

## A Biotecnologia tradicional e a do século 21

- 1. Biotecnologia: significado do termo**
  - Primórdios da Biotecnologia
  - Breve histórico da Microbiologia
- 2. A Biotecnologia tradicional**
- 3. A Biotecnologia moderna**
- 4. A Disciplina BMM 0180 - Microrganismos em Biotecnologia**
- 5. Questões**



Instituto de Ciências  
Biomédicas USP



Profa. Elisabete Vicente  
Dep. Microbiologia  
ICB/USP  
[bevicent@usp.br](mailto:bevicent@usp.br)

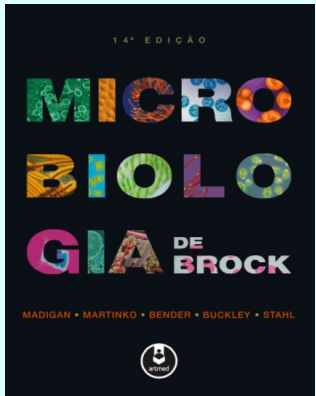


Espaço Microbiologia  
ICB/USP

bem vindos, bem vindos !!!!

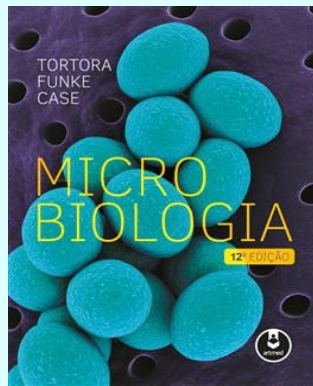
Instituto de Ciências  
Biomédicas USP

Há vários ótimos livros de Microbiologia, abaixo seguem alguns recomendados:



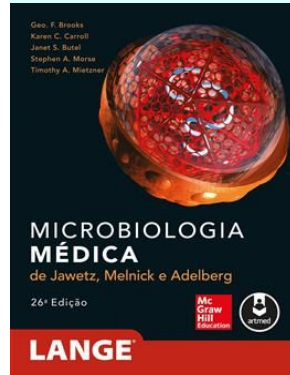
Microbiologia  
de **Brock**.

14ª. Ed., 2014.  
Grupo A



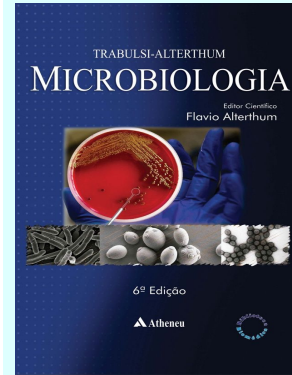
Microbiologia.  
**Tortora**, Funke, Case.

12ª. Ed., 2017.  
Grupo A



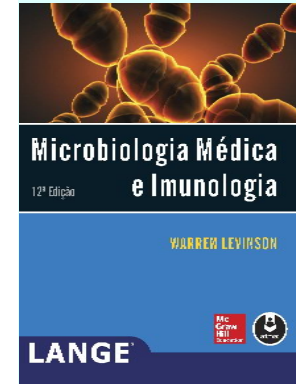
Microbiologia Médica.  
**Jawetz**, Melnick,  
Adelberg.

26ª. Ed., 2014.  
Grupo A



Microbiologia.  
**Trabulsi & Alterthum**

6ª Ed., 2015  
Livraria Atheneu



Microbiologia Médica e  
Imunologia. **Levinson**.

12ª Ed., 2014  
Livraria Atheneu

Microbiologia  
e  
Biotecnologia  
Ambiental in  
foco –  
Volume 1

<https://poisson.com.br/2018/produto/microbiologia-e-biotecnologia-ambiental-in-foco-volume-1/>

Profa. Elisabete Vicente/  
Dep. Microbiologia ICB/USP  
[bevicent@usp.br](mailto:bevicent@usp.br)

# MICROORGANISMOS EM BIOTECNOLOGIA

## 1. Biotecnologia: significado do termo



O que é Biotecnologia?

De acordo com a definição dada pela Organização das Nações Unidas (ONU) na [Convenção sobre Biodiversidade Biológica](#) (revisada em 2015), Biotecnologia significa:

*“qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para **fabricar** ou **modificar produtos** ou **processos** para utilização específica”.*



Vamos analisar isto melhor ...

# 1. Biotecnologia: significado do termo



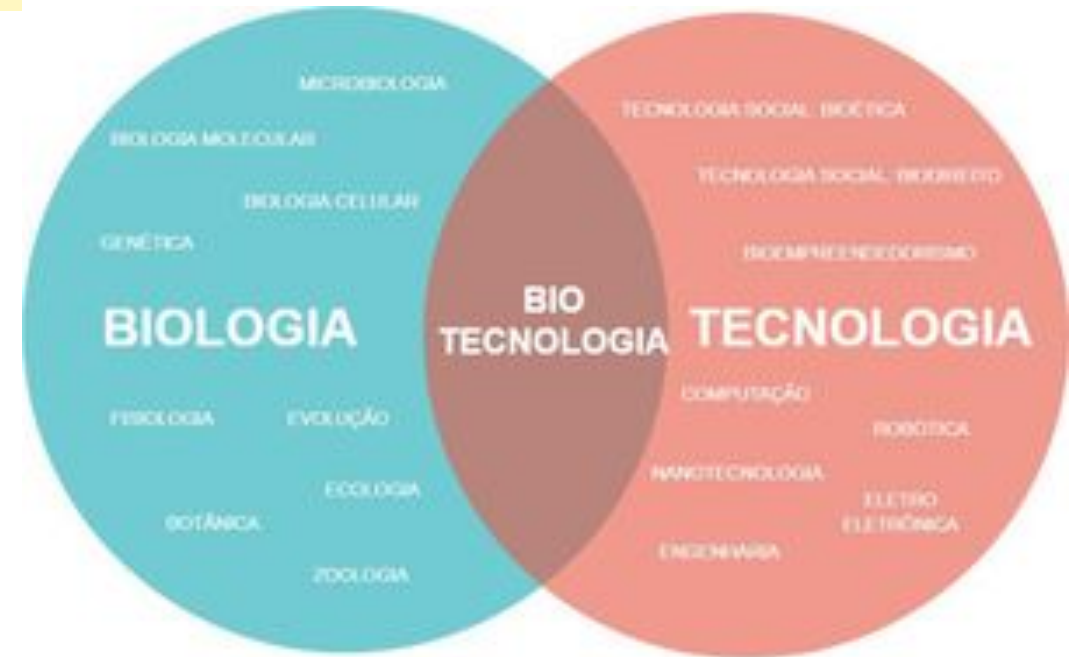
**Biotecnologia** é a tecnologia que tem por base as Ciências Biológicas, considerando **todas suas mais variadas modalidades**:

- Genética,
- Biologia molecular,
- Bioquímica;
- Biologia celular,
- Morfofisiológico,
- Ecológico,
- Biodiversidade,
- Reprodução, etc.

Ou seja, trata-se de olhar as diferentes ciências biológicas **não pelo ângulo da preservação e descrição**, mas pelo ângulo da produção econômica (produtos, serviços e tecnologias,

Conforme definido na

Convenção sobre Diversidade Biológica da ONU



**A INTERDISCIPLINARIDADE está na essência da Biotecnologia**

**“ Biotecnologia significa qualquer tecnologia que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica. ”**

# MICROORGANISMOS EM BIOTECNOLOGIA

## 1. Biotecnologia: significado do termo

### Biotecnologia

De acordo com a definição dada pela Organização das Nações Unidas (ONU) na [Convenção sobre Biodiversidade Biológica](#) (revisada em 2015), **Biotecnologia** significa:

*“qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para **fabricar** ou **modificar produtos** ou **processos** para utilização específica”.*

Mas, para quem pensa que a **Biotecnologia** é uma área recente, está muito enganado. Apesar do termo **“Biotecnologia”** ter surgido apenas em **1919**, com o engenheiro húngaro **Karl Ereky**, essa prática tem sido realizada desde o início da civilização.



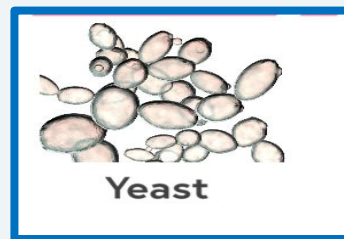
Então..., vamos ver...

## Primórdios da Biotecnologia

Seleção de:  
- Sementes de plantas  
- Animais



Seleção de **sementes** para plantio  
Seleção de **animais** para reprodução

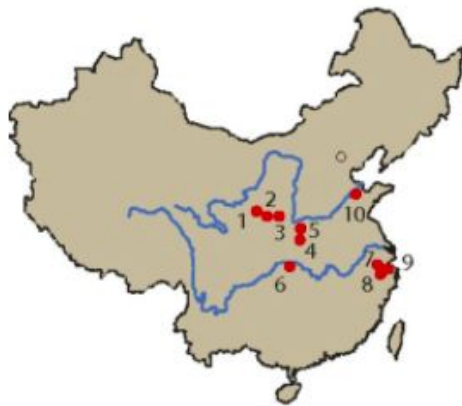


Yeast



Lactic-acid-producing bacteria

7.000 BCE, os chineses descobriram a **fermentação alcoólica** e desenvolveram técnicas para a produção artesanal de **cervejas** e **queijos**.



Jarras utilizadas para a **fermentação alcoólica** na **China** entre **9.000-7.000 BCE** nas regiões: 1, Dadiwan; 2, Guantaoyuan; 3, Baijia-Lingkou; 4, Jiahu; 5, Shuiquan; 6, Pengtoushan; 7, Kuahuqiao; 8, Xiaohuangshan; 9, Shangshan; 10, Houli. **Fonte:** [Liu et al., 2019](#).

Aproximadamente em **6.000 BCE**, diversos povos, como os **sumérios** e **babilônicos** já utilizavam também a fermentação para a produção de **cerveja**, bem como a produção de **iogurte** e **queijo** empregando **bactérias ácido-láticas**.

## Primórdios da Biotecnologia

A fermentação de **pães** utilizando leveduras só começou a ser utilizada por volta de 4.000 BCE pelos antigos **egípcios**.

Em 2019, o Egíptologista amador Seamus Blackley (um dos inventores do console de Xbox), “comprovou” o uso de leveduras provindas das cerâmicas egípcias para a fermentação de pão nos dias atuais.

Ele extraiu leveduras adormecidas de cerâmicas de mais **5.000 anos** e utilizou na produção de um **pão** similar aos que os egípcios faziam.



Fig.: Pão obtido por Blackley através da fermentação utilizando leveduras extraídas de cerâmicas egípcias de mais de 5.000 anos. Fonte: Por Maximilian Seamus Blackley para [BBC](#).

## Primórdios da Biotecnologia

Em 500 AC, os **chineses** utilizaram pela primeira vez **coalho de soja mofado** como **antibiótico** para tratar furúnculos.

De fato, alguns tipos de fungos (bolores) possuem capacidade antibiótica, como é o caso da **penicilina**,

que somente seria descoberta (ao acaso) por **Alexander Fleming em 1928**.

Essa substância que é **produzida e secretada** pelo **fungo *Penicillium notatum*** possui capacidade de matar bactérias.



Fig.: O **primeiro antibiótico** utilizado para tratar furúnculos (infecção de pele causada pela bactéria *Staphylococcus aureus*), obtido através de **coalho de soja (tofu) mofados**. Fonte: Adaptado de [Ray William](#).



## Primórdios da Biotecnologia

### Biotecnologia na Era Comum

No início da Era Comum (início a partir do primeiro ano do calendário gregoriano, também conhecida como Era Cristã).

No ano 100 CE (*Common Era*, Era Comum), na **China**, os chineses começaram a utilizar o pó feito a partir da planta *Chrysanthemum* spp. como **inseticida natural**.

Eram e ainda são utilizadas as flores da *Chrysanthemum cinerariifolium* (atualmente *Tanacetum cinerariifolium*).

O pó dessas flores possui uma família de componentes ativos denominados **piretrinas**, que atacam o sistema nervoso de insetos.



Fig.: Exemplo de *Tanacetum cinerariifolium* utilizada como inseticida pelos chineses em 100 CE. Fonte: KENPEI ([Wikimedia Commons](#)).

### Atualmente



### Segundo fabricante:

**Tanacetum** possui propriedades **anti-inflamatórias** que auxiliam no alívio dos sintomas provocados pela enxaqueca.

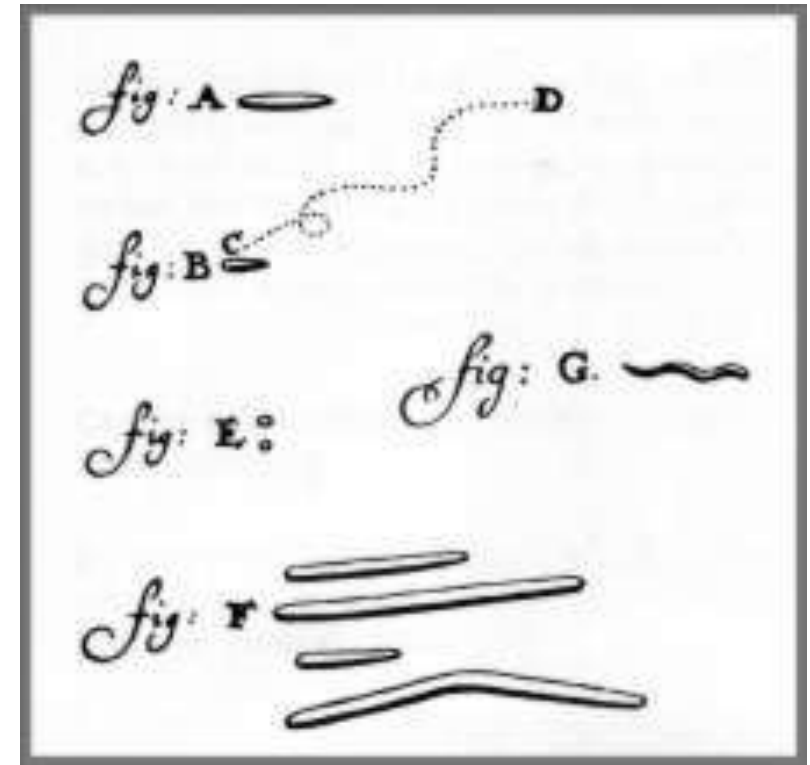
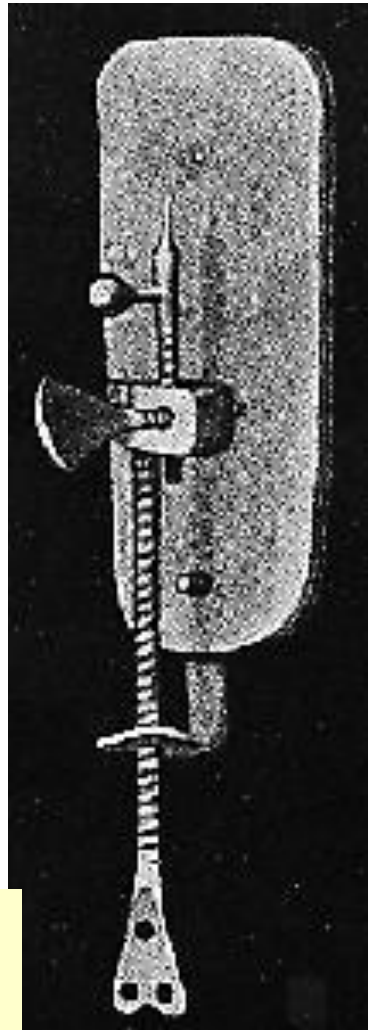
Esse **fitoterápico** originário de uma planta medicinal usada há centenas de anos para **alívio das dores de cabeça** apresenta uma alternativa natural para o problema.

## - Breve histórico da Microbiologia



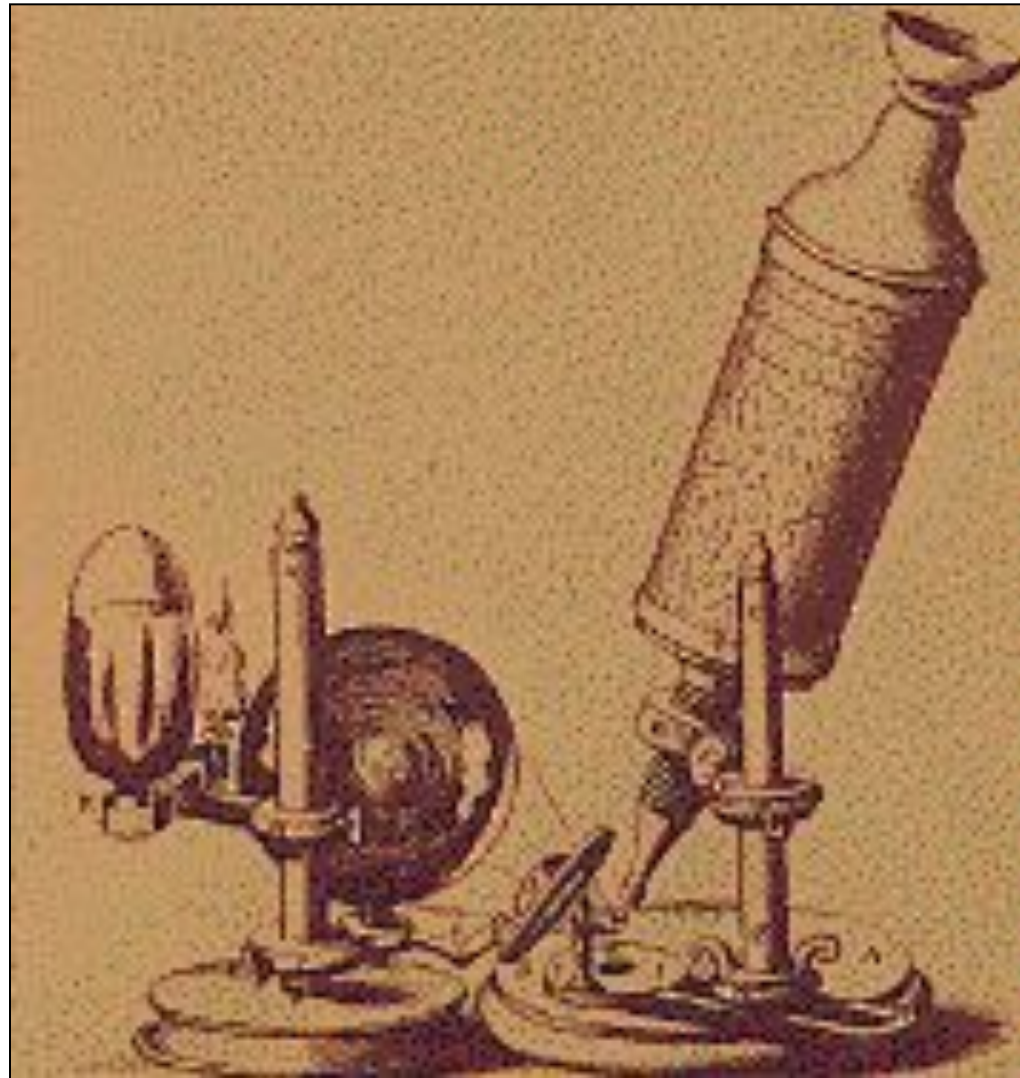
**Antony van Leeuwenhoek (1632-1723)**

Zelador da prefeitura e provador oficial de vinhos em Delf, Holanda. Escreveu mais de 300 cartas para a Sociedade Real Inglesa



Denominou os seres que observou de **“animálculos”**

Robert Hooke (1653) and Malpighi (1653) - microscópio composto



Robert Hooke (1635-1703)

## Origem dos Animálculos?????

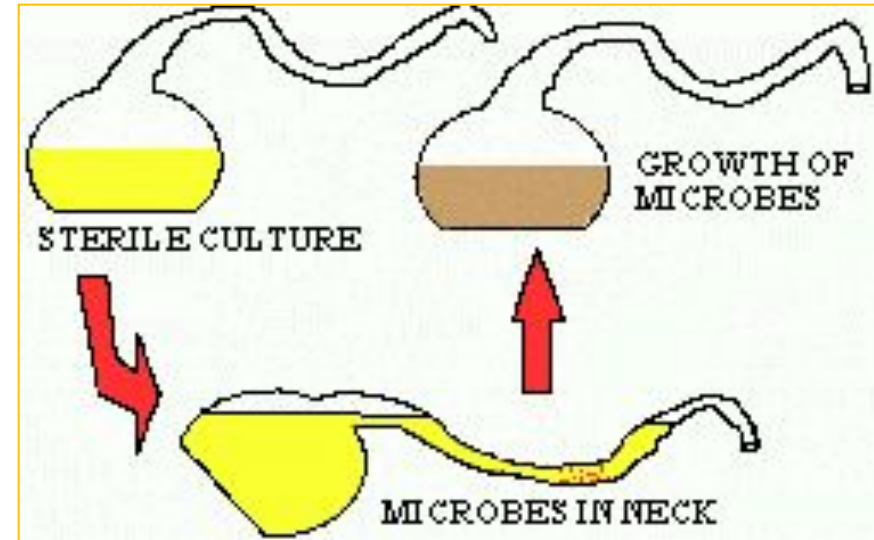
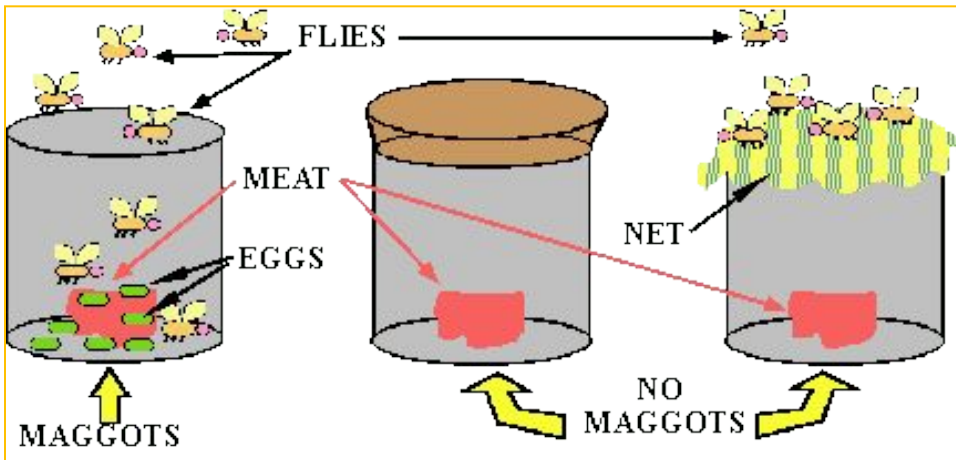
A descoberta de Leeuwenhoek dos animálculos, fez com que surgisse duas teorias controversas:

Origem inanimada - **Abiogênese** = Teoria da Geração Espontânea

X

Origem de "Pais" - **Biogênese**

Surge então **Louis Pasteur** (1822-1895),  
químico francês, da Universidade de Paris, França



Os experimentos de Pasteur comprovaram que os micróbios não podem surgir de matéria não viva

Feitos mais notáveis de Pasteur:

- A criação da primeira **vacina** contra a raiva (**vacina antirrábica**);
- As suas experiências deram fundamento para a. “**Teórica microbiológica da doença**”;
- Ficou muito conhecido por inventar um método para impedir que **vinho** e **leite** se estraguem, um processo que veio a ser chamado **pasteurização**, em homenagem ao seu sobrenome.



Célula de **levedura** (yeast)  
Empregada na produção de  
no vinho por Pasteur

### Louis Pasteur

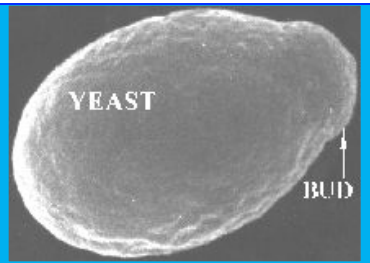
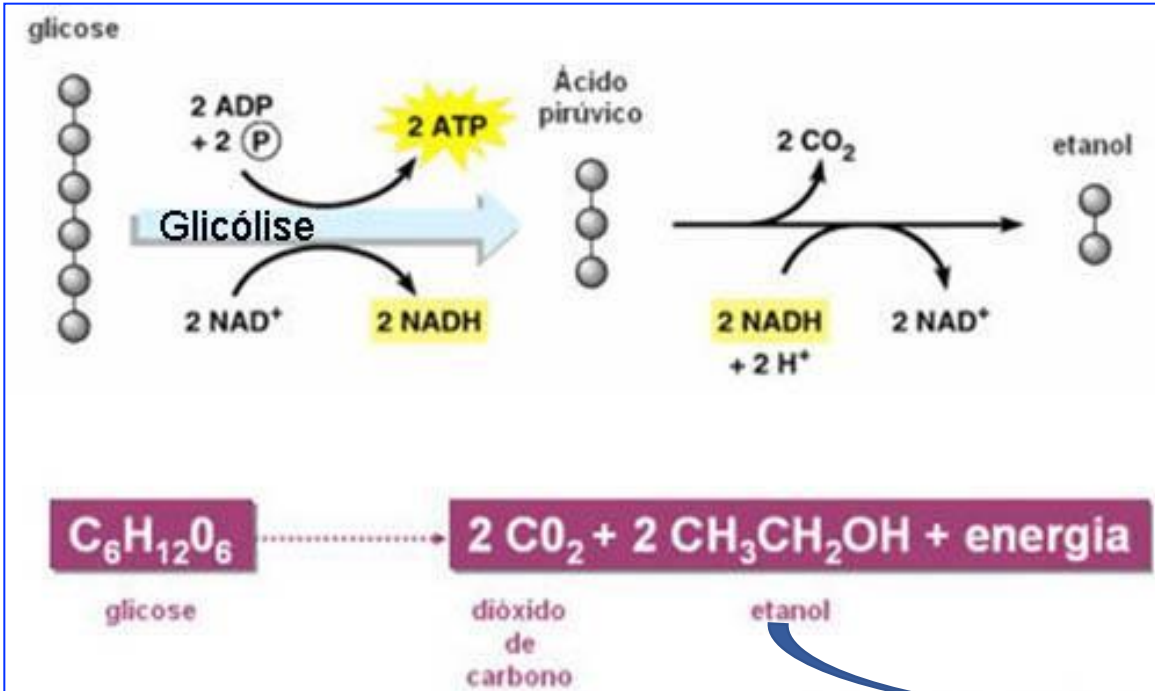
percebeu que as células de **levedura** que estavam presentes no vinho produziam o álcool. Quando anunciou isso, vários cientistas famosos ficaram furiosos, porque na época a teoria da produção de vinho era de que o vinho resultava de mudanças químicas **ESPONTÂNEAS** que ocorreram no suco de uva.

Pasteur foi atacado furiosamente em reuniões científicas, a ponto de receber esquetes humorísticos referentes as células de levedura, os seus “**minúsculos pequenos fermentos**” (“**tiny little yeast**”) **produtores de álcool**.

Por fim, Pasteur venceu quando as pessoas em todo o mundo perceberam que, se ele estivesse certo, elas poderiam controlar a qualidade do vinho controlando o fermento empregado em sua produção. Em um curto período, muitos outros confirmaram suas observações e a oposição afundou sem fazer barulho.

## FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Produção do etanol no vinho por **levedura**



Levedura  
*Saccharomyces cerevisiae*

## PRODUÇÃO DO VINAGRE

### ▶ FERMENTAÇÃO ACÉTICA:

▶ **Produção de vinagre** – Fermentação realizada por um conjunto de bactérias do gênero *Acetobacter* ou *Gluconobacter*, pertencentes à família **Pseudomonaceae**.

▶ *Acetobacter aceti* são capazes de fermentar vários açúcares – **ÁCIDO ACÉTICO**.

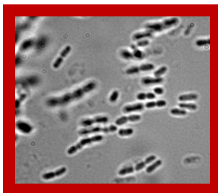
▶ A oxidação do etanol por bactérias produzindo ácido acético e água é denominado de **Acetificação** (processo que consiste na transformação do vinho em vinagre, mediante a oxidação de líquidos alcoólicos).



### *Acetobacter aceti*

- Célula esférica, alongada, inchada, curva ou filamentosa; em células únicas, em pares ou em cadeias;

- Pode ser identificada em laboratório pelo crescimento de colônias num meio contendo 7% de etanol e  $CaCO_3$  tornar o meio parcialmente opaco. Quando as colônias formam suficiente ácido acético a partir do etanol, o  $CaCO_3$  em volta das colônias, dissolve-se, formando uma zona clara de tamanho apreciável.





**Pasteur** também fundou a **Imunologia Moderna** quando percebeu que galinhas se tornavam imunes a uma doença bacteriana se injetadas com uma forma "enfraquecida" (**avirulenta**) da bactéria patogênica.

Enquanto investigava o **cólera em galinhas**, ele injetou em algumas galinhas uma cultura velha do patógeno bacteriano e daí observou que:

- As galinhas não morreram, e ele percebeu que a cultura não era mais patogênica;
- Repetiu o experimento com uma cultura nova, injetando em várias galinhas doses letais de uma cultura virulenta fresca, mas apenas algumas galinhas morreram;
- Ao reanalisar com o seu técnico sobre a origem das galinhas, ele constatou que as galinhas que não morreram quando foram injetadas com a nova cultura viva e virulenta tinham sido aquelas que haviam sido previamente injetadas com a cultura "VELHA".



## O postulado de Koch – doença infecciosa, doença transmissível



**ROBERT KOCH**  
(1843 - 1910),  
médico alemão.

Nos anos 1870-80, R. Koch, um médico rural, começou a se interessar pelo **antraz**, uma **doença comum tanto aos fazendeiros quanto aos seus animais em sua prática rural**.

Usando um microscópio comprado com seus poucos recursos, ele observou que havia uma grande bactéria no sangue de vítimas de **antraz** e raciocinou que poderia ser o agente causador da doença, mas sabia que, sendo um médico caipira do interior, teria dificuldade em fazer com esta proposta tão controversa fosse aceita.

Usando um pequeno cômodo de sua casa como laboratório ele desenvolvendo técnicas microbiológicas básicas e:

- 1) Extraiu a bactéria da pústula de antraz;
- 2) Meticulosamente isolou, purificou e cultivou a bactéria;
- 3) Inoculou a bactéria purificada em animais saudáveis e reproduziu a doença clínica clássica;
- 4) Examinar o sangue dos animais inoculados, conseguiu isolar novamente a mesma bactéria.

Ele repetiu o ciclo: 1) de isolamento, 2) purificação e cultivo, 3) infecção e 4) reprodução da doença até ter certeza de ter encontrado o agente causador da doença, no caso, o **antraz**.

# Teoria do germe da doença

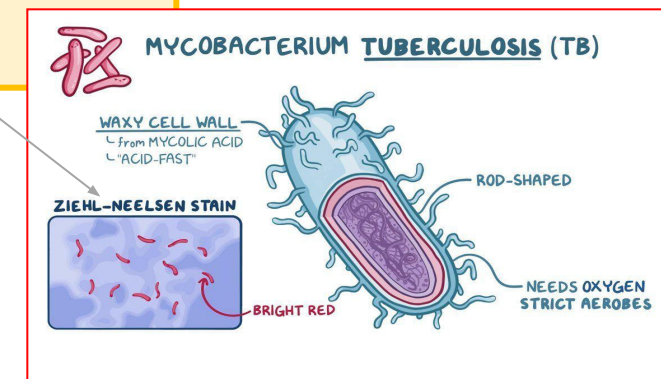
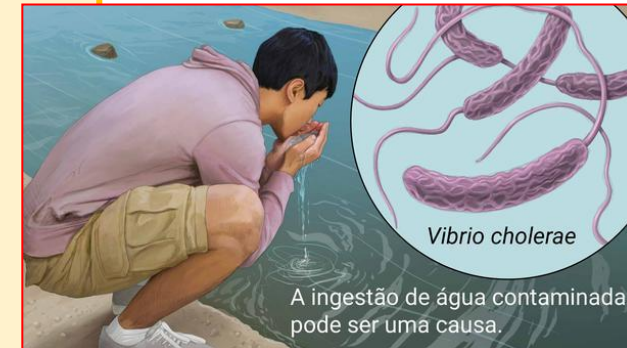
## Pasteur e Koch

Assim como Pasteur, **Koch** logo teve seu próprio Instituto e atraiu vários outros cientistas brilhantes.

Juntos o grupo de **Pasteur** e o de **Koch** desenvolveram inúmeras as técnicas básicas de laboratórios de microbiologia usadas até hoje, como:

- Técnicas de manuseio em condições estéreis de uma cultura;
- Técnicas de cultura pura;
  - Uso de placas de Petri para cultivo em meio de cultura sólido;
  - Uso de ágar para produzir uma superfície sólida;
  - Alças de inoculação,
- Coloração de Gram e outros procedimentos de colorações microbianas (como Ziehl-Neelsen, etc).

Além disso, **Koch** descobriu os agentes etiológicos de **cólera** (*Vibrio cholerae*) e **tuberculose** (*Mycobacterium tuberculosis*).



Os estudos combinados destes grupos permitiram o estabelecimento da

**TEORIA DO GERME da doença.**

## Teoria Microbiana da Doença

- 1876 - Carbúnculo – *Bacillus anthracis* - Koch
- 1879 – Gonorréia - *Neisseria gonorrhoeae* - Neisser
- 1880 – Febre tifóide – *Salmonella Typhi* - Eberth
- 
- 
- 
- 1905 – Sífilis - *Treponema pallidum* - Schaudinn e Hoffman
- 
- 
- 

- Vacinação

## Invenções :

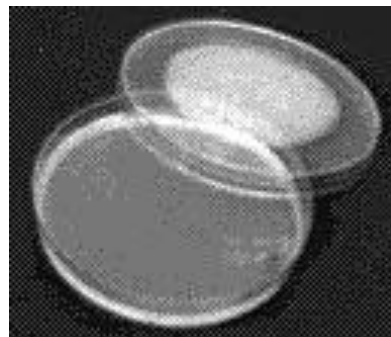
Pequenos detalhes □ ENORME AVANÇO, como ocorreu com o Ágar-ágar

### Angelina Hesse

**Angelina Eilshemius** nasceu em 1850 em Nova York, filha de de uma próspera família de imigrantes holandeses. Quando jovem, ela viajou pela Europa, onde conheceu **Walther Hesse**, um jovem médico alemão, com quem se casou em 1874 e assim se estabeleceu como esposa de um ocupado médico do interior. **W. Hesse** se interessou pela nova ciência da **Microbiologia** e ingressou no laboratório de **Koch** em 1881.

### Julius Richard Petri

**Petri**, microbiologista alemão, trabalhou no laboratório **R. Koch**, o titã da microbiologia que foi o primeiro a provar a ligação entre infecções bacterianas específicas e certas doenças cólera e tuberculose. Koch conseguiu fazer isso cultivando bactérias em **placas de gelatina nutritiva**, uma espécie de caldo solidificado, que eram mantidas em **frascos de sino pesados** para evitar a entrada de poeira e contaminantes transportados pelo ar.



Placa de Petri (1887)

O seu design básico não mudou desde que foi inventado por chamado **J. R. Petri**.

**Koch** demonstrou a técnica de cultivo em meio com gelatina pela primeira vez em **1881** no Congresso **Médico Internacional de Londres**. A gelatina mostrou-se problemática, tendia a se decompor enzimaticamente, propenso a descoloração e se transformava em líquido quando incubada a temperaturas mais adequadas para o cultivo de culturas bacterianas (37°C).

Um ano depois, a esposa de um dos pesquisadores do laboratório, **Angelina Hesse**, sugeriu **substituir a gelatina por ágar**, que era usada para fazer geleias caseiras de frutas. O **ágar**, um polissacarídeo derivado de alga marinha, provou ser um melhor **agente gelificante**: ele só derrete quando aquecido a cerca de 85°C e ainda quando resfriado gelifica entre 35-42°C. Ainda, ele mantém a clareza e resiste à digestão por enzimas bacterianas.

Todavia, levou 6 anos para a equipe **Koch** abandonar os **potes de sino pesados** de cultivo, e isto só ocorreu quando **Petri** teve a ideia de cobrir placas de vidro circulares de cultura com outra placa de vidro um pouco maior que funciona como **uma tampa transparente**.

Poucas coisas mudaram no “design” básico da **placa de Petri** em mais de 100 anos de uso. Agora são feitas de plástico descartável podem ter introdução de pequenos “ressaltos” ou abas na tampa para permitir uma quantidade limitada de troca de ar necessária para que as bactérias cresçam.

Na verdade, sempre que é dito que algo foi realizado *in vitro*, muitas vezes significa que foi realizado em uma placa de cultura conhecida como “**placa de Petri**”.

## Edward Jenner e a imunização

**Edward Jenner** entrou em cena por meio de uma série de eventos fortuitos, foi levado à descoberta da imunização e à eventual eliminação do flagelo da **varíola** da Terra.

Quando jovem, ele morou no campo e foi informado por **uma leiteira que "ela nunca teve varíola"**, que não se preocupava em pegar varíola porque tinha "**varíola bovina**", uma doença crônica leve de vacas que as leiteiras geralmente contraíam como erupção na pele nas mãos deles.

Mais tarde, depois que **Jenner** se tornou médico e começou a trabalhar no campo, ele se lembrou da história da leiteira. Ele começou a fazer perguntas e foi informado por homens locais que "se você quiser se casar com uma mulher que nunca terá cicatrizes de 'POX', case com uma leiteira".

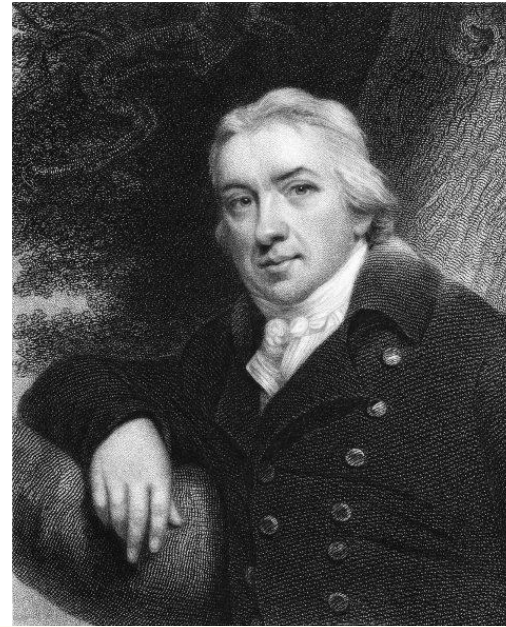
Em **1796**, ele se convenceu de que a história era verdadeira, então inoculou um menino de 8 anos com varíola bovina e 8 semanas depois inoculou o mesmo menino com pus de uma lesão de varíola. O menino mostrou sem efeitos e **Jenner** repetiu a experiência.

À medida que a notícia dos seus resultados se espalhava, outros começaram a testá-la e, em **1803**, era um procedimento médico estabelecido na Inglaterra. Pouco depois, Ben Franklin encorajou os médicos americanos a adaptarem esta técnica, devido aos perigos inerentes à a técnica mais antiga.

## A partir de então, entramos na chamada **Biotecnologia “Pré Século 20”**

Nesse período se encontram diversas descobertas de extrema importância para a **Biotecnologia**, como:

- 1663, descrição da observação de células ao microscópio por **Robert Hooke**;
- 1877, o desenvolvimento das técnicas de coloração para **bactérias** por **Robert Koch**;
- Coloração de Gram
- Postulado de Koch - Teoria do germe da doença
- **1796-1798 - Edward Jenner** criou a **vacina contra varíola**, a primeira vacina;
  
- As inúmeras descobertas de **Louis Pasteur**:
  - **1985** desenvolvimento da **vacina antirrábica**;
  - **1889** desenvolvimento da vacina para **cólera das galinhas**;
  - **Teoria das fermentações**
  
- Inúmeras outras descobertas: cultivo de bactérias em meios de cultura líquido e sólido, etc.
  
- **1928: Alexander Fleming** descobre acidentalmente a **penicilina** produzida pelo **fungo *Penicillium***.



**Edward Jenner.**

Fonte: "História da vacina" em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/a-historia-vacina.htm> a primeira vacina



**Louis Pasteur**



**Alexander Fleming** descobridor da **penicilina**

A **penicilina** foi uma **INOVAÇÃO** que mudou o mundo

O biólogo britânico **Alexander Fleming** tinha largo conhecimento em muitas áreas da ciência. Botânico, microbiologista e farmacologista, era também autor de diversas publicações sobre bacteriologia, imunologia e quimioterapia.

Mas a descoberta da **penicilina** por **Fleming** foi particularmente revolucionária para a medicina moderna, iniciando a assim chamada “**Era dos antibióticos**”.



Sir **Alexander Fleming** em seu laboratório.

Fonte: <https://biologo.com.br/bio/alexander-fleming/>

## A penicilina foi uma INOVAÇÃO que mudou o mundo

28/09/2018

Ao comemorarmos o 90º aniversário da descoberta da penicilina, é apropriado dar uma olhada no estado atual da medicina moderna desde a descoberta da penicilina e dos outros antibióticos que se seguiram.

Aqui estão **sete maneiras pelas quais a penicilina mudou a medicina moderna.**

### 1. Pneumonia e outras infecções respiratórias

A mortalidade nos EUA em 1928 devido a infecções do trato respiratório (**pneumonia**, **tuberculose**) causaram 18% de todas as mortes:

- A **pneumonia** sem antibióticos eficientes mata/ com antibióticos eficientes pode ser curada em 1-2 semanas;
- A **tuberculose** foi quase erradicada em países de alta renda graças aos antibióticos. Mas ainda é um grande flagelo em países de baixa e média renda, ceifando a vida de mais de um milhão de pessoas todos os anos.

### 2. Diarréia

Em 1928, a **diarréia** e outras infecções gastrointestinais eram a terceira causa mais comum de morte nos EUA (30.000 mortes/ano). Nos anos 30, a diarreia havia desaparecido da lista dos 10 primeiros. Fatores: acesso a água potável e saneamento. Porém, em países de baixa e média renda ainda lutam com acesso a água potável e saneamento, e as doenças diarreicas são causas muito **comuns para o uso de antibióticos**, também porque muitas vezes são causadas por infecções **virais**.

### 3. Ferimentos

As feridas podem infeccionar. Um ferimento grande (perda de um membro em uma batalha), ou pequeno (corte pequeno) pode causar uma infecção com risco de vida.

### 4. Saúde materno-infantil

Engravidar e ter um filho podem ser as duas coisas mais perigosas que uma mulher pode fazer. 10% das mortes maternas são devidas a infecções bacterianas. Uma criança morre/3 min. devido a uma infecção bacteriana.

### 5. Cirurgia

A cirurgia ainda depende fortemente da existência de antibióticos, especialmente quando se implanta um corpo estranho, como um shunt ou uma válvula cardíaca protética

### 6. Cuidados intensivos e pacientes críticos

Nas **UTIs** são os maiores usuários de antibióticos em hospitais. Os pacientes muitas vezes sofreram traumas ou queimaduras que resultaram em infecções. Usam dispositivos como tubos de intubação e cateteres que representam um risco significativo de infecções hospitalares.

### 7. Pacientes com imunossupressão

Causada por uma doença ou resultante de cuidados médicos (terapias contra o câncer, transplantes de órgãos). Pacientes com imunossupressão são mais propensos a adquirir infecções e ficarão mais gravemente doentes e necessitam de antibióticos.

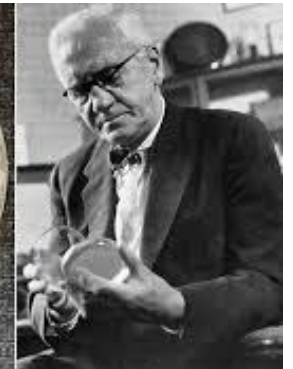
Fonte:

<https://www.reactgroup.org/news-and-views/news-and-opinions/year-2018/7-ways-penicillin-has-cured-the-world-for-90-years/>



A Biotecnologia do Século 20, na qual ocorre o primeiro uso do termo Biotecnologia em 1919 (**Karl Ereky**, engenheiro húngaro).

- **1928 Alexander Fleming** descobre acidentalmente o primeiro antibiótico, a **penicilina** produzida pelo **fungo *Penicillium***.



**Alexander Fleming** descobridor da **penicilina**

Entrando na Era da **BIOLOGIA MOLECULAR**

- **1953** a descrição da **estrutura dupla-hélice do DNA** por **James Watson** e **Francis Crick**;
- **1983** a concepção da técnica de **PCR**, amplamente utilizada no diagnóstico da Covid-19;

...

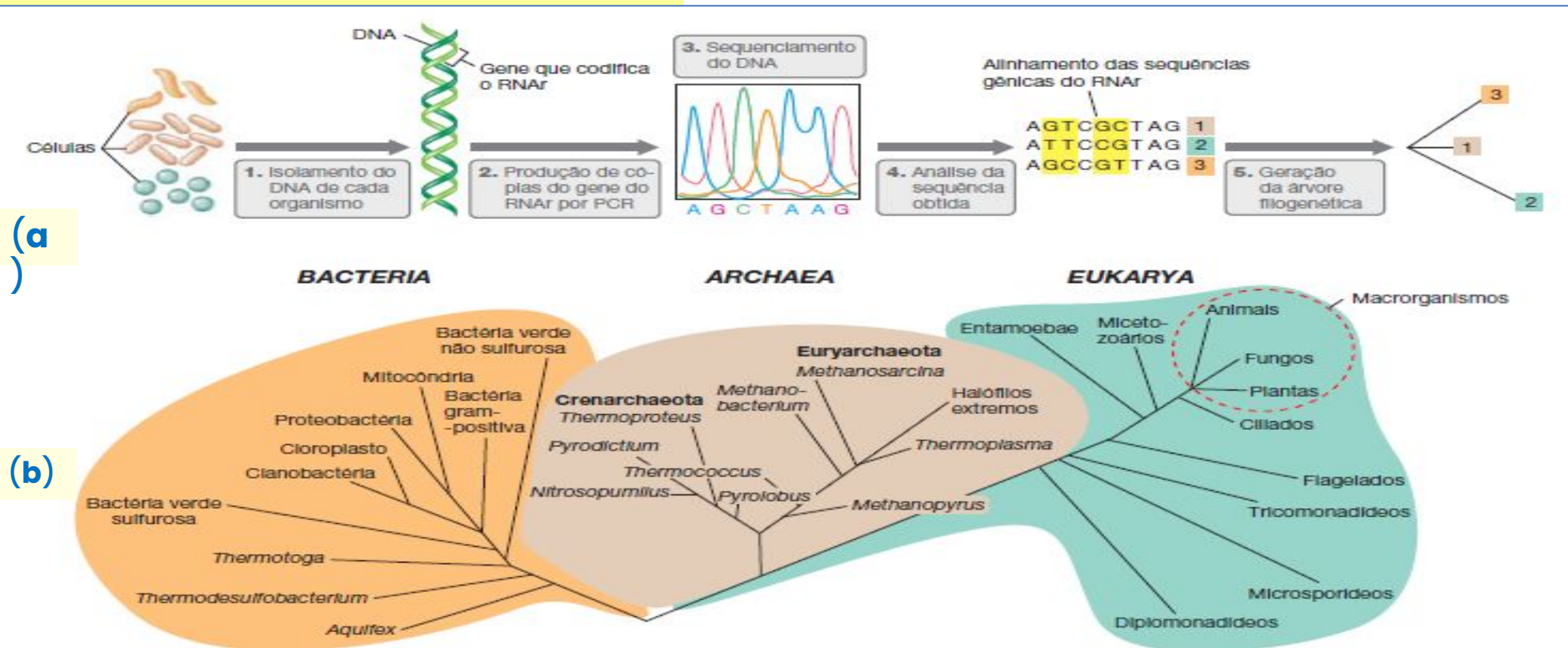
.....

E..... como as coisas  
estão atualmente ? ? ?

### 3. A Biotecnologia moderna

# Classificação dos Seres Vivos

## Os 3 Domínios da Vida



**Figura: Relações evolutivas e a árvore da vida filogenética.**

**(a)** A tecnologia por trás da filogenia do gene do RNA ribossomal.

1. O DNA é extraído das células;
2. Cópias do gene que codifica o rRNA são produzidas por meio da reação em cadeia da polimerase (PCR).
- 3,4. O gene é sequenciado e a sequência obtida é alinhada com sequências de outros organismos.
- 5,6. Um algoritmo de computador realiza comparações de pares em cada base e gera uma árvore filogenética que retrata as relações evolutivas.

No exemplo diferenças na sequência (em amarelo):  
 organismo1 versus organismo 2, três diferenças;

1 versus 3, duas diferenças;

2 versus 3, quatro diferenças.

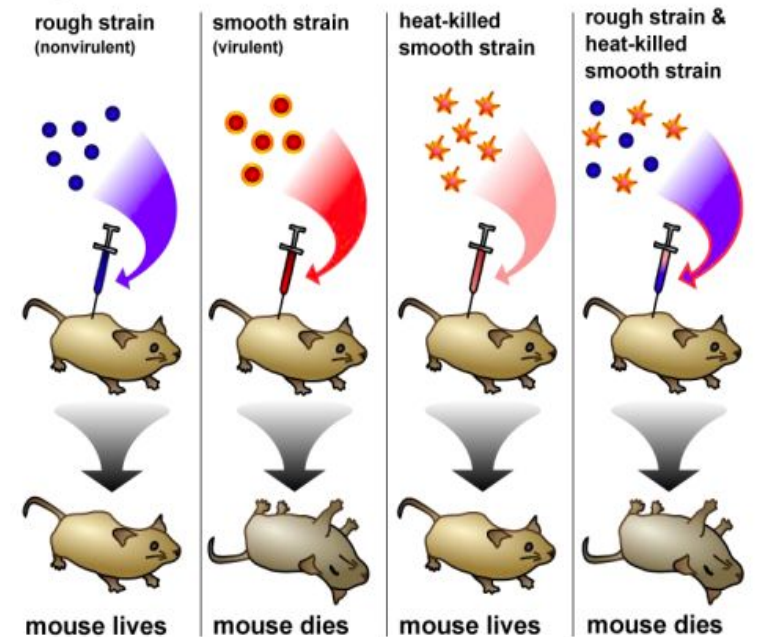
Os organismos 1 e 3 possuem parentesco mais próximo do que 2 e 3 ou 1 e 2.

**(b) A árvore filogenética da vida.** A árvore mostra os três domínios dos organismos e alguns grupos representativos em cada domínio.

- 1590: Invenção do microscópio composto, em seguida;
- 1675: descoberta dos microrganismos;
- 1855: descoberta da bactéria *E. coli*;
- 1862: Louis Pasteur descobriu a **origem bacteriana da fermentação**.
- 1830: A **proteína** foi descoberta;
- 1882: Descoberta do cromossomo. Integrada com a Lei da Herança de Mendel, a teoria cromossômica forma a base da genética moderna.
- 1928: **Fleming** descobre acidentalmente a penicilina produzida pelo **fungo *Penicillium***.
- 1944: 1ª Transferência genética- Avery, MacLeod e McCarty descobrem a **Transformação genética bacteriana**

## Biotechnology History

- 1944, Avery et al suggested that genetic substance caused bacterial transformation

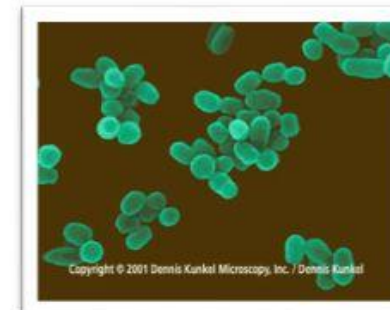


### 3. A Biotecnologia moderna

MicroBiotec – na indústria de Alimentos, Farmacêutica, Produção de Energia

## Produção de xantana a partir do soro do leite

Utilização na indústria de alimentos, fármacos, química e petroquímica

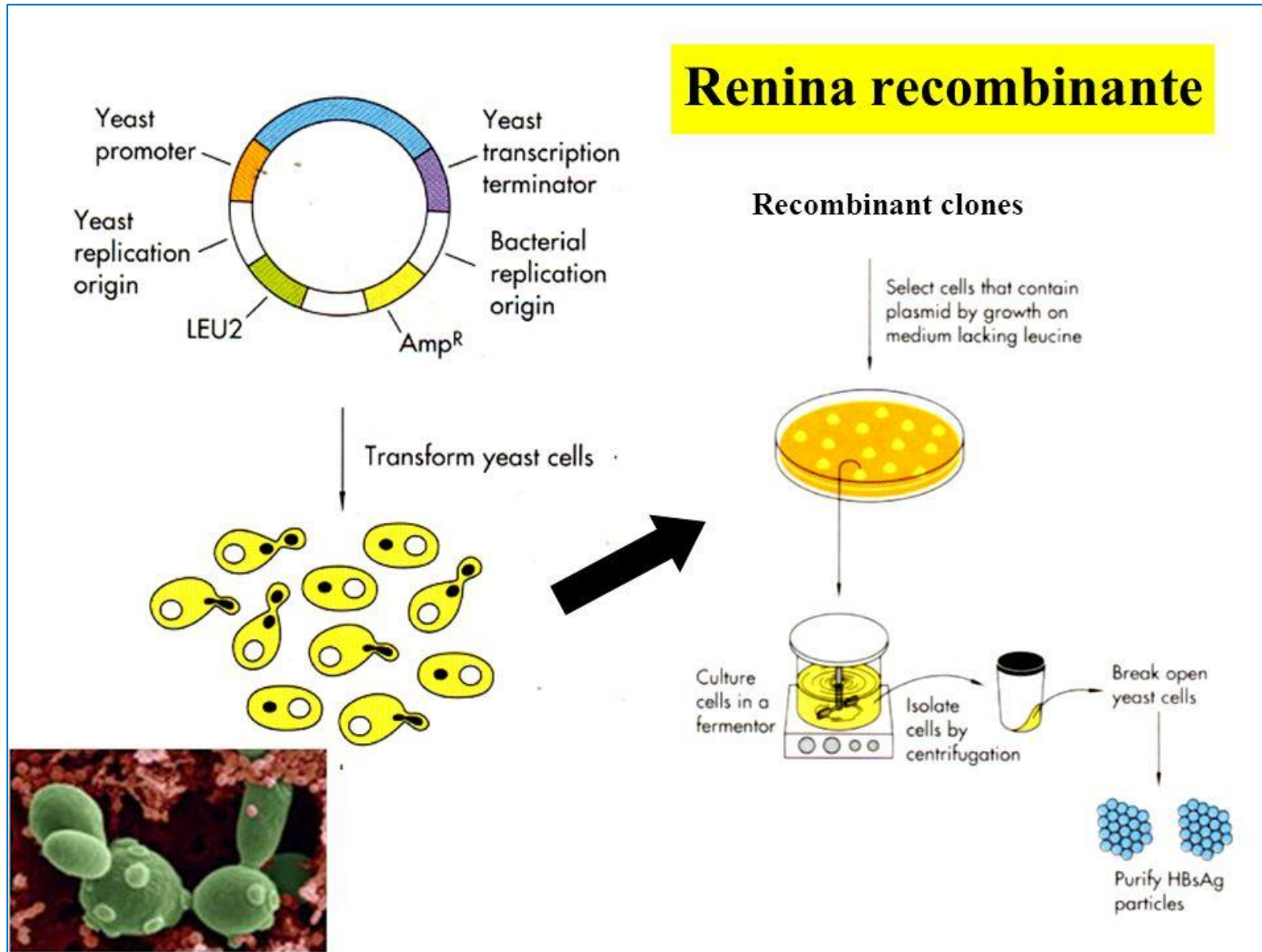


Goma xantana



*Xanthomonas campestris*

# Renina recombinante



## MicroBiotec – Para Saúde Humana

Avanços recentes apontam a ENORME IMPORTÂNCIA DA microbiota normal do corpo humano (m.n.c.h.) para garantir **longevidade** e **boa qualidade** de vida.

A **Disbiose**

Provoca inúmeros distúrbios e doenças.

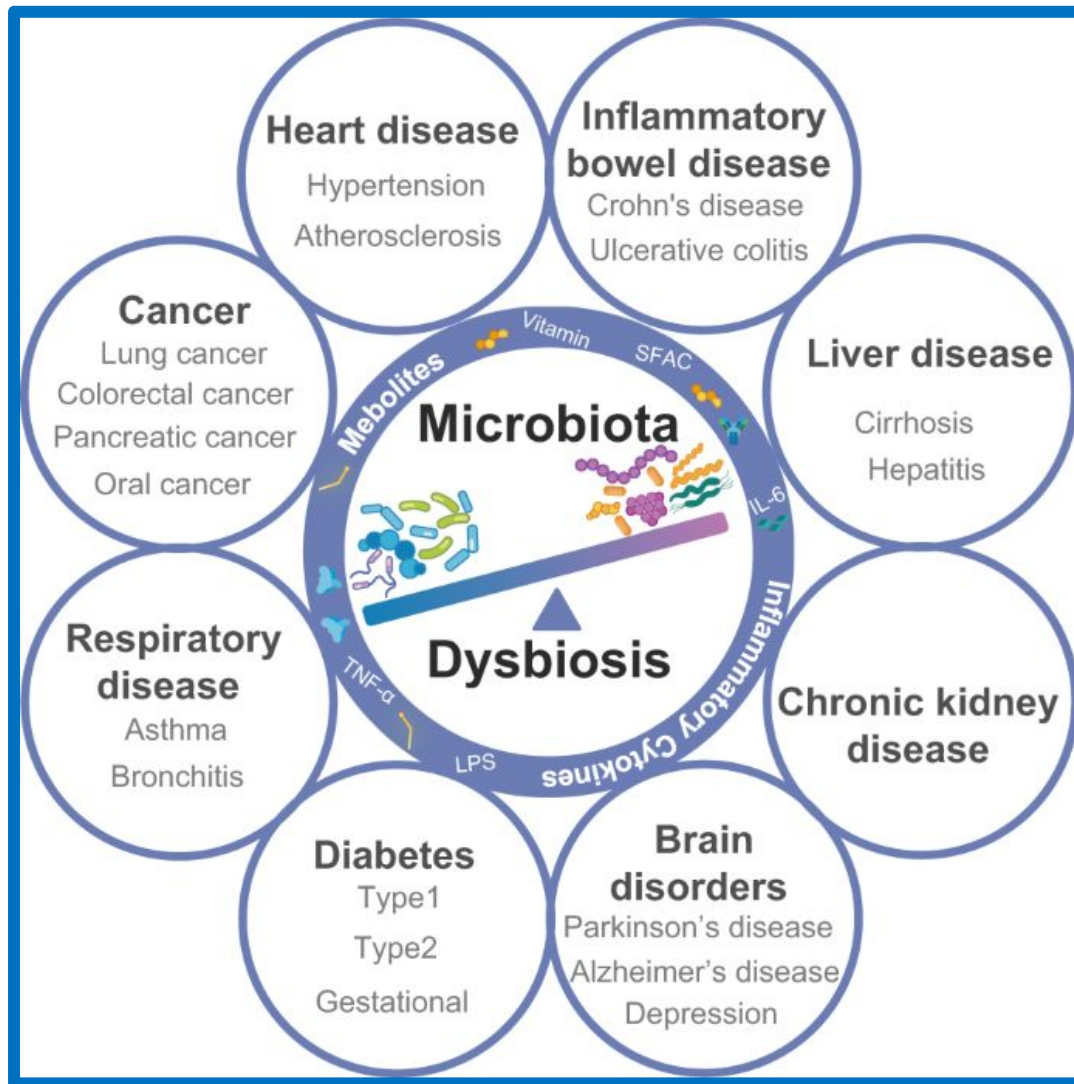


Fig.: Exemplos de produtos **probióticos** atualmente no mercado no Brasil.

# A Biotecnologia do Século 21.

Vou adotar o termo: “Era ÔMICA”

- 1995, início da **Era ÔMICA**:

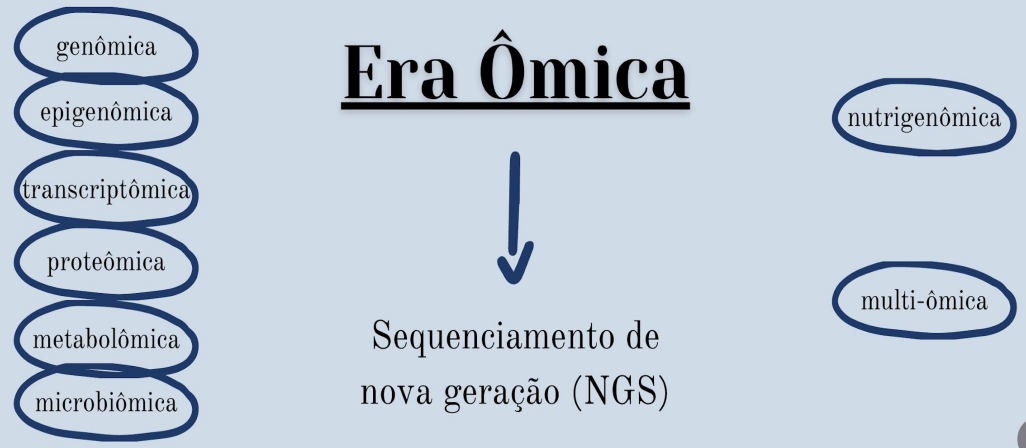
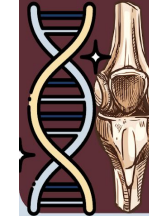
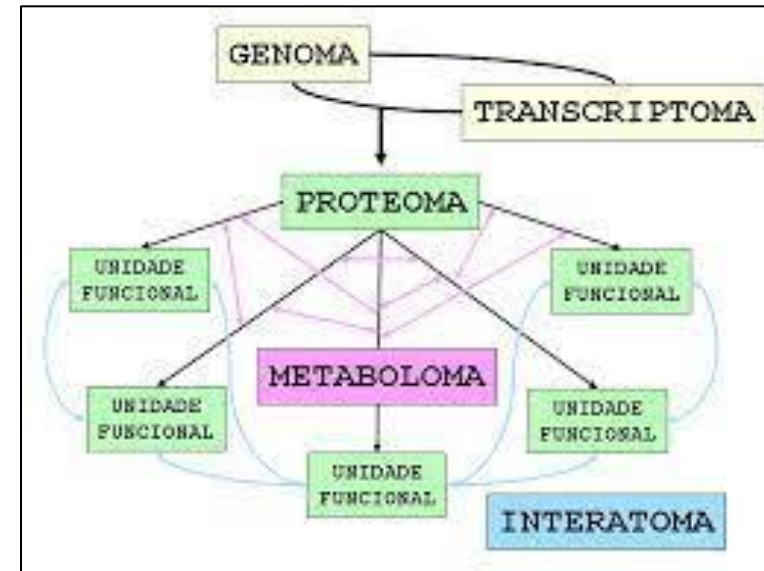
Desde o sequenciamento completo do genoma da bactéria *Hemophilus influenzae* (primeiro organismo de vida livre a ser sequenciado) em 1995, a biologia entra de vez na chamada “Era das Ômicas”.

- Genômica,
- Proteômica;
- Metabolômica;
- Microbiômica, etc

- 2003, ocorreu a conclusão do **Projeto do Genoma Humano** (Human Genome Project, HGP), que foi concluído em e desde então auxilia em diversas pesquisas relacionadas à saúde humana e outras áreas;

- Enormes avanços em técnicas de **Sequenciamento de DNA** e de **Bioinformática**.

- Avanços da **Biotecnologia** cada vez mais interdependentes de **INÚMERAS Áreas do Conhecimento**.





# MicroBiotec – As cores da Biotecnologia:

Cores foram empregadas para ajudar a diferenciar as áreas da Biotecnologia. Haviam apenas **três cores utilizadas**:

- **Biotecnologia Vermelha: Saúde;**
- **Biotecnologia Verde: Agricultura;**
- **Biotecnologia Branca: Indústria.**



Rita Colwell /  
Fundação Nacional  
da Ciência (NSF),  
EUA.

Em 2003, Colwell propôs que a Biotecnologia passasse a usar **mais cores** ao longo do tempo, à medida que a **Biotecnologia marinha, ambiental**, em outros campos fossem alcançados.

A Biotecnologia são empregadas 10 cores para 10 áreas



## 1 - Biotecnologia Vermelha - Área da saúde



Representa a **área da saúde** e tudo dentro dela:

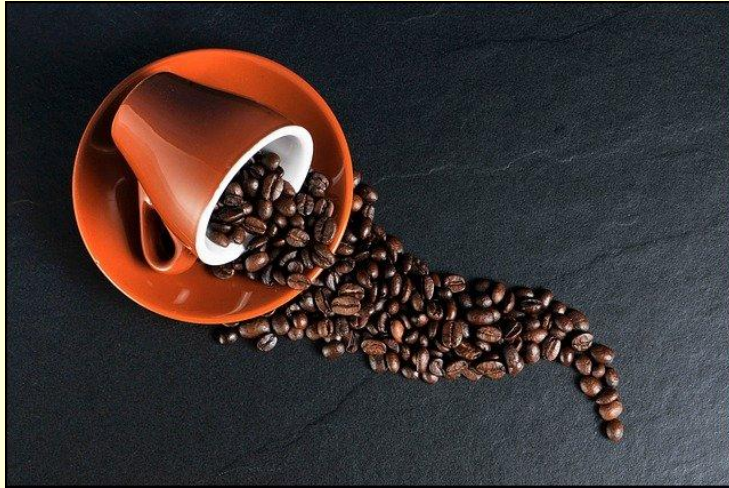
- Produção de antibióticos,
  - Desenvolvimento de fármacos,
  - Desenvolvimento de vacinas;
  - de novas terapias e
  - de ferramentas de diagnóstico.
- Exs.: Terapias para o tratamento de doenças como o **câncer** até os **testes de diagnóstico** como aqueles desenvolvidos **para a detecção da COVID-19**.

Veja mais em:

- [Biotecnologia farmacêutica: conheça como o Brasil investe na área](#)
- [Biofármacos: o que a engenharia metabólica tem a ver com eles](#)
- [7 inovações que a biotecnologia trouxe para a indústria farmacêutica](#)
- [Novas abordagens no combate ao Câncer: Nanofármacos e a Imuno-oncologia](#)

## MicroBiotec – As cores da biotecnologia:

### 2 – Biotecnologia Amarela – [produção de alimentos](#),



#### Inclui:

- Processos de **fermentação** como para produção de cerveja, queijos, vinhos e outros;
- Processos que empregam **enzimas** na produção e preparação dos alimentos;
- Emprego de **biorreatores** para a produção em larga escala de:
  - **Corantes** produzidos por leveduras (cepas industriais) como *Rodothorula spp*;
  - **Edulcorantes (adoçantes)**, como **xilitol**, produzido pela levedura (cepas industriais) *Candida spp*.
  - Conservantes: como vinagre, ácido cítrico, Saborizantes

Fonte: <https://profissaobiotec.com.br/cores-da-biotecnologia/>



#### Veja mais:

- [Ciência e cozinha: a biotecnologia presente em alimentos do dia a dia](#)
- [Fermentação: o futuro da tecnologia de alimentos](#)
- [A Biotecnologia e a produção cervejeira](#)
- [Biotecnologia na cozinha de casa: produção de kefir, iogurte, queijo e vinho](#)
- [7 Produtos biotecnológicos comestíveis que você nem imaginava](#)



Seria interessante desenvolver o tema específico:  
" **Aditivos alimentares de origem microbiana**"

# MicroBiotec - Produção de Bebidas

## *Saccharomyces cerevisiae*



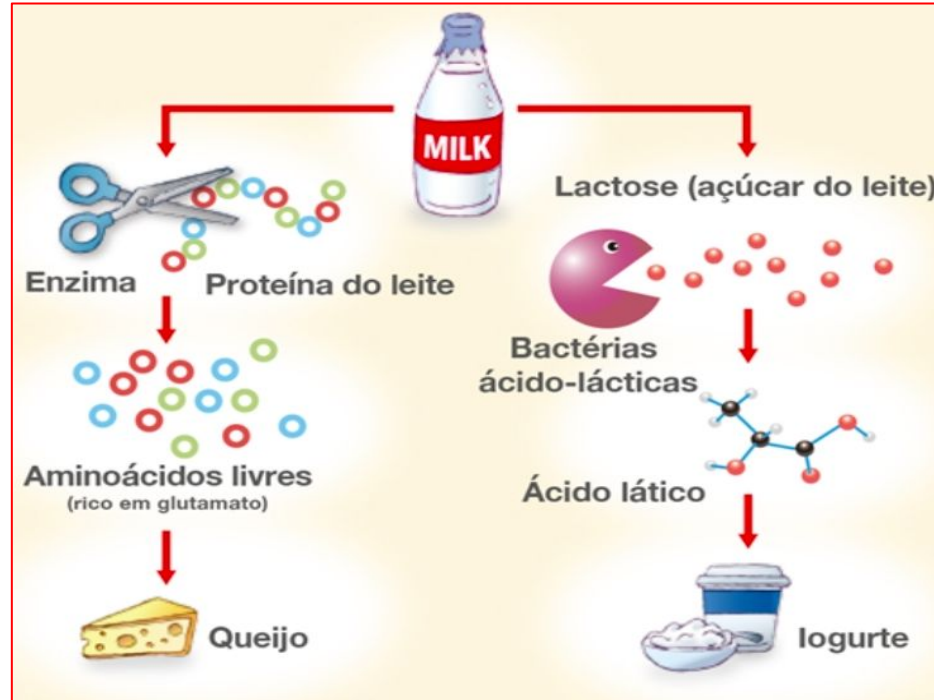
<https://blog.ifope.com.br/bebidas-fermentadas/>

# MicroBiotec - Produção de Alimentos

## Produção de queijo



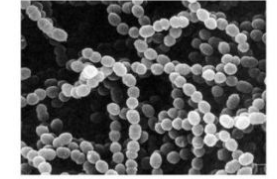
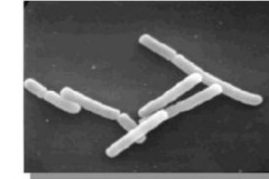
- Formação do coalho – caseína precipitada
- **Renina ou quimosina**
- **Bactérias ácido-lácticas**
  - Ácido láctico
  - Aroma e sabor (maturação microbiológica)
  - Ricota e cottage – não maturados
- **Propionibacterium** – CO<sub>2</sub> (anaerobiose)
  - Queijo suíço
- **Penicillium** – (aerobiose)
  - Queijo Roquefort



## Produção de iogurte



- Produto resultante da ação do *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*



\*\*\*O iogurte é consumido principalmente por suas características organolépticas e não por suas qualidades nutritivas e possíveis propriedades terapêuticas

## Leites fermentados



- \* Produto resultante da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado por fermentos lácticos

- \* São alimentos funcionais

- \* Tipos: Quefir, Iogurte, leite acidófilo, leitelho e coalhada



"Grãos" de quefir

## MicroBiotec – As cores da biotecnologia:

### 3 – Biotecnologia Azul – Ambiente Marinho



Fig.: Peixes próximo a um coral.

#### Veja mais:

- [Biotecnologia Marinha: Tratamentos revolucionários a um mergulho de distância](#)
- [Biotecnologia Azul: a revolução que vem do mar!](#)
- [Rede BiotecMar busca desvendar a biodiversidade marinha brasileira](#)

Quando emprega **organismos marítimos** e **moléculas derivadas** do ambiente marinho para a **criação de algum tipo de tecnologia inovadora**.

A biotecnologia azul é **uma das mais multidisciplinares**, pois consegue gerar tecnologias que podem ser aplicadas em todas as outras áreas da biotecnologia. Exs.:

- Produção de novos medicamentos,
- Produção de alimentos,
- Agricultura;
- Em pesquisas como essa que você pode conferir neste [link](#).

### 4 – Biotecnologia Verde – Agro



Fig.: O melhoramento de plantas é um estudo antigo que vem se aperfeiçoando continuamente.



Fig.: Colheitadeira passando por uma plantação de soja.

Esta área da **Biotecnologia** está relacionada à **revolução verde**:

- Na [agricultura](#) com pesquisas em **plantas transgênicas**,
- No desenvolvimento de novos **herbicidas e fertilizantes**;
- Cuidado com o meio ambiente e
- Inovações em técnicas de manejo.

#### Veja mais:

- [Além dos Transgênicos – O que a biotecnologia oferece ao melhoramento vegetal?](#)
- [O papel da biotecnologia na agricultura: do melhoramento clássico à engenharia genética](#)
- [Biotecnologia vegetal: como e por que cultivar plantas in vitro?](#)
- [Como a biotecnologia pode substituir os agrotóxicos](#)

## MicroBiotec – As cores da biotecnologia:

### 5 – Biotecnologia Marrom- Ambientes desérticos e/ou semiáridos.



Veja mais:

- [Chave para plantas tolerantes à seca pode estar nas folhas](#)
- [Biocombustíveis: uma saída para conter as mudanças climáticas?](#)

#### Desafios:

- Criação de **sementes resistentes** ao calor extremo e à falta de água;
- **Plantas ornamentais** - usar técnicas de clonagem para produzir plantas como **orquídeas** para colecionadores;
- **Óleos vegetais** (com codificações genéticas para aumentar a produção de óleo vegetal nas sementes) para produção de **Biocombustíveis**.

### 6 – Biotecnologia Preta – Bioterrorismo



Fig: Símbolo de Risco biológico.  
Fonte: [Pixabay, Peter-Lomas](#).

Veja mais:

- [“Black Biotechnology”: o Bioterrorismo e o anti-bioterrorismo](#)
- [A biotecnologia e os super-heróis dos quadrinhos](#)
- [Biotecnologia e sociedade: questões existenciais provocadas pela ciência](#)

#### Área da Biotecnologia relacionada a:

- **Bioterrorismo** e
- **Desenvolvimento de armas biológicas,**
- **Ações de vigilância e anti-bioterrorismo.**

## MicroBiotec – As cores da biotecnologia:

### 7 – Biotecnologia ROXA - relacionada às invenções e à sua proteção intelectual (patentes)



Veja mais:

- <https://www.gov.br/inpi/pt-br>

- [Propriedade Intelectual no Brasil](#)
- [Ser ou não ser: eis a proteção! Explorando a Propriedade Intelectual](#)
- [A propriedade intelectual transformada em oportunidade econômica](#)
- [Biopirataria e Biotecnologia – A questão por trás da polêmica](#)

relacionada às invenções e às áreas de proteção intelectual que podem ser protegidas. No Brasil, pelo [Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI](#).

Representa:

- Patentes e suas publicações,
- Questões éticas;
- Questões legais.



### 8 – Biotecnologia Branca – Indústria (Bioprocessos Industriais)



Fig: Indústria de transformação.

Veja mais:

-A biotecnologia branca e como ela começou, [link](#).

- [Bioprocessos em detalhes: do laboratório à indústria](#)
- [Biorrefinaria de insetos: uma alternativa para a produção de compostos de interesse industrial](#)
- [Biorreatores: você sabe como eles funcionam?](#)
- [Detergentes enzimáticos: entenda o poder das enzimas!](#)

Área da Biotecnologia que representa as indústrias que usam algum tipo de **Bioprocesso** para produzir **produtos em larga escala**.

Os **Bioprocessos** são a espinha dorsal da Biotecnologia, um campo que reúne **microrganismo, enzimas e nutrientes visando a produção de compostos bioativos de interesse industrial**.

Exs.:

- **Cerveja**, fruto da biotecnologia, visto que ele é um produto amplamente comercializado, além de ser um produto biotecnológico bem antigo feito através da fermentação.
- Produção industrial das **Vacinas contra a COVID-19** que estão sendo amplamente produzidas no momento.

## MicroBiotec – As cores da biotecnologia:

### 9 – Biotecnologia Dourada – (Bioinformática e Nanotecnologia)



Fig.: inteligência artificial e bioinformática.

Fonte: [Pixabay, geralt](#).

A **Bioinformática** é amplamente usada porque barateia custos e possibilita/agiliza obtenção de resultados. As ferramentas permitem:

- **Predizer estruturas** de proteínas e de moléculas biotecnológico (ex.: fármacos),
- Estudar caminhos e vias metabólicas,
- Estudar vias de inibição e síntese de proteínas e peptídeos.
- Fazer Diagnóstico Clínico,
- Análise Epidemiológica,
- Dá suporte a todos os estudos da ERA ÔMICA



A **Nanotecnologia** emprega nanopartículas para manipular átomos e moléculas. Pode ser amplamente usada para:

- Criação de diferentes produtos com diversas nanoestruturas, como medicamentos, biossensores, kits de auto-diagnóstico, materiais para regeneração de ossos e tecidos, antimicrobianos etc.
- **Drug delivery**, entrega moléculas terapêuticas (fármacos) em diferentes tecidos

Veja mais:

- [Análises in silico: a bioinformática para predição de rotas metabólicas](#)
- [Bioinformática e simulação de experimentos: aplicações na biotecnologia](#)
- [As multifacetadas do bioinformata: o perfil de um profissional interdisciplinar](#)
- [O que acontece se a biotecnologia e a nanotecnologia resolvem se encontrar?](#)

### 10 – Biotecnologia Cinza – Biorremediação Ambiental



Veja mais:

- [Biorremediação: uma solução sustentável](#)
- [Duas maneiras em que a Biotecnologia torna o mundo mais sustentável](#)
- [Produção industrial sustentável: e se não fosse a biotecnologia?](#)
- [A Biotecnologia como guia do desenvolvimento sustentável: a passos largos na corrida pela preservação do meio ambiente](#)

Fig: Recurso hídrico recebendo esgoto, com garrafa de vidro, latinhas e sacolinha plástica boiando. Há um barril indicando risco biológico no fundo da água, e um barco derramando petróleo ao fundo da imagem.  
Fonte: [Pixabay, Rilsonav](#).

Refere-se aos Processos de Restauração de ambientes poluídos, **Biorremediação Ambiental** de resíduos:

- **Orgânicos** (domésticos, industriais)
- **Inorgânicos** (metais pesados tóxicos)



Ex.: **Compostagem**, que usa microrganismos termofílicos aeróbicos em pilhas de terra construídas para decompor alimentos e solos contaminados. Os contaminantes orgânicos são transformados em material orgânico estabilizado, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e água.





Instituto de Ciências  
Biomédicas USP



*Agradeço por sua atenção!*

*Espero que aproveitem !*

Elisabete Vicente

ICB/USP\_2023

bevicent@usp.br

# A Biotecnologia tradicional e a do século 21

## 5. Questões

1. O que é Biotecnologia?
2. Como os microrganismos podem ser empregados em Biotecnologia?
3. Cite exemplos de emprego de Microrganismos em Biotecnologia tradicional.
4. Cite exemplos de emprego de Microrganismos em Biotecnologia moderna.
5. Os Microrganismos podem oferecer vantagem em processos industriais relativamente aos processos clássicos que não empregam microrganismos? Explique.

Até a próxima !



## MicroBiotec – Qualidade de Vida



Elisabete Vicente  
bevicent@usp.br

Obrigada pela atenção.  
Nosso prox. encontro!