




DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA BIOTECNOLOGIA PARA A SAÚDE NO BRASIL

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF HEALTH BIOTECHNOLOGY IN BRAZIL

DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA BIOTECNOLOGÍA SANITARIA EN BRASIL

 Márcio Nannini da Silva Florêncio¹
 Antonio Martins de Oliveira Junior²
 Ana Karla de Souza Abud³

Cite as – American Psychological Association (APA)

Florêncio, M. N. S., Oliveira Junior, A. M., Abud, A. K. S. (2020, Sept./Dec.). Desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil. *International Journal of Innovation - IJI*, São Paulo, 8(3), 541-563. <https://doi.org/10.5585/iji.v8i3.17928>.

Resumo

Objetivo do estudo: Este artigo teve por objetivo analisar o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil no período de 2007 a 2016.

Metodologia: A metodologia da pesquisa pautou-se em uma abordagem quantitativa com a aplicação de métodos estatísticos alinhados a análise de patentes. A coleta dos dados foi realizada na página institucional do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). As patentes da biotecnologia para a saúde foram classificadas de acordo as definições apresentadas pela Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB).

Originalidade/Relevância: Este estudo traz novas contribuições à literatura sobre o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia ao tratar do nível setorial.

Principais resultados: Os resultados obtidos apresentaram um total de 503 patentes concedidas, com aplicações que envolvem, na sua maioria, a saúde humana (70%). É notório o desenvolvimento de medicamentos para o tratamento de doenças metabólicas ou endócrinas, enquanto as vacinas têm maiores aplicações na prevenção de doenças veterinárias. Ademais, a titularidade das patentes pertence, na sua maioria, às grandes empresas de países desenvolvidos.

Contribuições teóricas/metodológicas: O estudo aprofundou a compreensão do desenvolvimento tecnológico da biotecnologia no Brasil por meio indicadores patentários e permitiu entender essa dinâmica em relação ao contexto setorial envolvendo a saúde.

Contribuições sociais/gerenciais: As estatísticas de patentes da biotecnologia para a saúde podem auxiliar os formuladores de políticas nas práticas voltadas ao fomento das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação com aplicações na saúde.

Palavras-chave: Biotecnologia. Inovação. Propriedade intelectual.

Abstract

Objective of the study: This study aims to analyze the technological development of health biotechnology in Brazil in the period from 2007 to 2016.

¹ Mestrado em Ciência da Propriedade Intelectual. Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, SE – Brasil. marcio_nannini@hotmail.com

² Doutor em Engenharia Química. Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, SE – Brasil. amartins@academico.ufs.br

³ Doutora em Engenharia Química. Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão, SE – Brasil. ana.abud@gmail.com

Methodology: The research methodology was based on a quantitative approach with the application of statistical methods aligned with patent analysis. Data collection was carried out on the institutional page of the National Institute of Industrial Property (INPI). The health biotechnology patents were classified according to the definitions presented by the Biotechnology Development Policy (PDB).

Originality/Relevance: This study brings new contributions to the literature on the technological development of biotechnology when dealing with the sectoral level.

Main results: The results obtained showed a total of 503 patents granted, with applications that mostly involve human health (70%). The development of drugs for the treatment of metabolic or endocrinological diseases is notorious, while vaccines have greater applications in the prevention of veterinary diseases. Also, patent ownership belongs mostly to large companies in developed countries.

Theoretical/methodological contributions: The study deepened the understanding of the technological development of biotechnology in Brazil using patent indicators and allowed us to understand this dynamic in the sectorial context involving health.

Social/managerial contributions: The statistics of patents in health biotechnology can assist policymakers in practices aimed at promoting research, development, and innovation activities with applications in health.

Keywords: Biotechnology. Innovation. Intellectual property.

Resumen

Objetivo del estudio: este estudio tiene como objetivo analizar el desarrollo tecnológico de la biotecnología de la salud en Brasil en el período de 2007 a 2016.

Metodología: la metodología de investigación se basó en un enfoque cuantitativo con la aplicación de métodos estadísticos alineados con el análisis de patentes. La recolección de datos se realizó en la página institucional del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI). Las patentes de biotecnología en salud se clasificaron de acuerdo con las definiciones presentadas por la Política de Desarrollo de Biotecnología (PDB).

Originalidad/Relevancia: este estudio aporta nuevas contribuciones a la literatura sobre el desarrollo tecnológico de la biotecnología cuando se trata del nivel sectorial.

Resultados principales: los resultados obtenidos arrojaron un total de 503 patentes otorgadas, con solicitudes que en su mayoría involucran la salud humana (70%). Es notorio el desarrollo de fármacos para el tratamiento de enfermedades metabólicas o endocrinológicas, mientras que las vacunas tienen mayores aplicaciones en la prevención de enfermedades veterinarias. Además, la propiedad de las patentes pertenece principalmente a grandes empresas de países desarrollados.

Contribuciones teóricas-metodológicas: el estudio profundizó la comprensión del desarrollo tecnológico de la biotecnología en Brasil utilizando indicadores de patentes y permitió comprender esta dinámica en el contexto sectorial que involucra la salud.

Contribuciones sociales/de gestión: las estadísticas de patentes en biotecnología sanitaria pueden ayudar a los responsables políticos en las prácticas destinadas a promover actividades de investigación, desarrollo e innovación con aplicaciones en salud.

Palabras-clave: Biotecnología. Innovación. Propiedad intelectual.

1 Introdução

A biotecnologia tem papel estratégico para o desenvolvimento brasileiro, promovendo avanços em diferentes setores produtivos, especialmente na saúde, a qual tem apresentado o maior impacto (Florêncio et al., 2020a). A importância da biotecnologia pode ser observada na infinidade de aplicações para promover saúde e bem-estar à população. O sucesso da biotecnologia em atrair capital de risco e criação de empresas foi motivado, em grande parte,

porque os novos conhecimentos desenvolvidos nos laboratórios tiveram êxito em encontrar aplicações comerciais quase que imediatas no mercado (Kolympiris, Kalaitzandonakes & Miller, 2014). Aliado a isso, boa parte do que é desenvolvido em pesquisa aplicada resulta em produtos e/ou processos patenteados.

A propriedade intelectual tem papel relevante para o desenvolvimento da biotecnologia. Em economias emergentes, as patentes funcionam como um instrumento de atração de investimentos, de estímulo ao desenvolvimento tecnológico e de introdução de inovações no país (Aguiar, Bastos Filho & Kiyuna, 1994). A patente é um título temporário concedido pelo Estado a fim conferir direito exclusivo sobre uma invenção. A legislação brasileira determina que uma patente precisa atender aos requisitos de novidade, atividade inventiva, aplicação industrial e suficiência descritiva (Brasil, 1996; INPI, 2015). Além disso, as patentes são uma fonte de informação valiosa que podem ser usadas para o planejamento das atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I), gerenciamento da propriedade intelectual e para estudar as mudanças e o desenvolvimento tecnológico em nível setorial (Tseng et al., 2011).

Os estudos dedicados a estudar as mudanças tecnológicas e inovação no setor de biotecnologia no Brasil comumente usam dados de patentes (Dias et al., 2012; Costa et al., 2012; Mendes, Borher & Lage, 2013; Costa, Florêncio & Oliveira Jr., 2018; Florêncio et al. 2020a). Esses estudos abordam uma compreensão ampla e generalista da biotecnologia, sem apresentar uma discussão a nível setorial. Portanto, pretendemos contribuir com a literatura sobre o tema, abordando o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia no Brasil com foco no setor de saúde. Com isso, definiu-se a questão de pesquisa: como ocorre o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil?

Diante desse contexto, este trabalho teve por objetivo analisar o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil no período de 2007 a 2016. O artigo está organizado em cinco seções. A primeira seção aborda a contextualização e relevância da presente pesquisa. A segunda parte explora a fundamentação teórica que apresenta o conceito e as características da biotecnologia, bem como sua aplicação no mercado de saúde. Em seguida, tem-se a metodologia que compreende todos os procedimentos utilizados para realização do estudo. Na quarta seção, apresenta-se e discute-se o desenvolvimento da biotecnologia para a saúde no Brasil com base nos dados de patentes. Por fim, a última seção trata das considerações finais do estudo com reflexões relativas à biotecnologia para a saúde e novas direções de estudos.

2 Biotecnologia

A Biotecnologia foi definida, pela primeira vez, em 1919 por Karl Ereky, engenheiro agrícola húngaro, como a ciência dos métodos que permite uso de organismos vivos em uma determinada matéria-prima para a obtenção de novos produtos (Fári & Kralovánszky, 2006 apud Almeida, Amaral & Lobão, 2011). A partir desse período, surgiram diversas definições para o termo biotecnologia, que variam em função de cada autor, situação, tempo e lugar em que esteja sendo estudado.

A Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica, que conta com 193 países signatários, entre eles o Brasil, estabelece, em seu Art. 2, que os processos biotecnológicos englobam “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (CBD, 1992, não paginado). Essa definição foi posteriormente incorporada à política brasileira de desenvolvimento da biotecnologia (Brasil, 2007).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a biotecnologia se refere à “aplicação da ciência e tecnologia aos organismos vivos, bem como suas partes, produtos e modelos, para alterar materiais vivos ou não vivos para a produção de conhecimento, bens e serviços” (OECD, 2005, p. 9). Knockaert et al. (2015) citam que a biotecnologia diz respeito à utilização de organismos, sistemas ou processos biológicos no meio industrial, com impacto direto em diversos setores da economia, tais como saúde, agricultura, processamento de alimentos e bebidas, recursos naturais, meio ambiente e processamento industrial.

Para Foley (2016), a biotecnologia pode ser compreendida como um conjunto de disciplinas, como engenharia química, biologia e física, inter-relacionadas na construção de novos conhecimentos. Entre as novas áreas da biotecnologia, o autor destaca a bioinformática, que reúne aspectos da biologia e ciências da computação, e a nanociência, que combina partes da física e da química. Essa característica interdisciplinar da biotecnologia tem possibilitado que pesquisadores trabalhem com diferentes abordagens e cruzem as fronteiras entre as disciplinas de forma a desenhar novas aplicações comerciais e contribuir com o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I).

De maneira geral, as definições apresentadas são generalistas e não fazem distinção entre as técnicas tradicionais (como a fermentação de microrganismos) e as técnicas modernas da biotecnologia (como a tecnologia do DNA recombinante). Além disso, Miller e Young (1987) apud Miller (2007) alertam sobre as dificuldades em definir o termo biotecnologia, uma

vez que este é ambíguo e pode gerar muitas interpretações equivocadas. Eles sugerem evitar usar a palavra “biotecnologia” e adotar expressões mais específicas e descritivas, principalmente quando se tratar das questões de regulamento na área.

Visando superar esse viés, a OECD (2005) desenvolveu uma definição baseada em uma lista de técnicas e áreas de estudos que compreende os diferentes tipos de biotecnologias modernas, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Lista de técnicas da biotecnologia moderna

DNA/RNA	Genômica, farmacogenômica, sondas gênicas, engenharia genética, sequenciamento, síntese e amplificação de DNA/RNA, perfil de expressão gênica e uso de tecnologia antissenso.
Proteínas e outras moléculas	Sequenciamento, síntese e engenharia de proteínas e peptídeos (incluindo hormônios de alto peso molecular), métodos de endereçamento de drogas de alto peso molecular, proteômica, isolamento e purificação de proteínas, sinalização e identificação de receptores celulares.
Engenharia e cultura de células e tecidos	Cultura de células e tecidos, engenharia de tecidos (inclui engenharia biomédica), fusão celular, vacinas e estimulantes do sistema imune, manipulação de embriões.
Técnicas de processamento biotecnológico	Fermentação com biorreatores, bioprocessamento, biolixiviação, biorremediação, biofiltração e fitorremediação.
Vetores gênicos e de RNA	Terapia gênica e vetores virais.
Bioinformática	Construção de bases de dados genômicos e de seqüências proteicas, modelagem de sistemas biológicos complexos, incluindo biologia de sistemas.
Nanobiotecnologia	Aplicação de ferramentas e processos de nano e microfabricação para construção de dispositivos para o estudo de sistemas biológicos e aplicações na liberação de drogas, diagnóstico etc.

Fonte: OECD, 2005.

Assim, em 2008, a Organização da Indústria de Biotecnologia Americana (BIO) delimitou os processos biotecnológicos como “a utilização de processos celulares e biomoleculares na solução de problemas e na geração de produtos” (BIO, 2008, p. 1), sinalizando uma ruptura com os conceitos generalistas extensamente encontrados na literatura.

A biotecnologia moderna caracteriza-se pela manipulação de espécies vegetais e animais para a obtenção de novas variedades não encontradas na natureza por meio de técnicas não naturais de seleção, transformação genética e otimização fisiológica. As modificações podem ser advindas de técnicas de engenharia genética ou meramente funcionais, em que é possível aproveitar e viabilizar propriedades especiais de células e tecidos (Valle, 2005). Ademais, Cribb (2004, p. 171-712) exemplifica algumas das principais técnicas da biotecnologia moderna como:

uso da biotecnologia moderna, entendida como conjunto de técnicas, incluindo a transgenia, os processos enzimáticos, os métodos de exploração de microrganismos, a micropropagação, os processos profiláticos, a cartografia genética, a clonagem, os métodos de diagnóstico, os métodos de fecundação in vitro e a transferência de embrião.

Em adição, Costa (2012) destaca que a biotecnologia apresenta os estágios tradicional e intermediário de nível tecnológico. O nível tradicional envolve a fermentação de microrganismos, a produção de biogás, as proteínas microbianas, as fermentações mistas ou naturais e os produtos de baixo valor agregado, enquanto que o nível intermediário compreende as tecnologias um pouco mais complexas, a exemplo das técnicas de fermentação enzimáticas, culturas de tecidos, dentre outras.

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 (Florêncio et al., 2020a). Segundo Amaral et al. (2020), a genética humana, a inteligência artificial, a robótica e a impressão 3D são tecnologias promissoras com soluções inovadoras na Biotecnologia, podem gerar uma nova trajetória tecnológica e exigir o reposicionamento de empresas e profissionais do setor.

Nessa linha, o governo brasileiro estabeleceu quatro áreas setoriais (saúde humana, agropecuária, industrial e ambiental) para o desenvolvimento da bioindústria nacional. Esse artigo foca o setor de saúde que compreende tanto a saúde humana quanto animal, segundo as definições apresentadas na PDB (Brasil, 2007).

2.1 Biotecnologia para a saúde

A PDB estabelece quatro áreas prioritárias (vacinas, hemoderivados, biomateriais, kits diagnósticos) para o segmento de saúde humana. Entre as tecnologias alvo deste eixo de atuação, destacam-se: (1) hormônio de crescimento humano e bovino (somatotrofina); (2) insulina humana; (3) somatostatina; (4) FSH – hormônio folículo estimulante humano e bovino; (5) toxina botulínica; (6) novas biomoléculas e fármacos, por rota biotecnológica, para doenças virais e negligenciadas; (7) novos insumos e medicamentos, obtidos por rota biotecnológica, voltados a focos terapêuticos; (8) antibióticos, antifúngicos e antitumorais por rota biotecnológica; (9) entre outros (Brasil, 2007).

É importante mencionar que as áreas priorizadas no campo da saúde humana podem colaborar com as áreas de fronteiras da biotecnologia, como genômica, pós-genômica,

proteômica, nanobiotecnologia, células-tronco e neurociência, com vista à obtenção de produtos industriais de alto valor agregado e com potencial para criação de novos mercados nacionais e internacionais (Brasil, 2007).

A área setorial de saúde humana é estratégica para o desenvolvimento nacional, pois a importação de produtos de base biotecnológica e farmacêutica é elevada e dispendiosa. De acordo com Vargas et al. (2012), as importações desses produtos têm provocado um déficit na balança comercial, superando US\$ 1,7 bilhão em 2005 para US\$ 3,7 bilhões em 2011. Para Santos (2019), o sistema de patentes é um instrumento que incentiva as indústrias farmacêuticas a investirem em P,D&I. Isto pode contribuir com o alcance dos objetivos industriais do Brasil.

Rezaie et al. (2008) destacaram que as Pequenas e Médias Empresas (PME) brasileiras do setor de biotecnologia em saúde têm atuado fortemente sobre as necessidades locais de saúde e doenças mais amplamente negligenciadas. Além disso, um punhado das PME analisadas pelos autores está comercializando e/ou desenvolvendo terapias inovadoras. A Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A e a Pele Nova Biotecnologia S/A, ambas com sede em São Paulo, por exemplo, comercializam produtos fitoterápicos utilizados para inflamação e lesões cutâneas, respectivamente, e várias outras empresas estão desenvolvendo produtos originados da biodiversidade brasileira.

Reis et al. (2009) abordaram as principais técnicas e aplicações da biotecnologia para a saúde humana, enfatizando quatro grupos de produtos de saúde que usam técnicas biotecnológicas em sua produção. O primeiro grupo é composto por substâncias terapêuticas de base biotecnológica, em especial as proteínas recombinantes, anticorpos monoclonais, genes e células-tronco para uso terapêutico. O segundo concentra os biofármacos fabricados por rota biotecnológica. O terceiro são os reagentes e kits utilizados em diagnósticos de análises clínicas. Outro grupo é composto por vacinas preventivas e terapêuticas.

Aliado a isso, Florencio et al. (2017) apontaram que a nanobiotecnologia é um segmento promissor para a saúde humana, propondo avanços nas áreas de biofármacos, preparações medicinais, cosméticos, microbiologia e engenharia de biomateriais. Já o campo da saúde animal envolve vacinas, fármacos, kits diagnósticos e probióticos com base em informações genômicas, entre outras tecnologias (Brasil, 2007).

Florêncio et al. (2020a) demonstraram que a rede de colaboração da biotecnologia para a saúde é pouco densa com uma fraca parceria entre os diferentes tipos de titulares de patentes (por exemplo, empresa, universidade e instituição pública), mas esse cenário poderá mudar nos próximos anos com a expansão das políticas de fortalecimento da relação universidade-

empresa. Almeida e Costa (2019) identificaram que empresas de base tecnológicas do setor de biotecnologia desenvolvem capacidades relacionais nas alianças estratégicas para inovação. Essas redes interorganizacionais podem gerar o desenvolvimento de novos produtos e diferenciais competitivos em um mercado cada vez mais dinâmico.

Menezes (2020) identificou que a convergência tecnológica existente entre biotecnologia e nanotecnologia é voltada originalmente para projetos de produtos biotecnológicos principalmente para o setor de saúde. A pesquisa e inovação em biotecnologia promove avanços pioneiros na prática de medicina, fornecendo diversos tratamentos emergentes (incluindo, terapia gênica, células-tronco, nanomedicina) que afetam, significativamente, a saúde da população (Mozafari, Tariverdian, & Beynaghi, 2020).

3 Metodologia

Para atingir o objetivo deste estudo, foi realizada uma análise documental das patentes concedidas na área de biotecnologia para a saúde pelo INPI no período de 2007 a 2016. O recorte temporal dos dados leva em consideração um período de 10 anos a partir da aprovação em 2007 da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB). A pesquisa baseada em documentos extrai deles toda a análise, organizando-os e interpretando-os conforme os objetivos definidos (Pimentel, 2001).

A primeira etapa da pesquisa consistiu na recuperação das patentes da biotecnologia para a saúde a partir do site institucional do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Para a coleta dos dados, foram usados os 30 códigos Classificação Internacional de Patente (CIP) da biotecnologia definidos pela OECD (2005), juntamente à CIP de nanobiotecnologia ou nanomedicina (B82Y5/00). A partir da busca avançada, foram identificadas 976 patentes da biotecnologia concedidas no período de 2007 a 2016. Esses documentos foram classificados na área de biotecnologia para a saúde segundo as definições da PDB (Brasil, 2007).

Na segunda etapa, foi realizada a análise das informações dos documentos de patentes em relação as variáveis ano de concessão, *backlog*, período de vigência da patente, distribuição geográfica, titular, inventor, domínios e aplicações tecnológicos. Esses dados refletem indicadores patentários baseados em técnicas bibliométricas. As bases de dados de patentes podem ser usadas para analisar a produção tecnológica envolvendo a biotecnologia (Florencio et al., 2020), e representam uma valiosa fonte de informação, relativa a conhecimentos tecnológicos que não estão disponíveis em outras fontes (Vanderlei, Quoniam, & Kniess, 2020).

A patentometria é uma área transdisciplinar dedicada à interpretação de cenários obtidos pela análise de dados de patentes (Speziali & Nascimento, 2020). Estudos patentométricos produzem resultados e indicadores para a avaliação do desenvolvimento tecnológico de determinada área do conhecimento, instituição ou país (Santos et al., 2019). Na análise dos dados, foram utilizados os *softwares* Ucinet, Netdraw (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002) e MapChart (<http://mapchart.net>) que permitiram a construção de mapas e grafos.

4 Resultados e discussão

Nesta etapa do estudo, analisaram-se as patentes na área de biotecnologia para a saúde depositadas no INPI, efetivamente concedidas no período de 2007 a 2016. É importante destacar que, nessa pesquisa, considerou-se a biotecnologia para a saúde como uma área dedicada ao uso de técnicas biotecnológicas para geração de produtos, processos e/ou insumos destinados à saúde humana e/ou animal.

A produção tecnológica em biotecnologia para a saúde foi classificada em três grandes eixos de atuação: saúde humana, saúde animal e insumos. O segmento de saúde humana concentra a maior parte das patentes identificadas no estudo, com 70%. Isso, talvez, seja reflexo de políticas governamentais que transformaram a saúde humana em um setor estratégico para o desenvolvimento da bioindústria brasileira (Brasil, 2007).

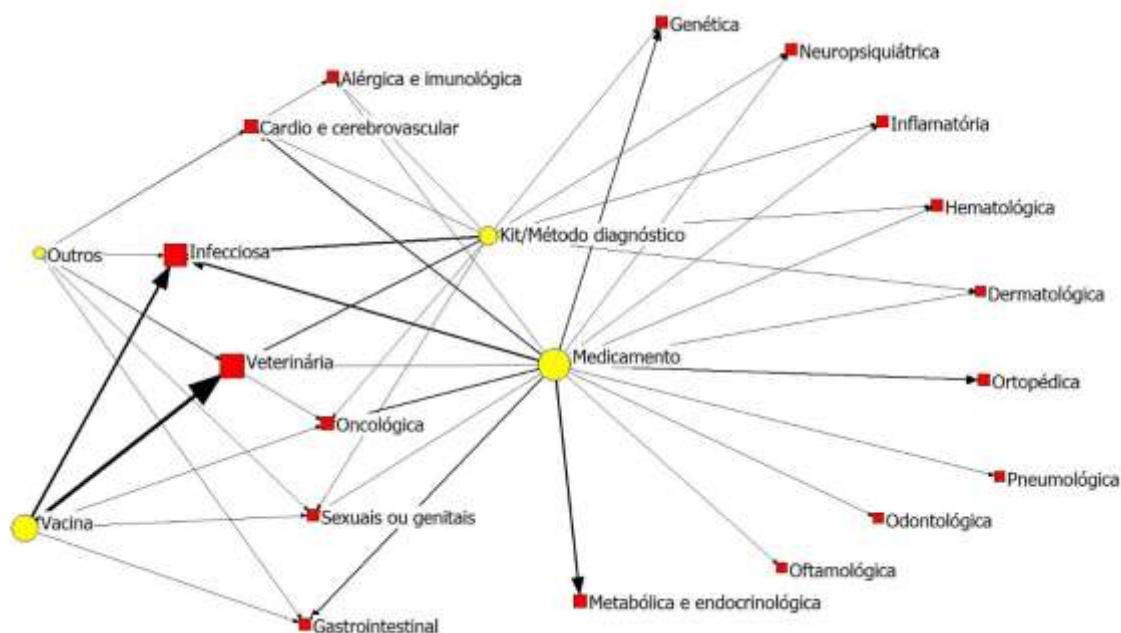
Nessa linha, várias pequenas e médias empresas privadas, instituições de pesquisas e universidades vêm reunindo esforços para desenvolver e/ou fornecer produtos de saúde para o consumo humano (Rezaie et al., 2008). Outro fato observado é um número significativo de patentes (9%) com aplicação tanto na saúde humana quanto na saúde animal e um pequeno número de tecnologias (3%) destinado a insumos biotecnológicos, que compreendem meios de culturas, kits para extração de DNA, sistemas de liberação de substâncias etc.

Com vista a obter um panorama mais detalhado das aplicações das patentes em biotecnologia para a saúde, foram classificadas as tecnologias patenteadas de acordo com o seu uso (medicamento, vacina ou kit/método diagnóstico) e quanto à área de doença que visam solucionar (Figura 1). Destaca-se que os nós vermelhos tratam do tipo de doença, enquanto os nós amarelos dizem respeito ao tipo de tecnologia (medicamento, kit/método diagnóstico e vacina). Além disso, as setas mais intensas indicam uma alta relação entre os nós.

Verifica-se um número significativo de patentes voltadas para as doenças veterinárias (23%), seguido por doenças infecciosas (22%) e metabólicas ou endocrinológicas (6%). No campo das doenças veterinárias, observam-se diferentes aplicações, com predominância para a

produção de vacinas (80% do total de documentos voltados para o tema). Ainda foi possível constatar que boa parte dessas vacinas visa à prevenção específica de infecções em animais do tipo suíno (16%), bovino (8%) e canino (7%).

Figura 1 – Mapa das doenças e aplicações envolvendo patentes da biotecnologia para a saúde no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

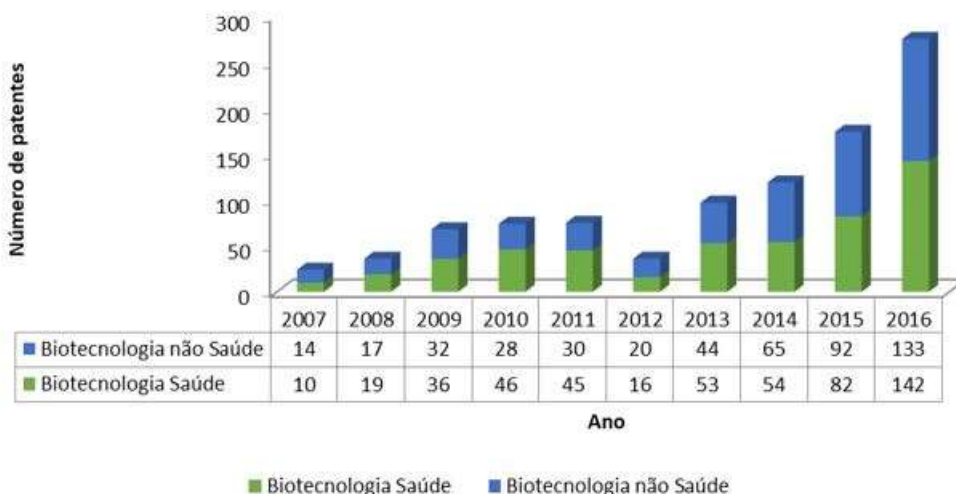
No que diz respeito especificamente às doenças metabólicas (4%), observou-se o patenteamento somente de medicamentos voltados, na sua grande maioria (81%), para o tratamento da diabetes. Isto reflete tanto uma preocupação local quanto global, haja visto que o número de casos de diabetes tem crescido de forma alarmante. Estima-se que 422 milhões de adultos viviam com diabetes em 2014, contra 108 milhões em 1980. Aliado a isso, a prevalência dos casos tem aumentado mais em países de baixa e média renda do que em países de alta renda (WHO, 2016).

Ao todo foram identificadas 503 patentes em biotecnologia para a saúde concedidas no Brasil no período de 2007 a 2016. As maiores proporções de patentes concedidas referem-se à biotecnologia e saúde, conforme Figura 2. A produção tecnológica da biotecnologia para a saúde corresponde a um pouco mais da metade das patentes concedidas em biotecnologia pelo INPI no período analisado. Constatou-se, ainda, evolução anual no número de concessões de patentes voltado à saúde, com uma queda no ano de 2012. Essa redução na concessão de patentes, também, ocorreu em outras áreas da biotecnologia e, possivelmente, está associada à

implementação do sistema eletrônico de patentes que reduziu a produtividade dos examinadores (Matias-Pereira, 2011; Florencio et al., 2020).

O crescente número de patentes em biotecnologia para a saúde pode ser associado à expansão dos programas de pós-graduação na área, os quais têm vinculado a defesa de dissertação e teses a pedidos de depósitos de patentes (Costa, Florencio & Oliveira Júnior, 2018). Aliado a isso, o Brasil apresenta um grande mercado na área de saúde, com demanda ascendente por produtos de base biotecnológica, tais como os medicamentos e insumos farmoquímicos, que geraram um déficit na balança comercial de quase US\$ 5 bilhões em 2011 (Freire, Golgher & Callil, 2014).

Figura 2 – Relação da evolução temporal da produção tecnológica da biotecnologia para a saúde e não saúde no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

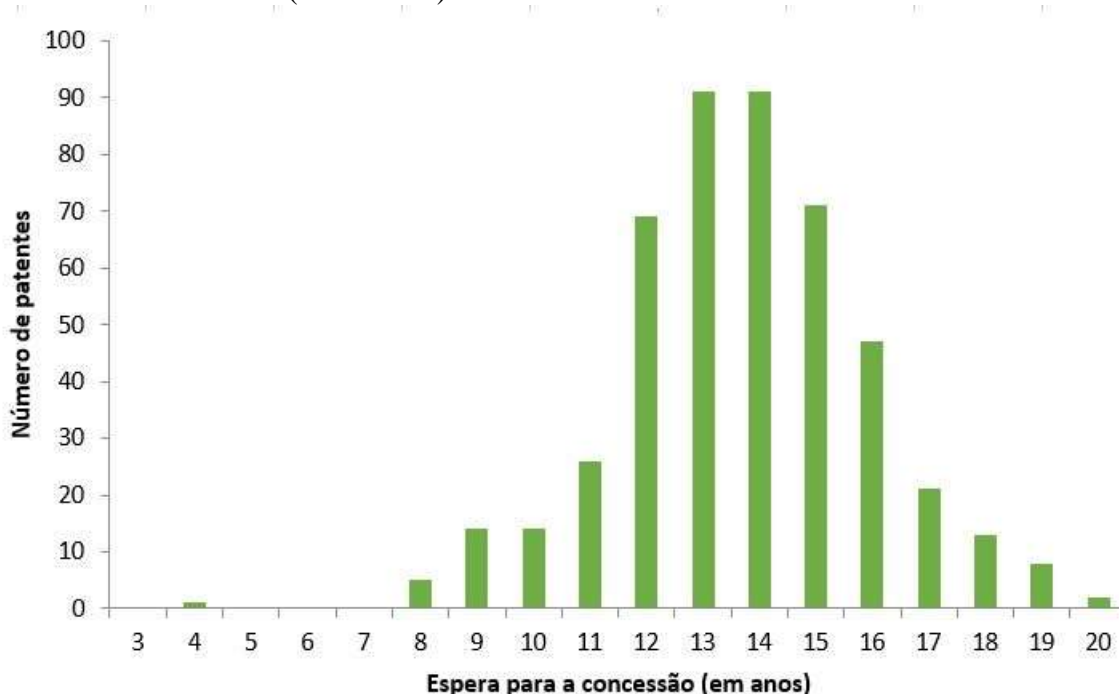
Frisa-se que o número de patentes concedidas poderia ser, ainda, maior, se não fosse pelo imenso atraso na análise dos pedidos. No caso da biotecnologia para a saúde, a média do período de análise de patentes (13,2 anos) revelou-se superior à média geral da biotecnologia (10,6 anos). Isso se deve, em grande parte, às patentes farmacêuticas que passam pela análise conjunta da ANVISA e do INPI. Contudo, medidas foram tomadas como a Portaria Conjunta n.º 1, de 12 de abril de 2017 assinada pelos órgãos para acelerar o processo de exame.

A patente com o mais longo período de processamento (número do pedido: PI 9607171-0) trata-se de uma composição farmacêutica com o uso de um anticorpo monoclonal no diagnóstico e tratamento da psoríase. A patente foi depositada pelo Centro de Imunologia Molecular de Cuba em 1996 e somente recebeu a concessão em 2016. É importante lembrar que o pedido dessa patente sofreu diversas exigências baseadas nos Art. 24, 25, 229-A, 36 da

LPI pelo INPI e no Art. 31 da mencionada lei pela ANVISA, o que prolongou o período de análise da patente. Isto revela as fragilidades na redação dos pedidos patentes que necessitam estar mais alinhadas as exigências legais.

A Figura 3 apresenta a distribuição do período para a concessão de patentes em biotecnologia para a saúde no Brasil. A maioria das patentes (85,2%) foi concedida entre 11 e 18 anos, enquanto uma minoria (1,3%) foi concedida entre 3 a 7 anos, o que corresponde a um período superior ao observado nos grandes escritórios de patentes do mundo (Mejer; Van Pottelsbergue De La Potterie, 2011).

Figura 3 – Distribuição do tempo para concessão de patentes da biotecnologia para a saúde no Brasil (2007-2016)



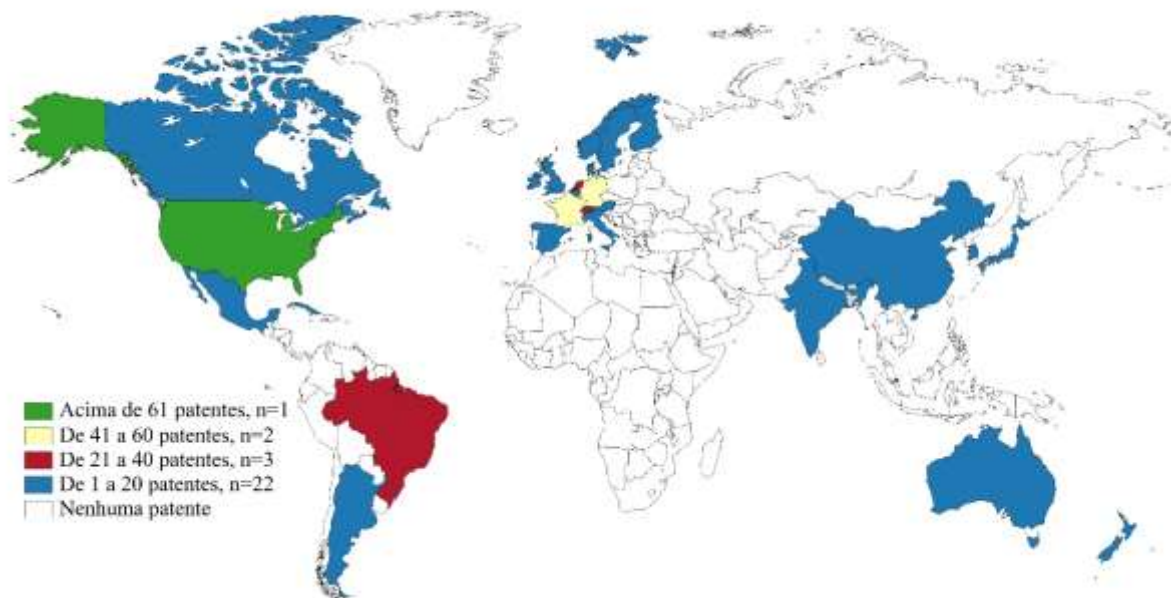
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A análise dos *status* das patentes em biotecnologia para a saúde no Brasil mostrou que a maioria (85,8%) está vigente. Quanto às demais patentes, foi observado que: a) 10,2% foram extintas pela falta de pagamento da retribuição anual; b) 3,8% das patentes extinguiram-se pela expiração do prazo de vigência ou pela renúncia do titular; e c) uma patente foi extinta por não ter sido atendido qualquer dos requisitos legais (Art. 50 inciso I da LPI).

As patentes podem ser analisadas de acordo com a sua distribuição continental e em relação ao país de origem de desenvolvimento da tecnologia protegida. Esse tipo de análise é útil para observar as regiões mais produtivas. A posição geográfica dos países de origem com

patentes concedidas em biotecnologia para a saúde no Brasil compreende quase todos os continentes, com exceção da África (Figura 4).

Figura 4 – Mapa dos países de origem com patentes concedidas em biotecnologia para a saúde no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A América concentra o maior número de patentes, com 47%, seguida da Europa (44,6%), Ásia (7,6%) e Oceania (0,8%). Os dois principais continentes reúnem, isolados, 91,6% das patentes concedidas. Ao todo foram contabilizados 28 países de origem com patentes em biotecnologia para a saúde no Brasil. Um quarto dessa população é composto por sete países, que detêm a propriedade de 78,6% das patentes que compõem o estudo: Estados Unidos (34,7%), Alemanha (11,0%), França (9,5%), Brasil (8,0%), Suíça (7,6%), Holanda (4,4%) e Canadá (3,4%). O maior percentual de concessões de patentes em biotecnologia para a saúde (92%) são de titularidade de não residentes.

Por sua vez, a Figura 5 retrata a produtividade de cada Estado brasileiro na área de biotecnologia e saúde. Observa-se uma forte concentração da produção tecnológica em biotecnologia para a saúde na região Sudeste com 85%. O Estado de São Paulo acumula 51% das patentes concedidas, seguido pelo Rio de Janeiro (21%) e Minas Gerais (13%).

Nesse contexto, destaca-se o relevante papel exercido pelas universidades e institutos de pesquisa, com o apoio das agências de fomento. No Estado de São Paulo, as patentes em biotecnologia para a saúde se distribuem entre a titularidade de universidades (60%), empresas

privadas (25%) e institutos de pesquisa (15%). A Universidade São Paulo (USP) detém a propriedade da maioria patentes concedidas (30%), sendo a maior parte destas (67%) financiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Figura 5 – Distribuição das patentes concedidas em biotecnologia para a saúde pelas unidades federativas no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No Rio de Janeiro, a totalidade das patentes é de titulares de universidades e institutos de pesquisa. A Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), instituição com o maior número de patentes na área (63%), desenvolveu vacinas e kits diagnósticos para a prevenção de infecções e outras doenças. Nesse ponto, é oportuno destacar a atuação do Instituto de Tecnologia em Fármacos (farmanguinhos) que vem desenvolvendo pesquisa e desenvolvimento de fármacos e medicamentos como foco em mais saúde para a população brasileira (Farmanguinhos, 2019). Em Minas Gerais, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) concentra 100% das

patentes do Estado e tem patenteado um número significativo de biotecnologias relacionada à saúde animal.

De acordo Torres-Freire, Golgher e Callil (2014), essa concentração regional da Ciência e Tecnologia no Brasil revelam uma subutilização da capacidade, diversidade e conhecimento local para o desenvolvimento da saúde humana, mas, por outro lado, pode favorecer o aprendizado via proximidade física e institucional, além da criação de empresas em centros regionais especializados.

O cenário nacional no patenteamento em biotecnologia para a saúde configura-se por uma forte presença do setor público (78%). Em contrapartida, as empresas privadas apresentaram um baixo desempenho (18%) em desenvolver invenções. Essas características são diferentes dos sistemas de inovação de países desenvolvidos, os quais a indústria se sobressaem como um importante indutor de inovações.

A maioria das patentes em biotecnologia para a saúde tem como titular empresas privadas (87%), seguida pelas universidades (12%), instituições de públicas (5%) e pessoa física (1%). Salienta-se que boa parte das empresas privadas com patentes em biotecnologia para a saúde (98,2%) é estrangeira, principalmente empresas americanas. Essa predominância de empresas privadas reflete tendências globais, nas quais se observam uma redução das patentes universitárias nas economias mais avançadas (Leydesdorff & Meyer, 2010).

Ao todo foram identificados 319 titulares de patentes em biotecnologia e saúde no período de 2007 a 2016, sendo a maioria deles (75,1%) detentora de, somente, uma patente, enquanto que os demais (24,9%) detêm a propriedade de duas ou mais patentes. A Tabela 1 apresenta as 10 principais instituições titulares de patentes em biotecnologia para a saúde identificadas no estudo. Todas apresentaram um percentual de patentes acima de 1,5%. Quanto aos demais titulares, verificou-se um percentual de 76,9% de participação em relação à totalidade das patentes recuperadas.

Tabela 1 – Principais titulares de patentes da biotecnologia para a saúde no Brasil (2007-2016)

Nome do titular	País	N.º de patentes	% total de patentes
Merial	França	17	3,4
Zoetis	Estados Unidos	15	3,0
F. Hoffmann-La Roche	Suíça	13	2,6
Intervet International B.V	Holanda	13	2,6
Sanofi-Aventis	Alemanha	11	2,2
Boehringer Ingelheim	Alemanha	10	2,0
Bayer Corporation	Estados Unidos	10	2,0
Genentech	Estados Unidos	10	2,0
Glaxosmithkline Biologicals	Bélgica	9	1,8
Novartis	Suíça	8	1,6
Total		116	23,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

No *top 10* dos titulares de patentes, encontram-se grandes empresas multinacionais com sede nos Estados Unidos e em alguns países da Europa. Embora essas empresas apresentem atuação em mais de um país, considerou-se como país de origem a nacionalidade atestada nos documentos de patentes pelos titulares. A instituição Merial, com o maior número de patentes na área (3,4% da produção total), possui uma forte atuação no segmento da medicina veterinária, por meio do patenteamento de vacinas para prevenção de diversas infecções. A Zoetis, segunda do ranking, segue a mesma linha de atuação da Merial. Já a Hoffmann-La Roche, empresa suíça, apresentou um portfólio de patentes mais diversificado, com produtos farmacêuticos voltados a saúde humana.

Esses resultados são semelhantes ao estudo de Stezano (2019) que observou que a indústria mexicana de biotecnologia que é dominado por corporações transnacionais com sede geralmente nos Estados Unidos. Isto parece ser uma tendência de países da América Latina onde o sistema de patentes tem favorecido as estratégias de grandes empresas do setor.

Nessa linha, verificou-se que há cerca de 1.516 inventores, com, pelo menos, uma patente concedida na área. Jean-Christophe Audonnet, pesquisador com o maior número de invenções (11 patentes), é vinculado à empresa Merial, onde desenvolveu vacinas veterinárias para o combate de diversas infecções. Os demais inventores obtiveram entre quatro ou cinco patentes. Cabe, ainda, ressaltar que os principais inventores mantêm parcerias entre si, elemento que tem colaborado para aumentar o número de patentes.

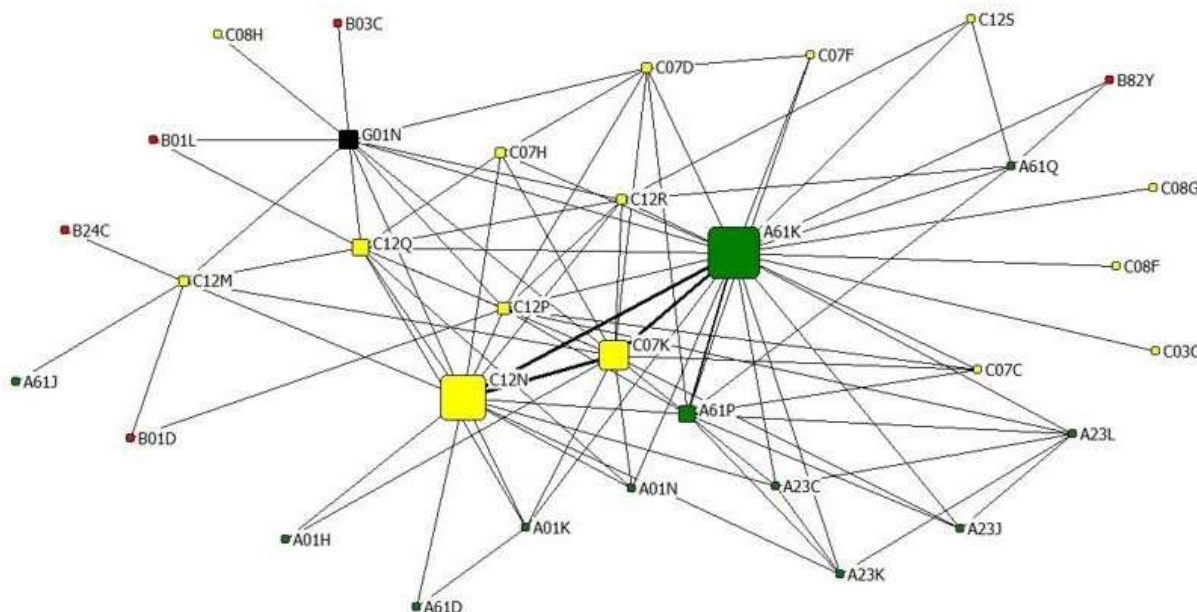
A análise de coinvenção mostrou que a maioria das patentes em biotecnologia para a saúde (74,2%) possui entre um e quatro inventores e que 3,4% dos documentos contêm acima de dez inventores. A área de biotecnologia e saúde no Brasil apresenta uma média 3,6 inventores por patente, sendo o número máximo de coinvenção de 19 inventores por patente e o mínimo de um único inventor por documento. A patente que se destaca pela expressiva

quantidade de inventores (19 inventores) foi depositada no ano de 1995, pela empresa Vertex Pharmaceuticals, e trata de um composto e composição farmacêutica para o tratamento de doenças inflamatórias, infecções, entre outras enfermidades.

A Figura 6 apresenta o mapa de interação dos códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) em biotecnologia e saúde. Os nós de forma quadrada e de cor verde representam a área de necessidades humanas (seção A), os nós em vermelho, a área de operações de processamento e transporte (seção B), os nós em amarelo, a área de química e metalurgia (seção C) e os nós na cor preta dizem respeito à área de física (seção G). O tamanho dos nós representa a frequência que os códigos CIP aparecem em documentos de patentes, enquanto as linhas mais intensas demonstram um maior grau de interação.

Nota-se, consoante Figura 6, que as áreas (seções) mais frequentes nas patentes foram as seções A e C. Dos 1.715 códigos CIP identificados no estudo, 495 estão relacionados à subclasse A61K, com 28,9% de frequência, seguido por C12N (25,0%) e C07K (14,9%), com 429 e 256 códigos, respectivamente.

Figura 6 – Mapa de interações dos códigos CIP da biotecnologia para a saúde no Brasil (2007-2016)



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A área de biotecnologia para a saúde apresenta uma média de 3,62 códigos CIP por documento de patente, sendo 13 o máximo de códigos por patente e o mínimo um único código por documento. Em relação às classificações analisadas, os códigos A61K e C12N estabelecem um par claro de interação, de maneira que evidencia que muita biotecnologia classificada na

A61K depende das tecnologias da C12N. Percebe-se, ainda, forte interação entre as classificações C07K e A61K. Essas classificações, em conjunto, são fundamentais para conferir o caráter biotecnológico da invenção.

Esses achados são complementados pela pesquisa de Florencio et al. (2020b) que argumentaram que as patentes de biotecnologia para a saúde comumente reivindicam os processos relativos ao invento, como métodos em geral e métodos diagnósticos. Mas, ainda, foi possível verificar um número significativo de invenções com reivindicações de composição farmacêutica.

5 Considerações finais

Esse estudo permitiu traçar o desenvolvimento tecnológico da biotecnologia para a saúde no Brasil no período de 2007 a 2016. Os resultados demonstraram que as patentes da biotecnologia para a saúde comumente possuem um período de concessão que é superior a uma década. Isto chama atenção para os formuladores de políticas de C,T&I sobre a necessidade de fortalecer o sistema de propriedade intelectual brasileiro. Por outro lado, percebeu-se a relevância da biotecnologia quando se observa a predominância de concessões envolvendo tanto a saúde humana quanto animal. Esses dados refletem uma preocupação global e nacional por soluções tecnológicas cada vez mais efetivas para lidar com os problemas de saúde da população.

Observou-se um forte contraste da titularidade entre as patentes de residentes e não residentes. As patentes de não residentes são, na sua maioria, de propriedade de grandes empresas de economias desenvolvidas (Por exemplo, Estados Unidos, Alemanha e França), enquanto que as patentes de residentes são lideradas pelo setor público, especialmente as universidades. Esses achados relevam que o sistema de inovação brasileiro envolve a biotecnologia para a saúde dependente do papel do governo, que seja por meio de financiamento ou por meio das universidades e institutos de pesquisas. Isto parece ser uma realidade comum para os países da América Latina (Stezano, 2019) e chama atenção para o fortalecimento de políticas de inovação que tenham como pauta a transferência de tecnologia.

De maneira geral, as estatísticas de patentes da biotecnologia para a saúde podem ser úteis na tomada de decisão das práticas que visam ao fomento da P,D&I com ênfase na saúde humana ou animal. Em outras palavras, os resultados gerados podem ser usados como fonte de informação para formuladores de políticas de C,T&I e empresas de biotecnologia que devem

observar a dinâmica de desenvolvimento tecnológico do setor ao definir seus projetos de P,D&I ou políticas de inovação.

Este estudo possui algumas limitações. A base de patentes do INPI não possui a catalogação das referências citadas no documento de patente, o que inviabilizou a análise de citação. Outro ponto refere-se ao fato de que, embora o trabalho assente-se na definição internacional de biotecnologia sugerida pela OECD (2005), é possível que outras patentes da área não tenham sido consideradas. Essas limitações lançam direções de novos estudos que devem considerar o uso de outras bases de dados como *Derwent Innovations. Index, Orbit, Google Patents* ou *PatentScope*, bem como recomenda-se o uso de análise de citação envolvendo dados de patentes de biotecnologia.

Referências

- Aguiar, A. R. C., Bastos Filho, G. S. & Kiyuma, I. (1994). Propriedade intelectual e biotecnologia. *Informações Econômicas*. 24(10), 9-28.
- Almeida, H., Amaral, M. H., & Lobão, P. (2011). Drugs obtained by biotechnology processing. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 47(2), 199-207.
- Almeida, J. M. S., Costa, P. R. (2019). Biotechnology Technology Holders and Their Relational Capabilities for Innovation. *Brazilian Journals of Business*, 1(3), 1124-1141.
- Amaral, C. S. T., de Souza, O., Hilkner de Souza, L., José da Silva, G., & Fatori Trevizan, L. N. (2020). Novos caminhos da biotecnologia: As inovações da indústria 4.0 na saúde humana. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 23(3). <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2020.v23i3.889>.
- Biominas. (2009). *Estudo das Empresas de Biociências – Brasil 2009*. Belo Horizonte: Fundação Biominas.
- Biotechnology Industry Organization (BIO). (2008). *Guide to Biotechnology*, Washington. [acesso em 20 mai 2020]. Disponível em: <https://www.bio.org/sites/default/files/files/BiotechGuide2008.pdf>.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Brasil. Decreto n. 6.041, de 08 de fevereiro de 2007. (2007) Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 8 de fevereiro de 2007*.

- Brasil. Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. (1996). Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 14 de maio de 1996.
- Costa, B. M. G. (2012) *Da Bancada ao bureau: análise do desenvolvimento da biotecnologia no Nordeste brasileiro sob o enfoque de sistema regional de inovação*. [Tese Doutorado em Biotecnologia]. Natal (RN). Rede Nordeste de Biotecnologia, Natal, 2012, 234 p.
- Costa, B. M. G., Florêncio, M. N. S., & Oliveira Júnior, A. M. (2018). Analysis of technological production in biotechnology in northeast Brazil. *World Patent Information*, 52, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2018.01.006>.
- Costa, S.C.C., Neto, A.G., & De Gutiérrez, I.E.M. (2012). Ensino, empresas e patentes em biotecnologia no país. *GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 2 (2), 138-153, doi: 10.7198/geintec.v2i2.32.
- Cribb, A. Y. (2004). Sistema agroalimentar brasileiro e biotecnologia moderna: oportunidades e perspectivas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 21(1), 169-195.
- Dias, F., Delfim, F., Drummond, I., Carmo, A. O., Barroca, T.M., Horta, C.C., & Kalapothakis, E. (2012). Evaluation of Brazilian biotechnology patent activity from 1975 to 2010. *Recent Patents on DNA & Dene Sequences*, 6(2), 145-159, doi:10.2174/187221512801327424.
- Farmanguinhos. (2019). *Relatório de atividades Farmanguinhos 2014-2016*. [acesso em 20 jul. 2020]. Disponível em: <https://www.far.fiocruz.br/wp-content/uploads/2019/07/FAR-relatorio2017-NAVEGAVEL-170619tr.pdf>.
- Florêncio, M. N. S., Abud, A. K. S., Costa, B. M. G., & Oliveira Junior, A. M. (2020a). Análise da produção e colaboração da biotecnologia no Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7) e448974362. doi: 10.3895/rts.v15n37.9697
- Florêncio, M. N. S., Abud, A. K. S., Costa, B. M. G., & Oliveira Junior, A. M. (2020b). The sectoral dynamics of the protection of biotechnology in Brazil. *World Patent Information*, 62, 101984. <http://doi.org/10.1016/j.wpi.2020.101984>
- Florêncio, M. N. S., Miranda, D. P. S. L. Santos, A. C., Dias, C. T., Russo, S. L., & Oliveira Junior, A. M. (2017). Prospecção Tecnológica: um estudo sobre os depósitos de patentes em nanobiotecnologia. *Cadernos de Prospecção*, 10(2), 315-326. doi: 10.9771/cp.v10i2.21453
- Foley, G. (2016). Reflections on interdisciplinarity and teaching chemical engineering on an interdisciplinary degree program in biotechnology. *Education for Chemical Engineers*, 14, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2015.11.002>
- Freire, C. T., Goldher, D. & Callil, V. (2014). Biotecnologia em saúde humana no Brasil: produção científica e pesquisa e desenvolvimento. *Novos Estudos*, 98, 69-93. <https://doi.org/10.1590/S0101-33002014000100005>.

- INPI. *Diretriz de Exame de Pedidos de Patente na Área de Biotecnologia*. 2015. [acesso em 10 jun 2020]. Disponível em: http://www.inpi.gov.br/sobre/arquivos/resolucao_144-2015_-_diretrizes_biotecnologia.pdf.
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria Conjunta n. 1, de 12 de abril de 2017. Regulamenta os procedimentos para a aplicação do artigo 229-C da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, acrescido pela Lei nº 10.196, de 14 de fevereiro de 2001, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 13 abr. 2017. Seção 1, p. 63.
- Knockaert, M., Manigart, S., Cattoir, S., & Verstraete, W. A. (2015). A perspective on the economic valorization of gene manipulated biotechnology: Past and future. *Biotechnology Reports*, 6, 56-60. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2015.01.002>.
- Kolympiris, C., Kalaitzandonakes, N., & Miller, D. (2014). Public funds and local biotechnology firm creation. *Research Policy*, 43(1) 121-137. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.07.012>.
- Leydesdorff, L., Meyer, M. (2010). The decline of university patenting and the end of the Bayh–Dole effect. *Scientometrics*, 83(2) 355-362. doi: 10.1007/s11192-009-0001-6
- Matias-Pereira, J. (2011). A gestão do sistema de proteção à propriedade intelectual no Brasil é consistente? *Revista de Administração Pública*, 45(3), 567-590, doi:10.1590/S0034-76122011000300002.
- Mejer, M., & Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (2011). Patent backlogs at USPTO and EPO: systemic failure vs. deliberate delays. *World Patent Information*, 33, 122-127. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2010.12.004>.
- Mendes, L., Amorim-Borher, B., & Lage, C. (2013). Patent Applications on Representative Sectors of Biotechnology in Brazil: an Analysis of the Last Decade. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(4), 91-102, doi:10.4067/S0718-27242013000500009.
- Menezes, D. F. N. (2020). Bio e nanotecnologia: análise da convergência tecnológica pelas patentes. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, 6(5), 557-578.
- Miller, H. I. (2007). Biotech's defining moments. *Trends in Biotechnology*, 25(2), 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2006.12.001>.
- Mozafari, M., Tariverdian, T., & Beynaghi, A. (2020). Trends in Biotechnology at the Turn of the Millennium. *Recent Patents on Biotechnology*, 14(1), 78-82, doi: 10.2174/1872208313666190924162831
- Organisation For Economic Co-Operation And Development (OECD). A Framework for Biotechnology Statistics. 2005. [acesso em 25 mai. 2020]. Disponível em: <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/34935605.pdf>.
- Pimentel, A. (2001). O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. *Cadernos de Pesquisa*, 114, 179-195.

- Reis, C., Capanema, L. X. L., Palmeira Filho, P. L., Pieroni, J. P., Souza, J. O. B., & Silva, L. G. (2009). Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica. *BNDES Setorial*, 29, 359-392.
- Rezaie, R., Frew, S. E., Sammut, S. M., Maliakkal, M. R., Daar, A. S., & Singer, P. A. (2008). Brazilian health biotech—fostering crosstalk between public and private sectors. *Nature biotechnology*, 26(6), 627-644. <https://doi.org/10.1038/nbt0608-627>.
- Santos, C. R. (2019) *Patente de Invenção e Acesso a Medicamentos em Tecnologias Sanitárias de Alto Custo*. [Tese Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade]. Goiânia (GO). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019, 174 p.
- Santos, F. B., Alves, T. M., Queiroz, D. G. C., Brandão, F. G., Gabriel Júnior, R. F., Moura, A. M. M. (2019). Inovação tecnológica da UFRGS: uma análise da colaboração identificada nas patentes indexadas na base Orbit. In: *CID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 10(2), 92-114, doi: 10.11606/issn.2178-2075.v10i2p92-114.
- Speziali, M. G., Nascimento, R. S. Patentometria: uma ferramenta indispensável no estudo de desenvolvimento de tecnologias para a indústria química. *Química Nova*, 43(10), 1538-1548. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170620>.
- Stezano, F. (2019). Industrial and Innovation Policies in the Mexican Biotechnology Sector. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 19, 123-140. <http://doi.org/10.1007/s10842-018-0281-8>.
- Torres-Freire, C., Golgher, D., Callil, V. (2014). Biotecnologia em Saúde Humana no Brasil: produção científica, pesquisa e desenvolvimento. *Novos Estudos*, 98, 69-93. <http://doi.org/10.1590/S0101-33002014000100005>.
- Tseng, F. M., Hsieh, C. H., Peng, Y. N., & Chu, Y. W. (2001). Using patent data to analyze trends and the technological strategies of the amorphous silicon thin-film solar cell industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 332-345. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.10.010>
- United Nations Convention On Biological Diversity (CBD). Article 2. Use of Terms, 1992. [acesso em 25 mai. 2020]. Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/text/>.
- Vale, M. G. (2005). *O sistema nacional de inovação em biotecnologia no Brasil: Possíveis cenários*. [Tese]. Campinas (SP). Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005, 249p.
- Vanderlei, C., Quoniam, L., Kniess, C. (2020). Patent technometry by mind maps: a study on the recycling of waste electrical and electronic equipment. *International Journal of Innovation*, 8(1), 77-100. <http://dx.doi.org/10.5585/iji.v8i1.375>.
- Vargas, M., Gadelha, C. A. G, Costa, L. S., & Maldonado, J. (2012). Inovação na indústria química e biotecnológica em saúde: em busca de uma agenda virtuosa. *Revista Saúde Pública*, 46(1), 37-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102012000700006>.

World Health Organization (WHO). *Global report on diabetes* 2016. WHO: Geneva, Switzerland, 2016. [acesso em: 12 jan 2020]. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204871/1/9789241565257_eng.pdf.