

PANORAMA DOS INDICADORES CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS DE BIOTECNOLOGIA NAS BASES DE DADOS INPI E WOS

Thiago Silva Conceição Meneses – thiagosilvadm@hotmail.com

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Amanda Luiza Soares Silva – amandalsoaressilva@gmail.com

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

João Antônio Belmino dos Santos – joaoantonio@ufs.br

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Resumo – A biotecnologia exerce um papel importante na vida das pessoas e na economia dos países. Assim sendo, é difícil pensar o desenvolvimento sustentável do mundo contemporâneo sem a presença da biotecnologia e dos seus impactos. Considerando-se o grande potencial da biotecnologia para melhoria dos indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I do Brasil), estudos de patentes têm emergido a fim de avaliar o esforço inventivo e compreender as mudanças tecnológicas ocorridas no setor. No Brasil, as patentes de biotecnologia apresentam diferentes aplicações para melhoria da qualidade de vida, sendo o setor de saúde o mais predominante. Este estudo tem como objetivo traçar o panorama de indicadores científicos e tecnológicos da biotecnologia. A pesquisa é descritiva com abordagem quantitativa e as técnicas estatísticas utilizadas foram a bibliometria e patentometria nas bases de dados *Web of Science* (WOS) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Os resultados mostram a produção científica (20.316 artigos) e tecnológica (189 patentes) entre 2011 e 2020. Quanto aos artigos: os anos de 2019 e 2020 tiveram mais publicações, os principais periódicos foram *Journal of Change Journal of Bioscience and Bioengineering e Computational and Structural Biotechnology Journal*, os países com mais artigos foram EUA e China e mais de 300 mil citações. Em relação às patentes: os anos de 2016, 2017 e 2018 tiveram mais depósitos de patentes, os principais tipos depositantes foram as universidades e as principais Classificações Internacionais de Patentes foram A61K, C12N e A61P.

Palavras-chave – Biotecnologia, Indicadores, Inovação, Patentes.

Abstract - Biotechnology and biotechnological innovation play an important and fundamental role in people's daily lives and in the countries' economies. In this context, it is difficult to think about the sustainable development of the contemporary world without the presence of biotechnology and its impacts. Considering the great potential of biotechnology to improve C, T & I indicators in Brazil, patent studies have emerged in order to evaluate the inventive effort and understand the technological changes that have occurred in the sector. In Brazil, biotechnology patents have different applications for improving the quality of life, with the health sector being the most prevalent. For this reason, this study aims to outline the panorama of scientific and technological indicators of biotechnology. The research is descriptive with a quantitative approach and the statistical techniques used were bibliometrics and patentometry in the databases of Web of Science (WOS) and the National Institute of Industrial Property (INPI). The results show scientific production (20,469 articles) and technological production (189 patents) between 2011 and 2021. As for the articles: the years 2019 and 2020 had more publications, the journals with more articles published were *Journal of Change Journal of Bioscience and Bioengineering and Computational and Structural Biotechnology Journal*, the countries with the most articles published were the USA and China and more than 290 thousand citations. Regarding patents: the years 2016, 2017 and 2018 had more patent

deposits, the main types of depositors were universities, and the main International Patent Classifications were A61K, C12N and A61P.

Keywords - *Biotechnology, Indicators, Innovation, Patents.*

1 INTRODUÇÃO

O setor de biotecnologia tem uma das indústrias de maior crescimento em todo o mundo, com uma taxa de crescimento em torno de 7,4% e uma economia estimada em US \$ 727 bilhões em 2025 (FIGUEIREDO; LARSEN; HANSEN, 2020).

A Biotecnologia sendo um conjunto de conhecimentos técnicos e métodos, de base científica ou prática, que permite a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços (GUSMÃO; SILVA; MEDEIROS, 2017).

A biotecnologia classificou-se em clássica que teve início com a produção de alimentos fermentados como o pão e o vinho e a moderna que utiliza a técnica que envolve o DNA recombinante, podendo ser aplicada em várias outras áreas. Tendo grande importância e garantindo novas inovações tecnológicas como em setores da indústria química, agroindústria, ambiental e na indústria farmacêutica, entre outras (TORRES *et al.*, 2017). Com os avanços e o desenvolvimento do DNA recombinante, as áreas de aplicações da Biotecnologia possibilitaram grande mudança tecnológica e organizacional em vários setores ligados à ciência da vida (OLIVEIRA; SILVA, 2018).

É difícil pensar no desenvolvimento sustentável do mundo contemporâneo sem a presença da biotecnologia. Importantes instituições transnacionais, como o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, têm discutido Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) e seus impactos na economia do século XXI (NAPOLITANO *et al.*, 2016).

A biotecnologia destaca-se como uma área de pesquisa estratégica para o desenvolvimento científico, tecnológico, econômico, ambiental e social do Brasil, devido à biodiversidade que caracteriza os vários biomas espalhados pelo país. Assim como em outros países, o Brasil estabeleceu, em sua Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), o direcionamento do fomento em pesquisa para áreas e tecnologias estratégicas, entre as quais a Biotecnologia (FREITAS *et al.*, 2017). A utilização da biotecnologia na área agrícola, pecuária, industrial, de saúde e meio ambiente, tem possibilitado descobertas de processos que envolvem o uso das técnicas do DNA para desenvolver técnicas de cultivo de células e tecidos, e produzir transgênicos, fármacos, enzimas, hormônios, vacinas e outros produtos químicos bioconvertidos (GUSMÃO; SILVA; MEDEIROS, 2017).

Reconhecendo a importância de fornecer suporte para o desenvolvimento da biotecnologia, o Brasil vem estimulando a formação de recursos humanos, incentivando a formação de redes e ampliando e melhorando a infraestrutura de laboratórios, além de admitir novas possibilidades de articulação entre as atividades inovadoras empresariais e as instituições públicas de pesquisa e de fomento (COSTA; PEDRO; MACEDO, 2017). No Brasil, a incorporação da Rota biotecnológica na indústria química e farmacêutica nacional é interpretada como uma questão estratégica nacional, devido à existência de uma janela de oportunidade para a inserção produtiva em segmentos intensivos em conhecimentos que representam potenciais indutores de crescimento econômico, de inovações e de processos de *catching-up* tecnológico (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2017).

A biotecnologia destaca-se na produção de vacinas que representam uma importante ferramenta no controle de enfermidades infecciosas. Muitas doenças podem ser evitadas pela imunidade induzida como a poliomielite, a varíola e o sarampo. As vacinas podem ser de origem viral, bacteriana, protozoária e mesozoária (COSTA; FLORENCIO; JUNIOR, 2018). No Brasil os laboratórios oficiais de pesquisa e produção de fármacos e imunobiológicos – como o Instituto Biomanguinhos e o Instituto Butantan – são responsáveis por atender cerca de 80% da demanda doméstica por vacinas (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2018). O Brasil conta com 16 laboratórios públicos em funcionamento que são responsáveis por cerca de 3% em valor da produção nacional de fármacos e medicamentos e 10% em volume de produção (VARGAS; BIANCHI, 2013).

Os EUA foram responsáveis por 41,5% do bio-pedidos de patentes de tecnologia, com base na Cooperação de Patentes Tratado, e o Japão seguiu com uma participação de 12% em 2006 (NAGAOKA; HONJO, 2018).

De acordo com o relatório de indicadores de biotecnologia em 2015, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o mercado mundial de biotecnologia compreende 11.367 empresas nos Estados Unidos, 2.831 na Espanha e 1950 na França, as demais se destacam-se nos países da Coreia, Alemanha, Reino Unido, Japão, México, Nova Zelândia e Bélgica que reúne mais empresas de biotecnologia que o Brasil, que aparece em 18º lugar, com 155 empresas (FLORÊNCIO *et al.*, 2020).

Em relação à análise de pedidos de patentes de biotecnologia por apresentação direta e via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (*Patent Cooperation Treat - PCT*) entre o ano de 2008 a 2018, destaca-se os países México, Brasil, Argentina, Colômbia e Cuba que houve mais pedidos de patentes, principalmente em certas áreas do conhecimento, como preparações compostas para uso médico, odontológico e de toalete; síntese de compostos por meio de processos de fermentação; dispositivos usados em enzimologia ou microbiologia; compostos cuja composição é desconhecida; e análise de material, entre outros (OCANÃ *et al.*, 2019).

Com avanços contínuos no desenvolvimento tecnológico e inovação os estudos básicos, demonstram que a biotecnologia na indústria cresce na China a uma taxa média anual de cerca de 20%, o que se tornou um importante ponto de crescimento para a sua economia (WANG *et al.*, 2017). O Brasil, a Rússia, a Índia, a China e África do Sul representaram cerca de 25% das patentes globais de biotecnologia, atestando assim a realocação de atividades de inovação na indústria para uma série de países em desenvolvimento (STRELTSOVA; LINTON, 2018).

Diante do exposto, este trabalho busca traçar um panorama dos indicadores científicos e tecnológicos de biotecnologia no período de 2011 a 2020 nas bases de dados da *Web of Science (WOS)* e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi classificada como descritiva, pois, verificou a produção científica e tecnológica da biotecnologia entre os anos de 2011-2020, tendo abordagem quantitativa porque foi utilizado dados quantitativos para sistematizar e generalizar objetivamente os resultados obtidos (SANTADE, 2020).

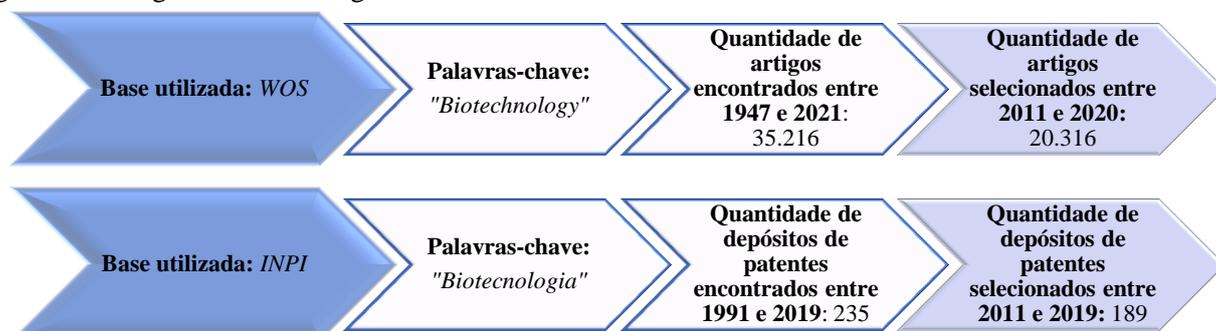
O método utilizado foi composto por duas técnicas: 1) A bibliometria, técnica de análise estatística que permite a geração indicadores científicos, tecnológicos e de produtividade (OLIVEIRA, 2020); e, 2) A patentometria, técnica que mensura a produção tecnológica com base em documentos de patentes (SCARTASSINI *et al.*, 2020). E no tratamento de dados foi usada a estatística descritiva.

As bases de dados escolhidas foram a *Web of Science (WOS)* que conta com 12 mil periódicos e ferramentas para análise bibliométrica e o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) que é órgão brasileiro responsável pelo registro e concessão de marcas, patentes, desenho industrial, transferência de tecnologia, indicação geográfica, programa de computador e topografia de circuito integrado.

A justificativa da escolha da base *Web of Science (WOS)* se deu por ter credibilidade e qualidade nas publicações científicas de abrangência e cobertura internacional indexados. Além de facilitar a pesquisa de múltiplos bancos de dados que fazem referência à pesquisa interdisciplinar, permitindo análise criteriosa de subcampos especializados dentro da pesquisa científica. Em relação a base INPI justifica-se por facilitar o acesso de informações voltadas as atividades de invenção e por ter um vasto alcance acerca das tecnologias na biotecnologia, podendo ser utilizada em conjunto com outras bases para investigar a inovação e o desempenho tecnológico, ou seja, facilitará a construção de indicadores de patentes depositadas no Brasil

Avaliaram-se os indicadores científicos referentes ao número de artigos publicados por ano, número de artigos por periódicos, número de artigos por países, número de publicação por autores e informações sobre citações. Quanto aos indicadores tecnológicos, mensurou-se o número de patentes depositadas por ano, os tipos de depositantes, a frequência dos países e a frequência das Classificações Internacionais de Patentes (CIP). A Figura 1 mostra o fluxograma com a estratégia de busca do estudo.

Figura 1. Fluxograma da Estratégia de Busca nas Bases WOS e INPI

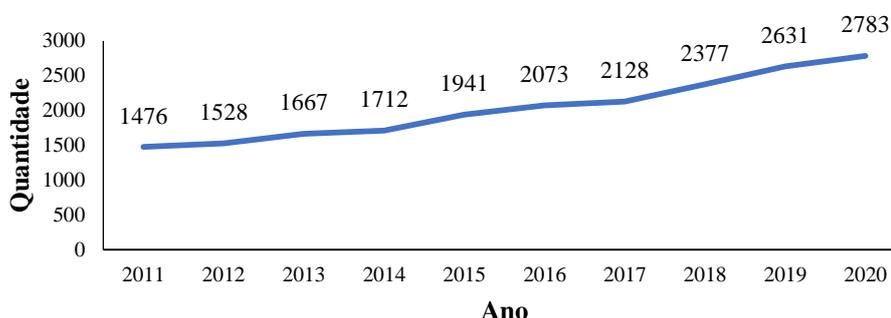


Fonte: Elaboração própria (2021)

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Na base de dados *Web of Science* - WOS, aplicando a palavra-chave “*biotechnology*” no campo tópico (pesquisa o título, resumo, as palavras-chave e o *Keywords Plus* -), foram encontradas 35.216 artigos entre 1947 e 2021. Ao se optar pelo período de análise entre 2011 e 2020, 20.316 foram selecionados. Na Figura 2, onde se pode verificar que os anos de 2019 e 2020 tiveram mais publicações.

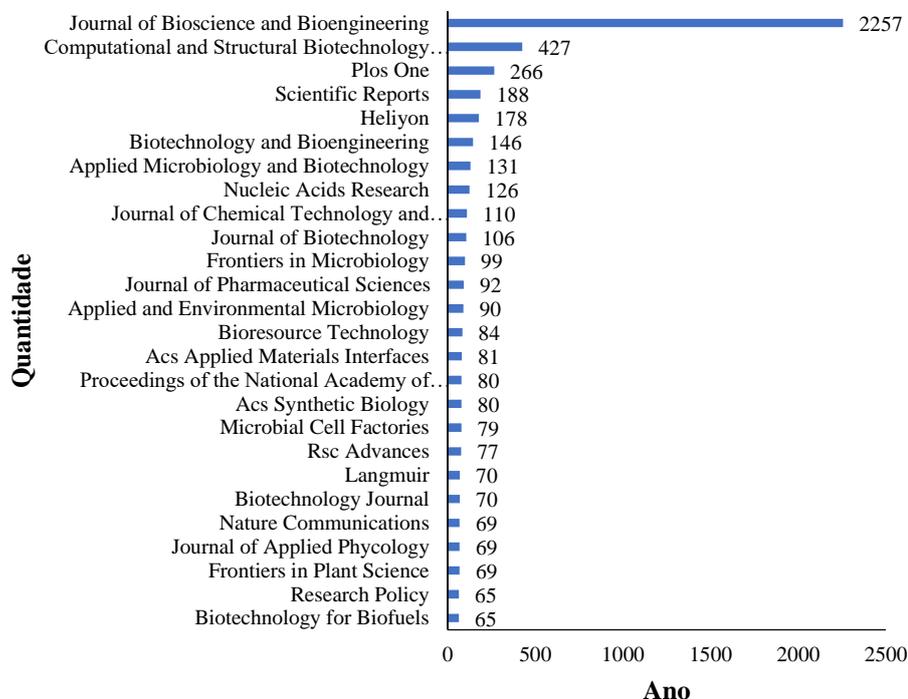
Figura 2. Quantidade de artigos por ano sobre biotecnologia na WOS (2011-2020)



Fonte: Elaboração própria (2021)

A Figura 3 mostra a frequência de publicação de artigos nos 26 periódicos mais importantes sobre biotecnologia. Dos 20.316 artigos encontrados na base WOS, 25,47% estão publicados em 26 periódicos, onde se destacam o *Journal of Bioscience and Bioengineering*, com 2.257 artigos, *Computational and Structural Biotechnology Journal*, com 427, e a *Plos One*, com 266. E, 74,53% (4.263 periódicos) publicaram entre 1 e 62 artigos cada.

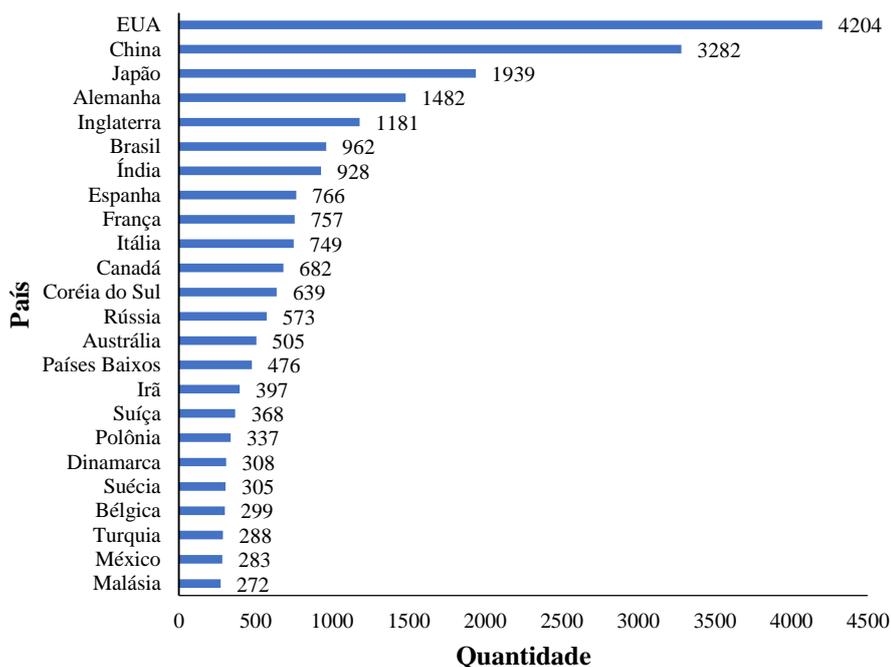
Figura 3. Quantidade de artigos por periódicos sobre biotecnologia na WOS (2011-2020)



Fonte: Elaboração própria (2021)

A Figura 4 apresenta os países dos autores que mais publicam na área de biotecnologia, onde se percebe o domínio dos Estados Unidos, com 4.204 artigos, com 20,69% das publicações sobre o tema. Outros países com destaque no estudo sobre biotecnologia são China, com 3.282 (16,55%) e Japão, com 1.939 (9,54%) artigos nessa área.

Figura 4. Quantidade de artigos por países sobre biotecnologia na WOS (2011-2020)



Fonte: Elaboração própria (2021)

Na tabela 1, apresenta-se os autores com mais artigos sobre biotecnologia. Dos 70.987 autores, 25 são responsáveis por 5,70% e possuem 35 ou mais produções cada e 70.962 estão em 94,30% das publicações com 34 ou menos artigos.

Tabela 1. Publicação por autores artigos sobre biotecnologia na WOS (2011-2020)

Autores	Quantidade de Registros	% de 20.316	Autores	Quantidade de Registros	% de 20.316
Zhang, Y.	77	0,38%	Lee, J.	40	0,19%
Wang, Y.	70	0,34%	Tanaka, T.	40	0,19%
Li, J.	62	0,30%	Chen, Y.	39	0,19%
Liu, Y.	59	0,29%	Bamba, T.	38	0,18%
Fukusaki, E.	56	0,28%	Liu, J.	38	0,18%
Li, Y.	56	0,28%	Li, L.	37	0,18%
Wang, L.	56	0,28%	Zhang, C.	37	0,18%
Wang, J.	53	0,26%	Zhang, H.	37	0,18%
Zhang, L.	53	0,26%	Chen, L.	35	0,17%
Zhang, X.	50	0,25%	Wang, Q.	35	0,17%
Zhang, J.	47	0,23%	Wang, X.	35	0,17%
Chen, J.	41	0,20%	Yang, Y.	35	0,17%
Li, X.	41	0,20%	Outros	< 35	94,30%

Fonte: Elaboração própria (2021)

Na tabela 2, apresenta-se itens relacionados às citações dos artigos sobre biotecnologia. O índice h, ou h-index em inglês, é uma proposta para quantificar a produtividade e o impacto de cientistas baseando-se nos seus artigos mais citados. No caso do tema biotecnologia, o índice significa que 95 artigos têm 95 ou mais citações.

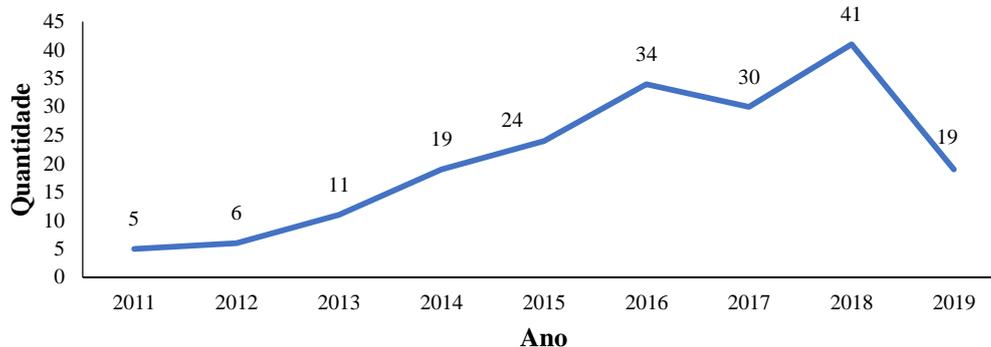
Tabela 2. Itens sobre citações dos artigos sobre biotecnologia na WOS (2011-2020)

Itens	Quantidade
Artigos	20.316
Soma do número de citações dos artigos	301.277
Média de citações por item	15,56
Índice H	95,33

Fonte: Elaboração própria (2021)

Na base de dados INPI, aplicando a palavra-chave “biotecnologia” no campo resumo, foram encontradas 235 patentes entre 1991 e 2019. Ao se optar pelo período de análise a partir de 2011, 189 patentes foram selecionadas. A Figura 5 mostra o quantitativo de depósitos no INPI sobre biotecnologia, onde se pode verificar que os anos de 2016 (34), 2017 (30) e 2018 (41) tiveram o maior número de depósitos.

Figura 5. Quantidade depositada de patentes de biotecnologia no INPI (2011-2019)



Fonte: Elaboração própria (2021)

Os tipos de depositantes podem ser vistos na tabela 3, observou-se que 50,56% dos depósitos são das universidades, seguidos por 26,60% de empresas. O item outros referem-se aos centros de pesquisa, institutos de tecnologia e associações.

Tabela 3. Tipos de depositantes de patentes de biotecnologia no INPI (2011-2019)

Tipos de Depositante	Frequência	Porcentagem
Universidades	135	50,56%
Empresas	71	26,60%
Inventor Independente	25	9,36%
Outros	36	13,48%
Total	267	100%

Fonte: Elaboração própria (2021)

Verifica-se que a maioria dos depósitos realizados no INPI foi do Brasil (81,47%), seguidos por 6,35% dos EUA. Na Tabela 4, mostra-se os países que mais depositaram patentes sobre biotecnologia entre 2011 e 2019.

O Brasil possui ampla gama de instituições de C,T&I com grupos de pesquisa consolidados em áreas de conhecimento sensíveis para o fortalecimento e para a consolidação das atividades que compõem a cadeia de PD&I biofarmacêutica no país (ALVES; VARGAS; BRITTO, 2018).

Considerando-se o grande potencial da biotecnologia para melhoria dos indicadores de C,T&I do Brasil, estudos de patentes têm emergido a fim de avaliar o esforço inventivo e compreender as mudanças tecnológicas ocorridas no setor. No Brasil, as patentes de biotecnologia apresentam diferentes aplicações para melhoria da qualidade de vida, sendo o setor de saúde o mais predominante (FLORENCIO *et al.*, 2020).

Tabela 4. Países de depósitos de patentes sobre biotecnologia no INPI (2011-2019)

Países	Frequência	Porcentagem
Brasil	154	81,47%
EUA	12	6,35%
Rússia	6	3,17%
Chile	3	1,59%
Cuba	3	1,59%
Suíça	2	1,06%
Alemanha	1	0,53%
Bélgica	1	0,53%
Coréia do Sul	1	0,53%
Dinamarca	1	0,53%
Itália	1	0,53%
México	1	0,53%
Países	1	0,53%

Baixos				
Portugal	1	0,53%		
Reino Unido	1	0,53%		
	Total		189	100%

Fonte: Elaboração própria (2021)

O Quadro 1 mostra a descrição e frequência das principais Classificações Internacionais de Patentes (CIPs), onde se observa maior quantitativo nas subseções A61K (140), C12N (112) e A61P (92).

Quadro 1. Classificação Internacional de Patentes sobre biotecnologia no INPI (2011-2019)

Classificação Internacional de Patentes	Descrição	Frequência
A61K	Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas	140
C12N	Microrganismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de microrganismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura	112
A61P	Atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais	92
C07K	Peptídeos	35
A01N	Conservação de corpos de seres humanos ou animais ou plantas ou partes dos mesmos; biocidas, p. ex. como desinfetantes, como pesticidas ou como herbicidas; repelentes ou atrativos de pestes; reguladores do crescimento de plantas	34
C12R	Esquema de indexação associado com subclasses C12C-C12Q, referente a microrganismos	28
G01N	Investigação ou análise de materiais de determinadas propriedades químicas ou físicas	26
A01P	Atividade de compostos químicos ou preparações biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas	12
A23C	Produtos de laticínio, p. ex. leite, manteiga, queijo; substitutos do leite ou do queijo; produção dos mesmos	10
A23L	Alimentos, gêneros alimentícios ou bebidas não alcoólicas, não abrangidos pelas subclasses A21D ou A23B-A23J; sua preparação ou tratamento	10
C12Q	Processos de medição ou ensaio envolvendo enzimas, ácidos nucleicos ou micro-organismos; suas composições ou seus papéis de teste; processos de preparação dessas composições; controle responsivo a condições do meio nos processos microbiológicos ou enzimáticos	10

Fonte: Elaboração própria (2021)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou destacar a produção científica e tecnológica sobre biotecnologia, para tanto, utilizaram-se dados coletados nas bases INPI e no WOS.

Os assuntos mais abordados nos artigos foram a medicina, as ciências sociais e humanas, a tecnologia de fermentação, a engenharia bioquímica, a tecnologia de alimentos, a microbiologia, a genômica, a proteômica, a metabolômica, descoberta de drogas, microscopia, imagem molecular, nanotecnologia bioinformática, química computacional, biologia sintética e biologia matemática e teórica.

O *Journal of Bioscience and Bioengineering*, o *Computational and Structural Biotechnology Journal* e o *Plos One* foram os periódicos que mais se destacaram em relevância e qualidade, obedecendo a Lei de Bradford de que poucos periódicos produzem um maior quantitativo de artigos e vice-versa.

A Lei de Lotka ou Lei do Quadrado Inverso refere-se ao conceito de que uma pequena quantidade de autores é responsável por grande parte da produção científica e que uma grande quantidade de autores tem um volume de publicação pequena. Na presente pesquisa, essa lei é confirmada, visto que, 25 autores são responsáveis por 1.167 artigos.

A biotecnologia é uma das áreas prioritárias brasileiras para desenvolvimento de ciência e tecnologia e na base WOS, o Brasil é o 6º país em autores que mais publicam na área, mostrando relevância internacional brasileira nessa área de pesquisa.

Na base INPI, a maior parte dos depósitos de patentes é brasileira e das universidades, o que mostra o interesse acadêmico em desenvolver a área biotecnológica, principalmente, relacionadas com medicina, compostos químicos, alimentos e engenharia genética.

Porém, existem dificuldades na transferência de tecnologia da universidade para o mercado, sendo necessárias mais parcerias entre universidades e empresas para que novas pesquisas sejam realizadas e novos produtos sejam criados, visto que, as empresas também depositam muitas patentes dessa área.

Sugere-se pesquisar em trabalhos futuros, a biotecnologia em outras bases de artigos e patentes, tais como, Science Direct, Scopus, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Espacenet®, *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e *World Intellectual Property Organization* (WIPO) para verificar se o Brasil possui relevância sobre a produção científica e tecnológicas nas bases citadas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G.N; VARGAS, M.A; BRITTO, J.N.D.P. Interações universidade-empresa: um estudo exploratório sobre as empresas de biotecnologia em saúde. **Econômica – Niterói**, v. 20, n. 1, p. 31–60, 2018.
- COSTA, Benedita Marta Gomes; DA SILVA FLORENCIO, Marcio Nannini; DE OLIVEIRA JUNIOR, Antônio Martins. Analysis of technological production in biotechnology in northeast Brazil. **World Patent Information**, v. 52, p. 42-49, 2018.
- FIGUEIREDO, Paulo N.; LARSEN, Henrik; HANSEN, Ulrich E. The role of interactive learning in innovation capability building in multinational subsidiaries: A micro-level study of biotechnology in Brazil. **Research Policy**, v. 49, n. 6, p. 103995, 2020.
- FLORÊNCIO, M. N. S.; ABUD, A. K. S.; COSTA, B. M. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M. Análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e448974362-e448974362, 2020.
- FLORÊNCIO, M. N. S.; OLIVEIRA, J. A. M.; ABUD, A. K. S. Desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil. **International Journal of Innovation - IJI**, v. 8, n. 3, p. 541-563, 2020.
- FLORÊNCIO, M. N. S.; ABUD, A. K. S.; COSTA, B. M. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M. The sectoral dynamics of the protection of biotechnology in Brazil. **World Patent Information**, v. 62, p. 101984, 2020.
- FREITAS, J.E.B.D; MAZZETTO, S. E; AMARAL, R. M.D; FARIA, L. I. L. D; LEIVA, D. R; MILANEZ, D.H; Análise bibliométrica da produção científica brasileira e do nordeste em Biotecnologia. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 230-252, set./dez. 2017.
- GUSMÃO, A. O.D.M; SILVA, A. R. D. S; MEDEIROS, M. O. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v.16, n. 1, 2017.
- HONJO, Yuji; NAGAOKA, Sadao. Initial public offering and financing of biotechnology start-ups: Evidence from Japan. **Research Policy**, v. 47, n. 1, p. 180-193, 2018.
- NAPOLITANO, H.B; CAMPOS, D.M.B; VAZ, W.F; GARRO, F.L.T. Inovação e Biotecnologia na Biodiversidade do Cerrado. Fronteiras: **Journal of Social, Technological and Environmental Science**. v.5, n.2 (Ed. Especial), 2016.
- OCAÑA, A. B; VIQUEZ, H. G; MERRITT, H; ESPINOZA, R.O. Promotion of technological development and determination of biotechnology trends in five selected Latin American countries: An analysis based on PCT patent applications. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 37, p. 41-46, 2019.
- OLIVEIRA, Milena Magalhães. Estudo bibliométrico da produção sobre a Guerra do Paraguai. **Brazilian Journal of Latin American Studies**, v. 19, n. 36, p. 210-233, 2020.
- OLIVEIRA, V. O; SILVA, O. V. **Biotecnologia para a produção de biofármacos: farmacovigilância, regulamentação e mercado no Brasil**. 2018. Disponível em: http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_19_Veridiana_Oliveira.pdf. Acessado em 02 de mar.2021.
- SANTADE, M. S. B. A metodologia de pesquisa: instrumentais e modos de abordagem. **Interciência & Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 3-17, 2020.

SCARTASSINI, V. B.; ALVES, T. M.; BOCHI, F.; JUNIOR, R. F. G.; DE MOURA, A. M. M. Patentes prioritárias depositadas no Brasil e com proteção na via Patent Cooperation Treaty (PCT). **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 9, n. 1, p. 11-30, 2020.

STRELTSOVA, E; LINTON, J.D. Biotechnology Patenting in the BRICS Countries: Strategies and Dynamics. *Science & Society*. **Trends in Biotechnology**, v. 36, n. 7, 2018.

TORRES, P.; KOS, I. A.; ISAAC, A.; OLIVEIRA, N. R.; DA SILVA, M. I.; DE PAULA DE OLIVEIRA, A.; CAETANO, S. F.; DRUMOND, W. A.; FERREIRA, D.; PEIXOTO, J. C. S.; OLIVEIRA, I.; SANTOS, M. C.; KOBIELSKI, I. C.; SILVA, A. G.; MARQUES, M. D. A.; SÁ, G.; LEITÃO, J. M.; AZEVEDO, V. F. Consenso brasileiro multi-institucional de pacientes sobre medicamentos biossimilares. **JBES: Brazilian Journal of Health Economics/Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, v. 9, n. 1, 2017.

VARGAS, Marco; BIANCHI, Carlos. **Incorporação da rota biotecnológica na indústria farmacêutica brasileira: desafios e oportunidades**. Relatório de Acompanhamento Setorial. 2013.

WANG, Ruiyan et al. Bioindustry in China: an overview and perspective. **New biotechnology**, v. 40, p. 46-51, 2018.