

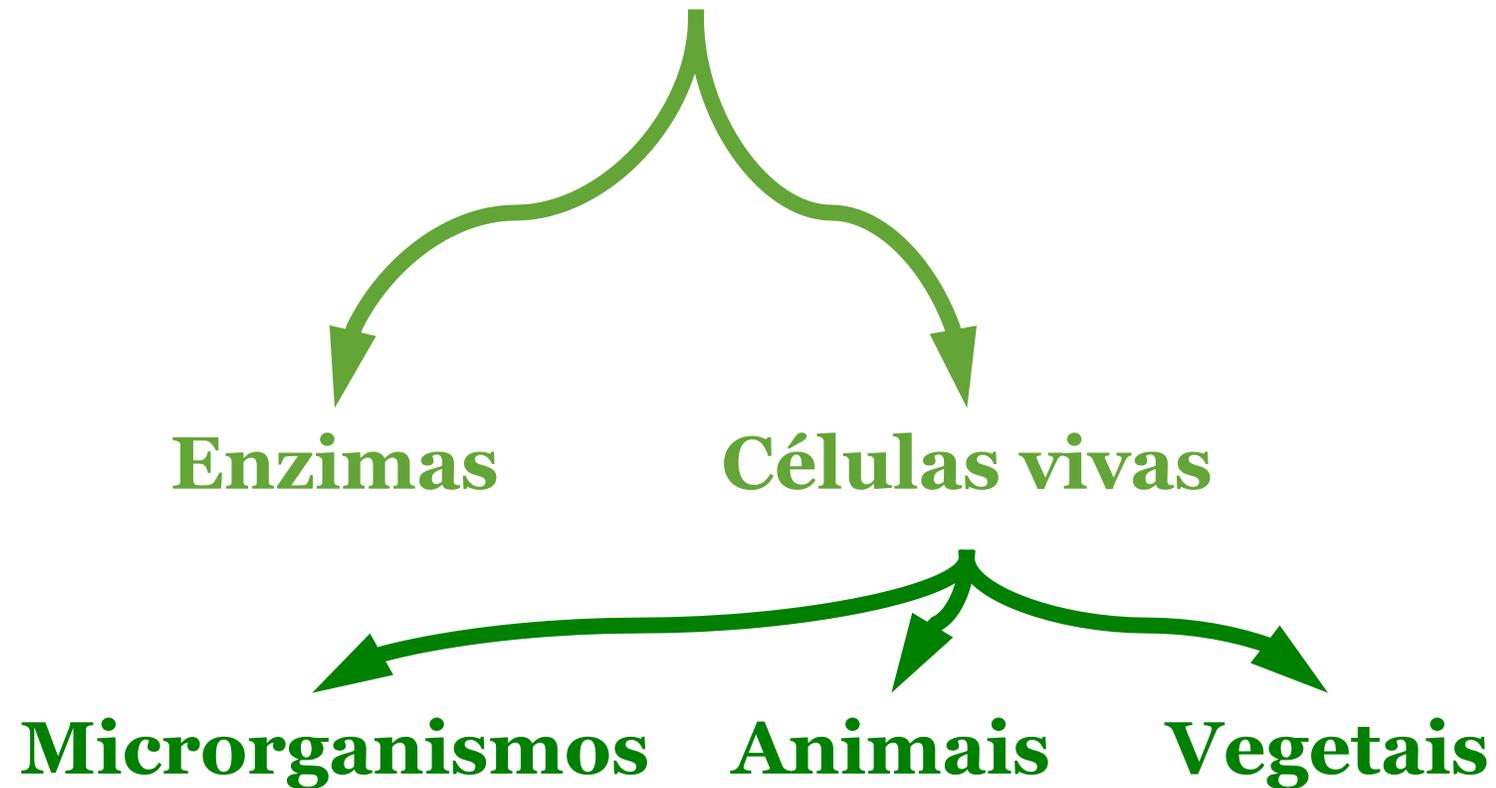
TIPOS DE BIORREACTORES



Profa. María Eugenia Guazzaroni

Definição de Biorreator

Reatores químicos nos quais ocorrem reações catalisadas por “Biocatalisadores”



Introdução

- ✓ Os biorreatores são concebidos em função do **tipo de processo** e dos **agentes biológicos empregados**.
- ✓ Podem possuir **características bem distintas** no que se refere a fenômenos de transporte (calor, massa e quantidade de movimento).

Exemplos:

Tipo de microrganismos:

leveduras e bactérias X fungos filamentosos

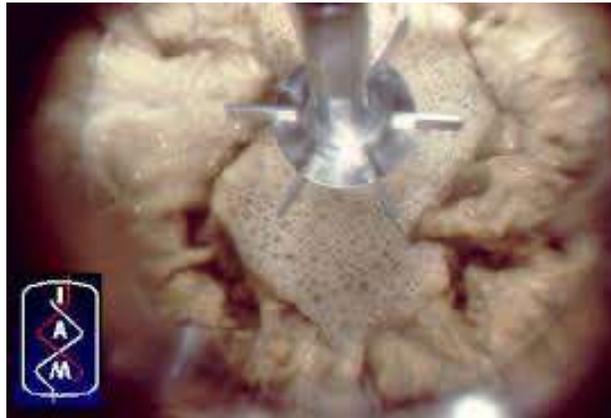
Tipo de biocatalisador:

microrganismos X células animais ou vegetais

Tipo de processo:

elevada concentração celular

- ✓ Cerca de 90 % dos reatores utilizados industrialmente são do tipo reator de mistura STR (agitados mecanicamente).
- ✓ Há um grande interesse por outros tipos de reatores, mas a maioria dos processos ainda se encontram em escala de bancada ou semi-piloto.



stirred-tank reactor

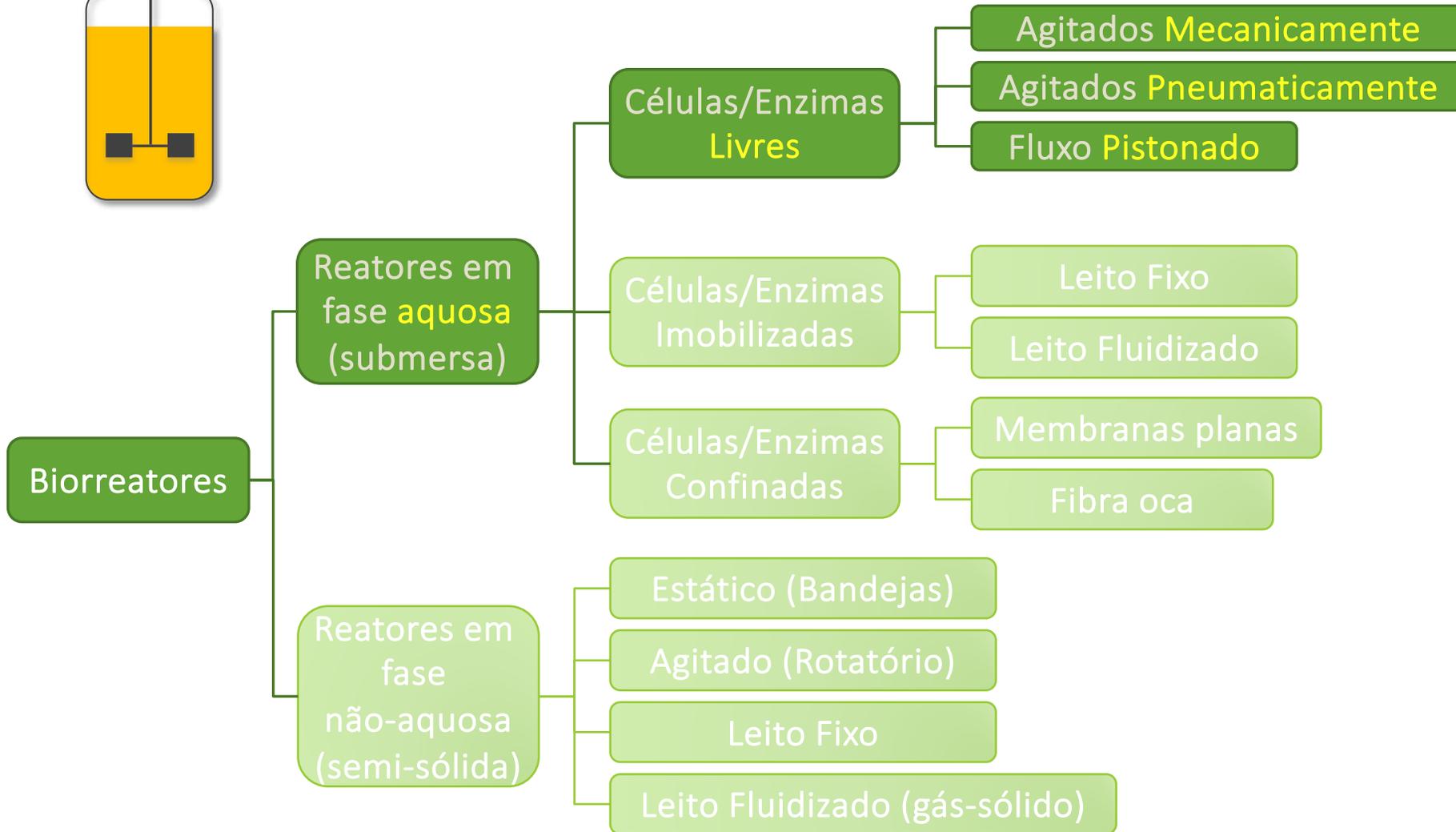
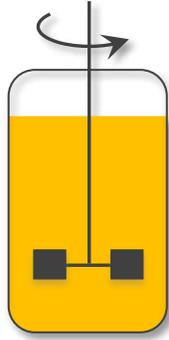
Classificação Geral

A classificação mais abrangente de biorreatores é a de *KLEINSTREUER*, que propõe uma classificação mista com base no tipo de biocatalisador empregado e na configuração deste (imobilizado, livre ou confinado entre membranas).

Classificação Geral dos Biorreatores

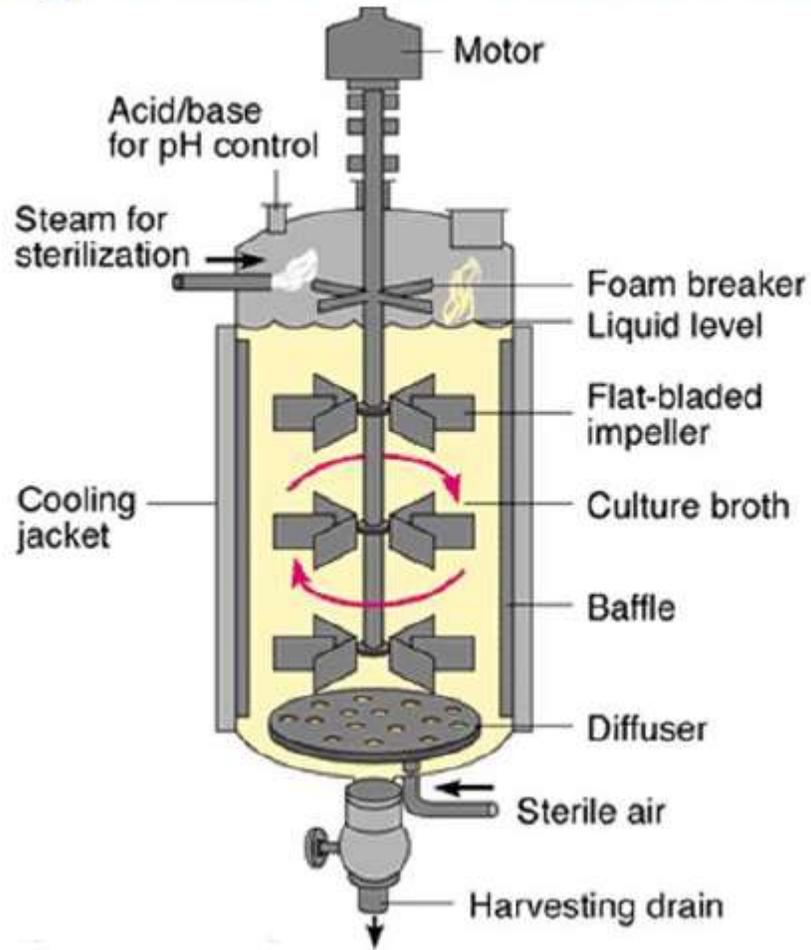


Classificação Geral dos Biorreatores



Os gases dissolvidos, como o **oxigênio**, devem ser misturados apropriadamente e o **dióxido de carbono** deve ser removido pelos efeitos da mistura, já que a produção de dióxido de carbono pode levar a **inibição da formação** do produto em muitos processos de fermentação aeróbica.

Reatores agitados mecanicamente (STR)

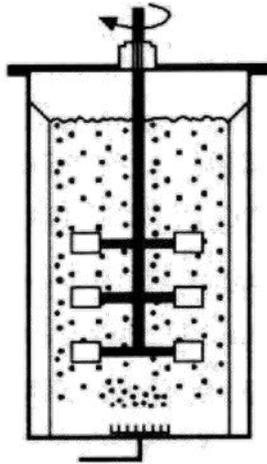


Para reatores STR de grandes dimensões usa-se aço inoxidável em sua construção

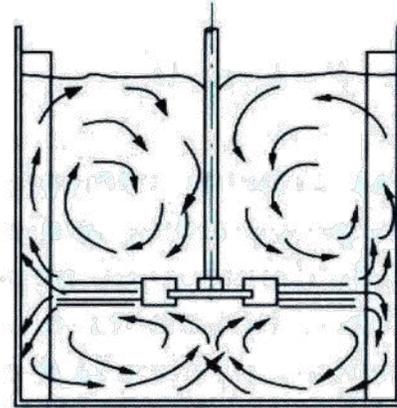
O agitador é montado no **eixo central**, podendo possuir ao longo de sua altura uma série de turbinas, as quais podem ser de diferentes tipos

Agitadores de fluxo Radial

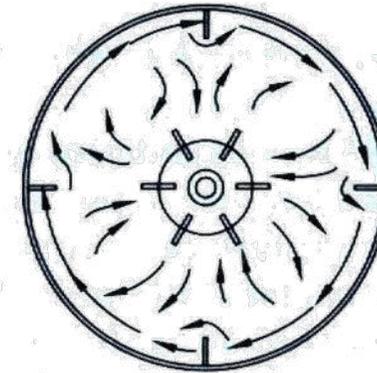
eixo central



Vista lateral



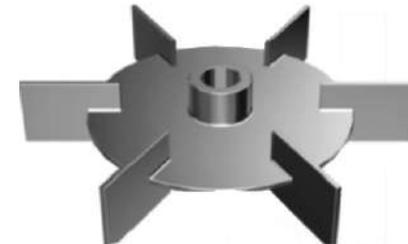
Vista transversal



Turbina Paddle

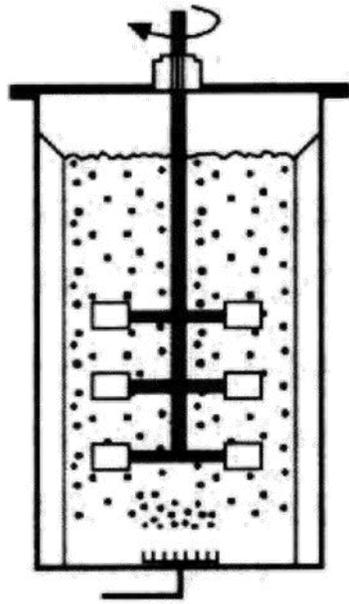


Agitador em âncora

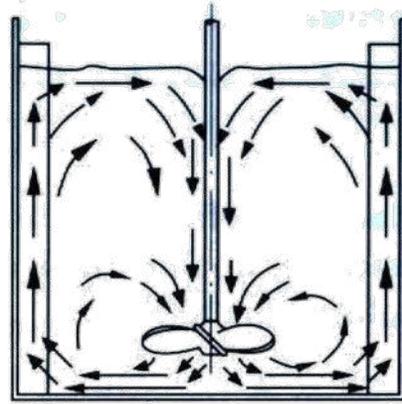


Turbina RUSHTON

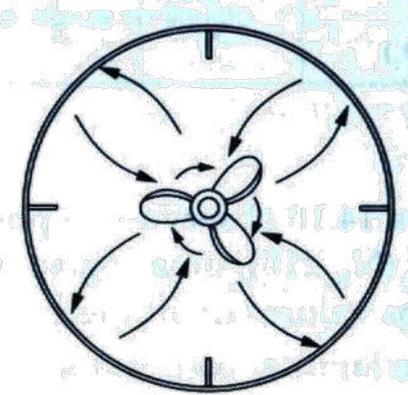
Agitadores de fluxo Axial



Vista lateral



Vista transversal



Hélice marinha



Hélice com
fluxo
duplo

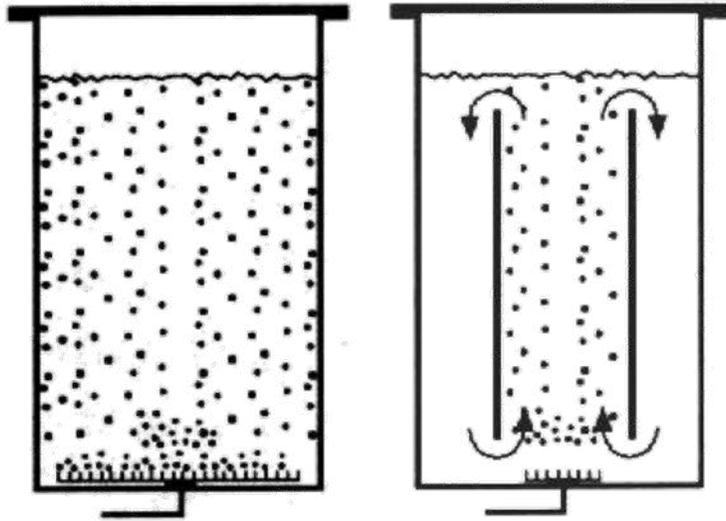


Hélice com
grandes pás



Agitador
com fita
helicóide

Agitados pneumaticamente



Coluna de
bolhas

“Air-lift”

Os reatores agitados pneumaticamente se caracterizam basicamente pela ausência de agitador mecânico, sendo **o líquido agitado pelo borbulhamento de gás** (normalmente ar).

Apresentam **menor tensão de cisalhamento**, o que torna atraente para o cultivo de **células animais e vegetais**.

A diferença básica entre o reator **coluna de bolhas** e **Air-Lift**, é que este último tem **movimentação cíclica** do líquido (bem ordenado) e o primeiro apresenta **movimentação aleatória**.

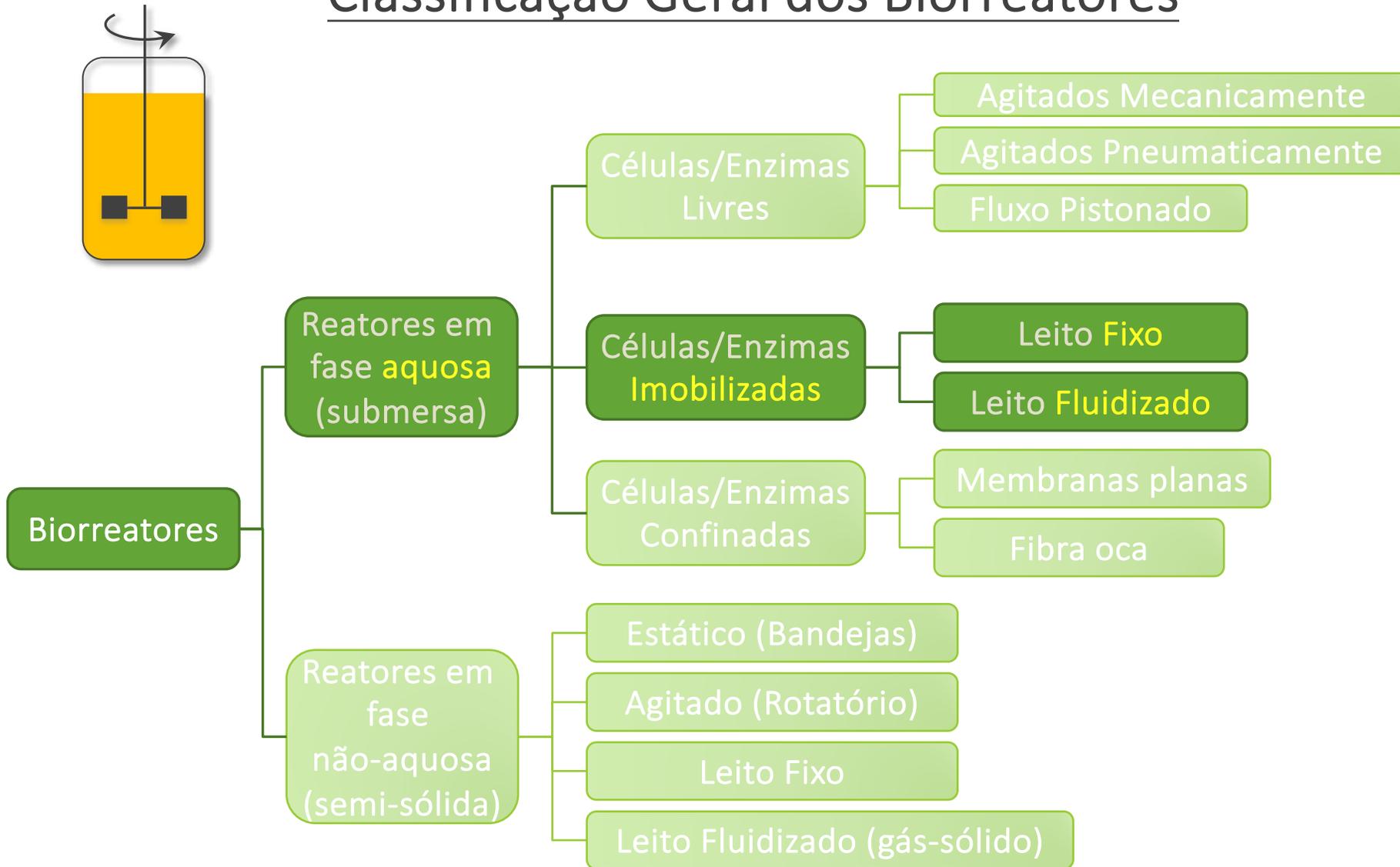
Reatores de fluxo pistonado (“plug-flow”)

- Produção de algas:



<http://encyclopedia.che.engin.umich.edu/Pages/Reactors/PFR/PFR.html>

Classificação Geral dos Biorreatores



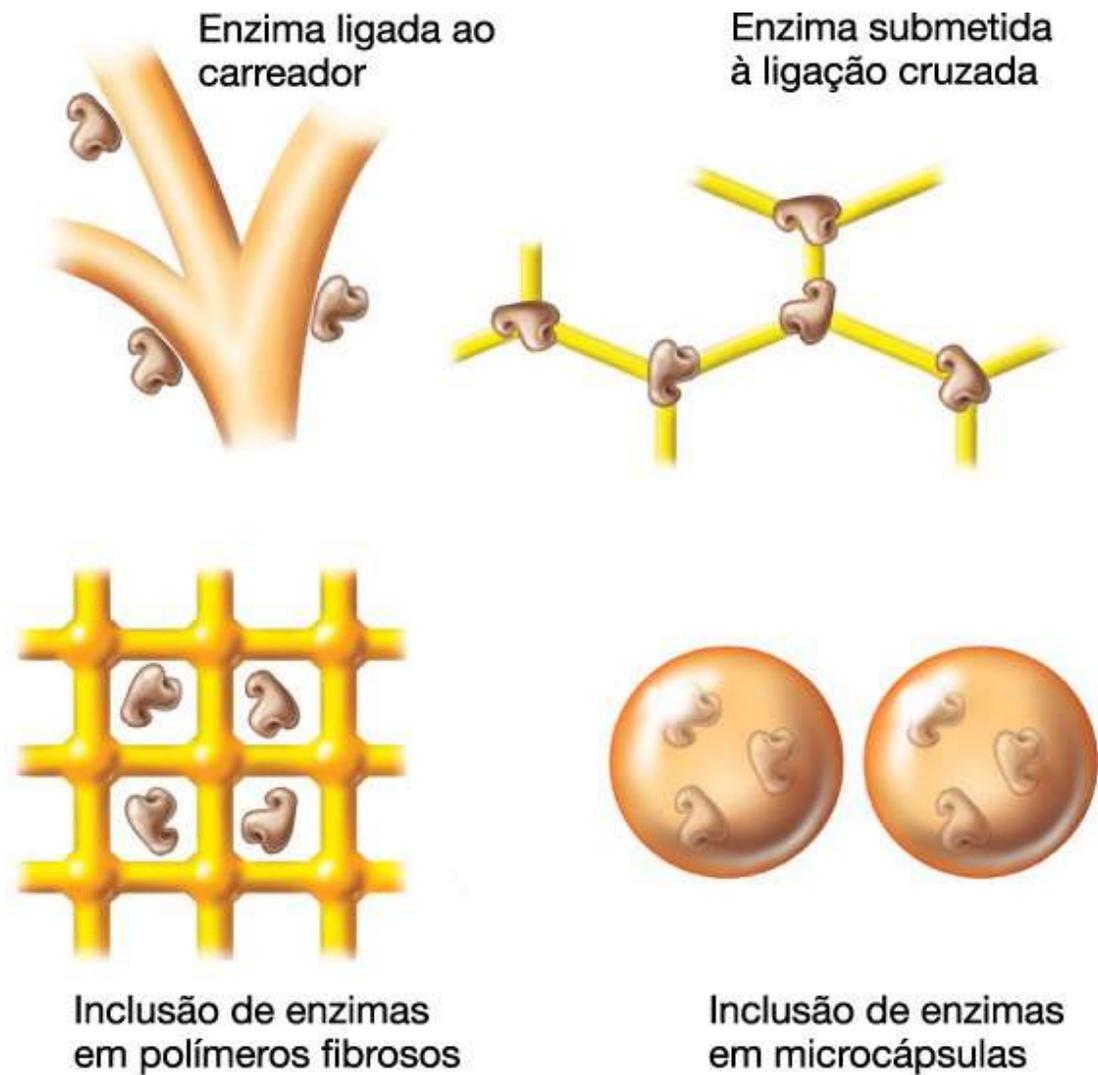
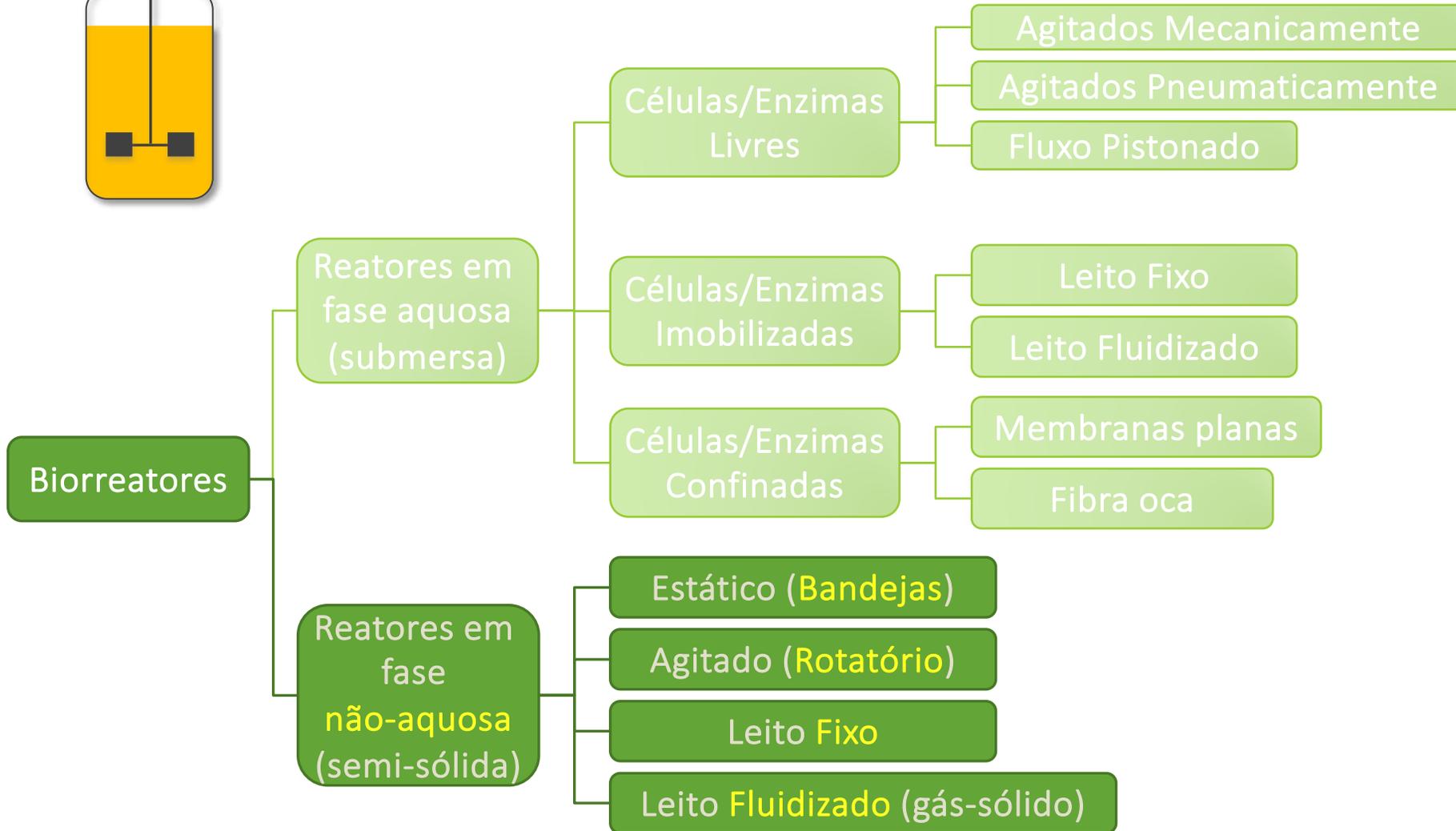
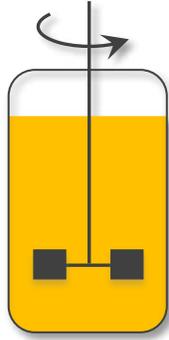


Figura 25.16 Procedimentos para a imobilização de enzimas. O procedimento utilizado varia, dependendo da enzima, do produto e da escala de produção empregados.

Classificação Geral dos Biorreatores



Solid-state Fermentation (SSF)

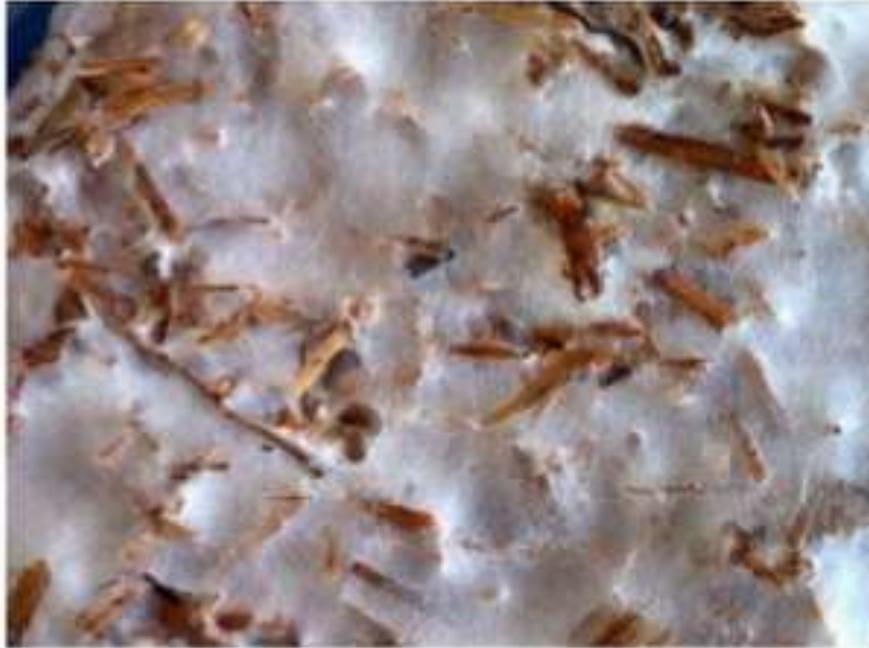
Fermentação Semissólida

Nesse tipo de fermentação, cultivam-se microrganismos sobre ou dentro de partículas em uma matriz sólida chamada de **substrato inerte** (sabugo de milho ou bagaço de cana), onde o conteúdo de líquido chamado **meio umidificante** que está ligado à essa matriz possui um nível de atividade de água que é essencial para o metabolismo das células, mas não excede a capacidade máxima de ligação da água com a matriz.

Microrganismos: fungos filamentosos pois crescem melhor em sistemas com baixos níveis de água.

- *Penicillium* -> penicilina
- *Rhizopus* -> produção de renina microbiana
- Esporos de *Bacillus thuringiensis* para a produção de bioinseticidas.

Os reatores de fase não-aquosa (Fermentação semi-sólida), se caracterizam pela **ausência de "água livre"** (30 a 80% de umidade).



Growth of *Trichoderma* *sps.* on wheat straw in Solid State Fermentation

Substratos



Sugar Cane Bagasse



Tea Waste



Wheat Bran



Saw Dust



Apple Pomace



Coconut oil Cake

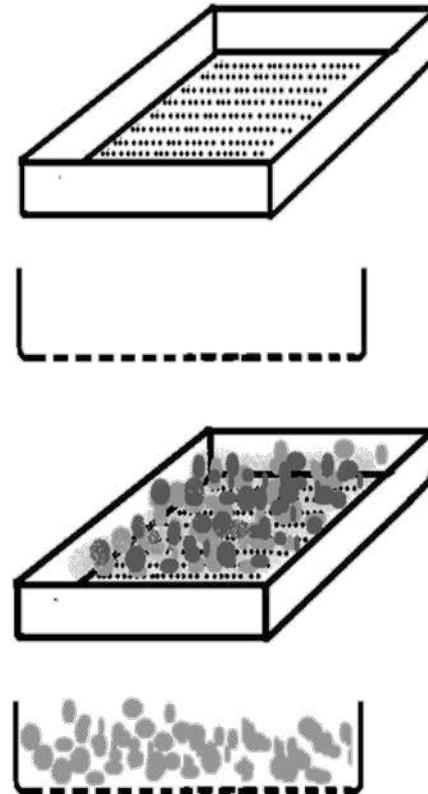
www.technologyinscience.blogspot.com

Reatores Estáticos

Reatores com bandejas: construídas em estruturas de alumínio ou outros materiais. Possuem uma grande área superficial de troca e uma capacidade de alocar meio de cultura muito maior. Podem ter o fundo substituído por uma **tela perfurada** que aumenta eficiência na circulação de ar para o meio, e não somente na parte superior exposta. Precisam ter a temperatura e umidade controladas.

Reatores com esteiras rolantes: etapas de inoculação e incubação do material esterilizado são realizadas em longas esteiras de fundo perfurado por onde circula ar úmido.

Os “reatores de bandejas” (“stationary trays”), são bastante **limitados** no que se refere a condições de **transferência de oxigênio** e controle das **condições ambientais** do processo

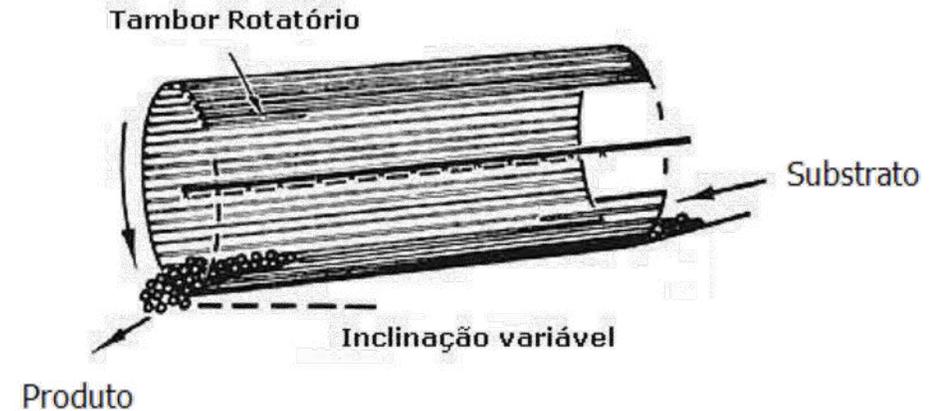




Reatores com Agitação

Tubular horizontal ou com tambores rotativos

A **rotação** do reator pode ser realizada tanto por um eixo central como pela movimentação de roletes sobre os quais o fermentador esteja montado. Aeração da massa é realizada pela **passagem de ar esterilizado**, que também ajuda no controle da temperatura. Alto custo de implementação e dificuldades de ampliação de escala do processo.



Os Reator tipo Tambor rotativo apresentam uma **melhor transferência de oxigênio e homogeneização** do meio através da agitação

Vantagens da fermentação sólida

1. Substrato relativamente simples reduz o custo de capital e o custo operacional.
2. Utilização de fontes de carbono insolúveis que não são convencionais como resíduos agroindustriais
3. Menor risco de contaminação.
4. Facilidade de remoção do produto final
5. Ausência de atrito

Desvantagens da fermentação sólida

1. Dificuldade em dissipar o calor produzido pelos gases gerados levará a uma elevação da temperatura em algumas regiões
2. Dificuldade no acompanhamento e controle de parâmetros como pH, umidade e aeração.
3. Dificuldade de homogeneização do meio gera uma natureza heterogênea do mesmo