

2. Emprego de microrganismos em Processos Biotecnológicos Industriais

2.1. Indústria de Alimentos e Bebidas

A) Lado Positivo - Visão geral:

- Produção de alimentos (pães, queijos, fermentados embutidos)
- Produção de bebidas,
- Produção de “Single Cell Protein” (SCP) e de Suplementos alimentares derivados
- Produção de Aditivos para alimentos: Conservantes naturais, Emulsificantes, Aromas, Essências, Espessantes
- Probióticos e Prebióticos, logurte
- Produção de alimentos funcionais (Nutracêuticos)



B) Lado Negativo

- Visão geral
- Fungos e Micotoxinas (Prof. [Benedito Corrêa](#) - a seguir em novo “post”)

Indústria de alimentos e bebidas



Onde tudo começou!



A

Fonte: [Carole Raddato](#),
[Wikimedia Commons](#).
Acesso em: 8 fev. 2024.



B

Fonte: [Wikimedia Commons](#). Acesso em:
8 fev. 2024.



C

Fonte: [Wikimedia Commons](#).
Acesso em: 8 fev. 2024.

Fig.: A) Kvevri (Ânfora) de terracota usado para fermentar e envelhecer **vinho de 6000 A.C.** Museu Nacional da Geórgia, Tbilisi;

B) **Estela de Hamurabi**, onde estão escritas as leis mais antigas sobre a cerveja, Museu do Livre, Paris, França;

C) Servo amassando pão, **Egito, Reino Antigo, 5ª Dinastia, 2494-2345 A.C.**, Museu de Arte Nelson-Atkins - DSC08067.JPG., Kansas City, Missouri, EUA.

Emprego de microrganismos em Processos Biotecnológicos Industriais

É difícil se saber quando os homens descobriram a existência dos microrganismos e sua importância nos alimentos. Após terem sido **caçadores coletores**, o homem passou a **plantar e a criar animais**. Após terem aprendido a **preparar alimentos**, passaram ao **problema da deterioração**.

Histórico:

Data	Descoberta	Local
9.000 a.C.	Evidências de ordenha de leite de vaca	
7.000 a.C.	Fabricação de cerveja e o código de Hamurabi	Babilônia antiga
6.000 a.C.-3.500 a.C.	Fabricação de vinho	Tbilisi Assírios
3.000 a.C.	Criação e gado de corte e de leite e produção de manteiga Utilização de sal para preservação de carnes e peixes	Sumérios
3.000 a.C.	Utilização de sal para preservação de alimentos	Judeus, Chineses, Gregos
3.000 a.C.	Produção de leite, manteiga e queijos	Egípcios
1.000 a.C.	Emprego de neve para preservação de carnes e frutos do mar. Defumação de carnes. Aprimoramento das técnicas de produção de queijos e vinhos	Romanos

Problemas iniciais e Avanços tecnológicos :

Data	Problema/Avanço
Idade Média	Ergotismo (gangrena nas extremidades): Intoxicação aguda causada pelo fungo Claviceps purpurea
Século XIII	Surgiram as primeiras normas de inspeção de carnes e de abatedouros de animais.
1658	Acredita-se que A. Kircher foi o primeiro a sugerir a existência de correlação entre " vermes invisíveis " e putrefação de carnes e de leite
1765	Spallanzani demonstrou que o cozimento de caldo de carne e posterior armazenamento em recipiente fechado garantia a qualidade
1809-1810	Appert confirma que a conservação de carne também pode ser em recipiente de vidro previamente fervido por longos períodos. Técnica chamada de " apertização " que corresponde atualmente ao " enlatamento "
1837	Louis Pasteur foi o primeiro a compreender o papel dos microrganismos nos alimentos. Provou que o vinho e o leite azedam devido a presença de microrganismos indesejáveis . Propõe a pasteurização .
1960	



Ergotismo, também chamado de "**Fogo Santo**":

Intensa e generalizada vasoconstrição de vasos sanguíneos de pequenos e grandes calibres.

Conclusão: Papeis importantes desempenhados pelos microrganismos

Data	Problema / Avanços tecnológicos
Benéficos	Microrganismos promovem Melhoramento de características originais e agregação de novas boas qualidades aos alimentos
Prejudiciais	Causando deterioração microbiana que resultam em alteração de cor, sabor, textura, aspecto
Risco a saúde	Microrganismos patogênicos podem causar doenças . Alcançam o alimento por inúmeras vias devido a condições precárias durante sua produção

Emprego de microrganismos em Processos Biotecnológicos Industriais

Indústria de Alimentos

A) Lado Positivo - Visão geral:

Produção de alimentos, bebidas e insumos, como: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

- **1. Microrganismos empregados na fabricação de Pães**
- **2. Microrganismos empregados na fabricação de Bebidas**
- **3. Microrganismos empregados na fabricação de Queijos**
 - Identifique os **microrganismos** envolvidos na conversão de leite em diferentes tipos de queijo.
 - Como eles podem afetar os sabores e cheiros e como eles podem nos beneficiar?
 - **Qual é o seu queijo favorito?**
- **4. Microrganismos empregados na fabricação Alimentos Fermentados – Embutidos fermentados**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos - Os seres humanos têm aproveitado o poder dos microrganismos para fermentar alimentos desde milhares de anos.
- **5. “Single Cell Protein” (SCP)**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos –
- **6. Microrganismos empregados na fabricação aditivos para alimentos:**
Aromas, Essências, conservantes naturais, espessantes
- **7. Microrganismos empregados na fabricação logurte**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos -
- **8. Probióticos e Prebióticos**

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

1. Microrganismos empregados na fabricação de Pães

Que tal... Fazer e assar um gostoso pão nestes dias friozinhos? Que cheirinho! Que gostoso!

Pão caseiro

Ingredientes:

- 450ml de água morna;
- 1 ovo;
- 1/3 xícara (chá) de óleo;
- 3 colheres (sopa) de açúcar;
- 1 colher (sobremesa) rasa de sal;
- **1 sachê de fermento biológico seco (10g);**
- 6 a 8 xícaras (chá) de farinha trigo aproximadamente



Células da levedura
Saccharomyces cerevisiae (fermento biológico)

Modo de fazer:

Misture a água, o ovo e o óleo. Acrescente o açúcar, o sal, o fermento e vá adicionando farinha. Sugiro começar mexendo com uma colher grande, quando começa a ficar uma massa mais pesada, tire a colher e vá misturando com uma das mãos e jogando farinha aos poucos com a outra. Vá trabalhando a massa até desgrudar das mãos.

Sove por uns 10 minutos. Sovar é fazer o seguinte movimento: coloque a massa em uma superfície polvilhada com um pouco de farinha, então estique a massa com as palma da mão e depois puxe-a novamente em sua direção. Você pode simplesmente ir esticando e dobrando novamente a massa ao meio.

Deixe a massa descansar: Coloque novamente na bacia e cubra com um pano de prato ou plástico filme. **Deixe a massa descansar até dobrar de volume.** O tempo para isso acontecer pode variar de **30 min a 1 h e 30 min** dependendo do clima, da qualidade do fermento, etc.

Minha Sugestão: Divida a massa ao meio:

- ½ Acrescente um pouco mais de sal para preparar **massa salgada** (faça um pão ou pãezinhos, pizza, rolo salgado, abra com rolo e recheie com queijo, etc);
- ½ Acrescente mais açúcar, para preparar **massa doce** (abra com rolo e recheie com doce, coco ralado, raspas de chocolate etc).

Deixe descansar mais uns 30 minutos.

Para assar: Em um forno pré-aquecido a a 180 °C, asse os pães até ver que a superfície fique marrom, corada. O tempo de forno varia muito, conforme o forno e o tamanho do pão, variando entre 30 min a 1 h e 30 min.

Emprego de microrganismos em Processos Biotecnológicos Industriais

Indústria de Alimentos

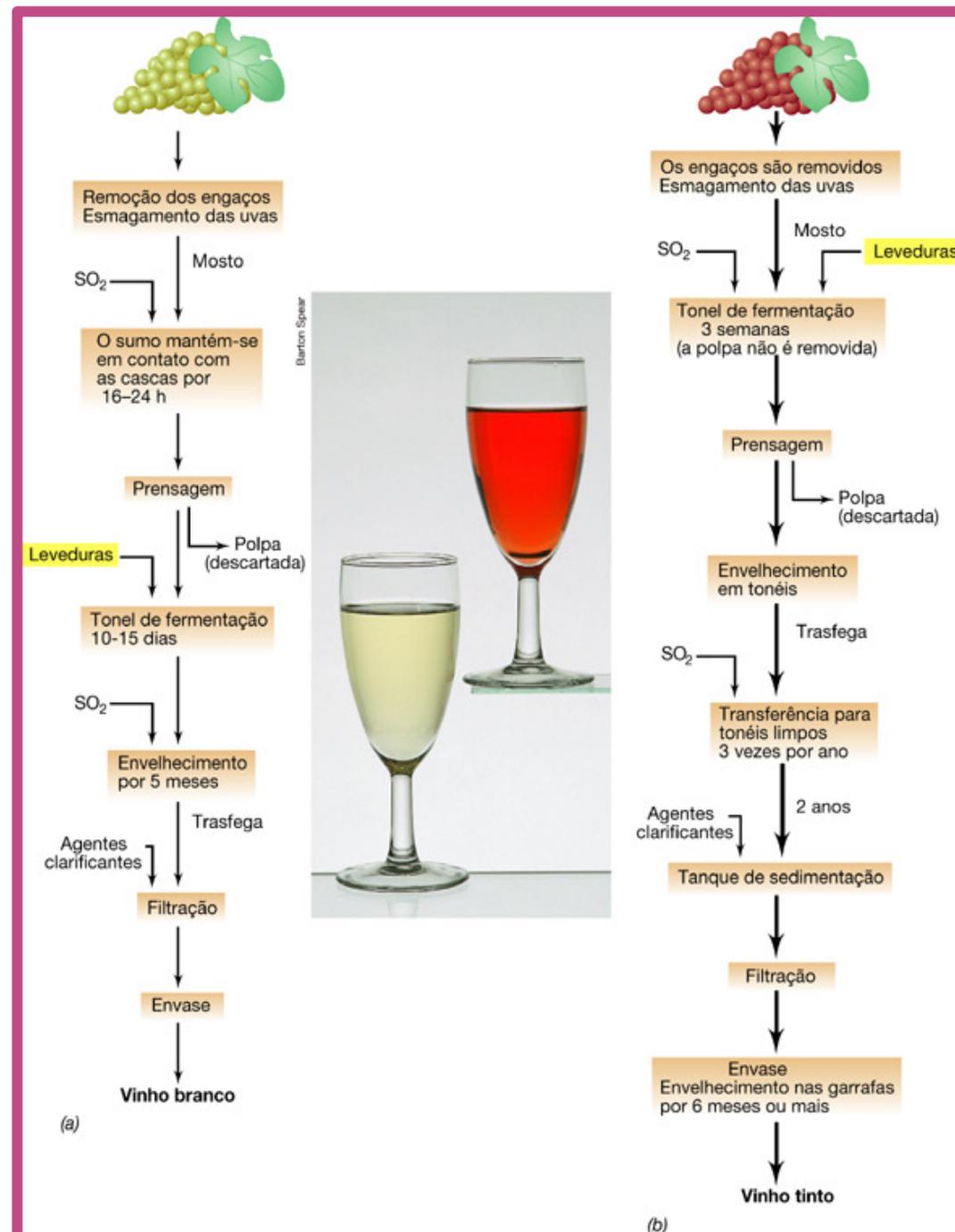
Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

2. Microrganismos empregados na fabricação de Bebidas

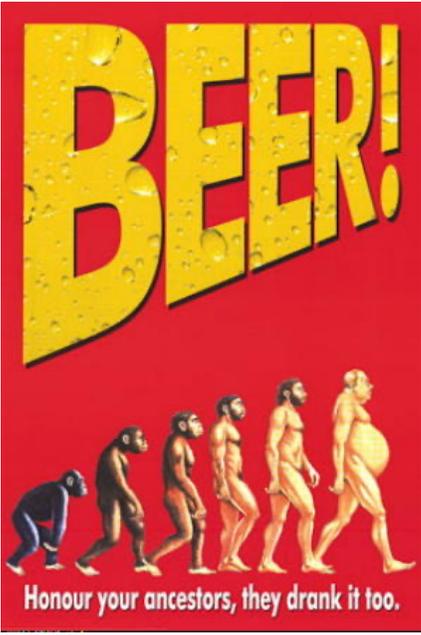
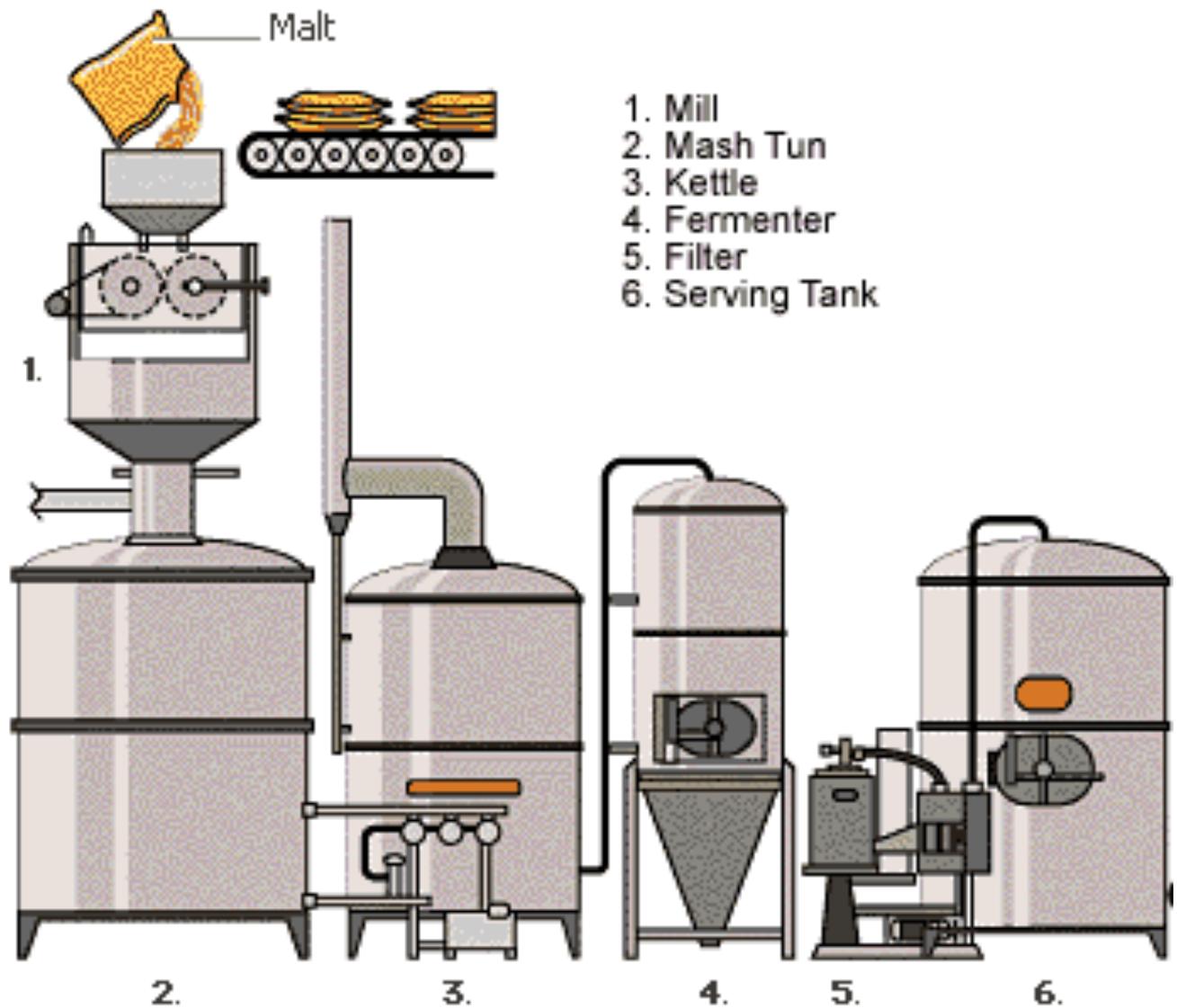
- Vinhos
- Cervejas
- Bebidas Destiladas

Diferentes linhagens da levedura *Saccharomyces cerevisiae* são utilizadas na produção de vinho:

- A maioria dos processos emprega linhagens especiais selecionadas pelo fabricante;
- Há processos que empregam linhagens selvagens que podem ser isolada na própria uva.
- Fermentadores de até 200 mil litros em Barris de carvalho, cimento, pedra, vidro
- produção de: Vinho branco, tinto e rosé
- Insumo: Sulfitos ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) são empregados para eliminar linhagens de levedura selvagens que causariam sabores indesejáveis
- Problema principal no BRASIL: **Fermentação malolática** (fermentação de **ácido málico** presente no suco) com produção de **ácido lático** e **diacetil**, que causam sabor amanteigado desagradável indesejado
- **Contaminantes principais ("azedam o vinho")**
 - *Lactobacillus*
 - *Pediococcus*
 - *Oenococcus*



Cervejas



. Leveduras e a produção de cervejas

(*S. cerevisiae*, *S. carlsbergensis*)

➤ **Maltagem:** os grãos da fonte de amido escolhida (cevada, trigo, milho...) são preparados:

- Postos de molho por 40 horas,
- Espalhados numa superfície e ali ficam por 5 dias para que ocorra a germinação,
- Secagem, quando os grãos são submetidos gradualmente a altas temperaturas em um forno.

➤ **Maceração dos grãos.** Ao final da maltagem os grãos são denominados **malte** e serão moídos para expor os cotilédones.

----- **ESTE É O MALTE QUE OS CERVEJEIROS ARTEZANAIS COMPRAM PARA FAZER CERVEJA** -----

➤ **Fervura da água** (descontaminação), **resfriamento** até prox. 65-67 °C)

➤ **Braçagem/Cozimento:** na qual as enzimas degradam o amido liberando a glicose e (proteínas) que será fermentada pelas leveduras (aprox. 1 h, 65-67 °C);

➤ **Adição de lúpulo:** que funciona como aromatizante e também como conservante;

➤ **Fervura:** para liberar ação do lúpulo e a coagulação das proteínas;

➤ **Filtragem:** para remover corpos sólidos do mosto: restante do malte e lúpulo;

➤ **Resfriamento:** para deixar o mosto na temperatura adequada para receber uma pré-cultura de levedura;

➤ **Fermentação:**

➤ **Tipo Ale:** alta fermentação, as leveduras atuam no topo da fermentação;

➤ **Tipo Lager:** baixa fermentação, as leveduras ficam fundo do tanque e a fermentação ocorre em temperaturas mais baixas.

➤ **Maturação:** tempo em que a cerveja precisa para apurar seu sabor;

➤ **Gaseificação:** Na etapa de engarrafamento. Adiciona-se CO₂. Isto pode ser feito com um gerador de gás (mais técnico) ou pela adição de pequena quantidade extra



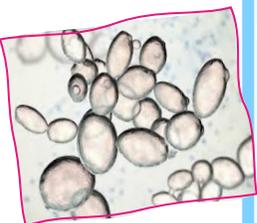
Lúpulo inflorescência de planta responsável por:

- **SABOR amargo ÚNICO** da cerveja, trazendo a identidade',
- **CONSERVANTE NATURAL**

Tipo **Ale**

Processo mais antigo, realizado antes das cervejas de baixa fermentação serem criadas. São de alta fermentação porque a levedura acaba ficando no topo do tonel e também porque as temperaturas de fermentação são mais elevadas (15-24 °C). Esse processo cria cervejas mais complexas, frutadas e lupuladas, mais encorpadas, cujo sabor e cor podem variar bastante.

Exs.: **Pale Ale**



Tipo **Lager**

O estilo é **originário da Baviera** do século XIX e surgiu com o hábito de guardar as cervejas em caves muito frias. O resultado é uma fermentação que ocorre no fundo do tonel, e à temperaturas bem baixas (6-12 °C). Apesar do grupo apresentar características variadas, em geral são mais leves, de cor clara, com amargor moderado, alta carbonatação e graduação alcoólica entre 3 e 6%.

Exs: **Pilsen**



Tipos de cerveja



Tipo Ale

Processo **mais antigo**, realizado antes das cervejas de baixa fermentação serem criadas.



Tipo Lager

O estilo é **originário da Baviera** do século XIX e surgiu com o hábito de guardar as cervejas em caves muito frias.



Este é tipo de
cerveja mais
comum no
Brasil



Bebidas Alcoólicas Destiladas

. Microrganismos na produção de bebidas alcoólicas destiladas

Qualquer produto fermentado (pela ação de um microrganismo) pode ser destilado, gerando produtos distintos. Exemplos:

- Uísque: destilado de bebidas maltadas
- Conhaque: destilado de vinho
- Rum: destilado de **melaço**
- Vodca: destilado de **grãos ou de batata**



- Gim: destilado de **grãos de junípero**
- Cachaça: destilado de fermentado de **cana-de-açúcar**



Mas, também há algumas muito especiais, veja

Exemplos:		
 <p>Cachaça Prazer de Minas Premium Unilimited 700ml RS 159,00</p>	 <p>Kit Madeira Weber Haus c/ 2 Taças e Cachaça Extra Premium Reserva Especial 6 Anos 750ml RS 463,00</p>	 <p>Cachaça Cabaré Extra Premium 15 Anos 700ml RS 289,00</p>

Fonte: https://www.cachacarianacional.com.br/?gclid=EA1a1QobChM1s6iY_tLI6A1VvYAIRChZEPwu3EAAAYASAAEgJsPFD_BwE

- Envelhecimento remove certos compostos da fermentação (indesejados) e confere colorações aos destilados

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

3. Microrganismos empregados na fabricação de Queijos

- Identifique os **microrganismos** envolvidos na conversão de leite em diferentes tipos de queijo.
- Como eles podem afetar os sabores e cheiros e como eles podem nos beneficiar?
- **Qual é o seu queijo favorito?**

Microrganismos do sabor

Carlos Fioravanti , Revista FAPESP, 2019, 55-59

A **FAPESP** tem esta publicação muito interessante que apresenta algumas **bactérias empregadas** na produção de queijos e como elas influenciam as características de 11 tipos de queijos artesanais fabricados no Brasil (link abaixo).



http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2019/02/052-055_Queijos-brasileiros_276-5-2280px-1.jpg

Microrganismos DO SABOR

Estudo determina quais bactérias influenciam as características de 11 tipos de queijo artesanal do Brasil

Carlos Fioravanti

Os queijos artesanais são produtos vivos. Por não passar pelo processo de pasteurização adotado na fabricação dos queijos em escala industrial, o leite cru, matéria-prima desses alimentos regionais, contém combinações únicas de diversas espécies de bactérias. As variações de gosto, consistência e aroma dos queijos decorrem das características do leite (que pode ser de vaca, cabra, ovelha ou búfala) e de diferentes técnicas de produção, com a contribuição de bactérias lácticas que produzem ácidos e outras substâncias. É assim em qualquer lugar onde são fabricados esses produtos artesanais, resultantes do processo de fermentação natural do leite, sem o auxílio de aditivos externos. Um trabalho recente determinou a diversidade de bactérias lácticas presentes em 11

tipos de queijos artesanais brasileiros, como o coalho, do Nordeste, o Canastra, de Minas Gerais, e o colonial, do Sul.

Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Universidade de Nápoles Federico II, da Itália, analisaram 578 amostras de queijos de cinco regiões do Brasil e encontraram 24 gêneros de bactérias, entre os quais predominaram *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Lactobacillus*. Por meio do sequenciamento de DNA, identificaram 15 espécies de *Lactobacillus*, grupo de bactérias que produz substâncias associadas ao gosto, textura e aroma peculiares dos queijos. O estudo foi publicado em 26 de dezembro de 2018 na revista *Food Microbiology*.

*As combinações e proporções únicas de várias espécies de bactérias lácticas podem ser usadas

Veja: http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2019/02/052-055_Queijos-brasileiros_276.pdf

Por que os queijos são diferentes

A identidade de cada tipo decorre da matéria-prima, do método de produção e das bactérias do leite e do ambiente. As porcentagens se referem à proporção dos gêneros de bactérias predominantes, em relação ao total desses microrganismos encontrados nas amostras analisadas

* Estados em que os queijos são produzidos



FORTE KAMMURA, B. A. ET AL.
FOOD MICROBIOLOGY, 2019



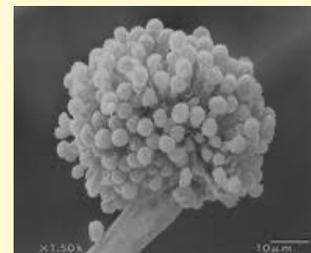
Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

4. Microrganismos empregados na fabricação Alimentos Fermentados

- Aproveitando o poder dos microrganismos - Os seres humanos têm aproveitado o poder dos microrganismos para fermentar alimentos desde milhares de anos.

- Molho de soja fermentado de **soja**, (“shoyu”): cereal torrado, água e sal marinho, fermentando pela ação de microrganismos *Aspergillus oryzae* e/ou *Aspergillus sojae*



Exemplos de Empresas que exploram esta oportunidade:

- EMPRESA de grande porte: **SAKURA** - <https://sakura.com.br>

Esta empresa tem como carro chefe a **soja fermentada**.

Veja a variedade de produtos a partir desta matéria prima.



- Há pequenos empresários que também oferecem derivados de **soja fermentada**.

Ex.: <https://www.youtube.com/watch?v=veiDi1fIKK0>

Indústria de Alimentos

4. Microrganismos empregados na fabricação Embutidos fermentados

- **Embutidos fermentados** são produtos feitos à base de **pedaços de carnes**, que podem ser de diferentes origens (vaca, porco, frango, cabra, caça, e outros), que sofrem uma **fermentação por microrganismos**, podendo depois serem cozidas e defumados. Culturas “**starters**” são utilizadas em embutidos cárneos fermentados.

Principais Microrganismos empregados para produção de cárneos fermentados:

BACTÉRIAS:

✓ **Bactérias lácticas:** *Lactobacillus plantarum*, *L. pentosus*, *L. sake*, *L. curvatus*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*

Benefícios: Fermentação láctica, inibição de bactérias patogênicas e deteriorantes, aceleração da formação de cor e do processo de secagem.

✓ **Cocos:** *Staphylococcus carnosus*, *S. xylosus*, *Micrococcus varians*

Benefícios: Formação e estabilização da cor, formação do aroma (proteólise e lipólise) e redução de nitrito/nitrato.

e também

FUNGOS:

✓ **Leveduras:** *Debaryomyces hansenii*

Benefícios: Retardo da rancidez e formação de aroma

✓ **Fungos filamentosos:** *Penicillium nalgiovense*

Benefícios: Estabilidade da cor, retardo da rancidez, formação do aroma.

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

2.5. “Single Cell Protein” (SCP)

SCP refere-se a microrganismos unicelulares comestíveis. Ao seja, biomassa ou extrato proteico de culturas puras ou mistas de bactérias, leveduras, fungos ou algas. Pode ser utilizado como um ingrediente, ou um substituto para alimentos ricos em proteínas, ou como um suplemento alimentar, adequado para consumo humano e/ou para animais.

Microrganismos empregados:

- **Leveduras:**
 - *Saccharomyces cerevisiae*
 - *Pichia pastoris*
 - *Candida utilis*
 - *Candida tropicalis*
 - *Torulopsis*
- **Fungos filamentosos:**
 - *Aspergillus oryzae*
 - *Fusarium venenatum*
 - *Sclerotium rolfsii*
 - *Polyporus*
 - *Trichoderma*
- **Bactérias:**
 - *Rhodobacter capsulatus*
- **Algas:**
 - *Spirulina* (suplemento alimentar)
 - *Chlorella*



Ex.: Cultura de levedura para produção de suplemento alimentar



Ex.: Alga Spirulina - suplemento alimentar

Indústria de Alimentos

5. “Single Cell Protein” (SCP)

SCP refere-se a microrganismos unicelulares comestíveis.

Ao seja, biomassa ou extrato proteico de culturas puras ou mistas de bactérias, leveduras, fungos ou algas. Pode ser utilizado como um ingrediente, ou um substituto para alimentos ricos em proteínas, ou como um suplemento alimentar, adequado para consumo humano e/ou para animais.

Microrganismos empregados:

- **Leveduras:**
 - *Saccharomyces cerevisiae*
 - *Pichia pastoris*
 - *Candida utilis*
 - *Candida tropicalis*
 - *Torulopsis*
- **Fungos filamentosos:**
 - *Aspergillus oryzae*
 - *Fusarium venenatum*
 - *Sclerotium rolfisii*
 - *Polyporus*
 - *Trichoderma*
- **Bactérias:**
 - *Rhodobacter capsulatus*
- **Algas:**
 - *Spirulina* (suplemento alimentar)
 - *Chlorella*

Valor nutricional de diferentes SCP - Composição média em % de peso seco

Composição	Fungo	Alga	Levedura	Bactéria	Carne Bovina
Proteínas	30-45	40-60	45-55	50-65	26,3
Ácidos Graxos	2-8	7-20	2-6	1-3	46,2
Cinzas	9-14	8-10	5-10	3-7	20
Ácidos Nucléicos	7-10	3-8	6-12	8-12	

One of the main advantages of SCP compared to other types of protein is the small doubling time of cells (td) as shown in Table

TABLE : 2

Organism	Mass Doubling
Bacteria and yeast	10-120 min
Mold and Algae	2-6h
Grass and some plants	1-2wk
Chickens	2-4 wk
Pigs	4-6 wk

Então,
em 24 horas

Due to this property, the productivity of protein from micro-organisms is greater than that of traditional proteins

Efficiency of protein production of several protein sources in 24 hours ⁽¹⁶⁾

TABLE : 3

Organism (1,000 kg)	Amount of Protein
Beef Cattle	1.0 kg
Soybeans	10.0 kg
Yeast	100.0 tn
Bacteria	100x10,000,000 tn



Essential amino acid content of the cell protein in comparison with several reference proteins (grams of amino acid per 100 grams of protein)

Amino Acids	Cellulomonas	Saccharomyces cerevisiae	Spirulina maxima	Penicillium notatum	Wheat	Eggs	Cow milk
Lysine	7.6	7.7	4.6	3.9	2.8	6.3	7.8
Threonine	5.4	4.8	4.6	-	2.9	5.0	4.6
Methionine	2.0	1.7	1.4	1	1.5	3.2	2.4
Cysteine	-	-	0.4	-	2.5	2.4	-
Tryptophan	-	1.0	1.4	1.25	1.1	1.6	-
Isoleucine	5.3	4.6	6.0	3.2	3.3	6.8	6.4
Valine	6.5	3.9	5.4	3.9	4.4	7.4	6.9
Phenylalanine	4.6	4.1	5.0	3.9	4.4	7.4	6.9
Histidine	7.8	2.7	-	2.8	2.0	6.3	4.9
Arginine	6.4	2.4	-	-	4.8	-	-

Veja o link: <https://www.slideshare.net/ShraddhaChavan1/scp>

Veja o link: <https://www.slideshare.net/FIRDOUS88/single-cell-protein>

Quadro: Detalhes da produção de SCP por alguns microrganismos

Raw material	Organism	Scale	Product	Organization
Glucose (Food Grade)	<i>Fusarium graminearum</i>	50-100 tons/year	Mycoprotein (human food)	Ranks Hovis Mc Dougall, High Wycombe, UK
Cheese whey	<i>Penicillium cyclopium</i>	300 tons/year	Animal feed	Heurty, S.A., France
Coffee waste	<i>Trichoderma harzianum</i>	40,000 lit	Animal feed	ICAITI, Guatemala and El Salvador
Sulfite waste liquor	<i>Paecilomyces varioti</i>	10,000 tons/year	Animal feed (Pekilo protein)	Tampela and Finnish Pulp and paper Research Institute, Jamsankoski, Finland
Pulp mill wastes	<i>Chaetomium cellulyticum</i>	1 tons/day	Animal feed (Waterloo process)	Envirocon Ltd, Vancouver, BC, Canada; University of Waterloo, Ontario

5. “Single Cell Protein” (SCP) - continuação

A proteína unicelular (SCP) pode ser produzida por algas que podem ser cultivadas em água doce ou água salgada.

Alguns exemplos de sua produção estão nas Figuras ao lado e abaixo.



Algal Biomass

- Algae grows auto-tropically.
- Requires low intensity of light.
- Temperature - 35 - 40 C & pH - 8.5 -10.5
- Cultivated in large trenches of sewage oxidation ponds.



The ET Process plant in Fresno, CA, owned by Cottonwood Creek Biosystems, takes in tankered grease and food processing wastes and generates single cell protein and dischargeable water.

Sample of the single cell protein biosolids after the drum dryer.



Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

6. Microrganismos empregados na fabricação aditivos para alimentos:

Aromas, Essências, conservantes naturais, espessantes

BioAromas

e

BioEssências

Há várias **lipases** microbianas produzidas por microrganismos que promovem a formação de **ésteres formadores de aromas agradáveis** desejados na indústria de alimentos.

<http://www.scielo.br/pdf/cta/v17n2/a10v17n2.pdf>

Microrganismos são os principais responsáveis pelo sabor, aroma e textura dos laticínios



Este é um belo TEMA atual que pode ser melhor explorado.....

A seguir:

Conservantes naturais

Emulsificantes

Espessantes

Indústria de Alimentos

6. Microrganismos empregados na fabricação aditivos para alimentos:

Aromas, Essências, conservantes naturais, espessantes

CONSERVANTES NATURAIS DE ALIMENTOS

1. Vinagre

➤ Álcool etílico  ácido acético➤ *Acetobacter* e *Gluconobacter*

➤ A partir de qualquer produto que tenha etanol: vinho, cerveja, arroz, maçã

➤ Usado como conservante natural de: carnes, picles, etc.➤ O processo é dependente de O₂

➤ Existem vários processos:

➤ Tonel aberto: vinho exposto ao ar (camada limosa de bactérias na superfície do substrato), pouco eficiente

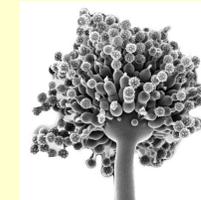
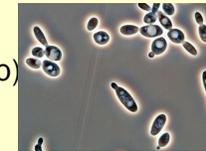
➤ Gotejamento: gotejamento do líquido alcoólico em substratos como madeira

➤ Borbulhamento: fermentação submersa com aeração

2. Ácido cítrico

➤ Sacarose  ácido cítrico

(melaço de cana-de-açúcar)

➤ *Aspergillus niger* (fungo filamentososo)➤ *Candida lipolytica* (levedura)➤ É o ácido mais utilizado pela indústria alimentícia e de bebidas como **conservante e antioxidante**.

Industria	Uso
Industria de Alimentos	Acidulante e antioxidante (Refrigerantes, sobremesas, conservas de frutas, geleias, doces e vinhos) e em sabores artificiais (Refrescos em pó e alimentos gelatinosos)
Industria Farmacêutica	Anticoagulante (Transfusão sanguínea) e produtos efervescentes
Industria Cosmética	Ajuste de pH (loções adstringentes), como quelante e em cremes de lavagem e fixadores de cabelo.
Industria Química	Agente quelante em galvanoplastia, em curtumes e na reativação de poços de petróleo

Indústria de Alimentos

6. Microrganismos empregados na fabricação aditivos para alimentos: Aromas, Essências, conservantes naturais, espessantes

Emulsificantes e Biosurfactantes

Agentes **Emulsificantes** (ou **Surfactantes**) são substâncias adicionadas às emulsões para **umentar a sua estabilidade** tornando-as razoavelmente estáveis e homogêneas. Um exemplo de alimento emulsionado é a **maionese**, na qual a gema de ovo **que contém o fosfolípido lecitina** que estabiliza a **emulsão do azeite na água**.

Em função da presença de grupos **hidrofílicos** e **hidrofóbicos** na mesma molécula, os surfactantes tendem a se distribuir nas interfaces entre fases fluidas com diferentes graus de polaridade.

- Ex. Levedura produtora: ***Yarrowia lipolytica***
(<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000800033>)

- Ex. Bactérias produtoras: ***Bacillus subtilis*, *Pseudomonas***
(<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822007000400022>)

Espessantes

Bactéria: ***Xanthomonas campestris***
Goma Xantana é um polissacarídeo produzido naturalmente por fermentação bacteriana. É muito utilizada na indústria **farmacêutica**, na **gastronomia** e em aplicações na indústria.



Tabela 2. Principais classes de biossurfactantes e microrganismos envolvidos¹

Tipo de Biossurfactante	Microrganismo
Glicolipídios	
- ramnolipídios	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
- soforolipídios	<i>Torulopsis bombicola</i> , <i>T. apicola</i>
- trehalolipídios	<i>Rhodococcus erythropolis</i> , <i>Mycobacterium sp.</i>
Lipopeptídios e lipoproteínas	
- Peptídio-lipídio	<i>Bacillus licheniformis</i>
- Viscosina	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
- Serrawetina	<i>Serratia marcescens</i>
- Surfactina	<i>Bacillus subtilis</i>
- Subtilisina	<i>Bacillus subtilis</i>
- Gramicidina	<i>Bacillus brevis</i>
- Polimixina	<i>Bacillus polymyxa</i>
Ácidos graxos, lípidios neutros e fosfolipídios	
- Ácidos graxos	<i>Corynebacterium lepus</i>
- Lípidios neutros	<i>Nocardia erythropolis</i>
- Fosfolipídios	<i>Thiobacillus thiooxidans</i>
Surfactantes poliméricos	
- emulsan	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
- biodispersan	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
- liposan	<i>Candida lipolytica</i>
- carboidrato-lipídio-proteína	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
- manana-lipídio-proteína	<i>Candida tropicalis</i>
Surfactantes particulados	
- vesículas	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
- células	Várias bactérias

<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n5/11408.pdf>

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, *Single Cell Protein* (SCP), aditivos, conservantes, etc

7. Microrganismos empregados na fabricação logurte

- Aproveitando o poder dos microrganismos -

O **iogurte** é o alimento em que o açúcar do leite foi transformado em ácido láctico, por **fermentação bacteriana**.

É uma emulsão espessa, cremosa, clara, levemente ácida, muito nutritiva.

Muitas preparações finais o misturam com polpa frutas e/ou adoçantes dietéticos.

Há a proposta de que, devido às suas **propriedade nutricionais**, o **iogurte possa aumentar a longevidade**.

Alguns microrganismos empregados em sua produção são:

Lactobacillus bulgaricus e o *Streptococcus thermophilus*.

Versão industrial

Há vários fabricantes

Versão caseira

Pode ser produzido em casa a partir de um potinho de iogurte industrial e leite fresco morno

Versão experimental

No mundo todo, há vários trabalhos que têm como objetivo desenvolver as qualidades do iogurte derivado de leite de varias origens.

Veja por exemplo este trabalho brasileiro:
**logurte elaborado à base de leite de búfala
sabor queijo com geleia de goiaba**
GUIMARAES, D. H. P. et al.

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, *Single Cell Protein* (SCP), aditivos, conservantes, etc

8. Prebióticos e Probióticos.

Combinação dos termos "[nutrição](#)" e "[farmacêutica](#)".

Significa: [alimentos que proporcionam benefícios à saúde e possível cura de doenças.](#)

Probióticos

“Microrganismos reconhecidos como **probióticos** contribuem para o equilíbrio da microbiota intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Aprovados pela ANVISA

Fermentados de:

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus casei shirota

Lactobacillus casei variedade rhamnosus

Lactobacillus casei variedade defensivus

Lactobacillus paracasei

Lactococcus lactis

Bifidobacterium bifidum

Bifidobacterium animalis (incluindo a subespécie *B. lactis*)

Bifidobacterium longum

Enterococcus faecium

Prebióticos

São alimentos equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

São alimentos que contem "Ingredientes nutricionais não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando a saúde do seu hospedeiro".



A [principal ação dos Prebióticos](#) é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de algum grupo de bactérias benéficas do trato intestinal. Desta maneira, os Prebióticos agem intimamente relacionados aos Probióticos; constituem o "alimento" das bactérias probióticas.



Batata contém **frutano** (polímero natural de frutose), um tipo de **açúcar** **não absorvido** pelo trato digestivo.

Indústria de Alimentos

8. **Prebióticos e Probióticos** (um pouquinho mais...)**Probióticos**

São alimentos com bactérias saudáveis, como: alguns iogurtes, queijos e leite fermentado. Também estão disponíveis em sachês e cápsulas.

Os microrganismos, como lactobacilos e bifidobactérias,

- Favorecem o trânsito intestinal,
- Cooperam para o aproveitamento de vitaminas,
- Defendem o organismo de bactérias patogênicas.

Há cerca de 5.000 AC, durante as viagens, o **leite**, já considerado muito nutritivo, estragava rápido.

O leite passou a ser transportado em sacos feitos do estômago de animais, como o camelo.

Os sucos digestivos presentes nesses tecidos provocavam sua coagulação e acidificação.

Com a fermentação, surgiram, de maneira acidental, os primeiros iogurtes.

Prebióticos

São nutrientes para as bactérias da **microbiota normal do corpo humano**.

O sistema digestivo não consegue quebrar algumas das fibras vegetais e algumas bactérias “do bem”

Conseguem e produzem substâncias benéficas à nossa saúde.

Obs.: A **microbiota normal do corpo humano** desempenha um importante papel para nossa saúde, assim, Ela será melhor discutida em outro momento !!!

O iogurte é um alimento cheio de boas qualidades:

Para ser considerado iogurte de verdade precisa conter duas bactérias, que estejam presentes **aos bilhões**:

- ***Streptococcus thermophilus***
- ***Lactobacillus bulgaricus***.

Ao fermentar o leite, estas bactérias diminuem o teor de açúcar do leite, a lactose. É por isso que, em geral, [o iogurte pode ser consumido por pessoas com intolerância a esse componente do leite.](#)

Além destas 2 bactérias, pode conter ainda varias outras, capazes de oferecer benefícios específicos. Há aquelas que melhoram o funcionamento do intestino e outras que levantam a imunidade, por exemplo. A presença de bactérias boas (os probióticos) foi, inclusive, considerada o grande motivo para explicar **o elo entre iogurte e maior longevidade**, observado já milênios.

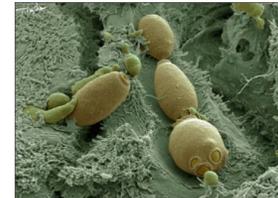
8. Prebióticos e Probióticos (um pouquinho mais ainda...)

Probióticos

São produtos que contêm muitos microrganismos saudáveis. São alguns iogurtes, queijos, leite fermentado. Também podem ser dispostos em sachês e capsulas. Favorecem o trânsito intestinal e cooperam para o aproveitamento de vitaminas, defendem o corpo humano de microrganismos intrusos patogênicos e, ainda, conferem proteção imunológica.

1- Bactérias:

- (i) *Lactobacillus*: *acidophilus*, *sporogenes*, *plantarum*, *rhamnosum*, *delbrueck*, *reuteri*, *fermentum*, *lactus*, *cellobiosus*, *brevis*, *casei*, *faracinis*, *paracasei*, *gasseri*, *crispatus*;
- (ii) *Bifidobacterium*: *bifidum*, *infantis*, *adolescentis*, *longum*, *thermophilum*, *breve*, *lactis*, *animalis*;
- (iii) *Streptococcus*: *lactis*, *cremoris*, *alivarius*, *intermedius*, *thermophilis*, *diacetylactis*;
- (iv) *Leuconostoc mesenteroides*;
- (v) *Pediococcus*;
- (vi) *Propionibacterium*;
- (vii) *Bacillus*;
- (viii) *Enterococcus*;
- (ix) *Enterococcus faecium*



2 - Fungos unicelulares - Leveduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces boulardii*

3- Fungos filamentosos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Candida pintolopesii*,

Prebióticos

Podem ser definidos como alimentos para as bactérias da microbiota do corpo humano. O sistema digestivo não consegue quebrar suas fibras de origem vegetal, como: **cebola**, **alho** e **aveia** e vegetais ricos em açúcar **frutooligossacarídeo (FOS)**. Os micróbios consomem esses compostos e, a partir deles, produzem substâncias benéficas à nossa saúde.



8. Prebióticos e Probióticos

KEFIR



Kefir é uma bebida fermentada, originária das montanhas do [Cáucaso](#), cujo substrato mais comum é o [leite](#) (caprino, bovino ou de ovelha). É produzida com a submersão temporária dos chamados “**grãos de kefir**” num substrato, como o leite, água açucarada, leite de coco, sucos etc.

Os “grãos de kefir” são uma **colônia de microrganismos simbióticos** imersa em uma matriz composta de polissacarídeos e proteínas, formada por [bactérias](#) ([lactobacilos](#) e [bifidobactérias](#)), podendo conter [leveduras](#).

Estudos indicam que a sua composição biológica, química e nutricional varia conforme a origem e o modo de produção¹.

O termo “**kefir**” deriva do turco **keif** que significa “**bem-estar**” ou “**bem-viver**”.

Leveduras que podem estar presentes:

Dekkera anomala t/ *Brettanomyces anomalus* a
Kluyveromyces marxianus t/ *Candida kefyr* a
Pichia fermentans t/ *C. firmetaria* a
Yarrowia lipolytica t/ *C. lipolytica* a
Debaryomyces hansenii t/ *C. famata* a
Deb. [Schwanniomyces] occidentalis
Issatchenkia orientalis t/ *C. krusei* a
Galactomyces geotrichum t/ *Geotrichum candidum* a
C. friedrichii
C. rancens
C. tenuis
C. humilis
C. inconspicua
C. maris
Cryptococcus humicolus
Kluyveromyces lactis var. *lactis*
Kluyv. bulgaricus
Kluyv. lodderae
Saccharomyces cerevisiae
Sacc. subsp. torulopsis holmii
Sacc. pastorianus
Sacc. humaticus
Sacc. unisporus
Sacc. exiguus
Sacc. turicensis sp. nov
Torulasporea delbrueckii t
Zygosaccharomyces rouxii

Emprego de microrganismos em Processos Biotecnológicos Industriais

Indústria de Alimentos

Produção de alimentos, bebidas e insumos: pães, queijos, fermentados, embutidos, iogurte, “Single Cell Protein” (SCP), aditivos, conservantes, etc

A) Visão geral:

- 1. **Microrganismos empregados na fabricação de Pães**
- 2. **Microrganismos empregados na fabricação de Bebidas**
- 3. **Microrganismos empregados na fabricação de Queijos**
 - Identifique os **microrganismos** envolvidos na conversão de leite em diferentes tipos de queijo.
 - Como eles podem afetar os sabores e cheiros e como eles podem nos beneficiar?
 - **Qual é o seu queijo favorito?**
- 4. **Microrganismos empregados na fabricação Alimentos Fermentados – Embutidos fermentados**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos - Os seres humanos têm aproveitado o poder dos microrganismos para fermentar alimentos desde milhares de anos.
- 5. **“Single Cell Protein” (SCP)**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos –
- 6. **Microrganismos empregados na fabricação aditivos para alimentos:**
Aromas, Essências, conservantes naturais, espessantes
- 7. **Microrganismos empregados na fabricação logurte**
 - Aproveitando o poder dos microrganismos -
- 8. **Probióticos e Prebióticos**

Ufa.: Espero que todos aproveitem!!!

Explore os temas, façam o pão da receita e me contem.

bevicent@usp.br

Obs1.: quem desejar, posso enviar pelo correio componentes secos da receita do pão. Peçam por e-mail.
Tchau!

Obs2.: neste momento estou sem Kefir
Alguém aí tem sementes?