

BIOTECNOLOGIA:

UM PANORAMA SOBRE

CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE

Yuko Ono

Alicia Cardoso Lima

André Luiz Barros Sousa

Esthella Fernanda Souza Baima

Mayla Alegria Maramaldo Oliveira



EDUFMA

ORGANIZADORES

YUKO ONO

ALÍCIA CARDOSO LIMA

ANDRÉ LUIZ BARROS SOUSA

ESTHELLA FERNANDA SOUZA BAIMA

MAYLA ALEGRIA MARAMALDO OLIVEIRA

**BIOTECNOLOGIA: UM PANORAMA
SOBRE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E
SAÚDE**

São Luís



EDLIFMA

2023

Copyright © 2023 by EDUFMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Prof. Dr. Natalino Salgado Filho
Reitor
Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos
Vice-Reitor

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira

Diretor
CONSELHO EDITORIAL
Prof. Dr. Luis Henrique Serra
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni
Prof. Dr. André da Silva Freires
Prof. Dr. José Dino Costa Cavalcante
Prof^ª. Dra. Diana Rocha da Silva
Prof^ª. Dra. Gisélia Brito dos Santos
Prof. Dr. Marcus Túlio Borowski Lavarda
Prof. Dr. Marcos Nicolau Santos da Silva
Prof. Dr. Márcio James Soares Guimarães
Prof^ª. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues
Prof. Dr. João Batista Garcia
Prof. Dr. Flávio Luiz de Castro Freitas
Bibliotecária Dra. Suênia Oliveira Mendes
Prof. Dr. José Ribamar Ferreira Junior

Revisão
Yuko Ono
Alicia Cardoso Lima
Esthella Fernanda Souza Baima
Mayla Alegria Maramaldo Oliveira
Vanessa Rodrigues Freire

Projeto Gráfico
Alicia Cardoso Lima
Mayla Alegria Maramaldo Oliveira
Vanessa Rodrigues Freire

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biotecnologia [recurso eletrônico]: um panorama sobre ciências, tecnologia e saúde / organizadores, Yuko Ono ... [et al.]; autores, Daniele Gomes Cassias Rodrigues... [et al.]. — São Luís: EDUFMA, 2023.

73p.: il.

Modo de acesso: World Wide Web
<<http://www.edufma.ufma.br/index.php/loja/>>
ISBN 978-65.5363-178-6

Biotecnologia - Nanotecnologia.2. Biotecnologia - Saúde. 3. Biotecnologia - Fitoterapia. I. Ono, Yuko. II.Lima, Alicia Cardoso. III.Sousa, André Luiz Barros. IV.Baima, Esthella Fernanda Souza. V.Oliveira, Mayla Alegria Maramaldo. VI.Rodrigues, Daniele Gomes Cassias.

CDD 660.6
CDU 606

Ficha catalográfica elaborada pela Diretoria Integrada de Bibliotecas -DIB/UFMA Bibliotecária:
Amanda Rocha Belfort - CRB 13/725

Criado no Brasil (2023)

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

EDUFMA | Editora da UFMA

Av. dos Portugueses, 1966 – Vila Bacanga

CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157 www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br



ORGANIZADORES

Profª MSc. Yuko Ono
Alicia Cardoso Lima
André Luiz Barros Sousa
Esthella Fernanda Souza Baima
Mayla Alegria Maramaldo Oliveira

PROJETO GRÁFICO

Alicia Cardoso Lima
Mayla Alegria Maramaldo Oliveira
Vanessa Rodrigues Freire

AUTORES

Profª. Dra. Daniele Gomes Cassias Rodrigues
Profª. Dra. Kátia Danielle Araújo Lourenço Viana
Esp. Laudelina Ferreira de Andrade
Profª. Dra. Sílvia Tereza de Jesus Rodrigues Moreira Lima
Prof. Dr. Tonicley Alexandre da Silva
Profª MSc. Yuko Ono

Alicia Cardoso Lima
Ana Carolina Cutrim Gonçalves
André Luiz Barros Sousa
Antonielle Sousa Mendes
Débora Helena da Silva Farias
Ellen Samara Amorim Silva
Esthella Fernanda Souza Baima
Ingrid Esterfane do Lago Gomes
Jéssica Diene Neres Algarves
Maressa Santos Marinho
Mayla Alegria Maramaldo Oliveira
Sarah da Cunha Costa
Vanessa Rodrigues Freire
Yanna de Fátima Sodrê Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01.....	07
Revisão sistemática de literatura: O uso da nanotecnologia na produção de embalagens no setor alimentício	
CAPÍTULO 02.....	18
Biotecnologia aplicada à fitoterapia	
CAPÍTULO 03.....	29
Biotecnologia e suas implicações na saúde humana e meio ambiente	
CAPÍTULO 04.....	43
O uso da biotecnologia para a inovação do setor alimentício	
CAPÍTULO 05.....	56
O ensino da biotecnologia na educação básica	

PREFÁCIO

É com muita satisfação e gratidão que apresentamos a segunda publicação de material científico no formato e-book pela Liga Acadêmica de Nutrição, Ciência e Tecnologia de Alimentos (LANTEC) do Curso de Nutrição da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), com o objetivo de levar conhecimentos específicos sobre tema das áreas de atuação da Liga à comunidade acadêmica.

O material elaborado tem como objetivo fornecer aos leitores um vislumbre da área do conhecimento chamada Biotecnologia, que é um conjunto de atividades baseadas em saberes multidisciplinares, que desenvolve tecnologias a partir de agentes biológicos para criar ou modificar produtos no intuito de solucionar problemas da sociedade nos mais diversos setores, como: indústria, saúde, agricultura, meio ambiente, energia, alimentação e pecuária, entre outros.

A Biotecnologia faz parte da história humana desde os primórdios, mesmo quando o homem ainda sem entender o assunto, produzia vinhos e pães. E assim, a Biotecnologia, uma rede complexa de conhecimentos em que a ciência e tecnologia se entrelaçam e complementam, chega até aos dias atuais, através da produção de vacinas e de métodos diagnósticos, por exemplo.

Podemos afirmar que a Biotecnologia está intimamente ligada à inovação, podendo ser considerada uma “ciência do futuro”; e neste contexto, enquanto houver evolução da ciência e tecnologia, a história da Biotecnologia não terá fim, gerando impactos significativos nas nossas vidas continuamente.

Por fim, gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos aos professores orientadores da Liga que apoiaram este projeto, e aos ligantes, pela dedicação e participação ativa na produção de mais um material científico importante.

Aos leitores, votos de uma ótima leitura.

CAPÍTULO

01

REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA: O USO DA NANOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EMBALAGENS NO SETOR ALIMENTÍCIO

ANA CAROLINA CUTRIM GONÇALVES

ESTHELLA FERNANDA SOUZA BAIMA

SARAH DA CUNHA COSTA

ALICIA CARDOSO LIMA

ANDRÉ LUIZ BARROS SOUSA

ANTONIELLE SOUSA MENDES

ELLEN SAMARA AMORIM SILVA

JÉSSICA DIENE NERES ALGARVES

MARESSA SANTOS MARINHO

MAYLA ALEGRIA MARAMALDO OLIVEIRA

VANESSA RODRIGUES FREIRE

YANNA DE FÁTIMA SODRÉ SANTOS

DR. TONICLEY ALEXANDRE DA SILVA

DRA. SILVIA TEREZA DE JESUS RODRIGUES MOREIRA LIMA

Introdução

Os alimentos são susceptíveis a oxidação, reações químicas e enzimáticas, formação de radicais livres e ação microbiana, que contribuem para a sua deterioração ou alteração. Mediante a isso, para o desenvolvimento de microrganismos é necessário um ambiente favorável, os fatores intrínsecos, que estão diretamente relacionados ao alimento, e os fatores extrínsecos, que estão relacionados ao meio em que o alimento se encontra (FRANCO e LANDGRAF, 2016). Com esse conhecimento, foram desenvolvidas várias estratégias e tecnologias para promover a segurança dos alimentos, visto que, um dos itens revolucionários de proteção e informação que auxiliam na conservação das características físico-químicas e na expansão da vida útil dos alimentos, é a embalagem.

Nessa perspectiva, na indústria de alimentos, a embalagem exerce múltiplas funções, sendo capaz de conter, proteger, conservar, comunicar, transportar e evitar desperdício dos alimentos (COLES, 2003). Ademais, de acordo com a ANVISA através da Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001, define-se que embalagem para alimentos é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a

finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações. Ao decorrer do tempo, as embalagens foram se aperfeiçoando, tendo como foco não apenas a qualidade do alimento, mas para fins de venda, como aparência, flexibilidade, praticidade, facilidade de uso, transporte e sustentabilidade ambiental. O termo sustentabilidade ambiental refere-se às condições sistêmicas a partir das quais as atividades humanas não prejudicam os ciclos naturais além dos limites dos ecossistemas e não empobrecem o capital natural para as próximas gerações (MANZINI, 2008).

Assim, uma das tecnologias que vem crescendo na indústria de embalagens alimentícias é a nanotecnologia. Essa tecnologia atua em diversas áreas, tendo em vista, que o material utilizado se compara em tamanho a átomos e moléculas, sua presença no mercado de alimentos vem crescendo gradativamente e é cada vez mais explorada. Esse termo pode ser definido como uma expressão genérica de um complexo de tecnologias, técnicas e processos voltados ao desenvolvimento de novos materiais em escala nanométrica, a partir da manipulação de moléculas ou átomos (Ferreira et al., 2018) e os nanomateriais são incorporados em embalagens com diversos intuitos que incluem aumentar o tempo de conservação, absorver os compostos indesejáveis ou li-

berar substâncias que vão favorecer a estabilidade (Thiruvengadam et al., 2018).

Certamente, o uso dessa tecnologia pode contribuir para melhorar as características das embalagens, permitindo assim a sua utilização. Neste sentido, foi realizado no presente trabalho um levantamento bibliográfico sobre a nanotecnologia em embalagens, como enfoque especial na indústria de alimentos, ressaltando aspectos ambientais e físico-químicos.

Materiais e Métodos

Trata-se de uma revisão de literatura narrativa que identificou os estudos que avaliaram as contribuições da nanotecnologia nas embalagens de alimentos. Foram consultadas as bases de dados Google Acadêmico, Scielo e PubMed durante os meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022. Empregou-se os descritores “nanotecnologia”, “embalagens” e “alimentícias”, empregando o operador booleano AND. O critério de seleção foi artigos que avaliassem as contribuições do uso da nanotecnologia em embalagens alimentícias, entre o ano de 2018 e 2022, na língua portuguesa ou inglesa e com as palavras chaves no título.

Nanotecnologia na Indústria de Alimentos

A nanotecnologia possui grande potencial de aplicação na indústria de alimentos. No desenvolvimento de embalagens, pode engendrar dife-

Nanotecnologia na Indústria de Alimentos

rentes alternativas, por exemplo, desenvolvimento de nanopartículas, nanodispersões, nanolaminados, e nanotubos, que, associados aos polímeros, podem fornecer diversas funções (ALMEIDA et al., 2015).

Contudo, mesmo sendo bastante explorada no meio científico, na indústria de alimentos a sua utilização é restrita. De acordo com Aguiar et al. (2020) a legislação brasileira ainda não contempla de forma detalhada a política sobre o uso de nanotecnologia em alimentos. Além disso, ao lançar no mercado, os fabricantes utilizam as normativas relacionadas ao processo, como no caso de embalagens contendo nanotecnologia que são avaliadas, dentre outras, quanto a normativa que regula a permeabilidade a gases, por exemplo. Ademais, o estudo de Almeida et al. (2015), não há diretrizes específicas para a nanotecnologia aplicada a embalagens, tendo em vista que na maioria dos casos, são utilizadas as legislações já vigentes de compostos presentes em embalagens plásticas, como nos casos de migração de nanopartículas da embalagem para o alimento, de modo geral. Dessa forma, torna-se necessário a utilização própria do uso dessa tecnologia, isto é, ampliar os estudos e a profundidade das legislações específicas que abordem o uso de tecnologias em escala nanométrica nas indústrias de alimentos, principalmente para a liberação aos mercados e consumidores (AGUIAR et al. 2020).

Nanotecnologia e Meio Ambiente

Os alimentos são susceptíveis a diversas formas de degradação, podendo ser de natureza química, física ou biológica. Portanto, um dos parâmetros extrínsecos que auxiliam na conservação das características físico-químicas e na expansão da vida útil dos alimentos é a embalagem (BRAGA et al

2017 apud PEREIRA,2021). As embalagens utilizadas no setor alimentício são necessárias para permitir a conservação e durabilidade dos alimentos. Entretanto, um dos materiais mais utilizados para produção desses invólucros são os polímeros derivados do petróleo, e apesar deste tipo de material garantir diversas vantagens em relação a outros materiais, principalmente no custo e na durabilidade, o descarte incorreto pode acarretar em impactos negativos ao meio ambiente devido aos longos períodos que leva para se decompor, bem como pode afetar a vida marinha caso este material chegue ao mar (MARTINEZ, 2020).

Para Martinez (2020) a utilização de polímeros biodegradáveis oriundos de fontes renováveis e seguras é necessária. Para tal, a aplicação de nanotecnologia na produção dessas embalagens se faz útil, pois ela é capaz de aprimorar as características físicas destes materiais.

Nanotecnologia e Melhoria da Característica Físico-química das embalagens

A nanotecnologia consiste no manuseio da matéria em escala nanométrica, com tamanho variando entre 1 a 100 nm, sendo cada nanômetro equivalente à bilionésima parte de um metro. A embalagem deve ser capaz de proteger o alimento do meio externo, evitando a decomposição da matéria orgânica (ABOBATTA, 2018 apud AGUIAR et al, 2020). O uso dos nanomateriais, em especial das nanopartículas, podem contribuir para melhoria das propriedades físicas, mecânicas e de barreira das embalagens ao serem incorporadas aos biopolímeros, visando aumentar a resistência e impedir a passagem de vapor de água, garantindo assim a maior eficiência da embalagem e uma melhor conservação dos alimentos (SCHRAMM, 2012 apud HOSSAKI, 2018)

As embalagens devem apresentar boas propriedades físico-químicas (mecânicas, térmicas e de barreira). A permeabilidade ao vapor de água objetiva a investigação da propriedade de barreira dos biofilmes aos vapores de água, logo, a embalagem deve ser eficaz ao evitar o contato dos alimentos com os vapores de água, tendo em vista que a sua presença pode contribuir para a proliferação de microrganismos. Além disso, a embalagem também deve apresentar boa resistência mecânica, pois os produtos são transportados por longas distâncias e podem sofrer

avarias durante esse processo, portanto o gênero alimentício deve estar seguro contra danos externos (SANTOS,2021; HOSSAKI,2018).

Em estudo realizado por Guerra (2021) a adição de nanopartículas de zinco apresentou melhorias significativas em relação a permeabilidade de água, infravermelho e a atividade antimicrobiana. Filmes com nanopartículas de celulose também tiveram resultados significativos, obtendo menores valores de permeabilidade ao vapor de água, absorção de água, além de uma maior resistência se comparado com outros biofilmes (TRAVALINI, 2019). Como também o acréscimo de nanopartículas de quitosana trouxeram melhorias nas propriedades de biofilmes comestíveis (SANTOS, 2019).Entretanto, ainda há uma necessidade quanto a investigação das consequências que a exposição a alguns tipos de nanopartículas podem causar na saúde humana.

Conclusão

Pode-se observar que as embalagens são formadas e constituídas por propriedades físico-químicas que se formam desde sua produção, e persistem até sua comercialização, componentes pelas quais se estabelece sua função de “embalagem” e conseqüentemente, sua aplicabilidade no mercado.

Estes componentes ainda não foram suficientemente explorados, o que resulta na falta de uma legislação

responsável por implicar as diretrizes de aplicação devida destas embalagens. Visto que, conforme poucas pesquisas, após o uso de tais produtos o descarte indevido desses materiais podem gerar danos ambientais, pois ao ser fabricado é de objetivo que elas promovam uma enorme durabilidade, contudo geram uma lenta decomposição de seus resíduos.

Tratando-se do efeito direto na saúde humana, ainda não foram aprofundados estudos que apresentem esta hipótese. Por enquanto, pesquisas recentes apenas apontam sobre as ações geradas por esse tipo de material durante seu contato com o alimento, sendo característica principal que destaca, sua alta impermeabilização de água, fator que reduz as chances de contaminação ou proliferação de microorganismos no produto, visto que a presença de água é um ambiente propício para o aumento de atividade microbiana.

Referências

- AGUIAR, Joice et al. EMPREGO DA NANOTECNOLOGIA COMO MECANISMO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: APLICAÇÕES E DESAFIOS. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 1, n. 12, p. 1-12, 2021.
- ALMEIDA, Ana Carolina Sergio et al. Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos. *Polímeros*, v. 25, p. 89-97, 2015.
- Braga LR, Federal D, Federal D. Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. :170-186.
- Fouad Abobatta, W., & Review, M. (2018). Nanotechnology Application in Agriculture. *Acta Scientific Agriculture*, 2(6), 99-102.
- GUERRA, Itatiane catarina, DESENVOLVIMENTO DE FILME E REVESTIMENTO À BASE DE PECTINA DO PEQUI INCORPORADO DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO E APLICAÇÃO EM PÓS-COLHEITA DE MANGA., Ifgoiano.edu.br, 2021.
- HOSSAKI, Beatriz Akemi; VOLANTE, Carlos Rodrigo. Nanotecnologia aplicada às embalagens de alimentos. *SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga*, [s. l.], v. 5, ed. 1, 22 dez. 2019.
- KUMAR, P. et al. Nanotechnology and its challenges in the food sector: a review. *Materials Today Chemistry*, [s. l.], v. 17, ed. 100332, 28 jul. 2020.
- MARTINEZ, Juliana Mazás. Avaliação da edição de polióis em biofilmes de amido de diferentes origens botânicas. 2020.
- PEREIRA, Arthur Brandão Dias. Síntese de biofilmes dopados com nanopartículas de prata: caracterização e aplicação, 2021.
- SANTOS, Vanessa Solfa et al. Preparação e caracterização de biofilmes comestíveis a base de nanoestruturas poliméricas em matriz de pectina. *Journal of Experimental and Technique Instrumentation*, [s. l.], v. 2, ed. 01, 3 abr. 2019.
- SANTOS, Vanessa Souza et al. Avaliação e caracterização de biofilme comestível de carboximetilcelulose contendo nanopartículas de quitosana e Cúrcuma longa. *Matéria*, Rio de Janeiro, v. 26, ed. 01, 12 mar. 2021. DOI 10.1590

Referências

SCHRAMM, A. M. Inovações no sistema de embalagens nas áreas de nanotecnologia, radiofrequência, design e segurança. São Caetano do Sul, 2012.

TRAVALINI, Ana Paula et al. Cassava starch films reinforced with lignocellulose nanofibers from cassava bagasse. **International journal of biological macromolecules**, v. 139, p. 1151-1161, 2019.

CAPÍTULO

02

BIOTECNOLOGIA APLICADA À FITOTERAPIA

ANTONIELLE SOUSA MENDES
INGRID ESTERFANE DO LAGO GOMES

MARESSA SANTOS MARINHO

DÉBORA HELENA DA SILVA FARIAS

ELLEN SAMARA AMORIM SILVA

ESTHELLA FERNANDA SOUZA BAIMA

JÉSSICA DIENE NERES ALGARVES

MAYLA ALEGRIA MARAMALDO OLIVEIRA

SARAH DA CUNHA COSTA

VANESSA RODRIGUES FREIRE

YANNA DE FÁTIMA SODRÉ SANTOS

DRA. DANIELE GOMES CASSIAS RODRIGUES

MSC. YUKO ONO

ESP. LAUDELINA FERREIRA DE ANDRADE

Introdução

Ao longo do tempo, nota-se a presença constante do uso de plantas medicinais no cotidiano das sociedades, sendo consideradas, portanto, uma alternativa terapêutica. Assim, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa, descreve como fitoterápico todo produto obtido exclusivamente de matérias-primas vegetais ativas, com finalidade profilática, curativa ou paliativa, podendo ser simples quando a propriedade ativa é proveniente de uma única espécie vegetal, ou composto, quando possui mais de uma espécie vegetal (DA SILVA, 2018). Sabe-se que a utilização correta na aplicação de extratos, óleos, cápsulas, dentre outros produtos fitoterápicos, pode contribuir para o tratamento de diversas doenças.

Com os avanços da biotecnologia, a fitoterapia vem sendo cada vez mais recomendada por profissionais da saúde, visando promover um tratamento seguro, eficaz, de qualidade, e com menos efeitos colaterais ao paciente (SANTANA, 2020). A biotecnologia, por meio de estudos aprofundados, torna-se uma aliada a fitoterapia, potencializando o conhecimento da ação das ervas medicinais no combate às mais diversas enfermidades. Dessa maneira, muitos estudos têm de-

monstrado que os fitoterápicos podem ser tão eficazes quanto os medicamentos produzidos com ativos oriundos de síntese química, por isso, a transformação de uma planta num medicamento deve priorizar a preservação da integridade química dos princípios ativos e por consequência, a ação farmacológica do vegetal, garantindo a constância e o efeito desejado (NOGUEIRA, 2021).

A revisão apresentada procurou compreender a relação entre fitoterapia e biotecnologia, além das implicações provenientes dessa relação, dessa forma, o estudo visa contribuir com uma abordagem geral e avaliação crítica sobre esses campos de estudo, podendo servir de base para pesquisas posteriores nessa área.

Materiais e Métodos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de identificar o papel da biotecnologia como potencializadora do conhecimento sobre plantas medicinais para o tratamento de diversas patologias. Para isso foram selecionados artigos das seguintes bases de dados: *Scielo (Scientific Electronic Library Online)*, *Scholar Google* e *Pubmed*. Para a busca dos trabalhos científicos, foram utilizados os descritores: plantas medicinais, biotecnologia e fitoterapia. Os critérios para seleção das publicações partiram da associação entre a biotecnologia e a fitoterapia, na cu-

ra ou recuperação de doenças. Para abordagem do tema foram selecionados artigos publicados a partir do ano de 2016.

Biotecnologia e Fitoterapia: definição

O termo Biotecnologia foi usado pela primeira vez em 1919, pelo engenheiro húngaro Karl Ereky. Desde então, a biotecnologia é caracterizada como uma área que engloba um conjunto de fundamentos teórico-práticos de diversas ciências naturais e da engenharia, para a aplicação tecnológica a partir do uso de sistemas biológicos e organismos vivos. Em uma conceituação mais elaborada, pode-se admitir que a biotecnologia é a exploração tecnológica da biodiversidade em prol da resolução de problemas da saúde humana (CARNUT, L.; *et al*, 2019).

Já a palavra “Fitoterapia” deriva da junção de dois termos do idioma grego, “*phyton*” que significa vegetal e “*therapeia*” cujo significado é tratamento. Logo, a fitoterapia pode ser definida como o uso de plantas desde a forma mais natural e simples até as formas mais elaboradas ou científicas, como por exemplo, o uso de plantas medicinais em preparações farmacêuticas (tinturas, extratos, xaropes, cremes, géis, pomadas, cápsulas e/ou comprimidos), com objetivo de recuperar e manter a saúde do indivíduo (MACHADO, E. R., 2020; ZARDETO-SABEC, G., *et al*, 2019).

A prática da fitoterapia acompanha a humanidade desde os povos primitivos, que utilizavam plantas me-

dicinais e seus extratos para curar diversas doenças. Acredita-se que tal prática surgiu de forma independente entre povos, uma vez que a utilização de fitoterápicos é considerada uma atividade terapêutica influenciada por diversas áreas médicas de caráter holístico, como por exemplo, a medicina tradicional chinesa, indígena, europeia e a africana (ZARDETO-SABEC, G., *et al*, 2019).

A importância da fitoterapia para a promoção da saúde

Ao longo dos anos, o avanço da biologia molecular através de novas técnicas de identificação, extração e purificação dos compostos ativos das plantas medicinais tem potencializado o uso de fitoterápicos para o benefício humano. Atualmente, a inserção e utilização da prática fitoterápica é defendida e incentivada como alternativa terapêutica nas Unidades de Atenção Primária (APS) pelo Ministério da Saúde, principalmente quando se considera que 80% da população mundial faz uso de plantas medicinais ou de seus derivados (OLIVEIRA, A. F. P., *et al*, 2017).

Além disso, é importante destacar que em meio a desigualdade social e a grande diferença de renda presentes no país, as políticas públicas que impulsionam o uso de terapias alternativas, como a Fitoterapia, tem como objetivo reduzir a disparidade em relação à manutenção e à melhoria da saúde na população brasileira (OLIVEIRA, A. F. P., *et al*, 2017). Dessa

forma, a implementação da fitoterapia no Sistema Único de Saúde (SUS), por exemplo, é uma via de baixo custo e acessível que aproxima o profissional-técnico do paciente e representa uma fusão entre o conhecimento popular e o conhecimento científico (OLIVEIRA, A. F. P., et al, 2017).

A utilização da biotecnologia na fitoterapia

A execução do sistema de inovação tecnológica na área da saúde é abrangente e não está restrita apenas a determinado setor. Para alguns autores, as inovações podem ser classificadas em dois tipos: as inovações incrementais, que são oriundas de pequenas modificações e/ou agregações relacionadas ao aperfeiçoamento de produto/processo/serviço em questão; e as inovações radicais, que geram um produto inteiramente novo (CARNUT, L., et al, 2019). Nesse sentido, é possível afirmar que a biotecnologia é utilizada na fitoterapia de maneira dinâmica, seja para melhorar a qualidade do processo de produção de fitoterápicos, ou para explorar novos extratos ativos, óleos de plantas medicinais, ou para confirmar a eficácia do uso desses na prevenção e no tratamento de doenças, através de pesquisas.

Além disso, é importante ressaltar que na Amazônia brasileira, por exemplo, a aplicabilidade da biotecnologia representa uma forma de fixar renda aos produtores locais, a partir da produção de produtos derivados das pesquisas sobre a biodiversidade da re-

gião. Ademais, a utilização de tecnologias reflete na melhoria da infraestrutura local de produção, de mercado e geração de empregos (COSTA, R.C.; NUNEZ C.V, 2016).

Também cabe destacar que a utilização da biotecnologia comprova a eficácia e legitimidade terapêutica dos fitoterápicos como uma opção para combater doenças e distúrbios. A exemplo disso, diversos estudos tem apontado o potencial antioxidante do extrato aquoso de erva-mate. Para alguns autores, esse fitoterápico se apresenta propício para uso no Sistema Único de Saúde (SUS), principalmente no atendimento primário, ao ser prescrito por profissionais de saúde habilitados, o extrato aquoso de erva-mate pode reduzir o número de pacientes com patologias crônicas, como as doenças cardíacas e a obesidade (CORRÊA, K. G; GONÇALVES, W. J, 2021). Outro exemplo de fitoterápico com potencial farmacêutico científico é o Aloe vera, que pode ser usado no reparo tecidual por meio da sua ação anti-inflamatória que possibilita uma maior vascularização no tecido, e assim o aumento da quantidade de colágeno para que o processo da cicatrização aconteça, e o tecido lesionado seja remodelado (CAGNI, T. F; LUBI, N., 2018).

Conclusão

A biotecnologia e a fitoterapia são duas ciências que podem ser utilizadas com o propósito de contribuir para

a recuperação da saúde das pessoas, dessa maneira, a biotecnologia se utiliza de procedimentos tecnológicos a partir de sistemas biológicos e organismos vivos, já a fitoterapia utiliza como medida terapêutica o princípio ativo das plantas que são organismos vivos. Em virtude disso, o presente capítulo buscou explorar a associação entre as duas ciências e a contribuição que ambas poderiam gerar para o campo da saúde.

Assim, constata-se que a ligação entre a biotecnologia e a fitoterapia é uma alternativa positiva para a ciência, na busca por formas alternativas de terapêutica, com inúmeros benefícios, uma vez que aprimora os efeitos curativos dos ativos das plantas, potencializando a ação e melhorando as técnicas de produção desses fitoterápicos.

Referências

- ALVES, G.Q; et al. Influência da ingestão de plantas medicinais e produtos fitoterápicos sobre a composição da microbiota intestinal: uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of health Review*, Curitiba, v. 3, n. 6, p. 18713-18724 nov./dez. 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJHR/article/view/21689>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- BENTO, Raila de Carvalho; et al. Potencial da fitoterapia como tratamento alternativo para hipertensão em idosos. *Anais do VII Congresso Internacional de Envelhecimento Humano*. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/73343>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- OLIVEIRA, A. F. P.; COSTA, I. C. P.; ANDRADE, C. G. de; SANTOS, K. F. O. dos; ANÍZIO, B. K. F.; BRITO, F. M.; Fitoterapia na atenção básica: estudo com profissionais enfermeiros *Phytotherapy in primary care: study with nurse professionals*. *Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online*, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 480-487, 2017. DOI: 10.9789/2175-5361.2017. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/cuidadofundamental/article/view/5449>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- CARNUT, L.; TAJRA, F. S.; ZÖLLNER IANNI, Áurea M.; ZILBOVICIUS, C. Biotecnologia e saúde pública: suas interfaces teórico-conceituais e contribuições para pensar a Odontologia neste diálogo. *Revista Gestão & Saúde*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 43-59, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/23170>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- CAGNI, T. F; LUBI, N. Aloe vera no reparo tecidual. *Revista eletrônica biociências, biotecnologia e saúde*, Curitiba, n. 20, 2018. Disponível em: <https://interin.utp.br/index.php/GR1/article/view/2244>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Referências

- CORRÊA, K. G.; GONÇALVES, W. J. Extrato de erva-mate: viabilidade fitoterápica antioxidante para o sistema de saúde pública no Brasil. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 19, 2021. DOI: 10.51189/rema/810. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/810>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- COSTA, Reinaldo C.; NUNEZ, Cecilia V. Mercado de bioprodutos fitoterápicos e fitocosméticos: gestão, tecnologias e inovação. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 220-372, 2016. Acesso em: 8 jan.2022.
- DA SILVA, Isabel Cristina Moreira; JÚNIOR, Everardo Soares Cavalcante; RIVANOR, Renata Line da C. Levantamento dos Fitoterápicos mais comercializados na cidade de Quixadá-Ce. 2018. Acesso em: 9 jan. 2022.
- DE SANTANA, Danielly Silva et al. O USO DO MASTRUZ COMO AGENTE CICATRIZANTE EM FERIDAS CUTÂNEAS. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 78-78, 2020. Acesso em: 7 jan. 2022.
- MACHADO, E. R. **As ciências biológicas e a construção de novos paradigmas de conhecimento 2**. Paraná: Atena editora, 2020.
- NOGUEIRA, Eduarda Karine Silva et al. Produção de Enxaguatório Bucal da Mentha Villosa com Atividade Antimicrobiana. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 105947-105959, 2021. Acesso em: 9 jan. 2022
- PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES ATENÇÃO BÁSICA CADERNOS de. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/praticas_integrativas_complementares_plantas_medicinais_cab31.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2022
- YATOO, Mohd I.; et al. Medicamentos anti-inflamatórios e ervas com ênfase especial em medicamentos fitoterápicos para combater doenças e distúrbios inflamatórios - uma revisão. Recent patents on inflammation & allergy drug Discovery, [S. l.], v. 12, n. 1. p. 39 – 58, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29336271/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Referências

ZARDETO-SABEC, G., et al. Plantas medicinais como alternativa no tratamento do câncer. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR*, v.27, n.3, p.75-80, 2019. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190805_074024.pdf. Acesso em: 9 jan. 2022.

CAPÍTULO

03

**BIOTECNOLOGIA E SUAS IMPLICAÇÕES
NA SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE**

DÉBORA HELENA DA SILVA FARIAS
JÉSSICA DIENE NERES ALGARVES
MAYLA ALEGRIA MARAMALDO OLIVEIRA
ALICIA CARDOSO LIMA
ANA CAROLINA CUTRIM GONÇALVES
ANDRÉ LUIZ BARROS SOUSA
ESTHELLA FERNANDA SOUZA BAIMA
INGRID ESTERFANE DO LAGO GOMES
MARESSA SANTOS MARINHO
SARAH DA CUNHA COSTA
VANESSA RODRIGUES FREIRE
YANNA DE FÁTIMA SODRÉ SANTOS
MSC. YUKO ONO
ESP. LAUDELINA FERREIRA DE ANDRADE
DRA. KÁTIA DANIELLE ARAÚJO LOURENÇO VIANA

Introdução

O surgimento de novas tecnologias advém da necessidade de solucionar problemas que envolvem a sociedade. Assim, há constante desenvolvimento de pesquisas e ensaios para criar ou aprimorar técnicas que possibilitem, por exemplo, erradicar doenças ou mesmo a fome.

Os métodos que viabilizam estes avanços são articulados por meio da Biotecnologia que, conforme a Convenção sobre Diversidade Biológica (2000), significa qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica. É, pois, em virtude de seu uso que diferentes setores da produção de bens e serviços têm sido beneficiados, e dentre eles estão o de saúde humana e meio ambiente.

A biotecnologia desenvolvida para essas instâncias, engloba medidas que permitem ao homem, saúde e longevidade, uma vez que promovem a criação de fármacos e vacinas, além disso, estudos sobre genética, que envolve o sequenciamento e recombinação de DNA têm sido cada vez mais realizados. As aplicabilidades da biotecnologia propiciam, ainda, meios para que a sustentabilidade

seja atingida e o meio ambiente tenha seus recursos preservados (SCHENBERG, 2010).

Devido ao aparente progresso gerado nas áreas de saúde humana e meio ambiente, o presente trabalho objetiva-se em apresentar as aplicabilidades da biotecnologia nesses campos, bem como os impactos na sociedade.

Materiais e Métodos

Este estudo trata-se de revisão bibliográfica, com base em artigos científicos, revistas, teses e entrevistas. Os materiais selecionados foram os que atendiam à temática, seguido do resumo de resultados e elaboração de conclusões sobre biotecnologia e suas aplicações à saúde humana e meio ambiente.

No processo de pesquisa, as bases de periódicos consultadas foram: Epub; Google Acadêmico; Scielo; PubMed; Portal de Periódicos Capes. Os descritores utilizados foram (em português e inglês): biotecnologia e meio ambiente; biorremediação; microalgas; biocombustíveis; biotechnology; biotecnologia e saúde; biotechnology and health. Ao todo, 24 materiais foram consultados para a realização desta pesquisa.

Biotecnologia e suas implicações para a saúde humana

A biotecnologia aplicada à saúde é caracterizada por uma alta interdisciplinaridade e gama complexidade de conhecimentos que, estando envolvidos, dificultam a

diferenciação entre pesquisa básica e aplicada (NETO, 2009).

Outrossim, é incontestável que as ciências biotecnológicas promovem avanços consideráveis no campo tecnológico-científico e, particularmente, com relação ao desenvolvimento de fármacos, equipamentos e técnicas para tratamento da saúde humana (AMARAL et al., 2020). Ademais, uma das suas vertentes tem sido a promoção de avanços em numerosos setores produtivos, especialmente na saúde, a qual tem denotado maior impacto, promovendo saúde e bem-estar à coletividade (FLORÊNCIO et al., 2020).

Ao longo das décadas, a biotecnologia tem evoluído, sendo aplicada em uma série de funcionalidades, como as vacinas preventivas e terapêuticas, as substâncias terapêuticas de base biotecnológica e os reagentes utilizados para diagnósticos e análises clínicas. Portanto, estimular sua progressão e aperfeiçoamento tem efeitos positivos para o país, cadeia produtiva e para a preservação e manutenção das sociedades (AMARAL et al., 2020; CARNUT et al., 2019).

No Brasil, empresas do setor de biotecnologia em saúde têm operado fortemente sobre as privações de saúde e as doenças mais negligenciadas (FLORÊNCIO et al., 2020). Desta forma, como a biotecnologia trata-se da exploração tecnológica da biodiversidade em prol da resolução de problemas, as organizações estão co-

mercializando terapias inovadoras que são desenvolvidas de insumos originados a partir da biodiversidade brasileira (CARNUT et al., 2019; FLORÊNCIO et al., 2020).

A biotecnologia aplicada à saúde humana pode proporcionar e estimular o processo de criação de novas formas de diagnosticar, tratar e prevenir doenças. Destarte, segundo Florêncio (2020) muitas são as formas de aplicação da biotecnologia no campo da saúde:

A Tecnologia do DNA recombinante surgiu a partir do desenvolvimento de um protocolo para a manipulação de DNA de células visando orientá-las para a produção de proteínas específicas, possibilitando tratamentos terapêuticos e o entendimento das causas de doenças. Ademais, os anticorpos monoclonais são produzidos por células modificadas chamadas de hibridomas e, uma vez desenvolvidos, esses hibridomas podem produzir, em escala industrial, anticorpos sempre idênticos em especificidade, estrutura e afinidade. Por fim, a clonagem terapêutica, utilizada na produção de células-tronco, consiste em substituir o núcleo de um óvulo pelo de uma célula somática, sem, contudo, implantá-lo, produzindo células-tronco pluripotentes, capazes de fabricar diversos tecidos. Essas são algumas biotecnologias aplicadas na prevenção de doenças (AMARAL et al., 2020).

Em virtude do avanço das biotecnologias, os corpos humanos são cada vez mais biônicos, com partes recarregáveis e substituíveis e os órgãos e materiais

biológicos humanos estão sendo transformados estruturalmente, quimicamente e funcionalmente de forma a poderem ser substituídos por partes mecânicas (MONTEIRO, 2017). Conseqüentemente, maior investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação em biotecnologia aplicada à saúde humana se faz cada vez mais necessário, visto que, é uma área em expansão e com grandes benefícios associados.

A biotecnologia tem se mostrado um campo de conhecimento de muitas possibilidades, para contribuir com os avanços da ciência, instituindo uma trajetória promitente para o futuro, oferecendo soluções para benefício da saúde humana, no diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças, com novas possibilidades para o cuidado com paciente (AMARAL et al., 2020).

Biotecnologia e suas implicações para o meio ambiente

A Biotecnologia em uma de suas vertentes é aplicada ao meio ambiente e pode agir na preservação e manutenção dos sistemas e processos biológicos, para proteção e requalificação dos ecossistemas, processos que atuam como resposta e solução às diversas atividades degradativas da ação do homem ao longo dos séculos (GALEMBECK, 2013; ANDRADE; AUGUSTO; FONTES, 2010; SILVA, 2021).

Destaca-se o desenvolvimento de produtos e processos industriais menos poluentes, práticas agrícolas sustentáveis, recuperação de materiais e rea-

proveitamento de resíduos (SZIGETHY & ANTENOR, 2020).

Existe também uma classificação das áreas de atuação da biotecnologia separadas em 10 cores – entre as correlacionadas de maneira direta e/ou indireta ao meio ambiente temos:

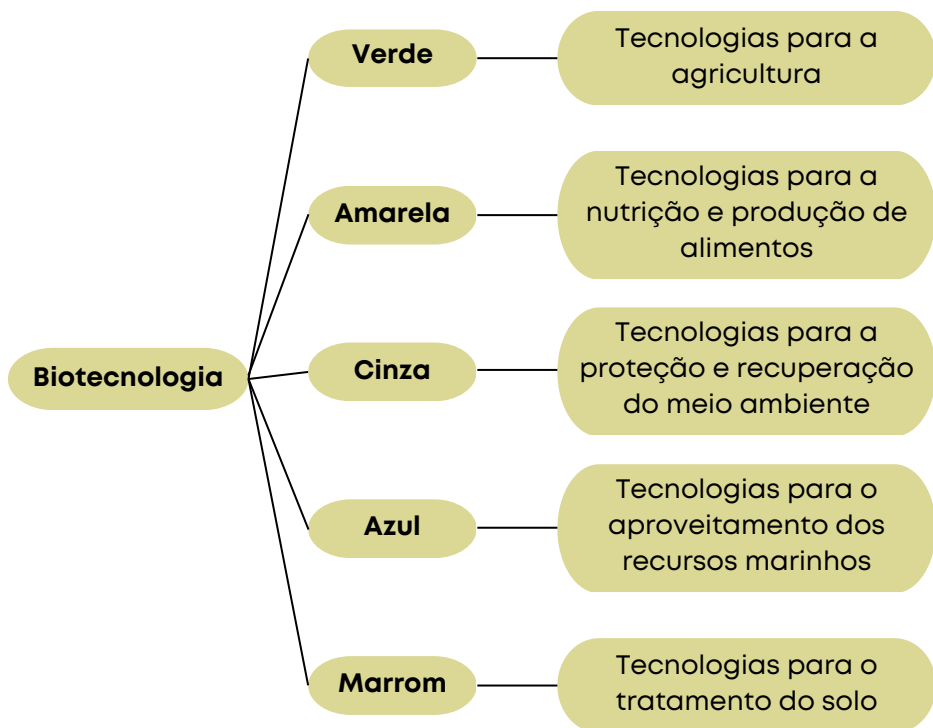


Figura 1- Áreas de atuação da biotecnologia correlacionadas ao meio ambiente
Fonte: DASILVA (2004).

Atualmente, as aplicações de maior destaque da Biotecnologia no meio ambiente são: biorremediação; bioconversão de resíduos vindos da agricultura; tratamento de efluentes; produção de biocombustíveis; e produção de plástico biodegradável a partir de microalgas (GONÇALVES, I. S. et al. , 2014; DA SILVA, 2018).

Os combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás natural) contribuem em cerca de 84% das necessidades mundiais primárias. O mundo hoje é conhecido por sua tecnologia: telas, computadores, maquinários, indústrias e produtos que necessitam de energia (FGV ENERGIA, 2020). O uso de petróleo e sua queima gerando gás carbônico – liberando gases do efeito estufa, grandes responsáveis por mudanças climáticas, foi a problemática raiz, que teve como solução biotecnológica a produção e utilização dos biocombustíveis (etanol, biodiesel, bioéter) que tem como principal objetivo evitar futuros problemas de carência de energia e graves alterações ambientais (MAIER, A. B. *et al.*, 2021) . Em 2021, de acordo com o Ministério de Minas e Energia, no setor de transportes, 20% do consumo foi de combustíveis renováveis e com o desejo de ampliar esse percentual de acordo com a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) (BRASIL, 2021).

Até 1999 (Choi & Lee), a produção de bioplásticos era um processo distante e incapaz de competir com os valores dos plásticos convencionais de origem petroquímica e de difícil decomposição, mas hoje já é uma realidade palpável com a produção de plásticos a partir de microalgas, produção que ainda está em fases iniciais não é “totalmente sustentável”, mas já começa a dar seus primeiros passos (DA SILVA, 2018).

Além disso, a produção das microalgas em grande escala para diminuir os custos de produção do bioplástico, traz benefícios no tratamento de águas residuais e efluentes, já que o metabolismo de crescimento das microalgas remove alguns dos contaminantes habitualmente presentes em águas residuais, sem a necessidade de adição de outros compostos químicos (SILVA, 2014) e atuam também na remoção de nutrientes, desinfecção e remoção de metais pesados (processo de absorção nas paredes das células e assimilação) (DINIS; MONTEIRO e BOAVENTURA, 2004). Bioplásticos gerados a partir de microalgas já estão sendo testados em meio acadêmico, destacando-se o uso das microalgas *Chlorella vulgaris* e *Spirulina* (MAGALHÃES, NOCE; NEVES, 2020).

A biorremediação é um processo em que seres vivos são utilizados para descontaminar ou reduzir o teor de poluentes no meio ambiente. Os poluentes orgânicos são transformados ou destruídos por meio da decomposição, pela ação de microrganismos naturais no solo (bactérias, fungos e protozoários). Considerada a alternativa mais viável no tratamento de ambientes contaminados com moléculas orgânicas de difícil degradação (xenobióticas) e metais tóxicos, além de resíduos e efluentes de indústrias. Essas moléculas e seus produtos de degradação resultam em efeitos nocivos e mutagênicos aos organismos vivos, podendo

levar à eliminação seletiva de indivíduos e modificações na estrutura ecológica e funcional da comunidade biológica (SIMÃO, 2015; GAYLARDE; BELLINASSO; MANFIO, 2005).

Em 2019, quando uma enorme mancha de petróleo atingiu grande parte do litoral brasileiro, uma das soluções para a remoção dos produtos químicos tóxicos invisíveis a olho nu e que se dissolveram na água, foi a biorremediação através de microalgas, em uma técnica desenvolvida pelo IGEO (Instituto de Geociências) e patenteada pela UFBA (Universidade Federal da Bahia). Nas áreas de areia ou mangue, a solução sugerida foi a fitorremediação, processo semelhante a biorremediação, mas que faz o uso de plantas, onde a espécie que atua melhor na presença do contaminante (alta fixação de carbono) é utilizada. Essas plantas são tratadas em laboratórios, inseridas no ecossistema e monitoradas (UCHÔA, 2022).

Conclusão

Diante do exposto, nota-se que as aplicações da biotecnologia para a saúde humana e meio ambiente, expressam o avanço para a melhoria das condições de vida em sociedade, já que o processo evolutivo em si, acarretou danos.

E, é por intermédio desta ciência que estão sendo formuladas técnicas que diminuam os impactos ocasionados por doenças provocadas por microrganismos, falhas genéticas ou mesmo por expo-

sição a um ambiente nocivo que foi gerado devido a práticas agrícolas agressivas, produção de lixo não degradável, poluentes, além da extração e queima de combustíveis excessivas.

Dessa forma, as tecnologias elaboradas para estas esferas agem sinergicamente, portanto, são indispensáveis, já que a preservação e recuperação dos recursos naturais são uma forma de extrair matéria-prima para cuidados com a saúde. Logo, o uso da biotecnologia deve ser fomentado para que ações corretivas continuem sendo desenvolvidas e aplicadas.

Referências

- AMARAL, C. S. T. et al. Novos caminhos da biotecnologia: as inovações da indústria 4.0 na saúde humana. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 23, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/0.25061/2527-2675/ReBraM/2020.v23i3.889>>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F. J.; FONTES, I. C. S. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. *Eclética Química* [online]. 2010, v. 35, n. 3 [Acessado em 10 Janeiro 2022], pp. 17-43. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-46702010000300002>>. Epub 09 Dez 2010. ISSN 1678-4618. <https://doi.org/10.1590/S0100-46702010000300002>.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Brasil avança no setor de biocombustíveis. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/07/brasil-avanca-no-setor-de-biocombustiveis#:~:text=Os%20biocombust%C3%ADveis%20s%C3%A3o%20derivados%20de,%C3%ADndice%20de%20emiss%C3%A3o%20de%20poluentes.>>> Acesso em: 10 de Jan de 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Aprovada pelo decreto Legislativo nº 2, de 1994. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>>. Acesso: 10 jan. 2022.
- CARNUT, L. et al. Biotecnologia e saúde pública:suas interfaces teórico-conceituais e contribuições para pensar a Odontologia neste diálogo. *Revista Gestão & Saúde*, v. 10, p. 43-59, issn: 1982-4785, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.26512/gsv10i1.23170>>. Acesso em: 09 jan. 2022.
- CHOI, J.; LEE, S. Y. Factors affecting the economics of polyhydroxyalkanoate production by bacterial fermentation. *Applied Microbiol. Biotechnol.*, v.51, p.13-21, 1999.
- DA SILVA, G. A. et al. Revisão bibliográfica: produção de bioplásticos de biomassa de microalgas. 28º Seminário de Iniciação Científica Universidade do Estado de Santa Catarina, 2018.

Referências

- DASILVA, E. J. **The colours of biotechnology: science, development and humankind.** *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 7, n. 3, p. 01-02, 2004.
- DINIS, M. A. P.; MONTEIRO, Á. A. M. G. & BOAVENTURA, R. A. R. **Tratamento de águas residuais: o papel das microalgas.** Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia, Porto, 2004.
- FGV ENERGIA. **Dados matriz energética 2020.** Disponível em: <<https://fgvenergia.fgv.br/dados-matriz-energetica>>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- FLORÊNCIO, M.N.S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M.; ABUD, A. K. S. **Desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil.** *International Journal of Innovation*, v. 8, n. 3, p. 541-563, 2020 . Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/iji.v8i3.17928>>. Acesso em: 09 jan. 2022.
- GALEMBECK, F. **Inovação para a sustentabilidade.** *Quim. Nova*, Vol. 36, No. 10, 1600-1604, 2013.
- GAYLARDE, C. C.; BELLINASSO, M. L.; MANFIO, G. P. **Biorremediação – aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos.** *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*. n. 34, p.36-43, 2005.
- GONÇALVES, I. S. *et al.* **Cultivo da microalga *Synechococcus nidulans* para produção de biopolímeros.** X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica, Blucher Chemical Engineering Proceedings, V. 1, Pages 562-566, ISSN 2359-1757, 2014.
- MAGALHÃES, E. L.; NOCE, V. F.; NEVES, F. F. **Bioplásticos de microalgas cultivadas em efluente: uma alternativa sustentável para a indústria catarinense.** 30º Seminário de Iniciação Científica Universidade do Estado de Santa Catarina, 2020.
- MAIER, A. B. *et al.* **BIOCOMBUSTÍVEIS E A MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE: UMA QUESTÃO DE SUSTENTABILIDADE.** *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 8, n. 4, p. 161-173, 2021.

Referências

- MONTEIRO, A. P. T. A. V.; CURADO, M.; QUEIRÓS, P. **Biotecnologia: revolução digital e conhecimento estético em enfermagem.** Revista de Enfermagem Referência, n. 13, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.12707/RIV17020>>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- NETO, C. R. S. et al. **Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 359-392, mar. 2009. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2641/1/BS%2029_Biotecnologia%20para%20sa%c3%bade%20humana_P.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- SCHENBERG, A. C. G. **Biotecnologia e desenvolvimento sustentável.** Estudos avançados, v. 24, n. 70, p. 07-17, 2010.
- SILVA, N. F. P. **Crescimento de Microalgas em Águas Residuais: Produção de Biomassa e Remoção de Nutrientes.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- SILVA, R. O. **A biotecnologia e sua importância no meio ambiente.** 2021. Dissertação de Mestrado.
- SIMÃO, C. J. B. et al. **A Biorremediação como técnica de tratamento de efluentes contaminados por petróleo.** Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, n. 1, p. 821-830, 2015.
- SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos.** 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- UCHÔA, V. **Biorremediação: os métodos naturais que podem ajudar a recuperar áreas manchadas pelo petróleo.** BBC News Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50399607>>. Acesso em: 10 de Jan de 2022.

CAPÍTULO

04

O USO DA BIOTECNOLOGIA PARA A
INOVAÇÃO DO SETOR ALIMENTÍCIO

JÉSSICA DIENE NERES ALGARVES
VANESSA RODRIGUES FREIRE
YANNA DE FATIMA SODRÉ SANTOS
ALICIA CARDOSO LIMA
ANA CAROLINA CUTRIM GONÇALVES
ANDRÉ LUIZ BARROS SOUSA
ANTONIELLE SOUSA MENDES
DÉBORA HELENA DA SILVA FARIAS
ELLEN SAMARA AMORIM SILVA
INGRID ESTERFANE DO LAGO GOMES
MAYLA ALEGRIA MARAMALDO OLIVEIRA
DR. TONICLEY ALEXANDRE DA SILVA
DRA. SILVIA TEREZA DE JESUS RODRIGUES MOREIRA LIMA

Introdução

A biotecnologia é um processo biológico que engloba vários processos, desde a fermentação industrial à formulação de novos alimentos (VARGAS et al., 2018).

A soja *Vistive Gold* foi um dos primeiros produtos biotecnológicos produzidos nos Estados Unidos. Com 85% menos gordura saturada do que o óleo de palma, 70% menos gordura saturada do que a gordura vegetal e 60% menos gordura saturada do que o óleo de soja. Além de ser um produto altamente rentável (CURY, 2015).

Desse modo, a biotecnologia proporciona infinitas possibilidades no setor alimentício: melhora da colheita, enriquecimento dos frutos, entre outros. Gerando assim um avanço no desenvolvimento e nas propostas da alimentação no dia a dia (SANTOS et al., 2012).

Desde 1998, o Brasil possui uma produção de organismos geneticamente modificados (OGM) onde a presença da biotecnologia na agricultura seria fundamental para a diminuição da emissão dos gases do efeito estufa, além de proporcionar o aumento na disponibilidade de nutrientes nos alimentos, podendo ser a revolução da segurança alimentar e nutricional da população, contribuindo assim para a sociedade

do futuro (VARGAS et al., 2018).

Dessa maneira, essa revisão tem por objetivo descrever o uso da biotecnologia e suas influências para a inovação do setor alimentício.

Materiais e Métodos

O presente estudo é uma revisão integrativa de literatura científica, expondo estudos que comprovem e abordam temas relacionados à biotecnologia e sua inovação no setor alimentício, bem como na fermentação, biofortificação e sua aplicação em Alimentos Funcionais, visando o combate de doenças crônicas e nutricionais.

Todo o processo referente a busca de dados e estudos foram realizados através do uso de plataformas estudantis, como o PubMed, Google Acadêmico, Scielo e o portal de periódicos CAPES, a partir de artigos originais publicados entre os anos de 2012 e 2021, utilizando os descritores Biotecnologia, Biotechnology and food, Biotechnology and functional foods, Innovations in food, Inovação no setor de alimentos, Doenças Crônicas, Fermentação, Biofortificação, Alimentos Funcionais e Doenças Carenciais.

Foram selecionados o total de 14 artigos cujo foram analisados título e resumo, para assim, confirmar se tinham relação com o tema "O uso da biotecnologia para a inovação do setor alimentício".

Biotecnologia

A biotecnologia é a mais nova transformação tecnológica do século XXI, trata-se da junção de dois recursos inovadores e modificadores da vida humana, a biodiversidade, oferecida pela natureza e outros organismos vivos, e a tecnologia criada pelos seres humanos através do conhecimento técnico científico. Dessa forma, essa ferramenta utiliza de toda diversidade biológica, bem como os recursos naturais, ecossistemas, biomas e toda espécie viva do planeta com o intuito de desenvolver produtos geneticamente modificados para consumo ou venda, bem como fármacos, cosméticos, medicamentos, gêneros alimentícios que de alguma forma irão contribuir para a saúde da população (BARBA; SANTOS, 2020).

Desde os nossos antepassados, vivemos em mundo de constante mudança, tendo como acontecimentos históricos os processos de urbanização, revoltas, surtos e epidemias que revelam uma necessidade da evolução científica, que sirvam de método contraceptivo e de tratamento para essas adversidades, bem como doenças crônicas globais que podem afetar a saúde humana (BARBA; SANTOS, 2020).

Seguindo esta linha de raciocínio, alguns dados mostram que as doenças crônicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e doenças respiratórias são responsáveis por 63% das mortes globais, sendo que os mais atingidos são indi-

víduos que vivem sob condições socioeconômicas desfavoráveis. Por outro lado, têm-se doenças causadas por carências nutricionais, como anemias, hipovitaminose A, pelagra, beribéri, doenças osteoporóticas que acometem principalmente crianças e idosos (MALTA et al., 2019).

Sabendo da existência dessas doenças de caráter nutricional, surge a importância dos alimentos geneticamente modificados e advindos da indústria alimentícia cujo papel é combater os problemas que afetam a Segurança Alimentar e Nutricional da população, como a fome. Desse modo, vale citar algumas vantagens dos transgênicos, como sua resistência e facilidade de adaptação em terras que sejam pobres em nutrientes, além disso, são mais energéticos e podem conter vitaminas e minerais em maior quantidade do que os encontrados em alimentos naturais, por outro lado, estudos comprovam que os alimentos advindo da biotecnologia podem trazer malefícios se consumidos a longo prazo (VARGAS et al., 2018).

Inovações no Setor Alimentício

• Fermentação

A indústria alimentícia ao longo dos anos utiliza métodos que viabilizam a produção de gêneros alimentícios que atendam as necessidades da população. Logo, a biotecnologia tem sido primordial para produzir e aperfeiçoar alimentos.

Um das técnicas biotecnológicas mais realizadas é a de fermentação, posto que tem a capacidade de melhorar o perfil nutricional e funcional dos alimentos, bem como suas especificidades sensoriais (GOBBETTI et al., 2018).

Estudos expõem que a fermentação da massa permite a redução do teor de sal e favorece o enriquecimento com compostos anti-hipertensivos, beneficiando, portanto, a prevenção e controle da hipertensão arterial sistêmica.

Entre as diversas pesquisas realizadas ao longo dos anos, uma nova receita do tradicional pão de Altamura foi criada. A principal especificidade da massa fermentada é o baixo teor de sódio. Após ser desafiada in vivo por meio de um ensaio piloto controlado randomizado de 6 meses com pacientes hipertensos em estágio I-II, este estudo evidenciou que os pacientes que consumiram esse pão associado a uma dieta com baixo teor de sódio, apresentaram diminuição do sódio urinário e pressão arterial sistólica e diastólica em relação aos que seguiram a dieta e mantiveram o pão convencional (COSOLA et al., 2018).

Outro estudo explorou os efeitos da fermentação com massa azeda para pacientes com síndrome do intestino irritável. Para tanto, pão e macarrão foram produzidos a partir de proteases fúngicas e bactérias ácido-láticas, esses novos produtos foram utilizados em um estudo randomizado e controlado cruzado para anali-

sar a redução na gravidade dos sintomas provocados pela doença. Os pacientes selecionados para o estudo estavam sob restrição ao glúten e foram divididos em dois grupos, de modo que um passou a consumir uma dieta com glúten normal e outro com os novos produtos. O grupo sob a dieta com teor de glúten reduzido apresentou diminuição da pontuação da Escala Visual Analógica ($p = 0,042$) (CALASSO et al., 2018).

Ainda por intermédio da fermentação, o efeito anti-inflamatório foi observado em um pão fermentado que tinha por base a farinha de einkorn. O estudo expôs que há níveis mais elevados de carotenóides no einkorn do que nos trigos modernos, e que a eficácia da fermentação é responsável por manter esses níveis, apesar da maior exposição ao oxigênio atmosférico (ANTOIGNONI et al., 2017).

Logo, com base nos estudos apresentados é notório que as técnicas de fermentação propostas pela biotecnologia no setor alimentício torna-se cada vez mais capaz de atender os comensais com as mais distintas peculiaridades.

- **Biofortificação**

A biofortificação também é uma dos métodos articulados pela biotecnologia para promover a inovação no setor alimentício, já que aumenta o teor de nutrientes específicos em alimentos básicos, tais como arroz polido, trigo e mandioca, que são constantemente consumidos pela população e que possuem baixo valor

nutricional. Este método surge com intuito de reduzir doenças provocadas por carências nutricionais (RIOS et al., 2011).

O beribéri, provocado pela deficiência de tiamina, é uma das doenças que estimula o desenvolvimento da biofortificação, posto que é altamente limitante e mortal e atinge populações de risco que sofrem com a monotonia alimentar gerada, muitas vezes, pela insegurança alimentar grave. Assim, produzir alimentos capazes de evitar o desenvolvimento da deficiência em tiamina são essenciais para a saúde populacional.

Para tanto, foi realizado um estudo sobre a biofortificação de safras que permitiu as primeiras tentativas de biofortificação de tiamina de culturas básicas nos últimos dois anos. Demonstrando que a superexpressão de dois genes que estão envolvidos na biossíntese de tiamina aumentaram seu conteúdo em até 5 vezes em sementes de arroz não polido. Todavia, o estudo também evidenciou o pouco aumento no conteúdo de tiamina no endosperma amiláceo, o tecido remanescente após a remoção das camadas externas do grão durante a moagem para produzir arroz branco. Logo, é necessário que outras pesquisas sejam formuladas para que o problema seja solucionado (GOYER, 2016)

Destarte, nota-se que as distintas técnicas desenvolvidas por intermédio da biotecnologia têm contribuído para os cultivares alimentares, possibilitan-

do o desenvolvimento de métodos de biofortificação que auxiliam no bem-estar populacional, destacando-se o melhoramento genético (clássico ou molecular), a transgenia e as práticas agrícolas (fertilização) empregadas aos alimentos (SOCCOL et al., 2021).

- **Alimentos funcionais**

Por meio da biotecnologia, há ainda a formulação de novos alimentos funcionais. Diversos compostos, como vitaminas e minerais, antioxidantes, ácidos graxos insaturados, fibras alimentares, flavonoides, prebióticos e probióticos, são reconhecidos por prevenir ou retardar o aparecimento de doenças. Assim, mediante as técnicas desenvolvidas biotecnologia, esses compostos podem ser isolados e inseridos em alimentos para torná-los mais ricos nutricionalmente (DA SILVA; ORLANDELLI, 2019).

Tendo em vista as propriedades terapêuticas produzidas pela ação dos antioxidantes, uma pesquisa feita com tomates geneticamente modificados através da introdução, via transformação mediada por plasmídeos de *Agrobacterium*, do gene *BjHMGS1* de *Brassica juncea* (mostarda marrom), que codifica a enzima 3-hidroxy-3-metilglutaril-CoA sintase (HMGS), possível aumentar simultaneamente a produção de vitamina E, carotenóides, esqualeno e fitoesteróis (LIAO et al., 2018).

Através da produção de um macarrão (tipo espaguete) com farinha de milho (*Zea mays*) enriquecido com 30%

de farinha de fava (*Vicia faba*) e 20% de farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*) obteve-se a melhoria do perfil nutricional, de forma que foram encontrados elevados teores de fibra alimentar, ácidos graxos insaturados, ferro e zinco (GIMÉNEZ et al., 2016).

Dessa forma, é importante ressaltar mais uma vez a biotecnologia como um instrumento essencial, uma vez que sua aplicação em múltiplos setores, especialmente na área alimentícia pode gerar diversos benefícios à saúde da população, de modo a prevenir, combater e tratar doenças crônicas não transmissíveis, principalmente as de cunho nutricional, causadas pela má alimentação e por condições de vulnerabilidade etária, social e financeira.

Conclusão

É inegável a tendência que o uso da biotecnologia pode gerar, possibilitando uma ação preventiva de incontáveis doenças, um aumento da produtividade e um desenvolvimento da agricultura. Entretanto, faz-se necessário uma análise quanto a sua aplicação e a viabilidade para a real obtenção de benefícios quanto ao uso dessa tecnologia, estabelecendo um apoio para as problemáticas atuais e futuras da segurança alimentar e da inovação do setor alimentício. Nesse contexto, a busca por alimentos mais saudáveis e sustentáveis tem crescido, contribuindo para um avanço de processos inovadores na indústria alimentícia.

Referências

- ANTOGNONI, F.; MANDRIOLI, R.; BORDONI, A. ; DI NUNZIO, M. ; VIADEL, B. ; GALLEGGO, E. ; VILLALBA, MP; TOMÁS-COBOS, L. ; TANEYO SAA, DL; GIANOTTI, A.
Integrated Evaluation of the Potential Health Benefits of Einkorn-Based Breads. *Nutrients* 2017 , 9 , 1232. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu9111232>. Acesso em: 08 jan. 2022.
- BARBA, R.; SANTOS, N. A bioeconomia no século XXI: reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no Brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v.6; n.2, p, 26-42, jul/dez. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication>. Acesso em 08 jan. 2022.
- CALASSO, M.; FRANCAVILLA, R.; CRISTOFORI, F.; DE ANGELIS, M.; GOBBETTI, M.
New protocol for production of reduced-gluten wheat bread and pasta and clinical effect in patients with irritable bowel syndrome: A randomised, double-blind, cross-over study. *Nutrients* 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6316462/> Acesso em: 08 jan. 2022
- CURY, Fernanda. Os benefícios trazidos pela biotecnologia na alimentação. [S. l.], 9 nov. 2015. Disponível em: <https://www.projetodraft.com/os-beneficios-trazidos-pela-biotecnologia-na-alimentacao/> . Acesso em: 5 jan. 2022.
- DA SILVA, Vania Santos; ORLANDELLI, Ravelly Casarotti.
DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS NOS ÚLTIMOS ANOS: UMA REVISÃO. *Uningá Journal*, [S.l.], v. 56, n. 2, p. 182-194, jun. 2019. ISSN 2318-0579. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/1110>. Acesso em: 09 jan. 2022.

Referências

- GIMÉNEZ, M.A.; DRAGO S. R; BASSETT, M.N; Lobo MO; SAMMÁN, N.C. Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chem.* 2016 May 15;199:150-6. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.11.065. Epub 2015 Dec 2. PMID: 26775956. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/11/1232#cite>. Acesso em: 08 jan. 2022
- GOBBETTI, M.; DE ANGELIS, M.; DI CAGNO, R.; CALASSO, M.; ARCHETTI, G.; RIZZELLO, C.G. Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518302770#bb0085>. Acesso em: 08 jan. 2022.
- GOYER, A. Thiamin biofortification of crops. *Curr Opin Biotechnol.* 2017 Apr;44:1-7. doi: 10.1016/j.copbio.2016.09.005. Epub 2016 Oct 14. PMID: 27750185. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27750185/>. Acesso em: 09 jan.2022.
- LIAO, P.; CHEN, X.; WANG, M.; BACH, T. J.; CHYE, M. L. (2018). Improved fruit α -tocopherol, carotenoid, squalene and phytosterol contents through manipulation of *Brassica juncea* 3-HYDROXY-3-METHYLGLUTARYL-COA SYNTHASE 1 in transgenic tomato. *Plant biotechnology journal*, 16(3), 784-796. Disponível: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pbi.12828>. Acesso: 08 jan. 2022.
- MALTA, D. et al. Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rbepid/2019.v22/e190030/pt/>. Acesso em: 08 jan. 2022.

Referências

- RIOS, S. D. A., Paes, M. C. D., Abreu, S. C., & Cardoso, W. S. (2011). Deficiências nutricionais e a biofortificação de alimentos. *Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- SANTOS, Alan Costa Sarcineli et al. Uso da biotecnologia para a melhoria da qualidade nutricional de alimentos. **Revista Brasileira de Pesquisa e Saúde**, Vitória, Espírito Santo, p. 103-107, 28 nov. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/5126> . Acesso em: 3 jan. 2022.
- SOCCOL, C. P.; COLLETTI, L. R.; SCALCON, L. E. P.; SILVA, L. V. D.; SCHMITZ, S. B. (2021). Alimentos biofortificados no Brasil e sua importância no combate à fome oculta. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2394>. Acesso em: 09 jan.2022
- VARGAS, Bruna Damaceno et al. BIOTECNOLOGIA E ALIMENTOS GENETICAMENTE MODIFICADOS: UMA REVISÃO. **Revista Contexto e Saúde**, Rio Grande do Sul, RS, v. 18, n. 35, p. 19-26, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/5591> . Acesso em: 3 jan. 2022.

CAPÍTULO

05

O ENSINO DA BIOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

ANDRÉ LUIZ BARROS SOUSA
ALÍCIA CARDOSO LIMA
ELLEN SAMARA AMORIM SILVA
ANA CAROLINA CUTRIM GONÇALVES
ANTONIELLE SOUSA MENDES
DÉBORA HELENA DA SILVA FARIAS
ESTHELLA FERNANDA SOUZA BAIMA
INGRID ESTERFANE DO LAGO GOMES
JÉSSICA DIENE NERES ALGARVES
MARESSA SANTOS MARINHO
SARAH DA CUNHA COSTA
DRA. KÁTIA DANIELLE ARAÚJO LOURENÇO VIANA
DRA DANIELE GOMES CASSIAS RODRIGUES

Introdução

A biotecnologia trata-se do uso de seres vivos como plantas, animais e microrganismos para criar novos produtos que trarão benefícios para a população (BURITI et al, 2021). Alguns exemplos de sua aplicação prática são a produção de insumos (defensivos agrícolas, fertilizantes e sementes), vacinas, produtos químicos, materiais, combustíveis e o controle de doenças (LIMA, 2019).

Com a globalização e o aumento da competitividade mercadológica, a biotecnologia ganhou notoriedade por fornecer inovação e desenvolvimento que contribuem para a economia brasileira (FLORÊNCIO, 2020). Além disso, a biotecnologia também tem destaque em diversos outros setores como biologia molecular, fisiologia, microbiologia, engenharia química e engenharia ambiental, além de possibilitar o desenvolvimento de antibióticos, vacinas, plásticos biodegradáveis, biocombustíveis, entre outros benefícios que minimizam ou solucionam problemas da sociedade (BRASIL, 2021).

O Brasil é um país em que há grande potencial econômico e vastos recursos naturais, em contrapartida, também apresenta muitos problemas sociais. Nesse sentido, é imprescindível promover a

educação da população com o objetivo de otimizar o uso do conhecimento científico a favor das necessidades humanas e de forma consciente (ALVES; COSTA, 2020).

A formação de futuros profissionais inicia-se nos primeiros anos escolares, sendo a educação básica fundamental para o desenvolvimento intelectual de crianças e jovens. Fonseca e Bobrowski (2015) evidenciam em sua pesquisa que o estudo da biotecnologia e temas relacionados a ela devem começar na escola (FONSECA; BOBROWSKI, 2015). O contato científico precoce permite ao aluno compreender e interpretar o mundo criticamente, além de exercitar a aplicação dos conhecimentos aprendidos para solucionar problemas sociais.

Em pesquisa com alunos do ensino médio, observou-se que estudantes que apresentavam uma base sólida no conhecimento em ciências tiveram melhor compreensão na prática da biotecnologia em laboratório (GAGLIARDI et al., 2017).

Nesse sentido, a presente revisão de literatura tem o objetivo de discutir acerca do ensino de biotecnologia na educação básica, evidenciando sua importância e seus entraves no contexto escolar (SILVA; ABREU, 2022).

Materiais e Métodos

Trata-se de um estudo exploratório de pesquisa bibliográfica que foi desenvolvido com base nas seguintes etapas:

1ª etapa: Escolha das fontes

Artigos científicos sobre a temática foram acessados na base de dados *Google Scholar* publicados nos últimos 6 anos (2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Foram utilizados 19 artigos nacionais, disponíveis *online* em texto completo. Foram utilizados os seguintes descritores e suas combinações: biotecnologia, educação, aprendizagem, ensino fundamental e médio. Para a seleção das fontes, foram consideradas como critério de inclusão as bibliografias que abordassem a utilização da biotecnologia no contexto escolar, e foram excluídas aquelas que não atenderam a essa temática.

2ª etapa: Coleta de dados

A coleta de dados seguiu a seguinte premissa:

- a) Leitura exploratória de todo o material selecionado: leitura do título e resumo que objetiva verificar se documento consultado abordava a temática da biotecnologia na educação básica.
- b) Leitura seletiva: leitura completa do documento;
- c) Registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico: autores, ano, método, resultados e conclusões.

3ª etapa: Análise dos resultados

Com base na pesquisa realizada, os resultados foram ordenados e sintetizados levando-se em consideração pontos que convergiram para aspectos relacionados à educação tradicional, metodologias ativas e o ensino da biotecnologia.

Resultados e Discussão

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um instrumento normativo voltado às redes de ensino de instituições públicas e privadas. Tal documento é um referencial para elaboração de currículos das escolas brasileiras, destacando as aprendizagens que os alunos devem desenvolver ao longo de sua formação (BRASIL, 2017).

Segundo a BNCC, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve propiciar habilidades e competências para disseminação do conhecimento, com a finalidade de apresentar conceitos da área, aplicá-los ao contexto sociocultural e, conseqüentemente, desenvolver práticas em ciências (BRASIL, 2017).

A BNCC explora a temática da Biotecnologia em seu documento. Entretanto, tal realidade ainda é pouco aplicada, visto que as escolas públicas, em sua maioria, carecem de infraestrutura de laboratórios e recursos para atividades extraclasse. Apesar disso, destaca-se o empenho de professores que utilizam materiais simples e acessíveis do cotidiano para a produção do conhecimento, favorecendo a aprendizagem significativa para os alunos (FONTENELE; MARTINS, 2021).

Educação tradicional e a utilização de livros didáticos

O ensino tradicional é muito presente no Brasil. Nele o educador é intermediário entre o aluno e o conheci-

mento transmitido, sendo as aulas geralmente expositivas e suas estruturas rígidas. As informações são verbalizadas pelo professor de forma sistemática para o aluno e espera-se que este retenha o máximo possível delas. Nesse sentido, o modelo de educação tradicional promove a massificação do conhecimento e dificulta a formação de pensamentos críticos (ROLIM, 2022).

Outro ponto a ser destacado é o livro didático, o qual consiste em uma ferramenta importante para a aprendizagem dos educandos. Entretanto, quando se refere à biotecnologia, estes livros encontram-se, em sua maioria, desatualizados e apresentam seus conteúdos de forma rasa, com pouco embasamento teórico e não estimulam a reflexão crítica dos discentes (CARVALHO, 2019).

A ascensão tecnológica surge então como uma importante ferramenta para que as metodologias de ensino sejam aprimoradas visando potencializar as atividades no processo ensino-aprendizagem. Mesmo sendo o educador, um agente de transformações sociais para tornar o aluno um ser ativo na geração intelectual, percebe-se, contudo, que ainda há dificuldades na ressignificação do ensino tradicional para o contexto atual (SANTOS; PORTO, 2018).

Nessa perspectiva verificam-se como desafios a falta de recursos e investimentos na educação pública, além da escassez de qualificações para os professores no

tocante às novas abordagens do processo de ensino-aprendizagem.

Metodologias ativas e a Biotecnologia na Educação Básica

As metodologias ativas surgem como alternativa para romper o modelo de ensino tradicional. São baseadas em uma abordagem problematizadora em que o aluno assume uma postura ativa no processo de ensino-aprendizagem. As transformações ocorridas na sociedade, ao longo dos anos, indicam uma mudança da característica no foco individual da educação para uma perspectiva social, política e ideológica (PAIVA et al, 2016).

O processo de aprendizagem é construído a partir das experiências vivenciadas pelos sujeitos e não apenas por uma simples reprodução de conhecimento, feita de modo passivo e acrítico. Dessa forma, para que o processo de ensino-aprendizagem seja significativo, é preciso que haja uma contribuição de ambas as partes, tanto do educando quanto do educador, além de pesquisa, rigor metodológico e respeito aos saberes dos alunos (PAIVA et al, 2016).

A educação problematizadora permite o desenvolvimento do processo de compreensão da realidade incentivando a transformação mediante desafios ou situações-problema. Existem diversas possibilidades para o uso dessas metodologias ativas, podendo ser: as TICs (Tecnologias de Informação e Co-

municação); as salas de aula invertidas; laboratórios virtuais; gamificação; aprendizado baseado em projetos e problemas (SALGADO; LIMA; MARTINS, 2021).

As TICs são ferramentas fundamentais que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem, pois promovem a quebra de paradigmas, abrindo novos espaços para formação acadêmica e novas relações interpessoais. Além disso, permitem uma maior interatividade e flexibilidade tanto aos alunos quanto aos professores, devido a possibilidade de ser usada em qualquer momento e qualquer espaço. Essas tecnologias também são utilizadas de forma complementar às metodologias ativas de estudo onde o aluno é protagonista do processo de aprendizagem (SALGADO; LIMA; MARTINS, 2021).

No modelo de sala de aula invertida, as instruções a respeito dos conteúdos são dadas fora da classe por meio de leituras, videoaulas e outras ferramentas midiáticas, sendo o tempo em sala de aula destinado à realização de atividades de maneira ativa, onde os alunos praticam e desenvolvem o que aprenderam com o auxílio e supervisão do professor (NETO; DE LIMA, 2017). Os laboratórios virtuais são espaços construídos em plataformas digitais para a realização de experimentos e simulações através da reprodução de situações práticas feitas em um laboratório real ou modelos baseados em observações de fenômenos naturais (JARDIM et al, 2017).

A gamificação é uma ferramenta que consiste no uso de elementos de design de games em sala de aula com o objetivo de motivar, aumentar e reter a atenção dos alunos. O feedback imediato, as regras claras, as recompensas, a motivação intrínseca, a inclusão do erro no processo, a diversão, a competição e a abstração da realidade são características que contribuem para a aprendizagem significativa (COSTA; MARCHIORI, 2015).

A Aprendizagem Baseada em Projetos busca realizar atividades autênticas e realistas, fundamentadas em questões e tarefas motivadoras visando a resolução de problemas. Dessa forma, essa metodologia desenvolve habilidades de responsabilidade, comunicação efetiva, pensamento crítico, autoconfiança e gerenciamento de tempo, estimulando o envolvimento dos alunos com situações reais e desafiadoras (SILVA; CASTRO; SALES, 2018).

A Aprendizagem Baseada em Problemas é um recorte da Aprendizagem Baseada em Projetos. Nela utiliza-se questionamentos como base para a obtenção e integração de novos conhecimentos, sendo o professor um mediador importante nesse processo. Assim, é possível desenvolver um pensamento crítico e reflexivo, em que os problemas são estímulos para o aprendizado. O foco dessa metodologia está centrado no aluno, o qual é desafiado a comprometer-se na busca pelo conhecimento por meio de investigações (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

É notório que as metodologias ativas possibilitam a implementação do ensino da biotecnologia na educação básica, dessa forma, o aluno torna-se protagonista do seu aprendizado.

Ensino da Biotecnologia

O ensino de Biotecnologia na educação básica é essencial para debater acerca da relação entre o homem e o meio ambiente. Mas, faz-se necessária a atualização do corpo docente, dos materiais e da estrutura física, visto que é uma área em constante avanço, devido ao surgimento de inovações e tecnologias (ALVES; COSTA; LIMA, 2021).

Além disso, é válido salientar que as aulas práticas são de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que possibilitam vivências diretas dos alunos com manuseio dos equipamentos e observação de fenômenos. É interessante o uso dessa abordagem em todos os anos de ensino, mas deve-se ter um olhar especial para a Educação de Jovens e Adultos (EJA), visto que estes alunos possuem uma “bagagem” sociocultural que deve ser explorada pelo professor (DE ALMEIDA; DO CARMO; RETTORE, 2020).

Outrossim, torna-se um desafio a inserção de alunos na pesquisa científica desde o ensino básico. Esta por sua vez propicia uma aprendizagem ativa, pois estimula a investigação e a resolução de problemas da sociedade. Nesse panorama, é notória a importância do ensino de biotecnologia na educação básica. Contudo, ainda

precisa ser mais explorada no contexto escolar, uma vez que ela influencia em diversos segmentos da vida humana (ALVES; COSTA; LIMA, 2021).

Por isso a importância das parcerias formadas entre a educação básica e o ensino superior, já que no nível superior o ensino da biotecnologia e a realização de pesquisas nessa área são frequentes.

Considerações Finais

Após essa discussão, nota-se que a biotecnologia ainda é pouco difundida no ensino básico. Os prejuízos dessa não implementação podem estar relacionados com a falta de preparo dos docentes e de investimentos na modernização da educação básica, o que limita o desenvolvimento crítico dos estudantes para questões importantes relacionadas ao cotidiano, onde a biotecnologia está inserida. Por consequência, pode haver um atraso no desenvolvimento tecnológico da nação, o que impacta diretamente na saúde, na economia, no meio ambiente, entre outros setores sociais.

Outro ponto a ser destacado é a necessidade de investimentos na educação básica, tanto em infraestrutura quanto em formação continuada para professores. A maior parte das escolas públicas ainda não dispõe de recursos humanos e tecnológicos o que dificulta a inserção da biotecnologia no currículo escolar. Apesar dos entraves, é possível trazer essa ciência para sala de aula por meio do uso de materiais

do cotidiano.

Nesse estudo de revisão, foi possível perceber que é necessário haver mudanças nas metodologias utilizadas no âmbito escolar. Nota-se, com isso, que o uso de metodologias ativas é ideal para o ensino da biotecnologia, uma vez que estas propiciam a autonomia e o pensamento crítico dos discentes. Dessa forma, urge a necessidade de se colocar em prática as habilidades e competências já estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para efetivar o ensino da biotecnologia nas escolas.

Referências

- ALVES, Leonardo Carvalho; COSTA, Heron Salazar. Ensino de biotecnologia: um panorama de suas abordagens no país da biodiversidade. **SAJEBTT**, Rio Branco, v. 7, n. 2, 2020, ed. mai/ago, p.816-835. Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3669/2549>>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- ALVES, Leonardo Carvalho; COSTA, Heron Salazar; LIMA, Renato Abreu. Ensino de Biotecnologia para Estudantes no Ensino Fundamental em uma Escola Pública no Sul do Amazonas. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 4, p. 451-458, 2021. Disponível em: <<https://revistaensinoeducacao.pgsskroton.com.br/article/view/7623>>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2017.
- BOROCHOVICIUS, Eli e TORTELLA, Jussara Cristina Barboza. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação [online]**. 2014, v. 22, n. 83, pp. 263-294. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>>. Acesso em 11 de jun. 2022.
- BURITI, Flávia Carolina Alonso; et al. Aplicação da biotecnologia na produção e desenvolvimento de alimentos funcionais: uma revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/53060>>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- CARDÔSO, Helton Charllys Batista; et al. Alfabetização científica e biotecnologia: o uso de metamodelos de linguagem e de metodologias ativas no ensino de Biologia. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: 20 jun. 2022.

Referências

- CARVALHO, Alexya Vitoria Felix. Tópicos de biotecnologia: uma abordagem no ensino médio. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48365/3/2019_tcc_avfcarvalho.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- CAITANO, Erica Fernandes. Biotecnologia e engenharia genética no ensino médio. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências: Biologia e Química) - Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2019. Disponível em: <https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/5638/8/TCC_EricaCaitano_Ci%C3%aancias.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, Biotecnologia. Disponível em: <<https://www.gov.br/cetene/pt-br/areas-de-atuacao/biotecnologia/biotecnologia>>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- COSTA, Amanda Cristina Santos; MARCHIORI, Patricia Zeni. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, v. 6, n. 2, p. 44-65, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/89912/103928>>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- COSTA, Lucimar Ferreira; VASCONCELLOS, Roberta Flávia Ribeiro Rolando. Aprendizagem colaborativa por intermédio da WebQuest como recurso digital na educação formal e na interface do processo do ensino de biotecnologia na educação básica. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências (CONAPESC). Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_SA4_ID823_04082019214659.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

Referências

DA SILVA CORRÊA, Raquel; GALIETA, Tatiana. Biotecnologia sob o enfoque CTS: concepção de licenciados em ciências biológicas. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 2, p. 118-126, 2020. Disponível em:

<<http://www.conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1470/1450>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

DE ALMEIDA, Ênila de Oliveira Silva; DO CARMO, Cristiane Costa; RETTORE, João Vitor Paes. O ensino da biotecnologia na EJA:

relato de experiência. *Lynx*, v. 1, n. 1, 2020. Disponível em:

<<https://periodicos.ufjf.br/index.php/lynx>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

DE OLIVEIRA SILVA, Diego; CASTRO, Juscileide Braga; SALES, Gilvandenys Leite. Aprendizagem baseada em projetos:

contribuições das tecnologias digitais. # Tear: Revista de

Educação, Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 1, 2018. Disponível em:

<<https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595>>.

Acesso em: 07 jun. 2022.

FLORÊNCIO, Márcio Nannini da Silva. Análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. 1-27, 2020. Disponível em

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4362/3600>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FONSECA, Viviane Barneche; BOBROWSKI, Vera Lucia. Biotecnologia na Escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 2, 2015. Disponível em:

<<http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/1231>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FONTENELE, Keila Maria Silva; MARTINS, Cíntia. PCR em cartões: uma ferramenta para o ensino de biotecnologia. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, n. 7, v. 13, pp. 132-162, 2021.

Disponível em: <

<

<https://www.eumed.net/uploads/articulos/8beab849cf5ff91ccb33e426c14e2244.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

Referências

- GAGLIARDI, Rachel Fatima; SILVA, Cláudia Ribeiro da; SOARES, Bianka de Oliveira; et al. Produção e conservação in vitro de plantas medicinais: introdução da biotecnologia vegetal no ensino médio. *Interagir: pensando a extensão*, n. 24, p. 1–11, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/interagir/article/view/25079>>. Acesso em: 4 jun. 2022.
- JARDIM, Deborah Faragó; et al. O Laboratório Virtual como espaço para aprendizagem de conteúdo da análise dimensional—um relato de experiência do uso do GeoGebra no ensino de física. *Voices dos Vales*, n. 11, 2017. Disponível em: <<http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2017/03/Deborah2302.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- LIMA, Jairo Ribeiro de; et al. A biotecnologia no cotidiano escolar: percepção e difusão de conceitos. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/19060/1/JairoRibeiroDeLima_Dissert.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- NETO, Raimundo Nonato Bezerra; DE LIMA, Rommel Wladimir. Sala de Aula Invertida: uma Revisão Sistemática da Literatura. II Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2017) Universidade Federal da Paraíba - Campus IV. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-1877/CtrlE2017_AC_14_105.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- ROLIM, Ronnielle Cabral. Impactos do ensino tradicional durante a retomada das aulas presenciais. *Recima21*, v. 3, n. 4, 2022. Disponível em <https://www.recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1363/1056>. Acesso em: 14 jun. 2022.

Referências

SALGADO, Thales Marden Silva; DE LIMA, Jairo Gustavo; MARTINS, Augusto Chaves. O uso das tecnologias de informação e comunicação para aplicação de metodologias ativas pelos professores de uma instituição de ensino superior do sul de Minas Gerais. ENGEMA – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Disponível em:

<<http://engemausp.submissao.com.br/23/arquivos/67.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

SANTOS, Leandro; PORTO, Cristiane; OLIVEIRA, Kaio. Whatsapp e ciência: a conectividade científica por meio da divulgação. Revista Ciência e Desenvolvimento, v. 11, n. 2, 2018. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Cristiane-Porto/publication/326194032_WHATSAPP_E_CIENCIA_A_CONECTIVIDADE_DE_CIENTIFICA_POR_MEIO_DA_DIVULGACAO/links/5d4ae2c8a6fdcc370a810c3a/WHATSAPP-E-CIENCIA-A-CONECTIVIDADE-CIENTIFICA-POR-MEIO-DA-DIVULGACAO.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2022.

SILVA, Scheila de Avila e; ABREU, Fernanda Pessi de. Biotecnologia na escola: Propostas pedagógicas para educação básica. Rio Grande do Sul: Educs, 2022. E-book. Disponível em:

<<https://www.ucs.br/educs/livro/biotecnologia-na-escola-propostas-pedagogicas-para-educacao-basica/>>. Acesso em: 4 jun. 2022.

SODRÉ-NETO, Luiz; DA COSTA, Andson Soares; COSTA, Maria Valnice Medeiros. Biotecnologia e microbiologia no ensino médio: de que maneira estudantes associam estes temas numa abordagem CTS. Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI, v. 14, p. 86-96, 2018. Disponível em:

<http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_026/artigos/pdf/Artigo_07.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2022.

PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. SANARE-Revista de Políticas Públicas, v. 15, n. 2, 2016. Disponível em:

<<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/2763>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

Referências

O QUE é Biotecnologia?. Biotecnologia Xerém UFRJ, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://biotecnologia.caxias.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=226>. Acesso em: 14 jun. 2022.