



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA
MESTRADO - BIOENERGIA

BIOETANOL



Joel Gustavo Teleken

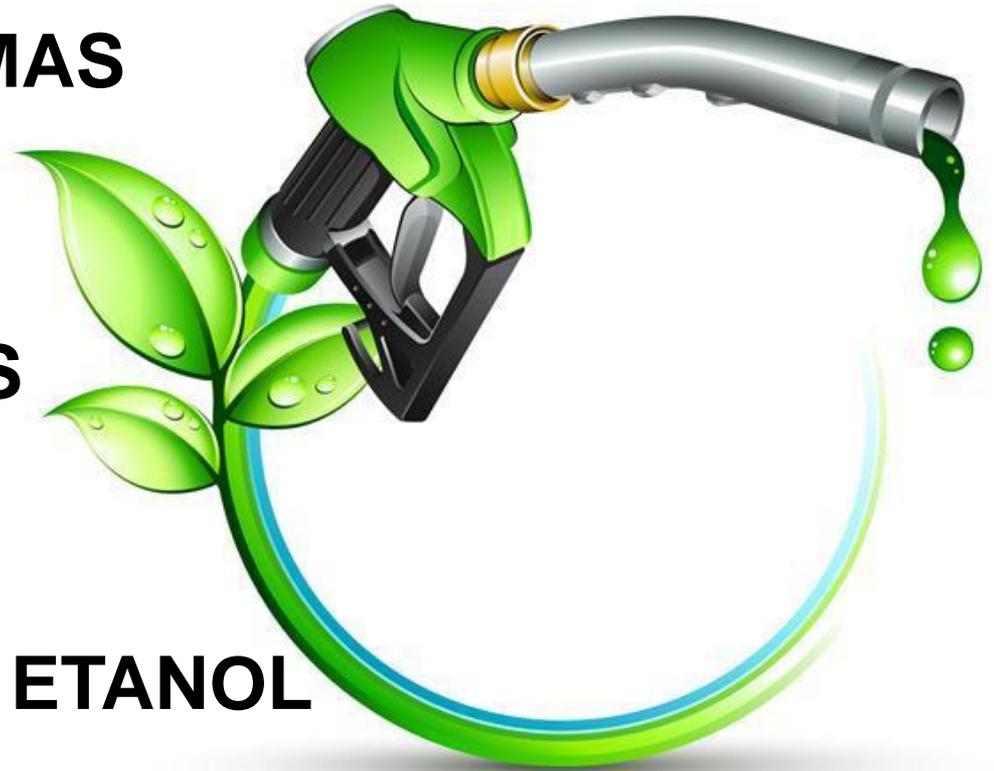


BIOETANOL

1) MATÉRIAS PRIMAS

2) BIORREATORES

3) PRODUÇÃO DE ETANOL



MATÉRIAS PRIMAS

- ☑ As matérias-primas de bio-conversão provenientes das agroindústrias são muito variadas, e podem ser classificadas segundo sua natureza físico-química!!!!

MATÉRIAS PRIMAS

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

☑ Cana-de-açúcar;

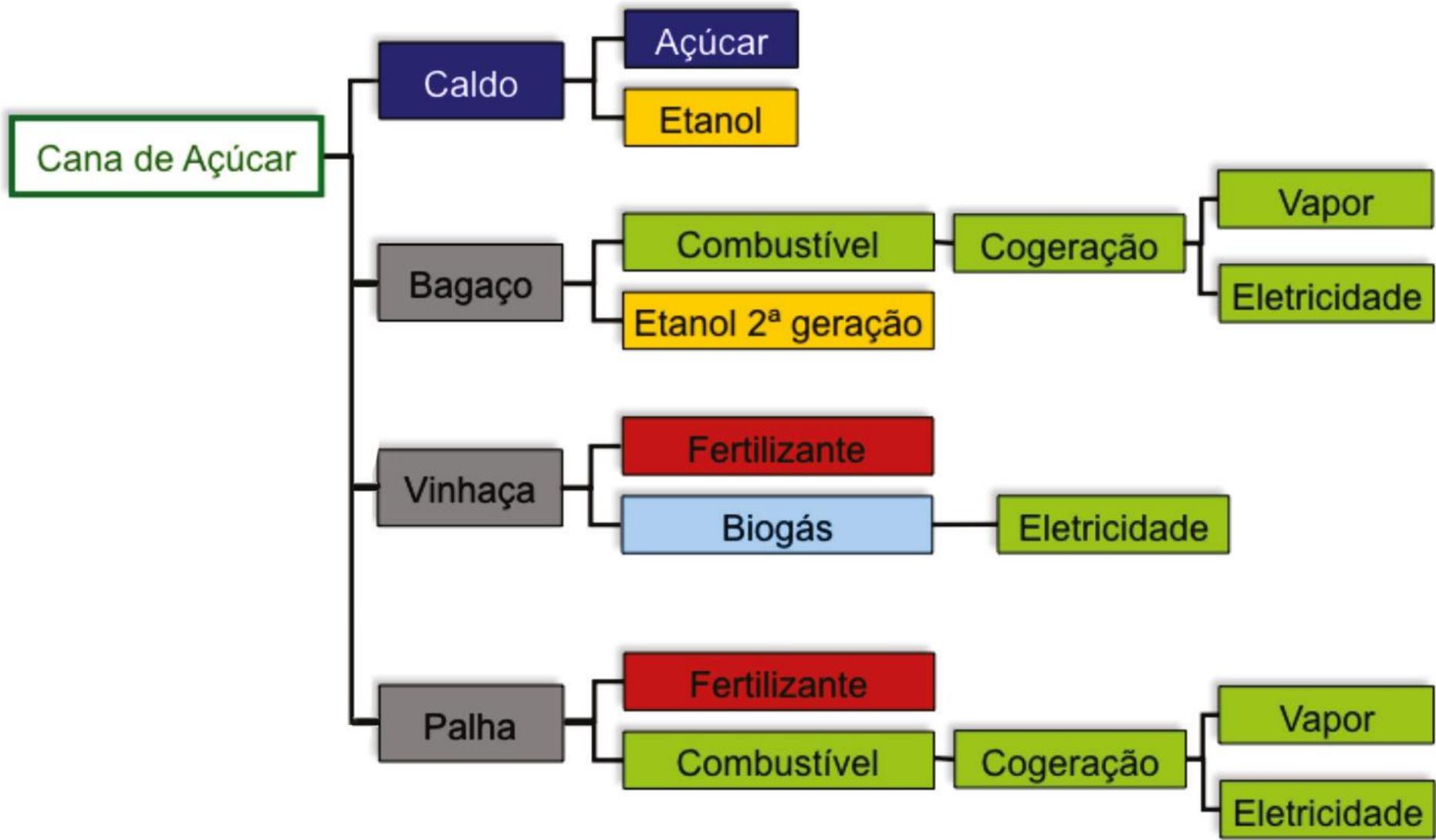
☑ Beterraba;

☑ Melaço;

☑ Soro de leite.



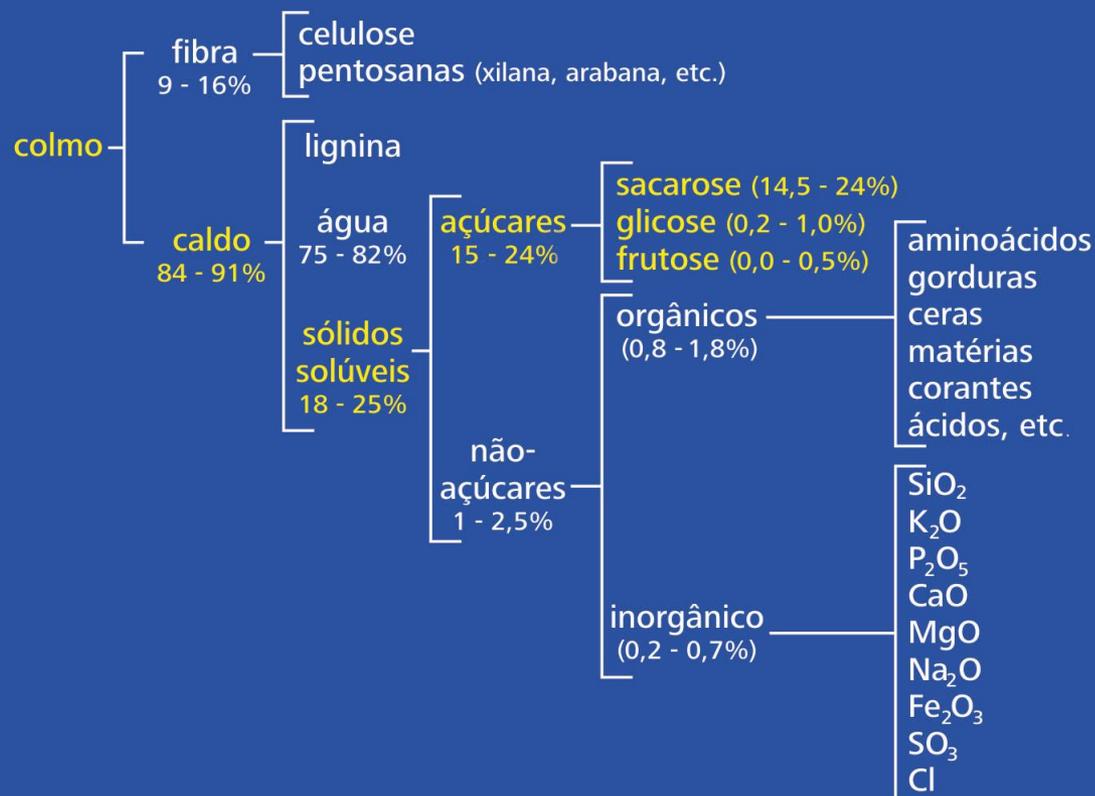
CANA DE AÇÚCAR



CANA DE AÇÚCAR



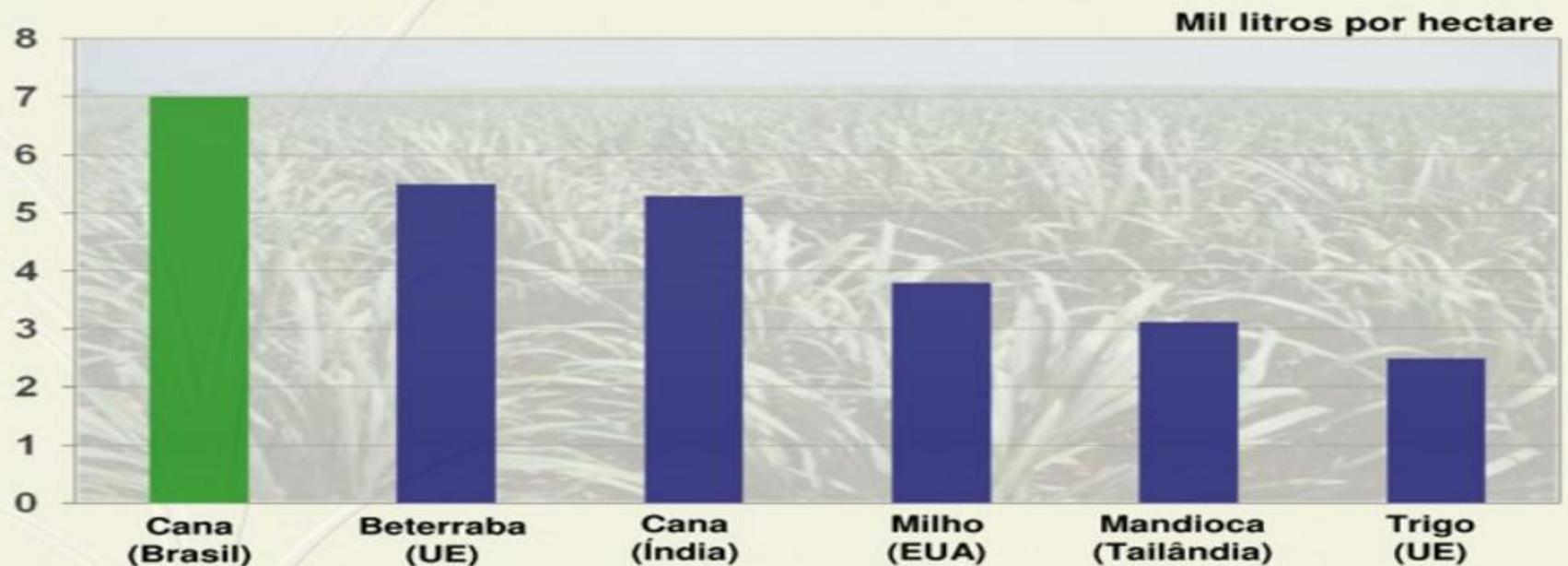
Componentes Químicos e Tecnológicos



Componentes Químicos e Tecnológicos da Cana de Açúcar

CANA DE AÇÚCAR

PRODUÇÃO DE ETANOL POR UNIDADE DE ÁREA



Fonte: IEA – International Energy Agency (2005), MTEC e UNICA.
Elaboração: UNICA

Produção de etanol por unidade de área plantada

MATÉRIAS PRIMAS

☑ **Polissacarídeos insaturados de material amiláceo:**
onde há necessidade de pré-tratamento para solubilização e hidrólise, exemplos:

☑ Milho;



☑ Mandioca;



☑ Trigo;



☑ Cevada;

☑ Batata.

MATÉRIAS PRIMAS

- ☑ Polissacarídeos insolúveis, material de origem celulósica, hemicelulósica e lignocelulósica são oriundos de vegetais que necessitam de tratamentos químicos e físicos vigorosos.



OPERAÇÃO DE BIORREATORES

✘ **DESCONTÍNUO;**

✘ **CONTÍNUO;**



Lab. Produção de Biocombustíveis
UFPR - Setor Palotina

PROCESSO DESCONTÍNUO

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

✘ Volume no decorrer da fermentação permanece constante;



PROCESSO DESCONTÍNUO

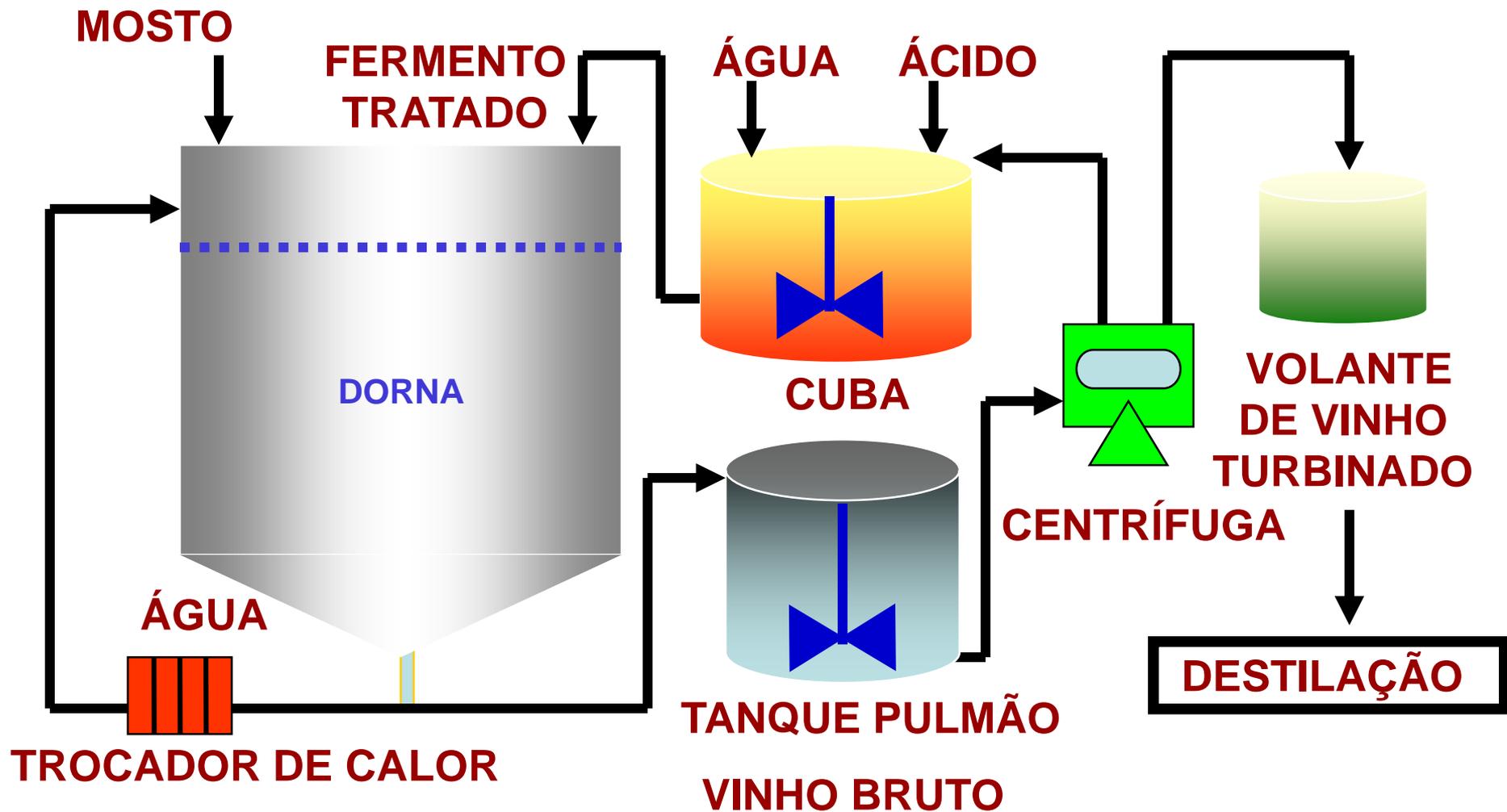
- ✘ **Pode apresentar baixos rendimentos;**
- ✘ **Substrato adicionado de uma única vez no início da fermentação exerce efeitos de:**
 - ✘ **Inibição;**
 - ✘ **Repressão;**
 - ✘ **Ou desvia o metabolismo celular a produtos que não interessam.**

PROCESSO DESCONTÍNUO

- 
- ✘ 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 da fermentação contínua:

✘ 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;

PROCESSO CONTÍNUO

✘ Principais vantagens da fermentação contínua:

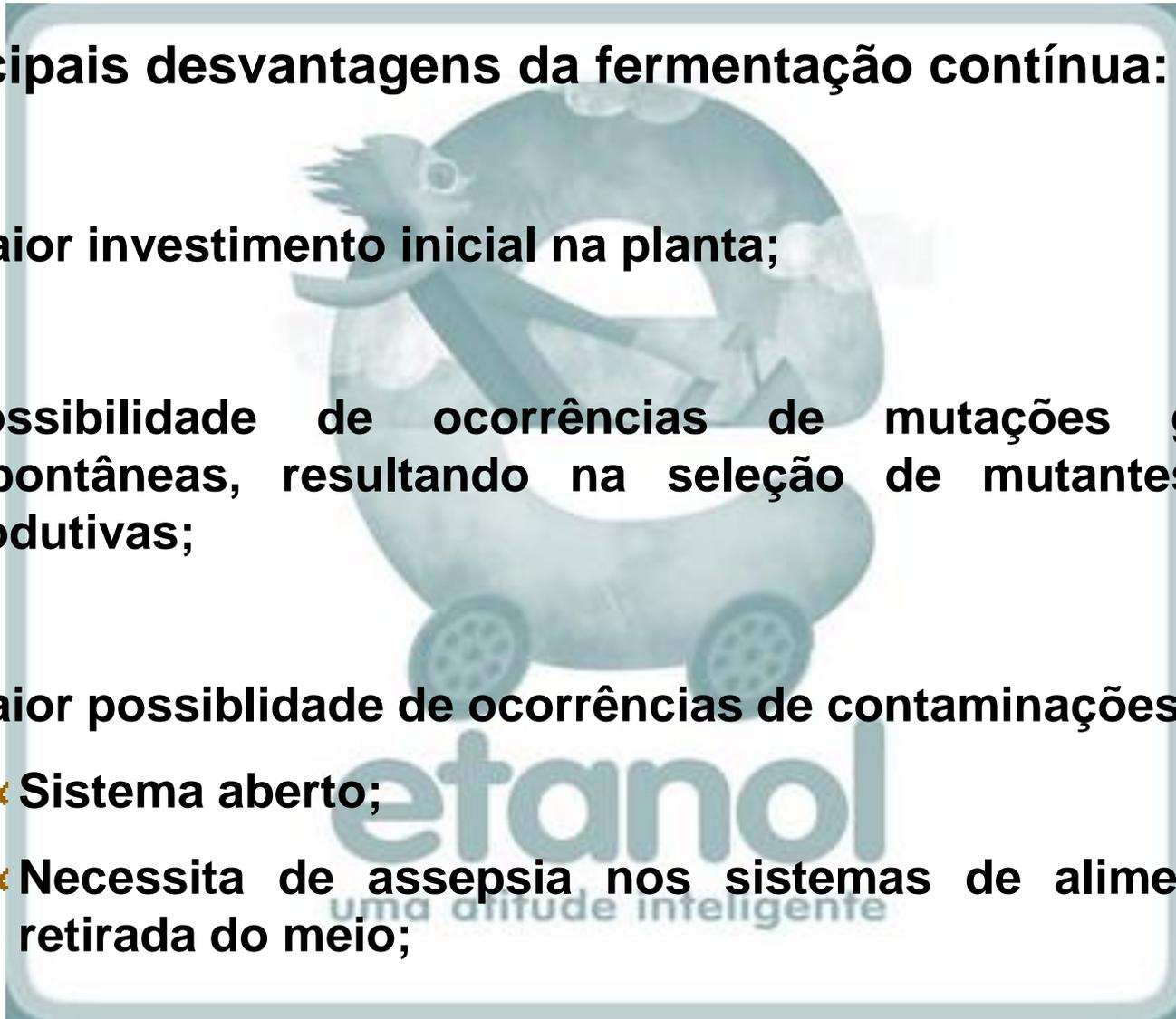
- ✘ Possibilidade de associação com outras operações contínuas na linha de produção;
- ✘ Maior facilidade no emprego de controles avançados;
- ✘ Menor necessidade de mão-de-obra;



PROCESSO CONTÍNUO

✘ Principais desvantagens da fermentação contínua:

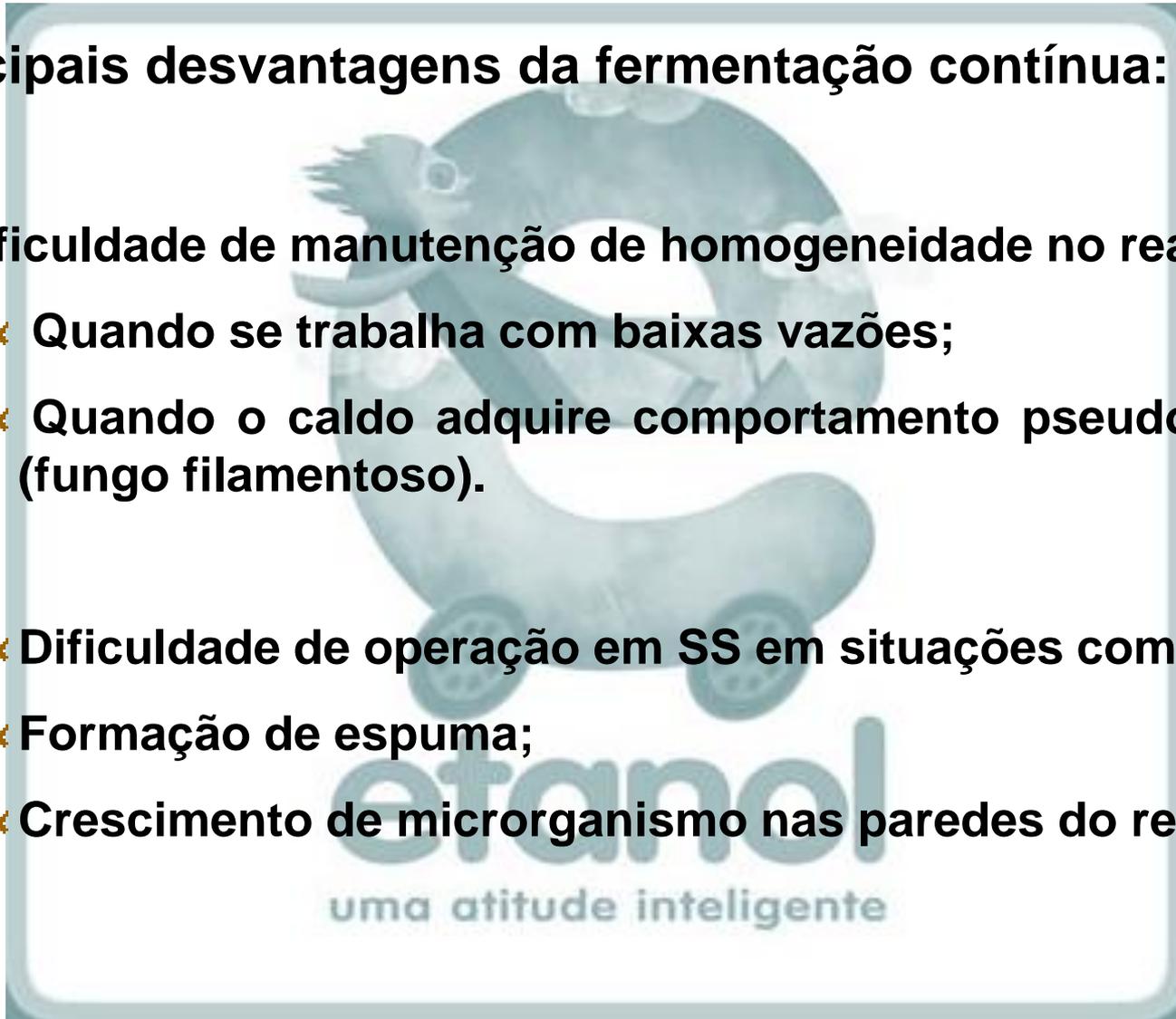
- ✘ Maior investimento inicial na planta;
- ✘ Possibilidade de ocorrências de mutações genéticas espontâneas, resultando na seleção de mutantes menos produtivas;
- ✘ Maior possibilidade de ocorrências de contaminações:
 - ✘ Sistema aberto;
 - ✘ Necessita de assepsia nos sistemas de alimentação e retirada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



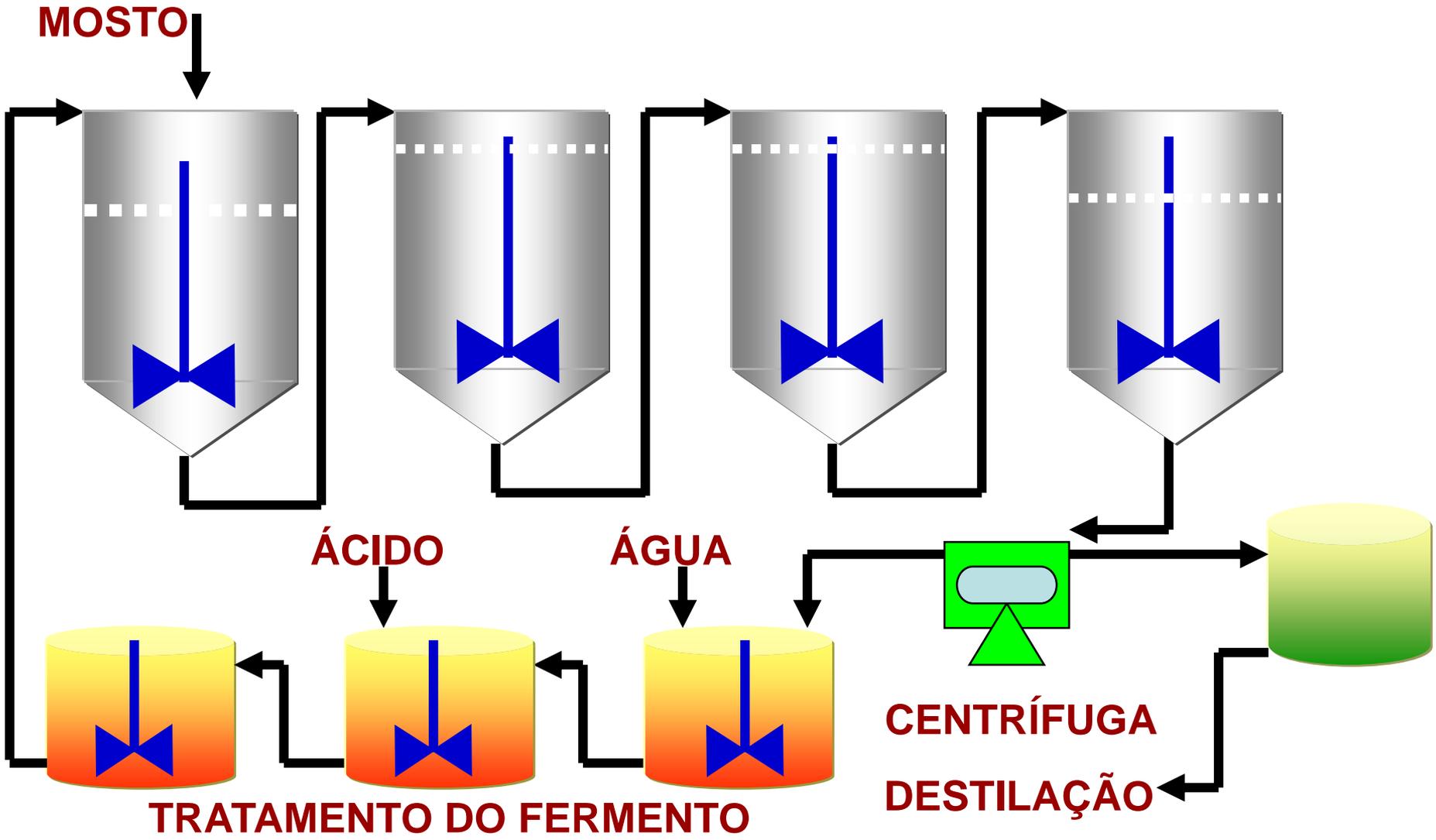
PROCESSO CONTÍNUO

✘ Principais desvantagens da fermentação contínua:

- ✘ 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



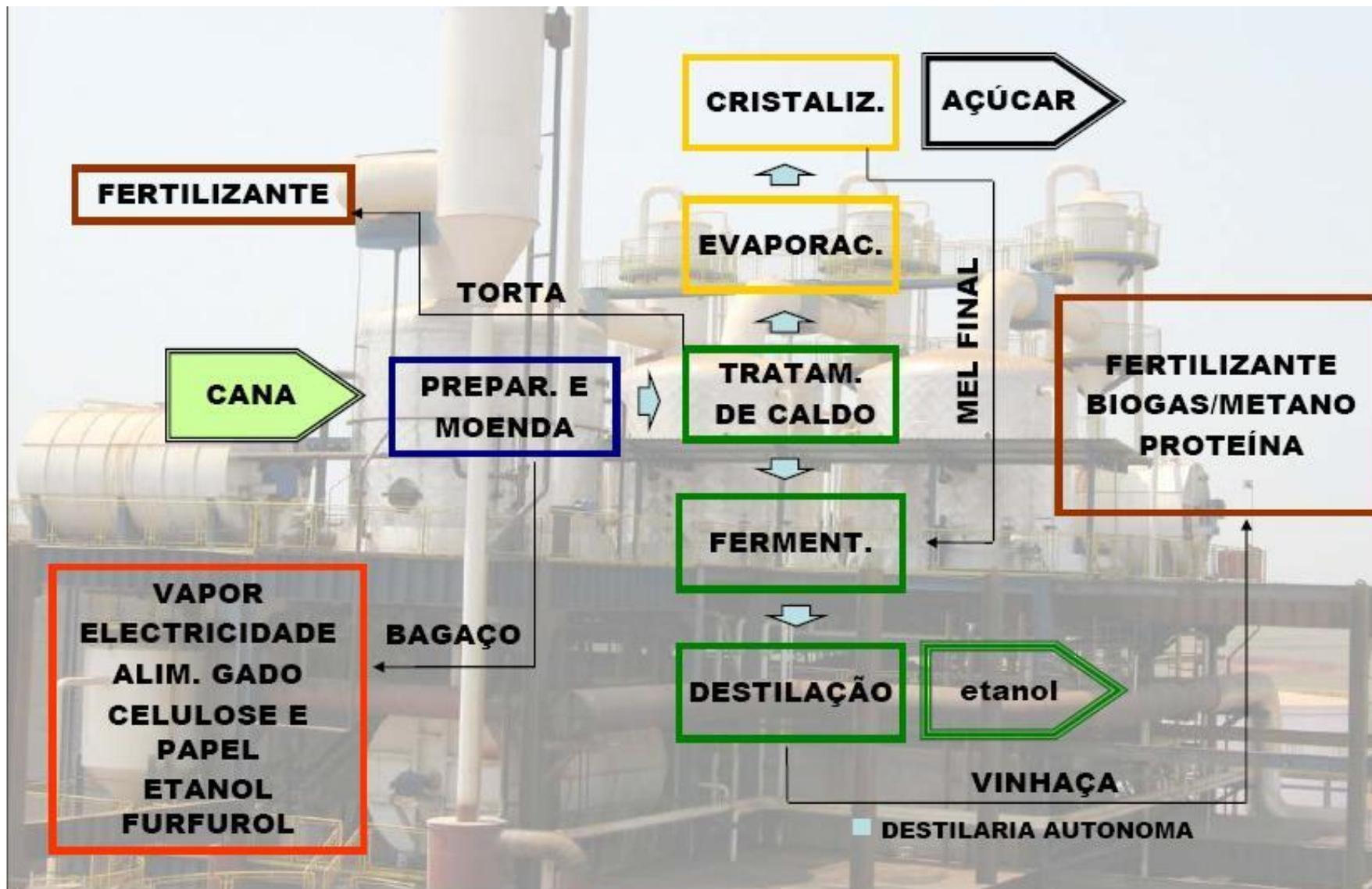


Lab. Produção de Biocombustíveis
UFRR - Setor Prolativo

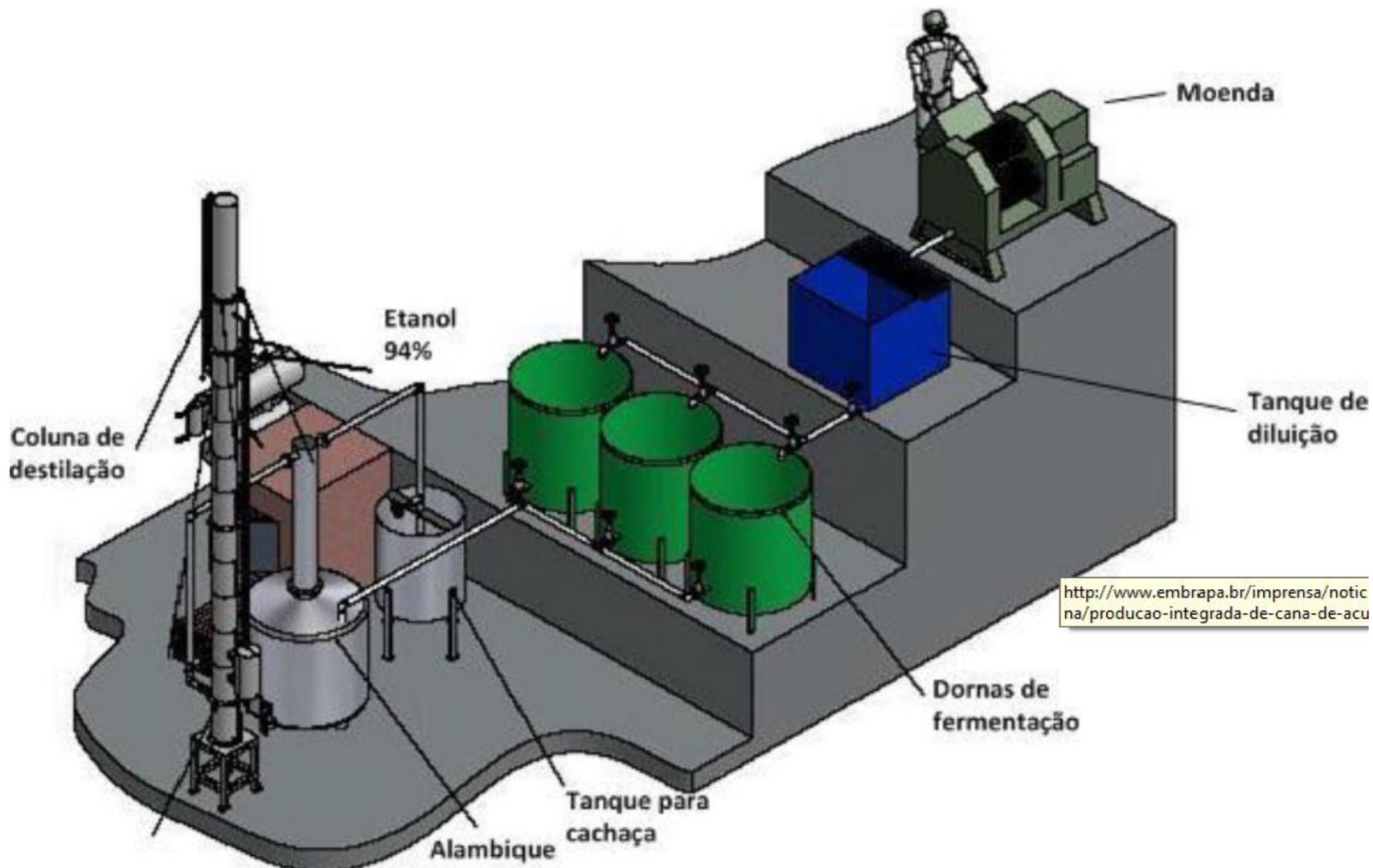
FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL



FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL



FABRICAÇÃO DE ÁLCOOL



TERMINOLOGIA

✓ Mosto

Toda mistura açucarada (caldo - mel - água) destinada a fermentação alcoólica.

✓ Brix

Porcentagem de **sólidos solúveis** contidos em uma solução.

Exemplos de sólidos solúveis: **sal, açúcar**

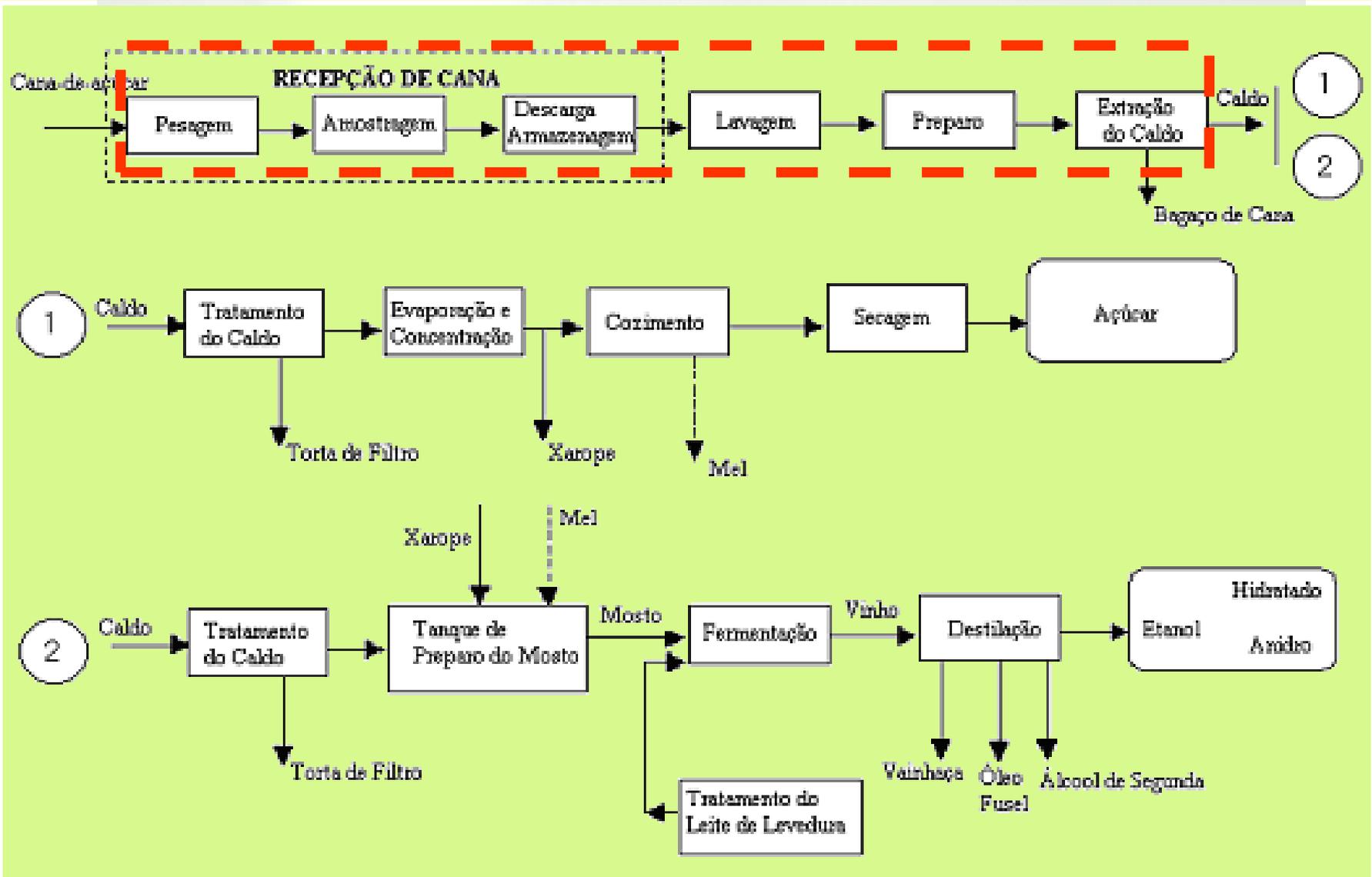
✓ Acidez

Utilizada para quantificar o **índice de infecção**

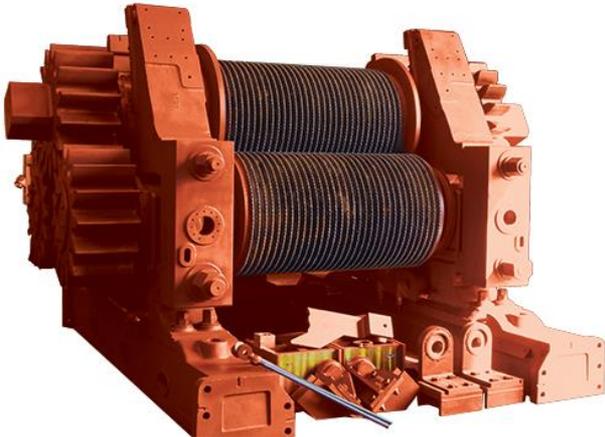
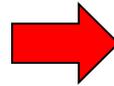
✓ Açúcares Totais (ART)

Porcentagem em peso de açúcares contido no caldo da cana , compreendendo sacarose, glicose, frutose .

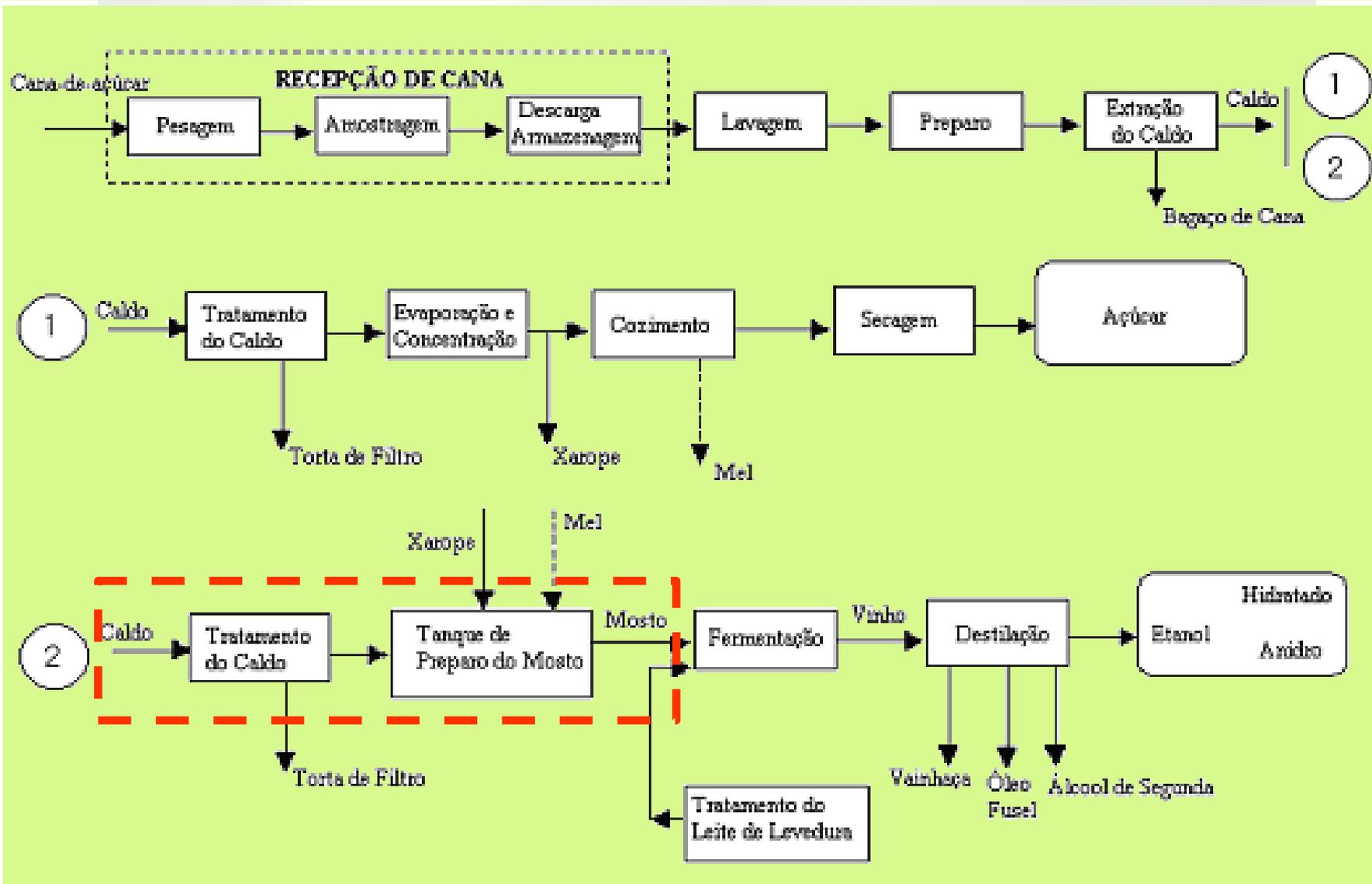
Produção de etanol



Produção de etanol



Produção de etanol



PREPARO DO MOSTO

Mosto é uma **mistura de mel, xarope e 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)**.

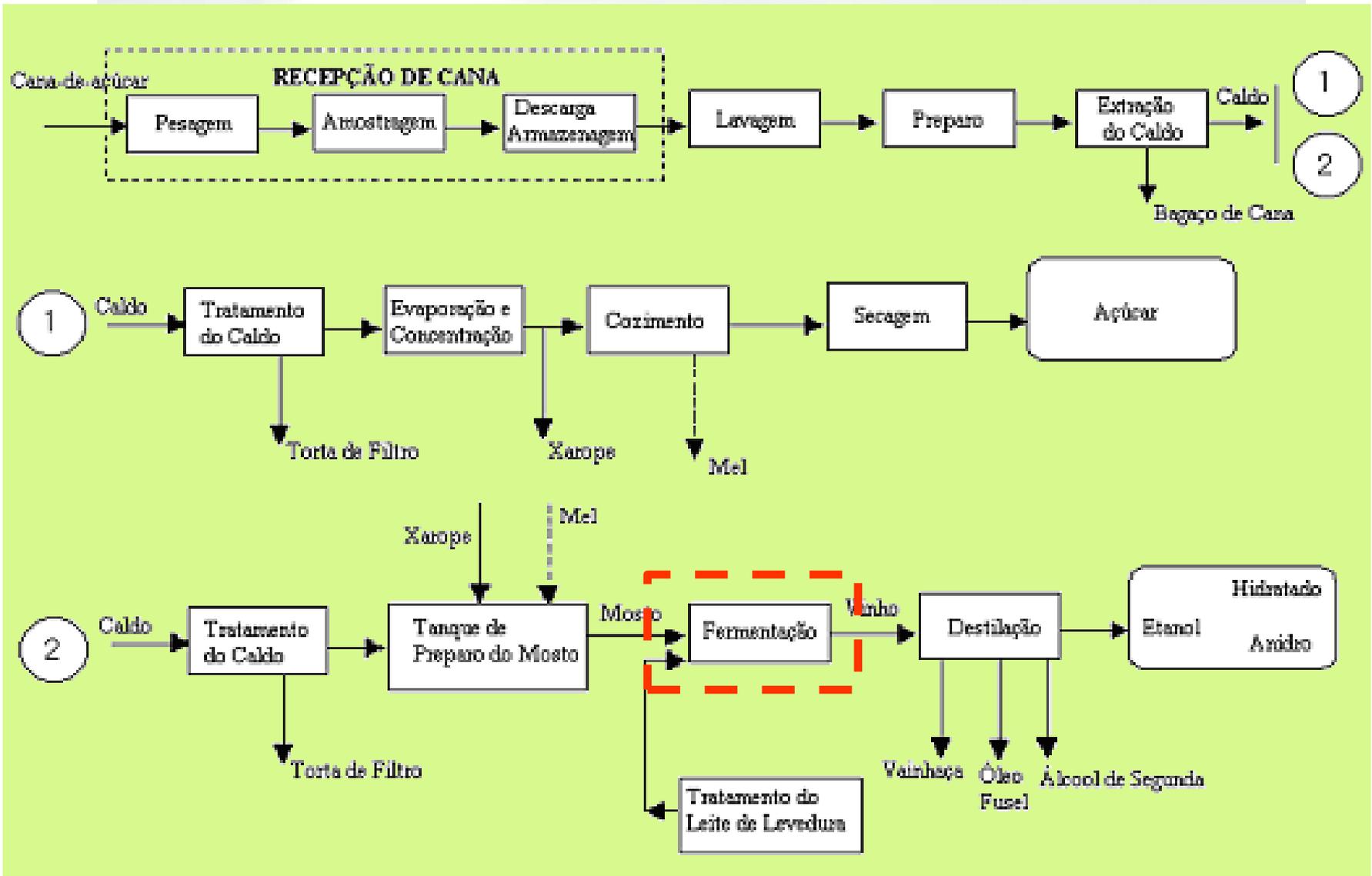
Produção de etanol



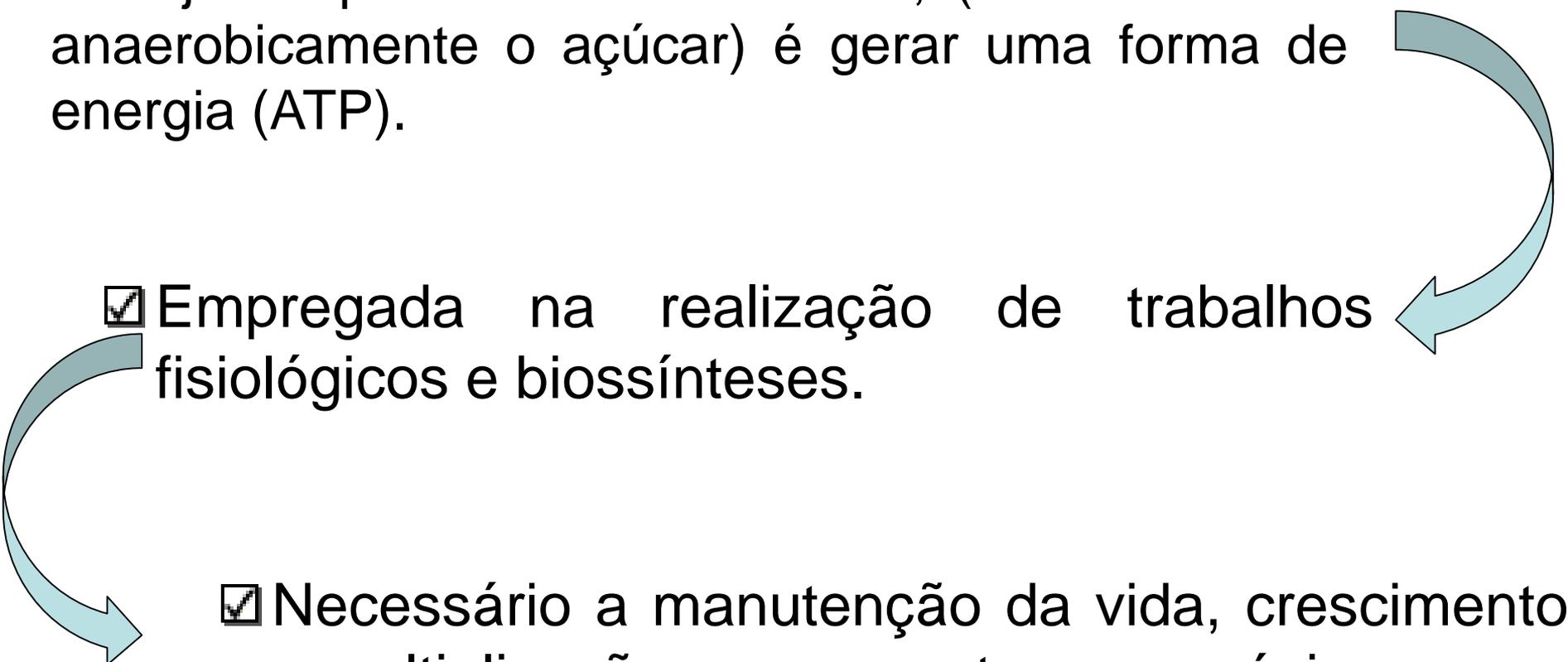
Produção de etanol



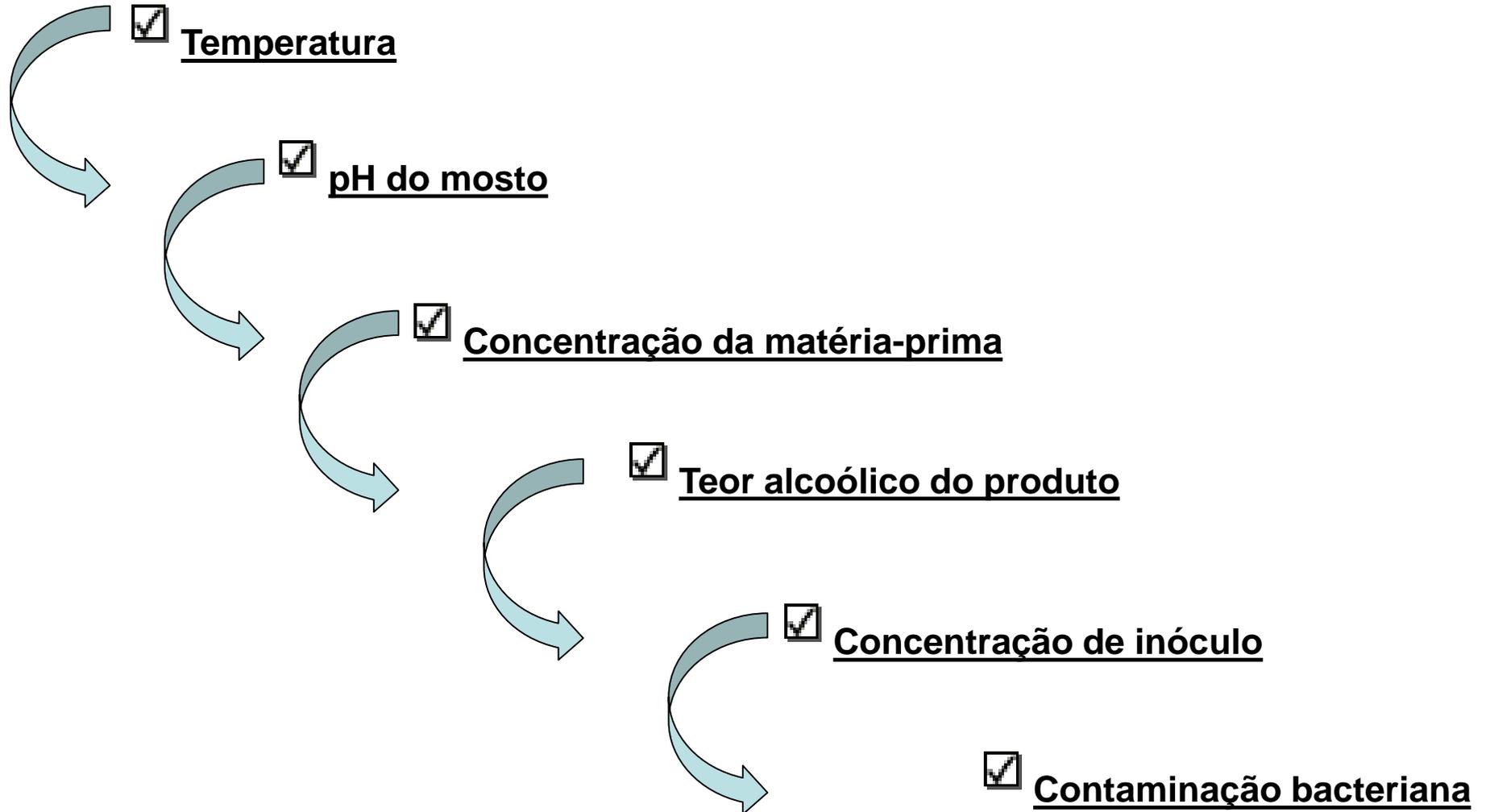
Produção de etanol



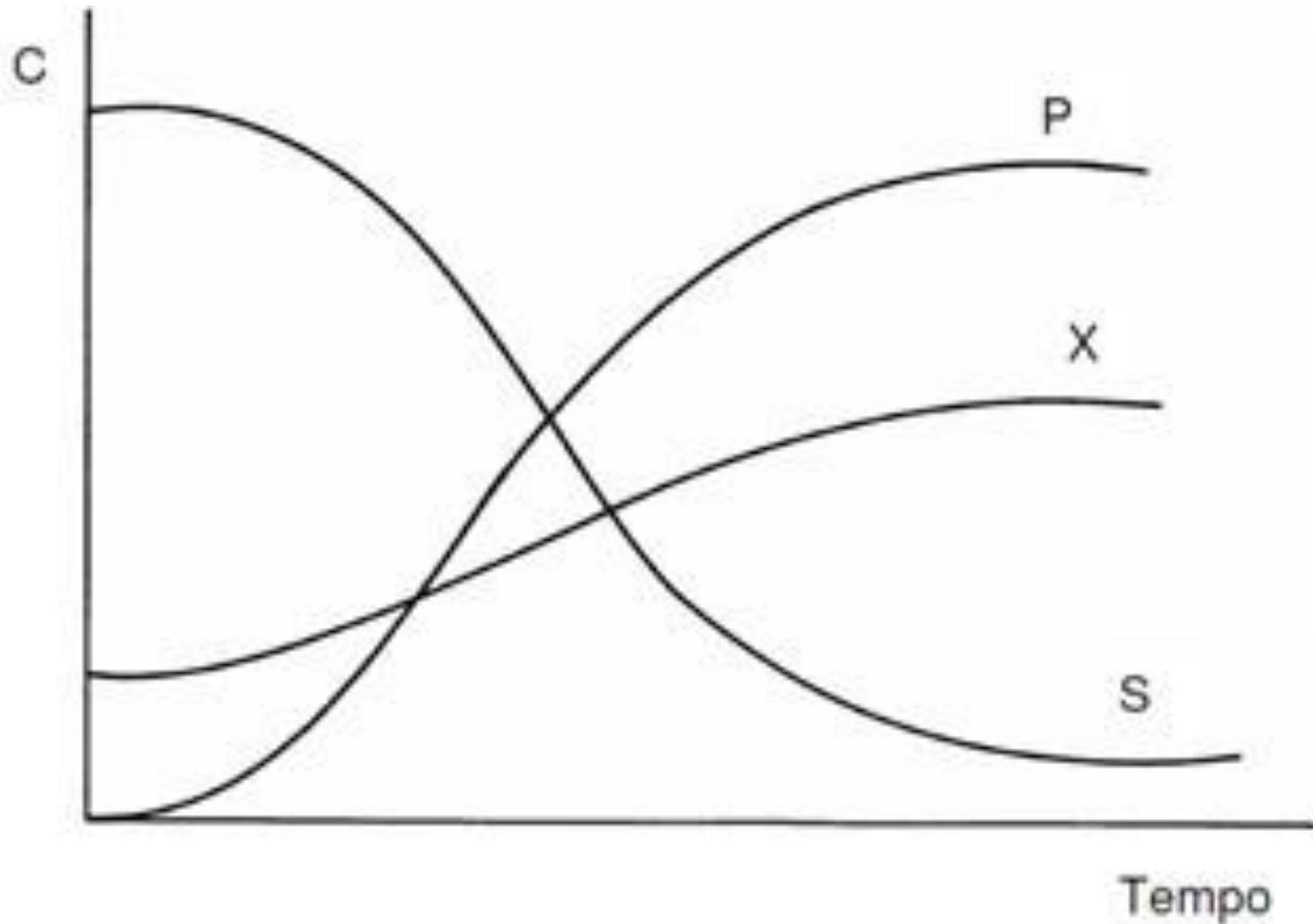
FERMENTAÇÃO

- ☑ 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



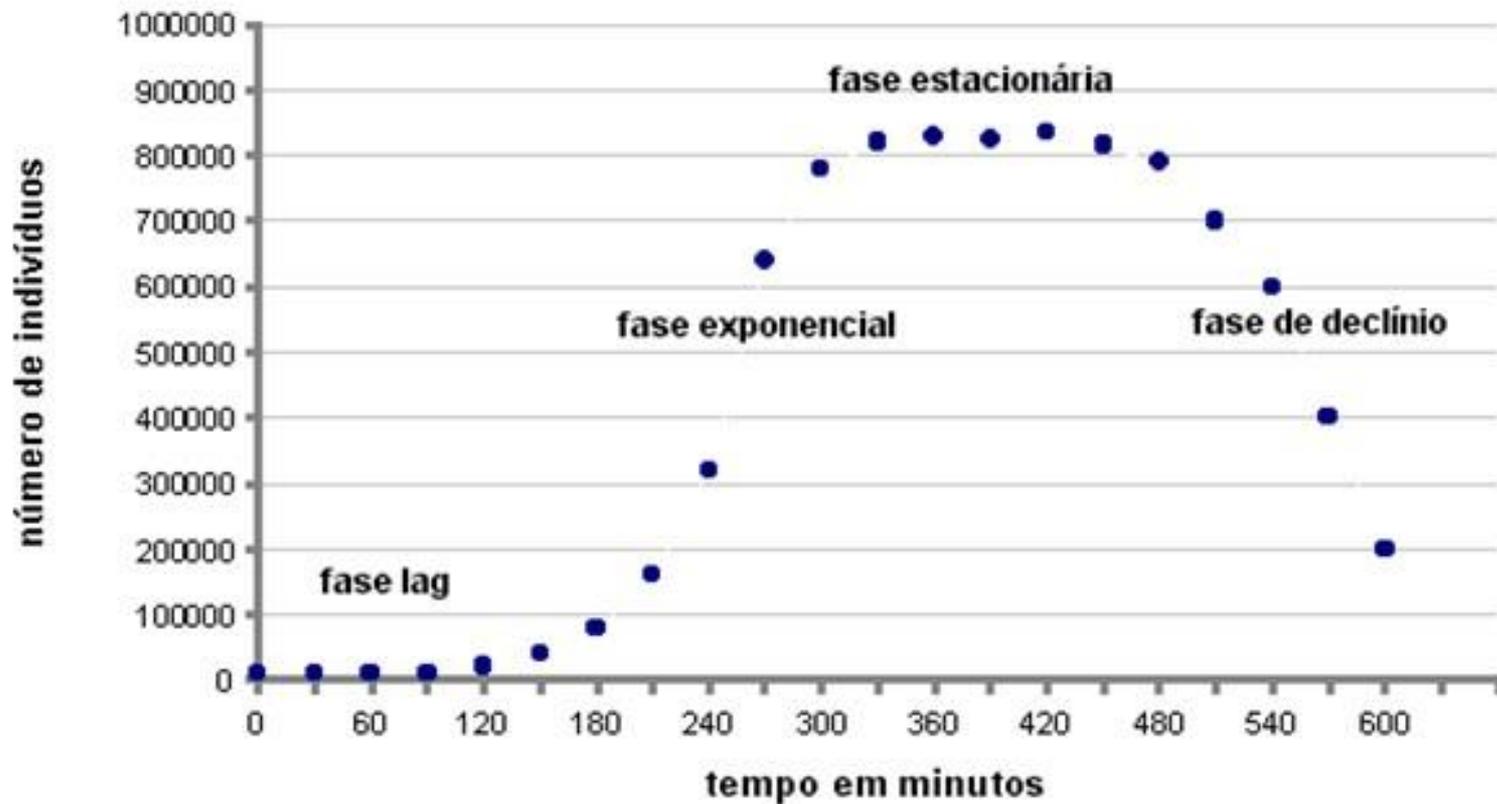
P = Produto

X = Célula

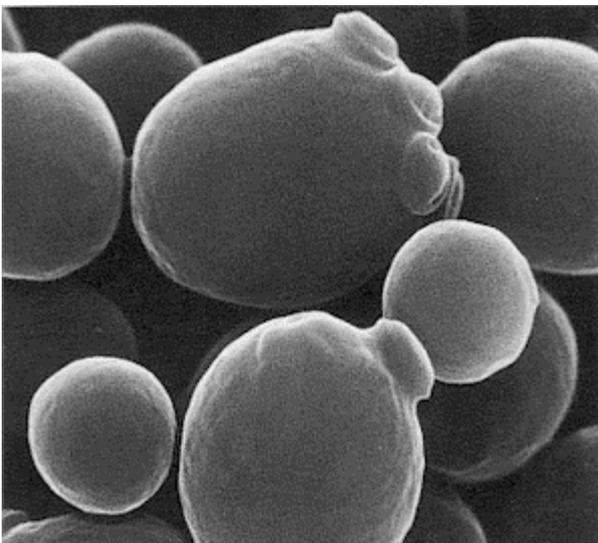
S = Substrato

FERMENTAÇÃO

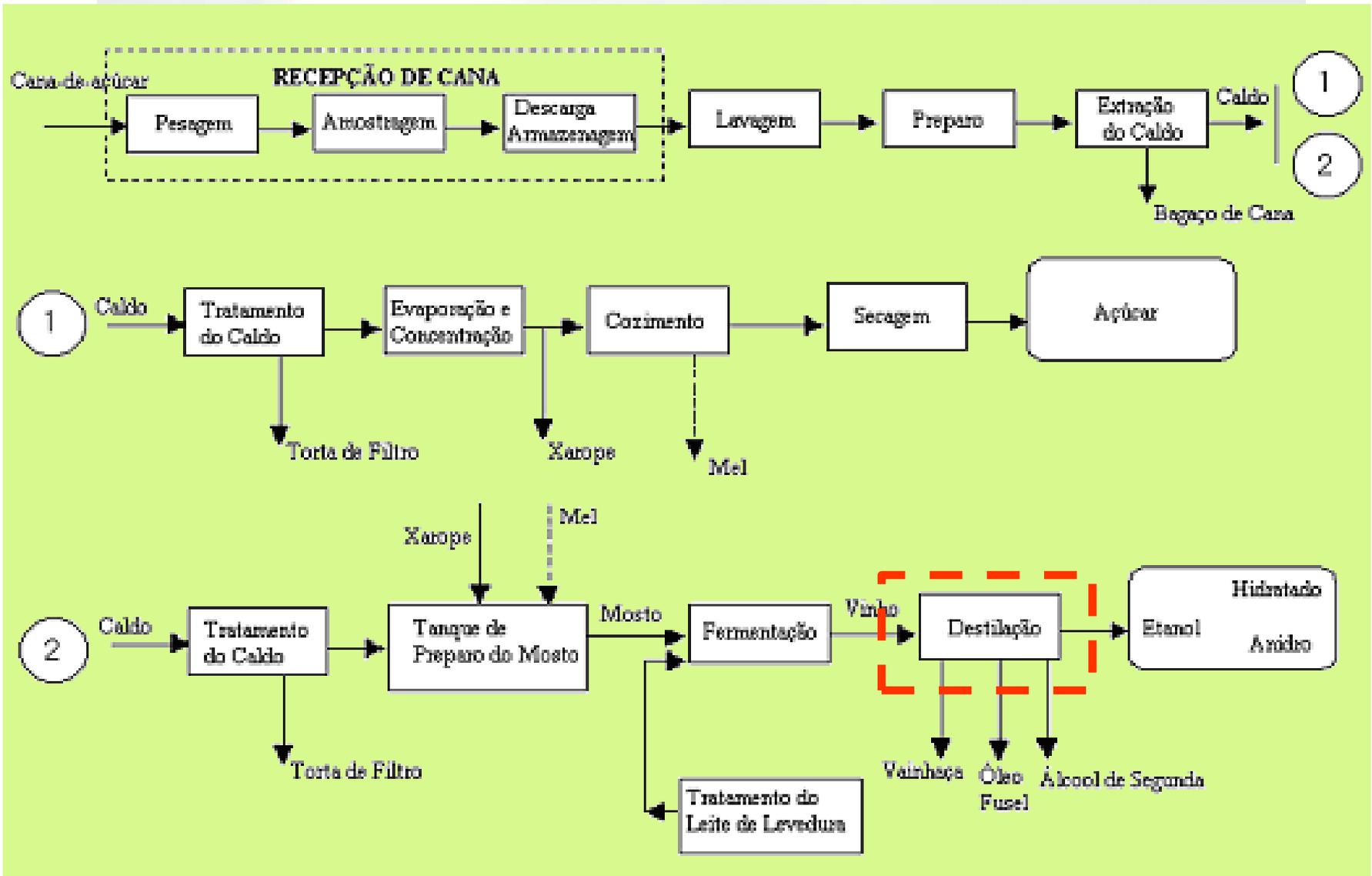
Figura 3. Padrão típico de crescimento de uma cultura bacteriana em um sistema fechado



FERMENTAÇÃO



Produção de etanol



DESTILAÇÃO

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

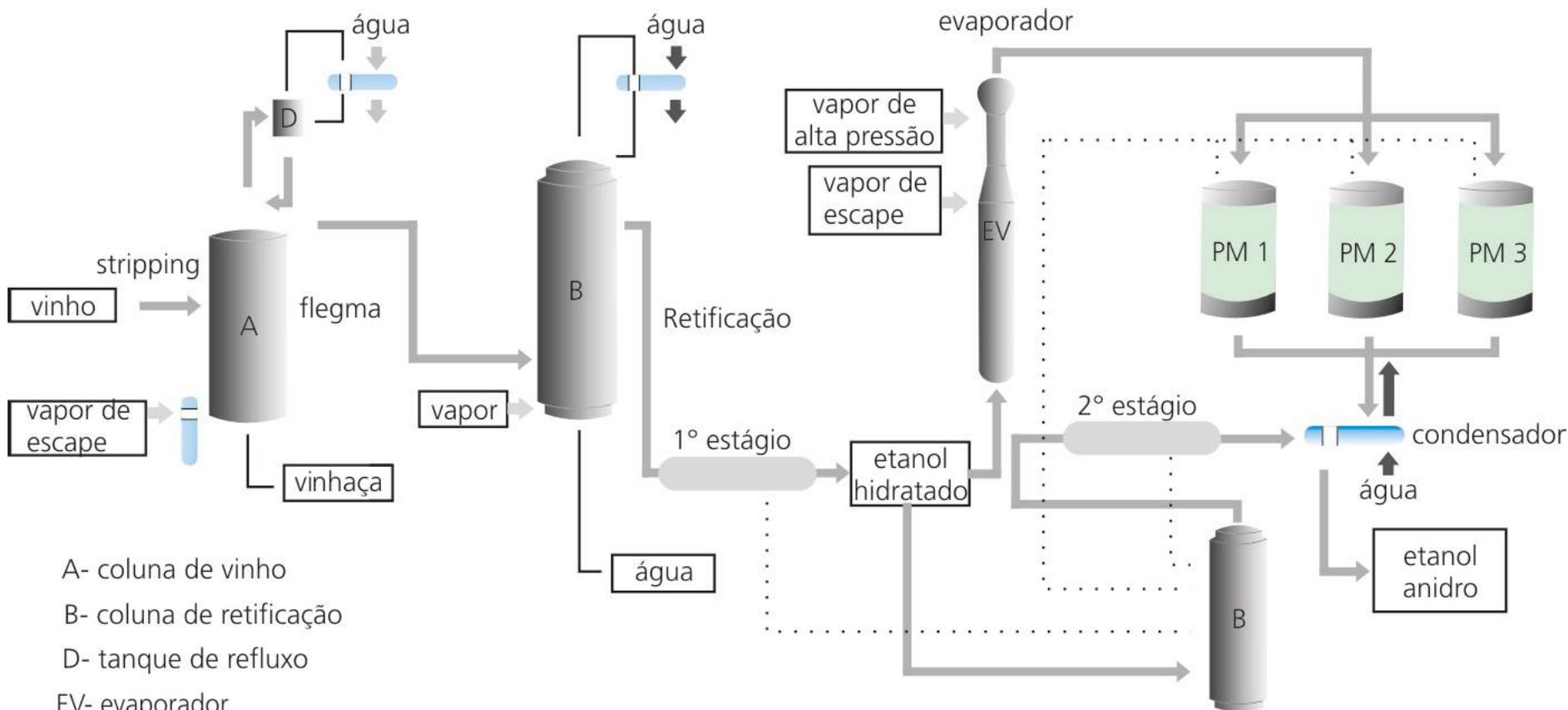
Assim, temos de acordo com o grau de volatilidade, as seguintes frações:

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

DESTILAÇÃO



- A- coluna de vinho
- B- coluna de retificação
- D- tanque de refluxo
- EV- evaporador
- PM- peneira molecular

Produção de etanol



Coluna de Destilação

Produção de etanol

