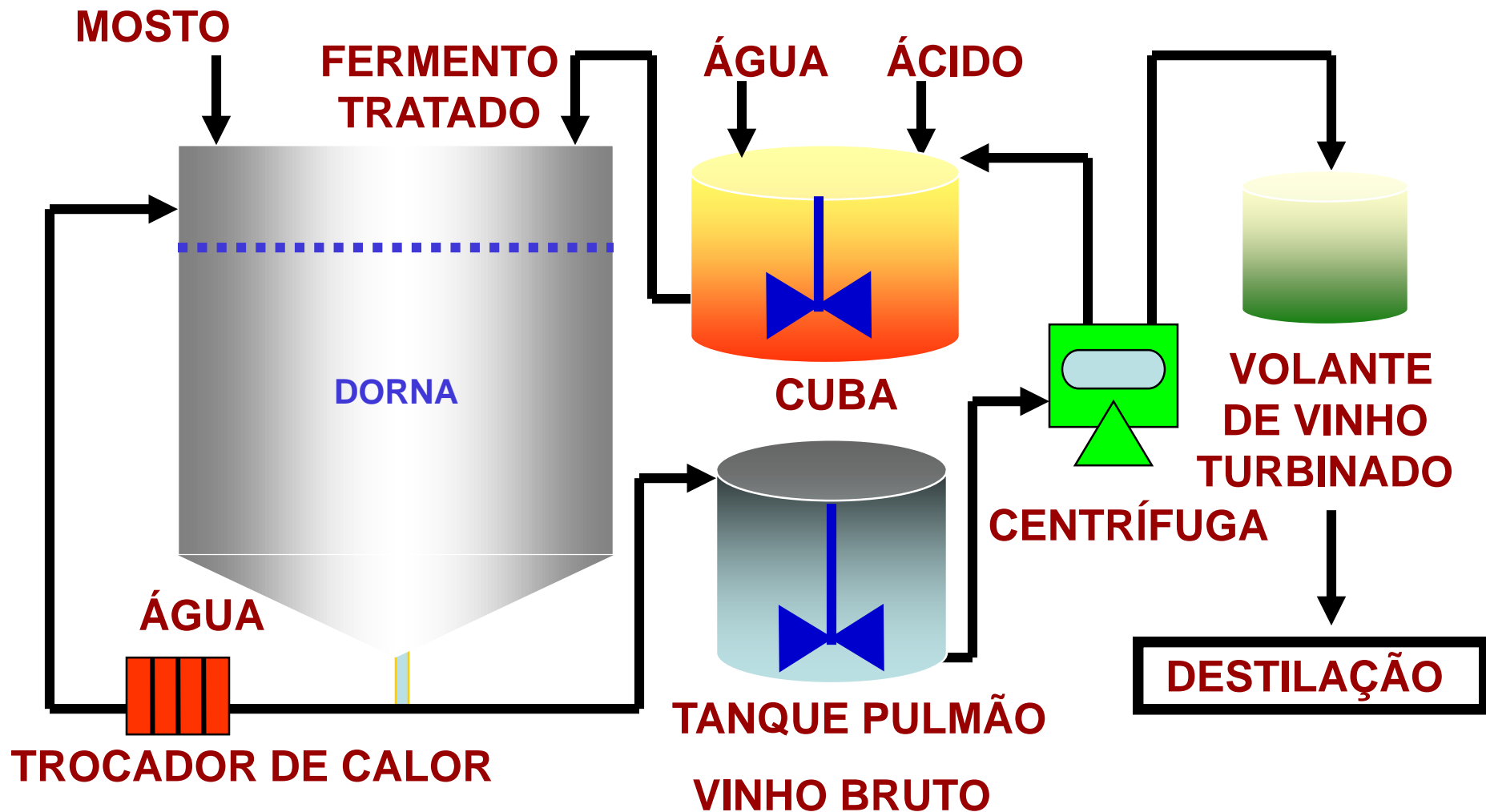
- ✘ **Pode apresentar baixos rendimentos;**
 - ✘ **Substrato adicionado de uma única vez no início da fermentação exerce efeitos de:**
 - ✘ **Inibição;**
 - ✘ **Repressão;**
 - ✘ **Ou desvia o metabolismo celular a produtos que não interessam.**
- 

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



TIPOS DE PROCESSO DE FERMENTAÇÃO ➤ Fermentação Batelada

BATELADA COM CENTRIFUGAÇÃO



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.

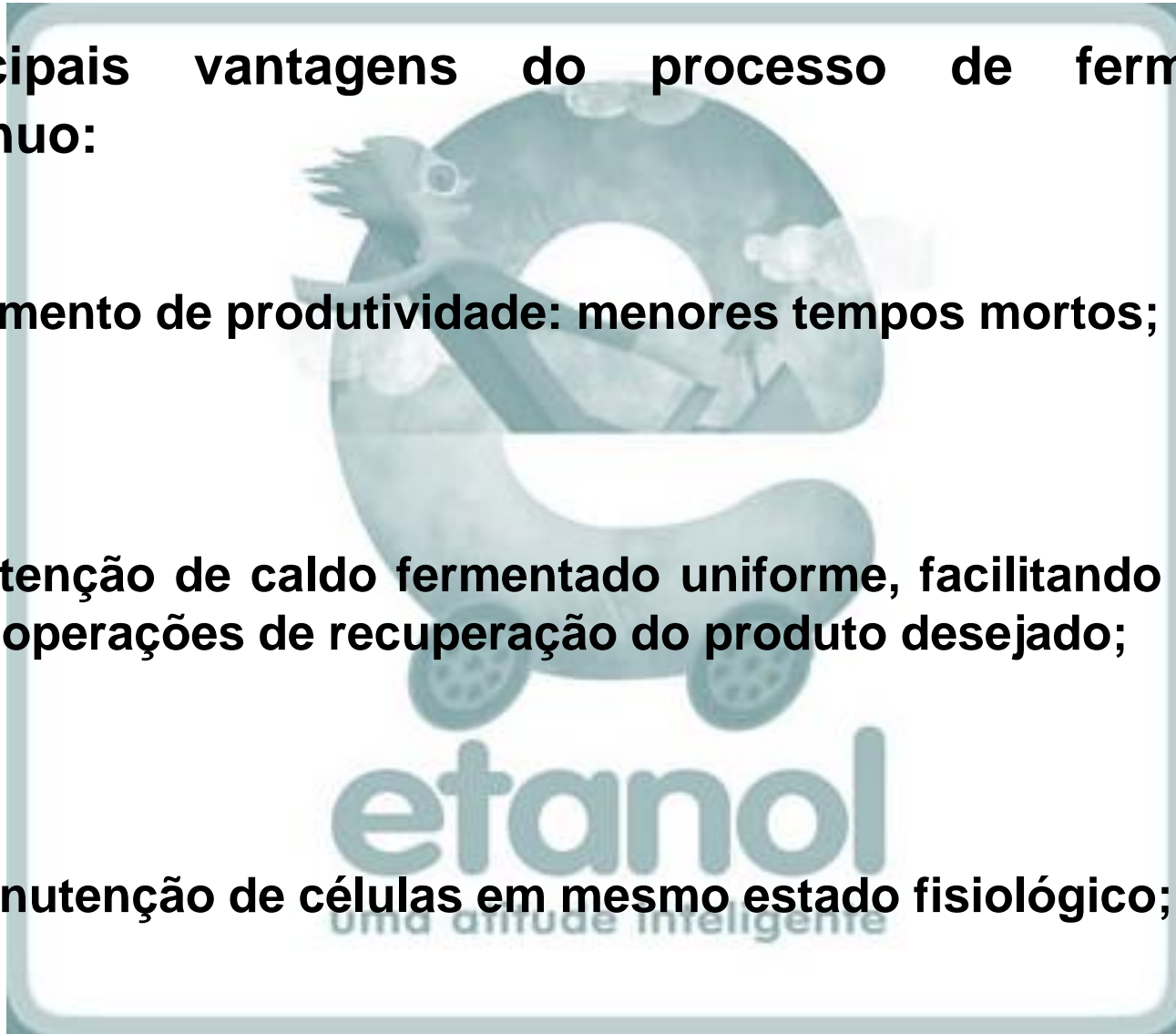
PROCESSO CONTÍNUO

✘ 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;



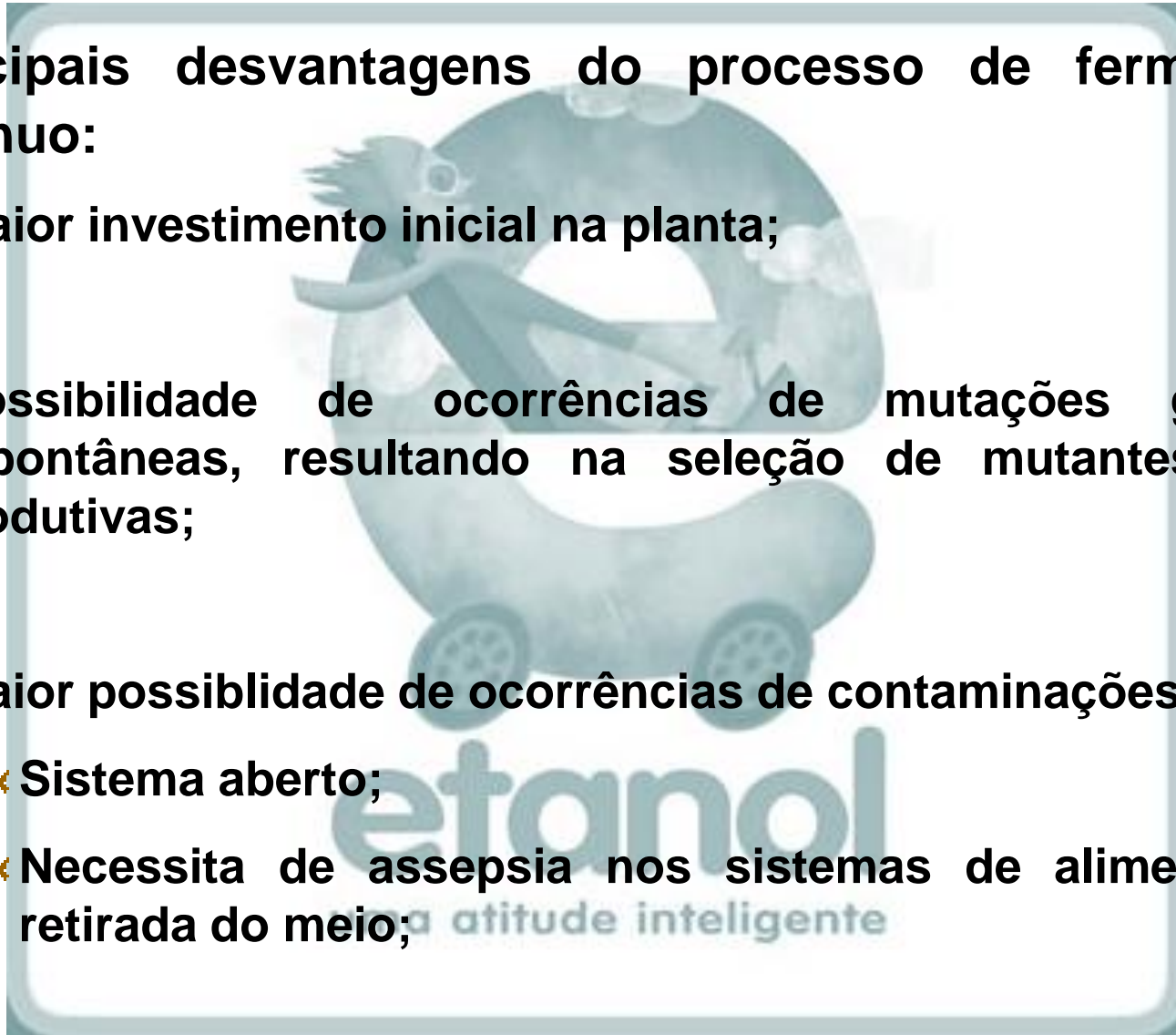
✘ Principais vantagens do processo de fermentação contínuo:

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



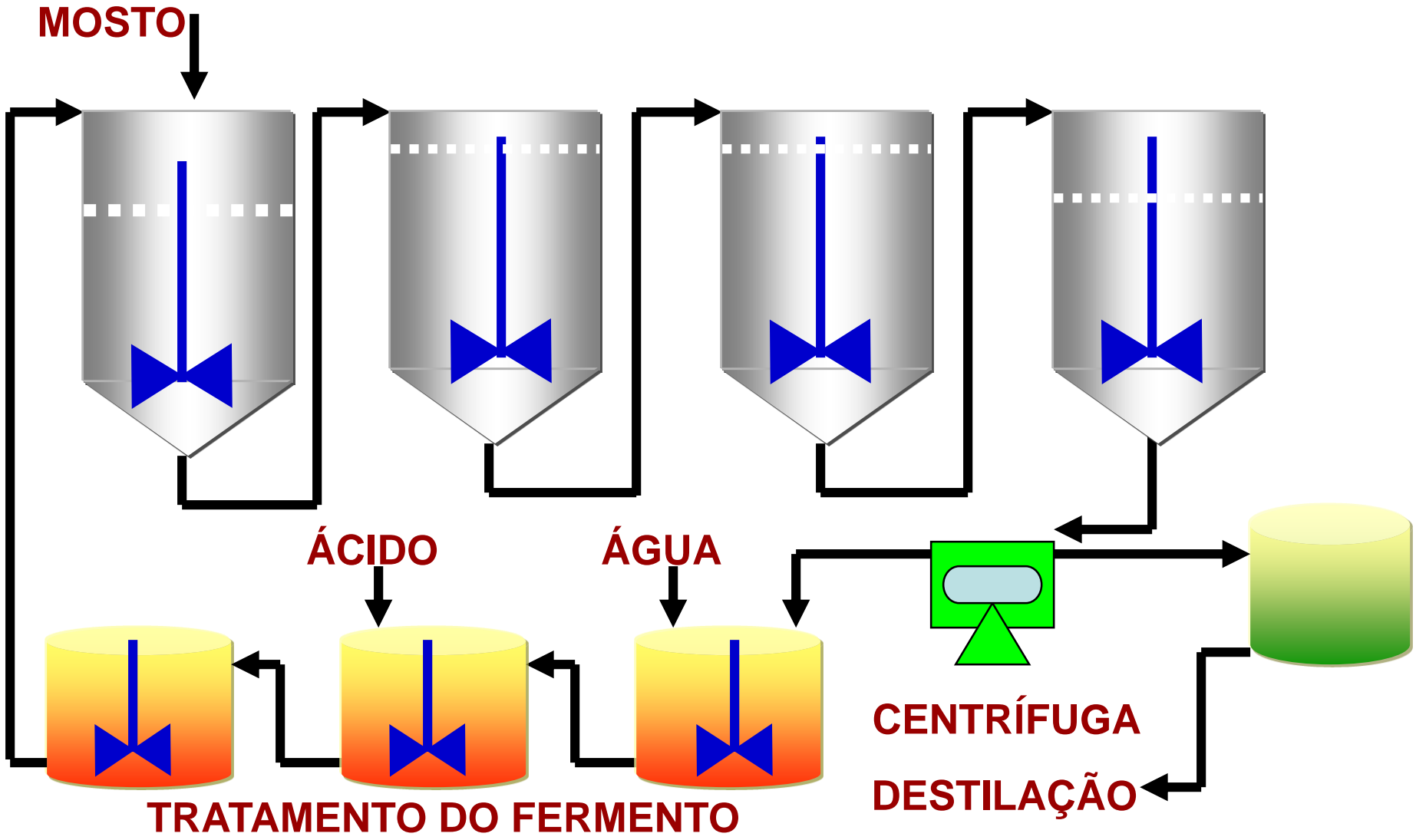
PROCESSO CONTÍNUO

- ✘ 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;



- ✘ Principais desvantagens do processo de fermentação contínuo:
 - ✘ Dificuldade de manutenção de homogeneidade no reator:
 - ✘ Quando se trabalha com baixas vazões;
 - ✘ Quando o caldo adquire comportamento pseudo-plástico (fungo filamentososo).
 - ✘ Dificuldade de operação em SS em situações como:
 - ✘ Formação de espuma;
 - ✘ Crescimento de microrganismo nas paredes do reator.

TIPOS DE PROCESSO DE FERMENTAÇÃO ➤ Fermentação Contínua





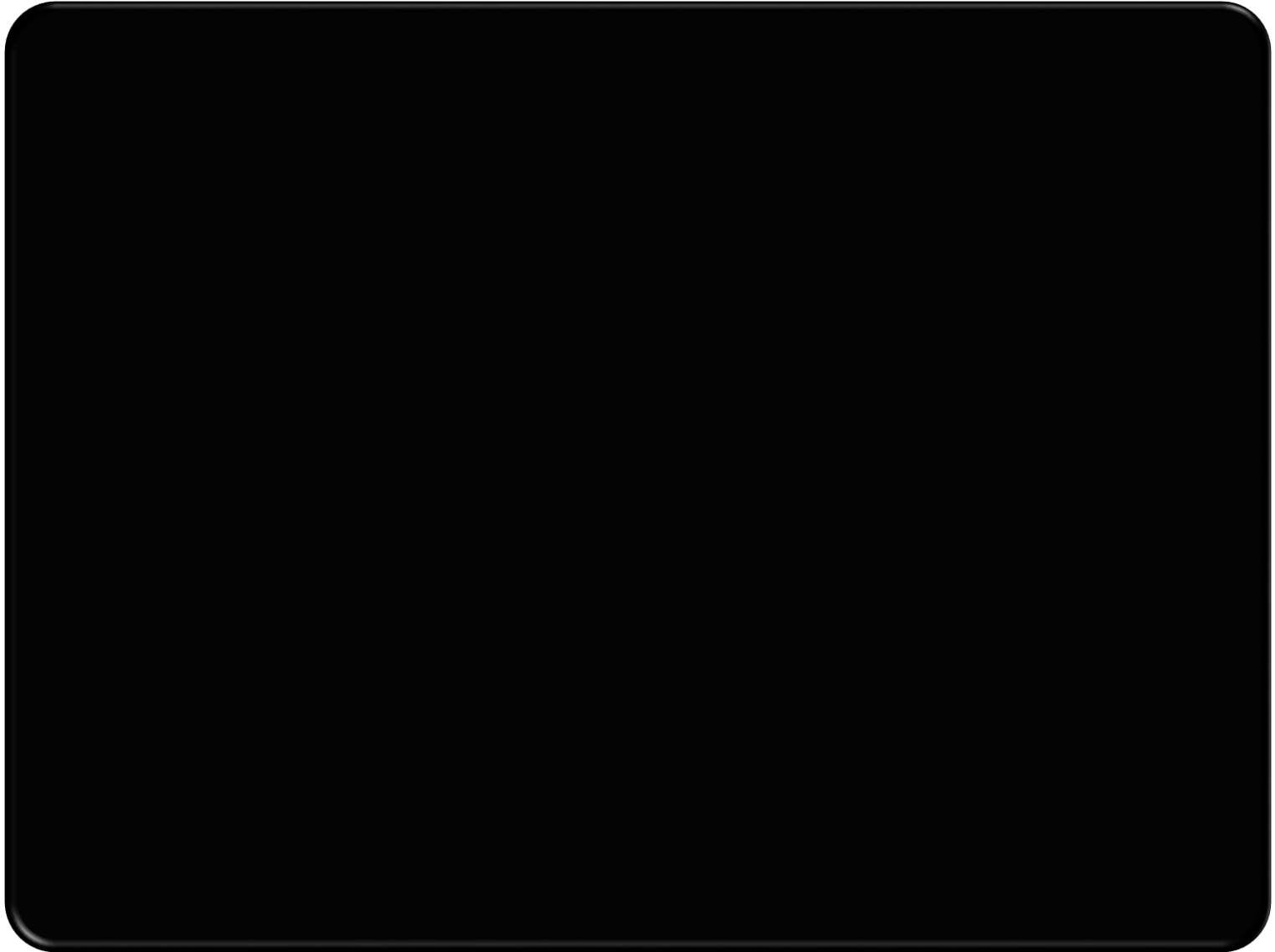
FERMENTAÇÃO CONTÍNUA



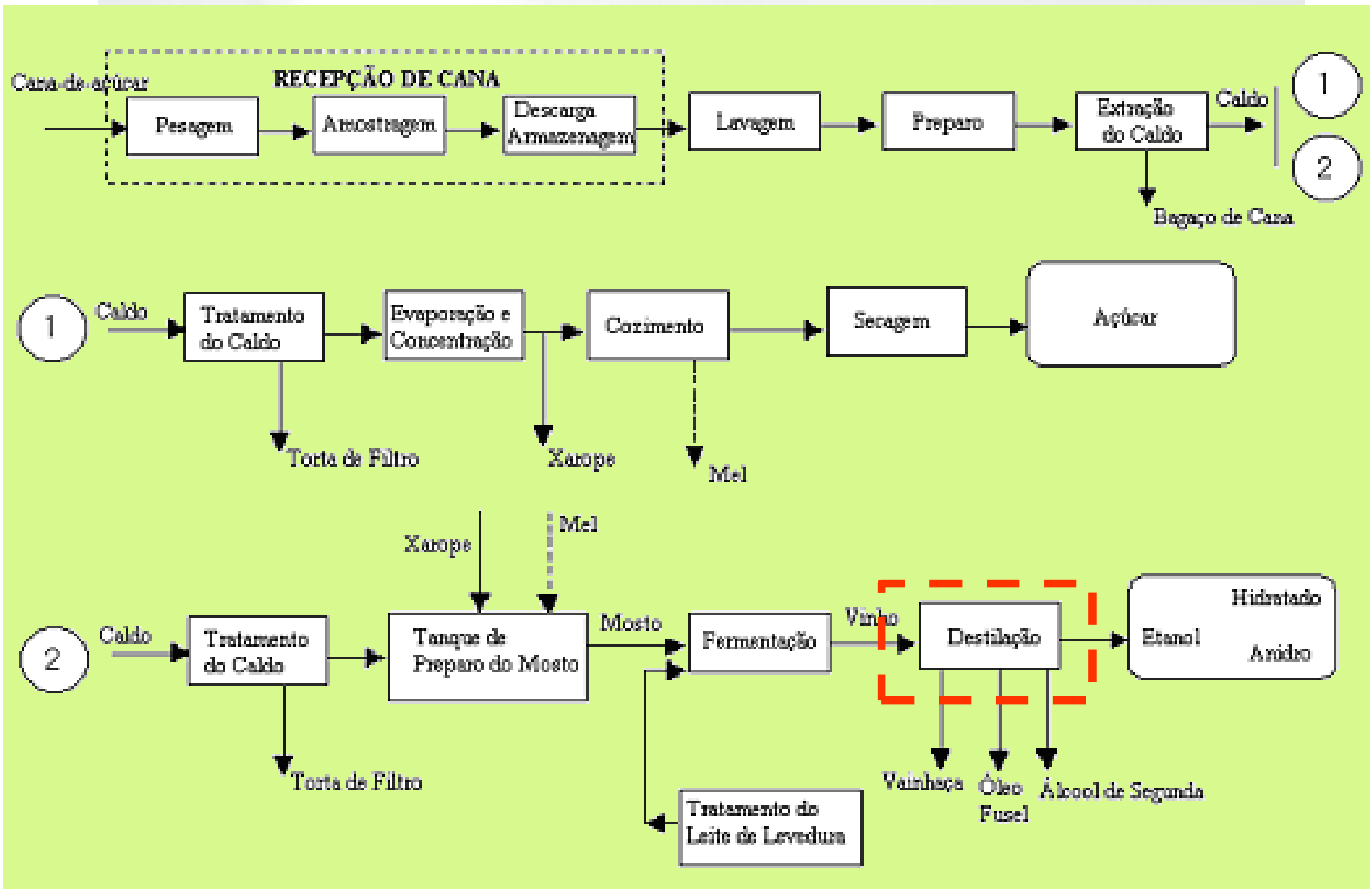


raízen

Produção de bioetanol



Produção de bioetanol



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

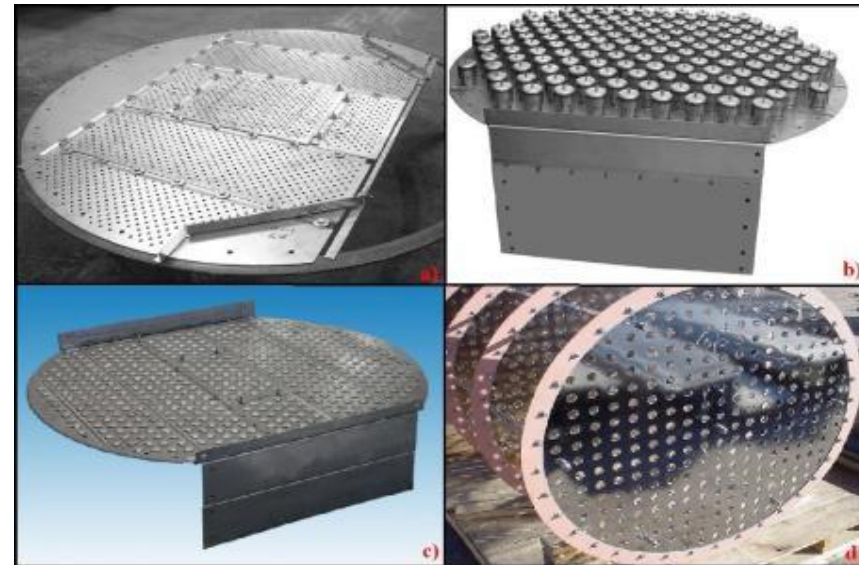
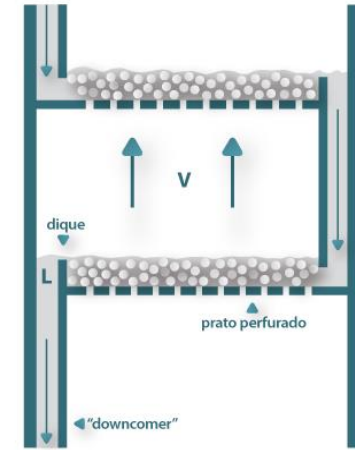
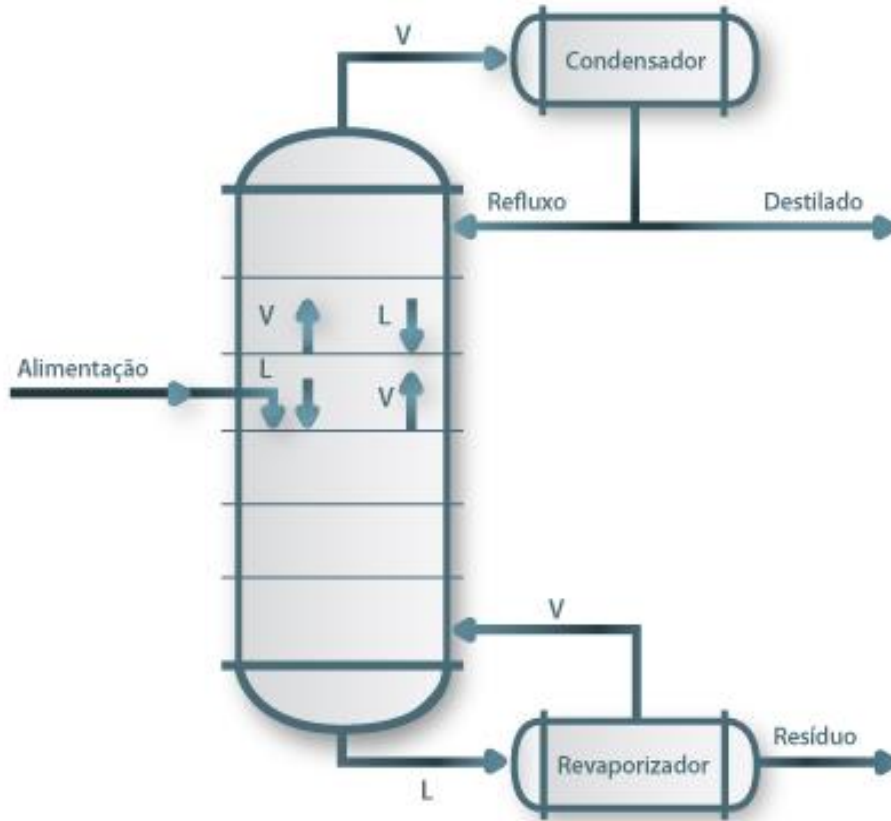
Assim, temos de acordo com o grau de volatilidade, as seguintes frações:

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

DESTILAÇÃO



DESTILAÇÃO



Qualidade dos Biocombustíveis

Importante para o sucesso da comercialização

Fatores que podem influenciar

- Qualidade da matéria prima
- Processo de produção
- Materiais usados no processo
- Parâmetros posteriores a produção



Determinação das características dos biocombustíveis podem ser realizada mediante o emprego das normas:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
- American Society for Testing and Materials - (ASTM)
- International Organization for Standardization - (ISO)
- Comité Européen de Normalisation - (EN)

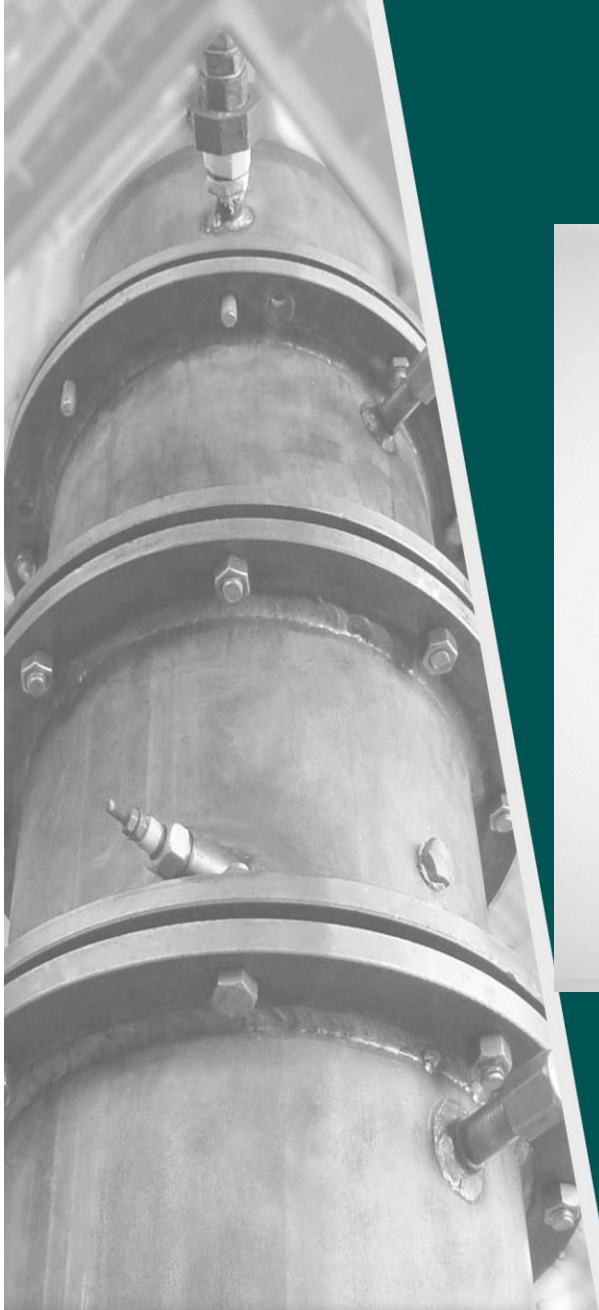


REGULAMENTO TÉCNICO ANP Nº 2/2015

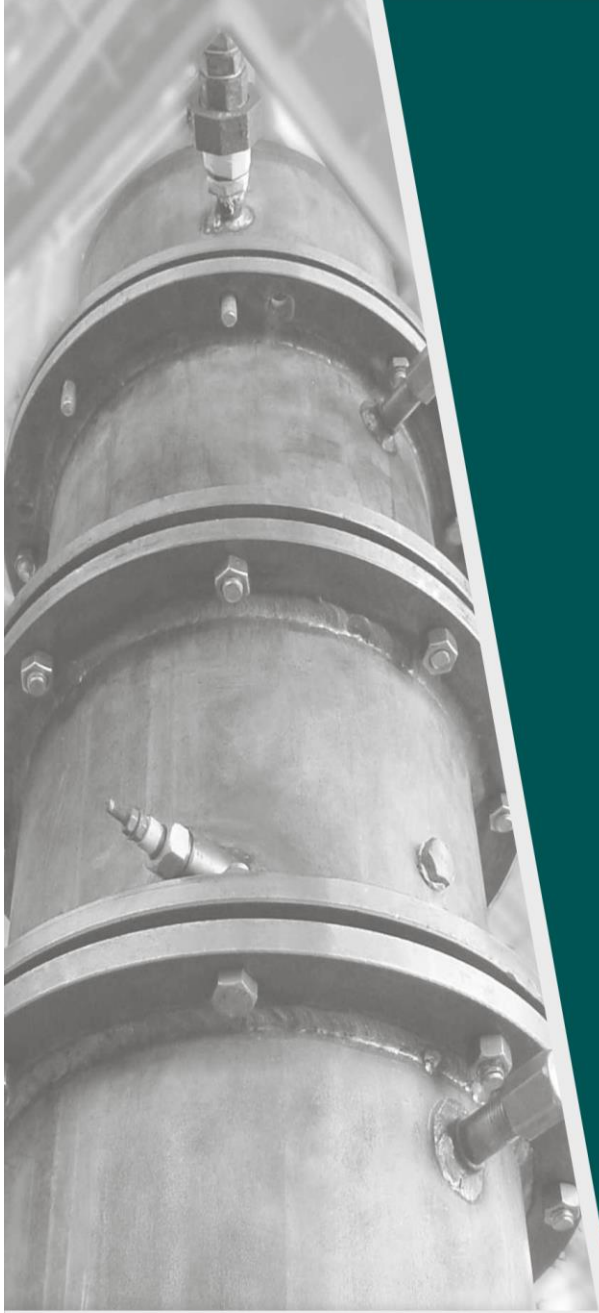
RESOLUÇÃO ANP Nº 19, DE 15.4.2015 - DOU 20.4.2015

- **Objetivo:** Este Regulamento Técnico aplica-se ao bioetanol, de origem nacional ou importada e estabelece a sua especificação.

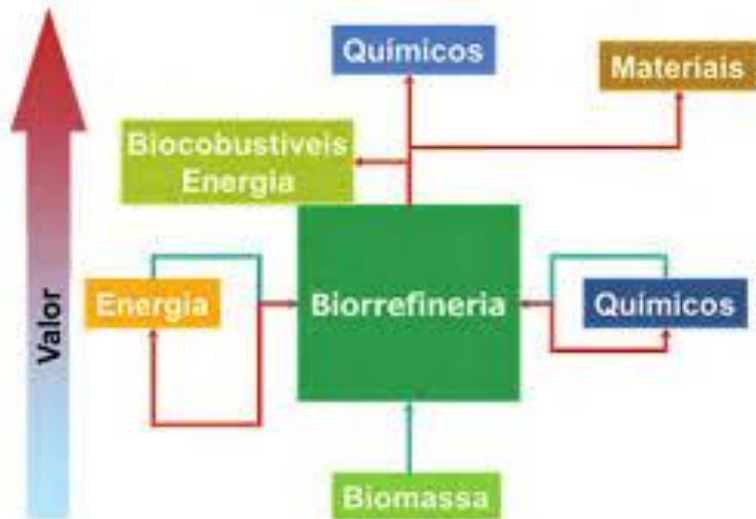
Etanol 2 G



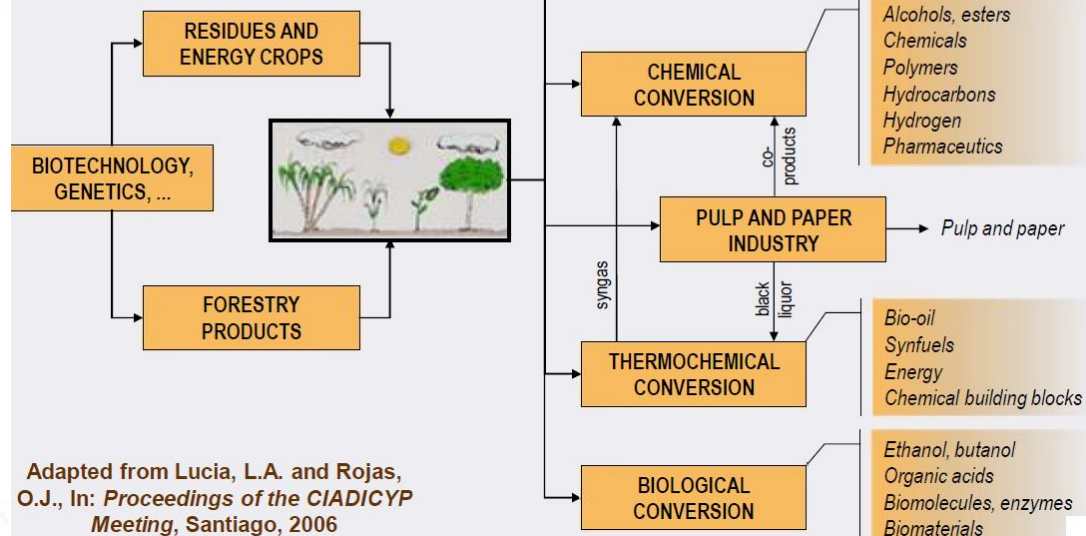
Etanol 2 G



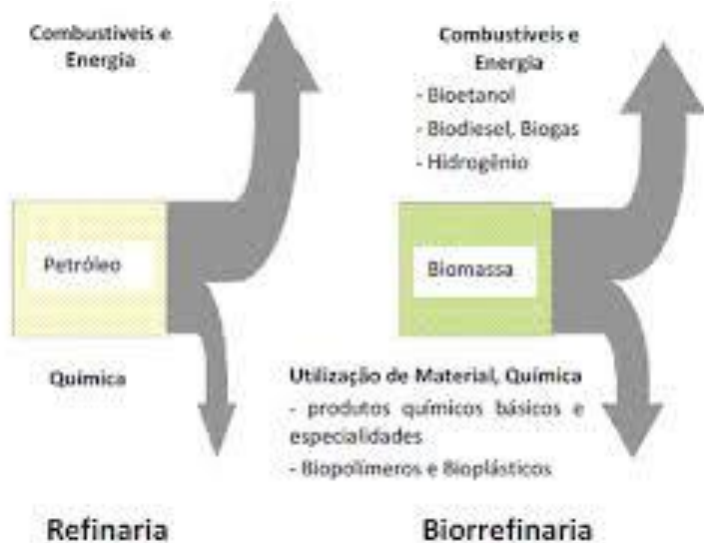
A BIORREFINARIA



Biorefinery



Adapted from Lucia, L.A. and Rojas, O.J., In: *Proceedings of the CIADICYP Meeting, Santiago, 2006*



BIORREFINARIAS



**MUITO
OBRIGADO!**

joel.teleken@ufpr.br

www.lpb.ufpr.br



Joel Gustavo Teleken

www.lpb.ufpr.br