



# REVISTA

## SEMANA TECNOLÓGICA

V.5, N.2 (2022) ISSN 2526-2173



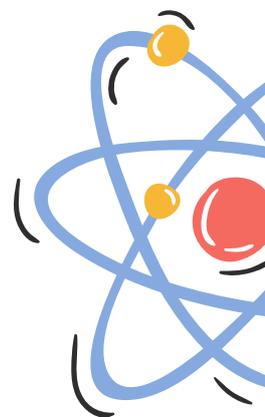
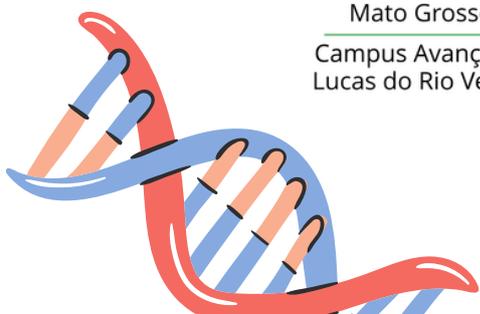
**5<sup>a</sup>** Semana  
Tecnológica

Bioinsumos: contribuições biotecnológicas para a agroindústria



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Mato Grosso

Campus Avançado  
Lucas do Rio Verde



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso – IFMT**  
Criado pela Lei nº. 11.892, de 29/12/2008, publicada no D.O.U em 30/12/2008  
Prof. Dr. Júlio César dos Santos - Reitor  
*Campus Avançado Lucas do Rio Verde – MT*  
Prof. Dr. João Vicente Neto - Diretor Geral

# REVISTA SEMANA TECNOLÓGICA

**V. 5, n. 2 (2022)    ISSN 2526-2173**

**Edição: V Semana Tecnológica**

## **Corpo Editorial**

Prof. Dr. André Luiz Santos de Jesus (Coordenador da Edição)  
Prof. Dr. Wesley Fonseca Vaz  
Profa. Dra. Viviane da Silva Santos

## **COMITÊ CIENTÍFICO:**

Prof. Dr. André Luiz Santos de Jesus  
Prof. Dr. Wesley Fonseca Vaz  
Profa. Dra. Viviane da Silva Santos

## **Organizado pelos Cursos:**

Bacharelado em Biotecnologia – IFMT *Campus* Lucas do Rio Verde  
Técnico Integrado em Biotecnologia – IFMT *Campus* Lucas do Rio Verde

## Editorial

A Semana Tecnológica do IFMT *Campus Avançado* Lucas do Rio Verde traz mais uma vez para a comunidade as inúmeras aplicações da Biotecnologia nos mais variados campos de atuação. É fácil visualizar a biotecnologia, por exemplo, na indústria de alimentos quando produzimos cervejas, vinhos, entre outros; na indústria de combustíveis, produzindo bioetanol e biodiesel; ou até mesmo na área da saúde, como na produção de medicamentos e vacinas. Mas você sabia que podemos aplicar a biotecnologia na indústria agrícola ou na Agroindústria? Esse segmento tem investido cada vez mais em processos e tecnologias de alta qualidade com o objetivo de obter cultivos mais produtivos, com produtos de melhor qualidade e com menor custo de produção. Nesse sentido, a V Semana Tecnológica traz como tema Bioinsumos: contribuições biotecnológicas para a agroindústria.

Nesta edição da Revista Semana Tecnológica, apresentamos trabalhos relacionados à aplicação da biotecnologia na produção agrícola, em bioprocessos industriais e na análise e processamento de alimentos.

Todos os resumos aqui publicados são de inteira responsabilidade de seus respectivos autores, tendo sido desenvolvidos por docentes e discentes do curso de biotecnologia do IFMT *Campus Avançado* Lucas do Rio Verde.

Boa leitura!

Prof. Dr. André Luiz Santos de Jesus

Coordenador da VI edição da Revista Semana Tecnológica

## Sumário

<b>DESENVOLVIMENTO DE BIOPLÁSTICO COMESTÍVEL A PARTIR DE POLISSACARÍDEOS DE COGUMELOS.....</b>	<b>5</b>
<b>MELHORAMENTO GENÉTICO EM <i>Theobroma cacao</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO CAFÉ.....</b>	<b>11</b>
<b>ENZIMAS DE IMPORTÂNCIA NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA.....</b>	<b>15</b>
<b>ELABORAÇÃO, ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE IOGURTE COM GELEIA DE BACUPARI.....</b>	<b>20</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS.....</b>	<b>25</b>

## DESENVOLVIMENTO DE BIOPLÁSTICO COMESTÍVEL A PARTIR DE POLISSACARÍDEOS DE COGUMELOS

Carlos Henrique Oliveira RODRIGUES<sup>1</sup>; Fernanda Karine do Carmo FÉLIX<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus Avançado Lucas do Rio Verde*, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: fernanda.felix@ifmt.edu.br

Os impactos ambientais associados às atividades industriais e ao aumento da demanda por plásticos têm sido base para discussões a respeito de alternativas que aliem o desenvolvimento econômico e tecnológico com práticas sustentáveis e menos agressivas ao meio ambiente. Nesta perspectiva, o objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de um biofilme à base de polissacarídeos de *Pleurotus* sp. Os macrofungos foram cultivados em frascos Erlenmeyer de 250 mL, contendo 65 mL de meio BDY (27 g/L de meio batata dextrose, 5 g/L de extrato de levedura). Os frascos foram incubados por 15 dias em agitador mecânico a 25°C e 120 rpm. Posteriormente, os micélios foram separados do meio líquido através de filtração vertical utilizando papel filtro. A biomassa filtrada foi submetida ao protocolo de extração do complexo quitina- $\beta$ -glucana, onde ocorreu a ressuspensão dos micélios em solução de NaOH 1M durante 3h a 65°C, seguido do resfriamento para 25°C e neutralização com solução de HCl 1M. Os biofilmes foram produzidos pela técnica de *casting* em placas de Petri, com o auxílio de agitação e aquecimento para a solubilização dos polissacarídeos e da solução formadora de filme (1% de glicerol). Em seguida, as placas foram dispostas em estufa por 12h para secagem. Após removidos, os biofilmes apresentaram coloração translúcida, espessura fina, flexibilidade e resistência à água. Posteriormente será verificada a atividade antimicrobiana do biofilme formado, visto que embalagens ativas podem ser uma resposta aos surtos microbianos de origem alimentar e à demanda do consumidor por alimentos de qualidade.

**Palavras-chave:** biofilme, embalagem, glucana, macrofungo

## MELHORAMENTO GENÉTICO EM *Theobroma cacao*

Al-inglity Rafaela JOSÉ<sup>1</sup>; Guilherme Garcia GREGÓRIO<sup>1</sup>; Jessica da SILVA<sup>1</sup>; Camila Fernanda de Oliveira JUNKES<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus Avançado Lucas do Rio Verde*, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: camila.junkes@ifmt.edu.br

**Resumo:** A indústria alimentícia voltada a doces, principalmente com ingredientes provenientes do cacau tem crescido cada vez mais expressivamente ao longo dos anos após a sua introdução. Com o aumento do consumo do chocolate, foi necessária cada vez mais a necessidade do cultivo dessa planta, ou seja, plantas que sejam saudáveis, resistentes a pragas e garantam a eficiência do produto após processamento. O objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o melhoramento genético feito no cacauero, utilizando das plataformas Google Acadêmico, Scielo e PubMed. Concluiu-se que a indústria é obcecada pelo fruto do cacau, e que manter a sua saúde e alta produtividade são os principais motivos dos programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** biotecnologia, cacauero, resistência, produtividade

### 1 Introdução

O cacauero (*Theobroma cacao* L.) caracteriza-se como uma espécie oriunda das florestas úmidas e quentes do México, América Central, bacias hidrográficas do rio Amazonas e principalmente nas regiões tropicais. No Brasil, inicialmente, foram inseridas diversas culturas do fruto na região sul da Bahia e norte do Espírito Santo, as quais apresentaram condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Além disso, o país se encontra em 5º lugar no ranking como melhor produtor de cacau, com 90% de exportação (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2019).

A sua relevância econômica não se restringe apenas à produção de frutos, porém principalmente a extração da matéria prima de interesse, visando a fabricação de chocolates, e diversos produtos comercializados. O cacau apresenta uma estrutura química singular, em decorrência da presença de metilxantinas teobromina, em maior quantidade, e cafeína. O chocolate, muitas vezes é consumido por apresentar uma propriedade que ocasiona efeitos psicoativos no indivíduo, isso se deve à existência de teobromina em sua composição, tida como principal ação fisiológica da cafeína (MEDEIROS; LANNES, 2009).

Segundo Neto (2008), as principais transformações no cacauzeiro se deram a partir da década de 1930, na qual foram realizados estudos sobre a propagação vegetativa e a frutificação da espécie. Ainda segundo o autor, no Brasil os principais estudos de melhoramento genético do cacauzeiro tiveram como objetivo principal, tornar a espécie resistente a doença podridão parda e melhorar o rendimento industrial, com a produção de sementes grandes.

Os maiores objetivos de grande parte dos programas de melhoramento em cacau são: produtividade, qualidade de sementes e controle de pragas e doenças. Mais recentemente, a ênfase tem sido desviada para arquitetura da planta, compatibilidade gamética e nanismo.

## **2 Procedimentos Metodológicos**

Este artigo é um estudo de revisão bibliográfica sobre o melhoramento genético em *Theobroma cacao*. Os dados apresentados foram retirados das plataformas PubMed, *Web of Science*, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico com buscas tanto em português quanto em inglês. A palavra-chave utilizada foi *Theobroma cacao*. Para selecionar os artigos, estabeleceu-se que deveriam apresentar informações sobre o melhoramento genético na espécie vegetal de escolha. Foram utilizados artigos, monografias e dissertações entre o ano de 1990 e 2022.

## **3 Resultados e Discussão**

Produtividade é um fator que está sempre presente no melhoramento, já que resulta em mais financiamento do produtor para a pesquisa. A produção de sementes por vagem varia consideravelmente dentro do mesmo cacauzeiro e entre diferentes árvores, e seus componentes devem ser devidamente avaliados, pois são tratados como caracteres poligênicos e, conseqüentemente, altamente influenciados por fatores ambientais (SOUZA JÚNIOR, 2018).

O número de óvulos no ovário da flor pode determinar o número potencial de sementes, que é um caráter bastante uniforme. O índice de vagens (número de frutos necessários para produzir um quilo de grãos de cacau secos) também é utilizado como critério de seleção, visando selecionar variedades produtivas que facilitem o processo de colheita. Quanto maior o índice de vagens, menores são as vagens, o número de sementes ou o tamanho da semente. Variedades que

produzem mais de 1,5 kg de grãos secos por planta são geralmente consideradas como um bom material de plantio. A produtividade também está relacionada a outras características, como tamanho de planta, compatibilidade gamética, sincronismo de floração, resistência a pragas, manejo de plantas e densidade de plantio (MONTEIRO; LOPES; CLEMENT, 2009).

Qualidade da semente é outra característica importante a ser investigada em qualquer programa de melhoramento de cacau. Muitos caracteres, como a natureza físico-quantitativa (tamanho da semente, casca da semente, teor de gordura) ou bioquímico-qualitativa (qualidade e dureza da manteiga) estão relacionados com a qualidade da semente de cacau. Variedades de cacau com grande índice de sementes são altamente desejáveis. Normalmente os cacauicultores procuram selecionar genótipos com índice de sementes superior a 1 g.

A casca é uma característica indesejável da semente e quase não apresenta valor econômico. Sementes com quantidade reduzida de casca são preferidas pelas indústrias cacauceiras, pois o maior valor na semente está no cotilédone. Como a manteiga de cacau é o componente mais valioso, é de extrema importância a criação de variedades melhoradas com alto teor de gordura de boa qualidade. A manteiga de cacau é composta por diversos ácidos graxos e a dureza da gordura está relacionada à composição e proporção desses ácidos. Assim, as variedades de cacau com maior dureza de gordura também são preferidas pelas indústrias de chocolate (TUCCI, 1997).

A seleção para o nanismo também é muito importante. Plantas de cacau com característica anã permitem um manejo mais fácil da planta, colheita e o desenho de sistemas de produção em que a terra pode ser utilizada de forma mais adequada. Com esses materiais, o estabelecimento de plantios pode ser planejado com maior densidade. Além disso, plantas anãs também podem ser exploradas como porta-enxertos, pois esse status genético influencia no crescimento dos clones (MONTEIRO; LOPES; CLEMENT, 2009). Os melhoristas de cacau têm interesse em desenvolver variedades de plantio com boa arquitetura que facilitem o manejo e as atividades de colheita. Essas variedades podem ser utilizadas em diferentes densidades de plantio e permitem a produção de cacau a baixo custo. O ângulo de abertura dos ramos ao nível do jorquete pode definir a altura final da planta. Plantas com baixo vigor podem exigir menos poda (MONTEIRO; LOPES; CLEMENT, 2009).

O controle químico de pragas e doenças é caro e pode representar um risco ambiental. O desenvolvimento de variedades resistentes é economicamente desejável, favorável ao meio ambiente e para aumentar a eficácia de outras práticas de controle menos agressivas. A maioria dos programas se esforça muito no melhoramento para resistência a doenças, pois em algumas regiões as perdas devido a doenças podem chegar a 100%. A broca da vagem do cacau (CPB) é um exemplo de uma séria praga de insetos na Malásia e na Indonésia. O desenvolvimento de variedades com características físicas de vagens desejáveis pode reduzir as perdas de vagens pelo CPB (MONTEIRO; LOPES; CLEMENT, 2009).

O período de avaliação fenotípica do melhoramento convencional do cacauero faz com que o lançamento de novas cultivares potenciais seja mais retardado, especialmente quando se avaliado a produção em larga escala. Nesse quesito a biotecnologia é uma ferramenta essencial para garantir o atendimento do mercado e das emergências de pragas que possam vir a ocorrer. Entre as técnicas estão a genômica (utilização de marcadores moleculares), embriogênese in vitro e transformação genética que reduziram e muito o desenvolvimento de novas variedades (WICKRAMASURIYA, 2018).

#### **4 Conclusão**

Conclui-se que o cacauero tem sido alvo de vários estudos para inúmeras soluções a fim de se obter o aumento da produtividade e uma maior sanitariedade das plantas. E tendo em vista a alta rentabilidade do setor alimentício com o cacau, e o avanço nos conhecimentos biotecnológicos e químicos, o cacauero tende a estar cada vez mais presente em programas de melhoramento genético.

#### **Referências**

FRANCISCO NETO, Elpídio. **Parâmetros genéticos e seleção genotípica de cacauero na Amazônia brasileira**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Área de Concentração Genética, Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

MEDEIROS, Magda Leite; LANNES, Suzana Caetano da Silva. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 247-253, abr. 2009.

MENDONÇA, T. A. Prospecção Tecnológica sobre a Utilização de Cacau Fino. **Revista Virtual de Química**, V. 8, p. 1094-1103. 7 ago. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, 2001.

MONTEIRO, Wilson Reis; LOPES, Uilson Vanderlei; CLEMENT, Didier. Genetic Improvement in Cocoa. **Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 589-626, nov. 2009. Springer New York. [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7\\_16](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7_16).

SILVA, M. B.; RAMOS, A. R.; VENTURIERI, G. A. Indução de calos em espécies amazônicas do gênero Theobroma. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 257-265, mar./abr., 2006.

SOUZA JÚNIOR, José Olímpio de. **Cacau: cultivo, pesquisa e inovação** / José Olímpio de Souza Júnior (org.). – Ilhéus, BA: Editus, 2018. 558 p.: il.

TUCCI, Maria Luiza Sant'Anna. **Seleção de genótipos para produção de manteiga de cacau no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil**. 1997. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas., Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-20210919-111532/pt-br.php>. Acesso em: 03 jul. 2022.

WICKRAMASURIYA, Anushka M.; DUNWELL, Jim M.. **Cacao biotechnology: current status and future prospects**. *Plant Biotechnology Journal*, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 4-17, 19 nov. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/pbi.12848>.

## BIOTECNOLOGIA NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO CAFÉ

Camila Fernanda de Oliveira JUNKES<sup>1\*</sup>; Andressa TOMIOZZO<sup>1</sup>; Camila Paranhos BACH<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus Avançado Lucas do Rio Verde*, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: camila.junkes@ifmt.edu.br

**Resumo:** O café é a cultivar de maior valor agregado do mundo e o Brasil, além de ter relações históricas, é o seu maior exportador mundial. O cafeeiro é ameaçado por diversos fatores ambientais e microbiológicos, para tentar controlar estes fatores o melhoramento genético pode ser utilizado empregando técnicas biotecnológicas como cultura de tecidos ou transformação genética, nesta revisão bibliográfica, as principais técnicas são discutidas.

**Palavras-chave:** *Coffea* spp., tissue culture, genetic engineering

### 1 Introdução

*Coffea* spp. são plantas tropicais utilizadas para a fabricação de bebidas a partir de sementes torradas e moídas, este gênero engloba cerca de 100 espécies, sendo *C. arabica* e *C. canephora* as mais importantes economicamente. Sua importância é tanta, que o cafeeiro é a planta agrícola comercial mais importante do mundo e a segunda *commodity* internacional mais valiosa depois do petróleo. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, seguido pelo Vietnã e pela Colômbia. Em 2021, a colheita no Brasil chegou a 47.716 mil sacas e em 2022 a estimativa é de 53,43 milhões de sacas (VALENCIA-LOZANO et al., 2021; CONAB, 2021; CONAB 2022).

O café é ameaçado por doenças (ferrugem do café), pragas (*Hypothenemus hampei* ou broca do café e nematóides) e suscetibilidade às mudanças climáticas (seca e toxicidade ao alumínio). Para auxiliar no combate às pragas e doenças o controle químico e alguns agentes de controle biológico, podem ser utilizados, porém podem ter ação apenas na superfície do fruto e geralmente atuam somente no estágio adulto do organismo, assim, torna-se interessante que a cultura do cafeeiro possua uma linha de combate contra estes organismos (VALENCIA-LOZANO et al., 2021; VALENCIA-LOZANO et al., 2019).

Apesar de as técnicas convencionais de melhoramento apresentarem resultados promissores na cultura do café, elas ainda demandam de 7 a 8 ciclos de

autofecundação para estabilizar o genótipo pela fixação de genes em homozigose, é um processo demorado e trabalhoso e a eficiência muitas vezes é muito baixa (MORAIS & MELO, 2011). A biotecnologia vegetal por meio de técnicas de culturas de tecidos ou transgenia pode auxiliar e acelerar esse processo, assim, o objetivo deste trabalho é reunir as principais obras sobre estes tópicos aplicados ao café.

## 2 Material e Métodos

Este artigo é um estudo de revisão bibliográfica sobre as técnicas biotecnológicas de melhoramento vegetal aplicada ao cultivo do café. Os dados apresentados foram retirados das plataformas PubMed, *Web of Science*, *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico com buscas tanto em português quanto em inglês. As palavras chaves foram: café, *coffee*, melhoramento genético, *breeding*, *genetic improvement*, biotecnologia, *biotechnology*, transgênicos, *transgenic*, cultura de tecidos e *tissue culture*.

Para selecionar os artigos, estabeleceu-se que deveriam apresentar informações sobre as principais técnicas utilizadas para o melhoramento genético do café, publicados nos últimos 11 anos.

## 3 Resultados e Discussão

A cultura de tecidos tem aplicações importantes na propagação de cafeeiros que podem ser propagadas por embriogênese somática e microcortes. A primeira técnica se baseia na reconstrução de uma planta a partir de uma célula somática, assim, uma célula somática se transforma em uma célula-tronco embrionária totipotente capaz de se diferenciar em um embrião com o potencial para se tornar uma nova planta. Diversos tecidos têm sido utilizados, tais como segmentos de ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, tegumentos do óvulo, tecidos somáticos de anteras e do perisperma e tecidos foliares, os mais utilizados pela praticidade (MORAIS & MELO, 2011).

O melhoramento genético pode ser aplicado na etapa em que o calo (células não especializadas e totipotentes) é formado, pois estas serão as células que irão originar toda a planta. Este calo é submetido a agentes mutagênicos químicos ou físicos (como luz UV e raio X) que irão induzir mutações aleatórias ao longo do DNA da planta utilizada. Após a exposição, as plantas sofrem estímulos para desenvolver parte aérea e raiz, após o processo *in vitro* elas são aclimatadas em casas de

vegetação e o fenótipo é observado. Caso a mutação forneça características positivas, seu genótipo pode ser estudado e o indivíduo mutado pode ser micropropagado (MORAIS & MELO, 2011; CAMPOS, 2017).

O melhoramento também pode ocorrer através da transformação genética, os primeiros protocolos utilizados baseavam-se na integração e expressão de genes em protoplastos, mas devido a sua baixa eficiência, tentativas utilizando a *Agrobacterium* como vetor surgiram (SPIRAL et al., 1993) e a partir deste estudo, um leque se abriu e diversos trabalhos foram publicados utilizando esta técnica. Outra técnica bem aceita é a biobalística, no qual genes de interesse e os genes marcadores são acoplados a bolas de ouro ou tungstênio que são introduzidos em tecidos vegetais através de uma forte pressão, o tecido vegetal é literalmente bombardeado (MORAIS & MELO).

A transformação genética do café recebeu muita atenção no passado e está crescendo com a tecnologia CRISPR, mas estudos e protocolos ainda precisam ser refinados. Valencia-Lozano e outros colaboradores em 2019 publicaram um protocolo que melhora a eficiência da transformação genética de plantas de *C. arabica* por meio da manipulação da resposta osmótica dos genes envolvidos na maturação de embriões somáticos, eles conseguiram expressar a proteína Cry10Aa com potencial para controlar a doença broca de café. Outras técnicas biotecnológicas que podem auxiliar no processo do melhoramento é o sequenciamento de material genético (mapeamento genético) e marcadores moleculares de DNA (MORAIS & MELO).

Outro trabalho interessante foi o desenvolvido pelas pesquisadoras Mirian Perez Maluf, da Embrapa Café e Maria Bernadete Silvarolla, do Instituto Agrônomo (IAC). Elas e outros colaboradores estudaram a biossíntese de cafeína examinando a expressão de genes envolvidos na via biossintética em frutos de café contendo níveis normais ou baixos dessa substância.

Isso revelou que os frutos com baixo teor de cafeína apresentaram uma menor expressão dos genes da teobromina sintase, da cafeína sintase e continham um transcrito extra do gene da cafeína sintase. Ou seja, a falta de cafeína é uma combinação de regulação transcricional e a presença de mutações na sequência de aminoácidos da cafeína sintase, assim, um café com teor de cafeína reduzido pode ser modificado e produzido (MALUF et al., 2009).

#### 4 Conclusão

A cultura do café no Brasil e no mundo é muito valorizada, técnicas biotecnológicas têm sido empregadas no melhoramento do café para principalmente tornar as plantas mais resistentes, algumas são micropropagação, propagação por embriogênese somática e microcortes, biobalística, CRISPR e por meio de *Agrobacterium thumefaciens*, porém, estudos ainda se tornam necessários para refinar as técnicas e desenvolver novos protocolos.

#### Referências

CAMPOS, Nádia A.; PANIS, Bart; CARPENTIER, Sebastien C. Somatic embryogenesis in coffee: the evolution of biotechnology and the integration of omics technologies offer great opportunities. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1460, 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: café. Safra 2021, quarta estimativa, 61p. Disponível em: file:///C:/Users/Notebook/Downloads/E-book\_BoletimZdeZSafrasZcafZ-ZmaioZ22-compactado.pdf . Acesso em: 15/06/2022

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: café. Safra 2022, segunda estimativa, 56p. Disponível em: file:///C:/Users/Notebook/Downloads/E-book\_BoletimZdeZSafrasZcafZ-ZdezembroZ21-compact.pdf . Acesso em: 15/06/2022

MALUF, Mirian Perez et al. Altered expression of the caffeine synthase gene in a naturally caffeine-free mutant of *Coffea arabica*. **Genetics and Molecular Biology**, v. 32, p. 802-810, 2009.

MORAIS, Tâmara Prado de; MELO, Benjamim de. Biotecnologia aplicada ao melhoramento genético do cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 41, p. 753-760, 2011.

SPIRAL, J. et al. Obtention de plantules de *Coffea canephora* Pierre (Robusta) transformées par *Agrobacterium rhizogenes*. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, v.316, n.1, p.1-6, 1993.

VALENCIA-LOZANO, Eliana et al. *Coffea arabica* L. Resistant to Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*) Mediated by Expression of the *Bacillus thuringiensis* Cry10Aa Protein. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 2021.

VALENCIA-LOZANO, Eliana et al. Development of an efficient protocol to obtain transgenic coffee, *Coffea arabica* L., expressing the Cry10Aa toxin of *Bacillus thuringiensis*. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 21, p. 5334, 2019.

## ENZIMAS DE IMPORTÂNCIA NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Andressa TOMIOZZO<sup>1</sup>; Camila Paranhos BACH<sup>1</sup>; Guilherme L. G. GREGORIO<sup>1</sup>;  
Jaqueline Duarte<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus Avançado Lucas do Rio Verde*, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: jaqueline.duarte@ifmt.edu.br

**Resumo:** As enzimas são utilizadas pela humanidade há milhares de anos, contudo, os estudos científicos aprofundados de suas origens e aplicações deram-se no século passado. Estas macromoléculas são catalisadores orgânicos muito úteis e importantes em muitas reações bioquímicas nos organismos vivos. Ainda que todas as enzimas sejam produzidas inicialmente no interior das células (animal, vegetal e microbiana), algumas são excretadas através da parede celular e tem função no meio extracelular. O grande avanço observado com o uso das enzimas é a substituição do uso de catalisadores químicos, apresentando muitas vantagens, como a especificidade da enzima pelo substrato, o que não acontece no catalisador químico, gerando altas taxas de conversão em produto. Além disso, as reações enzimáticas ocorrem em pHs e condições de temperatura e pressão bem mais brandas do que os catalisadores químicos. Outros pontos são os resíduos da reação, que no caso de catalisadores químicos, geram problemas ambientais e toxicológicos. Neste resumo, objetivou-se realizar pesquisa bibliográfica, em periódicos e bases de informações, a fim de apresentar as aplicações das enzimas da indústria alimentícia e destacar sua importância. Assim, obteve-se informações sobre quais enzimas são utilizadas, suas aplicações e qual o diferencial/importância de seu uso na produção de alimentos.

**Palavras-chave:** bioprocessos, processos enzimáticos e proteína.

### 1 Introdução

Enzimas são compostos de origem protéica, ou ácido-nucleica, sintetizados em células vivas que catalisam reações de importância fisiológica. Sendo definidas como biocatalizantes, as enzimas possuem maior teor e atividade catalítica que compostos químicos inorgânicos (KILARA, 2013).

A enzimologia moderna e o estudo destes compostos se iniciaram no século XX, mas o uso de enzimas é anterior ao período bíblico. A prática de fabricação de queijos tem provável origem nas épocas nômades, que armazenavam leite em sacos feitos de estômagos animais, que o coagulavam devido à ação de quimosinas presentes no suco gástrico animal. Na mesma época, humanos perceberam que ao tratar carne com polpas de certas frutas, ou armazená-las enroladas em determinadas folhas, ela ficaria mais macia. Se tornou conhecido, na atualidade, que

proteases de origem vegetal, como bromelinas e papaínas, conseguem amaciar a carne de forma extremamente efetiva, fato desconhecido para a época. Com os avanços tecnológicos e científicos, enzimas foram isoladas e processadas, estudadas e manipuladas, para que fizessem parte de diversas indústrias atuais, como a alimentícia (KILARA, 2013).

## 2 Material e Métodos

Este artigo é um estudo de revisão bibliográfica sobre a aplicação das enzimas no setor alimentício. Os dados apresentados foram retirados das plataformas PubMed, *Web of Science*, *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico com buscas tanto em português quanto em inglês. As palavras chaves foram: enzimas, *enzymes*, indústria alimentícia, *food*, *food industry*, *applications*, *amylase*, *glucoamylase*, quimosina, invertase.

Para selecionar os artigos, estabeleceu-se que deveriam apresentar informações sobre as principais enzimas utilizadas no setor alimentício, ou sobre uma enzima em específico escolhida pelos realizadores desta pesquisa bibliográfica, publicados nos últimos 20 anos.

No desenvolvimento deste trabalho estabeleceu-se falar sobre a principal função de quatro enzimas mais utilizadas na indústria alimentícia e mostrar outras funções com as respectivas referências em uma tabela.

## 3 Resultados e Discussão

As amilases hidrolisam as moléculas de amido, um constituinte muito importante da dieta humana, pois ele é o produto de armazenamento de muitas culturas economicamente importantes como trigo, arroz, milho, tapioca e batata. Essa hidrólise quebra o amido em dextrinas, polímeros compostos de unidades de glicose, para que outros organismos consigam digerir. Além da indústria alimentícia, a amilase pode atuar em setores como têxteis, papel e detergentes (SOUSA, 2010, JAMES, 2009).

As  $\alpha$ -amilases hidrolisam ligações  $\alpha$ -1,4 glicosídicas de polissacarídeos e são as mais utilizadas no ramo alimentício. No pão são adicionadas para a intensificação de sabor e anti-estaturamento, podem ser adicionadas à massa do para degradar o amido da farinha nas dextrinas, que são posteriormente fermentadas pela levedura. Esta adição resulta no aumento da taxa de fermentação e na redução da

viscosidade da massa, que gera melhorias no volume e na textura do produto como sabor, cor da crosta e qualidades de tosta do pão (VAN DER MAAREL, 2002; RAVEENDRAN, 2018; YUSHKOVA, 2019).

As glicoamilases hidrolisam as moléculas de amido em extremidades não redutoras liberando  $\beta$ -glicose, podem ser utilizadas após a ação da  $\alpha$ -amilase na indústria alimentícia, porém são amplamente distribuídas em todos os organismos vivos. A maioria das glucoamilases são estáveis a baixas temperaturas, com o aumento da temperatura ocorrem mudanças conformacionais causando perda da atividade (RAVEENDRAN, 2018; CHAUDHARY, 2015; JAMES, 2009).

As Quimosinas são responsáveis pela coagulação do leite para produção de queijo. A enzima converte partículas de caseinato de cálcio no, relativamente insolúvel, paracaseinato de cálcio, que na presença de íons cálcio coagula para dar forma a um produto coagulado denominado "coalho", base para o queijo caseiro. O uso de quimosinas para fabricação do queijo é muito antigo, já que pode ser obtida em estômagos animais. Atualmente, são utilizadas quimosinas recombinantes, produzidas em microrganismos, de forma a facilitar o processo de obtenção (CHAUDHARY, 2015).

As Invertases ( $\beta$ -frutofuranosidase) são obtidas em leveduras, principalmente na espécie *Sacharomyces cerevisiae*, fungos, principalmente as espécies do gênero *Aspergillus*, algas verdes, invertebrados, vertebrados, bactérias e vegetais. São as grandes responsáveis pela catálise da reação de hidrólise da sacarose, gerando como produto o açúcar invertido, ou xarope de glicose e frutose. Este açúcar é amplamente utilizado na indústria alimentícia, na confeitaria, na panificação e produtos relacionados, na formulação de cremes para recheio e de geléias. Há muitos métodos de obtenção desta enzima, mas atualmente vem-se pesquisando mais sobre o uso de resíduos agroindustriais, como o farelo de soja, e métodos como a fermentação em estado sólido, para obtenção da invertase, visando buscar uma alternativa importante para o desenvolvimento de tecnologias limpas, e ainda convertendo o resíduo em um produto de maior valor agregado.

**Tabela 1.** Enzimas e suas diversas aplicações.

Margem	Dimensão (cm)
$\alpha$ -amilase	Melhoria da qualidade do pão Produção de bolos Preparação de auxiliares digestivos Liquefação de amido Clarificação de suco de frutas e cerveja
Glicoamilase	Produção de cerveja Melhoria da qualidade do pão Xaropes com alto teor de glicose e frutose
Quimosina	Coagulação de queijo
Invertase	Hidrólise da Sacarose

Fonte: RAVEENDRAN (2018).

#### 4 Conclusão

Em suma, obtiveram-se informações sobre diversas enzimas de importância alimentícia, principalmente a  $\alpha$ -amilase, Glicoamilase. Elucidou-se que estas enzimas possuem diversos meios de obtenção, e cabe a cada indústria buscar qual se adequa mais a sua realidade de produção, orçamento, e produtos secundários. Além disso, observaram-se muitas aplicações dos processos e produtos catalisados por estas enzimas, principalmente em áreas da alimentação base, como panificação, laticínios e derivados. Com isso, deve-se estudar cada dia mais sobre as enzimas e suas aplicações, bem como seus processos de obtenção, para que possamos gerar uma produção limpa, sustentável e de rendimento.

#### Referências

SOUZA, Paula Monteiro de et al. Application of microbial  $\alpha$ -amylase in industry-A review. Brazilian journal of microbiology, v. 41, n. 4, p. 850-861, 2010.

VAN DER MAAREL, Marc JEC et al. Propriedades e aplicações de enzimas conversoras de amido da família  $\alpha$ -amilase. Revista de biotecnologia, v. 94, n. 2, pág. 137-155, 2002.

BLANCO, Carlos A. et al. Innovations in the brewing industry: Light beer. International journal of food sciences and nutrition, v. 65, n. 6, p. 655-660, 2014.

YUSHKOVA, Ekaterina D. et al. Application of immobilized enzymes in food industry. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 67, n. 42, p. 11553-11567, 2019.

RAVEENDRAN, Sindhu et al. Applications of microbial enzymes in food industry. *Food technology and biotechnology*, v. 56, n. 1, p. 16, 2018.

CHAUDHARY, Sorabh et al. The use of enzymes in food processing: A review. *South Asian J Food Technol Environ*, v. 1, n. 3&4, p. 190-210, 2015.

JAMES, Jennylynd; SIMPSON Behjamin K.; MARSHAL Maurice R. Application of enzymes in food processing. *Food Science and Production*, v 36, n. 5, p 437-463, 2009.

RAMOS, Bruna. *Enzimas na Indústria Alimentícia*. Bioquímica Brasil, 2019.

TARTAGLIA, Natayme Rocha. *Caracterização estrutural e funcional de um homólogo à exotoxina esfoliativa D de Staphylococcus aureus envolvido na mastite subclínica de pequenos ruminantes*. 2014.

COURI, Sonia; DAMASO, Mônica. *Árvore do conhecimento: Tecnologia de Alimentos*. Ageitec, Brasília - DF. Disponível em [https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&scioq=arvore+do+conhecimento+tecnologia+de+alimentos+embrapa&q=%C3%81rvore+do+conhecimento%3A+tecnologia+de+alimentos&btnG=Acesso+em+07+de+Maio+de+2022](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&scioq=arvore+do+conhecimento+tecnologia+de+alimentos+embrapa&q=%C3%81rvore+do+conhecimento%3A+tecnologia+de+alimentos&btnG=Acesso+em+07+de+Maio+de+2022). Acesso em 07 de Maio de 2022.

KILARA, Arun; SHAHANI, Khem M.; SHUKLA, Triveni P.. The use of immobilized enzymes in the food industry: a review. *C R C Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 161-198, dez. 1979. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408397909527276>.

NOVAKI, Lexandra et al. Produção de invertase por fermentação em estado sólido a partir de farelo de soja. *Engevista*, v. 12, n. 2, 2010.

BATISTA, Ryhára Dias. *Produção, otimização e caracterização de invertases e frutossiltransferases de aspergillus carbonarius para produção de alimentos*. 2018.

## ELABORAÇÃO, ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE IOGURTE COM GELEIA DE BACUPARI

Lucivania da Silva LOHMANN<sup>1</sup>, Kevin Ianovski MARTINS<sup>1</sup>, Gabriela Melz BELEGANTE<sup>1</sup>, Fernanda Karine do Carmo FÉLIX<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Avançado Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: fernanda.felix@ifmt.edu.br

**Resumo:** O bacupari é uma espécie nativa amplamente distribuída nos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Amazônia e seus frutos podem ser consumidos *in natura* ou processados. O objetivo do presente trabalho é desenvolver uma geleia de bacupari e utilizá-la como aditivo na elaboração do iogurte tipo batido. Foram elaboradas três formulações de iogurte com 5%, 15% e 25% de geleia de bacupari e uma de iogurte natural. Foram analisados o pH, acidez em ácido láctico, umidade e teor de proteína, determinadas conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). A verificação da qualidade microbiológica foi realizada através da contagem de bolores, leveduras e *Salmonella* spp. Todas as amostras analisadas estavam de acordo com o padrão microbiológico e físico-químico estabelecido em legislação. Tais resultados demonstraram que o processo de elaboração do iogurte com geleia de bacupari foi satisfatório, com boas perspectivas para a avaliação em análise sensorial.

**Palavras-chave:** bioeconomia, frutos nativos, leite fermentado

### 1 Introdução

O iogurte pode ser definido como o produto obtido pela fermentação láctica através da ação de *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* e do *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sobre o leite (BRASIL, 2007). Este produto fermentado ajuda na produção de anticorpos, hormônios e enzimas, importantes para o metabolismo, contribuindo para reforçar o sistema imunológico (ROBERT, 2008).

Diante dos benefícios para a saúde do consumo regular de iogurte, e pela boa aceitação do mercado consumidor pela adição de frutas ou polpas, a elaboração de um iogurte enriquecido com geleia de bacupari (*Garcinia gardneriana*) pode representar uma diversificação do produto quanto a sabor e características funcionais. O uso desse fruto se justifica pela bioeconomia e por seu elevado teor de vitamina C (40,67 mg de ácido ascórbico por 100 g de fruto) (SEIXAS, 2015).

Considerando que a adição de polpa de frutas e vegetais pode afetar a estabilidade e aceitação do produto, esta pesquisa teve o objetivo de elaborar um

iogurte enriquecido com geleia de bacupari e avaliar determinadas características físico-químicas e microbiológicas do produto.

## 2 Procedimentos metodológicos

Os frutos maduros de bacupari foram obtidos em uma propriedade rural, no município de Lucas do Rio Verde/MT, e posteriormente selecionados e sanitizados. A polpa foi retirada manualmente. Por testes preliminares, foi definida a proporção de 400 g de açúcar e 200 mL de água para 1 kg de polpa de bacupari. Essa mistura foi levada para cocção em fogo brando, até obtenção do ponto de geleia, em seguida resfriada e armazenada em pote hermético.

O leite integral UHT, utilizado para a produção do iogurte, foi pasteurizado e posteriormente resfriado para 45°C, para inoculação da cultura láctica (2%) cedida pelo Laboratório de Alimentos do IFMT/LRV. A fermentação ocorreu a 45°C por 10 horas; sendo interrompida pelo resfriamento a 10°C. Após a quebra da coalhada, o iogurte foi misturado com a geleia de bacupari pasteurizada para contemplação de três formulações: 5%, 15% e 25%. O iogurte natural foi utilizado como controle. Em seguida, o iogurte foi estocado a frio (6°C) para análises posteriores. Todas as análises, tanto microbiológicas quanto físico-químicas foram realizadas em triplicata.

O pH da geleia de bacupari foi verificado conforme o método 017/IV do Instituto Adolf Lutz (2008). O teor de sólidos solúveis da geleia foi determinado com refratômetro portátil. O pH e a acidez em ácido láctico das formulações de iogurte foram verificados, respectivamente, conforme os métodos 492/IV e 493/IV Instituto Adolf Lutz (2008). A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método de secagem direta em estufa a 105°C.

A contagem de bolores e leveduras e a pesquisa de *Salmonella* spp. foram realizadas conforme a metodologia descrita no Manual de Métodos e Análises Microbiológicas de Alimentos e Água (SILVA et al., 2010).

Os dados obtidos nas análises físico-químicas foram tabulados e submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e quando observada diferença estatística significativa entre as formulações, as médias foram analisadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, realizadas por meio do software GraphPad Prisma, versão 9.3.1.

### 3 Resultados e Discussão

O iogurte produzido no presente trabalho ficou dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa Nº 46 de 23 de outubro de 2007 do MAPA (IN46), com a adição máxima de 25% de geleia. A geleia produzida apresentou teor de sólidos solúveis de  $30,6 \pm 0,01$  °Brix, e pH  $3,22 \pm 0,01$ .

Os resultados das análises microbiológicas das formulações foram comparados com os padrões microbiológicos para alimentos destinados ao consumo humano, conforme a Instrução Normativa nº 60 e RDC nº 331 (**Tabela 1**). Tanto a análise de *Salmonella* quanto a de bolores e leveduras estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação. Portanto, é possível afirmar que a elaboração do iogurte seguiu as recomendações de boas práticas de produção de alimentos.

**Tabela 1.** Características microbiológicas das diferentes formulações de iogurte.

Amostras	<i>Salmonella</i> spp. (em 25 g)	Bolores e leveduras (UFC/g)
F0	Ausência	< 1
F5	Ausência	< 1
F15	Ausência	< 1
F25	Ausência	< 1

Os resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos foram comparados com valores estabelecidos na IN46 (**Tabela 2**). O teor de proteína estabelecido pela legislação é de no mínimo 2,9% para o iogurte integral. Os resultados obtidos nas formulações variaram de 3,40 a 4,75% estando de acordo com o preconizado. As formulações com menor concentração de geleia apresentaram maiores quantidades de proteína.

Os resultados encontrados para acidez estão dentro do estabelecido pela legislação, que determina valores de 0,60 a 1,5% de ácido láctico. O teor de acidez encontrado nas formulações teve um aumento gradativo e significativo, conforme o percentual de geleia da formulação.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos do iogurte com geleia de bacupari.

Parâmetros físico-químicos	Amostras			
	F0	F5	F15	F25
pH	4,68 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,65 ± 0,074 <sup>ab</sup>	4,46 ± 0,061 <sup>c</sup>	4,32 ± 0,051 <sup>d</sup>
Umidade (%)	89,18 ± 0,086 <sup>a</sup>	88,42 ± 0,106 <sup>b</sup>	86,24 ± 0,144 <sup>c</sup>	83,00 ± 0,557 <sup>d</sup>
Acidez* (%)	0,82 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,062 <sup>b</sup>	1,08 ± 0,006 <sup>c</sup>	1,19 ± 0,005 <sup>d</sup>
Proteínas (%)	4,75 ± 0,307 <sup>a</sup>	4,21 ± 0,763 <sup>ab</sup>	3,48 ± 0,117 <sup>b</sup>	3,40 ± 0,329 <sup>b</sup>

Nota: Resultados de média (n=3) ± desvio padrão. Análises de variância (ANOVA) e teste de Tukey (p < 0,05). Letras diferentes na horizontal indicam diferenças significativas. \* A acidez é dada em % em ácido láctico 100 g<sup>-1</sup>.

Observou-se uma redução estatisticamente significativa no pH, proporcional ao aumento da quantidade de geleia utilizada em cada formulação (exceto da formulação com 5% de geleia de bacupari em relação ao controle), o que está relacionado à acidez da geleia, que influencia no pH das formulações. A acidez é um parâmetro importante na elaboração do iogurte, tanto para controle biológico quando para a sinérese do produto (Santos et al., 2020).

O teor de umidade apresentou diferença significativa em cada formulação. As formulações apresentaram teor de umidade inversamente proporcional ao percentual de adição de geleia. Segundo CECCHI (2003) a determinação da umidade é uma das medidas importante em análises de alimentos, estando relacionada à composição, estabilidade e qualidade. No caso do iogurte, o alto teor de umidade pode afetar sua qualidade e vida útil.

#### 4 Conclusão

No presente trabalho, os valores encontrados em todas as formulações do iogurte com geleia de bacupari estavam de acordo com os padrões microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente. Os resultados demonstraram que o iogurte com geleia de bacupari tem um grande potencial de desenvolvimento, sendo necessárias análises complementares para definir a composição centesimal, a capacidade antioxidante e realizar a análise sensorial para avaliar a aceitação do produto desenvolvido.

## Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007b. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados**. Diário Oficial da União, p. 5, 24/10/2007. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, 26 dez. Seção 1, p.96.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 60, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, p.96

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003. 207 p.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4 ed, 2008, 1020p.

ROBERT, N. F. **Dossiê Técnico Fabricação de iogurtes**, REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, julho 2008, 33p. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mzlw>>. Acesso em: 25/09/2021.

SANTOS, J., Oliveira, G. L. S., Silva, V. C., Júnior, I. D. B; Pagani, A. A.C. Avaliação dos compostos bioativos e ação antioxidante do iogurte de beterraba com limão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29301-29311, 2020.

SEIXAS, F. R. F; MATOS, A. P. P; VICENTE, E. Avaliação Físico-Química Do Bacupari (*Rheedia gardneriana*) proveniente da Amazônia Ocidental, In: XIII Jornada Científica da UNESC, 2015, Cacoal. Anais da XIII Jornada Científica da UNESC, 2015.

SILVA, N. et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

## UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Al-inglity Rafaela José<sup>1</sup>; Jessica da Silva<sup>1</sup>; Stella Mari Paludo<sup>1</sup>; Jaqueline Duarte<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus Avançado Lucas do Rio Verde*, Mato Grosso, Brasil. \*Autor para correspondência: jaqueline.duarte@ifmt.edu.br

**Resumo:** A indústria de cosméticos tem crescido cada vez mais expressivamente ao longo dos anos, isso se deve principalmente a mudança de hábitos do ser humano juntamente com a melhora das tecnologias empregadas nos produtos. Com esse avanço principalmente da química e biotecnologia é possível obter cada vez mais cosméticos com enzimas ativas que garantam a eficiência do produto e a satisfação dos usuários. O objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a utilização das enzimas nesse mercado crescente, utilizando das plataformas Google Acadêmico, Scielo e PubMed. Concluiu-se que as enzimas caracterizadas como proteases e lipases são as mais utilizadas atualmente, tendo pesquisas também para a utilização de outras como a Superóxido-Dismutase, com objetivos anti-envelhecimento.

**Palavras-chave:** HPPC, Biotecnologia, Biocatalisadores, Proteases

### 1 Introdução

O conhecimento científico, técnico e processual desenvolvido ao longo das últimas décadas, resultou em avanços não somente no setor de produção de cosméticos, mas como também nas mais variadas áreas envolvidas nas necessidades básicas humanas. Tal avanço resultou na melhora da renda, expectativa e qualidade de vida permitindo assim que cada vez mais pessoas possam usufruir de recursos menos fundamentais, emergindo preocupações como aparência e vitalidade, além da valorização dos cuidados com a higiene pessoal e autocuidado (SCHUTZ et al., 2011). Nesse contexto, os cosméticos têm recebido cada vez mais investimentos e destaque.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), em 2020 no Brasil, as vendas de HPPC (segmento de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos) subiram 4,7% totalizando uma movimentação de R\$ 122,4 bilhões. Esses valores ressaltam não somente o engrandecimento desse mercado no país, como vislumbra o crescimento dessa indústria mundialmente, tendo em vista a rentabilidade desse segmento em países em desenvolvimento como o Brasil.

A crescente demanda e variedade de produtos, juntamente com o aumento da exigência pelos consumidores, fez com cada vez mais sejam utilizadas técnicas biotecnológicas para garantir o aperfeiçoamento dos processos e a inovação nas indústrias de HPPC. Tecnologias como Enzimas Ativas, DNA recombinante, Biopolímeros funcionais e produtos obtidos de vias fermentativas têm sido inseridas como insumos ativos nesse mercado (DIAS; CARVALHO, 2017).

As enzimas são catalisadores biológicos responsáveis por acelerar as reações químicas que ocorrem nas células e organismos, sem que ocorra o desgaste (CABRAL; GAMA & AIRES-BARROS, 2003). Podem ser amplamente utilizadas na formulação de tinturas, depilatórios, alisantes de cabelo, sais de banho, dentifrícios, desodorantes, produtos anti-caspa, curativos, limpeza de pele e outros (MUSSSATO et al. 2007).

A indústria de cosméticos tem utilizado as enzimas há anos, principalmente destinadas à pele. A eficiência da sua utilização no condicionamento de peles afetadas pelo envelhecimento, acne, congestão e pigmentação, fazem com que elas sejam cada vez mais empregadas na formulação, principalmente depois que os avanços na biotecnologia e química permitiram a otimização das funcionalidades, da segurança e da estabilidade das enzimas nos sistemas cosméticos para dar proteção à pele e ao produto (SINGH, 2019).

## **2 Material e Métodos**

A pesquisa bibliográfica foi realizada no dia 05 de Maio de 2022, coletando os dados das plataformas Google Acadêmico, *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e PubMed com as seguintes palavras-chaves: enzimas e cosméticos, *enzymes in cosmetic*, proteases, lipases, telomerasas e queratinases, avaliando os resultados ligados a produtos cosméticos. Foram utilizados artigos, monografias e dissertações entre o ano de 2005 e 2022.

## **3 Resultados e Discussão**

As enzimas possuem vantagens principalmente devido ao seu baixo impacto ambiental, pelo baixo consumo energético e pela viabilidade econômica na produção industrial (QUEIROZ, 2021). Nas indústrias de cosméticos, além destas, as enzimas garantem produtos ativos com a capacidade de atuar na pele em reações bioquímicas, promovendo reparo, remoção e limpeza profunda de estruturas

superficiais, facilitando também a penetração de outros ativos na superfície cutânea (ORLANDELLI et al., 2012).

Devido ao tipo de reações que realizam, as enzimas classificadas como proteases e lipases são as mais comumente utilizadas nas fórmulas cosméticas (QUEIROZ, 2021). De acordo com LORENZETTI (2007), as proteases, como Bromelina e Papaína caracterizadas por hidrolisar proteínas são as mais amplamente utilizadas, pois promovem a remoção superficial das camadas da pele, conhecido como “peeling”, ajudando na renovação celular e amenização de manchas solares. Comumente utiliza-se também as Glicose-oxidases para esfoliação da pele, além de outras finalidades como combate a caspa e condições capilares (LORENZETTI, 2007).

Há também proteases utilizadas em casos como psoríase, acnes, degradação da pele queratinizada e eliminação de calos humanos no qual há a necessidade da retirada de proteínas fibrosas e insolúveis, as queratinases (AZEVEDO, 2018).

De acordo com CORDEIRO (2019), as lipases são enzimas utilizadas pela indústria cosmética com a função de produzir aromas, emulsificantes, emolientes e outros compostos essenciais para a formulação química de loções, shampoos e cremes. Outras pesquisas também citam sobre a utilização de collagenases, outro tipo de protease, na eliminação de tecidos desvitalizados e lesões (ANTUNES, 2019).

Ainda em pesquisas aplicadas, são analisados extratos de plantas com presença de enzimas com ações anti-idade, em razão da sua ação sob radicais livres, mais precisamente enzimas Superóxido Dismutase. No artigo de SILVA (2021), por exemplo, avaliou-se a atividade antioxidante *in vitro* do extrato obtido de resíduos de *Agave sisalana* para a formulação de cosméticos, sendo obtidas como uma das razões das atividades a ação dessa enzima.

O avanço no conhecimento enzimático e biotecnológico permite também a descoberta de atividades melhoradas e novas enzimas e que podem ser aplicadas na produção de produtos cosméticos, garantindo atividade e redução dos impactos ambientais, trazendo o conceito de cosméticos mais seguros e sustentáveis (QUEIROZ, 2021).

## 4 Conclusão

Conclui-se que as enzimas têm sido amplamente empregadas nas formulações de cosméticos, com inúmeras finalidades catalíticas. E tendo em vista o crescimento desse setor atualmente, e o avanço nos conhecimentos biotecnológicos e químicos, as enzimas tendem a estar cada vez mais presentes, garantindo cosméticos mais eficientes e inovadores.

## Referências

ANTUNES, Jerome Bruno. Materiais capazes de transportar e libertar colagenase para o tratamento de lesões cutâneas: síntese e caracterização. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química Têxtil, Universidade do Minho, Largo do Paço, 2019. Disponível em: [http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/73711/1/Disserta%C3%A7ao\\_JeromeAntunes\\_PG36046.pdf](http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/73711/1/Disserta%C3%A7ao_JeromeAntunes_PG36046.pdf). Acesso em: 05 maio 2022.

ABIHPEC. Vendas de HPPC crescem 4,7% em 2020 e totalizam R\$ 122,4 bilhões. Disponível em: <https://abihpec.org.br/vendas-de-hppc-crescem-47-em-2020-e-totalizam-r-1224-bilhoes/>. Acesso em 16 Mai de 2022.

AZEVEDO, Tailah Oliveira Marins. Produção e caracterização de proteases de fungos isolados de amostras de solo da região amazônica. 2018 60f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

AZEVEDO, Wendell Medeiros de. Caracterização físico-química e bioativa do óleo e da manteiga de cacay (*Caryodendron orinocense* Karst.) e avaliação do efeito indutor na produção de lipase. 2020. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

BELI, Carolina Moraes; MAGESTE, Jéssica Moreira; TAKETANI, Natália Franco. Bioprospecção de Enzimas para Cosmética: seu impacto na biotecnologia. Revista Ensaio Pioneiros, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 10-24, 25 mar. 2020. Casa de Nossa Senhora da Paz A.S.F. <http://dx.doi.org/10.24933/rep.v3i2.199>.

CABRAL, Joaquim M. S.; AIRES-BARROS, Maria Raquel; GAMA, Miguel. (Org) Engenharia Enzimática. Lisboa: Lidel, 2003. 1p.

CORDEIRO, Eloise de Sousa Síntese de Ésteres Emolientes em Sistema Livre de Solvente Utilizando Lipases Imobilizadas / Eloise de Sousa Cordeiro; orientador, Agenor Furigo Junior; coorientador, Lindomar Alberto Lerin. Florianópolis, SC, 2019.

DIAS, R. F.; CARVALHO FILHO, C. A. A. DE. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. Revista Virtual de Química, v. 9, n. 1, p. 410–430, 2017.

LORENZETTI, Danielle Lima. Estudos de Aplicação de Lipases em Formulações Cosméticas. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/15869/Danielle%20Lima%20Lorenzetti%20%20disserta%E7%E3o%20mestrado%201.pdf;jsessionid=3F624D0601F31C08C2C6A5A2F38640EE?sequence=1>. Acesso em: 05 maio 2022.

MUSSATO, Solange I; FERNANDES, Marcela; MILAGRES, Adriane M. F. Enzimas: Poderosa Ferramenta na Indústria. *Ciência Hoje*, v. 41, p. 28-33. 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/261709716\\_Enzimas\\_Poderosa\\_Ferramenta\\_na\\_Industria](https://www.researchgate.net/publication/261709716_Enzimas_Poderosa_Ferramenta_na_Industria)> . Acesso em: 05 Mai 2022.

ORLANDELLI, Ravelly Casarotti et al. ENZIMAS DE INTERESSE INDUSTRIAL: PRODUÇÃO POR FUNGOS E APLICAÇÕES. *Saúde e Biologia*, Maringá, v. 7, n. 3, p. 97-109, set. 2012. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/1346/468>. Acesso em: 05 maio 2022.

QUEIROZ, Iasmim Gomes de. Aplicação das enzimas lipase, protease e telomerase em "cosméticos verdes": uma revisão de literatura / Iasmim Gomes de Queiroz. - 2021. 22f.: il. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Farmácia. Natal, RN, 2021.

SHUTZ, Camila Pícolo. SCHAEFER, Murilo Maluche. FRANÇA, Ana Júlia Von Borell Du Vernay. *Linha do Tempo: a história da higiene e do embelezamento. Cosmetologia e Estética*, Univali, Balneário Camboriú, 2011.

SINGH, Vinay Kumar. *Enzimologia em Cosméticos. Cosmetics & Toiletries*, Bangalore, v. 31, n. 1, p. 16-18, mar. 2019.

SILVA, Milena Alves da. Avaliação da atividade antioxidante in vitro do extrato obtido do resíduo de Agave sisalana: uma proposta de ativo cosmético para formulações pró-idade / Milena Alves da Silva. - 2021. 25f.: il.