

**ENGENHARIA DE
ALIMENTOS COM ENFOQUE
NO PROCESSAMENTO DE
ALIMENTOS:
BIOPROCESSOS E
APROVEITAMENTO
DE SUBPRODUTOS**



Universidade Federal de Lavras

Departamento de Ciência dos Alimentos

Programa institucional de Bolsas de Iniciação científica - PIBIC/UFLA

Engenharia de Alimentos com enfoque no processamento:

BIOPROCESSOS E APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Autores:

Danielle Ribeiro da Silva Honorato. Graduanda em Engenharia de Alimentos,
Bolsista PIBIC/UFLA.

Alexandre de Paula Peres. Orientador, DCA/UFLA.



Esta Cartilha tem como objetivo informar e desmitificar a população e estudantes da área de alimentação sobre os bioprocessos na produção de alimentos, mostrar os reais benefícios e malefícios em consumi-los com base em pesquisas científicas, algumas das inovações realizadas pela ciência e pela indústria; também tem por objetivo informar sobre o aproveitamento de subprodutos resultante do processamento de alimentos de origem vegetal, seu valor nutricional, importância e aplicações em novos produtos, bem como servir de auxílio para estudantes de engenharia de alimentos sobre as etapas de bioprocessos e as inovações da área.



ÍNDICE

CAP 1. Subprodutos alimentícios

1.1 O que são subprodutos alimentícios?

1.2 Usos dos resíduos da indústria de alimentos em outras áreas

1.3 Valor Nutricional

1.4 Resíduos gerados no processamento e algumas aplicações em produtos

1.4.1 Processamento de bebidas alcóolicas

1.4.1.1 Vinho

1.4.1.2 Cerveja

1.4.2 Processamento de vegetais e produtos usando resíduos do processo

1.5 Operações unitárias envolvidas

1.5.1 Secagem

1.5.1.1 Vantagens e desvantagens

1.5.1.2 Tipos de secagem e tipos de secadores

1.5.2 Trituração ou moagem

1.6 Referências.

CAP. 2 Biotecnologia aplicada na produção de alimentos

2.1 O que é Biotecnologia

2.2 Alimentos transgênicos

2.2.1 Produção e Necessidade dos alimentos transgênicos

2.2.2 Transgênicos e Biossegurança

2.2.3 Exemplos de pesquisas com alimentos transgênicos

2.3 Principais alimentos fermentados



2.3.1 Processo geral de fermentação

2.3.2 Queijo

2.3.3 Iogurte

2.3.4 Cerveja, Vinho e Pão

2.3.5 Salame

2.3.6 Chocolate

2.3.7 Kefir e Kombucha

2.4 Referências.

CAP 3. Uso da Biotecnologia para aditivos, coadjuvantes e ingredientes na indústria de alimentos

3.1 Enzimas microbianas

3.1.1 Aplicação das Enzimas Microbianas no processamento de alimentos

3.1.2. Outras aplicações das enzimas na tecnologia de alimentos

3.2 Ingredientes provenientes de fermentação

3.3 Biotecnologia na Produção de Aromas

3.4 Referências.

CAP 4. Tendências para a Indústria de Alimentos

4.1. Tendências Gerais da Alimentação

4.2. Tendências para o setor de Biotecnologia, alguns de seus produtos, e Percepção dos Consumidores

4.2.1. Tendências para o setor de biotecnologia

4.2.2. Percepção dos consumidores nos últimos anos e tendências em relação a vinhos, pães e lácteos fermentados

4.3. Alimentos sintetizados por biotecnologia: Carne 'de laboratório'

4.4. Referências.

Capítulo 1

- 1.1 O que são subprodutos alimentícios?
- 1.2 Usos dos resíduos da indústria de alimentos em outras áreas
- 1.3 Valor Nutricional
- 1.4 Resíduos gerados no processamento e algumas aplicações em produtos
 - 1.4.1 Processamento de bebidas alcóolicas
 - 1.4.1.1 Vinho
 - 1.4.1.2 Cerveja
 - 1.4.2 Processamento de vegetais e produtos usando resíduos do processo
- 1.5 Operações unitárias envolvidas
 - 1.5.1 Secagem
 - 1.5.1.1 Vantagens e desvantagens
 - 1.5.1.2 Tipos de secagem e tipos de secadores
 - 1.5.2 Trituração ou moagem
- 1.6 Referências.



APROVITAMENTO DE SUBPRODUTOS ALIMENTÍCIOS

1.1 O que são subprodutos alimentícios?

Subprodutos alimentícios são produtos secundários produzidos durante o processamento de alimentos, não sendo o produto objetivo do processo (primário). Esses subprodutos muitas vezes são tratados como resíduos agroindustriais e descartados no ambiente, gerando aumento no volume de lixo.

O reaproveitamento desses resíduos é de grande importância para o meio ambiente visto que, acarreta um acúmulo aumentando o volume do lixo orgânico. Para ser descartado de forma segura (não poluente) no meio ambiente, esses resíduos devem sofrer diversos tipos de tratamentos afim de serem enquadrados nos padrões definidos pela legislação (AQUARONE, 1990), o que pode elevar os custos do processo e conseqüentemente do produto final.

Além disso, esses resíduos podem conter diversos nutrientes que estarão sendo desperdiçados.

1.2 Usos dos resíduos da indústria de alimentos em outras áreas

Além do aproveitamento dos resíduos sólidos da produção de alimentos para fins alimentícios, esses resíduos podem ser usados em outras áreas como produção de combustível, bioutilização, adsorventes e outros.

A bioutilização dos resíduos sólidos é o aproveitamento dos resíduos como substrato para microrganismos. Uma dessas bioutilizações é a produção de ração animal. Pesquisadores conseguiram produzir ração para animais a partir de fermentação de determinados microrganismos, como fermentação da polpa de maçã residual gerada pela indústria de suco por *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* e *Torula utilis* (JOSHI e SANDHU, 1996) e fermentação de sagu pelo *Rhizopus oligosporus* (GUMBIRA-et SA'ID al., 1992).

Outras utilizações são produção de bioinseticida pela fermentação de resíduos da indústria de beneficiamento do arroz por *Bacillus thuringiensis*, o que é de muita importância para substituição dos inseticidas convencionais que causam danos ao meio ambiente (PELIZER, 1997); produção de enzimas a partir de resíduos da indústria de coco verde por *Aspergillus niger* (COELHO et al, 2001) e da enzima poligalacturonase com o caldo-de-cana proveniente do resíduo da produção de açúcar e álcool (BRAVO et al., 2000).

Há também usos como substrato agrícola no cultivo de plantas envasadas, no caso é utilizado o pó da casca de coco (BEZERRA E ROSA, 2002), combustível como as cascas do fruto do dendezeiro na produção do óleo de dendê são utilizadas (SINGH et al.,

1989), e casca de soja modificada como adsorvente alternativo de manganês e ferro em sistema aquoso (FURLAN et al., 2018).

Além dessas aplicações, Ayala-Zavala et al. (2010), identificaram diversas outras aplicações para esses subprodutos tais como antioxidantes, antimicrobianos, aromatizantes, corantes e texturizantes, já que cascas, sementes e talos podem conter componentes que realizam essa função.

1.3 Valor nutricional

Os subprodutos gerados durante o processamento de vegetais possuem grandes quantidades de nutrientes, e muitas vezes até maiores que as polpas dos mesmos.

Foram observados em semente de abacate (WANG, BOSTIC e GU, 2010) e em sementes e cascas de manga (AYALA-ZAVALA et al., 2010), maiores quantidades de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do que a polpa. Isso também foi observado por Silva et al. (2014), que avaliando cascas de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, maracujá, pitanga, sapoti e tamarindo, constataram a presença de maior teor de compostos bioativos do que em suas polpas.

Gondim et al. (2005) também constataram que as cascas de abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina apresentam, em geral, quantidade de nutrientes maiores que os das suas partes comestíveis, podendo assim as cascas destas frutas serem consideradas como fonte alternativa de nutrientes afim de evitar o desperdício de alimentos.

1.4 Resíduos gerados no processamento e algumas aplicações em produtos

1.4.1 Processamento de bebidas alcóolicas

1.4.1.1 Vinho

Os resíduos sólidos gerados durante o processamento o vinho é o bagaço de uva, que é constituído por cascas, podendo estar presentes sementes e alguns talos.

O bagaço da uva mesmo após a extração do vinho, é rico em compostos fenólicos e antocianinas (RONDEAU et al., 2013), celulose, pectinas e glucomananas (ARNOUS & MEYER, 2008).

1.4.1.2 Cerveja

Os resíduos gerados pelas cervejarias estão o bagaço de malte, o maior em relação à quantidade, o trub e levedo (células de levedura).

As etapas do processamento da cerveja são: maltagem, moagem, brassagem, filtração, fervura, clarificação, resfriamento e oxigenação, fermentação, maturação, filtração, estabilização, envase e pasteurização.

O trub é obtido após a fervura e filtração do mosto que possui em sua composição: proteínas (50 a 70%), polifenóis (5 a 10%), pectinas, glucanos e amido (4 a 8%); minerais (4 a 8%) e ácidos graxos (1 a 2%) (PRIEST & STEWART, 2006). Já o bagaço de malte contém a casca do malte e endosperma do grão, sendo rico em fibras (aproximadamente 70%), proteínas (entre 15 e 26.2%), lipídeos (entre 3.9 e 10%), cinzas (2,5 a 4,5%), aminoácidos, vitaminas e compostos fenólicos (Aliyu & Bala, 2011; Mussatto et al., 2006; Robertson et al., 2010; Waters et al., 2012, citado por SARAIVA et al., 2018).

1.4.2 Processamento de vegetais e produtos usando resíduos do processo

Os principais resíduos gerados no processamento de vegetais são o bagaço, as tortas, refugo, cascas, palhas, sementes e as folhas. Destes podem ser feitos vários produtos como farinhas, pães, sucos, geleias, etc.

Farinhas:

- Ortiz, (2016) desenvolveu e caracterizou farinhas de cascas de abacaxi, banana, lichia e mamão, sendo estas submetidas à secagem em estufa, a 55 °C, para elaboração das farinhas. A autora observou que os teores de compostos fenólicos, carotenoides totais, antocianinas totais, vitamina C e atividade antioxidante das farinhas foram significativamente superiores aos encontrados nas cascas.
- STORCK, C. R. et al., (2015) analisaram farinhas obtidas do resíduo de processamento de sucos de uva, maçã, laranja e acerola, com diferentes granulometrias, e constataram que: todas as farinhas analisadas podem ser consideradas ricas em fibras (de 11,2 a 54,5%), as farinhas de uva e acerola apresentaram maiores teores de proteínas (8,2% a 15,6% e 8,3% a 12,1%, respectivamente), e as farinhas do resíduo de laranja e uva tiveram teores de polifenóis totais elevados.

Biscoitos e pães:

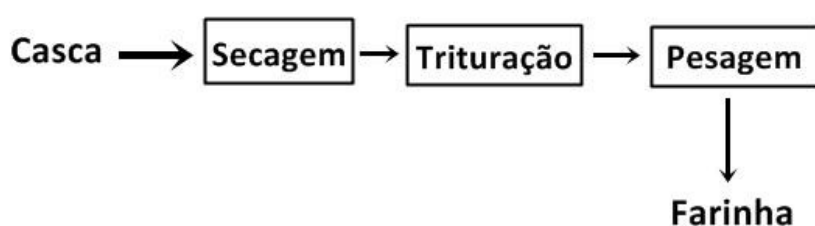
- Moreno, (2015) desenvolveu formulações de cookies a partir de farinhas da casca do abacaxi e da casca da manga, aplicando-as como substituição parcial da farinha de trigo. Observou que houve maior aceitação dos cookies com farinha de casca de manga aromatizados com até 20% de chocolate e os cookies com farinha de casca de abacaxi aromatizados com canela até 20% de substituição; e além disso concluíram também que quando aplicadas na formulação de cookies, as farinhas de cascas de frutas apresentaram boa aceitação até o nível de substituição de 20% de farinha de trigo.
- Anjos, et al., (2017) desenvolveram pães sem glúten com dois tipos de farinhas com os resíduos da abóbora, casca e sementes. Observaram que farinha de semente de abóbora apresentou maiores teores de lipídios, proteínas e fibras, já a farinha da casca maiores teores de umidade, cinzas e carboidratos. Em relação a aceitação sensorial, pães adicionados com farinha de semente obtiveram melhores resultados no teste de intenção de compra em comparação com os pães com feitos com farinha da casca. Concluíram que, com mais estudos, essa formulação de pães pode ser uma alternativa viável para elaboração de pães sem glúten.

Geleias:

- Moreira (2016) desenvolveu e avaliou avaliar a aceitabilidade de duas formulações de geleias produzidas a partir da casca do maracujá azedo, uma com e outra sem a polpa de maracujá, concluindo que a geleia de casca com polpa de maracujá teve preferência entre os avaliadores, com todas as médias superiores em relação a outra formulação, porém os dois tratamentos obtiveram médias acima de 6, demonstrando boa aceitação geral e capacidade do uso da casca da fruta em geleias.
- Alves et al. (2016) obtiveram geleias de casca de melão com e sem adição de suco de laranja, apresentando assim boa aceitação sensorial, indicando que os provadores gostaram moderadamente atribuindo nota 7. E comparando a aceitação em relação a cor das duas geleias, a geleia de casca de melão sem adição de laranja obteve média superior a obtida pela geleia de casca de melão com adição de suco de laranja; quanto a intenção de compra e ao atributo de sabor não houve diferença significativa entre as duas.

1.5 Operações Unitárias envolvidas

Os produtos feitos com os resíduos são triturados, secos ou a combinação dos dois. A maioria de produtos feitos com cascas, talos, sementes, etc., são as farinhas. A partir da obtenção delas podem-se fazer produtos de panificação, adicionar em iogurtes ou em outros tipos de alimentos. As etapas de obtenção da farinha de cascas após o descascamento, pode ser exemplificada no fluxograma abaixo retirado e adaptado de Adão et al. (2016):



1.5.1 Secagem

Secagem é a operação de remoção de água de um alimento, uma das formas mais antigas de conservação, dado que a água é a principal fator para crescimento microbiano. Ela se diferencia do processo de evaporação pelo fato de que ocorrem:

<u>SECAGEM</u>	<u>EVAPORAÇÃO</u>
Ocorre em temperatura menor que a de ebulição	Ocorre na temperatura de ebulição
Em sólidos	Em líquidos

O texto abaixo sobre o conteúdo de secagem foi retirado do documento online da EMBRAPA “Princípios de secagem de alimentos” da autora Sonia Maria Costa Celestino.

1.5.1.1 Vantagens e Desvantagens

O processo de secagem acarreta na mudança de cor, aroma, textura, composição nutricional e sabor do alimento. As desvantagens desse processo são:

✗ Oxidação de vitamina C

- ✗ Degradação de pigmentos pelo calor
- ✗ Perda de componentes voláteis
- ✗ Encolhimento e capa dura.

Existem também as vantagens do emprego da secagem. Elas são:

- ✓ Aumento da vida útil do produto
- ✓ Valor nutritivo se concentra no alimento após a perda de água
- ✓ Facilidade de transporte (redução de peso e tamanho)
- ✓ O processo é de baixo custo
- ✓ Redução da perda pós-colheita.

1.5.1.2 Tipos de secagem e Tipos de secadores

A cinética (velocidade) de secagem, dependerá da natureza do alimento, sua composição, o conteúdo de água inicial, além da temperatura empregada e a umidade relativa do ar. A secagem pode ocorrer de forma natural ou artificial.

Na **Secagem Natural**, os alimentos são secos quando expostos a radiação solar, sendo necessário apenas bandejas e redes de proteção contra insetos. Ela pode ser aplicada em regiões com alta radiação solar, baixa umidade relativa do ar, e temperaturas em torno de 35 a 40°C.

Ela é feita em secadores com um tampo de vidro inclinado que absorve a radiação solar aquecendo o ar contido nessa cabine de vidro, o ar diminui a densidade e atravessa as bandejas que contém o produto a ser seco, e sai pela parte superior pela corrente de convecção entre ar frio que vai entrando na cabine de vidro, como mostrado na figura abaixo:

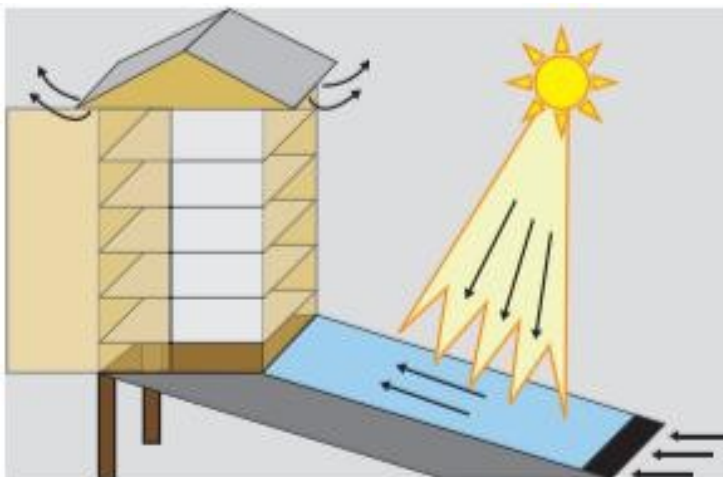


Figura 4. Secador para a secagem natural.

Fonte: Solar (2009).

Já na **Secagem Artificial**, o alimento é colocado em um equipamento por um período de tempo. A secagem ocorre com ar quente entrando na velocidade de 0,5 a 3 m/s e baixa umidade para transferência de calor por convecção, sendo que as transferências de calor por radiação e condução também estão envolvidas.

Secagem natural não tem a ver com maiores benefícios a saúde e a artificial com menores benefícios, até porque na Secagem Artificial tem uma vantagem de causar menores perdas de nutrientes do que os alimentos secos ao sol (natural).

Embora a diminuição da umidade relativa do ar ser mais eficiente para remoção da água, os equipamentos de secagem operam aumentando a temperatura do sólido a ser seco, por ser mais simples e mais barato do que remover a umidade do ar.

Os secadores utilizados na secagem artificial são:

- **Secadores de bandejas** - é uma câmara com várias bandejas com fundo tipo telas metálicas onde se colocam os alimentos uniformemente, e a circulação de ar é feita por um ventilador situado atrás de resistências responsáveis pelo aquecimento do ar;
- **Secador de túnel** - os sólidos são colocados em bandejas apoiados em base móvel que se movimenta dentro do túnel; o ar é aquecido por resistências e circulado por ventilador;
- **Secador de esteira** - várias sessões e cada uma com um ventilador, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar diferente. As primeiras onde o alimento entra e está mais úmido, tem maiores velocidades e temperatura do ar, que vão sendo diminuídas a cada sessão até a última. Essas sessões são ligadas por uma esteira de aço inox;
- **Secador de tambor rotativo** - cilindro onde o alimento é aplicado em sua parede, a superfície do cilindro é aquecida por vapor ou outro meio, e o alimento seco é raspado quando seco. É usado para alimentos como sólidos ou em finas suspensões, soro de leite e purês;
- **Secador de leito fluidizado ou leito de jorro** - o alimento sólido é depositado no secador em chapas perfuradas e fluidizado por um ar quente a alta velocidade. É usado para: ervilhas, farinha, café, sal, açúcar, carne em cubinhos e outros;

- **Liofilizador** – a água é eliminada por sublimação; o alimento é congelado e sob vácuo dentro do equipamento e é desidratado. A vantagem é que as perdas nutricionais são mínimas, porém tem um elevado custo;
- **Secador por atomização ou “Spray Dryer”** – o alimento líquido entra por meio de atomizadores (spray) é introduzido no secador na forma de gotículas para aumentar a superfície de contato com o ar quente. O ar quente entra então contracorrente ao alimento, concorrente ou combinação dos dois, evaporando a água de forma constante. É usado para alimentos líquidos para serem transformados em pó.

1.5.2 Trituração ou Moagem

É o processo onde um produto é submetido a aplicação de força de impacto, abrasão e compressão, objetivando a diminuição do tamanho de suas partículas, e os produtos após a moagem podem passar ou não por um sistema de peneiragem para padronizar a sua granulometria.

O equipamento utilizado para a moagem é o moinho, e o seu tipo dependerá das características do alimento como composição, textura e tamanho da partícula que se deseja obter. Os tipos de moinho são:

- **Moinho de discos** – Geralmente usado para moagem de granulação fina, são pequenos e de difícil regulagem;
- **Moinho de rolos** – são dois ou mais cilindros pesados girando em direções contrárias, a velocidades iguais ou diferentes e com distancias reguláveis ajustada às condições da matéria prima, da torrefação e do próprio sistema de extração. São mais utilizados na moagem de cereais em uso caseiro, fornece um produto de textura mais uniforme. É mais utilizado nos Estados Unidos;
- **Moinho de facas e de martelos** – É composto por um rotor de alta velocidade gira no interior de uma capa cilíndrica e no exterior é acoplado uma série de martelos nos pontos de articulação. O impacto dos martelos rompe o material a ser triturado e ele se pulveriza ao passar por uma esteira na abertura entre os martelos e a capa, produzindo um material mais fino que o moinho de rolos. Para moagem de cereais destinado à extração de pó solúvel, o moinho

de rolos é o mais indicado, sendo também utilizados os moinhos de facas e martelos e os de disco;

- **Moinho de bolas** - são bolas de aço ou porcelana dentro de uma capa cilíndrica que gira em um eixo horizontal, reduzindo o tamanho do material pela ação do impacto e da fricção das bolas ao girar o moinho;
- **Trituradores de mandíbulas** - é composto por duas mandíbulas pesadas, onde o material vai passando lentamente por um espaço cada vez menor, triturando-se ao deslocar-se.

FONTE: “A Feira” Disponível em:

<http://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/optransf/moagem.htm>

1.6 Referências

Adão et al. PRODUÇÃO DE FARINHA DA CASCA E BAGAÇO DE LARANJA. Anais da X SEAGRO. Cascavel.PR, Brasil, 2016.

Alves et al. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELEIA A PARTIR DAS CASCAS DO MELÃO COM SUCO DE LARANJA. XXV Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos. Gramado/RS, 2016.

ANJOS, Carla Nunes dos et al. DESENVOLVIMENTO E ACEITAÇÃO DE PÃES SEM GLÚTEN COM FARINHAS DE RESÍDUOS DE ABÓBORA (CUCURBITA MOSCHATA). Arquivos de Ciências da Saúde, [S.l.], v. 24, n. 4, p. 58-62, dez. 2017. ISSN 2318-3691. Disponível em:
<<http://www.cienciasdasaude.famerp.br/index.php/racs/article/view/870>>. Acesso em: 13 jan. 2020. doi: <https://doi.org/10.17696/2318-3691.24.4.2017.870>.

Aquarone, E, Borzani, W., Lima, U.A. Biotecnologia: tópicos de microbiologia industrial. v. 2. São Paulo: E. Blücher, 1990.

AYALA-ZAVALA, J. F., ROSAS-DOMÍNGUEZ, C., VEGA-VEGA, V., GONZÁLEZAGUILAR, G. A. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts: Looking for integral exploitation. *Journal of Food Science*, v. 25, n. 8, 175–181, 2010.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. . Pó da casca de coco verde como substrato para plantas. In: III Encontro Nacional de Substratos para Plantas - III ENSUB, 2002, Campinas. Documento IAC, 70, 2002.

Bravo, O., Ferrer, A., Aiello, C., Ledesma, A., Dávila, M. Growth of *Chaetomium cellulolyticum* in solid-state fermentation of sugar cane bagasse treated with water na alkali at several liquid/solid ratios. *Biotechnol. Lett.*, 16 (8), pp.865-870, 1994.

Celestino, Sonia Maria Costa. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina, DF: EMBRAPA CERRADOS, 2010. 51 p.

Coelho, M. A. Z. Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais: Produção de Enzimas a Partir da Casca de Coco Verde. *B.CEPPA*, 19 (1), pp. 3342, 2001.

FURLAN, Fernanda Lansa et al. Uso de Resíduos Agrícolas e Agroindustriais como Adsorventes Alternativos de manganês e ferro em Sistema Aquoso. *Rev. Ambient. Água [online]*. 2018, vol.13, n.2, e2181. Epub Apr 16, 2018. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2181>.

Gondim et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(4): 825-827, out.-dez. 2005.

Gumbira-Sa'id, E., Mitchell, D.A., Greenfiels, P.F., Doelle, H.W.A, 1992. A packed bed solid-state cultivation system for the production of animal feed: cultivation, drying and product quality. *Biotechnol. Lett.*, 14 (7), pp.623-628.

Joshi, V. K. and Sandhu, D. K., 1996. Preparation and evaluation of an animal feed byproduct produced by solidstate fermentation of apple pomace. *Bioresour. Technol.*, 56, pp.251-255.

MOREIRA, K.C.A Aceitabilidade de geleia desenvolvida com casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 40 p. Monografia.

MORENO, J. S Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de fruta em cookies. Itapetinga, BA: UESB, 2015. 81p. Dissertação.

Ortiz, Weyrich Daniela, 2016. Cascas de frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas. Universidade Federal de Goiás.

Pelizer, L.H., 1997. Estudo da influência da atividade de água na fermentação em estado sólido de *Bacillus thuringiensis*. São Paulo, 104p. (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP).

Saraiva, B. R., Vital, A. C. P., Anjo, F. A., Cesaro, E. & Matumoto-Pintro, P. T. 2018. Valorização de resíduos agroindustriais: fontes de nutrientes e compostos bioativos para a alimentação humana. *Pubsaúde*, 1, a007. DOI: [https:// dx.doi.org/ 10.31533/pubsaude1.a007](https://dx.doi.org/10.31533/pubsaude1.a007).

SILVA, L. M. R., FIGUEIREDO, E. A. T., RICARDO, N. M. P. S., VIEIRA, I . G. P., FIGUEIREDO, R. W., BRASIL, I. M., GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v. 143, p. 398–404, 2014.

SINGH, G.; MANOHARAN, S.; SAN, T. T. United plantations' approach to palm oilmill by-product management and utilization. In: Porim international palm oil development conference, 1989. Proceedings [s.1: s.n.], 1989, p. 225-234.

STORCK, C.R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R; RODRIGUES, A., R. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. Campinas, v. 18, n. 4, p. 277-284, out./dez. 2015.

WANG, W., BOSTIC, T. R., GU, L. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. Food Chemistry, v. 122, p. 1193-1198, 2010.

Capítulo 2

- 2.1 O que é Biotecnologia
- 2.2 Alimentos transgênicos
 - 2.2.1 Produção e Necessidade dos alimentos transgênicos
 - 2.2.2 Transgênicos e Biossegurança
 - 2.2.3 Exemplos de pesquisas com alimentos transgênicos
- 2.3 Principais alimentos fermentados
 - 2.3.1 Processo geral de fermentação
 - 2.3.2 Queijo
 - 2.3.3 Iogurte
 - 2.3.4 Cerveja, Vinho e Pão
 - 2.3.5 Salame
 - 2.3.6 Chocolate
 - 2.3.7 Kefir e Kombucha
- 2.4 Referências.



BIOTECNOLOGIA APLICADA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

2.1 O que é Biotecnologia

Biотecnologia – **Bio** = vida, **Tecno** = utilização prática da ciência, e **Logos/Logia**= conhecimento.

A biotecnologia é definida como aplicação tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados para fabricar ou modificar produtos ou processos para uso específico, e engloba todos os processos que se utilizam de agentes biológicos, sendo existente há milhares de anos, mesmo que de forma não intencional, na fermentação de pães, bebidas e queijos, realizadas por microrganismos.

Hoje em dia, a biotecnologia é usada na produção de alimentos resistentes a pragas com o objetivo de aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável e com preservação do meio ambiente, bem como para produzir alimentos de maior valor nutritivo (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2020), bem como também os diversos alimentos produzidos via fermentação em escala industrial.

Processos biotecnológicos estão presentes em diversas áreas, desde alimentos, fármacos, tratamento de efluentes... Há um grande potencial em desenvolvimento e a ser desenvolvido pela biotecnologia, especialmente no agronegócio, como fármacos vacinas, substâncias bioativas da biodiversidade, plantas e animais como biorreatores, genômica e pós-genômica, nanobiotecnologia, aproveitamento de subprodutos, entre outros (BRASIL INGREDIENTS TRENDS, 2010).

Os principais alimentos fermentados que consumimos no dia-a-dia são os pães, cerveja, vinho, queijos, vinagre, iogurtes, dentre outros. Portanto conclui-se que a biotecnologia para a produção de alimentos está desde a plantação (transgênicos) até a mesa do consumidor final (fermentados).

2.2 Alimentos transgênicos

2.2.1 Produção e necessidade dos alimentos transgênicos

O que significa o termo transgênico e como é feito um organismo transgênico no geral?

Transgênico é sinônimo para a expressão "Organismo Geneticamente Modificado" (OGM), que é uma técnica utilizada para transferir características de uma espécie para outra (ou da mesma espécie), o qual não há cruzamento natural, através da inserção do gene de um no DNA do outro (EMBRAPA, 2020). Esse gene que é responsável pela característica de interesse é localizado, isolado, caracterizado e introduzido em vetores para ocorrer a transformação da planta (GANDER, 1996).

Como é feito um alimento vegetal transgênico?

No alimento geneticamente modificado, há uma recombinação do DNA a partir do interesse agrônômico entre mesmas espécies ou espécies diferentes, como por exemplo, isolar genes de microrganismos e transferir para plantas, fazendo essa alteração de DNA afim de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas (EMBRAPA, 2020; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2020).



Por que a necessidade em se ter um alimento geneticamente modificado?

A demanda de alimentos vem aumentando cada vez mais, porém não restam muitas terras novas para plantar, sendo assim necessário produzir mais em cada hectare plantado, e com a biotecnologia é possível produzir mais comida com qualidade e a um custo menor sem necessidade de aumentar a área de cultivo (EMBRAPA, 2020).

Plantas geneticamente modificadas podem ser resistentes a herbicidas, tendo a vantagem de se utilizar e manejar somente um único herbicida para diversas espécies de plantas por ter seletividade para várias espécies ao mesmo tempo, e maior segurança para o ambiente, já que se usaria um menor número de herbicidas em campo (BURNSIDE, 1992; LYSON, 2002).

Além disso, essas plantas podem ser modificadas afim de serem resistentes a pragas, diminuindo a quantidade do uso de agrotóxicos. Um exemplo é o “feijão transgênico da Embrapa”, que é um feijão resistente ao vírus mosaico dourado criado pela Embrapa, feito com os pesquisadores inserindo pequenos fragmentos do próprio vírus na planta de feijão ativando seu sistema imunológico, agindo assim como se fosse uma vacina contra esse vírus.

Existe algum benefício nutricional em alimentos geneticamente modificados?

Existem pesquisas sobre plantas com maior teor de óleo, proteínas e vitaminas, além de pesquisas envolvendo a possibilidade de que as plantas sejam utilizadas como biofábricas de medicamentos e vacinas futuramente (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2020).

Pesquisas estão sendo desenvolvidas pela Embrapa em alfaces com o intuito de se obter esse vegetal geneticamente modificado com 15 vezes mais ácido fólico ou vitamina B9, do que as variedades convencionais (EMBRAPA, 2020).

2.2.2 Transgênicos e Biossegurança

O que é biossegurança?

Biossegurança é definida pela FAO como a correlação do uso sadio e sustentável do meio ambiente dos produtos biotecnológicos e as intercorrências para a saúde da população, biodiversidade e sustentabilidade ambiental, visando a segurança alimentar global (NODARI & GUERRA, 2000).

O que é a CTNBio?

É a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, criada através da Lei nº 8.974 de janeiro de 1995 e o Decreto 1.752, de novembro de 1995.

Essa comissão envolve especialistas de várias áreas científicas, que se reúnem mensalmente para analisar todas as propostas de pesquisas com organismos

geneticamente modificado em todas as áreas, considerando possíveis impactos ao meio ambiente, à saúde humana e animal, e à agricultura, emitindo seu parecer de aprovação ou não do seu uso (EMBRAPA, 2020).

Qual legislação regulamenta a produção, segurança e uso de transgênicos no Brasil?

No Brasil não há uma lei específica, porém pertencem a Lei de Biossegurança nº 8974, de 5 de janeiro de 1995, que estabelece as normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, além de estabelecer ainda normas de segurança na construção, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, liberação e descarte do organismo geneticamente modificado, visando proteger a vida e a saúde do humana, dos animais, das plantas e do meio ambiente.

Alimentos transgênicos são seguros?

Alimentos geneticamente modificados ainda são alvos de polêmicas e incertezas, além de muitas controvérsias em estudos científicos.

Segundo a CTNBio não houve registro de nenhum acidente com produtos desenvolvidos por engenharia genética, que todos foram produzidos e comercializados com segurança, trazendo benefícios a sociedade (CASTRO, 1998).

Há poucas pesquisas sobre a segurança de alimentos transgênicos no Brasil. Em 2009, Camara, (2009), avaliando mais de 100 artigos sobre esse tipo de alimento, encontrou somente 8 artigos a respeito de segurança alimentar, concluindo que haviam poucos trabalhos sobre o tema.

Porém, segundo a Embrapa, (2020), a legislação brasileira examina desde a descoberta do organismo geneticamente modificado até chegar a ser um produto comercial, fazendo-o obrigatoriamente passar por muitos estudos que levam aproximadamente 10 anos de pesquisa, com o objetivo desses estudos garantirem a segurança alimentar e ambiental do produto final. Somente depois de analisado e aprovado pela CTNBio que o produto vai para o mercado.

2.2.3 Exemplos de pesquisas com alimentos transgênicos

Alimento	Fonte
Café com resistência à broca (Hypothenemus hampei)	Embrapa

Algodão resistente ao bico (Anthonomus grandis)	Embrapa
Uva com 6x mais resveratrol	Brasil Ingredients Trends 2020
Cana de açúcar resistente à broca gigante (Telchin licus licus)	Embrapa
Tomate que produz peptídeo que age como a proteína do colesterol HDL	Brasil Ingredients Trends 2020
Alface com 15 vezes mais ácido fólico, ou vitamina B9, do que as variedades convencionais	Embrapa
Milho com pró-vitamina A	Brasil Ingredients Trends 2020

2.3 Principais Alimentos Fermentados

2.3.1 Processo geral da Fermentação

Segundo Damaso; Couri (2020), fermentação pode ser definida como “processo que ocorre quando o microrganismo se reproduz, a partir de uma fonte apropriada de nutrientes, visando a obtenção de um bioproduto”.

A fermentação pode ser de dois tipos, fermentação submersa ou fermentação em estado sólido ou semissólido.

A fermentação submersa ocorre em meio com presença de água livre dos substratos líquidos, e tem a facilidade de crescimento dos micro-organismos em condições controladas de pH e temperatura (ANABU, 2008), podendo ocorrer sob agitação e no caso de processos aeróbicos, com suplementação de oxigênio por borbulhamento, as vantagens e desvantagens desse tipo de fermentação se encontram abaixo (BISPO, 2016):

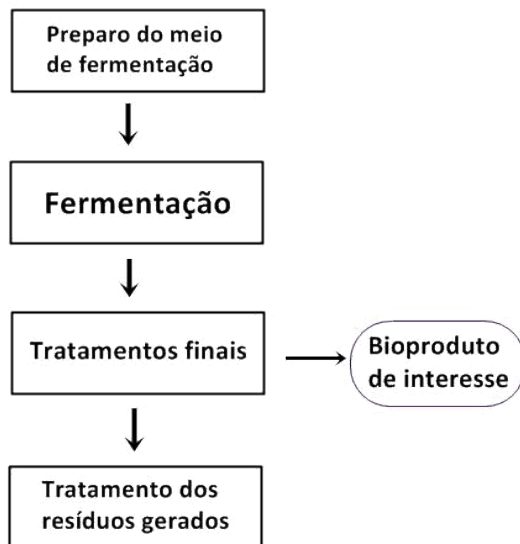
- ✓ Operação de grandes volumes de meio;
- ✓ Distribuição uniforme de nutrientes;
- ✓ Maioria das fermentações industriais são realizadas por esse tipo;
- ✓ Facilidade de controle das variáveis do processo.

- ✓ Elevado custo inicial na instalação dos equipamentos na planta e manutenção destes;
- ✓ Baixa concentração das biomoléculas obtidas.

Na fermentação semissólida os microrganismos crescem sobre ou dentro das partículas de uma matriz sólida, onde há baixa atividade de água no meio, mas o suficiente de água livre para garantir o crescimento e metabolismo celular; e nesse tipo de fermentação a matéria-prima funcionará como um suporte do microrganismo, dos substratos, do produto e da água adicionada para umedece-lo (DAMASO; COURI, 2020; BISPO, 2016). Vantagens e Desvantagens da fermentação semissólida:

- ✓ Economia de espaço, por usar reatores menores;
 - ✓ Ausência de formação de espuma;
 - ✓ Menor demanda de energia;
 - ✓ Possibilidade de se obter um produto mais concentrado;
 - ✓ Economia e sustentabilidade ambiental pelo uso de resíduos agroindustriais como substrato.
-
- ✓ Menor possibilidade de se utilizar métodos modernos no processo para aumentar a eficiência;
 - ✓ Menor facilidade de controle das variáveis do processo em relação a fermentação submersa.

As etapas do processo de fermentação segundo Damaso; Couri (2020), são: preparo do meio de fermentação, onde sua composição dependerá do produto que se deseja obter (deve ser uma fonte de carbono, que pode ser um carboidrato, como cana-de-açúcar, frutas, leite, malte, melaço e lignocelulósicos,...); a fermentação que é onde microrganismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos transformam a matéria-prima em produto; os tratamentos finais, que são os processos onde se purifica o produto de interesse; e os tratamento dos resíduos gerados. Essas etapas foram representadas no fluxograma abaixo:



2.3.2 Queijo:

Legislação: Segundo a Portaria no. 146 de 1996, queijo é o produto fresco ou maturado obtido pela separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados.

Microrganismos: Na fermentação do queijo são utilizadas bactérias do gênero *Lactococci*, *Lactobacilli* ou *Streptococci*.

Podem ser utilizadas outros tipos de bactérias para produção de queijos específicos como é o caso dos queijos tipo Roquefort, Camembert e Brie, e o suíço, utilizando os fungos *Penicilium rochefti*, *Penicillium camamberti* e a bactéria *Propionibacter shermanii*, respectivamente.

Etapas de fabricação resumidas: Basicamente as etapas de fabricação do queijo são (PERRY, 2004):

- Coagulação do leite, pela flora microbiana do próprio leite, ou pela adição de cultivo bacteriano apropriado (coalho ou fermento)
- Corte da coalhada, para liberação do soro lácteo
- Prensa e enformagem, dependendo do tipo de queijo
- Salga e embalagem.

Fermentação: Ocorre em queijos a fermentação láctica. Nesse tipo de fermentação, as bactérias utilizam o açúcar natural do leite (lactose) para a obtenção de energia. Essa energia provém da glicose, que se origina quando a lactose é quebrada e transformada em galactose e glicose. Após, as bactérias converter a glicose em ácido láctico nesse processo de geração de energia, aumentando assim a acidez do leite, destruindo os microrganismos, e ajudando na sua coagulação (PROFISSÃO BIOTEC, 2017).

*Na coagulação acontece a formação da coalhada, separando o soro da massa.
A coagulação pode ser ácida ou enzimática:*

- A coagulação ácida é obtida através do ácido láctico produzido pelas bactérias do fermento no processo de transformação da glicose em energia, ou pela adição de ácidos orgânicos diretamente ao leite. Dura em média 24 horas e com a elevada acidez é aplicada a um número limitado de tipos de queijo, sendo o mais conhecido deles o Petit-suisse.
- A coagulação enzimática é realizada através da utilização de enzimas proteolíticas, o coalho, sendo de várias origens (animal, vegetal, microbiana) as enzimas proteolíticas capazes de promover a coagulação do leite. (Cavalcante, 2004).

A coagulação enzimática do leite envolve modificação da micela de caseína pela proteólise limitada provocada pelas enzimas do coalho ou de coagulantes, seguida pelo agrupamento das micelas alteradas. O coalho ou coagulante deve ser adicionado ao leite normalmente a 32-35 graus C em uma quantidade suficiente para haver a coagulação em 30 a 40 minutos (PAULA et al, 2009).

As enzimas envolvidas no processo têm um grande papel nas características finais do produto. Tudo começa na quimiosina que promove a coagulação do leite, já as proteinases favorecem o amadurecimento do queijo, acelerando a hidrólise de proteínas, tendo um importante papel na textura e no sabor, enquanto que as peptidases são usadas para remover o amargor produzido pelas proteinases durante o amadurecimento.

As transglutaminases por sua vez, auxiliam na ligação cruzada de ligações peptídicas e aumentam as propriedades funcionais dos produtos lácteos, e as lipases tem como função desenvolver os sabores característicos do produto (ADITIVOS INGREDIENTES, 2020).

2.3.3 logurte:

Legislação: É o produto fermentado do leite, cuja fermentação se realiza com cultivos proto-simbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* aos quais pode-se acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

Microrganismos: A fermentação do iogurte é feita pelas bactérias *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, podendo também ser feito pelo *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, entre outros (SANTO, 2001).

Há o grupo de bactérias fermentadoras do leite que tem a capacidade de chegarem vivos ao intestino visando manter o equilíbrio da flora intestinal, os “*Lactobacillus vivos*”.

Etapas de fabricação resumidas: As etapas gerais da fabricação de iogurtes podem ser descritas de forma similar as de Moreira et al. (1999):

- Seleção da matéria-prima
- Aquecimento do leite
- Inoculação das bactérias fermentativas
- Armazenamento a temperatura ideal de crescimento microbiano
- Armazenagem em refrigeração
- Embalagem.

Fermentação: Aqui também ocorre a fermentação láctica. Os dois tipos de bactérias presentes, tem suas devidas funções no processo fermentativo. Os estreptococos irão remover o oxigênio e os lactobacilos transformar a lactose em glicose e galactose, e a glicose em ácido láctico. Quando o pH se encontrar entre 5 e 6, o leite coagula (SANTO, 2001).

O ácido láctico desestabiliza as micelas de caseína convertendo o complexo cálcio-fosfato em fração solúvel de fosfato, resultando na depletação da micela pelo cálcio, coagulando a caseína e formando o gel (AQUINO, 2012).

A temperatura irá desenvolver um papel importante no processo. Deve haver uma temperatura ideal para o crescimento das bactérias, em torno de 37°C, e o resfriamento para que os microrganismos não realizem a quebra das proteínas e modifique a textura do iogurte (GREENWOOD, 2015).

2.3.4 Cerveja, Vinho e Pão:

Legislação:

- **Cerveja:** bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Parte do malte de cevada poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros, cujo emprego não poderá ser superior a 45 % em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2009).
- **Vinho:** é a bebida que resulta da fermentação alcoólica completa ou parcial da uva fresca, esmagada ou não, ou do mosto simples ou virgem, com um conteúdo de álcool adquirido mínimo de 7% (v/v a 20°C) (BRASIL, 1988).
- **Pão:** são os produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos. (BRASIL, 2005).

Microorganismos: A fermentação nesses casos é feita pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Etapas de fabricação resumidas:

- **Cerveja:**
 - Maltagem
 - Moagem –
 - Brassagem –
 - Filtração –
 - Fervura
 - Clarificação
 - Resfriamento e oxigenação
 - Fermentação
 - Maturação
 - Filtração

- Estabilização
- Envase e pasteurização.

- **Vinho:**

- Recepção e análise da uva
- Desengace
- Sulfitagem
- Adição de enzimas pectinolíticas
- Desborra
- Adição de leveduras
- Fermentação
- Maceração
- Separação das fases sólida e líquida
- Prensagem do bagaço
- Sulfitagem
- Filtração
- Estabilização em barricas de madeira
- Corte
- Engarrafamento e envelhecimento (GUERRA; SILVA, 2020).

- **Pão:**

- Mistura dos ingredientes
- Divisão da massa
- Modelagem
- Fermentação
- Forno para assar (GERMANI, 2020).

Fermentação: Aqui ocorre a fermentação alcoólica, que tem esse nome devido a um de seus produtos finais ser etanol. As leveduras convertem os açúcares presentes nas frutas e nos cereais em glicose para obtenção de energia. Nesse processo de conversão da glicose resulta-se os produtos etanol, ácidos orgânicos e gás carbônico.

No processo de fabricação do pão, o gás carbônico gerado fará com que a massa cresça, os ácidos orgânicos dão o sabor característico ao pão e o etanol é evaporado quando o pão for ao forno.

Na fermentação do vinho tinto e branco, além das leveduras há a ação das bactérias lácticas depois da fermentação alcoólica, que transformam ácido málico em ácido

lático, num processo denominado fermentação malolática. Esse processo reduz o risco de uma elevação na acidez volátil do vinho, devido ao fato de o desvio metabólico destas bactérias ser estimulado pelo excesso de açúcares no início do processo fermentativo, sendo de muita importância na vinificação (SILVA,2020).

2.3.5 Salame

Legislação: Segundo a INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 22, DE 31 DE JULHO DE 2000, “Entende-se por Salame, o produto cárneo industrializado obtido de carne suína ou suína e bovina adicionado de toucinho, ingredientes, embutido em envoltórios naturais e/ou artificiais, curtido fermentado, maturado, defumado ou não e dessecado”, onde “a presença de ‘mofos’ característicos, é consequência natural do seu processo tecnológico de fabricação”. Tem como ingredientes obrigatórios: Carne Suína (mínimo de 60%, exceto para o salame tipo hamburguês, onde o teor é de no mínimo 50%) Toucinho Sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio.

Microrganismos: *Pediococcus cerevisae*; *Lactobacillus plantarum*; *L. acidophilus* e outros; *Streptococcus lactis*; *S. cremoris*; *Micrococcus aurenticus*; *M. lactis*; podendo serem usadas puras ou combinadas (MARTINS, 2006).

Etapas de fabricação resumidas:

- Moagem da matéria-prima
- Mistura dos temperos e condimentos
- Embutimento
- Secagem e maturação (fermentação)
- Embalagem e estocagem.

Fermentação: Nesse tipo de fermentação ocorre a transformação do ácido pirúvico em diversos produtos (ácido láctico, acético, etanol, CO₂, ...) dependendo do microrganismo usado, e é feita no período de maturação, é onde ocorre a formação de cor, desenvolvimento de liga da massa e do aroma. A maturação dura em média de três dias a uma semana (dependendo dos aditivos adicionados), na temperatura entre +18 e +/-20°C e a umidade relativa no primeiro dia em torno de 95%, a qual é reduzida durante três a quatro dias para 85% (MARTINS, 2006).

As técnicas de fermentação de salame segundo Martins, (2006) podem ser divididas em 6 tipos, com parâmetros e processos combinados específicos para cada uma delas. Na tabela abaixo, encontra-se descrito as técnicas mencionadas pelo autor:

Tipo	Temperatura	Processos combinados
Fermentação rápida	24-26°C no tempo de 12-14h, sendo reduzida para a faixa de 18-20°C	Apenas sal de nitrito para cura, podendo utilizar também ascorbato de sódio
Fermentação rápida (Sweating Fermentation)	Temperaturas mais altas - 25 a 28°C	Maiores concentrações de sal nos primeiros estágios; Lavagem e secagem ao ar do embutido (para retirar uma mela formada) antes da defumação.
Fermentação por defumação úmida	Temperaturas altas constantes (não-especificadas pelo autor)	A fermentação, defumação e secagem do salame ocorrem em uma única etapa.
Fermentação em Salmoura	18-22°C p/ ocorrer liga da massa em 3-5 dias	Utilizada uma salmoura de 6-8%, podendo conter ascorbato de sódio ou não.
Fermentação sob pressão	20-22°C	Os embutidos são colocados nas formas de pressão de plástico ou metal, que são fechadas e pressionadas.
Fermentação a vácuo	Temperatura não especificada, somente a pressão que deve ser de 0,5 atm.	Câmara onde os salames são expostos a pressão de 2 atm por algum tempo, e após o restabelecimento da pressão normal a pressão é reduzida para 0,3 atm, se repetindo o processo até que atinja 0,5 atm.

2.4.6 Chocolate

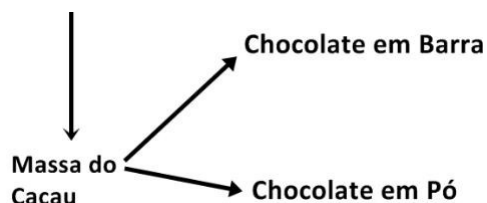
Legislação: De acordo com a RDC n. 264, de 22 de setembro de 2005, Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), seja a massa de cacau (chamada também de pasta ou liquor de cacau), o cacau em pó e/ou manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo no mínimo 25 % (g/100 g) de sólidos totais de cacau.

Microrganismos: *Penicillium*, *Kloeckeraapis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Cândida tropicalis*, *Lactobacillus* e *Acetobacter*, onde no final predominam os *Bacillus* (MARTINS, 2007).

Etapas de fabricação resumidas:

Cacau:

- Colheita e extração das amêndoas
- Fermentação das Amêndoas ou Favas
- Secagem e Químiofermentação
- Torrefação
- Fragmentador e descascador de amêndoas
- Seleção das amêndoas
- Torrefação das amêndoas
- Tritura e moagem das amêndoas
- Alcalinização e prensagem



P/ chocolate em barra:

- Mistura dos ingredientes a Massa do Cacau (**Manteiga de cacau**)
- Refino
- Conchagem

- Têmpera ou temperagem
- Moldagem e embalagem → **Chocolate em barra**

P/ chocolate em pó:

- Pulverização da Massa do cacau
- Peneiragem da Massa do cacau (**Pó de cacau**)
- Adição dos ingredientes → **Chocolate em pó.**

Fermentação: O processo de fermentação é considerado o mais importante na preparação do cacau, pois: desenvolve nas amêndoas os óleos essenciais que dão o aroma peculiar ao cacau e diminui o sabor amargo natural; libera a teobromina, substância que dá ao cacau suas propriedades tônicas e estimulantes; mata a radícula evitando assim que a amêndoa venha a germinar; e elimina parte da umidade da amêndoa, aumentando seu teor de gordura (MARTINS, 2007).

O processo de fermentação consiste em 5 fases (MARTINS, 2007):

1. Fase alcoólica - ocorre a multiplicação de leveduras e produção de álcool etílico
2. Fase acética - multiplicação de acetobactérias e produção de ácido acético
3. Fase láctica - multiplicação de lactobacillus e produção de ácido láctico
4. Difusão dos ácidos nas amêndoas (permeabilizações do tegumento)
5. Autólise de células dos microrganismos.

2.4.7 Kefir e Kombucha

Microrganismos:

- **Kombucha:** *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* e *Acetobacter pasteurianus* (BALENTINE; WISEMAN; BOUWENS, 1997).
- **Kefir:** ácido-láticas, bactérias ácidoacéticas; e leveduras (IRIGOYEN et al., 2005; ORDÓÑEZ, 2005; PIERMARIA, CANAL; ABRAHAM, 2007 citados por JANUARIO et al., 2016).

Etapas de fabricação resumidas:

- **Kombucha** (PALUDO, 2017): – Pesagem dos insumos
 - Aquecimento da água
 - Infusão por 5 minutos
 - Filtração
 - Adição do açúcar
 - Resfriamento até temperatura ambiente
 - Adição do inóculo (10% do volume do recipiente)
 - Fechamento do biorreator
 - Fermentação por 4 dias.

- **Kefir** (FARNWORTH; MAINVILLE, 2008; OTLES; CAGINDI, 2003 citados por JANUARIO et al., 2016):
 - Inoculação de 1 a 10% de grãos de Kefir em leite à temperatura ambiente (25°C)
 - Fermentação por um período de 18 a 30 horas
 - Filtração para separação dos grãos
 - Estocagem da bebida a 4°C.

Fermentação: Na fermentação do kombucha, há a produção de altos níveis de ácidos orgânicos, o que faz o sabor da kombucha mudar de doce e frutado para um sabor de vinagre, com um tempo de incubação variando de acordo com o sabor final desejado e a temperatura, sendo que em 10 dias de fermentação, avaliando fatores como pH e ácidos orgânicos, a melhor temperatura obtida foi de 25 °C nesse período de tempo (LONCAR et al., 2006; NEFFE-SKOCINSKA et al., 2017; JAYABALAN et al., 2014 citados por PALUDO, 2017).

No caso do kefir, a quantidade de grãos (colônias de leveduras e bactérias numa matriz gelatinosa) e o tempo de fermentação afeta as características do produto, pois foi observado que com o aumento do tempo de fermentação bactérias lácticas se desenvolvem mais no meio do que as bactérias acéticas e lácticas, resultando características diferenciadas ao produto; e a temperatura ótima obtida para o tempo de 18 a 30 horas foi de 25°C (FARNWORTH, 2005; FARNWORTH; MAINVILLE, 2008).

2.5 Referências

Aquino, Vanessa Cukier de. Estudo da estrutura das massas de paes elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos. Dissertação, Faculdade de ciências farmaceuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

BALENTINE, D. A.; WISEMAN, S. A.; BOUWENS, L. C. M. The chemistry of tea flavonoids. Critical Reviews in Food Science Nutrition, England & Wales, v. 37, n. 8, p. 693-704, 1997.

Brasil ingredients trends 2020 [recurso eletrônico]. Editores, Airton Vialta, Raul, Amaral Rego. 1. ed. Campinas: ITAL, 2014. 389 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico para Chocolate e Produtos de Cacau". Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005.

BRASIL. Decreto n. 6871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 22, DE 31 DE JULHO DE 2000. Aprova os "Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Copa, de Jerked Beef, de Presunto tipo Parma, de Presunto Cru, de Salame, de Salaminho, de Salaminho tipo Alemão, de Salame tipo Calabrês, de Salame tipo Friolano, de Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburguês, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Lingüiça Colonial e Pepperoni". Diário Oficial da União, Brasília, 31 jul. 2000.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988. Complementação de padrões de identidade e qualidade de vinho. Diário Oficial da União, 25 de outubro de 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. APROVA O REGULAMENTO TÉCNICO PARA PRODUTOS DE CEREAIS, AMIDOS, FARINHAS E FARELOS. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em: 15/05/2020.

Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa n. 46 de 23 de outubro de 2007.

BURNSIDE, O.C. Rationale for developing herbicide resistant crops. Weed Technology, Champaign, v.6, n.3, p.621-625, 1992.

CAMARA, Maria Clara Coelho et al. Transgênicos: avaliação da possível (in)segurança alimentar através da produção científica. Hist. cienc. saude-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 669-681, Sept. 2009.

CASTRO, L.A.B. Biossegurança. BioTecnologia Ciência e Desenvolvimento, Brasília, v.2, n.6, p.4-8, 1998.

Cavalcante, F., 2004. Produção de queijos gouda, gruyère, mussarela e prato. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Matemática e Física – Engenharia de Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiás-Brasil, 111 pp.

EMBRAPA (Brasília, DF). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Transgênicos: Perguntas e Respostas. In: EMBRAPA (Brasília, DF). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Transgênicos: Perguntas e Respostas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 10 mar. 2020.

Enzima: natureza e ação nos alimentos. 2011. Food ingredients Brasil, nº16, p.26-37.
URL: <http://www.revista-fi.com/> acesso em: 8 de abril de 2013.

FARNWORTH, E. D.; MAINVILLE, A. Kefir-A fermented milk product. 2a ed. Taylor & Francis, 2008. p. 89-128.

FARNWORTH, E. R. Kefir - a complex probiotic. Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods, v. 2, p. 1-17, 2005.

GANDER, E.S.; MARCELLINO, L.H.; ZUMSTEIN, P. Biotecnologia para pedestres. Brasília: Embrapa - SPI, 1996. 66p.

Germani, Rogerio. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473xsat8h6.html. Acesso: 15/05/2020.

Greenwood, Veronique. A química por trás do iogurte. BBC Future. 26 agosto 2015. Disponível em:
https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/08/150825_vert_fut_segredos_iogurte_ml. Acesso em: 08/04/2020.

Guerra, Celito Crivellaro ; Silva, Gildo Almeida da. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gasuo51v02wx5ok04xjloy1d1b300.html. Acesso: 13/05/2020.

JANUARIO et al. Brazilian Journal of Food Research, Campo Mourão, v. 7, n. 2, p. 80-95, mai./ago. 2016.

LYSON, T. Advanced agricultural biotechnologies and sustainable agriculture. Trends in Biotechnology, Oxford, v.20, p. 15-19, 2002.

Martins, Renata. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Dossiê técnico Produção de Embutidos Crus-Curados (Salame). Jun. 2006.

Martins, Renata. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Dossiê técnico Processamento de chocolate. Ago. 2007.

MOREIRA, S.R, SCHWAN, R. F.; CARVALHO, E. P.; FERREIRA, C. Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras – MG Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.19 n.1 Campinas, 1999.

NODARI, R.O., GUERRA, M.P. Plantas Transgênicas e seus produtos: impactos, riscos e segurança alimentar. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: HISTÓRIA, CIÊNCIA E ARTE, 2000, Florianópolis.

Paluda, Natália. Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Paula, Julio Cesar Jacinto, et al. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FABRICAÇÃO DE QUEIJO: DO HISTÓRICO À SALGA .Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Mar/Jun, nº 367/368, 64: 19-25, 2009.

PERRY, Katia SP. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. Quím. Nova, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 293-300, abril de 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000200020&lng=en&nrm=iso>. acesso em 06 de maio de 2020.

Profissão Biotec. Queijo: da biotecnologia clássica à moderna. Agosto de 2017. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/queijo-da-biotecnologia-classica-moderna/>. Acesso em: 06/05/2020.

SANTO Goldoni J. Fermentação láctica de hortaliças e azeitonas. In: AQUARONE et al. (Org.). Biotecnologia Industrial. Biotecnologia na produção de alimentos. Vol. 4. São Paulo, Editora Edgar Blücher Ltda., 2001.

Silva, Gildo Almeida da. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gasuo51v02wx5ok04xjloyy5fr55z.html. Acesso: 13/05/2020.

Capítulo 3

3.1 Enzimas microbianas

3.1.1 Aplicação das Enzimas Microbianas no processamento de alimentos

3.1.2 Outras aplicações das enzimas na tecnologia de alimentos

3.2 Ingredientes provenientes de fermentação

3.3 Biotecnologia na Produção de Aromas

3.4 Referências.

USO DA
BOTECNOLOGIA
PARA ADITIVOS,
COADJUVANTES
E INGREDIENTES
NA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS

3.1 Enzimas microbianas

Enzimas são um tipo proteínas com função especial capazes de acelerar as reações químicas que sem elas levariam um tempo muito maior para ocorrerem, atuando sobre um composto específico para cada uma delas denominado substrato (Lehninger, 2014).

Enzimas microbianas são enzimas produzidas por microrganismos a partir do processo de fermentação, sendo os organismos microbianos os principais produtores de enzimas como amilases, lipases e proteases (BASTOS, 2015).

Porém não é qualquer tipo microbiano que é utilizado para esse fim, para um microrganismo ser utilizado na produção de enzimas deve ser aprovado em vários critérios, visando segurança biológica e eficácia na produção. São eles, segundo Bastos (2015):

- Ser seguro sob o ponto de vista biológico (status GRAS – generally recognized as safe);
- Apresentar elevada capacidade de síntese e excreção da enzima;
- Suportar condições ambientais adversas como pressão osmótica, temperatura e força iônica do meio;
- Ser tolerante à presença de substâncias tóxicas, que podem ser geradas no processo de tratamento da matéria-prima ou pelo próprio metabolismo celular;
- Ter autorização de coleta pelo IBAMA e acesso pelo CGEN (Conselho de Gestão do Patrimônio Genético).

Resíduos agroindustriais são muito utilizados como substrato nesse processo, Salihi et al (2011) constataram que para a produção de lipase microbiana a partir de resíduos agroindustriais é uma ótima alternativa de biotecnologia, devido a esse tipo de substrato ser abundante, barato e fazer bem ao meio ambiente. Damaso et al, (2008) conseguiram bons resultados na obtenção da lipase com o fungo *Aspergillus niger* utilizando como substrato farelo de trigo e sabugo de milho enriquecidos com óleo de oliva.

Já Ladeira et al (2010), produziram protease a partir do *Bacillus* sp SMIA-2 em fermentação submersa usando-se como meio de cultura pectina de maçã, proteína de soro de queijo e água de maceração de milho suplementado com

micronutrientes, destacando-se a pectina com um efeito mais acentuado na produção enzimática.

Lee; Park; Cho, (2014) conseguiram produzir alfa-galactosidase por *Bacillus* sp. LX-1 em fermentação em estado sólido, usando como substratos farelo de trigo, farelo de soja, farelo de milho com combinações destes substratos com 1% de galactose, 0,5% de extrato de levedura, 1% de triptona; e Rêgo et. al, (2019) obtiveram um bom resultado usando casca de café suplementada com manipueira como substrato na produção das enzimas CMCase e pectinase por *Aspergillus* spp. LEMI 15.

3.1.1 Aplicação das Enzimas Microbianas no processamento de alimentos

Na indústria alimentícia, além dessa função básica, as enzimas vêm desempenhando diversos papéis tecnológicos no processamento de alimentos. Com o intuito de manter a estabilidade, melhorar textura ou desenvolver sabores e aromas característicos dos produtos, as enzimas tem um vasto emprego durante as etapas do processamento dos alimentos, sejam de origem animal ou vegetal.

Alguns exemplos do uso de enzimas microbianas na indústria de alimentos para promover melhorias tecnológicas são:

Enzima	Função tecnológica no alimento
Lactase	Remover a lactose de produtos lácteos
Lipase	Amadurecer queijos, transformar lipídeos em ácidos graxos de cadeia curta
Protease	Amaciar carne
Pectinase	Clarificação de sucos, extratos vegetais
Quimosina	Coagulante na fabricação de queijo
Naringinase	Remove o amargor e mantém estabilidade do suco cítrico
Lacase	Diminuir o sabor proveniente de compostos fenólicos e para aumentar a

	estabilização das bebidas à base de vegetais
Transglutaminase	Manter a vida útil e a frescura por mais tempo em frutas e legumes
Fitase	Desfosforilação do fitato, liberando minerais e, assim, aumentando sua biodisponibilidade e nutrição
Termolisina	Juntamente com as proteases, produz proteína alimentar e acelerar o amadurecimento de salsichas secas
Lipoxigenase	Embranquece farinhas e fornece propriedades viscoelásticas à massa
Glicose oxidase	Previne a descoloração que pode ser gerada pela reação de Maillard durante o cozimento de massas, e reduz o tempo de fermentação das mesmas.

Fonte: Aditivos Ingredientes (2020).

3.1.2. Outras aplicações das enzimas na tecnologia de alimentos

Além das funções citadas acima, com a demanda por novos produtos sejam eles com mais nutrientes disponíveis, sem alergênicos, com menos conservantes ou açúcares, dentre outros, as enzimas tem ganhado cada vez mais destaque nas indústrias alimentícias.

Abaixo estão listadas outras funções das enzimas na produção de alimentos (ADITIVOS INGREDIENTES, 2020):

- ♦ *Melhorar o valor nutricional* – enzimas como fitase e alfa-galactosidase, quebram substâncias que dificultam uma melhor absorção de nutrientes pelo organismo
- ♦ *Produção de adoçantes* – enzimas como amilases e glucoamilases catalisam a hidrólise do amido em açúcares simples; e a xilanase que quebra a xilana produzindo o adoçante xilooligossacarídeo
- ♦ *Redução de substâncias alergênicas* (glúten, lactose, ...) nos produtos – enzimas mais específicas e eficientes, como as proteases, actinase, alcalase e neutrase ajudam a reduzir os alérgenos
- ♦ *Produção de nutracêuticos* (substâncias ou parte de alimentos que proporcionam benefícios à saúde) – enzimas como xilanase e beta-galactosidase são usadas para se obter nutracêuticos. A xilanase é usada com o objetivo de extrair a xilana, uma hemicelulose, e obter xilooligossacarídeo que é um nutracêutico utilizado como adoçante artificial. Já a beta-galactosidase é utilizada para hidrolisar a lactose com o objetivo de se obter oligossacarídeos de leite que são benéficos para melhorar o sistema imunológico de bebês
- ♦ *Conservação natural de alimentos* – algumas enzimas possuem atividade antimicrobiana, promovendo assim uma maior vida útil para os alimentos. Dois exemplos disso são a lisozima e a glicose oxidase. A lisozima é um antimicrobiano natural que previne o crescimento de bactérias gram-positivas em alimentos, enquanto a glicose oxidase é um antioxidante natural, podendo reduzir a oxidação lipídica.
- ♦ *Parâmetro de qualidade* – enzimas podem atuar como biossensores como a glicose oxidase utilizada na monitoração da fermentação de vinho e cerveja, assim como existem outros biossensores enzimáticos para detectar frutose, lactose, ácido láctico, ácido málico e ácido acético.

3.2 Ingredientes provenientes de fermentação

Produtos obtidos por fermentação são considerados naturais, podendo ser uma boa oportunidade de mercado já que a nova onda de saudabilidade e bem-estar vem ganhando cada vez mais força, representando uma das tendências de alimentação (BRASIL INGREDIENTS TRENDS, 2014).

Abaixo se encontram alguns dos ingredientes que são produzidos por microrganismos via fermentação:

Categorias	Exemplos de ingredientes
Enzimas	Proteases, amilases, lipases
Aminoácidos	Glutamato, lisina, treonina, fenilalanina
Polissacarídeos	Gomas xantana, gelana, dextrana
Vitaminas	Riboflavina (B2), Cianocobalamina (B12), biotina
Polióis	Manitol, xilitol
Aromas	Baunilha, benzaldeídos, citrônolol, geraniol, linalol, metil cetonas, diacetil
Nucleotídeos	Ácido guanílico (GMP), ácido inosínico (IMP), ambos realçadores de sabor
Ácidos orgânicos	Cítrico, acético, láctico
Antimicrobianos	Nisina
Culturas comerciais	Bactérias lácticas, probióticos e leveduras

Fonte: Lerayer, Graef-Marasca e Vialta (2003).

(Fonte: Retirado de 'Brasil Ingredients Trends 2020')

3.3 Biotecnologia na Produção de Aromas

Aromas são substâncias ou misturas destas que possuem capacidade odoríferas e/ou sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor dos alimentos, podendo ser classificados como naturais ou sintéticos (BRASIL, 1999).

Os aromas naturais são moléculas obtidas de produtos de origem animal ou vegetal, por processos físicos, enquanto os sintéticos são criados por reações químicas em laboratório. Bioaromas são aromas de origem enzimática ou fermentativa, sendo considerados menos agressivos ao meio ambiente e também naturais, pois passam pelo processo de fermentação microbiana, onde diversas espécies fúngicas e bacterianas estão sendo usadas e estudadas para este fim (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2020).

Na tabela abaixo pode-se observar alguns dos compostos aromáticos obtidos por fermentação:

Composto aromático	Microrganismo	Autores
Terpeno	<i>Ceratocystis moniliformis</i>	(BLUEMKE et al., 2001)

Lactona	<i>Sporobolomyces odorus</i>	(WELSH; MURRAY; WILLIAMS, 1989)
Acetato de etila	<i>Candida utilis</i>	(ARMSTRONG et al., 1984)
Pirazina	<i>Bacillus subtilis</i>	(KOSUGE; KAMIYA, 1962)

Além de ser obtido um produto natural, a bioprodução de aromas proporciona um menor custo e sustentabilidade ambiental, por ser possível a utilização de resíduos agroindustriais como meio de fermentação, como mostra a tabela abaixo:

Meio de Fermentação	Microrganismo utilizado	Autores
Casca de café tratada a vapor suplementada com glicose	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	(SOARES et al. 2000)
Amaranto adicionado com solução de sal mineral	<i>Rhizopus oryzae</i>	(CHRISTEN et al., 2000)
Polpas cítricas	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	(ROSSI et al., 2009)
Hidrolisado de melão	<i>Bacillus</i>	(CORREIA, 2015)
Bagaço de mandioca e o farelo de palmeira suplementados com 10% de glicose	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	(MEDEIROS et al., 2000)
Bagaço de cana-de-açúcar suplementado com glicose, leucina ou valina	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	(CHRISTEN et al., 1997)

3.4 Referências

Anbu P, Annaduray G, Lee J-F, Hur B K. Optimization of alkaline protease production from *Shewanella oneidensis*. J. Chem. Technol. Biotechnol 84:54-62. 2009.

ARMSTRONG, DW; MARTIN, SM; YAMAZAKI, H. Produção de acetato de etila a partir de soluções diluídas de etanol por *Candida utilis*. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 26, n. 9, pág. 1038-1041, 1984.

Bastos, Aline. Enzimas: a chave da biotecnologia. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**. Brasília, Dez. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8504625/enzimas-a-chave-da-biotecnologia> Acesso: 02/07/2020.

Bispo, Carlos. Classificação dos Processos Fermentativos. *Biotecnologia Industrial*. 2016. Disponível em: <http://biotecnologiaindustrialufpb.blogspot.com/2016/06/classificacao-dos-processos.html> Acesso: 02/07/2020.

BLUEMKE, W.; SCHRADERB, J. Bioprocesso integrado para produção aprimorada de aromas e fragrâncias naturais por *Ceratocystis moniliformis*. **Engenharia Biomolecular**, v. 17, n. 4-5, pág. 137-142, 2001.

Brasil Food Trends 2020. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Disponível em: <https://alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>. Acesso: 15/07/2020. São Paulo, 2010.

Brasil ingredients trends 2020 [recurso eletrônico]. Editores, Airton Vialta, Raul, Amaral Rego. 1. ed. Campinas: ITAL, 2014. 389 p.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução 104, de 14 de maio de 1999. Dispõe sobre o regulamento técnico sobre aditivos aromatizantes/aromas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 73, 17 de maio de 1999.

CHRISTEN, P. et al. Caracterização de compostos voláteis produzidos por linhagens de *Rhizopus* cultivadas em resíduos sólidos agroindustriais. **Bioresource Technology**, v. 71, n. 3, pág. 211-215, 2000.

CHRISTEN, P.; MEZA, JC; REVAH, S. Produção de aromas frutados na fermentação em estado sólido por *Ceratocystis fimbriata* : influência do tipo de substrato e presença de precursores. **Pesquisa micológica**, v. 101, n. 8. p. 911-919, 1997.

Correia, Jackelline Larissa Albuquerque. Produção do bioaroma acetoína a partir de hidrolisado de melaço por bactérias do gênero bacillus isolados do sedimento de mangue. **Dissertação**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2015.

Damaso, Mônica & Passianoto, Moisés & Freitas, Sidinéa & Freire, Denise & Lago, Regina & Couri, Sonia. Utilization of agroindustrial residues for lipase production by solid-state Fermentation. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2008.

Damaso, Mônica Caraméz Triches; Couri, Sonia. Fermentação. **Agência Emprapa de Informação Tecnológica**. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CO NT000fid5sgif02wyiv80z4s4737dnfr3b.html Acesso:04/07/2020.

KOSUGE, T.; KAMIYA, H. Descoberta de uma pirazina em um produto natural: tetrametilpirazina de culturas de uma cepa de *Bacillus subtilis*. **Nature** , v. 193, n. 4817, pág. 776, 1962.

LADEIRA, Silvania Alves et al. Utilização de resíduos agroindustriais para a produção de proteases pelo termofílico *Bacillus* sp em fermentação submersa: otimização do meio de cultura usando a técnica de planejamento experimental. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 324-328, 2010.

LEE, Jaekoo; PARK, Inkyung; CHO, Jaiesoon. Produção de α -galactosidase extracelular por *Bacillus* sp. LX-1 em fermentação em estado sólido para aplicação como potencial aditivo alimentar. **Rev. Colom Cienc Pecua** , Medellín, v. 27, n. 3, pág. 194-201, agosto de 2014.

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. *Princípios de Bioquímica*. 6^a Edição, 2014. Ed. Artmed.

MEDEIROS, ABP et al. Otimização da produção de compostos aromáticos por *Kluyveromyces marxianus* em fermentação em estado sólido utilizando planejamento fatorial e metodologia de superfície de resposta. **Biochemical Engineering Journal** , v. 6, n. 1, pág. 33-39, 2000.

Rêgo et al. PRODUÇÃO DE ENZIMAS CMCase E PECTINASE POR PROCESSO FERMENTATIVO UTILIZANDO CASCA DE CAFÉ SUPLEMENTADA COM MANIPUEIRA COMO SUBSTRATO. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.8, n.1, p. 104-121, 2019.

ROSSI, SC et al. Melhorando a produção de aroma frutado por fungos em SSF usando polpa cítrica. **Food Research International** , v. 42, n. 4, pág. 484-486, 2009.

Salihu, A., Alam, M. Z., AbdulKarim, M. I., & Salleh, H. M. *Lipase production: An insight in the utilization of renewable agricultural residues. Resources, Conservation and Recycling*, 58, 36–44 p. 2011.

SOARES, M.; CHRISTEN, P.; PANDEY, A. Produção de sabores de frutas por *Ceratocystis fimbriata* cultivado em casca de café em fermentação em estado sólido. **Process Biochemistry** , v. 35, p. 857-861, 2000.

WELSH, FW, MURRAY, WD, WILLIAMS, RE Produção microbológica e enzimática de aromas e fragrâncias químicas. **Critical Reviews in Biotechnology** , v. 9, n. 2, pág. 105-169, 1989.

Capítulo 4

- 4.1. Tendências Gerais da Alimentação
- 4.2. Tendências para o setor de Biotecnologia, alguns de seus produtos, e Percepção dos Consumidores
 - 4.2.1. Tendências para o setor de biotecnologia
 - 4.2.2. Percepção dos consumidores nos últimos anos e tendências em relação a vinhos, pães e lácteos fermentados
- 4.3. Alimentos sintetizados por biotecnologia: Carne ‘de laboratório’
- 4.4. Referências.

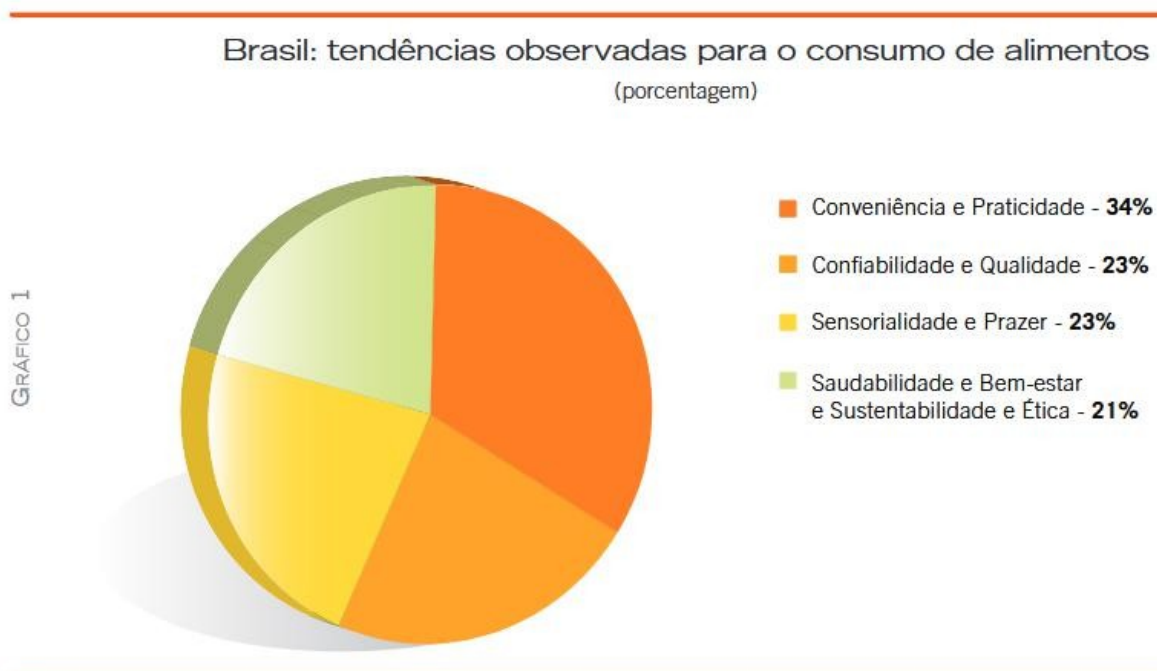


TENDÊNCIAS PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

4.1. Tendências Gerais da Alimentação

Hoje em dia, devido a diversos fatores como inserção da mulher no mercado de trabalho, pouco tempo para refeições, facilidade de acesso à informação, maior preocupação com a saúde, consciência ambiental e social, fez com que os hábitos alimentares da população também se modificassem. Novas tendências apontadas pelo Brasil Food Trends 2020 (2010) hoje em dia já podem ser observadas, são elas:

- Conveniência e praticidade
- Saudabilidade e bem-estar
- Sensorialidade e prazer
- Confiabilidade e qualidade
- Sustentabilidade e ética.



Fonte: Resultados da Pesquisa Fiesp/Ibope

Fonte: Retirado de Brasil Food Trends 2020 (2010).

Para os próximos anos, a tendência de saudabilidade e bem-estar e sustentabilidade e ética ainda estarão bastante em alta, com foco para aumento do valor nutricional em alimentos industrializados (redução de açúcar, sódio e gordura); sustentabilidade na produção de alimentos industrializados (redução da pegada de carbono, eficiência no uso de água, redução de desperdícios); e transparência e responsabilidade social na comunicação com os consumidores (ITAL/ABIA, 2020). Segundo Brasil Food Trends 2020 (2010), o perfil do consumidor de alimentos varia de acordo com cada uma das 5 tendências mencionadas acima:

Tendência	% do mercado	Tipo de alimento que buscam	Estilo de vida	Classe social	Região do país
Conveniência e Praticidade	34%	Congelados e semiprontos, priorizando sabor e variedade	Trabalham em tempo integral e dispõem de pouco tempo para cuidar da casa, dos filhos e da alimentação da família	Divide-se igualmente entre as classes sociais A, B e C	Sudeste
Confiabilidade e Qualidade	23%	Produtos de empresas, marcas, ou tipos aos quais são público fiel	Forte presença de mulheres, donas de casa ou de famílias com crianças menores de 12 anos; com disposição a pagar mais por produtos/ marcas que confiam	Classe C	N.M*
Sensorialidade e Prazer	22%	Guloseimas, produtos saborosos, <i>gourmet</i>	Tem estilo mais impulsivo na hora de comer, adoram comer guloseimas no seu dia a dia mesmo sabendo que estas podem não fazer bem à saúde	N.M	N.M
Saudabilidade e Bem-estar, e Sustentabilidade e Ética	21%	Produtos com selos de qualidade e outras informações sobre a	Priorizam a compra de alimentos industrializados em que fabricante	Classe C	Nordeste

		origem dos alimentos	protege o meio ambiente ou tem projetos sociais, e buscam por alimentos que podem trazer algum benefício à saúde.		
--	--	----------------------	---	--	--

*N.M - Informação não mencionada no trabalho consultado.

Com relação aos fatores que influenciam na hora da compra de acordo com cada uma dessas tendências, a pesquisa mostrou que o produto ser de qualidade, ter menos agrotóxico e conservantes, seriam os fatores mais decisivos no futuro, como mostra abaixo:

Brasil: principais fatores considerados
na decisão de compra de alimentos industrializados
(porcentagem)

TABELA 2	FATORES	BRASIL		"CONVENIÊNCIA E PRATICIDADE"		"SAUDABILIDADE E BEM-ESTAR" E "SUSTENTABILIDADE E ÉTICA"		"CONFIABILIDADE E QUALIDADE"		"SENSORIALIDADE E PRAZER"	
		HOJE	FUTURO	HOJE	FUTURO	HOJE	FUTURO	HOJE	FUTURO	HOJE	FUTURO
	Ter marca que confio ou conheço	59	42	57	44	58	40	66	38	58	45
	Ser gostoso ou saboroso	47	31	56	38	33	20	35	27	60	35
	Ser nutritivo, adicionado de vitaminas	32	33	31	29	38	35	33	38	26	31
	Ser de qualidade	29	35	22	27	35	43	33	39	26	32
	Ser barato	28	23	28	25	26	20	24	19	32	24
	Ter menos agrotóxicos	19	29	15	23	24	34	22	41	14	24
	Ter menos conservantes	23	33	21	26	25	42	24	39	25	30

Fonte: Resultados da Pesquisa Fiesp/Ibope

Fonte: Retirado de Brasil Food Trends 2020 (2010).

4.2. Tendências para o setor de Biotecnologia, alguns de seus produtos, e Percepção dos Consumidores

4.2.1. Tendências para o setor de biotecnologia

Várias empresas que trabalham com biotecnologia vêm ganhando espaço no mercado brasileiro, pois o Brasil, por apresentar destaque no agronegócio, recursos naturais e grande biodiversidade, faz com que a biotecnologia tenha um crescimento significativo, tendo aplicação em várias vertentes, desde o campo, indústrias de alimentos e farmacêutica (BRASIL INGREDIENTS TRENDS 2020, 2014). O quadro

abaixo mostra as vertentes e alvos da biotecnologia no eixo do agronegócio que são tendências para o futuro:

Estrutura da política nacional de biotecnologia para o grande eixo agronegócio.

GRANDE EIXO	VERTENTES	ALVOS
Agronegócio	Alvos estratégicos (grande potencial de mercado no curto e médio prazo)	- Plantas e animais como biorreatores - Substâncias bioativas da biodiversidade - Aproveitamento de subprodutos
	Áreas priorizadas (importantes nas demandas do setor produtivo e da sociedade, com potencial significativo de mercado)	- Fármacos, vacinas, kits e probióticos com base em informações genômicas - Bioprocessos - Introdução de genes em variedades - Biofábricas moleculares de compostos de maior valor agregado - Nanobiotecnologia, em especial liberações controladas e técnicas de encapsulamento e melhoramento de probióticos
	Áreas de fronteira (Inovações tecnológicas de alto valor agregado, com potencial para gerar novos mercados)	- Genômica e pós-genômica - Nanobiotecnologia, em especial liberação controlada - Clonagem e expressão heteróloga em animais - Reprodução animal assistida - Função gênica e elementos regulatórios

Fonte: Decreto Federal nº 6.041, de 8/2/2007.

Fonte: Retirado de retirado do Brasil Ingredients Trends 2020 (2014).

As características dessas empresas biotecnológicas no Brasil como tamanho, localização, área de atuação, etc., estão apresentados no quadro abaixo (BRASIL INGREDIENTS TRENDS 2020, 2014):

Quadro 16.1
Características do setor de biotecnologia no Brasil (empresas).

Localização	78,1% Região Sudeste
Atuação	Saúde humana - 39,7%; saúde animal - 14,3%; agricultura - 9,7%; bioenergia e meio ambiente - 14,8%
Início de funcionamento	63% fundadas depois de 2000, sendo 45% depois de 2005
Tamanho	56% são micro ou pequenas
Atividade	25% exportam e 86% importam
Principais produtos exportados / importados	reagentes e equipamentos
Financiamento	78% fizeram uso de recursos públicos e 14% utilizaram recursos privados
Propriedade intelectual	40% têm patentes ou pedidos de patente

Fonte: Freire et al. (2011).

Fonte: Retirado de retirado do Brasil Ingredients Trends 2020 (2014).

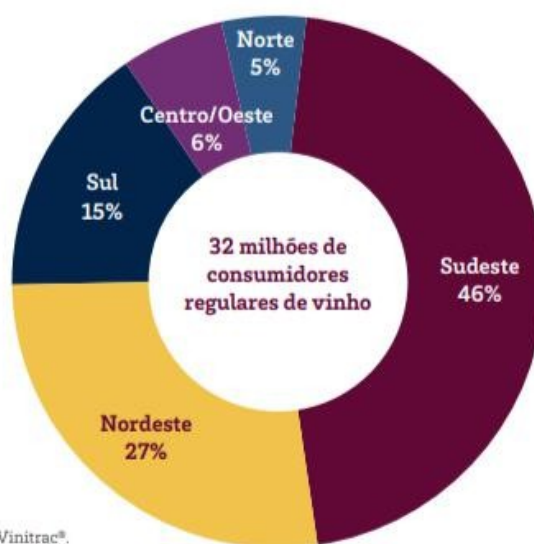
4.2.2. Percepção dos consumidores nos últimos anos e tendências em relação a vinhos, pães e lácteos fermentados

Segundo pesquisa da Wine Intelligence Vinatrac ², os consumidores de vinho no Brasil passaram de 22,4% em 2010 para 29,7% em 2016, e os consumidores de vinho importado de 17,9% em 2010 para 23,8% em 2016.

O consumo de vinhos produzidos nacionalmente foi maior (75%) no mercado brasileiro em relação aos importados, com apenas 25% de taxa de consumo no Brasil. Com relação aos canais de compra hipermercados, supermercados e lojas especializadas em vinhos ou álcool, respectivamente, foram os locais que os brasileiros mais adquiriram vinhos em 2016.

Ainda de acordo com a pesquisa da Wine Intelligence Vinatrac¹, a maior parte dos consumidores regulares de vinho no Brasil estão na região Sudeste, representando 46% dos consumidores, enquanto o Norte apresenta o menor percentual de consumidores, 5%.

Gráfico 1 – Distribuição de consumidores regulares por região do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa Wine Intelligence Vinitrac®.

Fonte: Retirado de *Wine Intelligence Vinatrac*¹. Disponível: <https://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/ivb/1545067974.pdf>.

Em relação aos conhecedores, compradores e percepção da qualidade do vinho brasileiro, dentre os consumidores regulares de vinho, a maioria tem mais de 50 anos; enquanto os que tem maior percepção do preço e elasticidade, estão na faixa etária de 18 a 34 anos.

Tabela 3 – Desempenho do vinho brasileiro

Resultados para o vinho brasileiro	% Entre os consumidores regulares de vinho			Posição entre os principais países de origem
	18-34	35-49	50+	
Conhecedores do vinho brasileiro	75%	82%	87%	1º
Compradores de vinho brasileiro	67%	72%	78%	1º
Percepção de qualidade (qualidade muito alta)	33%	31%	37%	6º
Percepção de preço (média por garrafa)	R\$ 44.87	R\$ 43.68	R\$ 39.93	6º
Elasticidade de preço (% pagaria até R\$ 200 por garrafa)	26%	21%	18%	6º

Fonte: Dados da pesquisa Wine Intelligence Vinitrac®.

Fonte: Retirado de *Wine Intelligence Vinitrac* ¹. Disponível em: <https://www.ibravim.org.br/admin/arquivos/ivb/1545067974.pdf>.

Com relação a percepção de qualidade do país de origem do vinho, somente 33% dos consumidores atribuíram alta qualidade aos vinhos brasileiros, e 41%, considera apenas que seja um produto de qualidade. A maioria dos consumidores (65%) perceberam os vinhos italianos como de maior qualidade, seguido dos vinhos portugueses (62%) e franceses (58%).

Em 2017, o mercado cervejeiro foi responsável por 1,6% do PIB nacional, com faturamento anual de 107 bilhões de reais, e 14,1 bilhões de litros produzidos por ano (CERVBRASIL, 2017).

Com relação a preferência dos consumidores, uma pesquisa realizada pela *Mintel*, apontou que os brasileiros preferem consumir cerveja mais caras em embalagem menor (57%) do que consumir maior quantidade de cerveja com menor custo. Com relação a novos tipos de cerveja, pessoas interessadas em um sabor inovador são 42% dos consumidores, e na faixa etária de 18 a 24 anos esse número é maior (53%) (GUIA DA CERVEJA, 2018).

Nessa mesma pesquisa, em relação a cervejas artesanais, a percepção dos consumidores é de que a qualidade diminui quando uma pequena marca de cerveja artesanal é comprada por uma grande indústria (40% dos consumidores), sendo então importante a grandes empresas de cerveja mostrarem ao público que a qualidade não é prejudicada.

Com relação aos pães industrializados, segundo a ABIMAPI 7,059 bilhões em vendas e o consumo per capita de 2,557 kg/habitante em 2019, números maiores que em 2018 (6,757 e 2,494, respectivamente).

As macro tendências observadas para pães industrializados são (ABIMAPI/ITAL, 2020):

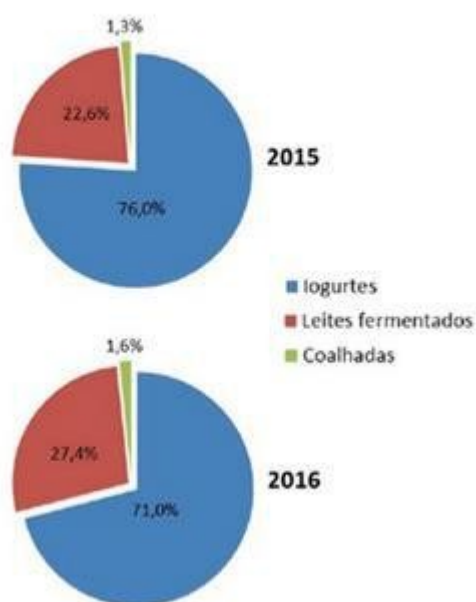
- Controle e Adequação (ex.: zero ou baixo teor: açúcar, gorduras trans e colesterol)
- Nutrição e funcionalidade (ex.: fonte de fibras, com ômega 3, 100% integral)
- Naturalidade e autenticidade (ex.: fermentação natural; sem glúten, lactose e conservantes)
- Premiunização e experiência (ex.: integral artesanal; com castanha e nozes)
- Sustentabilidade e transparência (ex.: orgânicos, sem açúcar).

De acordo com o Brasil Dairy Trends 2020 (2017), o número de produtos lácteos fermentados produzidos, distribuídos e inspecionados em 2016 caiu em relação a 2015, exceto o leite fermentado.

Iogurtes passaram de 76% em 2015 para 71% em 2016; coalhadas de 3,3% para 1,6%; e os leites fermentados passaram de 22,6% para 27,4%.

Figura 1.16

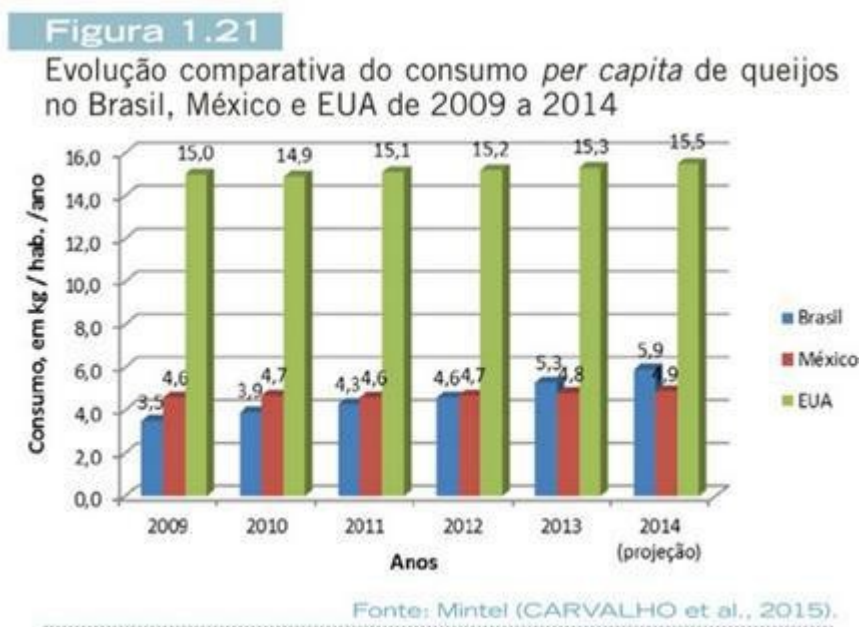
Distribuição da produção inspecionada (SIF) de iogurtes, leites fermentados e coalhadas em 2015 e 2016.



Fonte: MAPA, 2016.

Fonte: Retirado de Brasil Dairy Trends 2020, (2017).

Em comparação ao México e Estados Unidos, o Brasil ainda tem um consumo muito menor *per capita* de queijos que o segundo e parecido com o primeiro, no período de 2009 a 2014. A Figura abaixo (BRASIL DAIRY TRENDS 2020, 2017) mostra essa evolução de consumo de queijos comparando os três países:



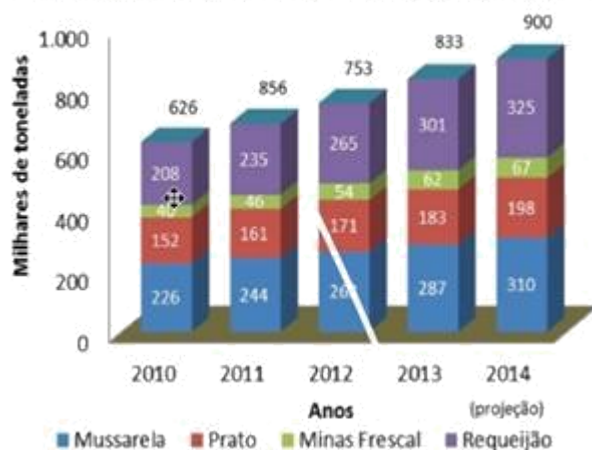
Fonte: Retirado de Brasil Dairy Trends 2020, (2017).

Com relação aos tipos de queijos comercializados como *commodities* no país entre 2010 e 2014, o requeijão se mostrou o principal mercado nesse período.

Alguns dos fatores que podem ter influenciado esse crescimento no mercado de queijos foram o aumento da população, aumento do poder aquisitivo dos mesmos, e a mudança dos hábitos alimentares decorrentes disso; aumentando o consumo de queijos fora do lar e preferências por queijos sofisticados.

Figura 1.22

Evolução da produção inspecionada dos principais queijos comercializados como *commodities* no País de 2010 a 2014.



Fonte: ABIQ (PITHAN-SILVA et al., 2016).

Fonte: Retirado de Brasil Dairy Trends 2020, (2017).

As principais tendências para o setor de produtos lácteos no geral, incluindo os fermentados, na perspectiva do Brasil Dairy Trends 2020 (2017) são:

- Enriquecimento da dieta
- Praticidade de nutrição
- Saúde digestória
- Bem-estar
- Funcionalidade para a saúde
- Saúde preventiva
- Redução do consumo de sódio, gorduras e açúcar
- Rejeição da lactose
- Diferenciação
- Volta às origens
- Personalização
- Experimentação
- Sustentabilidade
- Naturalidade.

O quadro abaixo relaciona essas tendências à suas respectivas macrotendências e as plataformas de inovação dos produtos:

O mercado em transformação molda as tendências no setor de produtos lácteos		As tendências geram oportunidades e desafios que orientam a inovação nas empresas
Macrotenências	Tendências destacadas	Plataformas de inovação em produtos
DENSIDADE NUTRICIONAL E CONVENIÊNCIA	Enriquecimento de dieta Busca de nutrientes naturalmente presentes em produtos lácteos, visando melhora da dieta.	Produtos lácteos de elevada densidade nutricional (proteínas, cálcio, vitaminas etc.); Produtos lácteos fortificados e enriquecidos; Fortificação de produtos com ingredientes lácteos.
	Praticidade de nutrição Busca de alternativas práticas para melhora da nutrição.	Snacks de produtos lácteos; snacks com produtos lácteos; produtos <i>on-the-go</i> ; produtos para <i>breakfast</i> ; refeições líquidas, <i>shakes</i> etc.
DIGESTIBILIDADE E BEM-ESTAR	Saúde digestória Busca de produtos funcionais para a saúde digestória.	Produtos lácteos funcionais para a saúde digestória.
	Bem-estar Interesse por produtos para melhora do equilíbrio e sensação de bem-estar.	Produtos lácteos funcionais para a saúde digestória.
FUNCIONALIDADE E PREVENÇÃO	Funcionalidade para saúde Interesse por alimentos e bebidas com ingredientes funcionais para melhora ou controle de condições de saúde.	Produtos lácteos e produtos com ingredientes lácteos para melhora da imunidade, combate ao <i>stress</i> , melhora do sono, recuperação muscular, saúde dos ossos, controle do peso etc.
	Saúde preventiva Interesse por alimentos e bebidas com ingredientes associados à prevenção de doenças crônicas e degenerativas.	Produtos lácteos e produtos com ingredientes lácteos para prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes etc.
CONTROLE E ADEQUAÇÃO	Redução do consumo de sódio Desejo de reduzir o consumo de sódio para controle de pressão arterial, prevenção de doenças cardiovasculares.	Produtos com redução e/ou substituição de sódio; Produtos <i>Low</i> , <i>No</i> , <i>Reduced</i> , com baixos teores.
	Redução do consumo de gorduras Desejo de reduzir o consumo de gorduras para controle do peso, controle de colesterol, prevenção de doenças relacionadas.	Produtos com redução e/ou substituição de gorduras; Produtos zero gorduras/calorias, zero colesterol, baixo teor de gorduras/calorias; Produtos <i>Diet</i> , <i>Light</i> .
	Redução do consumo de açúcar Desejo de reduzir o consumo de açúcar para controle do peso, prevenção de doenças relacionadas.	Produtos com redução e/ou substituição de açúcares; Produtos <i>Low Sugar</i> , <i>Diet</i> , <i>Light</i> , zero, sem adição de açúcar; Produtos com teor reduzido de açúcar/calorias.
	Rejeição de lactose Desejo de evitar a ingestão de lactose devido à intolerância, preconceito ou orientação de terceiros.	Produtos zero lactose, com teor reduzido de lactose.
PREMIUMIZAÇÃO E SENSORIALIDADE	Diferenciação Consumo de produtos diferenciados, sofisticado e de maior valor agregado.	Produtos <i>premium</i> , <i>gourmet</i> ; Produtos frescos; Produtos lácteos não bovinos.
	Volta às origens Valorização dos produtos artesanais e locais.	Produtos artesanais; produtos de fabricação local e regional; produtos elaborados com métodos/receitas tradicionais.
	Personalização Busca de produtos personalizados.	Produtos de maior valor agregado para públicos específicos.
	Experimentação Consumo de produtos que proporcionem experiências sensoriais sofisticadas e inovadoras, escape do cotidiano, exotismo.	Produtos com novos sabores e texturas; Produtos que proporcionem novas experiências.
SUSTENTABILIDADE E NATURALIDADE	Sustentabilidade Valorização de modos agroecológicos de produção dos alimentos; desejo de transparência das empresas quanto ao modo de produção, ética e responsabilidade social; preocupação com meio ambiente; valorização do consumo consciente.	Produtos orgânicos; Produtos <i>fair trade</i> ; Produtos com certificações relacionadas à sustentabilidade; Produtos regionais e locais; produtos <i>free range</i> ; produtos à base de leite de animais alimentados à pasto.
	Naturalidade Valorização da autenticidade, frescor e pureza de alimentos e bebidas; restrição a ingredientes considerados artificiais; restrição à presença de substâncias indesejadas nos alimentos.	Produtos naturais ingredientes considerados artificiais; produtos <i>clean label</i> , elaborados com poucos ingredientes; produtos elaborados com ingredientes puros, autênticos; Produtos orgânicos; Produtos livres de OGM.

Fonte: Retirado de Brasil Dairy Trends 2020, (2017).

4.3. Alimentos sintetizados por biotecnologia: Carne de laboratório

Necessidade:

A carne representa uma boa parte da dieta das pessoas, porém a cadeia produtiva da carne está associada a problemas ambientais como desmatamento, formação de zonas mortas no oceano, a poluição do ar e da água e a emissão de gases de efeito estufa.

Além de estar relacionada a problemas de saúde pública como resistência aos antibióticos, epidemias de doenças zoonóticas, bem como o risco de transmissão de doenças devido à contaminação fecal do alimento durante o abate e processamento da carne (FERREIRA & SANTOS, 2019).

Um outro fator, é a crescente preocupação da população em relação ao bem-estar animal, devido ao fato de se abater tantos animais no mundo para servir de alimento (SALOMÃO, 2018); e apesar de ter uma percepção controversa entre os consumidores, Vital et al. (2017) obtiveram boa aceitação da carne de laboratório em sua pesquisa.

Modo de obtenção:

1. Coleta-se células troncos musculares por meio de uma biópsia
2. As células são colocadas num meio de cultura para o processo fermentativo
3. Para escala industrial recomendam-se biorreatores
4. As células se aglutinam formando um pequeno filamento muscular
5. A combinação desses filamentos forma o tecido muscular.



FONTE MOSA MEAT

Fonte: Imagem Retirada de Revista Pesquisa FAPESP

<https://revistapesquisa.fapesp.br/bife-de-laboratorio-2/>

No processo de fermentação são usados os *Beads*, onde as células satélites se aderem para poderem crescer, e o *Scaffold*, que direciona o desenvolvimento do tecido para formar diversos tipos celulares (células satélites, adipócitos, fibroblastos) (FERREIRA & SANTOS, 2019).

Os *beads* são micropartículas esféricas que podem ser de quitosana, colágeno ou alginato, sendo o alginato o mais preferido por ser um polímero natural, comestível, livre de derivados animais e de baixo custo; o outro são os *scaffolds*, biomaterial que mimetiza a estrutura da matriz extracelular de tecidos animais, que tem o papel de evitar a morte celular durante o desenvolvimento do tecido estruturado, conduzindo à formação de uma espécie de vaso sanguíneo para permitir a circulação de nutrientes e oxigênio (FERREIRA & SANTOS, 2019).

Vantagens:

- Menos animais abatidos para gerar carne a um número maior de consumidores:

Segundo o pesquisador holandês Mark Post, uma pequena amostra do tecido muscular da vaca (retirada por biópsia), pode produzir 800 milhões de fios de tecido muscular, o que equivale a 9 quilos de carne (FERREIRA & SANTOS, 2019).

- Redução dos gases causadores do efeito estufa:

O estudo do Observatório do Clima, em 2016, apontou o setor agropecuário como responsável por 69% das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (CHAVES, 2019).

- Redução de impactos ambientais:

Desmatamento, formação de zonas mortas no oceano, a poluição do ar e da água e a emissão de gases estão relacionados a produção de carne (FERREIRA & SANTOS, 2019).

Desvantagens:

- Alto custo do produto
- Meio de cultura:

O meio de cultura para ser denominado como “carne limpa” deve ser livre de produtos de origem animal, ter uma composição definida, conter as moléculas sinalizadoras e ser economicamente viável em larga escala (FERREIRA & SANTOS, 2019).

- Baixa aceitação por veganos e pecuaristas:

Por ainda sim usar produto de origem animal, (mesmo sendo uma extração de células por biópsia), os veganos não aceitam esse tipo de carne; e a indústria de proteínas animais é oposta ao emprego da palavra “carne” temendo a concorrência (CHAVES, 2019).

- Biorreator:

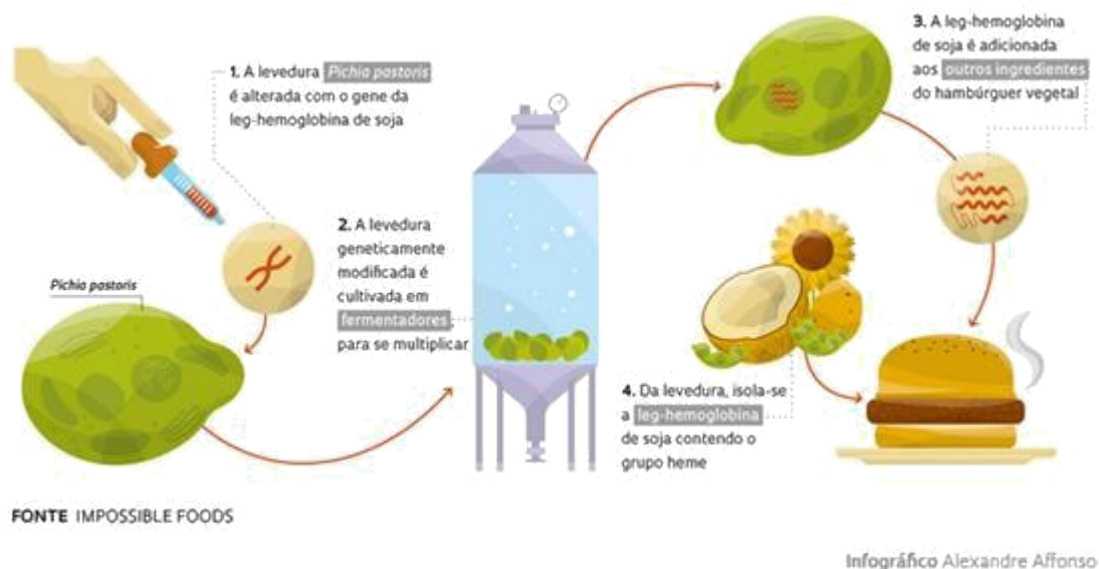
O processo pode exigir mais de um biorreator: um para a proliferação e outro para a diferenciação celular (FERREIRA & SANTOS, 2019).

- Necessidade de energia de fontes renováveis para o processo de produção:

Dependendo da fonte de energia usada no processo produtivo da carne de laboratório, a quantidade de metano poupada quando se troca a produção convencional de carne pela produção de carne em laboratório, pode ser superada a longo prazo pelas emissões de CO₂ que resultam desse bioprocessos; fazendo-se assim necessário o uso de fontes renováveis de energia no processo (ELER, 2019).

Hemoglobina por biotecnologia:

Um outro uso da biotecnologia na produção de carnes foi feito pela startup americana '*Impossible Foods*', que obtiveram uma proteína similar à hemoglobina produzida por engenharia genética. Os pesquisadores da empresa usam o grupo heme, componente da hemoglobina que confere a cor vermelha de carne crua e o cheiro característico exalado durante o cozimento. Obtiveram através de extração de raízes da soja, e modificaram, por engenharia genética, a levedura *Pichia pastoris* para que produzisse leg-hemoglobina de soja, adicionando-a em seu produto, conferindo cor e aroma característicos da carne vermelha a hambúrgueres vegetais (CHAVES, 2019):



Fonte: Imagem Retirada de Revista Pesquisa FAPESP
<https://revistapesquisa.fapesp.br/bife-de-laboratorio-2/>

4.4. Referências

ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados. Disponíveis em: <https://abimapi.com.br/estatisticas-paes-e-bolos.php>. Acesso: out./2020.

ABIMAPI/ITAL. Pães Industrializados: nutrição e praticidade com segurança e sustentabilidade / editores, Raul Amaral rego, Airton Vialta, Lui Fernando Ceribelli Madi – 1. Ed. – São Paulo: Abimapi/Ital, 2020.

Brasil Dairy Trends 2020 [recurso eletrônico]. Editores Zacarchenco, Patrícia Blumer; Van Dender, Ariene Gimenes Fernandes; Rego, Raul Amaral. 1. ed. Campinas: ITAL, 2017. 343 p.

Brasil ingredients trends 2020 [recurso eletrônico]. Editores, Airton Vialta, Raul, Amaral Rego. 1. ed. Campinas: ITAL, 2014. 389 p.

CervBrasil. Dados do setor cervejeiro nacional. 2017. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/. Acesso: Out/2020.

CHAVES, L.R. Bife de laboratório, avançam as pesquisas em busca de uma carne feita de células animais ou de plantas com as características sensoriais do produto de origem bovina. **Revista Pesquisa FAPESP**, Julho 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/bife-de-laboratorio-2/>. Acesso em: Dez. 2020.

ELER, Guilherme. Carne produzida em laboratório não é panaceia contra mudanças climáticas. **Revista Superinteressante**, 19 fevereiro 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/carne-produzida-em-laboratorio-nao-e-panaceia-contramudancas-climaticas/>. Acesso em: Dez. 2020.

FERREIRA, R.V.; SANTOS, A.A. Carne de laboratório a mesa. **Revista Ciência Hoje**, 15 outubro 2019. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/carne-de-laboratorio-a-mesa/>. Acesso em: Dez. 2020.

Guia da Cerveja. Estudo sobre cerveja revela que brasileiro prefere qualidade à quantidade. 13 nov. 2018. Disponível em: <https://guiadacervejabr.com/mintel-estudo-mercado-qualidade/>. Acesso: out/ 2020.

ITAL/ABIA. Indústria de alimentos 2030. Ações transformadoras em valor nutricional de produtos, sustentabilidade da produção e transparência na comunicação com a sociedade / editores, Raul Amaral rego, Airton Vialta, Lui Fernando Ceribelli Madi – 1. Ed. – São Paulo: Ital/Abia, 2020.

SALOMÃO, Raphael. Carne de laboratório chega ao mercado em 2021. **Revista Globo Rural**, 8 maio 2018. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2018/05/carne-de-laboratorio-chega-ao-mercado-em-2021.html>. Acesso em: Dez. 2020.

VITAL, A. P. et al. Produção de carne in vitro: nova realidade da sociedade moderna. **Pubvet**, v. 11 No. 09 p. 840-946, 2017.

¹ Wine Intelligence Vintrac. Consumidores Brasileiros de Vinho. Disponível em: <https://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/ivb/1545067974.pdf>. Acesso em: out/2020.

¹ Wine Intelligence Vintrac. Panorama do mercado de vinho no Brasil. Disponível em: <https://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/ivb/1540585243.pdf>. Acesso em: out/2020.

