

BIOTECNOLOGIA E BIOECONOMIA NO BRASIL: POSTURAS PARA A GESTÃO DE VALOR ECONÔMICO EM PESQUISAS E O PANORAMA DAS PATENTES

Resumo

A biotecnologia, enquanto ciência interdisciplinar, desempenha papel estratégico na produção de conhecimento com impacto social, o que demanda mecanismos de gestão capazes de assegurar tanto a inovação quanto a responsabilidade no uso dos resultados científicos. Este estudo analisa o panorama global da pesquisa em biotecnologia e o posicionamento do Brasil no que se refere à gestão de valor, à proteção da propriedade intelectual e às diretrizes que orientam suas práticas científicas. Adotou-se uma abordagem exploratória, de natureza quali-quantitativa, com base em dados institucionais, indicadores internacionais e revisão mista da literatura mesclando método PRISMA e a abordagem integrativa. Os resultados indicam que o Brasil apresenta protagonismo no contexto da América Latina e do Caribe, sustentado por elevada produção científica e potencial econômico, mas enfrenta limitações estruturais para ampliar sua inserção no cenário global de inovação, especialmente na conversão da pesquisa em patentes e aplicações tecnológicas. A análise evidencia a necessidade de estratégias que fortaleçam a integração entre ciência, políticas públicas e sociedade, de modo a ampliar a transparência, a difusão do conhecimento e a geração de benefícios sociais associados ao desenvolvimento biotecnológico.

Palavras-chave: Biotecnologia; Gestão da Inovação; Propriedade Intelectual.

Abstract

Biotechnology, as an interdisciplinary field, plays a strategic role in the production of knowledge with social impact, requiring management mechanisms capable of ensuring both innovation and responsible use of scientific outputs. This study analyzes the global landscape of biotechnology research and examines Brazil's position with regard to value management, intellectual property protection, and the guidelines that shape its scientific practices. An exploratory, mixed-methods approach was adopted, drawing on institutional data, international indicators, and an integrative literature review. The results indicate that Brazil holds a leading position within Latin America and the Caribbean, supported by high scientific output and economic potential, but faces structural limitations in strengthening its global innovation performance, particularly in translating research into patents and technological applications. The analysis highlights the need for strategies that enhance the integration between science, public policies, and society, thereby promoting transparency, knowledge diffusion, and the generation of socially relevant benefits associated with biotechnological development.

Keywords: iotechnology; Innovation Management; Intellectual Property.

Introdução

A biotecnologia ocupa posição estratégica no contexto contemporâneo ao articular desenvolvimento econômico, inovação tecnológica e conservação dos recursos genéticos (Borsatto, 2019; Guimarães, 2022). Em um cenário marcado por crises ambientais, sanitárias e econômicas, bem como pelo aumento da demanda por recursos estratégicos, a biotecnologia apresenta-se como campo central para a geração de soluções baseadas em conhecimento científico, passíveis de conversão em patentes, produtos e serviços de impacto social e econômico (OCDE, 2018; Paletta & Chuba, 2022).

Este estudo teve como objetivo analisar o comportamento do Brasil no cenário global no que se refere à gestão de valor na inovação biotecnológica, considerando sua capacidade de geração de conhecimento e proteção por meio de patentes, incentivando a inovação inclusiva e responsável. Também buscou identificar países de referência em transformação de bens e serviços baseados em biotecnologia, destacando práticas e protocolos de inovações aplicadas ao setor.

A relevância da investigação reside no fato de que, diante das crises econômicas, sociais e sanitárias, somadas ao aumento populacional e à escassez de recursos naturais, torna-se imprescindível desenvolver protocolos de gestão que assegurem a competitividade das *biotechs*, democratizem o acesso às tecnologias e incentivem a propriedade intelectual como instrumento de equilíbrio entre grandes corporações e novos atores do mercado.

Para sustentar a análise, dialoga-se com Paletta & Chuba (2022), que apontam a predominância de um ambiente acadêmico nas *biotechs*, evidenciando a urgência em estabelecer protocolos de gestão, processos organizacionais e diretrizes para marcas e patentes. Tais medidas podem ampliar a profissionalização do setor, reduzir a concentração tecnológica e fomentar uma cultura empreendedora baseada em conhecimento científico, alinhada à democratização da inovação e ao engajamento social com a ciência.

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de estratégias de gestão e inovação que integrem pesquisa, educação e sociedade, promovendo o desenvolvimento da biotecnologia de forma ética, competitiva e socialmente relevante. Esta pesquisa explora o panorama da biotecnologia e bioeconomia no Brasil, analisando como o ambiente nacional favorece ou limita a inovação, proteção intelectual e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em saúde, com ênfase em acesso, inclusão e financiamento para pesquisadores e instituições, identificando assimetrias e oportunidades para uma bioeconomia sustentável. De caráter exploratório e quali-quantitativo, adota revisão integrativa da literatura conforme Whitemore & Knafl (2005), complementada pelo método PRISMA de Page et al. (2021), incorporando dados secundários e relatórios de fontes públicas como CNI, WIPO, Banco Central do Brasil e Banco do México, para mapear patentes, rankings de inovação e condições reais de pesquisa avançada no contexto nacional.

Fundamentação Teórica

Biotecnologia e Inovação, conceitos para o desenvolvimento da bioeconomia

O ambiente de pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia no Brasil apresenta uma forte característica acadêmica, o que contribui para o baixo aproveitamento das pesquisas. Esse nicho costuma ser analisado exclusivamente sob a ótica científica, o que leva o ecossistema a perder competitividade ao não incorporar elementos de gestão de valor capazes de efetivar a inserção das pesquisas no mercado e transformá-las em potenciais negócios. Aspectos como patentes, propriedade intelectual e a legislação associada ainda não fazem parte do cotidiano da maioria dos pesquisadores (Paletta & Chuba, 2022).

Os problemas ambientais decorrentes da degradação dos ativos oriundos da fauna e da flora exigem, de forma crescente, a reconfiguração dos fatores de produção. Segundo Ventura, Rodrigues e Montenegro (2015), esse impasse intensificou-se na segunda metade do século XX e passou a demandar da indústria maiores investimentos em inovação verde. Esse movimento provocou uma mudança no paradigma tecnológico mundial, impulsionada por uma miríade de inovações nos campos da produção, tanto no âmbito intelectual, aqui tratado como pesquisa, quanto nos modos de produção de bens em geral (Borssato, 2018).

Nesse contexto, a gestão dos fatores de produção, associada às funções de planejar, organizar, dirigir e controlar, cujo objetivo consiste em criar e agregar valor ao produto final, requer o domínio de aspectos da gestão administrativa, operacional e de natureza jurídica. A articulação desses elementos resulta na adoção de uma postura empreendedora (Di Sérgio, 2006), capaz de promover a profissionalização da ideia-produto e de orientar estrategicamente a pesquisa. Ademais, o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias exigem posturas contínuas de busca por melhorias e inovações em protocolos de gestão profissional voltados à geração de valor para a pesquisa, ao desenvolvimento de produtos e serviços, bem como à gestão de pessoas e projetos. Para Serafim (2011), a ideia representa apenas o ponto de partida do processo inovador, pois a criação de valor econômico e competitivo depende do cumprimento integral das etapas de gestão e inovação, com atuação nos níveis operacional, tático e estratégico (Tigre, 2006; Serafim, 2011).

Essas exigências promovem novas racionalidades econômicas orientadas pela busca do lucro, perspectiva que se alinha ao enfoque *neoschumpeteriano*. De acordo

com Gushi (1999), o detentor da inovação obtém, como resultado, o lucro extraordinário. Para que tais fatores se concretizem no âmbito da pesquisa, o mercado demanda metodologias de gestão oriundas do campo da administração, associadas a uma visão empreendedora (Serafim, 2011).

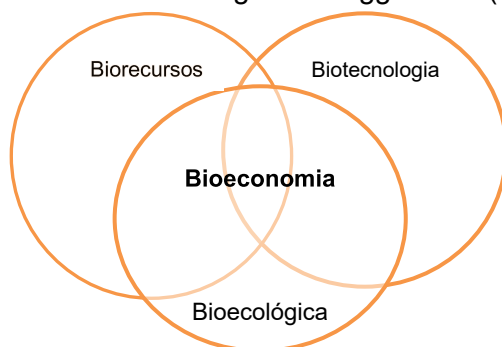
Nesse cenário, a biotecnologia apresenta-se como uma das principais propostas para a criação de novos meios de produção de bens e serviços, bem como para o desenvolvimento de processos produtivos mais eficientes e sustentáveis. A área contribui para a geração de produtos com menor impacto ambiental, para o aumento da eficiência produtiva e para o atendimento das demandas de mercado, além de oferecer soluções voltadas à promoção da saúde e do bem-estar humano. Nesse sentido, Paletta e Chuba (2022, p. 39) definem a biotecnologia como uma ciência integradora da pesquisa, com foco em áreas como bioquímica, biologia molecular e engenharia química, além do suporte de outras engenharias, da ciência da computação, da bioinformática, da ciência dos materiais, da genética, da imunologia e da fisiologia.

Essas áreas têm como objetivo o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que se convertem em produtos destinados à sociedade. Assim, a biotecnologia encontra-se presente em diversas dimensões da vida e do consumo humano e animal, desde diagnósticos voltados à saúde humana e ambiental até a geração de novas fontes de energia. Seu propósito central consiste na melhoria dos meios de produção e da qualidade de vida, o que confere à área um caráter estratégico para o desenvolvimento socioeconômico e evidencia a necessidade de fomento contínuo para acompanhar tais transformações (Guimarães, 2022).

Dessa forma, a gestão dos processos em biotecnologia não se limita ao domínio de ensaios laboratoriais ou atividades de bancada. Para que os resultados da pesquisa alcancem viabilidade econômica, torna-se indispensável a adoção de mecanismos de gestão de processos, de produção e de orientação ao mercado. Essa abordagem possibilita a constituição de um setor produtivo capaz de articular gestão, tecnologia e pessoas em modelos de negócio (Di Sérico, 2006), o que culmina no fortalecimento da bioeconomia. No Brasil, a bioeconomia relaciona-se à interação entre indústria, academia e poder público (CGEE, 2020), embora sua delimitação conceitual ainda apresente desafios, conforme aponta a OCDE (2023).

A bioeconomia destaca a relevância da aplicação comercial dos produtos oriundos da pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia. Esses processos decorrem da capitalização do conhecimento, que, segundo Bugge et al. (1996), exige mecanismos de governança e se fundamenta em três fatores básicos inter-relacionados, os quais estruturam o entendimento inicial sobre o tema de acordo com a figura (Figura 1) que aponta as visões da biotecnologia que compõem a bioeconomia.

Figura 1. Visões da Bioeconomia segundo Bugge *et al.* (1996)



Fonte: Adaptado de Bugge, *et al.* (1996)

Nesse sentido, inclui-se a visão empreendedora, cuja característica central reside na

geração de valor por meio da atração e da gestão de capital financeiro e de outros recursos vinculados à pesquisa e ao desenvolvimento. Assim, os biorecursos fortalecem o desenvolvimento das cadeias produtivas, enquanto a visão bioecológica orienta-se pela sustentabilidade, fundamentada em processos ecológicos (Bugge et al., 1996; Alisson, 2022).

A bioeconomia configura-se como o principal fator de sucesso do produto biológico oriundo do cenário de inovação em biotecnologia, ao converter os resultados da pesquisa em força motriz do desenvolvimento nacional. Esse processo contribui para o fortalecimento da economia, mas ainda demanda investimentos públicos e políticas públicas de fomento. Atualmente, conforme Alisson (2022), a maior parcela dos investimentos provém da iniciativa privada, o que torna o conceito da Tríplice Hélice essencial para o desenvolvimento do setor (Birner, 2018).

Desenvolvimento do tema

Panorama global de patentes e a característica da inovação em bioeconomia para o mercado brasileiro

No âmbito da bioeconomia, as patentes constituem o principal instrumento de proteção e apropriação econômica dos resultados oriundos da pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia. Sua função ultrapassa a dimensão jurídica, pois influencia diretamente a capacidade de inserção das inovações no mercado, a atração de investimentos e a estruturação de modelos de negócio baseados em conhecimento científico (Brasil, 1996; OMPI, 2025).

No Brasil, a gestão de patentes em biotecnologia enfrenta entraves relacionados à baixa integração entre pesquisa científica, estratégias de mercado e instrumentos de proteção intelectual. Apesar da expressiva produção científica, a conversão desse conhecimento em ativos patenteáveis e economicamente exploráveis permanece limitada, o que reduz a competitividade das biotechs nacionais no cenário internacional (Paletta & Chuba, 2022).

A fragilidade desse processo reflete-se na posição ocupada pelo país nos indicadores globais de inovação. De acordo com a *World Intellectual Property Organization [WIPO]*, o Brasil ocupa a 13ª posição em produção científica, mas apenas a 50ª colocação no Índice Global de Inovação, que avalia 132 economias. Esse descompasso evidencia dificuldades estruturais na transformação do conhecimento em inovação protegida e comercializada, especialmente quando comparado a países nos quais universidades, empresas e governo atuam de forma integrada (WIPO, 2025; Guimarães, 2022).

Nesse contexto, a Lei de Propriedade Industrial nº 9.279/96 representa um marco fundamental para a consolidação da inovação em biotecnologia, ao assegurar exclusividade temporária ao titular da invenção e criar condições para a exploração econômica dos ativos tecnológicos (BRASIL, 1996). Contudo, a eficácia desse instrumento depende da existência de capacidades institucionais e organizacionais voltadas à gestão estratégica da propriedade intelectual, ainda pouco difundidas no ambiente nacional de pesquisa (Brasil, 1996; CNI, 2025).

A predominância do investimento privado no financiamento da inovação em biotecnologia no Brasil reforça a necessidade de mecanismos de coordenação entre os diferentes atores do sistema nacional de inovação. Nesse cenário, o modelo da Tríplice Hélice destaca-se como referência para o fortalecimento da bioeconomia, ao promover a articulação entre universidades, empresas e poder público, além de ampliar o papel das agências de fomento na indução de políticas voltadas à inovação e ao patenteamento (Birner, 2018; Alisson, 2022).

Dessa forma, o avanço da bioeconomia no país depende menos da ampliação da produção científica, já consolidada, e mais da profissionalização dos processos de gestão da inovação, da internalização da cultura de propriedade intelectual e da criação de políticas públicas capazes de reduzir assimetrias e estimular a transformação do conhecimento científico em produtos, serviços e soluções de impacto econômico e

social.

Fontes e Procedimentos de Busca

Coleta de dados

A coleta de dados baseou-se em dois conjuntos principais de fontes. O primeiro compreendeu a literatura científica, composta por artigos publicados em periódicos indexados nas plataformas SciELO e CAPES, bem como livros que abordassem os temas biotecnologia, bioeconomia, P&D, propriedade intelectual, marcas e patentes, além de políticas científicas e tecnológicas (Hodgson, 2019).

O segundo conjunto incluiu documentos institucionais e bases estatísticas, tais como relatórios, manuais, notas técnicas e bases de dados produzidas por instituições nacionais e internacionais, a saber: Atlas of Economic Complexity (Harvard), World Intellectual Property Organization (WIPO), Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Confederação Nacional da Indústria (CNI), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Global Entrepreneurship Monitor (GEM), Banco Central do Brasil e Banco do México (OCDE, 2023).

Critérios de Inclusão

Foram considerados estudos e documentos publicados no período de 1990 a 2025, de modo a abranger desde a consolidação dos conceitos relacionados à bioeconomia até os desdobramentos mais recentes do tema. Quanto ao idioma, incluíram-se publicações em português, inglês e espanhol. A seleção contemplou exclusivamente materiais alinhados aos eixos temáticos da pesquisa, a saber: biotecnologia, bioeconomia, P&D e patentes (WIPO, 2023; WIPO, 2024).

Critérios de Exclusão

Foram excluídos editoriais, resenhas e demais documentos que não apresentassem análises substantivas, bem como materiais sem acesso ao texto completo.

Seleção dos Estudos

O processo de seleção dos estudos seguiu as diretrizes do protocolo PRISMA (Page et al., 2020). Na etapa de identificação, realizou-se o acesso às bases acadêmicas e institucionais com base nas estratégias de busca previamente definidas. Em seguida, procedeu-se à triagem por meio da leitura de títulos e resumos, com a exclusão dos estudos que não apresentaram interface com o objeto de pesquisa (Wu, 2023). Na fase de elegibilidade, efetuou-se a leitura integral dos documentos selecionados para verificação de sua relevância. Por fim, na etapa de inclusão, definiu-se o conjunto final de textos e bases de dados utilizados na análise.

Extração e Organização dos dados

Os dados foram organizados em planilhas no Microsoft Excel®, considerando recortes por período temporal, país ou região de análise e eixos temáticos, a saber: biotecnologia, bioeconomia, P&D, propriedade intelectual, políticas de fomento à pesquisa e inovação. A partir desses recortes, definiram-se eixos analíticos centrais relacionados ao panorama da biotecnologia e da bioeconomia; aos investimentos em P&D; à produção científica; aos registros de patentes, marcas e demais ativos de propriedade industrial; e às relações entre universidades, centros de pesquisa, setor privado e poder público, conforme o modelo da Tríplice Hélice.

No que se refere às bases estatísticas, CAPES, WIPO, OCDE, CNI, Banco Central do Brasil, Banco do México, Global Entrepreneurship Monitor (GEM), Global Innovation Index (GII) e *Atlas of Economic Complexity* (Harvard), foram construídos indicadores específicos para a análise. Entre eles, destacam-se: indicadores de P&D, como gastos em P&D em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), por país e período; indicadores de

propriedade intelectual, como número de depósitos e concessões de patentes por país e região, bem como, quando disponível, a concentração por nichos tecnológicos; indicadores de inovação e competitividade, a exemplo do Global Innovation Index e de índices de competitividade; e indicadores de formação de recursos humanos e de grupos de pesquisa, com base nos dados da CAPES, incluindo a distribuição dos programas de pós-graduação em biotecnologia no Brasil (OCDE, 2023).

Quanto as bases estatísticas CAPES, WIPO, OCDE, CNI, Banco Central do Brasil, Banco do México, GEM [GII] e Atlas / Harvard, foram construídos.

Os dados quantitativos foram inicialmente organizados em planilhas no Microsoft Excel® e, posteriormente, minerados no ambiente Python® (versão 3.x), com o uso das bibliotecas Pandas® para estruturação e análise das tabelas e Matplotlib® para a elaboração dos gráficos. Realizaram-se cálculos de médias e variações percentuais dos investimentos em P&D, com foco comparativo entre Brasil, Chile e México, bem como a construção de séries temporais para análise comparada entre esses países. Também se procedeu à mensuração dos registros de patentes por continente e por país, com base nos dados da WIPO, de modo a permitir comparações em escala global (Bezerra; Guimarães, 2013)

A análise estatística adotada foi de natureza descritiva, orientada à identificação do posicionamento relativo do Brasil nos contextos latino-americano e global, bem como à evidência das discrepâncias entre produção científica, investimentos em P&D e geração de patentes. A identificação de oportunidades de P&D em setores estratégicos brasileiros baseou-se nos dados do *Atlas of Economic Complexity* (Harvard) (Whittemore e Knafl, 2005),

Tratamento dos dados quantitativos

Os dados foram organizados em planilha Microsoft Excel®, com posterior refinamento em Python® (Versão 3.x), por meio das bibliotecas Pandas® para realização das tabelas e Matplotlib® onde usou-se para elaboração dos gráficos. Foram realizados: Cálculo de médias e variações percentuais dos investimentos em P&D no que tange a Brasil, Chile e México; Construção de série temporal comparativa entre os países citados. Mensuração dos dados de patentes por continente, país com base na WIPO, para comparação global (Bezerra; Guimarães, 2013).

A análise estatística realizada foi descritiva, voltada a evidenciar o posicionamento relativo ao Brasil no contexto latino americano e global, bom como a discrepância entre produção científica, investimento em P&D e geração de patentes. A descrição de oportunidades de P&D por setor estratégicos brasileiros, foram realizadas com base no *Atlas of Economic Complexity Harvard* (Bezerra; Guimarães, 2013).

Análise qualitativa dos dados

A análise qualitativa seguiu a abordagem por categorias temáticas proposta por Whittemore e Knafl (2005), com foco na identificação das características do ambiente de pesquisa e das diferentes visões sobre biotecnologia e bioeconomia, bem como de seus desdobramentos nas políticas públicas e no mercado. Por fim, procedeu-se à integração dos achados qualitativos e quantitativos, com o objetivo de construir uma interpretação crítica do posicionamento brasileiro no campo da biotecnologia e da bioeconomia, com ênfase na gestão de valor econômico das pesquisas e no panorama das patentes em comparação com países e regiões de referência.

Resultados e Discussão

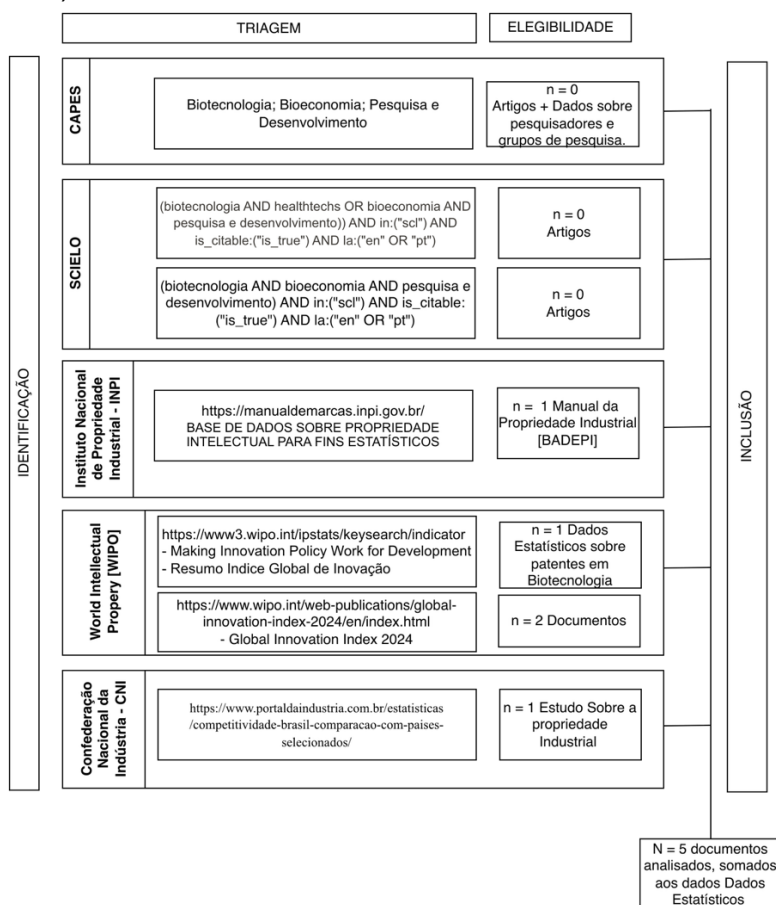
A análise do fluxograma PRISMA (Figura 2) evidencia uma assimetria relevante entre a produção científica indexada e os documentos institucionais relacionados à inovação em biotecnologia. Embora tenham sido empregadas estratégias amplas de busca nas bases CAPES e SciELO, nenhum artigo atendeu simultaneamente aos

critérios temáticos estabelecidos, o que indica a ausência de estudos que integrem biotecnologia, bioeconomia, P&D e propriedade intelectual de forma sistemática. Em contrapartida, documentos institucionais e bases estatísticas forneceram o conjunto efetivo de dados utilizados na análise, revelando a centralidade dessas fontes na compreensão da gestão de valor e do panorama de patentes no setor.

A análise quantitativa do fluxograma PRISMA evidencia a inexistência de artigos científicos elegíveis nas bases CAPES e SciELO ($n = 0$), mesmo após a aplicação de estratégias amplas de busca e critérios temporais e linguísticos extensos. Em contrapartida, os documentos incluídos na análise ($N = 5$) são integralmente oriundos de fontes institucionais, com predominância de organismos internacionais e entidades industriais. Esse resultado revela que 100% do material analítico utilizado provém de bases não acadêmicas, o que indica uma lacuna estrutural na produção científica indexada sobre a integração entre biotecnologia, bioeconomia, P&D e propriedade intelectual.

Cabe destacar algumas limitações decorrentes do delineamento metodológico adotado. A inexistência de artigos científicos elegíveis nas bases CAPES e SciELO restringiu a incorporação de análises acadêmicas indexadas que articulassem, de forma integrada, biotecnologia, bioeconomia, pesquisa e desenvolvimento e propriedade intelectual. Em razão disso, a análise concentrou-se majoritariamente em documentos institucionais e bases estatísticas, os quais, embora apresentem elevado rigor técnico e relevância analítica, possuem objetivos e enfoques distintos daqueles tradicionalmente adotados em pesquisas acadêmicas. Ademais, a dependência de dados secundários pode limitar a captura de dinâmicas mais recentes ou específicas de determinados segmentos da biotecnologia, especialmente no contexto nacional. Ainda assim, tais limitações refletem características estruturais do campo investigado e não comprometem a validade dos resultados, uma vez que o uso dessas fontes se mostrou adequado aos objetivos do estudo.

Figura 2. Fluxo de busca e seleção baseado na metodologia PRISMA, conforme Page, *et al* (2021)



Fonte: o Autor – A partir dos dados buscados, 2025

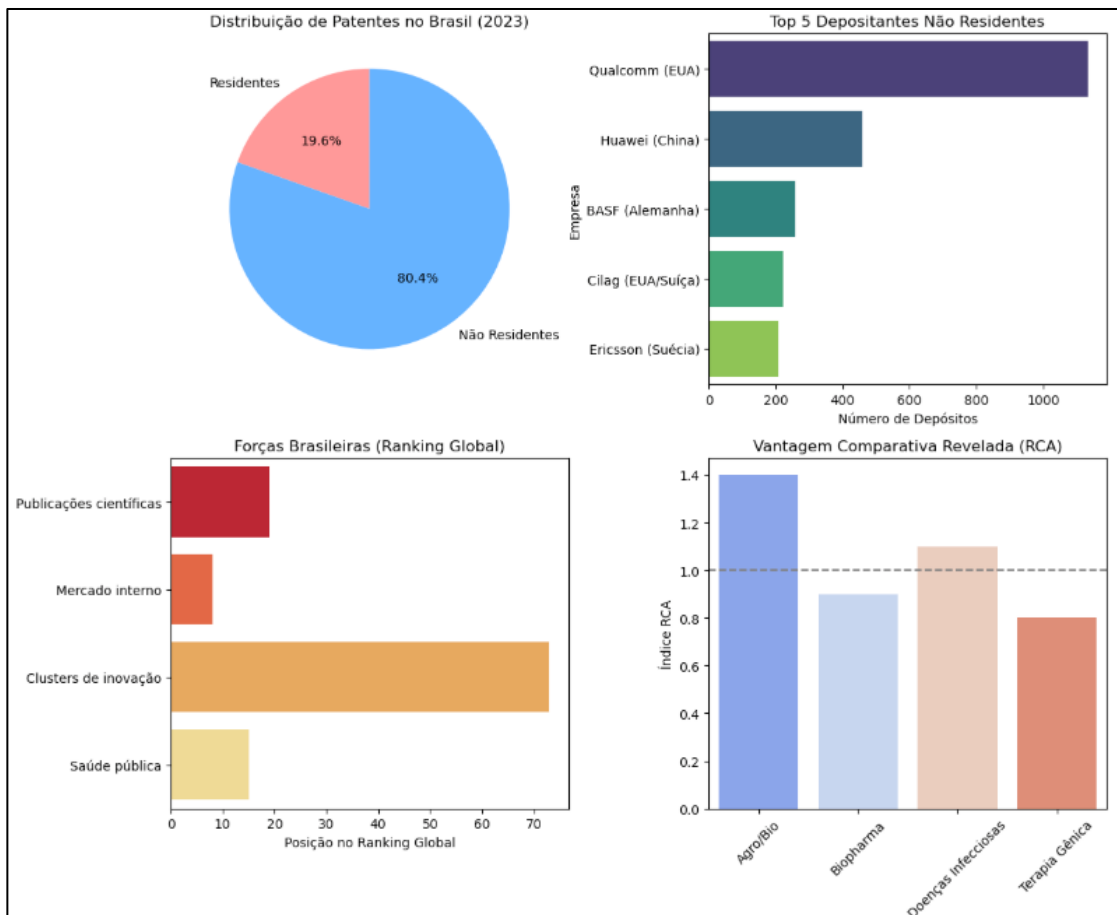
Análise documental

A análise bibliográfica conduzida segundo o modelo PRISMA (Page et al., 2021), bem como os resultados apresentados no Gráfico 1, basearam-se nos documentos institucionais identificados no fluxograma apresentado na Figura 2. Adicionalmente, dados da World Intellectual Property Organization (WIPO, 2024) e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2023) permitiram aprofundar a análise do posicionamento brasileiro no cenário global de inovação.

De acordo com o Global Innovation Index (GII), o Brasil ocupa a 50ª posição no ranking global de inovação, figurando como o primeiro colocado na América Latina. O país apresenta desempenho expressivo em termos de escala de mercado, na qual ocupa a 8ª posição global, além de posição relevante em produção científica e tecnológica, situando-se na 19ª colocação no eixo de saúde. Esses indicadores revelam capacidade instalada significativa em geração de conhecimento e potencial de mercado. No entanto, o país apresenta fragilidades institucionais relevantes, especialmente no que se refere à estabilidade institucional, dimensão na qual ocupa a 115ª posição no ranking do GII, o que compromete a previsibilidade e a segurança para investimentos em inovação (WIPO, 2024).

Gráfico 1. Oportunidade estratégicas para o Brasil

O gráfico expõe uma baixa produção científica no Brasil quando comparada ao ranking global, logo um considerável cluster de inovação, isto expõe uma ação empírica por parte das grandes corporações.



Fonte: Os autores – A partir dos dados achados (WIPO, 2024)

No que se refere à origem das patentes depositadas no Brasil, os dados indicam forte dependência tecnológica externa. Aproximadamente 80,4% dos pedidos de patentes depositados no país são de origem estrangeira, com destaque para os Estados Unidos, responsáveis por 1.134 depósitos relacionados a tecnologias e inovações em saúde digital (*healthtechs*). A empresa chinesa Huawei figura com 460 depósitos voltados a tecnologias em saúde, enquanto a Alemanha se destaca por meio de patentes relacionadas à biotecnologia aplicada ao setor agroindustrial, com 257 depósitos, e à biotecnologia farmacêutica (biopharma), com 222 registros. Esse cenário evidencia uma assimetria tecnológica significativa e reforça a necessidade de ampliação do acesso à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico no país, de modo a reduzir a concentração de inovação em grandes corporações internacionais (Paletta & Chuba, 2022; WIPO, 2025).

Os dados também apontam que o Brasil apresenta dependência de aproximadamente 13,4% do comércio internacional de produtos de alta tecnologia aplicados à pesquisa. Em termos de vantagem comparativa revelada (RCA), o país apresenta desempenho positivo no setor agrobiotecnológico, com índice de 1,4, o que indica especialização relativa nessa área. Contudo, nos segmentos de biotecnologia voltada a doenças infecciosas, biopharma e terapias gênicas, o RCA permanece inferior a 1, evidenciando fragilidade competitiva nesses campos estratégicos (WIPO, 2025).

No contexto regional, o estado de São Paulo ocupa a 73ª posição no ranking da Global Tech Medical, destacando-se como um ambiente favorável à inovação em saúde. Essa posição favorece a atração de oportunidades estratégicas para investimentos em novos negócios biotecnológicos, especialmente nas áreas de diagnósticos digitais, dispositivos vestíveis (wearables), inteligência artificial, sensores médicos e biossimilares. Tais iniciativas tendem a se estruturar por meio de parcerias público-privadas, como exemplificado pelas atuações da Fiocruz e do Instituto Butantan, alinhadas aos princípios do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (ODS 3) e à abordagem One Health (WIPO, 2025).

Análise dos investimentos em P&D na América Latina e Caribe

O Brasil ocupa a liderança no ranking de inovação entre os países da América Latina e do Caribe, seguido por Chile e México, o que evidencia sua relevância regional e seu expressivo potencial inovativo. De acordo com a World Intellectual Property Organization WIPO (2025), São Paulo destaca-se como a cidade brasileira mais bem posicionada no cenário internacional, ocupando a 73ª colocação no Global Innovation Index (GII). Observa-se, ainda, que o poder público concentra a maior parcela dos investimentos em inovação, conforme apresentado na Figura 3.

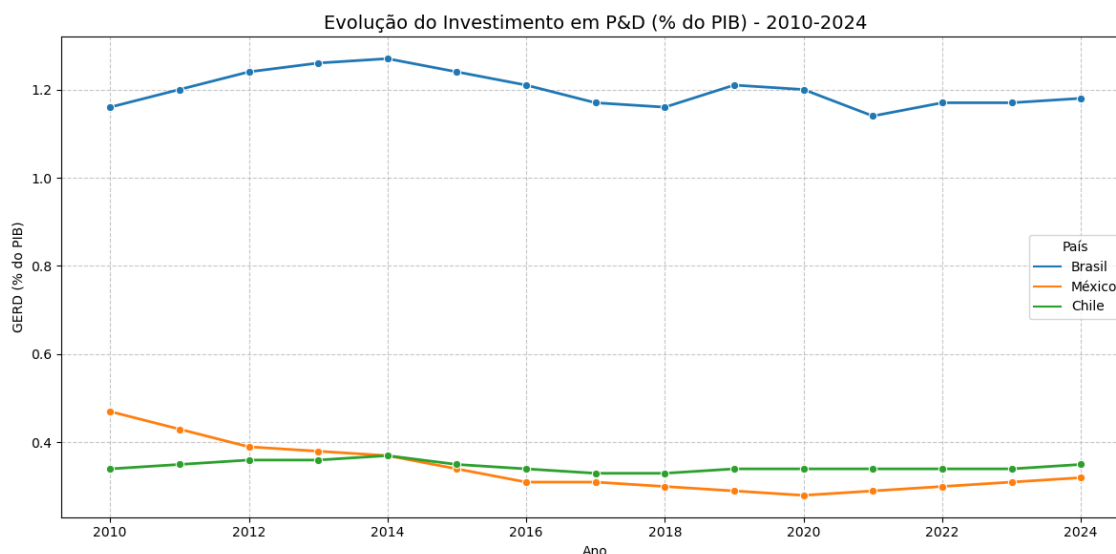
Figura 3- Principais países por continente com os maiores investimentos em inovação



Fonte: Os autores a partir dos dados de WIPO, 2025 (<https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/indicator>)

Os achados indicam que o Brasil mantém posição de destaque em inovação e patentes na América Latina e no Caribe. Entre as 133 economias mundiais avaliadas pelo Índice Global de Inovação (GII), o país ocupa a 50ª posição no ranking global, tendo registrado uma queda de uma colocação em relação ao ano de 2023. Apesar desse recuo, o Brasil permanece como referência regional, seguido por México e Chile. Essa posição reflete o acesso do país à pesquisa e à inovação, conforme evidenciado no Gráfico 1. Contudo, segundo Paletta e Chuba (2022), esse desempenho encontra-se fortemente associado ao protagonismo do setor privado nos investimentos em P&D.

Gráfico 2 – Comparativo da evolução dos investimentos em P&D entre Brasil, Chile e México



Fonte: Os Autores, 2025, a partir dos dados de (<https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/indicator>).

No que se refere à variação percentual anual dos investimentos em P&D, observa-se que o Brasil apresentou um crescimento de 0,12%, enquanto o Chile registrou incremento de 0,21%. Em contraste, o México apresentou retração significativa, com queda de -2,71% (Gráfico 2). A análise das médias de investimento em P&D revela que o Brasil destinou, em média, 1,199% do Produto Interno Bruto (PIB), ao passo que Chile e México apresentaram médias de 0,345% e 0,339%, respectivamente (Banco do México, 2025). Esse padrão diferenciado de investimento reforça a liderança brasileira no grupo analisado, uma vez que o país mantém o maior nível de fomento em P&D. A média geral dos três países situa-se em aproximadamente 1,20% do PIB (OCDE, 2025).

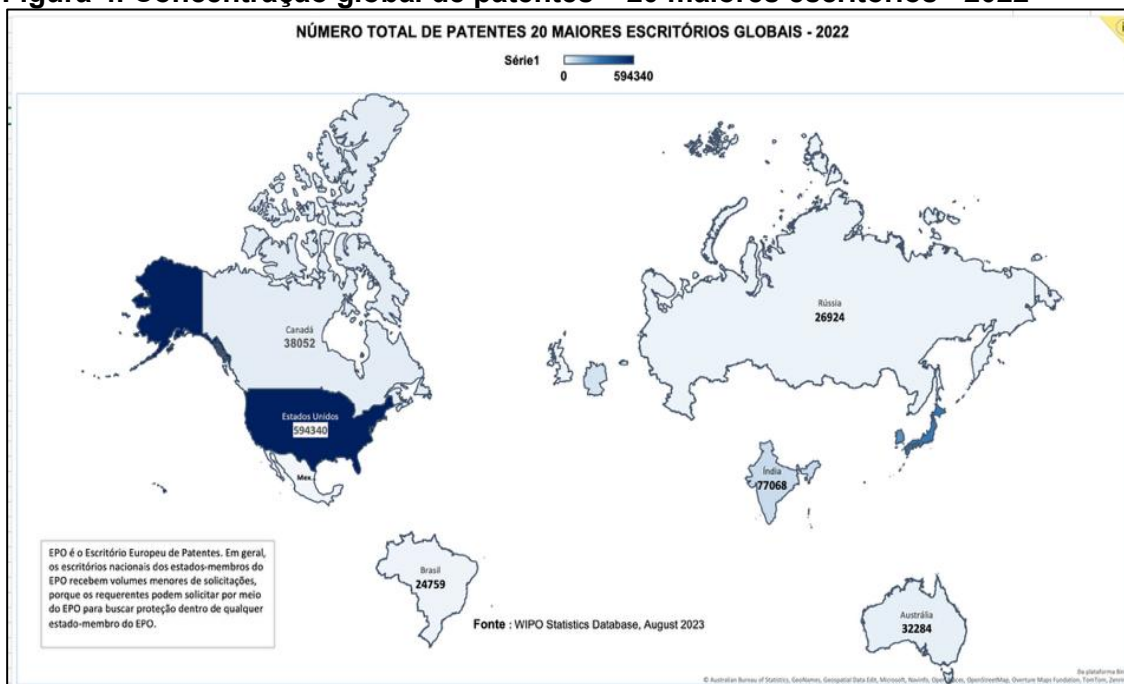
Entretanto, no período compreendido entre 2021 e 2023, o crescimento dos investimentos brasileiros em P&D apresentou tendência de estagnação (Banco Central do Brasil, 2025; OCDE, 2025). Embora o país disponha de um ambiente de pesquisa consolidado, os dados indicam forte concentração das atividades de P&D em instituições privadas, o que contribui para a formação de assimetrias estruturais e de “ilhas de tecnologia”, ampliando a distância entre a pesquisa pública e a privada (Paletta & Chuba, 2022). Nesse contexto, a organização e a gestão eficientes desses ambientes privados assumem papel central para o desempenho do ecossistema de inovação, ao favorecer a conversão do conhecimento em resultados econômicos e tecnológicos (Tigre, 2006).

Em perspectiva global, a Figura 4 apresenta a distribuição do número de patentes por escritórios localizados nos países destacados no mapa correspondente, os quais integram a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO). Esses dados evidenciam o posicionamento do Brasil entre os países com maior volume de geração de patentes, ao lado de economias como Austrália, Estados Unidos, Canadá, México, Rússia e Índia, conforme apontado pelo Escritório Europeu de Patentes.

Apesar desse desempenho quantitativo relevante, observa-se um distanciamento persistente entre as inovações geradas no ambiente universitário e sua absorção pelo mercado privado, especialmente no setor industrial. Guimarães (2022) atribui esse fenômeno à limitada participação das empresas industriais em atividades sistemáticas de pesquisa, uma vez que grande parte delas não dispõe de centros próprios de P&D, realidade também destacada pela OCDE (2023).

A figura 4 aponta os 20 maiores escritórios de patentes, e traz um panorama global da concentração e efetivação dos projetos que evoluem e são transformados em patentes.

Figura 4. Concentração global de patentes – 20 maiores escritórios - 2022

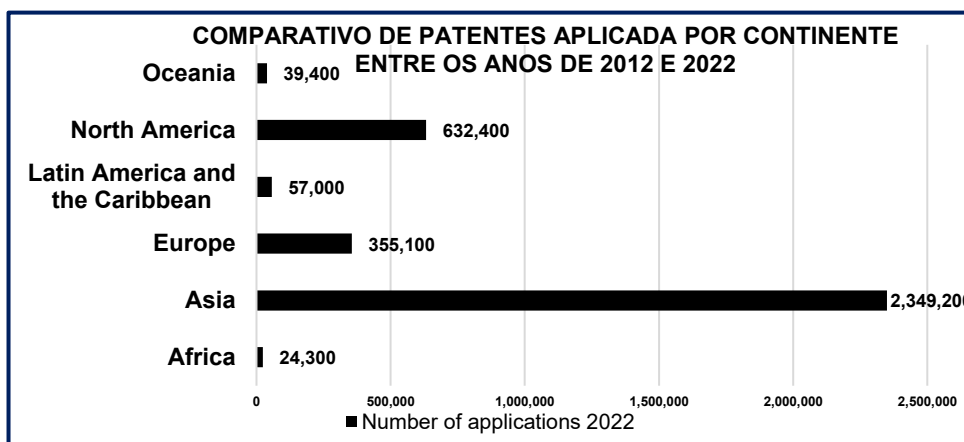


Fonte: Os Autores, a partir de WIPO (2023)

A ausência desses centros compromete a formação e a retenção de mão de obra qualificada, ao reduzir as oportunidades de atuação em atividades intensivas em conhecimento, o que contribui para a migração de talentos para países com maiores níveis de investimento em pesquisa. Nesse contexto, Chesbrough (2003) ressalta que o compartilhamento de competências técnicas e científicas entre universidades, empresas e instituições de pesquisa fortalece a competitividade e amplia a capacidade inovadora das organizações.

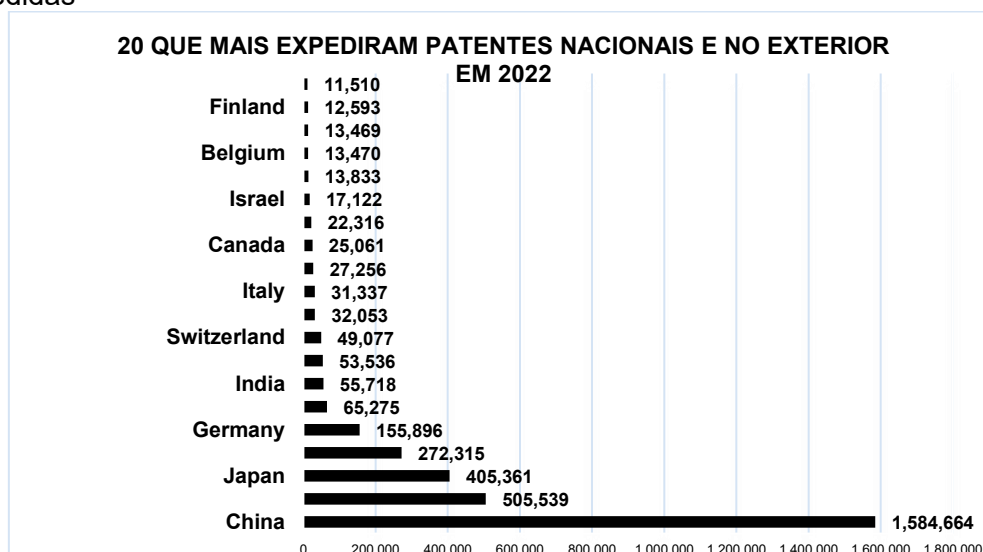
O Gráfico 3 evidencia a participação reduzida da América do Sul e do Caribe nos pedidos de patentes quando comparada às demais regiões, como América do Norte, Europa, Oceania, África e Ásia. Esse resultado revela uma contradição relevante, considerando o elevado potencial biotecnológico da região, amplamente associado à sua expressiva diversidade de recursos genéticos. Conforme destacam Hilsdorf e Hallerman (2017), a riqueza da biodiversidade sul-americana e caribenha configura uma base estratégica para o desenvolvimento biotecnológico, embora esse potencial ainda não se traduza, de forma proporcional, em ativos de propriedade intelectual.

Gráfico 3- Comparativo do Número de Patentes registradas por Continente



Fonte: Os autores, 2025 a partir de (<https://www.wipo.int/en/web/ip-statistics>)

Gráfico 4- Expõe o comparativo dos 20 países com aios número de patentes concedidas



Fonte: Os autores, baseado nos dados de WIPO (<https://www3.wipo.int/ipstats/key-search/indicator>), 2025

A atividade de depósito de patentes por origem compreende tanto os pedidos realizados por residentes quanto aqueles depositados no exterior. A origem de um pedido de patente é definida com base na residência do primeiro requerente indicado no documento. Para fins de contagem absoluta, os pedidos depositados em escritórios regionais são contabilizados apenas uma vez, evitando a duplicidade de registros equivalentes nos diferentes Estados-membros (WIPO, 2023).

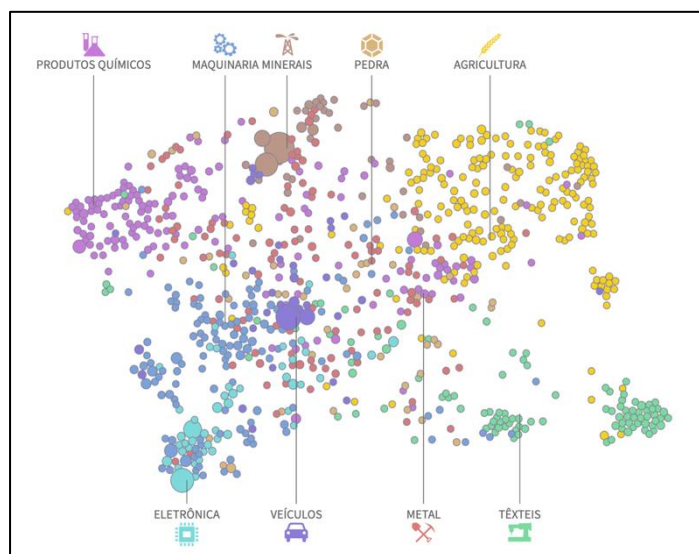
De acordo com dados do WIPO Statistics Database e do EPO PATSTAT Database, no período compreendido entre 2018 e 2020, as empresas que lideraram o ranking global de depósitos de patentes foram Canon, Huawei Technologies, Toyota Motor Corporation, IBM, Samsung Electronics, LG Electronics Inc., Mitsubishi Electric Corporation, China Petroleum & Chemicals, Robert Bosch GmbH e Gree Electric (WIPO, 2023).

Os dados apresentados na Figura 4 complementam os resultados ao evidenciar oportunidades de P&D voltadas a mercados estratégicos no Brasil, com base na análise do *product space* elaborada pelo *Growth Lab* da Universidade de *Harvard*. Essa abordagem representa a estrutura produtiva de uma economia a partir da proximidade entre setores, indicando o grau de similaridade das capacidades produtivas necessárias ao seu desenvolvimento. Observa-se a concentração de oportunidades em setores como mineração, agricultura, metalurgia e indústria química, os quais apresentam

elevada proximidade produtiva com a estrutura econômica nacional e mantêm relação direta com aplicações biotecnológicas, especialmente no desenvolvimento de insumos, biomateriais, biofertilizantes, bioprocessos industriais e soluções orientadas à sustentabilidade.

De acordo com o Growth Lab (Harvard, 2025), esses setores configuram áreas prioritárias para a expansão do esforço nacional de P&D, uma vez que combinam capacidades produtivas já consolidadas com potencial de diversificação tecnológica. Em contrapartida, setores de maior complexidade tecnológica, como eletrônica avançada, veículos de alta tecnologia e dispositivos médicos sofisticados, permanecem menos integrados ao espaço produtivo brasileiro, o que reforça os achados anteriores sobre dependência externa e concentração de patentes em empresas estrangeiras.

Figura 5 - Oportunidades de P&D voltadas a mercados estratégicos no Brasil



Fonte: <https://atlas.hks.harvard.edu/countries/76/product-space>

Perfil dos pesquisadores: Comparativo entre a gestão da inovação privada e acadêmica

De acordo com dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2025), o Brasil conta atualmente com 67 programas de pós-graduação em biotecnologia, dos quais 56 possuem caráter acadêmico e apenas 11 apresentam perfil profissional. Entre os anos de 2013 e 2016, foram titulados 1.579 mestres acadêmicos, 1.033 doutores acadêmicos e 215 mestres profissionais, o que evidencia a forte ênfase do sistema nacional de formação avançada na modalidade acadêmica.

Esse perfil de formação reflete-se na elevada produção científica brasileira na área de biotecnologia, que contabiliza aproximadamente 67.100 artigos indexados no Google Scholar. No entanto, conforme apontam os dados do Global Entrepreneurship Monitor (GEM, 2025), o país ocupa a 50ª posição no ranking global de inovação, indicando um descompasso entre a geração de conhecimento científico e sua conversão em inovação tecnológica, patentes e produtos aplicáveis ao mercado.

No que se refere à distribuição geográfica dos grupos de pesquisa em biotecnologia, observa-se forte concentração regional, conforme apresentado na Tabela 1. As regiões Sudeste e Sul concentram a maior parte dos grupos de pesquisa, enquanto as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste apresentam participação significativamente menor, o que revela assimetrias estruturais no acesso à infraestrutura científica e tecnológica e desafios relacionados à difusão e à integração do conhecimento no território nacional

(CAPES, 2025).

Tabela 1. Total de Grupos de Pesquisa no Brasil, por região

Região	Grupos de Pesquisa
Sudeste	11.120
Sul	5.289
Nordeste	3.863
Centro-Oeste	1.455
Norte	1.070

Fonte: Os Autores a partir de (CAPES, 2025)

Observa-se, na tabela 1, uma baixa interação entre os grupos de pesquisa acadêmicos e o setor produtivo, o que evidencia a necessidade de maior estímulo à profissionalização e à postura empreendedora dos pesquisadores. Essa lacuna representa um entrave à geração de valor e à conversão de pesquisas em patentes (Di Sério, 2009; CAPES, 2025).

Além das desigualdades regionais, os dados evidenciam baixa interação entre os grupos de pesquisa acadêmicos e o setor produtivo, especialmente quando comparados aos ambientes de inovação privada, nos quais a gestão da inovação tende a ser orientada por objetivos de mercado, proteção intelectual e geração de valor econômico. Essa lacuna institucional limita a adoção de posturas empreendedoras no ambiente acadêmico e representa um entrave à transformação do conhecimento científico em patentes e ativos tecnológicos, reforçando a necessidade de estímulos à profissionalização da pesquisa e à integração entre universidade, empresas e poder público (Di Sério, 2009; CAPES, 2025).

Conclusão

Os resultados deste estudo evidenciam que o Brasil se destaca como protagonista no ecossistema de inovação da América Latina e do Caribe, embora sua posição no cenário global ainda seja limitada. A análise demonstra que, embora exista produção científica robusta, a conversão dessa pesquisa em patentes e produtos aplicáveis permanece restrita, sobretudo no meio acadêmico, enquanto os centros privados concentram a maior parte do desenvolvimento tecnológico.

Esses achados reforçam a necessidade de políticas e programas que incentivem, financiem e desenvolvam a integração entre universidades, setor privado e poder público, promovendo o fortalecimento de competências empreendedoras e de gestão voltadas à geração de valor. A criação de mecanismos que incentivem a profissionalização da pesquisa em biotecnologia, o compartilhamento de conhecimento e o desenvolvimento de patentes pode ampliar a contribuição da biotecnologia para a bioeconomia e o bem-estar social, fatores que podem abrir possibilidade para áreas afins que possam fortalecer demandas sociais como por exemplo a área da saúde por meio de novos medicamentos e instrumentos a base de tecnologia, itens que formam as healthtechs.

Como contribuição, este trabalho fornece subsídios para compreender os desafios enfrentados pelo Brasil na inovação, destaca lacunas na formação de pesquisadores e nas conexões entre pesquisa acadêmica e mercado, com a intenção de gerar novas métricas e protocolos que facilitem a administração de projetos e pesquisas que venham a gerar inovações no nicho biotecnológico. Ao mesmo tempo, abre caminhos para estudos futuros voltados a estratégias que promovam a democratização do conhecimento científico e a transformação da pesquisa em soluções socialmente relevantes.



REFERÊNCIAS

ALISSON, Elton. Agência FAPESP. Brasil Precisa criar um Ambiente que facilite a realização da pesquisa em empresas. Disponível em: < <https://agencia.fapesp.br/brasil-precisa-criar-ambiente-que-facilite-a-realizacao-da-pesquisa-em-empresas/40318/> >.

Acesso Dezembro de 2022

CAPES. Área de Avaliação em Biotecnologia. Disponível em: <www.gov.br/capes> Acesso em agosto de 2025

_____. Ficha de Avaliação Quadrienal 2025 – Biotecnologia, Disponível em: <www.gov.br/capes> Acesso em agosto de 2025

_____. Critérios de qualificação quais – Biotecnologia. Disponível em: <www.gov.br/capes> Acesso agosto de 2025

Bugge, M., T. Hansen e A. Klitkou. “What is the bioeconomy? A review of the literature”. Sustainability 8, nº 7 (2016). Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/691> >. Acesso agosto de 2025

BORSATTO, Jaluza Maria Lima Silva. Antecedentes da Inovação Verde: Uma análise de empresas do setor industrial dos Países Desenvolvidos e Países em Desenvolvimento. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BRASIL. Lei 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 de maio de 1996. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm >. Acesso agosto de 2025.

BRASIL. LEI Nº 13.243, DE 11 DE JANEIRO DE 2016. (Publicada no D.O.U. de 12/01/2016) MARCO CIVIL DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Nova indústria Brasil – Nova indústria Brasil – forte, transformadora e sustentável: Plano de Ação para a neointustrialização 2024-2026 / Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI). -- Brasília: CNDI, MDIC, 2024.

102 p.

_____. Resultados da Consulta Pública do Custo – Brasil: Secretaria de Competitividade e Política Regulatória. Disponível em: < https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/setembro/mdic-define-oito-eixos-de-atuacao-para-reduzir-custo-brasil/resultados_cp_custo-brasil.pdf#page=5.38 > Acesso setembro de 2024

BRESSER – PEREIRA, Luiz Carlos. O conceito histórico de desenvolvimento econômico: Textos para Discussão, 2006. Escola de Economia de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas FGV – EESP. Disponível em: < www.fgvsp.br/economia >. Acesso junho de 2024.

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. United States: Harvard Business Press.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Oportunidades e Desafios da Bioeconomia. Perspectivas da Bioeconomia Brasileira com Base em Inovações Tecnológicas e de Mercado. Brasília, DF: 2020. Disponível: <

<https://bioeconomia.eng.br/bioeconomia-no-brasil-desafios-oportunidades-e-a-busca-por-um-modelo-sustentavel/> >. Acesso agosto de 2025

Confederação Nacional da Indústria. Competitividade Brasil 2023 - 2024 Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2025. Disponível em: < <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/competitividade-brasil-comparacao-com-paises-selecionados/> > Acesso agosto de 2025

DI SÉRIO, Luiz Carlos; VASCONCELLOS, Marcos Augusto de. Estratégia e competitividade empresarial: inovação e criação de valor. – São Paulo: Saraiva, 2009

BEZERRA, Lucicleide; GUIMARÃES, Gilda. Compreensão de escalas representadas em gráficos por alunos adultos pouco escolarizados. In: CONTRERAS, J. M.;

- CAÑADAS, G. R.; GEA, M. M.; ARTEAGA, P. (Eds.). Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, 2013. p. 143-148.
- GUIMARÃES, Jorge. EMBRAPII: Promovendo a interação universidade-empresa ea inovação tecnológica industrial no Brasil. *Integración y Conocimiento*, v. 2, n. 11, p. 62-73, 2022.
- HILSDORF, Alexandre W.S; HALLERMAN, ERIC M. GENETIC RESOURCES: WHAT AREA GENETIC RESOURCES AND THEIS IMPORTANCE FOOD PRODUCTION? IN: HILSDRF, ALEXANDRE W.S; HALLERMAN, Eric M. Genetic Resources of Neotropical fishes. Cham: Springer, 2017. P11 – 54. Disponível em:< https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-55838-7_2>. Acesso julho de 2025.
- HODGSON, John; SCHREIBER-GREGORY, Deanna. The worldview national ranking of health biotech sectors. *Nature Biotechnology*. Vol 40. June, 2022. p. 821-832
- INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Manual de Marcas. 3ª ed. Outubro de 2019. Disponível em: < <http://manualdemarcas.inpi.gov.br/> >. Acesso Agosto 2025.
- PALETTA, Francisco Carlos; CHUBA, Thiago Negrão. ASPECTOS GERAIS DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM BIOTECNOLOGIA NO BRASIL: UMA ABORDAGEM DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO. A produção do conhecimento nas ciências da comunicação 2., 2022
- MONTENEGRO, Rosa Livia. Dinâmica da capacidade tecnológica ambiental: uma análise entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (1990-2015) Ricardo Andersom Ventura1 Amanda Leone Rodrigues2. OCDE / EUROSTAT (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, OECD (2023), *OECD Labour Force Statistics 2022*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/dc0c92f0-en>.
- PORTER, M.E. et al. The microeconomic foundations of prosperity: findings from the microeconomic competitiveness. index. In: WEF WORLD ECONOMIC FORUM. *The global competitiveness report 2007-2008* New York: Palgrave MacMillan, 2007. p. 51-81.
- PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T. C.; MULROW, C. D.; SHAMSEER, L.; TETZLAFF, J. M.; AKL, E. A.; BRENNAN, S. E.; et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n. 71, 2021.
- SERAFIM, Luiz. O poder da inovação: Como alavancar a inovação na sua empresa. – São Paulo: Saraiva, 2011
- TIGRE, Paulo Bastos. Gestão da inovação: economia da tecnologia do Brasil. – Rio de Janeiro, 2006. 7ª reimpressão.
- WHITTEMORE, R; Knafl, k. (2005). The integrative review: updated methodology *Journal of Advanced Nursind*, 52 (5), 546 – 553.