

Liga Acadêmica de Biotecnologia e  
Bioprocessos da UFPA

# HORIZONTES DA BIOTECNOLOGIA



**HORIZONTES DA  
BIOTECNOLOGIA**

**Blucher**

LIGA ACADÊMICA DE BIOTECNOLOGIA  
E BIOPROCESSOS

# HORIZONTES DA BIOTECNOLOGIA

## **Autores**

Alessandro Quaresma Durães de Sousa  
Aline do Socorro Monteiro Castro  
Daniel Vitor da Silva Monteiro  
David Silva da Costa  
Elice Cristina Santos dos Santos  
Eric Ronald Costa da Costa  
Lilian Marques de Freitas  
Lucas Araújo Guimarães  
Lucas Mateus Pinheiro Alves  
Luís Eduardo de Oliveira Teixeira  
Maisa Lima Miranda  
Nathalia Lobato Moraes  
Pedro Henrique de Aviz Silva  
Susan Elizabeth Nunes Moon  
Tainara de Paula de Lima Lima  
Vinícius Teles Shirakura  
Yuri Alvino do Nascimento

## **Orientadoras**

Joyce Kelly do Rosário da Silva  
Simone de Aviz Cardoso

## **Presidente da Liga**

Lilian Marques de Freitas

## Horizontes da biotecnologia

© 2022 Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos  
Editora Edgard Blücher Ltda.

*Gráficos* Maria Aparecida Alves Sales  
*Publisher* Edgard Blucher  
*Editor* Eduardo Blucher  
*Coordenação editorial* Jonatas Eliakim  
*Produção editorial* Thais Costa  
*Diagramação* Claudia Fatel Lino  
*Revisão de texto* Tampopo Editorial  
*Capa* Laércio Flenic  
*Edição dos textos* Raquel Meister Ko. Freitag

Este livro faz parte do material de estudos da Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos – LABIOPRO. Foi confeccionado exclusivamente para servir como material de apoio para estudos, sendo, portanto, de uso não comercial.

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-012 – São Paulo – SP – Brazil  
Fax 55 11 3079 2707  
Fone 55 11 3078 5366  
**editora@blucher.com.br**  
**www.blucher.com.br**

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 5a ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

Todo conteúdo, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons. Atribuição CC - BY - NC 4.0

Todos os direitos reservados pela  
Editora Edgard Blucher Ltda.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Horizontes da biotecnologia / Liga acadêmica de biotecnologia e bioprocessos ; autoria de Alessandro Quaresma Durães de Sousa...[et al] ; orientado por Joyce Kelly do Rosário da Silva e Simone de Aviz Cardoso ; presidente da liga Lilian Marques de Freitas. -- São Paulo : Blucher, 2022.  
72 p : il.

Bibliografia  
ISBN 978-65-5550-151-3 (impresso)  
978-65-5550-146-9 (digital)

1. Biotecnologia 2. Bioética I. Sousa, Alessandro Quaresma Durães de II. Silva, Joyce Kelly do Rosário da III. Cardoso, Simone de Aviz IV. Freitas, Lilian Marques de

21-5588

Índices para catálogo sistemático:  
1. Biotecnologia

Aos nossos queridos colegas  
e entusiastas da Biotecnologia e  
Bioprocessos, assim como nós.



# SUMÁRIO

1. SARS-CoV-2 .....	11
2. Saúde e Biotecnologia.....	17
3. Empreendedorismo e Biotecnologia.....	39
4. Biodiversidade e Amazônia .....	47
5. Bioética em foco: projeto cineciência .....	57
6. Produção de posts .....	67





# APRESENTAÇÃO

Lilian Marques de Freitas

Presidente LABIOPRO 2020

O livro e e-book *Horizontes da Biotecnologia* foi idealizado e desenvolvido a partir da vontade de compartilhar nosso aprendizado sobre os diversos assuntos que abordamos durante o primeiro ano de nossa Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal do Pará (LABIOPRO UFPA), com a comunidade e membros.

A Liga, vinculada à Faculdade de Biotecnologia da UFPA, foi criada em 2020 visando principalmente à divulgação científica, da Biotecnologia e Bioprocessos, com pilares na extensão. Com a pandemia ocasionada por Covid-19, tivemos um grande desafio para continuar nossas atividades, com outras abordagens, via remota.

O livro foi feito pelos membros e está dividido em capítulos que apresentam áreas da Biotecnologia e Bioprocessos, abordadas em palestras, debates, produção de conteúdo e oficinas. Esperamos que você, leitor, consiga captar nossos aprendizados e nossas discussões, e que consiga ver a beleza que enxergamos na Biotecnologia e Bioprocessos.

Expressamos nossa gratidão a todos que tornaram este livro realidade e que apoiaram a ideia da Liga, desde seus membros e gestores, até a Faculdade de Biotecnologia e professores palestrantes e participantes que nos incentivaram a continuar. Agradecemos também a nossa Profa. Tutora Simone Aviz, que esteve conosco durante o ano.



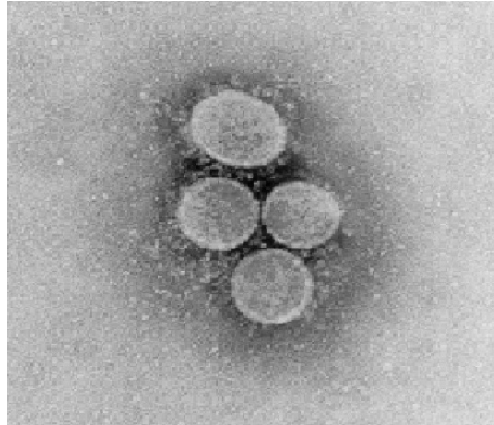
# SARS-COV-2

Tainara de Paula de Lima Lima  
Elice Cristina Santos dos Santos  
Susan Elizabeth Nunes Moon

## 1. INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, localizada na província de Hubei (China), foi detectado o primeiro caso da doença Covid-19 que é ocasionada por intermédio do novo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (também conhecido como SARS-CoV-2 ou HCoV-19) (KARAMITROS *et al.*, 2020) (XAVIER *et al.*, 2020). Desde então, essa nova enfermidade alastrou-se entre países e continentes até chegar em um estágio de pandemia (SHI *et al.*, 2020), ceifando milhares de vidas e ocasionando sequelas respiratórias nos que conseguiram sobreviver.

Os enormes impactos econômicos, sociais e, especialmente, na saúde, ocasionados pela Covid-19, juntaram uma força tarefa na pesquisa mundial para buscar compreender, de forma profunda, a origem, transmissão, evolução e a genômica do SARS-CoV-2 (Figura 1.1), a fim de desenvolver a forma mais efetiva de combate viral que existe: a vacina.



**Figura 1.1** – Imagem do SARS-CoV-2 obtida por meio de micrografia eletrônica de transmissão.  
*Fonte:* The National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID).

Estudos recentes demonstram uma correlação entre o genoma do coronavírus encontrados em morcegos e pangolins (mamíferos presentes nas zonas tropicas da Ásia e África) com o SARS-CoV-2 humano, sugerindo que o novo vírus poderia ter uma origem zoonótica (LAM, 2020). Haja vista que antes da disseminação da Covid-19, outros seis coronavírus humanos já tinham sido identificados, sendo que dois deles (SARS-CoV e MERS-CoV) apresentam patógenos agressivos que ocasionam pneumonia grave, e os outros quatro (HCoV-HKU1, HCoV-OC43, HCoV-NL63 e HCoV-229E) causam resfriados comuns, e que também poderiam ter sido transmitidos por intermédio de animais (CHEN *et al.*, 2020) (BRAGA; CUNHA; TAKENAMI, 2020) (ZHANG, 2020).

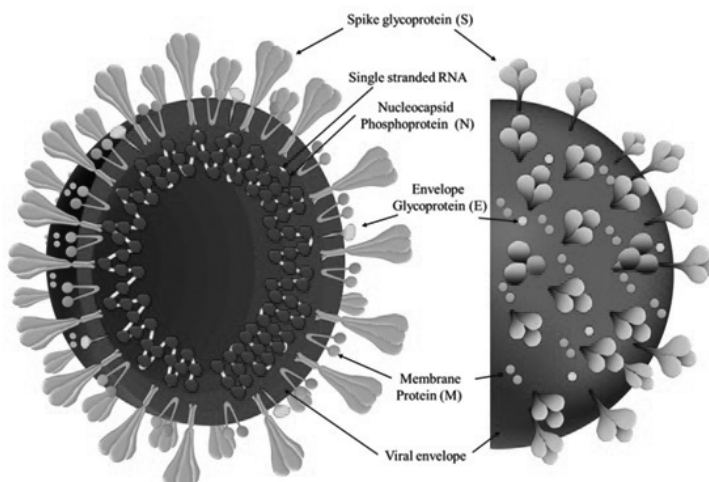
A velocidade com que o vírus se alastrou ao redor do globo foi estarrecedora, em contrapartida, a resposta da comunidade científica também foi surpreendente, sendo que em um mês após a descoberta do novo vírus, cerca de 37 artigos já tinham sido publicados no PubMed, informando sobre o genoma do vírus e casos clínicos (LANA *et al.*, 2020).

## 2. GENÉTICA DO SARS-COV-2 E MECANISMO DE INFECCÃO

O SARS-CoV-2 pertence ao gênero  $\beta$ -coronavirus, um dos quatro gêneros de coronavírus da subfamília *Orthocoronavirinae* da família *Coronaviridae*, da ordem *Nidovirales*. Os coronavírus aparecem em uma variedade de espécies, além dos humanos, e têm sido descritos como causadores de infecções respiratórias, sistêmicas e entéricas tanto em hospedeiros humanos quanto animais. No ano de

2020, com a pandemia, o SARS-CoV-2 tem sido objeto de várias pesquisas a fim de descobrir vacinas e terapias para tratar o quadro dos infectados. Compreender a genética deste organismo é imprescindível para fundamentar os futuros tratamentos. Os dados sobre o genoma do vírus são recentes e novas descobertas estão sendo feitas, assim como muitos debates sobre sua origem, genética e mecanismo. Serão abordadas aqui algumas informações estudadas sobre a genética do SARS-CoV-2 (BAKHJET; TAURIN, 2020).

O SARS-CoV-2 é um  $\beta$ -coronavírus de fita simples positiva de RNA. Seu envelope possui cerca de 60 a 140nm em diâmetro, o que o confere um aspecto morfológico elíptico. O genoma do SARS-CoV-2 varia de 29,8 a 29,9 kilobases, no qual existem seis principais open-reading frames (ORF), que é uma região que contém determinado número de códons que podem servir como molde para a síntese de proteína (Figura 1.2). Quatro desses ORF do vírus codificam quatro proteínas estruturais essenciais que são: Glicoproteína spike (S, com duas subunidades S1 e S2), que tem como função a ligação com o receptor hospedeiro através do receptor binding domain (RBD), determina seu tropismo viral, ambos através da S1, enquanto a S2 medeia a fusão do vírus com a célula; proteína matriz (M) que atua como mediador do transporte de nutrientes pela membrana, do brotamento viral e formação do envelope; proteína do envelope pequeno (E); e o nucleocapsídeo (N) que interfere na resposta inata do hospedeiro. A glicoproteína spike é o principal alvo na formulação de vacinas, pois essa é a proteína mediadora da entrada na célula hospedeira e o alvo dos anticorpos neutralizadores (LAUXMANN; SANTUCCI; AUTRÁN-GÓMEZ, 2020).



**Figura 1.2** – Modelo da estrutura do SARS-CoV-2.

Fonte: BAKHJET, TAURIN (2020).

O receptor hospedeiro que o SARS-CoV-2 utiliza para infectar os humanos é a enzima conversora da angiotensina (ACE2), que é uma metaloprotease expressa nas células pulmonares, cardiovasculares, intestinais, renais, do endotélio vascular, do fígado e do testículo. É o local no qual a glicoproteína spike (S) liga-se. A glicoproteína spike é o principal alvo na formulação de vacinas, pois essa é a proteína mediadora da entrada na célula hospedeira e o alvo dos anticorpos neutralizadores (ANDERSEN *et al.*, 2020).

Uma das técnicas mais eficientes para identificar o SARS-CoV-2 no corpo humano é a da RT-PCR (Reverse Transcriptase Chain Reaction) (AINSWORTH *et al.*, 2020), que busca detectar o material genético do vírus em uma sequência específica de uma de suas proteínas virais. De acordo com o portal da Fiocruz, esse teste molecular deve ser realizado entre o terceiro e o sétimo dia de sintomas para aumentar a chance de detecção de RNA viral, sendo que um resultado negativo não significa necessariamente que a infecção possa ser descartada, pois é possível que naquele momento a carga viral fosse indetectável. Tem sido estudado que, para aumentar as chances de detecção do vírus, a tomografia computadorizada do tórax deve ser realizada também, além da técnica RT-PCR (REN *et al.*, 2020) (JOONLASAK *et al.*, 2020) (TILLET *et al.*, 2020).

A técnica RT-PCR é um tipo de técnica de PCR, modificada para amplificar amostras de RNA, em vez de DNA. A PCR é uma técnica que visa multiplicar algum trecho específico do DNA por meio da alteração de temperatura. É inviável utilizar amostras de RNA, visto que este possui alta sensibilidade. Por isso, a amostra de RNA desejada é convertida em cDNA (DNA complementar). A reação é composta por duas partes, que são a transcrição reversa e a amplificação. Primeiramente, a reação consiste na síntese de uma fita de DNA utilizando como template uma fita de RNA numa reação catalisada por uma transcriptase reversa. As enzimas normalmente utilizadas são extraídas do vírus AMV (*Avian Myeloblastosis Virus*) e o vírus M-MuLV (*Moloney Murine Leukemia Virus*). Também são utilizados primers inespecíficos e nunca em pares. Após esse ciclo, obtém-se o cDNA que será utilizado na PCR (SCHERBERGER *et al.*, 1975). Enxerga-se, então, a necessidade de entender a genética dos organismos e, nesse caso, do SARS-CoV-2 e também associá-la à biotecnologia. Dessa forma, é possível entender as informações moleculares codificadas nele, o que possibilita a ampliação de novos horizontes de descobertas e inovações tecnológicas que serão úteis para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

AINSWORTH, M. *et al.* Performance characteristics of five immunoassays for SARS-CoV-2: a head-to-head benchmark comparison. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 20, n. 12, p. 1390-1400, 2020.

ANDERSEN, K. G. *et al.* The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature Medicine*, v. 26, n. 4, p. 450-452, 2020.

BAKHJET, M.; TAURIN, S. SARS-CoV-2: targeted managements and vaccine development. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, 25 nov.2020.

BRITO, S. B. P.; BRAGA, I. O.; MORAES, M. M.; CUNHA, C. C.; LEÃO, S. C.; TAKENAMI, I. *Mecanismos imunopatológicos envolvidos na infecção por SARS-CoV-2. Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 56, p. 1-10, e3352020. Epub 13 nov. 2020.

CHEN, Z. *et al.* Genomic and evolutionary comparison between SARS-CoV-2 and other human coronaviruses. *Journal of virological methods*, p. 114032, 2020.

JOONLASAK, K. *et al.* Genomic surveillance of SARS-CoV-2 in Thailand reveals mixed imported populations, a local lineage expansion and a virus with truncated ORF7a. *Virus Research*, v. 292, p. 198233, jun. 2020.

KARAMITROS, T. *et al.* SARS-CoV-2 exhibits intra-host genomic plasticity and low- frequency polymorphic quasispecies. *Journal of Clinical Virology*, v. 131, p. 104585, fev. 2020.

LAM, T. T. Y. Tracking the genomic footprints of SARS-CoV-2 transmission. *Trends in Genetics*, v. 36, n. 8, p. 544-546, 2020.

LANA, R. M. *et al.* The novel coronavirus (SARS-CoV-2) emergency and the role of timely and effective national health surveillance. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 3, 2020.

LAUXMANN, M. A.; SANTUCCI, N. E.; AUTRÁN-GÓMEZ, A. M. The SARS-CoV-2 coronavirus and the Covid-19. *International Braz J Urol*, v. 46, n. Suppl 1, p. 6-18, 2020.

THE NATIONAL INSTITUTE OF ALLERGY AND INFECTIOUS DISEASES (NIAID). *Statement: fourth iteration of Covid-19 treatment trial underway*. 25 nov. 2020. Disponível em: <https://www.niaid.nih.gov/news-events/statement-fourth-iteration-covid-19-treatment-trial-underway>. Acesso em: 26 jan. 2021.

REN, X. *et al.* Application and optimization of RT-PCR in diagnosis of SARS-CoV-2 infection. *SSRN Electronic Journal*, 2020.

SCHERBERGER, R. *et al.* Studies on the action of an anticholinergic in combination with a tranquilizer on gastric juice secretion in man. *Arzneimittel-Forschung/Drug Research*, v. 25, n. 9, p. 1460-1463, 1975.



SHI, Y. *et al.* COVID-19 infection: the perspectives on immune responses. *Cell Death and Differentiation*, v. 27, n. 5, p. 1451-1454, 2020.

TILLET, R. L. *et al.* Genomic evidence for reinfection with SARS-CoV-2: a case study. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 3099, n. 20, p. 1-7, 2020.

XAVIER, A. R. *et al.* Covid-19: manifestações clínicas e laboratoriais na infecção pelo novo coronavírus. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 56, p. 1-9, 2020.

QUAN, C.; LI, C.; MA H.; LI, Y.; ZHANG, H. Immunopathogenesis of Coronavirus-Induced Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS): Potential Infection-Associated Hemophagocytic Lymphohistiocytosis. *Clin Microbiol Rev.* 34(1):e00074-20, 14 out. 2020.

# 2

## CAPÍTULO

# SAÚDE E BIOTECNOLOGIA

Lucas Mateus Pinheiro Alves

Nathalia Lobato Moraes

Yuri Alvino do Nascimento

## IMPRESSÃO 3D NA SAÚDE

### 1. INTRODUÇÃO

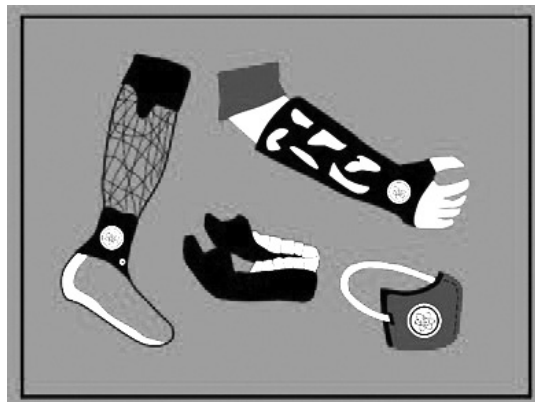
Com amplo leque de aplicações médicas, a impressão 3D, ao longo dos anos, desperta o interesse não somente da comunidade científica como também de empresas dispostas a utilizar esta tecnologia como forma de aprimoramento de serviços à sociedade. A impressão 3D ou prototipagem rápida é uma tecnologia de fabricação digital que permite, a partir de modelos digitais, criar objetos sólidos em três dimensões, conforme representado pela **Figura 2.1** (SIGMA PROTÓTIPOS, 2019; STRATASYS, 2018).



**Figura 2.1** – Impressão 3D: Modelo digital. Impressora e Protótipo.

*Fonte: Autor, 2021*

Embora existam relatos do surgimento da primeira impressora 3D no ano de 1984, é a partir do século XXI que ocorre a intensificação da produção desta tecnologia no campo médico (DONE 3D, 2020). Sendo uma das vertentes da Indústria 4.0, a impressão 3D revolucionou a forma de obtenção de peças, permitindo desenvolver objetos únicos como próteses, órteses, equipamentos de proteção individual (EPI) e, até mesmo, órgãos sintéticos (3D LAB, 2020), como mostra a **Figura 2.2**.



**Figura 2.2** – Tipos de Objetos 3D.

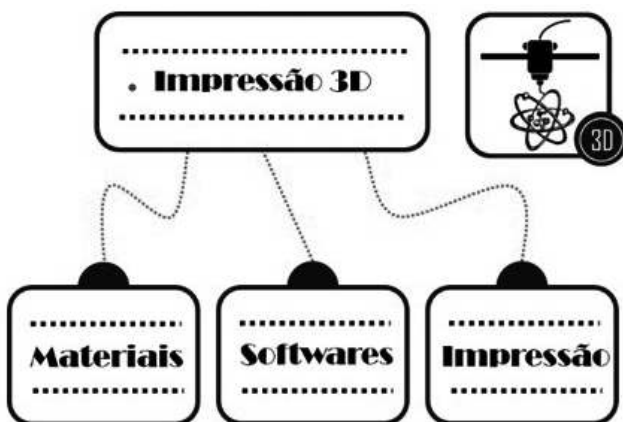
*Fonte: Autores, 2021.*

Por ser um produto cada vez mais barato e com design variado, a indústria médica tem se beneficiado dele, melhorando os atendimentos aos pacientes (MATOZINHOS *et al.*, 2017; STRATASYS, 2018). Por trás de uma prótese ou uma órtese, há um complexo processo de fabricação, desde o tipo de material ao tipo

de impressora. Assim, para a melhor compreensão, o presente capítulo apresenta componentes essenciais das impressões 3D e sua aplicação na saúde.

## 2. IMPRESSÃO 3D E SEU FUNCIONAMENTO

A impressão 3D é a criação de objetos tridimensionais a partir de um modelo digital, sendo ele desenvolvido camada por camada (CAMPOS *et al.*, 2016; SIGMA PROTÓTIPOS, 2019; STRATASYS, 2018). Para a melhor compreensão do processo de produção dessa tecnologia, ele foi dividido em três etapas fundamentais: os materiais, os softwares e a impressão (Figura 2.3).



**Figura 2.3** – Esquema: Procedimento da Impressão 3D.

Fonte: Autores, 2021.

### 2.1 MATERIAIS

Por de trás de um produto de impressão 3D, existe uma complexa dinâmica de produção. Atualmente, existe uma diversidade de materiais, que apresentam diferentes aplicações. Dentre eles temos: acetato de polivinila (PVA), fibra de carbono, madeira e nylon. Para cada material há características variadas, podendo ser mais rígido ou mais flexível. Em alguns casos, na indústria médica, para critério de escolha, leva-se também em conta a biocompatibilidade com o paciente, como é o caso das próteses faciais de impressão 3D (SIGMA PROTÓTIPOS, 2019).

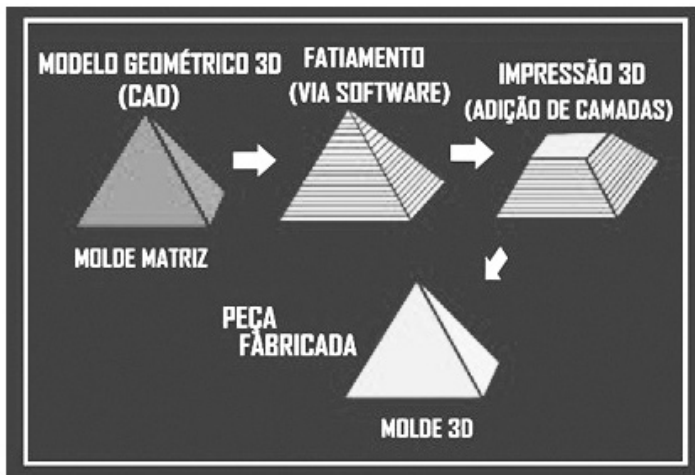
### 2.2 OS SOFTWARES

Outro elemento importante ao processo de produção 3D é o uso de softwares, a fim de desenvolver o design desejado, alguns programas são comumente

utilizados, como o Adobe Illustrator, AutoCAD, Fusion 360 e Solidworks. Existe também o software da própria impressora, que pode ajustar o tamanho e os detalhes do objeto 3D (3D LAB, 2020).

### 2.3 A IMPRESSÃO

Como última etapa, o desenho concluído é enviado para a impressora. A máquina seleciona o material a ser usado para fabricar o objeto 3D. E, sobrepondo camada por camada, o objeto impresso é moldado (Figura 2.4). O tempo de produção varia conforme a complexidade do objeto. Quanto maior a dimensão do produto, maior será o tempo de fabricação (SIGMA PROTÓTIPOS, 2020).



**Figura 2.4** – Processo de Camada por Camada (Fatiamento).

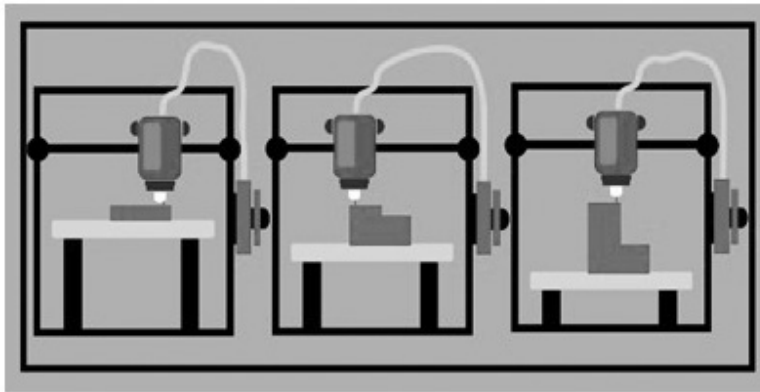
Fonte: Adaptado de equipe do Sigma Protótipos, 2019.

## 3. IMPRESSÃO 3D E SUA DIVERSIDADE

Existem diferentes técnicas de moldagem na impressão 3D. São eles: FDM, SLA e SLS.

### A) FDM – *Fused Deposition Modeling*

Com o modelo Fused Deposition (Fusão por Deposição de Material), a atuação da impressora 3D é aquecer o filamento até a fusão. Assim, com o material derretido, o volume é pressionado pelo bico extrusor, sendo depositado na superfície de impressão (Figura 2.5). O material é formado em camadas. Quanto menor a resolução do bico da máquina, melhor será a qualidade da superfície do objeto.

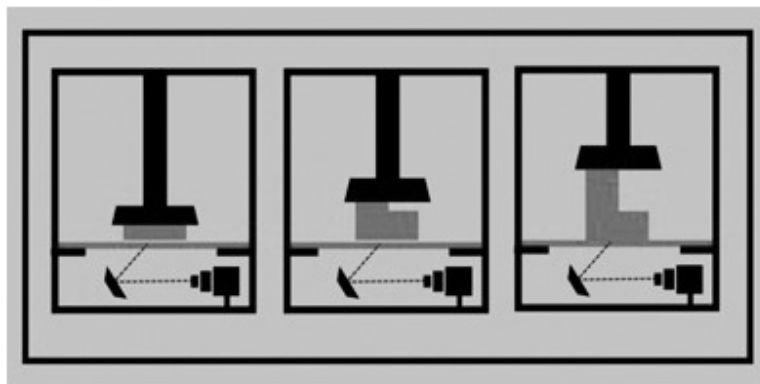


**Figura 2.5** – Técnica FDM.

Fonte: Autores, 2021.

### B) SLA – Stereolithography e DLP – Digital Light Processing

Tanto o modelo Stereolithography (Estereolitografia) quanto o modelo Digital Light Processing (Processamento Digital de Luz) correspondem à produção de uma resina de fotopolímero por meio de fonte de luz, diferenciando no tipo de luz para curar a resina (Figura 2.6). Para o tipo SLA usa-se laser dos pontos, enquanto para DLP aplicam voxel (elemento de volume, com representação tridimensional).

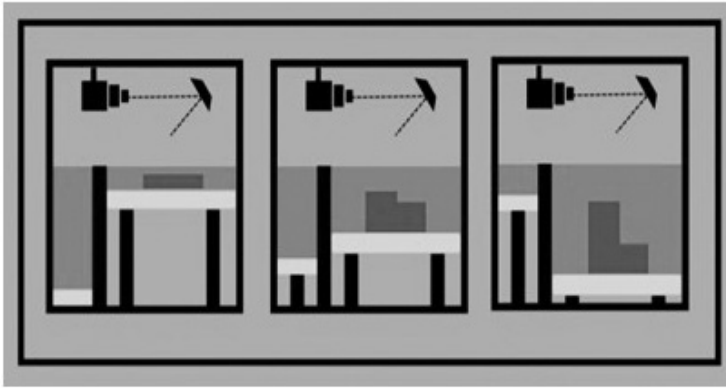


**Figura 2.6** – Técnica DLP.

Fonte: Autores, 2021.

### C) SLS – Selective Laser Sintering

A técnica Selective Laser Sintering (Sintetização Seletiva por Lazer) usa uma fonte de energia térmica que induz a fusão entre partículas de pó a fim de criar um objeto sólido, segundo ilustrado na Figura 2.7.

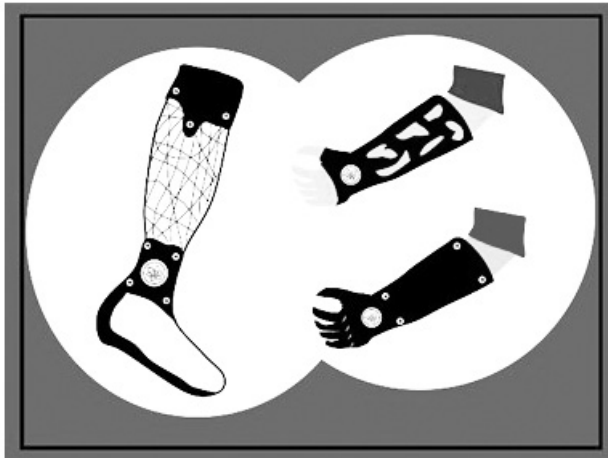


**Figura 2.7** – Técnica SLS.

*Fonte: Autor, 2021.*

#### 4. IMPRESSÃO 3D NA SAÚDE

As aplicações da impressão 3D na indústria médica são diversas, por meio dela existe um desenvolvimento rápido e rentável de novos dispositivos tanto para as empresas quanto para os pacientes. É o que ocorre na criação de dispositivos protéticos e ortopédicos (**Figura 2.8**) adaptados à anatomia e as especificidades das pessoas, conhecidos como membros biônicos.

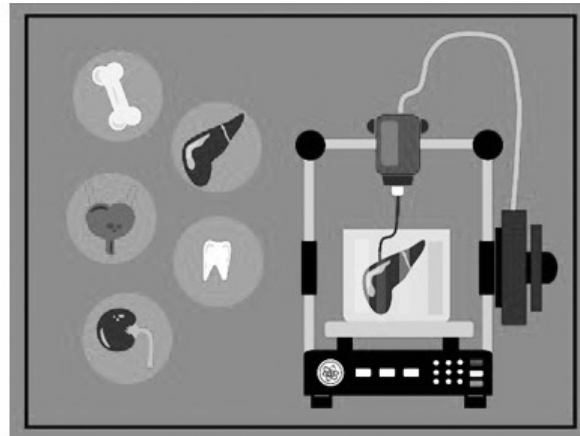


**Figura 2.8** – Dispositivos protéticos e ortopédicos.

*Fonte: Autores, 2021.*

Para o setor de pesquisa médica, os protótipos funcionais são desenvolvidos com materiais de alto desempenho, permitindo aos desenhistas, engenheiros e especialistas fazerem testes segundo os protocolos de verificação e de validação do

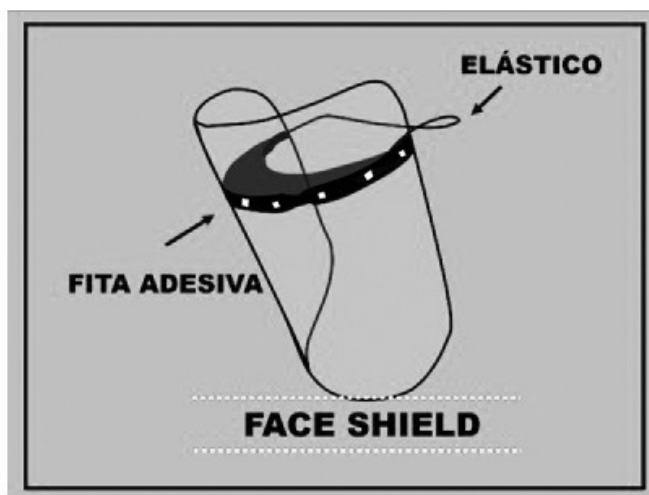
produto. A bioimpressão 3D, hoje, é um dos ramos da impressão 3D com grande variedade de pesquisas científicas. Através deste ramo de biotecnologia pode-se obter órgãos artificiais, como coração, dentes, fígado, pele e ossos (Figura 2.9).



**Figura 2.9** – Bioimpressão 3D de órgãos anatômicos.

Fonte: Autores, 2021.

Por fim, com o atual cenário de pandemia, as universidades públicas da Região Metropolitana de Belém do Pará desenvolveram máscaras com peça 3D com o objetivo de disponibilizar aos profissionais da saúde os *face shields* para a proteção contra o SARS-CoV-19 (Figura 2.10). O que se caracterizou como um novo marco para a comunidade médica.



**Figura 2.10** – Máscara (face shields).

Fonte: Adaptado de Visor, 2020.

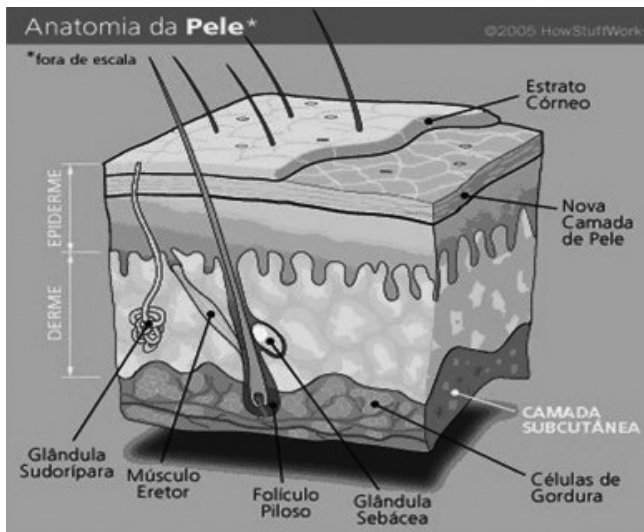


## EPIGENÉTICA NA DERMOCOSMÉTICA

## 6. INTRODUÇÃO

Continuamente, o mundo encontra-se numa corrida pela busca do rejuvenescimento, e graças aos avanços tecnológicos e diversos estudos científicos conseguimos avançar em variadas áreas da medicina, possibilitando a disponibilização de tratamentos antes inexistentes. Dessa forma, qual a relação da epigenética com a dermatologia?

Para entendermos como a epigenética entra nesse meio, primeiro precisamos compreender a estrutura da pele humana, como mostrado na **Figura 2.11**.



**Figura 2.11** – Anatomia da Pele.

Fonte: Clínica de Bioplastia, 2020.

Cada estrutura que compõe a epiderme é essencial para o corpo, sendo formada por quatro a cinco camadas: estrato córneo, estrato lúcido, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato germinativo (BEIERSDORF, 2020). A epigenética na dermocosmética também engloba diversas áreas para a melhoria de produtos destinados à pele e gera qualidade de vida para o indivíduo, muitas dessas áreas atuam de maneira específica em determinados conjuntos, como a bioquímica (em análises dos materiais que seriam utilizados para determinados medicamentos dermatológicos), a genética (para a análise de fatores externos com danos ao tecido) e a biologia molecular podendo identificar mielomas como o câncer de pele, para o melhor tratamento e cuidado com o paciente.

## 7. CONCEITOS

A epigenética é o ramo da biologia que estuda como fatores externos interferem na estrutura interna do indivíduo, o seu DNA, ou seja, como as condições ambientais externas modificam e alteram a expressão da informação contida no material genético (ARAÚJO, 2020).

Já a dermocosmética é um termo referente aos produtos direcionados para o cuidado e tratamento da pele, geralmente utilizados em diferentes tratamentos dermatológicos. Entendemos como dermocosméticos todo e qualquer tipo de produto que busca oferecer saúde e qualidade para a pele, possuindo princípios ativos e substâncias que podem ser utilizadas em diferentes tratamentos dermatológicos, como flacidez, manchas na pele, anti-idade, cicatrizes de acne etc. (ADCOS, 2020).

## 8. TRATAMENTOS

Existem diversos tipos de tratamento dentro da dermocosmética e para cada paciente existe um método específico de tratamento, pois a pele de cada indivíduo é muito diferente devido aos fatores epigenéticos expostos, existem diversos métodos para tratamentos específicos, como alguns exemplos na **Tabela 2.1**.

**Tabela 2.1** – Método de Tratamento com dermocosmético.

*Fonte: Autores, 2020.*

Tratamento	Método
Fototerapia	Uso de raios UV para tratamento de psoríase, vitiligo, micose, fungoide e etc.
Hidratação da pele	Além de realizar a proteção mecânica e a permeação seletiva das moléculas, também ajuda na restrição à proliferação de micro organismo patogênicos.
Remoção de pelos à laser	O tratamento é aplicado somente por profissionais qualificados, levando em consideração o tipo de pele do paciente.

A pele tem diversos mecanismos de regeneração e recuperação e por meio de tratamentos elaborados através de estudos dentro da dermatologia, é possível ter mais oportunidades de tratamentos e cuidados com a pele.

## 9. DIFERENÇA ENTRE COSMÉTICOS E DERMOCOSMÉTICOS

Os cosméticos, agindo nas camadas mais superficiais da pele (epiderme), possuem um papel complementar aos dermocosméticos, ajudando em tratamentos, porém, sem passar a derme-capilar ou a derme-reticular, como exemplo, as maquiagens. Já os dermocosméticos possuem ativos- dermatológicos para tratamentos e cuidados estéticos, como a redução de rugas, manchas e flacidez.

Portanto, a diferença entre cosméticos e dermocosméticos está em suas propriedades químicas em relação ao que oferecem para o indivíduo, enquanto os cosméticos apenas tratam, de maneira estética e superficial sobre a derme, os dermocosméticos atuam nas demais camadas oferecendo ativos farmacológicos efetivos em tratamentos contra a degradação do tecido e outros malefícios causadas por exposições a microlesões do dia-a-dia, como os raios solares (ARAÚJO, 2020).

## ANTICORPOS MONOCLONAIS

### 10. INTRODUÇÃO

O mercado mundial de biofármacos é uma vertente de extremo crescimento, com os avanços tecnológicos e científicos, muitos medicamentos novos são produzidos e muitas técnicas novas são descobertas em meio a tantas mudanças que o mundo sofre. Vimos no ano de 2020, com a pandemia de SARS-CoV2, que o mercado de medicamentos e os avanços científicos foram de extremo requerimento para os interesses globais contra esse vírus, mas afinal, como esse mercado funciona?

Para entendermos como funciona o mercado de biofármacos e o que são anticorpos monoclonais, precisamos ir à base de tudo o que compreendemos sobre os anticorpos.

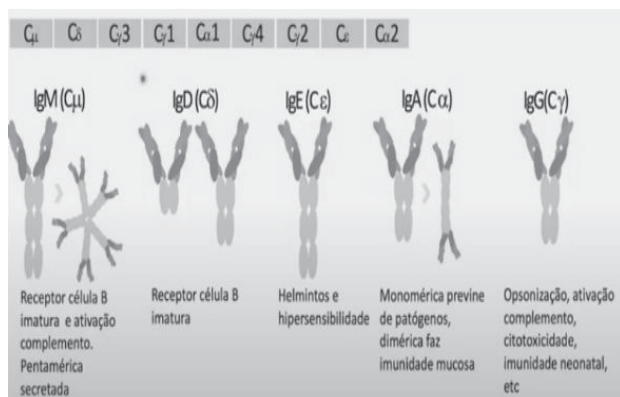
### 11. CONCEITOS

Anticorpos são células responsáveis por reconhecer antígenos na imunidade adquirida, ou seja, possuem o papel fundamental de “marcar” o agente infeccioso para que o sistema imunológico possa identificar e atacar determinado antígeno.

Durante o processo embrionário, existe uma célula chamada pró-B que está presente quando o ser humano entra no processo de formação, através dessa célula se determina a diversidade de anticorpos que o embrião irá desenvolver durante a vida. Dentro do seu genoma existem diversos fragmentos de genes diferentes, e dentro

desse genoma os anticorpos são divididos em Domínio Pesado e Domínio Leve, sendo existente em ambos a presença de uma região variável e uma região constante. Através das combinações entre esses domínios e regiões variáveis e constantes se terá a diversidade de clones e a especificidade desse anticorpo (CUNHA, 2020).

As cadeias constantes determinarão que tipo de imunoglobulina a célula B irá expressar (Figura 2.12).



**Figura 2.12** – Horizontes da biotecnologia: anticorpos monoclonais.

Fonte: Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos-UFPa, 2020.

Os antígenos são moléculas desconhecidas pelo organismo, destacadas como “células estranhas”. Fungos, bactérias, protozoários e até vírus podem ser considerados antígenos (CUNHA, 2020). Os antígenos podem ser classificados em dois tipos:

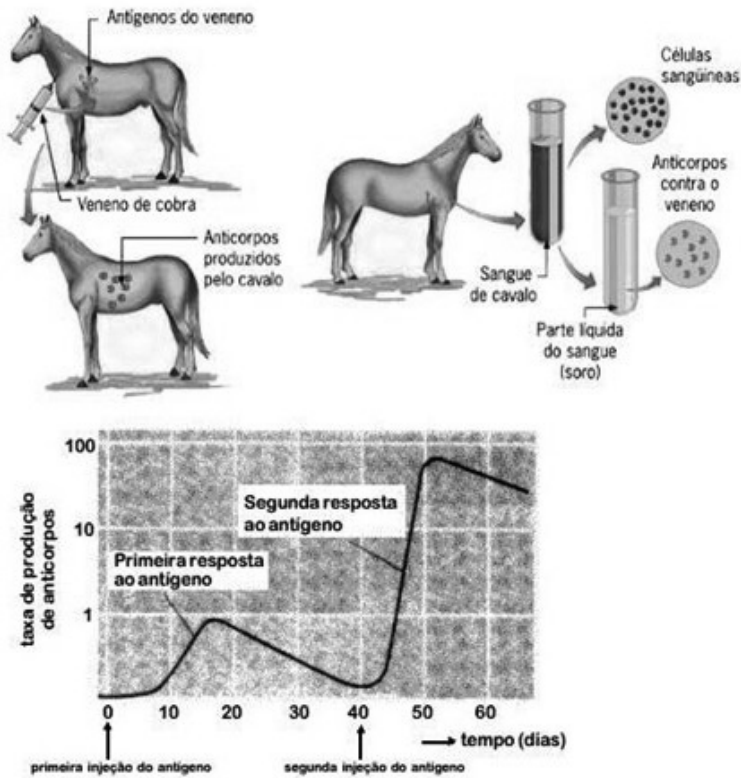
- **Antígenos Imunógenos** – antígenos que provocam uma reação imune, ou seja, prontamente reconhecidos pelos anticorpos ativando o sistema imunológico.
- **Antígenos Haptenos** – antígenos que, sozinhos, não provocam reações imunológicas e precisam de proteínas carreadoras para que o sistema imunológico os identifique.

## 12. OBTENÇÃO DE ANTICORPOS MONOCLONAIS

Dentro do laboratório, os anticorpos obtidos podem ser policlonais, monoclonais e recombinantes (CUNHA, 2020).

Os anticorpos policlonais são derivados do soro de animais imunizados, normalmente aplicado o antígeno junto com o adjuvante (composto que promove a

ação mais rápida do sistema imunológico, funcionando como um sinalizador). A cada dose a resposta é estimulada, a primeira dose promove a resposta primária que, em média, ocorre em dez dias, após esses dias se aplica a segunda dose, que promove uma resposta secundária, sendo essa mais específica e em maior quantidade de anticorpos em relação à primeira. Após esse procedimento, é captado o soro do animal, que possui diferentes afinidades e com alta sensibilidade, é usado também na imunização passiva, como podemos ver através do exemplo do soro antiofídico na **Figura 2.13**.



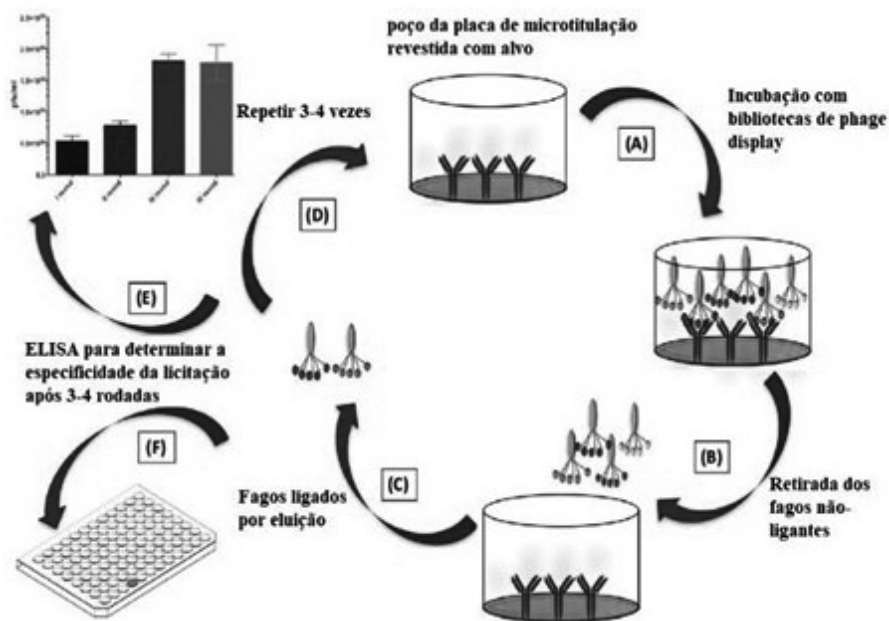
**Figura 2.13** – Representação da produção de soro antiofídico.

Fonte: Adaptado de Mundo Educação, 2020; Biologia Aulas e Provas, 2020.

**Anticorpos monoclonais** são gerados a partir de uma fusão celular. Para “imortalizar” os linfócitos B, os cientistas fusionaram com mielomas (células cancerígenas), assim, gerando os hibridomas, com capacidade de se multiplicar ilimitadamente e com as características de produzir o anticorpo desejado e específico.

**Anticorpos recombinantes** são gerados a partir de fragmentos de anticorpos, utilizando o molde de IgG para a formação de um anticorpo recombinante.

Em todos os métodos se busca fragmentos gênicos das cadeias dos anticorpos, clona-se em um vetor de expressão ou fagemídeos e depois é posto em um sistema de expressão para que se produza o efeito desejado, ou seja, a expressão gênica daquele anticorpo. A separação é realizada através de uma técnica chamada **bio-panning**, em que ocorre uma “seleção de afinidade”, ou seja, são selecionados pep-tídeos que se ligam em um determinado alvo, como demonstrado na **Figura 2.14**.



**Figura 2.14** – Representação do bio-panning e a ligação entre fago e o alvo.  
 Fonte: Editado de RESEARCHGATE, 2020.

### 13. MERCADO DE BIOFÁRMACOS

Um dos primeiros biofármacos a serem produzidos e comercializados foi a insulina, por volta de 1980, e desde então, o mercado de biofármacos tem crescido muito conforme o avanço científico e tecnológico. De acordo com a revista *Guia da Farmácia* (2019), a indústria farmacêutica é composta por empresas no ramo da pesquisa, manufatura, desenvolvimento e distribuição de medicamentos para uso humano ou animal, e que, desde 2019, tem tido um crescimento de 3% a 6% perante o mercado mundial.

No Brasil, o mercado de biofármaco é bem extenso, cerca de 60% da verba que o Ministério da Saúde utiliza são direcionados para a compra de biofármacos, sendo direcionado a dois tipos de biofármacos:

- **Biofármacos inovadores** – medicamentos novos que possuem alto investimento e um alto tempo e pesquisa dedicados para a criação de um fármaco inexistente no mercado.
- **Biofármacos Biossimilares** – Mesma segurança e eficiência dos inovadores, geralmente enfrentam maior rigor na aprovação técnica para que se assegure que o medicamento é idêntico ao inovador.

Os anticorpos monoclonais são os agentes mais estudados atualmente, sendo utilizados como diversos medicamentos para o tratamento de câncer, esclerose múltipla, artrite reumatoide, fomentando um mercado de mais de US\$ 150 bilhões anuais que são gastos em pesquisas desses anticorpos, sendo o Adalimumabe o medicamento mais vendido no mundo com o nome comercial de Humira, sendo a maior importação de biofármacos do Brasil. Todos os medicamentos passam pela aprovação dos órgãos de regulação, sejam eles FDA, EMA ou ANVISA, para serem usados em humanos, assim como diversos outros medicamentos (CUNHA, 2020).

## CRISPR E APLICAÇÕES

### 14. INTRODUÇÃO

O ser humano está em uma constante evolução e como ocorre em todas as espécies, a evolução provém de mutações genéticas. Com base nessa busca, por se tratar de uma mutação aleatória, cientistas sempre buscaram a melhor forma de trabalhar com os melhores genes de interesse (AREND, 2017).

Com base nisso, inúmeras técnicas foram sendo utilizadas e aprimoradas no decorrer dos anos. Em 2012, surgiu a técnica que iria ser o divisor de águas para uma nova era dentro do engenheiramento genético, a CRISPR. Seu nome vem da frase “clustered regularly interspaced short palindromic repeats”, ou, em português, “repetições palindrômicas curtas agrupadas e regularmente espaçadas” (ZHANG, 2014).



**Figura 2.15** – Representação de códigos genéticos  
Fonte: PIXABAY.

No que essa técnica se diferenciou das demais presentes na literatura? Foi o fato de conseguir aliar baixos custos, praticidade de execução e alta versatilidade. Segundo a bióloga Anna Meldolesi, “Nas mãos dos pesquisadores, a técnica CRISPR-Cas9 tornou-se um instrumento de múltiplos usos, o equivalente molecular de um canivete suíço dotado de bússola para se orientar ao longo do DNA, de uma ‘mordida’ para se conectar a ele, ‘tesouras’ e mais vários outros acessórios”.

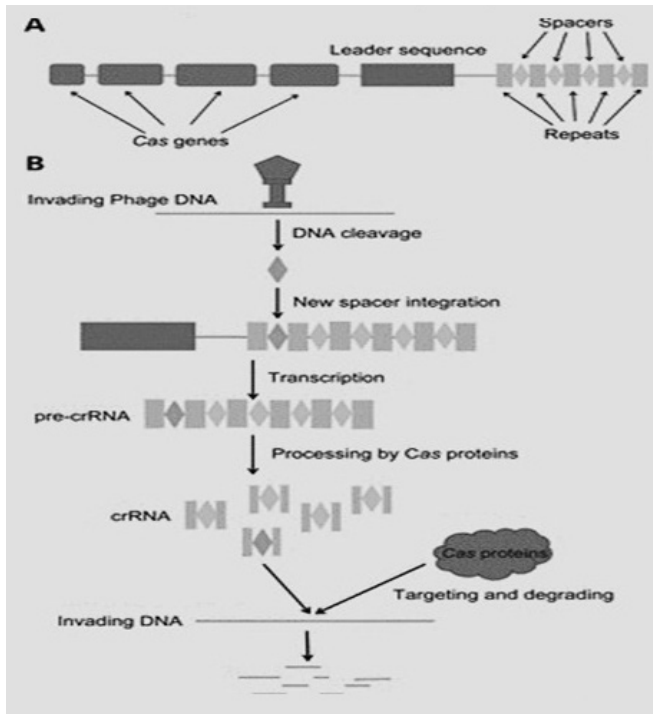
Não demorou muito para que inúmeras aplicações surgissem a partir dessa descoberta. Um campo que teve um benefício inestimável foi a da medicina, na qual proporcionou a identificação de possíveis terapias que resultariam na cura definitiva de diversas enfermidades (*EDIÇÃO DO GENOMA*, 2017).

Ademais, a agricultura também se beneficia do uso do CRISPR, pois é possível aperfeiçoar o desenvolvimento de redes agrícolas resistentes a pragas, o aumento da resistência viral em bactérias usadas no ramo alimentício, aumento da produtividade do metabolismo de microrganismos para fins farmacêuticos, entre infinitas aplicabilidades. Dessa forma, aliando refinadas técnicas moleculares e biotecnológicas, o sistema CRISPR/Cas9 foi colocado para utilização em edição genômica e atualmente já é uma realidade comercial, sendo disponibilizado em milhares de alvos. Tanto a RNA guia e a endonuclease Cas9 são produzidas *in vitro*, podendo apresentar os mais diversos mecanismos, como vetores ou agentes químicos (*EDIÇÃO DO GENOMA*, 2017).

## 15. CONCEITOS

CRISPR/Cas foi descoberto por meio do sistema imune contra vírus e bacteriófagos. Essa defesa ocorre no momento em que o material exógeno adentra a célula, o mecanismo de defesa é guiado pelo RNA capaz de parear na sequência-alvo, para então uma enzima atuar sobre a dupla fita de DNA e fazer o corte nela para impedir a sua replicação, uma dessas endonucleases é a Cas9 (OKAMOTO, 2017). Após ocorrer essas fragmentações, o DNA exógeno é incorporado na região CRISPR (**Figura 2.16**).





**Figura 2.16** – Tabela adaptada representando o mecanismo de defesa. A porção **A** representa o locus CRISPR de adesão do DNA exógeno. Enquanto a porção B o mecanismo de defesa.

Fonte: ZHANG, WEN, GUO (2014)

Toda essa reação autoimune pode ser adaptada e replicada para se tornar uma ferramenta de engenharia genética. Em vez de as endonucleases clivarem o material genético invasor, a Cas9 é carregada em conjunto com um RNA guia que irá sinalizar qual porção do DNA do organismo deve ser cortada. Após essa retirada, a célula começa o seu preparo de autorreparação, o qual normalmente irá alterar a quantidade de nucleotídeos, mudando a informação antiga contida da sequência genética, inutilizando assim o gene. Um outro tipo de restauração, um novo pedaço de material genético, carregando novas informações, pode ser acoplado para ligar as duas pontas que foram desconectadas. Dessa forma, será possível fazer a inserção de genes de interesse no locus desejado (OKAMOTO, 2017).

## 16. TRATAMENTO DE DOENÇAS

Por conta da sua capacidade de introdução, deleção ou modificação de genes, a tecnologia do CRISPR/Cas9 vem sendo amplamente usada em terapias gênicas, apresentando inúmeros resultados positivos.

Um dos tratamentos no qual ela é usada é no de hepatite, em especial as virais HBV e HCV. Os tratamentos consistem em usar o sistema CRISPR para alterar o DNA viral, uma vez que se trata de um vírus com o DNA envelopado a sua remoção é difícil, e visam diminuir a expressão de antígenos marcadores da replicação viral. Outro uso dessa ferramenta, é que a edição dos genes mostrou ser uma possibilidade em restabelecer as funções hepáticas (SEEGGER, 2014).

## 17. MELHORAMENTO EM PLANTAS

Um dos maiores desafios da agricultura moderna é lidar com as doenças e pestes, essa acaba sendo uma das maiores demandas da engenharia genética para aumentar a tolerância aos estresses bióticos e abióticos.

Uma possível forma de contornar esse problema é por meio do engenhoamento do grupo de genes usados por patógenos, visando o fim da sua replicação e, com isso, imunizando a planta. Exemplificando, as frutas cítricas possuem suscetibilidade a uma doença bacteriana, cancro cítrico, e o gene que faz com que tais frutas sejam mais suscetíveis é o CsLOB1. Atualmente, existem linhagens de laranjas cujas descendentes desenvolveram resistência à doença (HONGGE, 2017).

## CONTRIBUIÇÕES GENÉTICAS À ONCOLOGIA

## 18. INTRODUÇÃO

Poucas pessoas sabem que a origem de muitos tipos de câncer possui uma estreita relação com o nosso material genético. Todos os nossos genes são originários dos nossos pais, cada um doando metade. Esse DNA possui a grande influência em nossas características, a exemplo das físicas. Além disso, eles mostram a tendência que iremos ter em apresentar ou não determinadas doenças (INCA, 2011).

Entre todos esses genes, há um grupo seletivo que desempenha funções cruciais, eles são conhecidos como genes supressores tumorais e exercem a grande função de serem os guardiões do nosso DNA. Apesar de parecer muito complicado, o funcionamento desses genes é muito simples (OKAMOTO, 2017).

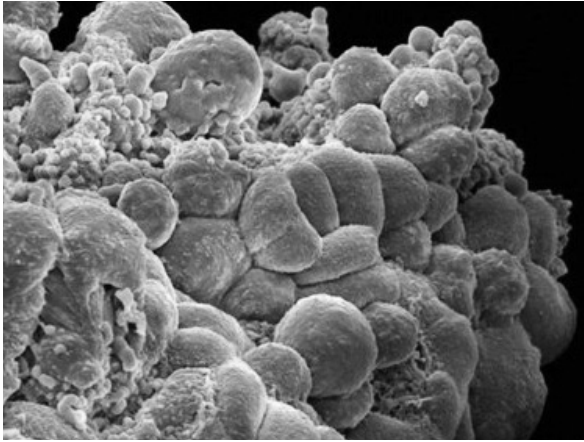
O nosso corpo está constantemente em um processo de renovação celular que deve ocorrer de maneira perfeita e sem erros. É nesse momento que esses genes atuam, eles são responsáveis por verificar se ao final do processo celular o DNA foi fabricado de maneira perfeita, do contrário, eles atuam como corretores ou eliminadores dessas falhas (OKAMOTO, 2017).

Assim, se uma pessoa apresentar esses genes tendo as suas funcionalidades parciais ou pouco presentes, é possível essa pessoa ter mais pré-disposição

a apresentar um quadro de câncer do que a maior parcela da população (SZLACHTA, 2018).

Com o grande desenvolvimento dos campos na genética, hoje já é possível, por meio de exames, identificar pessoas com esses genes defeituosos e, então, realizar uma estratégia de prevenção intensiva para evitar alguns casos conhecidos (INCA, 2011).

Com base nisso, surgiu o campo da oncogenética, área que está sendo muito relevante nos dias de hoje, pois o câncer está em segundo lugar entre as doenças que mais matam no mundo.



**Figura 2.17** – Imagem de células cancerígenas.

*Fonte:* Wikimedia Commons.

## 19. CONCEITOS

Câncer é como é comumente chamado mais de cem diversos tipos de doenças malignas que causam proliferação desordenada de células, que conseguem invadir células próximas ou células no corpo inteiro (OKAMOTO, 2017).



**Figura 2.18** – Representação do funcionamento de uma célula cancerígena.

*Fonte:* WIKIMEDIA COMMONS

Todo processo cancerígeno ocorre a partir de alterações no material genético e podem ou não ser hereditárias, dependendo se as células que sofreram mutações forem somáticas ou germinativas. O DNA possui a sua informação genética, que nada mais é que a sequência não aleatória dos nucleotídeos (adenina, guanina, citosina e timina); quando há alguma alteração nessa sequência considera-se que exista uma mutação nos genes. Dessa forma, o interesse dos estudiosos da oncogenética está presente nesses genes ou nas mutações contidas neles, que são os chamados marcadores moleculares, ou seja, indicadores que diferenciam uma célula de funcionamento normal de uma com atividades cancerígenas (OKAMOTO, 2017).

Na grande parte dos casos, a mutação em um único gene não levará a um caso de câncer, isso ocorre porque cada uma das nossas células possui cerca de 25 mil genes, apenas quando há uma quantidade abundante de mutações em certos genes-chave é que o câncer pode se desenvolver (ZHANG, 2014).

Esses genes-chave são agrupados em três tipos diferentes: os genes promotores de crescimento (dão o comando para as células se multiplicarem e dividirem e quando sofrem algum tipo de mutação são chamados de oncogene); os genes supressores de crescimento (freiam a multiplicação celular e quando há mutação neles as células podem não mais compreender o tempo de parar de crescer); e, por fim, os genes de reparo do DNA (corrigem imediatamente qualquer lesão que pode vir a ocorrer no DNA, e, quando eles apresentam mutações, diminuem a habilidade de as células se corrigirem e, com isso, os erros se acumularão em maior quantidade) (ZHANG, 2014).

## 20. TRATAMENTO DO CÂNCER

O tratamento mais utilizado ainda é a quimioterapia, entretanto, um viés novo que está sendo adotado é o da resposta celular frente a um fármaco. Por exemplo, o glioblastoma é o tipo mais comum e agressivo de tumor maligno cerebral e tem apresentado prognósticos favoráveis com modificações epigenéticas. Essas modificações auxiliam no controle de expressão do gene e tal alteração ocorre por meio de uma metilação na região promotora do gene MGMT. Assim, no momento da transcrição, a região promotora não consegue ser reconhecida por conta da ligação do grupo metil, e esse gene é silenciado (OKAMOTO, 2017).

Outro exemplo que está sendo estudado é na utilização da técnica de CRISPR em células de adenocarcinoma pancreático. Nesse caso, foi feita a deleção de alguns genes que influenciavam na citotoxicidade dos quimioterápicos e estimulavam um grupo de proteínas quinase que, por meio de estímulos, regulavam a diferenciação, proliferação e morte celular (SZLACHTA, 2018).

## REFERÊNCIAS

3D LAB. *O que é impressão 3D? Conheça a tecnologia de impressoras 3D!* 2020. Disponível em: <https://3dlab.com.br/impressao-3d-o-que-e/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

ADCOS. O QUE *http://prandersonantunes.blogspot.com/2013/12/glandula-sudoripara.html http://prandersonantunes.blogspot.com/2013/12/glandula-sudoripara.html* SÃO DERMOCOSMÉTICOS? Disponível em: <https://www.lojaadcos.com.br/belezacomsaude/o-que-sao-dermocosmeticos/>. Acesso em: 15 nov. 2020.

ANGIONI, Lucas. Platão. Hípias Maior. *Revista Archai*, Brasília, n. 26, e02608, 2 maio 2019. Disponível em: [https://impactum-journals.uc.pt/archai/article/view/1984-249X\\_26\\_8/6220](https://impactum-journals.uc.pt/archai/article/view/1984-249X_26_8/6220). Acesso em: 18 nov. 2020.

ARAÚJO, Nandine. *A contribuição da epigenética na dermatocósmética contemporânea*. Palestra Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos. 17 jun. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-9H63VDjWek>. Acesso em: 4 nov. 2020

AREND, Marcela Corso; PEREIRA, Jessica Oliveira; MARKOSKI, Melissa Medeiros. O Sistema CRISPR/Cas9 e a Possibilidade de Edição Genômica para a Cardiologia. *Arq. Bras. Cardiol.*, São Paulo, v. 108, n. 1, p. 81- 83, jan. 2017.

BEIERSDORF. Entendendo a pele: estruturas e funções da pele. 2020. Disponível em: <https://www.eucerin.com.br/sobre-pele/conhecimentos-basicos-sobre-a-pele/estrutura-e-funcoes-da-pele>. Acesso em: 15 nov. 2020.

BLAUS, Bruce. An illustration depicting the life cycle of a cancer cell. 21 set. 2016. 1 fotografia. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Life\\_of\\_a\\_Cancer\\_Cell.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Life_of_a_Cancer_Cell.png). Acesso em: 5 fev. 2021.

BOA IMPRESSAO 3D. *Material 3D*. 26 mar. 2015. Disponível em: <https://boaimpressao3d.com.br/dicas/como-e-imprimir-alguma-coisa-numa-impressora-3d/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

CAMPOS, Danilo Corrêa *et al.* Impressora 3D na área da saúde. *UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 13, n. 30, p. 180, 2016.

CAVANAGH, Annie. A cluster of breast cancer cells showing visual evidence of programmed cell death (apoptosis) in yellow. Scanning electron micrograph. 2006. 1 fotografia. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Annie-cavanagh-celulas-cancerigenas.jpg>. Acesso em: 5 fev. 2021.

CUNHA, Daniela. *Anticorpos monoclonais: mercado de biofármacos e biossimilares*. Palestra Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos. 30 jun. 2020. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_gKDQv](https://www.youtube.com/watch?v=_gKDQv) Acesso em: 9 dez. 2020.

DERMATOLOGIA. 2016 Clínica de Bioplastia, 2016. Disponível em: <http://prandersonantunes.blogspot.com/2013/12/glandula-sudoripara.html> . Acesso em: 4 nov. 2020.

DONE 3D. História das impressoras 3D. 2020. Disponível em: <https://done3d.com.br/historia-das-impressoras-3d/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

EDIÇÃO DO GENOMA: o que é, afinal, a técnica CRISPR. Entrevistadores: Equipe Oásis. Entrevistada: Anna Meldolesi. 8 set. 2017. Disponível em: <https://www.brasil247.com/oasis/edicao-do-genoma-o-que-e-afinal-a-tecnica-crispr>. Acesso em: 5 fev. 2021

GUIA DA FARMÁCIA. Mercado farmacêutico global deve movimentar US\$1,5 trilhão até 2023. 30 jan. 2019. Disponível em: <https://guiadafarmacia.com.br/estudo-iqvia-mercado-farmaceutico-global/#:~:text=O%20mercado%20farmac%C3%AAutico%20global%20ultrapassar%C3%A1,1,e%20perspectivas%20para%20o%20setor>. Acesso em: 9 dez. 2020.

HONGGE, Jia; JIN, Xu; VLADIMIR, Orbovic, YUNZENG, Zhang; NIAN, Wagn. *Editing Citrus Genome via SaCas9/sgRNA System, Frontiers in Plant Science*, vol. 8, p. 2135, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). ABC do câncer: abordagens básicas para o controle do câncer. Rio de Janeiro: Serviço de Edição e Informação Técnico-Científica/CEDC, 2011.

*iStock by Getty Images*. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/ilustra%C3%A7%C3%B5es/bioimpress%C3%A3o?phrase=bioimpress%C3%A3o&sort=mostpopular>. Acesso em: 5 fev. 2021.

LVP MITRA. OS *visor*. Disponível em: <https://lvpmitra.com/osvisor>. Acesso em: 5 fev. 2021.

MARTIDERM. Epigenética: a cosmética inteligente. 2020. . Disponível em: <https://www.martiderm.pt/blog/la-formula/black-diamond/epigenetica-a-cosmetica-inteligente/693#:~:text=Os%20avan%C3%A7os%20na%20dermocosc%C3%A9tica%20procuram,e%20mitigarem%20o%20envelhecimento%20cut%C3%A2neo>. Acesso em: 8 nov. 2020.

MATOZINHOS, Isabela Penido et al. Impressão 3d: inovações no campo da medicina. *Revista Interdisciplinar Ciências Médicas*, v. 1, n. 1, p. 143-162, 2017.

NUNES, Marcelo. Impressão 3D e saúde: desafios e oportunidades. Cesar Report. Disponível em: <https://medium.com/cesar-reports/impress%C3%A3o-3d-e-sa%C3%BAde-desafios-e-oportunidades-be5d7598e00c>. Acesso em: 5 fev. 2021.

OKAMOTO, Oswaldo Keith. Impactos da nova técnica de edição de genomas CRISPR-Cas9 na ciência e na sociedade. In: Simpósio CRISPR-Cas9 e Tratamento de Tumores, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2017.

PIXABAY. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/illustrations/dna-material-genetico->. Acesso em: 5 fev. 2021.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. O que é antígeno? *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-antigeno.htm>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SALERNO, Mario Sergio; MATSUMOTO, Cristiane; FERRAZ, Isabela. Biofármacos no Brasil: características, importância e delineamento de políticas públicas para o seu desenvolvimento. *Repositório do Conhecimento do IPEA*. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/522>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SEEGER, Christoph; SOHN, Ji A. Targeting hepatitis B virus with CRISPR/Cas9. *Molecular Therapy: Nucleic Acids*, vol. 3, n. 12, p. e216, 2014.

SigmaProtótipos. O que é impressão 3d?. Disponível: <https://medium.com/@sigmaprototipos/o-que-%C3%A9-impress%C3%A3o-3d-c5d1274ebb94> Acesso em: 5 fev. 2021. Ano de publicação: 2019.

STRATASYS. *Avanços nos serviços de saúde com a impressão 3D*. 2018. Disponível em: <http://www.techma.com.br/wp-content/uploads/2018/03/Avan%C3%A7os-nos-Servi%C3%A7os-de-Sa%C3%BAde-com-a-Impress%C3%A3o-3D.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.

SZLACHTA, K. *et al.* CRISPR knockout screening identifies combinatorial drug targets in pancreatic cancer and models cellular drug response. *Nature communications*, vol. 9, n. 1, p. 4275, 2018.

VOLPATO, Neri; CARVALHO, Jonas de. Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D. In: VOLPATO, Neri (org.). *Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D*. São Paulo: Blucher, p. 15-29.

ZHANG, Feng; WEN, Yan; GUO, Xiong. CRISPR/Cas9 for genome editing: progress, implications and challenges. *Human Molecular Genetics*, vol. 23, n. R1, p. R40-R46. 15 set. 2014.

# 3

## CAPÍTULO

# EMPREENDEDORISMO E BIOTECNOLOGIA

Aline do Socorro Monteiro Castro

Luís Eduardo de Oliveira Teixeira

Pedro Henrique de Aviz Silva

## 1. HISTÓRICO

A definição do termo “empreendedor” vem originalmente do francês e significa “fazer algo” e foi usada pela primeira vez no século XVIII para descrever alguém que assumia riscos (CUSTÓDIO, 2011). Ainda assim, o empreendedorismo, ao longo da história, de acordo com o período e as ideologias das épocas em que foi estudado, tem diversas definições, que vão desde:

Os conceitos dos economistas, como Joseph Schumpeter: “o empreendedor era alguém capaz de assumir riscos, detectar novas oportunidades de negócios e criar empreendimentos lucrativos”. Até os conceitos dos comportamentalistas, como David McClelland: “um empreendedor é alguém que exerce controle sobre uma produção que não seja só para seu consumo pessoal”.

Assim, podemos ainda abranger mais estes conceitos e trazer outras definições que não envolvem necessariamente o aspecto financeiro, mas também a criação de valores e até mesmo gerar impactos positivos na sociedade.



Ou seja, o empreendedorismo é conseguir perceber oportunidades e investir tempo e recursos (materiais, financeiros e humanos) para desenvolver uma ideia. Sendo que as oportunidades correspondem a um problema ou a uma necessidade que a população, ou uma parte dela, possui e precisa ser resolvida com soluções inovadoras (FATTURI, 2013).

Existe, no entanto, um consenso sobre o empreendedorismo: um padrão de comportamento típico. Alguém com capacidade de tomar decisões, utilizando mecanismos tanto econômicos quanto sociais com o objetivo de transformar recursos ou situações para desenvolver uma solução prática, mesmo possuindo risco e levando a possíveis fracassos (CRUZ, 2005).

*Empreendedorismo é o processo de criar algo novo com valor, dedicando o tempo e o esforço necessários, assumindo os riscos financeiros, psíquicos e sociais correspondentes e recebendo as consequentes recompensas da satisfação e independência econômica e pessoal. (SEBRAE, 2007, p. 15).*

O empreendedorismo deve ter uma conotação prática, com envolvimento de atitude e ideias para o desenvolvimento de coisas novas ou maneiras inovadoras de se fazer algo que já existe. O processo empreendedor envolve diversos aspectos que são adquiridos tanto pelo autoaprendizado quanto pela experiência de vida (DOLABELA, 1999).

## 2. COMO FUNCIONA O EMPREENDEDORISMO?

Ser empreendedor é ter a ousadia de colocar suas ideias em prática. Aquele que inicia algo novo. Assim, de acordo com a professora Maria Inês Felipe, em seu suplemento “Empreendedorismo buscando o sucesso empresarial”, defende a ideia de que o empreendedor, em geral, é motivado pela autorrealização e pelo desejo de assumir responsabilidades e ser independente. (FELIPPE, 1996; POMBO, 2016).

Maria Inês define empreendedor como: “aquele capaz de deixar os integrantes da empresa surpreendidos, sempre pronto para trazer e gerir novas ideias, produtos, ou mudar tudo o que já existe.

É um otimista que vive no futuro, transformando crises em oportunidades e exercendo influência nas pessoas para guiá-las em direção às suas ideias.”

## 3. COMO SER UM EMPREENDEDOR?

Certas características devem ser seguidas para se tornar um empreendedor de sucesso, são elas:

- iniciativa e busca de oportunidades;
- persistência;
- cálculo de riscos;
- preocupação com qualidade e eficiência;
- comprometimento;
- busca de informação;
- estabelecimento de metas;
- planejamento e monitoramento sistemáticos;
- persuasão e rede de contatos;
- independência e autoconfiança.

É necessário também criar um plano de negócio, pois essa ferramenta ajuda a reduzir toda aquela insegurança relacionada à abertura do empreendimento. O plano de negócio está relacionado ao planejamento por trás da sua empresa. Esta é uma excelente forma de evitar que erros aconteçam no meio do seu caminho para o sucesso.

Há empresas que auxiliam no investimento financeiro e na educação empreendedora. Uma delas é a BiotechTown (*hub* de inovação em biotecnologia e ciências da vida, garante os recursos necessários e o devido suporte à expansão de bionegócios em todas as etapas). Somado a isso, a equipe do BiotechTown oferece ao mercado seus conhecimentos científicos, tecnológicos e de mercado por meio do Programa de Desenvolvimento de Negócios, bem como o *hub* possibilita conexões com investidores, parceiros e clientes para criar oportunidades de negócios, apoiando ainda nas principais decisões estratégicas. Desse modo, as start-ups interessadas devem possuir, pelo menos, um protótipo funcional ou produto mínimo viável já validado, podendo ou não estar em comercialização. Podem participar empresas que possuam uma solução preferencialmente aplicada a Bem-Estar e Saúde Humana:

- biotecnologia: genômica, produtos farmacêuticos, biomarcadores, insu-  
mos para diagnóstico e tecnologia celular;
- dispositivos: equipamentos médicos, tecnologias assistivas, testes e equi-  
pamentos para diagnóstico, sensores e wearables;
- digital health: telemedicina, T.I. aplicada à saúde com uso de analytics,  
big data, cloud, rastreabilidade e interoperabilidade de sistemas.

#### 4. PANORAMA SOBRE AS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

As empresas de biotecnologia no Brasil estão divididas, principalmente, em: jovens; micro e pequenas; fortemente concentradas na região sudeste, especialmente no estado de São Paulo e Minas Gerais; especializadas na provisão de serviços biotecnológicos ou desenvolvedoras de produtos e processos; em fase pré-operacional e controladas majoritariamente por capital nacional. Além disso, existe uma forte relação com universidades e centros de pesquisa acadêmica, tendo-se um alto coeficiente de empresas incubadas e graduadas (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

Logo, as universidades contribuem para o fomento da cultura empreendedora não só por meio das estruturas físicas, mas também com estímulo teórico. Dado isso, as competições de empreendedorismo e os programas de incubação incentivam a criação de projetos inovadores capazes de transformar a economia e a sociedade abrindo o caminho para novas pequenas e médias empresas (SEBRAE, 2017). Assim, tem-se como exemplo a start-up Biomimética que possui um projeto desenvolvido por alunos da Universidade Federal do Pará (UFPA) referente ao bioplástico líquido, denominado *RevFood*, que ao ser despejado sobre a superfície dos alimentos, dentro de alguns segundos, solidifica-se, formando uma película ultrafina e comestível, capaz de prolongar significativamente a conservação de frutas e hortaliças. A partir disso, a start-up Biomimética se destacou em competições dentro e fora da universidade, sendo uma representante do empreendedorismo da Amazônia no Brasil.

Por sua vez, o acesso a fontes privadas de financiamento para as empresas de biotecnologia é bastante reduzido, bem como a presença de capital empreendedor (capital de risco ou *venture capital*) é limitada. Logo, o modelo de financiamento mais atuante é o de capital próprio e de fontes públicas de fomento. Pode-se mencionar, por exemplo, as fontes públicas de recursos: a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ademais, as iniciativas da FINEP e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) oferecem linhas de crédito reembolsáveis e não reembolsáveis, assim como há a criação de fundos de capital de risco com utilização total ou parcial de recursos públicos. (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

A colaboração na indústria brasileira de biotecnologia possui baixos níveis que refletem no pequeno uso de mecanismos de transferência de tecnologia, como licenciamento de patentes entre as empresas. O uso de patentes é feito por uma parcela pequena das empresas de biotecnologia do Brasil, relacionado a isso a competitividade e a capacidade de gerar novas invenções e inovações são aspectos

duvidosos. Logo, as causas para se ter esses aspectos limitados de patenteamento são devido à grande quantidade de pedidos de patentes em espera, as limitações legais, os custos de depósito e manutenção e a existência de outros mecanismos de proteção da propriedade intelectual (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

Em relação às empresas no Brasil, as técnicas da biotecnologia propiciam aplicações em diversos setores de atuação. O segmento que reúne o maior número de empresas de biotecnologia brasileiras é saúde humana (34% em média), seguido de saúde animal (22% em média); agricultura (18% em média) e insumos e reagentes (17% em média). (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

## 5. PERSPECTIVAS FUTURAS

As empresas em biotecnologia revolucionam organismos vivos, destacando as características principais destas para proveito humano e animal (BACELAR, 2015). A partir disso, segundo a Fundação Biominas (2011), a biotecnologia tem um perfil específico que pode estar relacionado a uma indústria intensiva em conhecimento que absorve profissionais de alto nível de qualificação, precisando de grandes investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, bem como um longo período para a criação de novos produtos.

Atualmente, a inovação é vista como um mecanismo essencial para o desenvolvimento econômico, possibilitando o incremento de novas ideias para atender as necessidades da sociedade e, conseqüentemente, sendo de fundamental importância para se ter sucesso em um empreendimento (BACELAR, 2015).

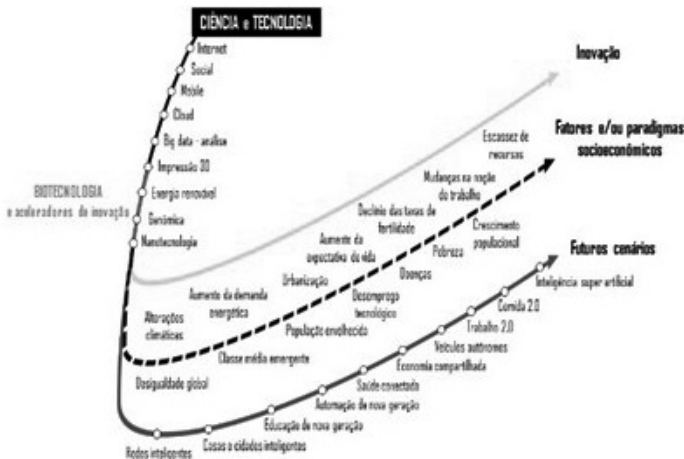
O governo federal incentiva desde 2000 a biotecnologia com o intuito de potencializar as melhores características dos organismos biológicos tendo a finalidade de se alcançar os mais variados aspectos que podem ser desde o melhoramento animal, reconstrução do ambiente até a cura de diversas doenças (BACELAR, 2015). Assim, a biotecnologia é um modo de inovação que possui como objetivo melhorar ou revolucionar algo existente buscando um melhor aproveitamento para suprir as necessidades da sociedade. Além disso, o empreendedorismo nesta área tem se destacado por meio de melhorias na política de inovação e no sistema de propriedade intelectual (PI) do país por meio da Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Desse modo, para a biotecnologia, mudanças são inevitáveis, independentemente de algumas delas serem ou não apreciadas, mas buscando sempre algum tipo de controle ou equilíbrio entre o lado positivo e o negativo. A partir disso, os avanços em ciência e tecnologia são fatores-chave para um futuro emergente. Entretanto, é apenas uma das forças desse panorama complexo.

Logo, tendo-se o progresso e convergência da ciência e da tecnologia, pode-se ter vários futuros cenários, cada um sendo extremamente transformador à sua própria maneira, mas, coletivamente transformando o mundo em que a população vive. Em relação à biotecnologia, poderá ter a influência das forças científica, tecnológica, social, política e econômica, e uma conversa crescente sobre ética. A confluência das forças ultrapassa os setores e estruturas tradicionais da indústria, tornando-os obsoletos.

O gráfico abaixo sobre o futuro emergente (**Figura 3.1**) retrata a convergência das forças científica, tecnológica e social e como elas podem potencialmente gerar diversas matrizes de cenários. O gráfico consiste em duas curvas. A primeira delas é a de Ciência e Tecnologia, com uma plataforma holística digital (internet, social, mobile, cloud e big data analytics), ampliada por uma série de inovações aceleradas que podem englobar fatores relacionados com a biotecnologia (como as áreas de impressão 3D, energia renovável, genômica, nanotecnologia). A segunda curva representa os futuros cenários e a mudança de paradigma que acontece como resultado da combinação dessas forças. No centro encontram-se os fatores sociais que terão uma relação de “puxa-empurra” com as curvas para moldar o futuro (DIANA, 2017).

Dado isso, a **Figura 3.1** retrata a dificuldade em ver o que está no horizonte e enfatiza a incerteza do futuro. A convergência está acontecendo em todo o gráfico. Pelos pontos do gráfico, tem-se que as forças se unem para ampliar o impacto e criar um ambiente no qual o nível de complexidade nunca fora visto antes (DIANA, 2017).



**Figura 3.1** – Avanços da ciência e tecnologia para um futuro emergente.

Fonte: adaptado de TATA CONSULTANCY SERVICES.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Nathalia; VARGAS, Marco Antônio; BRITTO, Jorge. Empresas de biotecnologia e biociências no Brasil: um panorama. *In: II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação*, set. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/320460537\\_Empresas\\_de\\_biotecnologia\\_e\\_biociencias\\_no\\_Brasil\\_um\\_panorama](https://www.researchgate.net/publication/320460537_Empresas_de_biotecnologia_e_biociencias_no_Brasil_um_panorama). Acesso em: 6 fev. 2021.

BACELAR, Kamila Bacelar. Empreendedorismo, inovação e biotecnologia. *A Economia em Revista-AERE*, v. 23, n. 1, p. 49-56, 2015.

CHAGAS, Fernando Celso Dolabela. *O Segredo de Luísa*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

CRUZ, C. *Os motivos que dificultam a ação empreendedora conforme o ciclo de vida das organizações. Um estudo de caso: Pramp's lanchonete*. 2005. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CUSTÓDIO, T. *A importância do empreendedorismo como estratégia de negócio*. 2011. Monografia (Graduação em Administração) — Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium (UniSALESIANO), Lins, 2011.

DEGEN, Ronald Jean. *O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial*. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

DIANA, Frank. *Life, health, and longevity*, 2017. Disponível em: <https://frankdiana.net/2017/11/14/life-health-and-longevity/>. Acesso em: 6 fev. 2021.

DOLABELA, F. *Oficina do empreendedor: a metodologia de ensino que ajuda a transformar conhecimento em riqueza*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.

EMPREENDER EM BIOTECNOLOGIA e ciências da vida: entenda os desafios. 16 jul. 2019. Disponível em: <https://biotechtown.com/empreendedorismo/empreender-em-biotecnologia/>. Acesso em: 6 fev. 2021.

FATTURI, K. *Análise histórica do empreendedorismo: estudo das principais características que definem um empreendedor de sucesso*. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2013.

FELIPPE, Maria Inês. Empreendedorismo: buscando o sucesso empresarial. *Sala do Empresário*, São Paulo, 1996, vol. 4, n. 16, p. 10-12. Suplemento.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. *A indústria de biociências nacional: caminhos para o crescimento. Brasil*. 2011. Disponível em: <http://conteudo.biominas.org.br/a->

industria-de-biociencias-nacional-caminhos-para-o-crescimento-2011. 26 set. 2011. Acesso em: 6 fev. 2021.

PEREIRA, Heitor José. *Criando o seu próprio negócio: como desenvolver o potencial empreendedor*. Brasília: Ed. Sebrae, 1995.

POMBO, Adriane Alvarenga da Rocha. *O que é ser empreendedor*. Sebrae Nacional, 2016.

SEBRAE. *Disciplina de empreendedorismo*. São Paulo: Manual do Aluno, 2007, 67p.

SEBRAE. *O papel das universidades na cultura empreendedora*. Sebrae Minas, 2017. Disponível em: <https://inovacaoosebraeminas.com.br/o-papel-das-universidades-na-cultura-empreendedora/>. Acesso em: 2021.

SEBRAE. *O que é ser empreendedor*. Sebrae Nacional, 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/o-que-e-ser-empreendedor,a-d17080a3e107410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 6 fev. 2021.

Tata Consultancy Services. Disponível em: <https://www.tcs.com/>. Acessado em 05 fev. 2021.

# 4

CAPÍTULO

## **BIODIVERSIDADE E AMAZÔNIA**

Lilian Marques de Freitas

David Silva da Costa

Maísa Lima Miranda

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o termo biodiversidade consiste em “variabilidade de organismos vivos de todas as origens compreendendo, dentre outros, os ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte. Compreende ainda, a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”. O Brasil é considerado o maior detentor de biodiversidade no planeta, com variedades em espécies de plantas, anfíbios, sementes, mamíferos, aves e peixes, especialmente na região amazônica (MMA, 2020).

É inegável que temos um patrimônio com alto valor estratégico, com interesse internacional e potencial no desenvolvimento biotecnológico, além de ser um dos domínios brasileiros mais estudados na atualidade. O mercado brasileiro de biotecnologia abrange diversos setores importantes e interdisciplinares (MIGUEL, 2007). Há um consenso sobre nossa obrigação de desenvolver a Amazônia e o setor bioindustrial, agregando valor à biodiversidade de maneira sustentável e de forma a conservar as espécies e os ecossistemas nela presentes, de forma justa, juntamente com a população ribeirinha e indígena (FILHO *et al.*, 2014).



Assim também, a Convenção sobre Diversidade Biológica, ocorrida em 1992, dispõe que os países possuem poder soberano sobre recursos biológicos, devendo haver repartição de benefícios justa e equitativa (MOREIRA *et al.*, 2003). Logo, a biotecnologia também está estreitamente relacionada com direitos de propriedade intelectual, com discussões que podem desenvolver ou estagnar o país.

Tendo isso em vista, nossa Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal do Pará (LABIOPRO UFPA) buscou trabalhar temas de importância na biodiversidade amazônica objetivando valorização e conhecimento de nossa fauna e flora, assim como a pesquisa científica na região Norte. Tivemos abordagens dentro da temática de óleos essenciais, incluindo temáticas de pesquisas dentro do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da UFPA. Já as outras duas temáticas estiveram presentes em abordagens do nosso evento on-line temático sobre Horizontes da Biotecnologia, no dia do biotecnologista. As abordagens foram sobre experiências de bioprospecção em biotecnologia e micropropagação e conservação de espécies.

## ÓLEOS ESSENCIAIS E SUAS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

### 1. INTRODUÇÃO E CONTEXTO HISTÓRICO

As plantas, ininterruptamente, apresentam uma ação importante como um dos recursos naturais basais utilizados para acolher as necessidades humanas, fossem aquelas conexas à alimentação ou à saúde, desde tempos remotos da humanidade. Tais plantas eram utilizadas em formas de extratos ou unguentos para ações clínicas e, também, eram queimadas de maneira que exalava um aroma intrínseco, cuja prática vem elucidar da origem latina do termo perfume: *per* (através) e *fumum* (fumaça), ou seja, através da fumaça (SANTOS, 2011).

Na Babilônia, em meados dos anos 1800 a.C., o uso dos óleos essenciais, especialmente do cedro, arranjava parte da rotina de cuidados com a saúde, sendo que sumérios, assírios, caldeus e persas também compartilhavam deste conhecimento. Séculos depois (324-323 a.C.), após a invasão da Babilônia por Alexandre, o Grande, um de seus professores em Atenas, chamado Teofrasto, foi o autor do primeiro acertado sobre aromas, delineando receitas e preparos aromáticos que se minaram, velozmente, por todo o Império. Na cultura grega, após a informação contraída dos egípcios, babilônios e persas, o uso dos óleos essenciais como o da romã, gengibre e hortelã, entre outros, foram embutidos ao bom emprego de massagem corporal, que eram realizadas com focos terapêuticos, levando tal conhecimento por pessoas importantes como Hipócrates, que conduzia óleos essenciais

de sálvia, malva e cominho, sob a configuração de cataplasma, em suas cominações médicas (SANTOS, 2011).

Os árabes dominavam o conhecimento da química, sendo os pioneiros da destilação de plantas aromáticas, arquitetando diversos processos para a extração de óleos essenciais. No século VIII, o comércio pelo oceano Índico e pelos caminhos das caravanas da África e da Ásia permitiram o conhecimento das variadas plantas dessas regiões, como o ruibarbo (*Rheum rhabarbarum*), a canforeira (*Cinnamomum camphora*), o sândalo (*Santalum album*), a noz-moscada (*Myristica fragans*), o tamarindo (*Tamarindus indica*) e o cravinho (*Syzygium aromaticum*). Além disso, já no momento conhecido como Idade Média, os árabes desenvolveram técnicas de destilação em larga escala. Progredindo na história, e abordando os momentos mais atuais, o isolamento das primeiras substâncias puras do reino vegetal se abre a partir dos séculos XVIII e XIX, marcado pelos trabalhos de extração, sobretudo de ácidos orgânicos e de alcaloides. Na primeira metade do século XIX, os confins da perfumaria estavam para ser superados nos laboratórios com a pesquisa sobre a composição química dos “perfumes” naturais, e o descobrimento dos arcabouços moleculares e as melhorias da química das moléculas perfumadas (ALMEIDA, 2016).

Atualmente, incluiu-se o desenvolvimento no âmbito tecnológico da biotransformação industrial, retornada para a produção de óleos essenciais (com uso da manipulação genética de vegetais superiores) e, mais designadamente, para a fabricação de produtos terpênicos específicos. Crer-se que o uso de micro-organismos em suas enzimas, bem como a manipulação genética deles, será capaz de substituir complexas sínteses que necessitam de diversas etapas da mesma, sendo a engenharia genética um conduto para otimização do processo.

## 2. A PRODUÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA AMAZÔNIA

Óleos essenciais (OE) são extraídos de plantas por destilação e possuem diversas aplicabilidades na saúde, cosmetologia e alimentos. Os atuais produtos florestais não madeireiros, comercializados ou não, são fundamentais para a sobrevivência da população rural tradicional ou agroextrativista, que decreta pouca renda monetária para a sua conservação e é responsável pela gestão de vastos territórios.

Os óleos essenciais na Amazônia Brasileira passaram a ter importância econômica a partir de 1927, com a extração do óleo essencial de pau rosa nos estados do Pará e Amazonas, em substitutivo ao obtido de forma importada da Guiana Francesa (SANTOS, 2011, p. 35). O óleo do pau rosa é a matéria-prima principal na elaboração do famigerado perfume francês Chanel 05, que foi alastrado em 5 de maio de 1921 e faz um grande sucesso até os dias de hoje (NOGUEIRA, 2000; BARATA, 2012; XAVIER, 2015).

É formidável observar que existem, segundo os estudos de Almeida (2016), em torno de 339 espécies de plantas produtoras de óleos essenciais, porém, apenas uma pequena parte é comercialmente conhecida. Algumas dessas espécies usadas na produção de OE estão demonstradas na **Tabela 4.1**.

**Quadro 4.1** – Principais espécies vegetais produtoras de óleos essenciais na Amazônia Legal  
Fonte: Adaptado de ALMEIDA, 2016.

Nome vulgar	Nome científico	Família
Pau Rosa	Aniba rosaeodora	Lauraceae
Copaíba*	Copaifera langsdorffii	Leguminosae- Caesalpinioideae
Casca preciosa	Aniba canelilla (Kunth) Mez.	Lauraceae
Pataqueira	Conoclea scoparioides	Scrophulariaceae
CapiVetiver**	Vetiveria zizanioides	Gramineae
Cipó-alho	Mansoa alliacea (Lam.) A.H. Gentry	Bignoniaceae
Sacaca	Croton cajucara Benth. 1854	Euphorbiaceae
Pimenta Longa	Piper hispidinervium	Piperaceae
Pimenta de macaco	Piper aduncum L.	Piperaceae
Pripioca	Cyperus articulatus L.	Cyperaceae
Puxuri	Licaria puchury-major (Mart.) Korstem, 1937	Lauráceas
Breu Branco*	Protium spp.	Burseraceae
Alfavaca**	Ocimumgratissimum L. 1753	Labiatae (Lamiaceae)
Sassafrás-do- Pará	PilocarpusmicrorhynchusStapf. ex Wardleworth, 1893	Rutaceae
Cumarú	Dipteryxodorata	Papilionoideae

\*OE obtido da resina.

\*\*Introduzidas na Amazônia.

### 3. APLICAÇÕES

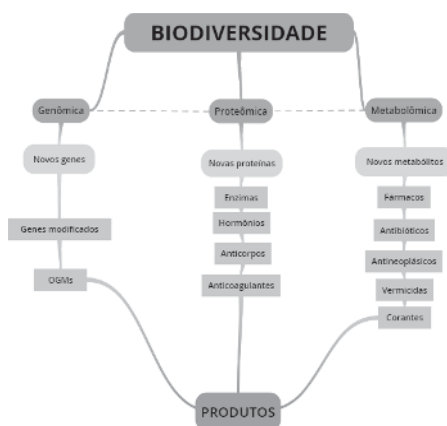
Alguns autores relatam que a produção de óleos essenciais nem sempre é a atividade fim, mas a atividade meio, isto é, os produtores vão às florestas coletar outros produtos florestais, como andiroba, tucumã e pescado, e prevalecer-se da ocasião para coletar pequena quantidade de óleos para complementar a renda familiar (VEIGA, 1997; SCHMAL, 2006). No âmbito amazônico, as plantas olea-

ginosas são utilizadas como repelente e acessória na polinização, por isso esses óleos também são preditos “aromáticos”, pois possuem aroma forte e odor peculiar (SAMPAIO, 2010). Logo, como aponta Santos (2011), uma característica dos óleos essenciais, em relação a seus compostos químicos, é que estes podem ser extraídos, e sua aplicação é vasta, por exemplo, seu uso na perfumaria (aroma).

## EXPERIÊNCIAS EM BIOPROSPECÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

De modo geral, a bioprospecção consiste na busca por compostos orgânicos presentes em micro-organismos, plantas e animais que sejam úteis à humanidade. A bioprospecção pode ser aplicada em diversas áreas como a química (farmacêutica, pesticida, cosméticos, alimentos), genética (engenharia genética, fermentação, cultura celular), biônica (sensores, bioengenharia). Utilizam-se métodos como os convencionais (extrações líquido-líquido, HPLC, espectrometria de massas e outros) e química verde (sem solventes orgânicos como ultrassom, enzimas, micro-ondas etc). Pode-se realizar bioprospecção utilizando diferentes abordagens, como etnofarmacológica, quimiosistemática, via ecologia molecular e por tentativa-erro (FILHO *et al.*, 2014).

Métodos eficientes de bioprospecção molecular que permitem a descoberta de genes, proteínas e metabólitos (genômica, proteômica e metabolômica, respectivamente) começaram a surgir, e estão, cada vez mais sendo aprimorados, e permitem a descoberta de genes, proteínas e metabólitos (genômica, proteômica e metabolômica, respectivamente). De acordo com a **Figura 4.1**, é possível ilustrar esses procedimentos a partir da biodiversidade das ômicas citadas anteriormente permitem o desenvolvimento de novas biotecnologias, ou de bioprocessos ou ainda debioproductos.



**Figura 4.1** – Fluxo de atividades de pesquisa em bioprospecção/biotecnologia envolvendo diferentes setores modernos da biologia molecular que propiciam o desenvolvimento de novos produtos bioproductos.

Fonte: Adaptado de FILHO *et al.*, 2014.

Além disso, há a temática de patentes inserida da bioprospecção. Esta área de patentes é regida pela Lei Brasileira de Propriedade Industrial (1996) e sua discussão é pertinente, pois a descoberta de novos peptídeos bioativos, como o Peptídeo Potenciador da Bradicinina, em 1995, que originou fármacos como o Captopril, exemplificando o nosso potencial sendo explorado por outras nações, sem retornar valores ao nosso país, que detém dos organismos (*Bothrops jararaca*) originários dessas substâncias de interesse (FERREIRA, 1998).

Segundo o Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), patente é “ter o direito de impedir terceiros de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar, sem o seu consentimento, (i) o produto objeto de patente ou (ii) processo ou produto obtido diretamente por processo patentado”. Assim, existem dois tipos de patentes: A Patente de Invenção (PI) e a Patente de Modelo de Utilidade (MU).

O processo de patente no Brasil inicia pelas buscas, verificando se outra pessoa detém a patente. Se não houver patente, solicita-se o pedido, que exige uma documentação específica, sendo que na área da biotecnologia há uma listagem de sequências diferenciadas. A seguir, há pagamento de taxas e acompanhamento do pedido. Dependendo do tipo de patente, há um tempo de duração dela (INPI, 2021).

Segundo estudo veiculado por reportagem da *Revista Fapesp*, há um panorama difícil no Brasil em que as empresas brasileiras inovam pouco, e as estrangeiras buscam cada vez mais registrar patentes e marcas no mercado brasileiro. Ademais, as universidades públicas e inventores individuais respondem pela maior parte das patentes no país e também ressaltam que os pedidos de patentes demoram exageradamente para avaliação. Todo o cenário vem tornando o país atrasado em relação à competitividade mundial (MARQUES, 2019).

#### 4. MICROPROPAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES *IN VITRO*

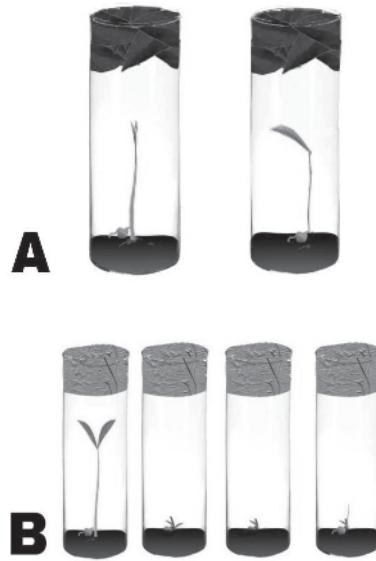
O principal objetivo da micropropagação é promover a reprodução de plantas geneticamente melhoradas (resistência a patógenos e outras pragas), assim como manter a conservação de suas espécies em qualquer época do ano. Exclusivo para plantas, este processo inclui clonagem de mudas, cultivo de tecidos vegetais e outras técnicas biotecnológicas que possibilitam a reprodução mais rápida e em quantidades maiores de espécimes escolhidas.

O procedimento da micropropagação *in vitro* se dá por meio da retirada de uma amostragem dos organismos vegetais e requer infraestrutura adequada para o cultivo das espécies. A depender do tipo de planta que se tem interesse, será necessária a extração e recorte de caule no exterior do laboratório, posteriormente a parte laboratorial consiste na redução e desinfecção da amostra extraída, além do preparo de meio de cultura apropriado para cada espécie vegetal, com o intuito de proporcionar nutrição por meio de sais minerais, vitaminas, hormônios e outros componentes necessários para o crescimento e reprodução vegetal *in vitro*, como, neutralizar as taxas de pH do meio para evitar que o mesmo se torne muito ácido ou básico.

O ambiente, o período e a temperatura são imprescindíveis para o desenvolvimento das mudas, uma vez que cada espécie necessitará de condições próprias para crescer e se reproduzir de forma adequada (RODRIGUES *et al.*, 2015). A partir do melhoramento genético é possível aprimorar o potencial de produtividade vegetal, fazendo desta técnica uma excelente alternativa quando se diz respeito à agricultura, principalmente tratando-se da agricultura familiar que contempla famílias de baixa renda (QUISEN; ÂNGELO, 2008). No bioma amazônico, a técnica pode ser utilizada para desenvolvimento de várias espécies de valor econômico e sociocultural, e com isso, propiciar a exportação em larga escala dos mesmos para outros estados e países.

## 5. APLICABILIDADES EM ESPÉCIMES REGIONAIS AMAZÔNICOS

O açaí (*Euterpe oleracea*) é um grande exemplo de produto vegetal de alto valor econômico na região amazônica, sendo também bastante requisitado em outras regiões brasileiras e até mesmo no exterior. Por pertencer ao clima tropical amazônico (quente e úmido), o açaizeiro não consegue adaptar-se naturalmente a regiões divergentes a estas características locais, logo, através da micropropagação em laboratórios de tecidos vegetais o fruto poderá ser cultivado *in vitro* em qualquer lugar e a qualquer época por meio de estufas, seguindo as suas condições de crescimento e nutrição adequadas. A técnica de cultivo e propagação laboratorial pode ser ilustrada na **Figura 4.2**, em que são observadas as amostras vegetais em sua fase de germinação (A) e crescimento (B).



**Figura 4.2** – Reprodução *in vitro* de tecidos vegetais de *Euterpe oleracea* (açai) por meio da utilização combinada de meios de cultura do tipo ANA e BAP, em temperatura de aproximadamente 26°C  
*Fonte:* Adaptado de LEDO *et al.*, 2001.

A produção de açaí é responsável por aproximadamente 70% da fonte de renda ribeirinha de acordo com Maracucci (2014), sendo uma das principais e mais rentáveis fruticulturas locais, movimentando consideravelmente a economia amazônica, em destaque para o estado do Pará. A utilização da técnica de micropropagação para a cultura de tecidos vegetais é uma alternativa rápida e produtiva para produtos de grande demanda de consumo (tal como o açaí para a região amazônica), modificando-as para resistirem a períodos que não favoreçam o crescimento da espécie, assim como reproduzi-las em épocas adversas à safra fazendo com que o produto vegetal permaneça em abundância e com qualidade durante todo o ano para que atenda às solicitações necessárias de seus consumidores (QUISEN; ÂNGELO, 2008).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. A. Óleos essenciais e desenvolvimento sustentável na Amazônia: uma aplicação da matriz de importância e desempenho. *Reflexões Econômicas*, vol. 2 n. 2, 2016.

BARATA, L. E. S. *A economia verde: Amazônia. Cienc. Cult. [online]*, vol.64, n.3, pp. 31-35. 2012.

FERREIRA, S. H. Aspectos históricos da hipertensão: do fator de potenciação da bradicinina (BPF) aos inibidores da ECA. *HiperAtivo*, vol. 5, n. 1, jan.-mar. 1998.

FILHO, S. A.; SILVA, C. G. N.; BIGI, M. F. M. A. Bioprospecção e biotecnologia. *Parc. Estrat.*, Brasília-DF, vol. 19, n. 38, p. 45-80, jan-jun. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (INPI). *Guia básico*. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico>. Acesso em: 17 jan. 2021.

LEDO, A. da S. *et al.* Cultura in vitro de embriões zigóticos de açaizeiro. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, vol. 23, n. 3, p. 468-472, dez. 2001.

MARACUCCI, C. Como o açaí sai da floresta e chega à tigela, gerando emprego e renda. *Época*, 2014. Disponível em: <https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2014/10/como-o-bacai-sai-da-florestab-e-chega-ao-prato-gerando-emprego-e-renda.html>. Acesso em: 11 nov. 2020.

MARQUES, F. Um mapa de obstáculos. *Revista Pesquisa Fapesp*, ed. 276, fev. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/um-mapa-dos-obstaculos/>. Acesso em: 21 jan 2021.

MIGUEL, L. M. *Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos*. 2007. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Biodiversidade*. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MOREIRA, E. *et al.* *Patentes biotecnológicas: Um estudo sobre os impactos do desenvolvimento da Biotecnologia no Sistema de Patentes Brasileiro*. Núcleo de propriedade Intelectual – CESUPA, [2003]. Disponível em: <http://www.cesupa.br/saibamais/nupi/doc/PRODUCAONUPI/Patentes%20Biotecnol%C3%B3gicas.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2021.

NOGUEIRA, C. Empresário goiano vende a arisco aos americanos por meio bilhão de dólares. *Veja*, ano 33, n. 07, p. 120-121, 2000.

QUISEN, R. C.; ÂNGELO, P. C. da S. *Manual de procedimentos do Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental*. Embrapa Amazônia Ocidental-Documents (INFOTECA-E), 2008.

RODRIGUES, E. C. N. *et al.* Influência da cadeia produtiva do açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) na geração de renda e fortalecimento de unidades familiares



de produção, Tomé Açu-PA. Observatorio de la Economía Latinoamericana, n. 210, 2015.

SAMPAIO, P. de T. B.; SIQUEIRA, J. A. S. de; COSTA, S.; BRUNO, F. M. S. Propagação vegetativa por mini estacas de preciosa (Anibacanellila (H. B.K) MEZ). *Acta Amaz.* [online], vol. 40, n. 4, p. 687-692, 2010.

SANTOS, A. da S. *Óleos essenciais: uma abordagem econômica e industrial*. Rio de Janeiro: Interciências, 2011.

SCHMAL, B.; CAMPOS, E. A.; BATISTA, N. J. M.; SILVA, R. V. *Óleos da Amazônia os cheiros da floresta em vidrinhos: manejo comunitário de produtos florestais não madeireiros e fortalecimento local no município de Silves-AM*. Manaus: Ibama/Pro Várzea, 2006, p. 28.

VEIGA Jr., V. F. *et al.* Controle de autenticidade de óleos de copaíba comerciais por cromatografia gasosa de alta resolução. *Química Nova*, vol. 20.n. 6, São Paulo, nov./dez. 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000600007>. Acesso em: 22 maio 2015.

WEINBERG, R A. *A biologia do câncer* [recurso eletrônico]. Tradução Gaby Renard *et al.* Porto Alegre: Artmed, 2008.

XAVIER, H. Produção de óleos essenciais eleva economia de municípios amazonenses. Disponível em:..Acessado em 29 de Julho de 2015.

# 5

CAPÍTULO

## **BIOÉTICA EM FOCO: PROJETO CINECIÊNCIA**

Alessandro Quaresma Durães de Sousa

Lucas Araújo Guimarães

Lilian Marques de Freitas

### **1. INTRODUÇÃO**

Os conflitos morais, inclusive os relacionados ao campo da bioética, são comuns de serem apresentados e explanados em filmes e documentários. As produções são de extrema importância, visto que algumas retratam acontecimentos e condições da sociedade atual ou que produziram relevante impacto na história ao redor do mundo. Nesse contexto, as criações fictícias ou não entretêm ao mesmo tempo que induzem a reflexão dos dilemas da humanidade, em especial as discussões acerca da bioética e da ciência, relacionadas aos diversos âmbitos da vida.

Desta forma, a LABIOPRO UFPA desenvolve o projeto aberto à comunidade “cineciência”, que consiste na exibição de filmes, documentários e séries de caráter ou temática científica, com abordagem e discussão após a sessão, feitos com um professor da área. Inicialmente seria feito de modo presencial, porém, em 2021 foi adaptado ao formato remoto e on-line, conseguindo atingir os objetivos do projeto. A seguir serão explanados os filmes debatidos e/ou sugeridos pela LABIOPRO UFPA por meio do Google Meet e redes sociais.

## TÍTULOS DEBATIDOS

## 2. ADMIRÁVEL MUNDO NOVO I FILME (1998) E LIVRO (1932)

O livro, escrito por Aldous Huxley, trata de uma distopia, que originou posteriormente o filme dirigido por Leslie Libman e Larry Williams, gerou nosso primeiro debate intitulado “Tecnologia CRISPR e produção de bebês geneticamente modificados”. A história chama a atenção pelo ano em que o livro foi escrito, 1932, com as ideias revolucionárias do autor, e que se encaixam na realidade da sociedade até os dias atuais. Comparações com a hoje chamada Fertilização “in vitro”, plenamente possíveis, chamam a atenção para questões éticas, como escolha de embriões e edição genética por tecnologia, como CRISPR-Cas9. Por um lado, teríamos a cura de doenças e melhoramento genético humano, e, por outro, a questão de o que pode ser considerado um defeito e o que não pode? Será que isso dividiria e segregaria ainda mais nossa sociedade? Até onde poderia ir nossos limites da edição genética?

No filme, a história centraliza também a diferença entre o primitivo e o moderno em um cenário com um avanço científico significativo. Nele, as pessoas nascem preparadas desde a gestação no centro de incubação e condicionamento de Londres central. Toda a população é gerada a partir da reprodução artificial e possui o seu material genético manipulado para que possa atender às necessidades pré-estabelecidas de cada grupo. Além disso, habitantes são submetidos a uma reprogramação neurolinguística tendo como objetivo a alienação e a padronização. Também são relatadas tecnologias que hoje em dia são realidade, tal como o cinema 4D.

Outra abordagem interessante é a droga denominada “Soma”, que pode ser comparada à dependência química ou “fuga da realidade” que algumas pessoas buscam. Tudo dentro de uma sociedade controlada por um governo autoritário e dividida em castas, cada uma com sua função, de acordo com a genética “melhorada” de cada uma.

Outra questão que pode ser abordada são os valores exibidos no filme: repúdio aos vínculos amorosos e laços de amizade, consumismo exacerbado, permanente busca pelo bem-estar e pela coletividade.

Logo, o filme tenta retratar, e de certa forma prever, ações e consequências de uma população que é preparada e modificada desde seu nascimento, passando por modificação de comportamento e alienação.

### 3. EXPLICANDO, EPISÓDIO: DNA PROJETADO | DOCUMENTÁRIO (2018, NETFLIX)

Este episódio foi abordado na mesma edição do “cineciência” com o tema “Tecnologia CRISPR e produção de bebês geneticamente modificados”.

CRISPR é uma tecnologia de edição do material genético e discute-se no documentário sobre sua viabilidade e sobre seu modo de uso. A edição do material genético é algo que revolucionou a ciência e pode revolucionar também o modo de reprodução dos seres humanos. Com a possibilidade da erradicação de várias doenças e da seleção de bebês, o tema se torna polêmico. Até que ponto uma edição é considerada tratamento? E qual é o limite do tratamento genético e melhoramento genético? Essas questões são discutidas no episódio.

Entra-se no debate com a seguinte frase: “As intenções podem ser boas, mas o resultado, nem sempre”. Dentro disso, nossa análise do documentário perpassou temáticas interessantes, como a criação de bebês geneticamente modificados e a polêmica edição genética de embriões de gêmeas (que já ocorreu, embora não existam artigos ou publicações científicas oficiais) por um grupo liderado pelo pesquisador He Jiankui, na China. Por um lado, obteve-se a retirada de genes envolvidos com o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), contudo, por outro lado, tem-se a questão de que seriam genes envolvidos com a expectativa de vida humana. Então vem a reflexão de que ele foi o primeiro, mas não será o último. Com certeza, porém, entra-se na questão de que ainda não podemos considerar que a utilização de técnicas como CRISPR-Cas9 em humanos é devidamente segura, devendo ser estudadas as consequências possíveis para a saúde.

A pesquisadora que simplificou a técnica, Jennifer Doudna, aponta que “é necessário termos consciência de que não estamos indo rápido demais” e que “as principais preocupações dizem respeito à segurança da técnica, ao consentimento do paciente e à transparência dos testes”, em entrevista para a *Revista Fapesp* (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) em 2020. Assim, a entrevista considera que os resultados da CRISPR-Cas9 na terapia gênica são promissores, porém, seus testes ainda encontram anos de pesquisa pela frente (ZORZETTO, 2020).

Além disso, muito provavelmente, pessoas com maior condição financeira teriam acesso a essas novas tecnologias, caras, gerando uma seleção artificial. Discute-se então que isso poderia segregar ainda mais a já existente divisão de classes econômicas na sociedade, ou pior, uma segregação genética. Apenas pessoas mais ricas teriam acesso pleno à edição gênica? Quais as possíveis consequências disso? O que pode ser estabelecido como “melhor”?

O episódio aborda também conceitos importantes como células germinativas e células somáticas. Edições em células germinativas são as que passam para futuras gerações, envolvendo espermatozoides, embriões e óvulos, enquanto células somáticas são as demais. Outro debate é sobre os conceitos de o que seria terapia e o que seria melhoramento, sendo terapia o que trata doenças, e melhoramento, o que favorece pessoas já saudáveis. A temática polêmica abordada é: “Devemos ir além dos doentes e eliminar algumas doenças para as gerações futuras?”. Isto, segundo a abordagem do documentário, faz com que o limite entre terapia e melhoramento fique cada vez mais confuso. Aborda-se como exemplo o Alzheimer. Se estiver alterando um gene que reduz o risco de desenvolver Alzheimer em um embrião, seria melhoramento ou terapia? Será que não estaríamos gerando um novo tipo de “nazismo”, buscando o melhoramento genético?

Contudo, em clínicas de reprodução, a escolha de embriões já é uma realidade. Na inseminação artificial, embriões fecundados passam por teste genético e os pais podem escolher. Inevitavelmente, conseguem saber o sexo dos embriões e se portará alguma condição genética, como a trissomia do cromossomo 21. As consequências da popularização dessa técnica podem ser previsíveis no que diz respeito às discussões bioéticas. No entanto, com as diversas possibilidades de aplicação não se pode saber ainda se trará mais impactos positivos ou negativos para a sociedade, visto que o aprimoramento da inseminação artificial tem potencial de intensificar as desigualdades sociais.

Outro debate para pensarmos seria o que podemos considerar doença? Surdez pode ser considerada doença? Nanismo? Pessoas com condições como esta certamente diriam que não. Como iremos considerar o que seria “certo” ou “errado” em modificar? Assim, a tecnologia CRISPR é algo revolucionário, que deve ser utilizado com protocolos e parâmetros bioéticos.

#### **4. A VIDA IMORTAL DE HENRIETTA LACKS | FILME (2017) E LIVRO (2010)**

A obra cinematográfica, dirigida por George C. Wolfe, baseia-se no livro homônimo de Rebecca Skloot e documentos relacionados a Henrietta Lacks (1920-1951), afro-americana e mãe de cinco filhos, diagnosticada com câncer cervical na década de 1950. Seu tumor originou uma linhagem de células cancerígenas preservadas e utilizadas em laboratórios, atualmente conhecidas como “HeLa”. Entretanto, as amostras celulares foram involuntariamente retiradas durante o tratamento do câncer de Henrietta no Hospital Johns Hopkins, nos Estados Unidos.

Posteriormente, foram cultivadas com êxito em laboratório pelo médico George Otto Gey, tornando-se, assim, a primeira linhagem viável para posterior uso em laboratório. Ao longo dos anos, as células foram comercializadas, distribuídas e usadas em inúmeras pesquisas por causa de seu caráter proliferativo e “imortal”.

No filme é exibido a busca dos fragmentos da vida de Henrietta Lacks averiguados pela jornalista Rebecca Skloot com o auxílio de Deborah Lacks, filha mais nova de Henrietta, para compor um livro com teor biográfico. Dessa maneira, Rebecca Skloot busca e redige não só informações da vida de Henrietta, mas do legado das células HeLa, fato pouco esclarecido à própria família Lacks.

Um debate interessante sobre o filme/livro é a questão da ética em pesquisa com seres humanos. De um lado, Henrietta, uma jovem adulta negra, pobre, em situação de vulnerabilidade, portadora do câncer e fornecedora da linhagem celular que foi vendida mundialmente, sem nenhum retorno para ela ou para sua família. Tudo sem seu consentimento para retirada das células e uso em pesquisa, ignorando direitos humanos e ética em pesquisa. No contexto do filme e da época, a segregação racial era bem presente, e indivíduos afrodescendentes eram usados como cobaias em pesquisas, e diretrizes éticas para pesquisa não existiam (GUEDES, 2013).

Histórias como a de Henrietta nos fazem refletir sobre a importância da percepção de riscos e benefícios ao participante de pesquisas científicas, envolvendo grandes indústrias, e como não existe ciência neutra (RODRIGUES, 2018). Segundo blog de Diego Rodrigues, pesquisador e envolvido com Comitê de Ética em Pesquisa, descreve um caso semelhante, brasileiro, com indígenas da etnia Yanomami, impactados por atividades predatórias, que exigiram repatriação de amostras de sangue coletada por pesquisadores estrangeiros em 1960, sem esclarecimentos por parte dos pesquisadores. Demonstra-se, assim, uma obra e temática de fundamental importância para ser abordada no ensino universitário.

## 5. BLACKFISH | DOCUMENTÁRIO (2013, CNN FILMS)

O documentário, dirigido por Gabriela Cowperthwaite, relata um dos principais acontecimentos no SEAWORLD (um grupo de parques aquáticos de mamíferos marinhos dos Estados Unidos da América) e sobre a relação de convivência dos treinadores e as orcas, atrações do parque aquático, além de outros animais.

O filme perpassa pela temática de bioética animal, resgatando conceitos como a senciência animal. Nele, inicialmente as orcas são caçadas de uma maneira agressiva e separadas das demais. Durante o processo, devido à agressividade, algumas orcas morrem, o que os obriga a devolvê-las ao mar. O documentário

inicia mostrando a captura de Tilikum e seu tratamento em cativeiro, junto de outras orcas. Além disso, é retratado o treinamento dado aos animais para que os mesmos possam executar as manobras e apresentar um belo espetáculo.

Porém, os inúmeros tratamentos e condições dos animais, as punições, como privação de alimento e a vivência em cativeiro, contribuíram para que ataques aos treinadores fossem recorrentes. Tilikum desenvolveu uma agressividade que resultou em três mortes. Ademais, as orcas apresentavam claros comportamentos de estresse e sofrimento, que por vezes eram reinterpretados por seus responsáveis, sendo divulgados aos visitantes de forma equivocada. Dentre elas, as informações que as orcas que vivem em cativeiro possuem uma sobrevida maior e que as barbatanas dorsais curvadas são pela idade, sendo ambas as informações debatidas como falsas pelas entidades de defesa animal.

O falecimento de maior repercussão foi a de sua própria treinadora, Dawn Brancheau, levantando um grande debate sobre a atração com orcas. Com isso, o documentário *Blackfish* foi lançado em 2013, relatando a criação de orcas em cativeiros e questionando sobre o limite de espetáculos e violência com animais.

Conceitos importantes podem ser discutidos na abordagem deste documentário como o conceito de sentiência animal, que é a “capacidade de sentir” apresentada pelos animais, ou seja, ter sentimentos e emoções. Consta como a capacidade de reagir a um estímulo de forma consciente, e ser um sujeito de experiências, com a capacidade de sofrer e desfrutar. Ao reconhecermos este conceito, passamos a nos preocupar com o bem-estar animal e zelar por ele (MOLENTO, 2006; ÉTICA ANIMAL, 2021). Tal conceito é confirmado no documentário quando se separou o filhote da mãe, e a mesma começou a emitir sons de longo alcance, confirmados por pesquisadores, demonstrando sentiência. Também abre debate para discussão do uso de animais para a pesquisa científica e até que ponto podemos ignorar a sentiência animal.

No Brasil, segundo a Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório (COBEA), o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) é responsável pela “formulação de normas relativas à utilização humanitária de animais com finalidade de ensino e pesquisa científica, bem como estabelecer procedimentos para instalação e funcionamento de centros de criação, de biotérios e de laboratórios de experimentação animal”. A pressão de órgãos internacionais que clamam pelo bem-estar animal, e normas mais rígidas, fazem com que pesquisadores revejam suas práticas, sendo uma tendência a substituição do uso de animais em laboratório (ELER, 2020). Por sua vez, pode-se comparar esta tendência também ao uso de animais para finalidades recreativas, como em *BlackFish*, contudo, esta última existindo de forma visivelmente desnecessária.

## 6. O FUTURO EM 2111, EPISÓDIO MUNDO INTELIGENTE | DOCUMENTÁRIO (2012, DISCOVERY CHANNEL)

O documentário, dirigido por Anuar Arroyo, começa idealizando o futuro, em que as tecnologias irão suprir as limitações físicas humanas.

Uma nova tecnologia de identificação é proposta, consistindo na análise da pisada de cada indivíduo, podendo obter dados, além de caracterizar e diferenciar cada pessoa. Dessa forma não será necessário reconhecimento biométrico e leitura da íris ocular. Através do reconhecimento da pisada de cada pessoa, será possível identificar o nome, sexo, idade, preferências comerciais, entre outras informações diversas. Desde que tudo esteja armazenado em um banco de dados. Assim, apenas andando e sem interromper seu percurso, no futuro sua identificação será instantânea ao adentrar em algum estabelecimento.

A tecnologia interativa é demonstrada através de painéis de publicidades que, em vez do comum nos dias atuais, mostram uma propaganda em específico. Nessa tecnologia, o painel possuirá recursos de infravermelho que será possível analisar traços das faces, caracterizando dessa forma o sexo do indivíduo. Com isso, será direcionado uma publicidade personalizada a cada pessoa que estiver passando. Outro exemplo é o projeto de um programador para que o computador possa reconhecer as expressões faciais, e assim, auxiliar o usuário no seu desempenho, ou então, coletando informações acerca de uma publicidade assistida, baseado em uma gama de dados pré-registrados acerca das expressões, será possível diagnosticar o contentamento ou descontentamento diante de algo apresentado. De maneira semelhante, o WATSON um computador robusto que armazena uma quantidade impressionante de dados, atuará de forma interativa com a pessoa que a ele se conectar. Auxiliando em diagnósticos de saúde e prevenindo possíveis situações no âmbito hospitalar.

Logo, a tecnologia é primordial para o desenvolvimento humano e um grande aliado. Vários projetos visam descomplicar o dia a dia das pessoas e também tornar certas coisas instantâneas. Assim, visando ao bem-estar da população diminuindo os entraves e se beneficiando do avanço da ciência.

### OUTROS TÍTULOS RECOMENDADOS

## 7. ONDE ESTÁ SEGUNDA? | FILME (2017)

Dirigido por Tommy Wirkola, essa obra cinematográfica de ficção foi lançada em 2017 e pertence aos gêneros de ação, aventura e crime (fonte: IMDB).



É uma obra cinematográfica que retrata uma sociedade distópica afetada por um intenso crescimento populacional, em contrapartida à presença de uma preocupante limitação na oferta de alimentos, no ano de 2073.

Nessas condições, é imposto a Política do Filho Único, na qual cada família deve possuir apenas um filho. Assim, nos casos averiguados pela fictícia Agência de Alocação de Criança (AAC), em que a família seja composta por mais de um filho, este será em teoria destinado a um centro de criogenia. Assim, sete irmãs gêmeas órfãs nomeadas em referência a cada dia da semana, se esforçam em se disfarçar e assumir apenas uma única identidade para burlar as regras impostas. Porém, o plano começa a desmoronar quando uma das irmãs, a Segunda, desaparece. Ao longo do filme, a história da trama se desenrola de acordo com as situações a que as irmãs gêmeas são submetidas, e dessa forma, as facetas desse mundo de distopia tentam retratar em alguns pontos um possível futuro do nosso mundo real.

Apesar da perda de autonomia do indivíduo provocada pela aplicação da captura forçada de pessoas que estão em desacordo com a Política do Filho Único, as revelações dos fortes interesses pessoais, em torno disso, deixam essa situação ainda mais tensa. No clímax, o filme aflige ao mostrar a tenebrosa verdade do suposto projeto de aplicação de criogenia, anunciada com a esperança que todos os submetidos ao processo poderiam ser acordados um dia. Este fato, no decorrer da história, se revela apenas uma grande farsa e mostra a morte involuntária como o real destino de pessoas infratoras, majoritariamente crianças.

## 8. MAR ADENTRO | FILME (2005)

Dirigido por Alejandro Amenábar, o filme foi lançado em 2004 e é classificado como gênero biográfico e drama. Em 2005, venceu a categoria de “Melhor filme em língua estrangeira do ano” no Oscar e “Melhor filme em língua estrangeira” no Globo de Ouro (fonte: IMDB).

O momento real da vida do marinheiro espanhol Ramón Sampedro é retratada neste filme que mostra a luta de Ramón em obter uma morte digna após ter ficado tetraplégico, aos 25 anos, em um desafortunado acidente ao mergulhar e bater a cabeça em local com presença de rochas.

No filme, Ramón após o acidente passa a viver em uma cama auxiliado pela família de seu irmão, José Sampedro, composta pelo seu sobrinho Javier, e sua cunhada Manuela, na qual apenas seu irmão é contra a decisão de recorrer a eutanásia. Nesse local, Ramón recebe amigos que o ajudam a batalhar legalmente pelo seu pedido de eutanásia.

Entre essas pessoas está a advogada Júlia, portadora de uma doença degenerativa hereditária (Cadasil), que se sensibiliza pelo caso de Ramón e se torna representante do caso judicialmente. E, há também a presença de Rosa, uma mãe solteira, que se aproxima de Ramón, inicialmente, para convencê-lo de desistir da possibilidade de eutanásia.

Além do conflito perante a justiça, o caso de Ramón, devido à exposição pública, alcança o Padre Francisco, também tetraplégico, que diverge intensamente da ideia de tirar a própria vida, tem o anseio de encontrar Ramón e é levado ao encontro dele. Evidentemente, os ideais do padre pregam grande apreço pela vida. Mas Ramón, com sua lucidez e determinado a seguir com sua decisão, não acata as pretensões do padre.

Por fim, a decisão ao pedido judicial do direito de eutanásia é negada a Ramón. Ainda assim, Rosa compreendeu e ficou convencida dos motivos de Ramón e consentiu ao pedido dele de ajudá-lo para consumir a substância cianeto de potássio, um veneno mortal que então põe fim a sua vida.

Entre tudo isto, a visibilidade na sociedade de pedidos judiciais como este resulta em dualidade de opiniões, tanto favoráveis quanto contrárias. O filme tenta repassar que por trás de cada indivíduo que recorrer ao direito da eutanásia há motivos que, se esclarecidos, a sociedade pode conduzir a uma maioria a favor da legalização da eutanásia, pelo menos em certos casos como o mostrando no filme.

## REFERÊNCIAS

ELER, Guilherme. A vida (e a morte) de um rato de laboratório. *Revista Superinteressante*, São Paulo: Abril, ed. 412, ano 34, n. 2, p. 60-67, 2020.

ÉTICAANIMAL. O que é ciência. 2021. Disponível em: <https://www.animal-ethics.org/sciencia-secao/sciencia-animal/>. Acesso em: 17 de jan. 2021.

GUEDES, Cristiano. Uma mulher negra, suas células e alguns desafios da ética em pesquisa. *Livros & Redes*, vol. 20, supl., p. 1413-1416, nov. 2013.

MOLENTO, C. F. M. *Senciência animal*. Conselho Regional de Medicina Veterinária do Paraná, 2006. Disponível em: [https://www.crmv-pr.org.br/artigos/View/5\\_Senciencia-Animal.html](https://www.crmv-pr.org.br/artigos/View/5_Senciencia-Animal.html). Acesso em: 17 jan. 2021.

RODRIGUES, D. *Critérios de Avaliação Ética: os casos Henrietta Lacks e o Sangue Yanomami*. Blog do Grupo de Pesquisa Observatório de Impactos Ambientais e de Saúde do CNPq. 2018. Disponível em: <https://politicaeambiente.wordpress.com/2018/10/04/criterios-de-avaliacao-etica-os-casos-henrietta-lacks-e-o-sangue-yanomami/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA EM ANIMAIS DE LABORATÓRIO (SBCAL). *Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA)*. Disponível em: [https://www.sbcal.org.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=41](https://www.sbcal.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=41). Acesso em: 18 jan. 2021.

ZORZETTO, R. Jennifer Doudna: terapia gênica desponta no horizonte. Entrevista. *Pesquisa Fapesp*, 6 mar. 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/jennifer-doudna-terapia-genica-desponta-no-horizonte/>. Acesso em: 8 fev. 2021.

# 6

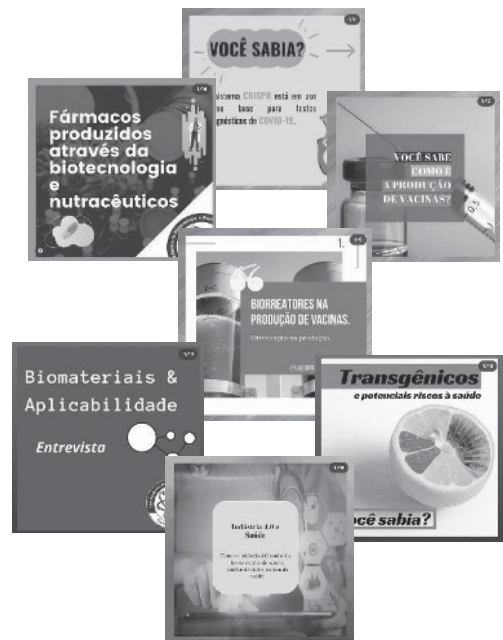
## CAPÍTULO

# PRODUÇÃO DOS POSTS

Erick Ronald Costa da Costa  
Daniel Vitor da Silva Monteiro  
Vinícius Teles Shirakura

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo consta-se, resumidamente, as abordagens realizadas em aulas e palestras da LABIOPRO nas seguintes temáticas que vão desde as tecnologias de impressão 3D, passando por epigenética na dermocosmética, até as contribuições da genética na oncologia. Aqui serão encontrados os conceitos, as informações básicas e detalhadas, além de formas de como a biotecnologia pode e deve ajudar na assistência médica e, assim como nos cuidados com pele, tratamento de doenças oriundas da proliferação desordenada de células, entre outros pontos da área de saúde.



A divulgação científica tornou-se mais democrática nos últimos anos e possui, atualmente, vários métodos de compartilhamento. O uso da internet possibilitou de forma ampla divulgar a ciência não só na forma tradicional, em artigos, revistas e livros para grupos específicos, como permitiu compartilhar esses conhecimentos com qualquer público. A LABIOPRO UFPA utilizou-se dessas ferramentas para produzir e divulgar posts contendo informações de aplicabilidade científica em redes sociais para que alcançasse um grande e diversificado público.

Cada post produzido pelos integrantes da Liga aborda uma temática dentro do conceito da biotecnologia e de bioprocessos com diferentes metodologias utilizadas nessa elaboração. A seguir iremos mostrar brevemente os posts produzidos que estão presentes no Instagram da LABIOPRO UFPA.

## 2. FÁRMACOS PRODUZIDOS ATRAVÉS DA BIOTECNOLOGIA E NUTRACÊUTICOS

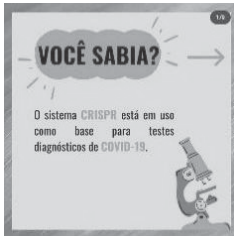


Manter a qualidade da saúde é totalmente indispensável e para isso é necessário não somente tratar, mas prevenir problemas danosos ao organismo. Com isso, técnicas com as aplicabilidades no setor da saúde são essenciais para suprir essas demandas.

Os fármacos são produtos desenvolvidos com origem biológica, pois geralmente envolve o uso de micro-organismos. Essas técnicas biotecnológicas já vêm sendo utilizadas há muito tempo, a obtenção da insulina é um grande exemplo, assim como a produção de antibióticos.

Também há os nutracêuticos que são suplementos alimentares, de forma concentrada e isolada, que correspondem a algum bioativo presente em alimentos e necessário para melhorar a saúde. Como mencionado, essas substâncias podem ser encontradas em vários tipos de alimentos e cada um vai fornecer uma quantidade específica daquele determinado nutriente necessário para o organismo. E caso haja alguma deficiência pela falta de consumo proveniente de alimentos, pode-se suplementar com capsulas concentradas dele.

### 3. CRISPR



Poder editar sequências genômicas é uma questão viável atualmente, pois a aplicação da técnica CRISPR permite isso. O funcionamento dá-se devido a uma enzima denominada “Cas” que é associada ao CRISPR, pois, por tratar-se de uma endonuclease, ela permite a clivagem do material genético.

No ano de 2020, devido à pandemia da Covid-19, vários estudos foram necessários para saber quais medidas necessárias tomar contra ele. Testes para diagnósticos eram totalmente necessários e a utilização da técnica CRISPR fez-se presente nesse momento, pois ela era usada como base nos testes diagnósticos de Covid-19.

### 4. PRODUÇÃO DE VACINAS



O negacionismo da vacina tornou-se abundante nos últimos anos, portanto, fornecer informações acerca de delas é essencial.

Entender o que é e como funciona uma vacina é super importante, principalmente no cenário de pandemia no ano de 2020.

A vacinação é super essencial, pois possibilita a imunidade necessária em combater a determinadas doenças como o sarampo, por exemplo.

A vacina é um produto biológico que protege as pessoas de determinadas doenças e são constituídas por vírus ou bactérias previamente atenuados ou mortos para poder gerar essa possibilidade de imunidade a quem recebe.

### 5. BIORREATORES



A aplicação de técnicas biotecnológicas, como a produção de vacinas, é fundamental para poder gerar resultados e garantias a saúde, no entanto, essas produções muitas vezes precisam ser escalonadas para suprir uma demanda necessária. E para isso o uso de métodos como a utilização de biorreatores faz-se necessário nesse momento, pois possibilita tal feito.

Os biorreatores são sistemas que garantem essa funcionabilidade pois possuem a capacidade de controle de condições específicas para desenvolver essas reações com um tempo mais curto e uma produção mais volumosa.

## 6. INDÚSTRIA 4.0 E SAÚDE



O conceito de indústria 4.0 começou em 2011 na Alemanha a partir desse momento ouve um crescente interesse no assunto já que a indústria 4.0 está focada em uma melhoria contínua em termos eficiência, segurança e produtividade e também impacta de forma significativa na saúde possibilitando grande rapidez no processamento de dados e facilitando o atendimento personalizado e a integração de dados dos pacientes.

## 7. TRANSGÊNICOS



Os organismos geneticamente modificados ou transgênicos como também são conhecidos, são seres vivos que surgiram a partir do cruzamento genético entre espécies diferentes. Trata-se de introduzir genes de um ser vivo em outro, como por exemplo genes de ratos, bactérias em plantas, como soja e milho, que no Brasil são amplamente cultivados e autorizados para consumo (FALEIRO; MONTEIRO, 2009). A discussão sobre os transgênicos ainda é motivo de muitas discussões no meio científico, com relação aos alimentos transgênicos, existem os que defendem e os que afirmam que os mesmos podem causar sérios danos à saúde. Para reforçar a segurança com relação aos organismos geneticamente modificados foi criado o Decreto de Rotulagem de Transgênicos (Decreto 4.680/03), de acordo com esse decreto, sendo o alimento in natura ou processado, deve conter na embalagem a sinalização de um “T”, evidenciando que contém ingredientes transgênicos (FALEIRO; MONTEIRO, 2009).

## 8. BIOMATERIAIS E APLICABILIDADE

Os biomateriais são definidos como moléculas sintéticas ou de origem natural ou ainda materiais que sejam naturais, mas foram quimicamente modificados e tenham a capacidade de entrar em contato com sistemas biológicos com diversas finalidades, como, por exemplo, produção de vacinas, fins diagnósticos materiais

implantáveis e entre outros. Estima-se que cerca de 300 mil biomateriais já foram utilizados na área da saúde por cerca de 10 anos, sendo que os biomateriais clinicamente mais usados são os materiais biocompatíveis, materiais biodegradáveis, materiais bioativos e os materiais biomiméticos que estão em fase de investigação. Os biomateriais destacam-se por apresentarem ampla aplicabilidade na área da saúde, principalmente relacionado a regeneração de tecido lesionado. Mas outras aplicações como a produção de biossensores e materiais para a liberação controlada de fármacos. O mercado dos biomateriais é cada vez mais crescente, atualmente já gera uma movimentação financeira elevada e um número anual de unidades comercializadas bastante alto.

## 9. IMUNOTERAPIA APLICADA AO CÂNCER

O sistema imunológico tem papel fundamental na proteção, combate e eliminação de agentes invasores ao organismo humano. Mas a partir do século XIX, descobriu-se uma função do sistema imunológico que podia ser utilizada como tratamento para uma das doenças de maior impacto na sociedade, o câncer. As células cancerígenas, são nada mais que células do hospedeiro que sofreram processos de mutações e não conseguem regular seus processos metabólicos e de divisão (JORGE, 2019). Com o estudo do sistema imunológico percebeu-se que, inibindo alguns caminhos que promovem o desenvolvimento das propriedades do sistema imunológico, existe um controle maior do sistema imunológico sobre as células cancerígenas. Surgiram então os bloqueadores de algumas vias do sistema de defesa do organismo (inibidores de checkpoints imunológicos), como Anti-PD1 e anti-CTLA-4. Além dos inibidores de checkpoints, observou-se também que os anticorpos monoclonais podiam atuar de forma específica contra as células malignas, através do epítipo antigênico específico que essas células apresentam (JORGE, 2019).

## 10. EXAMES TOXICOLÓGICOS

Os exames toxicológicos foram desenvolvidos para conseguir detectar se determinada pessoa esteve exposta à substâncias tóxicas ou faz uso de drogas – lícitas ou ilícitas, os exames são divididos em exame de sangue, de urina, de suor ou de tecidos

## 11. ENGENHARIA GENÉTICA

A engenharia genética é um conjunto de processos que permitem a manipulação do genoma em microrganismos vivos, com a consequente alteração



das capacidades de cada indivíduo, as principais aplicabilidades na saúde são a produção de antibióticos, hormônio, vacinas como também o diagnóstico e a terapêutica genética.

## REFERÊNCIAS

CANDEIAS, J. A. N. A engenharia genética. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, vol. 25, n. 1, p. 3-10, 1991.. Disponível em: <https://scielosp.org/article/rsp/1991.v25n1/3-10/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FALEIRO, F. G.; MONTEIRO, S. R. *Biotecnologia, transgênicos e biossegurança*. 1. ed., Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009.

JORGE, J. J. Imunoterapia no tratamento do câncer. *Arq Asma Alerg Imunol*, vol. 3, n. 2, p. 133-138, 2019.

LABET EXAMES TOXICOLÓGICOS. *Tipos de exames toxicológicos e como funcionam*. Disponível em: <https://exametoxicologico.labet.com.br/tipos-de-exames-toxicologicos-e-como-funcionam/>. Acesso em: 15 dez. 2020.

PIRES, A. L. R.; BIERHALZ, A. C. K.; MORAES, A. M. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. *Quim. Nova*, vol. 38, n. 7, p. 957-971, 2015.



Este livro é uma obra da Liga Acadêmica de Biotecnologia e Bioprocessos (LABIO-PRO) idealizada e desenvolvida com o intuito de compartilhar não só com o público acadêmico, mas também com o público geral, todo o conhecimento adquirido durante o primeiro ano de existência da Liga.

O conteúdo dessa obra foi elaborado por todos os membros da academia e desenvolvido após eventos e atividades remotas. Todos os capítulos abordam áreas da Biotecnologia, Bioprocessos e áreas afins.

Espera-se que cada leitor capte e internalize cada aprendizado aqui introduzido, e aprecie a beleza existente na Biotecnologia e Bioprocessos e em tudo o que essas áreas podem trazer para a população brasileira e mundial.



[openaccess.blucher.com.br](http://openaccess.blucher.com.br)



**Blucher** Open Access