

**APLICAÇÕES E AVANÇOS DA BIOTECNOLOGIA:
uma revisão bibliográfica¹**

César da Silva Robusti

cesar.robusti@uscsonline.com.br

Milton Carlos Farina

milton.farina@online.uscs.edu.br

Palavras-chave: Biotecnologia. Revisão bibliográfica. Avanços. Aplicações.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Llanque (2021) a utilização de processos biológicos que hoje se tem conhecimento como Biotecnologia são antigos, desde meados dos anos 6000 a.C há indícios da utilização de leveduras e bactérias para a produção de cerveja, o que é considerado como uma das vertentes da Biotecnologia dado a utilização desses organismos vivos para a fermentação de alimentos. O emprego da palavra Biotecnologia, contudo, aconteceu somente em 1919, através do engenheiro agrônomo Károly (Karl) Ereky, conhecido como o pai do termo Biotecnologia (FÁRI; KRALOVÁNSZKY, 2006).

As Nações Unidas definiram, em uma convenção a respeito da diversidade biológica, Biotecnologia como “qualquer aplicação tecnológica que usa sistemas biológicos, organismos

¹ Este resumo expandido é resultado do desenvolvimento do projeto de pesquisa vinculado ao Programa de Iniciação Científica na Graduação da USCS - (PIC/G-USCS). Os autores agradecem o auxílio PIBIC concedido pelo CNPq a presente pesquisa.

vivos ou seus derivados, para fazer ou modificar produtos ou processos para uso específico” (ONU, Convenção de Biodiversidade 1992, Art. 2).

A Biotecnologia tem atuação em diversas áreas, sendo o “Rainbow code of biotechnology” desenvolvido por Kafarski a classificação mais utilizada, dividida pelas seguintes cores: verde – desenvolvimento da agricultura; amarelo – Biotecnologia nutricional; vermelho – medicina e saúde humana; branco – Biotecnologia industrial; cinza – proteção ambiental; azul – Biotecnologia marinha; marrom – Biotecnologia de regiões secas e desertos; dourado – bioinformática, ciência da computação e tecnologia dos chips; violeta – lida com questões éticas e legislação; preta – bioterrorismo e armas biológicas (DASILVA, 2004; KAFARSKI 2012). E a cor laranja que indica os temas da educação relativos à Biotecnologia (SÁ; FRANCISCO; BOURGUIGNON, 2021).

De acordo com Lourenço (2021) a Biotecnologia é uma ciência multidisciplinar em constante evolução com um grande potencial de crescimento considerando todos os benefícios envolvendo essa tecnologia e todo o apoio que governos mundo afora estão dedicando a esta área.

1.1. Pergunta Problema e Objetivos

Diante o contexto apresentado, torna-se necessário responder a seguinte questão: *Quais são os avanços e as aplicações da Biotecnologia com base na produção científica realizada e apresentada nos periódicos de artigos científicos?*

Tendo como objetivo apresentar e analisar os avanços e as aplicações da Biotecnologia com base na produção científica realizada e apresentada nos periódicos de artigos científicos.

1.2 Justificativa

O trabalho tem justificativa por apresentar os avanços da Biotecnologia, favorecendo com possíveis insights para novas pesquisas em prol da ciência, do bem-estar do ser humano e da sociedade em geral uma vez que tem caráter multidisciplinar, e por contribuir tanto com a evolução da tecnologia em áreas já existentes quanto em novas áreas decorrentes de seu desenvolvimento.

Vale ressaltar a Agenda 2030, com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS que a ONU estabeleceu e que estão em graus variados relacionados à Biotecnologia, como ciência multidisciplinar e em específico com os objetivos 2 - Fome zero e agricultura sustentável e 3 – Saúde e bem-estar. O projeto também está alinhado com as Áreas de Tecnologias Prioritárias do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) em específico com o item 2 – tecnologias habilitadoras – Biotecnologia

2. METODOLOGIA

Este estudo é uma pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados de produções científicas disponíveis com a utilização de expressões de busca. A coleta, identificação, seleção e análise de artigos científicos que tratam de determinado tema e de suas aplicações e avanços contribuem para o conhecimento que é o objetivo da pesquisa bibliográfica. (MARCONI; LAKATOS, 2003)

A coleta de dados foi realizada nos meses de agosto à novembro do ano de 2022 nas bases de dados do Portal Periódicos CAPES e Web of Science com o auxílio da utilização de operadores lógicos booleanos juntamente com os seguintes critérios: Publicações entre 2017 a 2022; artigos que contivessem em seu conteúdo e/ou títulos e/ou resumo os descritores combinados na Língua Portuguesa ou na Língua Inglesa como “*Biotecnologia*” e “*Aplicações*” e “*Tendências*” e “*Avanços*” bem como as cores correspondentes às áreas de atuação da Biotecnologia.

Ao todo foram selecionados e exportados os resumos de 115 artigos dessas duas bases de dados, que tiveram seu conteúdo analisado tanto pelos autores quanto por meio do *software* Iramuteq visando apresentar o desenvolvimento do tema a partir da análise lexical realizada pelo mesmo, possibilitando o conhecimento através da classificação hierárquica descendente (CHD) ou da Análise Fatorial de Correspondência (AFC) de como e quais os temas e subtemas estão correlacionados dentro do mesmo segmento de classe (SALVIATI, 2017).

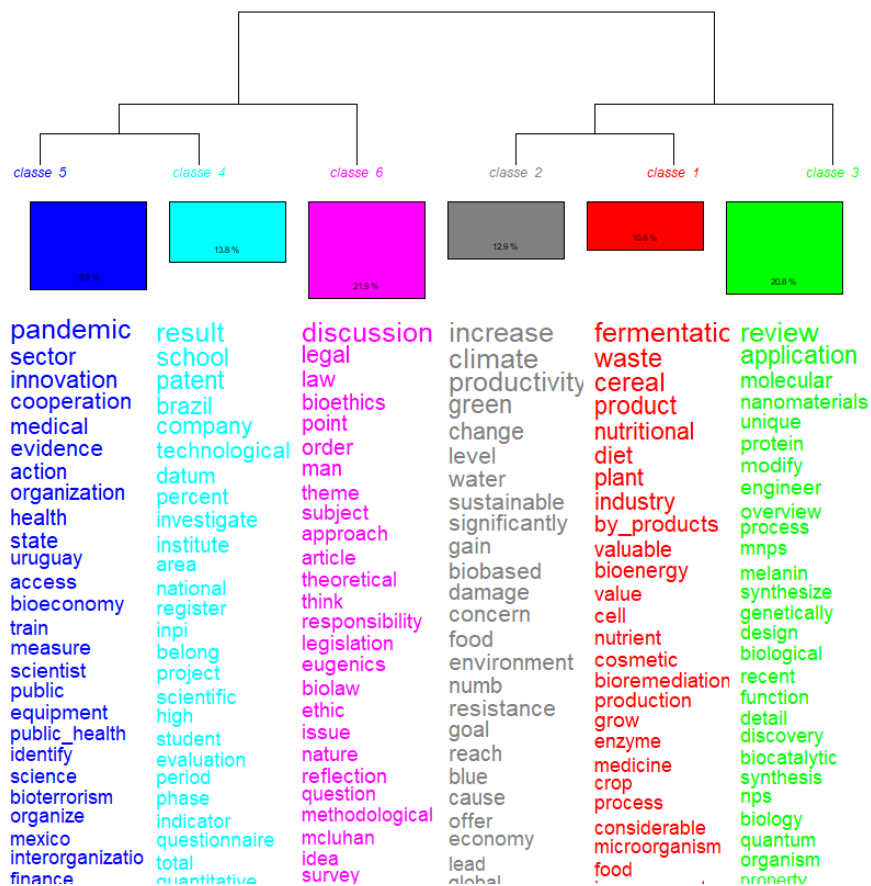
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primariamente os artigos tiveram sua classificação dos resumos selecionados a partir da leitura dos autores, com isso sendo possível verificar que os 115 artigos foram categorizados

em relação ao “Rainbow code of biotechnology” da seguinte maneira: Indústria (43); Saúde (34); Legislação (32); Ambiental (30); Agricultura (27); Educação (19); Bioinformática (11); Nutrição (10); Marinha (8); Bioterrorismo (5) e Regiões Secas (2). É válido notar que um mesmo artigo pode abordar diferentes áreas de atuação da Biotecnologia, dessa forma demonstrando novamente a multidisciplinaridade do tema.

Com isso, tornou-se possível mensurar que dentro desse contexto as áreas com maiores concentrações de pesquisas se relacionam com Indústria, Saúde, Legislação, Meio Ambiente e Agricultura. Para a análise conseguinte é apresentada a Classificação Hierárquica Descendente (CHD), demonstrando a partir da análise do Iramuteq como os temas são representados por 6 clusters (classes) que têm alguma relação entre si, sendo estes categorizados de acordo com as palavras apresentadas no resumo de cada um dos artigos.

Figura 1 - Classificação Hierárquica Descendente (CHD)



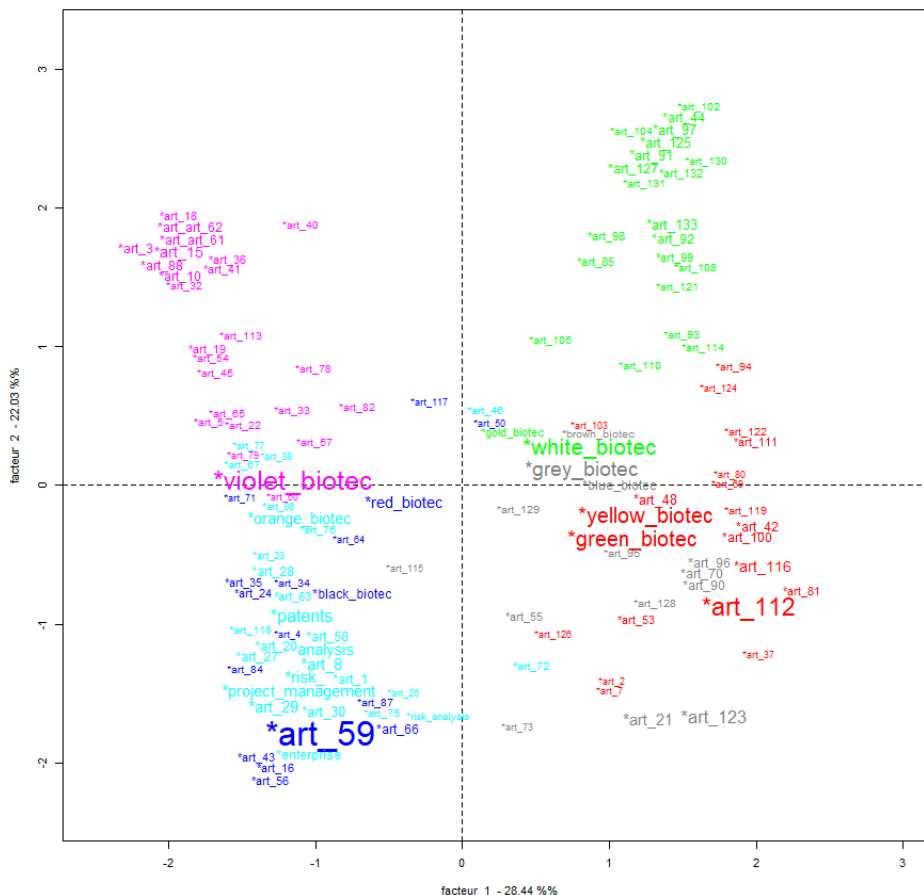
Fonte: Dados da pesquisa.

É possível também observar a predominância das classes lilás (6) e verde (3) sob as demais, sendo essas as com maiores frequências e as que definem as subclasses dentro do seu grupo. Com isso a classe lilás apresenta uma relação de palavras com as classes azul (5) e azul claro (4) e a classe verde apresenta relação com as classes cinza (2) e vermelha (1).

Em relação aos avanços e aplicações presentes na área pode-se notar que as palavras contidas nas classes azul (5) e verde (3) apresentam desde as palavras inovação, cooperação, interorganizacional, organização até nanomateriais, molecular, geneticamente modificado e quântico, podendo assim ter ciência de seu desenvolvimento.

A partir da análise da CHD, pode-se verificar na Análise Fatorial de Correspondência (AFC) como os temas principais estão relacionados entre si como um todo, dessa vez analisando a figura a seguir juntamente com a classificação apresentada inicialmente dos artigos por área de atuação, onde cada um dos resumos no momento da formatação do arquivo elaborado para leitura via Iramuteq recebeu uma tag extra referente a sua cor/classificação dentro da Biotecnologia. Com isso, é possível verificar a proximidade das áreas ou até mesmo a subdivisão dentre as 6 classes obtidas.

Figura 2 - Análise Fatorial de Correspondência (AFC)



Fonte: Dados da pesquisa.

Portanto, observa-se que os temas relacionados a classe 1 (vermelha) apresentam artigos com foco na Biotecnologia amarela (alimentação) e Biotecnologia verde (agricultura) devido a presença de palavras obtidas na CHD como *produto, fermentação, plantar, comida e nutricional*.

A classe 2 (cinza) apresenta artigos relacionados à Biotecnologia cinza (meio ambiente), Biotecnologia azul (marinha) e Biotecnologia marrom (regiões secas), contendo as palavras *sustentabilidade, água, dano, preocupações climáticas e resistência*.

A classe 3 (verde) tem foco voltado para a Biotecnologia branca (processos industriais) e Biotecnologia dourada (bioinformática), sendo possível verificar palavras como *nanomateriais, moléculas, nanopartículas metálicas (nps), quântico e engenheiro*.

A classe 4 (azul claro) tem enfoque voltado para a Biotecnologia laranja (Educação) obtendo as palavras *escola, resultado, patente, dados e instituto*.

A classe 5 (azul) se divide entre a Biotecnologia vermelha (saúde) e Biotecnologia preta (bioterrorismo) apresentando palavras como *saúde pública, pandemia, cooperação, bioterrorismo e inovação*.

E por fim a classe 6 (lilás) apresenta somente artigos da Biotecnologia violeta (questões éticas) apresentando palavras como *leis, jurídico, biodireito, legislação e ética*.

Verificando assim novamente como as áreas estão correlacionadas entre si, bem como a representação do tema de forma multidisciplinar, seja pela análise dos autores ou pela análise do software separando dentro dos mesmos quadrantes as classes que se referem a temas correlativos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu o objetivo esperado uma vez que apresenta os avanços e aplicações a partir do estudo bibliométrico com base nas produções científicas relacionadas à Biotecnologia, dessa forma sendo possível verificar que todas as áreas são abordadas dentre os artigos selecionados e que as áreas com maior número de publicações remetem a artigos voltados para indústria, saúde e legislação. O estudo tem por limitação a análise dos resumos dos artigos realizada via software, possivelmente resultando em uma perda de informações importantes e nuances cruciais, prejudicando assim a abrangência do estudo, principalmente no que diz respeito aos avanços da área. Para estudos futuros, se propõe tanto uma análise dos principais artigos recentes publicados na área a fim de obter mais conhecimentos no quesito de avanços da área, bem como a realização de análises dos centros de pesquisas de Biotecnologia a fim de obter conhecimentos sobre as redes sociais relacionadas aos pesquisadores, seja no âmbito industrial ou acadêmico.

REFERÊNCIAS

DASILVA, E. J. **The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind**. Electron. J. Biotechnol., v. 7, n. 3, p. 01-02, 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-34582004000300001&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 25/07/2023.

FÁRI, M.; KRALOVÁNSZKY, U. P. **The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky**. International Journal of Horticultural Science, v. 12, n. 1, p. 9–12, 2006. doi: <<https://doi.org/10.31421/IJHS/12/1/615>>. Disponível em: <<https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/615>>. Acesso em: 10/02/2023.

KAFARSKI, P. **Rainbow code of biotechnology**. Chemik, v. 66, p. 814-816, jan. 2012.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. - 5. ed. - São Paulo : Atlas, 2003.

LLANQUE, H. G. C. **SINOPSIS CRONOLÓGICA DE LABIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**. Universidad Nacional de Moquegua (UNAM) - Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, 2021.

LOURENÇO, D. A. **4 Redes de Biotecnologia no Brasil**. Blog do Profissão Biotec, v.8, abril/2021. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/4-redes-de-biotecnologia-no-brasil/>>. Acesso em: 18/02/2023.

ONU. **CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY**. 1992. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>>. Acesso em: 21/02/2023.

SÁ, T. M.; FRANCISCO, G. da S. A. M.; BOURGUIGNON, S. C. **Biocinais: recurso com licenças abertas em ambiente avá auxilia na divulgação de conhecimento científico bilingue 26 em cursos de pós-graduações**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 7, p. 72124-72142, Jul. 2021. doi: <<https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-406>>. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/33121>>. Acesso em: 17/12/2022.

SALVIATI, M. E. **Manual do Aplicativo Iramuteq**. 2017. Disponível em: <<http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/manual-do-aplicativo-iramuteq-par-maria-elisabeth-salviati>>. Acesso em: 10/02/2023.