

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LUARDO SANCHES SILVA DE OLIVEIRA

Inovação e trajetórias tecnológicas:
a produção de medicamentos no Brasil

Uberlândia

2026

LUARDO SANCHES SILVA DE OLIVEIRA

Inovação e trajetórias tecnológicas:
a produção de medicamentos no Brasil

Dissertação de mestrado apresentado ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Economia.

Área de concentração: Microeconomia; Economia industrial e da tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

Uberlândia

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

O48
2026

Oliveira, Luardo Sanches Silva de, 2001-
Inovação e trajetórias tecnológicas [recurso eletrônico] : a
produção de medicamentos no Brasil / Luardo Sanches Silva de
Oliveira. - 2026.

Orientadora: Marisa dos Reis Azevedo Botelho.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Economia.
Modo de acesso: Internet.
DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.692>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Botelho, Marisa dos Reis Azevedo, 1961-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação
em Economia. III. Título.

CDU: 330

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 333, PPGE				
Data:	05 de fevereiro de 2026	Hora de início:	14:30	Hora de encerramento:	16:15
Matrícula do Discente:	12412ECO010				
Nome do Discente:	Luardo Sanches Silva de Oliveira				
Título do Trabalho:	Inovação e trajetórias tecnológicas: a produção de medicamentos no Brasil				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Microeconomia, Economia Industrial e da Tecnologia				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Indústria, política industrial e desenvolvimento econômico				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Profa. Dra. Ana Paula Macedo de Avellar - UFU; Profa. Dra. Ana Lúcia Tatsch - UFRGS; Profa. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho - UFU orientadora do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação da orientadora, a participação do aluno e dos membros da banca ocorreu de forma remota. A Profa. Dra. Ana Paula Macedo de Avellar participou desde a cidade de Cambridge (Reino Unido). A Profa. Dra. Ana Lúcia Tatsch participou desde a cidade de Porto Alegre (RS). O aluno e a orientadora participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho apresentou a Banca Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, às examinadoras, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Marisa dos Reis Azevedo Botelho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/02/2026, às 16:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 05/02/2026, às 16:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Lúcia Tatsch, Usuário Externo**, em 05/02/2026, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7008039** e o código CRC **4D83E46B**.

LUARDO SANCHES SILVA DE OLIVEIRA

Inovação e trajetórias tecnológicas:
A produção de medicamentos no Brasil

Dissertação de mestrado apresentado ao
Instituto de Economia e Relações
Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de mestre em Economia.

Área de concentração: Microeconomia;
Economia industrial e da tecnologia.

Uberlândia, 05 de fevereiro de 2026

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho (UFU)

Prof.^a Dra. Ana Paula Macedo de Avellar (UFU)

Prof.^a Dra. Ana Lucia Tatsch (UFRGS)

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e aos meus avós, não apenas pelo incentivo e pelo apoio ao longo de toda a minha jornada acadêmica até aqui, mas principalmente, por eles sempre me apresentarem em suas orações, como demonstração de fé e de amor. Não poderia deixar de mencionar a confiança que depositaram em mim e os sacrifícios que fizeram durante a minha formação como economista e como ser humano.

Agradeço as minhas colegas do Programa de Pós-Graduação em Economia pelo tempo de qualidade que compartilhamos, seja nas infinitas horas de estudo para as provas de econometria nos laboratórios do Instituto, seja nas ainda mais duradouras horas de lazer que passávamos dividindo nossas experiências acadêmicas e pessoais. Sem dúvidas, deixaram a caminhada mais leve e divertida.

Agradeço, imensamente, a minha orientadora, Prof.^a Marisa dos Reis A. Botelho, que esteve presente com seus ensinamentos, auxiliando com bastante esmero o desenvolvimento dessa dissertação de mestrado. A professora será fonte de inspiração pessoal e academicamente e terá sempre a minha admiração mais genuína.

Agradeço a banca de qualificação e defesa composta pelas professoras Ana Paula M. de Avellar e Ana Lúcia Tatsch que prontamente aceitaram participar da avaliação deste trabalho. Suas contribuições foram fundamentais, sou grato pelo tempo que dedicaram a ele.

Agradeço ao Prof.^o Lucio Borges de Araujo, do Instituto de Matemática e Estatística (IME/UFU), que prontamente atendeu ao pedido de ajuda para construção do *software* utilizado para a extração das citações de patentes. A contribuição do professor foi fundamental para o desenvolvimento da dissertação.

Agradeço ainda ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia, representado pelo seu corpo docente e pelos seus servidores, a oportunidade concedida de desenvolvimento pessoal e acadêmico. Em especial, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro que permitiu minha dedicação em tempo integral às atividades da pós-graduação.

Resumo

Considerando a inovação como principal forma de concorrência, esta dissertação de mestrado investiga a possibilidade de identificar trajetórias tecnológicas na indústria farmacêutica no Brasil, incluindo os Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil (LFOB), com foco no papel das patentes como mecanismo de apropriabilidade. Amparado na teoria evolucionária da mudança tecnológica, que define um paradigma como padrões específicos de soluções de problemas, e a trajetória tecnológica como as formas de solucioná-los, o estudo tem como objetivo geral verificar a trajetória tecnológica traçada pela indústria farmacêutica no Brasil baseando-se nas patentes depositadas sob jurisdição brasileira entre 2000 e 2024, período marcado por mudanças institucionais significativas. A hipótese orientadora do trabalho é a de não há uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica instalada no Brasil. Para atingir o objetivo proposto, inicialmente apresenta-se a configuração da indústria farmacêutica no Brasil, marcada pela coexistência de empresas transnacionais, empresas nacionais e Laboratórios Farmacêuticos Oficiais, bem como pela elevada dependência tecnológica externa. Na sequência, aplica-se o método de análise de redes sociais (ARS) às citações de patentes extraídas da base Lens.org, pois esta permite estabelecer relação entre indivíduos de modo a identificar conexões tecnológicas e possíveis trajetórias. Os resultados indicam fragilidade na articulação entre patentes, tanto no conjunto geral da indústria quanto no caso específico dos LFOB, sugerindo que a trajetória tecnológica encontrada não é consistente e nem bem definida, confirmando a hipótese do trabalho. O que parece haver, na verdade, são algumas “ilhas” de conhecimento centradas em torno de algumas poucas patentes mais relevantes na amostra. Portanto, fica evidente a necessidade de intervenção em um setor cujo interesse é duplo: social e econômico. Nesse sentido, as políticas de estímulo à indústria farmacêutica devem ser pensadas considerando uma integração eficiente entre política industrial e política social.

Palavras-chave: Inovação; trajetória tecnológica; indústria farmacêutica; patentes.

Abstract

Considering innovation as the main way of competition, this master's thesis investigates the possibility of identifying technological paths in the pharmaceutical industry in Brazil, including the Official Pharmaceutical Laboratories of Brazil (LFOB), focusing on the role of patents as a mechanism of appropriability. Based on the evolutionary theory of technological change, which defines a paradigm as specific patterns of problem-solving, and a technological path as the ways of solving them, the study aims to verify the technological path traced by the pharmaceutical industry in Brazil based on patents filed under Brazilian jurisdiction between 2000 and 2024, a period marked by significant institutional changes. The guiding hypothesis of the work is that there is no consistent and well-defined technological trajectory in the pharmaceutical industry established in Brazil. To achieve the proposed objective, the configuration of the pharmaceutical industry in Brazil is initially presented, marked by the coexistence of transnational companies, national companies, and Official Pharmaceutical Laboratories, as well as by high external technological dependence. Subsequently, the social network analysis (SNA) method is applied to patent citations extracted from the Lens.org database, as this allows establishing relationships between individuals in order to identify technological connections and possible trajectories. The results indicate weaknesses in the articulation between patents, both in the overall industry and in the specific case of LFOBs, suggesting that the technological path found is neither consistent nor well-defined, confirming the hypothesis of the work. What seems to exist, in fact, are some "islands" of knowledge centered around a few of the most relevant patents in the sample. Therefore, the need for intervention in a sector with a twofold interest, social and economic, is evident. In this sense, policies to stimulate the pharmaceutical industry should be designed considering an efficient integration between industrial and social policy.

Keywords: Innovation; technological path; pharmaceutical industry; patents.

Lista de ilustrações

Figura 1: A curva de valor da indústria farmacêutica (em %)	21
Figura 2: Trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil	53
Figura 3: Trajetória tecnológica dos FLOB no Brasil	57
Gráfico 1: Registro de patentes ao longo do tempo segundo a base Lens.org	45
Quadro 1: Laboratórios Farmacêuticos Oficiais associados a ALFOB (2025)	33
Quadro 2: Principais políticas e programas envolvendo os LFOB	35
Quadro 3: Principais métricas usadas na análise de redes sociais	42
Quadro 4: Software utilizado para extração de citações de patentes	68

Lista de tabelas

Tabela 1: Principais grupos econômicos privados do setor farmacêutico no Brasil	29
Tabela 2: Principais LFOB do setor farmacêutico	34
Tabela 3: As 10 principais classificação de patentes registradas na base Lens.org	46
Tabela 4: Principais depositantes registrados na Lens.org e origem do capital	47
Tabela 5: Número de patentes registradas na Lens.org pelos LFOB	47
Tabela 6: Métricas da rede de patentes da indústria farmacêutica no Brasil.....	49
Tabela 7: As principais patentes da rede da indústria farmacêutica no Brasil, por PageRank.....	51
Tabela 8: As principais patentes de acordo com a centralidade de intermediação do caso geral	52
Tabela 9: Métricas da rede de patentes dos LFOB.....	54
Tabela 10: As principais patentes da rede dos LFOB, por PageRank.....	56
Tabela 11: As principais patentes de acordo com a centralidade de intermediação.....	56

Lista de abreviaturas e siglas

ALFOB	Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARS	Análise de redes sociais
BADEPI	Base de Dados de Propriedade Intelectual
CF/1988	Constituição Federal de 1988
CMED	Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos
CT&I	Ciência, tecnologia e inovação
EPO	European Patent Office
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFA	Insumo farmacêutico ativo
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	<i>Internacional Patent Classification</i>
LFOB	Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil
LPI	Lei de Propriedade Industrial
MIP	Medicamento isento de prescrição
MS	Ministério da Saúde
OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PDP	Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo
PFPB	Programa Farmácia Popular Brasileira
PhRMA	<i>Pharmaceutical Research and Manufacturers of America</i>
PNM	Política Nacional de Medicamentos
PROCIS	Programa para o Desenvolvimento do Complexo Industrial da Saúde
PROFARMA	Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva
RENAME	Relação Nacional de Medicamentos Essenciais
SUS	Sistema Único de saúde
TIC	Tecnologia de informação e comunicação
TRIPS	<i>Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights</i>
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
USPTO	United State Patent and Trademark Office

Sumário

Introdução	12
Capítulo 1 – Referencial teórico	16
1.1. Inovação e trajetórias tecnológicas	16
1.2. Características gerais da indústria farmacêutica	20
Capítulo 2 – A produção de medicamentos no Brasil	25
2.1. A produção de medicamentos por laboratórios e empresas privadas	25
2.2. A produção de medicamentos por laboratórios públicos	31
Capítulo 3 – Trajetória tecnológica da produção de medicamentos no Brasil	40
3.1. Metodologia	40
3.2. Procedimentos metodológicos e dados	44
3.3. Análise e discussão dos resultados	48
3.3.1. <i>O caso geral</i>	49
3.3.2. <i>O caso dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil</i>	54
Considerações finais	59
Referências bibliográficas	62
Apêndices	68
Apêndice A – Software utilizado para extração de citações de patentes	68
Anexos	70
Anexo A – Classificação de patentes de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC), em português	70

Introdução

Em um cenário globalizado, repleto de assimetrias e composto por economias com empresas concorrendo intensamente umas com as outras, inovar se torna um ato intencional pelo qual as firmas despendem recursos significativos. Nesse sentido, as atividades inovativas das firmas dependem da trajetória tecnológica percorrida por avanços anteriores dentro de determinado paradigma tecnológico decorrente da acumulação de conhecimento e capacitações construídas ao longo da história, conferindo o caráter *path-dependent* da atividade inovativa. Os paradigmas nada mais são que padrões específicos de soluções de problemas, enquanto a trajetória compreende as formas de solucioná-los. Uma vez vigente, um paradigma passa pela seleção de instituições mercantis e não-mercantis em termos de oportunidade de negócios, cumulatividade do conhecimento e apropriabilidade formal dos benefícios das inovações (David, 1985; Dosi, 1982; Nelson; Winter, 1977; Schumpeter, 1984).

Na indústria, o comportamento e desempenho das firmas quanto à inovação diferem em termos de estratégias e capacitações. Assim como as firmas, os setores industriais também se diferenciam, sobretudo em termos de padrões setoriais de mudança tecnológica, como mostrado por Pavitt (1984) e Castellacci (2008). Nestes estudos, estes autores propuseram uma taxonomia que divide os setores em grupos de acordo com as suas características principais, dos quais se sobressaem: as firmas dominadas por fornecedores; as firmas baseadas em produção, que se dividem em firmas intensivas em escala e fornecedores especializados; e as firmas baseadas em ciência.

Este trabalho foca na indústria farmacêutica, um setor onde a inovação se apresenta como um desafio duplo, social e econômico, e que compõe o grupo de firmas baseadas em ciência. Nesta indústria, a inovação – decorrente de uma elevada proporção do faturamento investido em P&D por parte das firmas – representa a principal forma de concorrência e as patentes desempenham um papel fundamental em termos de apropriabilidade, posto que o produto da indústria possui relativa facilidade de imitação. Desde o início do seu processo de desenvolvimento, décadas após décadas, o percentual das receitas investido em P&D na indústria farmacêutica cresceu continuamente. Segundo Queiroz (2024), entre 2012 e 2022, os gastos globais em P&D da indústria cresceu cerca de 46,5%, saindo de 129 bilhões de dólares para 189 bilhões. As estimativas apontavam um crescimento de pelo menos 12,7% para os anos seguintes, alcançando 213 milhões em 2026. Vale destacar que, na indústria de modo geral, em termos de intensidade de dispêndio em P&D, esse montante representa cerca de 16%, à frente de indústrias como *software* e serviços de informática e *hardware* e equipamentos de

tecnologia. Sem embargo, a despeito destes avanços, as incertezas relacionadas à descoberta e ao sucesso de novas drogas não desaparecem (Capanema; Palmeira Filho, 2007; Malerba; Orsenigo, 2015; Scherer, 2010).

No Brasil, a produção de medicamentos é compartilhada entre grandes empresas transnacionais, grandes empresas nacionais, laboratórios farmacêuticos oficiais (LFOB) e uma porção de pequenas empresas de menor participação no mercado. Nesse contexto, as grandes empresas transnacionais são responsáveis, geralmente, por grande parcela dos produtos inovadores disponíveis no mercado, enquanto as grandes empresas nacionais concentram sua produção em medicamentos genéricos e os laboratórios se destacam na oferta de uma série de medicamentos para doenças tropicais negligenciadas, soros e vacinas para atender o Sistema Único de Saúde (SUS) do país. Em termos de participação no mercado, Queiroz (2024) mostra que, em 2022, o país ocupava a oitava colocação no mercado global, com cerca de 2% de participação. Enquanto isso, as empresas no país viram seu faturamento crescer cerca de 33,3% entre 2015 e 2019, partindo de 64,5 bilhões de reais para 86 bilhões. O autor ainda mostra que, a despeito da maior parte desse faturamento vir de medicamentos baseados em síntese química, vem crescendo a participação de medicamentos biotecnológicos no faturamento das empresas no país (Manhães; Hasenclever, 2018; Queiroz, 2024; Vargas, 2024; Vasconcelos *et al.*, 2023).

Apesar das mudanças observadas pela literatura nos últimos anos em direção à maiores gastos com P&D, por exemplo, a configuração atual do setor levanta dúvidas quanto à existência de alguma trajetória tecnológica consistente envolvendo a indústria farmacêutica no país, justificando assim, os esforços aqui empreendidos. Além disso, a indústria farmacêutica, enquanto parte do grupo de firmas baseadas em ciência, assume um papel significativo na geração de inovações e estratégico enquanto parte do complexo econômico industrial da saúde (Gadelha, 2020). Por conseguinte, este trabalho pretende responder às seguintes questões: é possível identificar uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica presente no Brasil? Se sim, como se encontra a trajetória tecnológica dos produtores de medicamentos no país?

Frente a essas questões, o objetivo geral deste trabalho é, então, verificar a trajetória tecnológica traçada pela indústria farmacêutica no Brasil baseando-se nas patentes depositadas sob jurisdição brasileira entre 2000 e 2024, logo após mudanças institucionais importantes como a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a adoção da Lei dos Genéricos e do *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS). Assim, será necessário cumprir os seguintes objetivos específicos: i) caracterizar a indústria farmacêutica no Brasil; ii) distinguir e caracterizar os produtores públicos de medicamentos

representados pelos LFOB; iii) realizar um levantamento preliminar das patentes depositadas ao longo dos anos; iv) identificar quais os principais atores envolvidos no depósito de patentes; e v) aplicar a análise de redes sociais para traçar a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil.

Para tanto, foi utilizada a metodologia de análise de redes sociais (ARS) aplicada à uma série de patentes da indústria farmacêutica no Brasil extraídas da base de dados Lens.org, pois essa metodologia permite estabelecer relação (arestas) entre indivíduos (nós). Portanto, ao considerar as patentes como nós e as citações feitas entre elas como as arestas da rede, será possível construir uma trajetória tecnológica que permitirá observar quanto conhecimento foi necessário acumular para chegar até o estado da arte de determinada tecnologia. Em trabalho recente, Basso (2019) identifica, através da ARS, a trajetória das três principais firmas do setor e traça a trajetória tecnológica das principais classes terapêuticas em que cada uma das três principais empresas atuam.

Aqui, a contribuição original do trabalho reside na aplicação da ARS para visualizar concretamente uma possível trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil. Todavia, não é possível, através dessa metodologia, avaliar o conteúdo das patentes registradas na rede de modo geral. O método se limita à criação de relações entre nós. Ademais, a construção da rede está limitada às patentes da amostra, ou seja, não será capturado qualquer desenvolvimento vindo de outras áreas. Nesse sentido, é possível apenas destacar os nós cujo resultado de métricas for relevante dentro da rede. São os resultados dessas métricas, inclusive, que irão determinar se a trajetória encontrada é ou não bem definida.

Com isso em mente, por hipótese, se espera que não haja uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica no Brasil. Espera-se, portanto, que as patentes depositadas sob jurisdição brasileira, seja por empresas multinacionais, nacionais ou por laboratórios oficiais, não sejam conectadas de forma relevante, por meio de citação, a outras patentes depositadas na mesma jurisdição, de modo que não se identifique uma trajetória consistente e bem definida para a indústria farmacêutica presente no país.

Além desta introdução e das considerações finais apresentadas posteriormente, este trabalho contém outros três capítulos. O primeiro capítulo apresenta o referencial teórico, discutindo, sob a perspectiva da teoria evolucionária da mudança tecnológica, a importância da inovação tecnológica e sua influência sobre os paradigmas e trajetórias tecnológicas, bem como se esforça em realizar uma caracterização mais geral da indústria farmacêutica. O segundo capítulo apresenta como se encontra a indústria farmacêutica no Brasil, diferenciando a produção de medicamentos por empresas e laboratórios privados e a produção de medicamentos

por laboratórios públicos, detalhando cada uma delas. O terceiro capítulo, que contém a contribuição principal desse trabalho, apresenta e analisa a trajetória tecnológica da produção de medicamentos no Brasil considerando o caso geral, com todos os agentes que patenteiam, e o caso específico, considerando exclusivamente a trajetória tecnológica dos LFOB, bem como os aspectos metodológicos utilizados na construção das redes de citação.

Capítulo 1 – Referencial teórico

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico, discutindo, sob a perspectiva da teoria evolucionária da mudança tecnológica, a importância da inovação e sua influência sobre os paradigmas e trajetórias tecnológicas e como esses conceitos se aplicam à indústria farmacêutica. Desse modo, o capítulo está dividido em duas seções, sendo que a primeira discute, além dos conceitos de inovação, paradigma e trajetórias tecnológicas, a necessidade de construção de capacitações; o comportamento das firmas em relação à atividade inovativa, chamando a atenção para as razões que as levam a adotar estratégias de patenteamento; e a forma como as firmas podem ser divididas em setores de acordo com padrões de mudança tecnológica. Enquanto isso, a segunda seção apresenta as características gerais da indústria farmacêutica enquanto objeto de estudo, contando brevemente como ela se desenvolveu ao longo das últimas décadas e destacando, sobretudo, a importância da atividade inovativa para esse grupo de empresas.

1.1. Inovação e trajetórias tecnológicas

Considerando o arcabouço evolucionário, não é difícil perceber que as firmas são concorrentes natas. Nenhuma firma pode se considerar totalmente monopolista pois, a concorrência aparece não apenas entre produtos inovadores, como também entre produtos inovadores e produtos antigos, dentro e entre paradigmas tecnológicos. Contudo, novos empreendimentos só terão sequência se houver certa segurança acerca da apropriação de seus benefícios, ou seja, as mudanças que ocorrem na indústria não são desordenadas, elas partem do princípio de que há certa segurança nas suas ações; existe um componente estratégico. Dado o cenário composto por um elevado grau de incerteza e constantes mudanças, a capacidade de apropriação e as formas de proteção dos benefícios das inovações serão elementos fundamentais para o curso da firma, dentre os quais as patentes se destacam em alguns setores. No entanto, o progresso tecnológico pressupõe a destruição de capital, na medida que novos métodos e produtos só serão colocados em prática e no mercado se os métodos e produtos antigos já estiverem se esgotado em termos de apropriação dos benefícios possíveis (Schumpeter, 1984).

Nesse sentido, inovar é um ato intencional pelo qual as firmas despendem recursos significativos. Ainda assim, a inovação não é livre de condicionantes. O avanço tecnológico suscitado pela inovação em cada parcela da indústria depende, em última instância, da trajetória percorrida por avanços anteriores – sejam técnicos ou científicos – bem como das barreiras que foram ou não foram passíveis de transposição até dado momento. Cada tecnologia particular

está envolta de determinadas circunstâncias que são *path-dependent*, ou seja, elas carregam consigo oportunidades e limitações que são temporal e espacialmente definidas e irão caracterizar um regime tecnológico a partir do qual, desenvolvimentos incrementais poderão, ou não, ser explorados posteriormente. Justamente, essa característica das tecnologias criará um sistema dinâmico que se auto-sustenta e se auto-reforça podendo gerar incontáveis estruturas tecnológicas como resultado (Arthur; Ermoliev; Kaniovsk, 1987; David, 1985; Nelson; Winter, 1977).

Outra maneira de entender um regime tecnológico pode ser associada ao conceito de paradigma tecnológico. Um paradigma tecnológico pode ser definido como formas específicas de solucionar problemas tecnológicos, bem como de selecionar as soluções a serem seguidas e as soluções a serem negligenciadas com base em um conjunto de informações derivadas da experiência, da ciência e de capacitações não codificadas, *i.e.*, tácitas. Uma vez estabelecido, o grau de difusão de um paradigma e os avanços no interior dele irão indicar quais as trajetórias tecnológicas passíveis de serem seguidas. Sendo assim, uma vez vigente, o sucesso ou não de qualquer regime ou paradigma tecnológico passa pelo processo de seleção que envolve diversos atores mercantis e não-mercantis. No mercado, tal seleção ocorre de formas distintas em cada um dos setores econômicos. Fundamentalmente, aquilo que as firmas enxergam como oportunidades lucrativas, a preferência dos demandantes e o arcabouço regulatório são os principais elementos da seleção de inovações (Dosi, 1982; 1988).

Por outro lado, o uso dado à inovação por parte da firma inovadora, a sua capacidade de atrair recursos, principalmente financeiros, para sua expansão e a relativa facilidade de imitação por parte de outros agentes econômicos constituem os mecanismos de difusão tecnológica. Posto dessa forma, é possível elencar três características econômicas mais básicas das inovações que definirão, ao mesmo tempo, o paradigma e a trajetória tecnológica, são elas: a oportunidade, referindo-se à possibilidade de lucrar com avanços tecnológicos significativos; a cumulatividade, que se refere à capacidade de aprendizagem das firmas; e a apropriabilidade, que diz respeito aos retornos econômicos da introdução da inovação pela firma inovadora (Nelson; Winter, 1977; Possas, 1989).

Nestes termos, a relação entre oportunidade e cumulatividade é indissociável. As oportunidades, ao passo que determinam as taxas de inovação no sentido mais geral, são distintas entre indústrias e geradas parcialmente por instituições fora do mundo dos negócios como universidades, centros de pesquisa e agências regulatórias, parcialmente pelas capacidades construídas pelas firmas e parcialmente pelo relacionamento estabelecido com fornecedores. Ou seja, ainda que as oportunidades existam, o sucesso da firma depende do rol

de capacidades e de ativos complementares que foi, ao mesmo tempo, acumulado pela firma e pela sociedade longo do tempo. Parafraseando – com certo grau de liberdade – Marengo (2019), as firmas navegam em um mar de oportunidades em busca de inovações, todavia estão sujeitas à sua própria habilidade de identificar onde estão e de capturar os maiores e melhores cardumes.

De maneira semelhante, a apropriabilidade se diferencia entre indústrias, sobretudo em relação aos seus mecanismos, levando consigo um componente estratégico importante. Dentre os mecanismos de apropriabilidade mais conhecidos e usados pelas firmas para proteger suas invenções, seja individualmente ou em determinadas combinações, estão as patentes, o segredo industrial, o *lead time* – i.e. ser o primeiro a lançar determinado produto no mercado, por exemplo –, as complementariedades entre vendas, serviços e instalações fabris e o *know-how*. Considerando que, para cada indústria, um ou outro mecanismo ou combinação de mecanismos pode ser mais ou menos conveniente, aqui será destacado o papel das patentes e as razões para patentear ou não. Segundo Cohen, Nelson e Walsh (2000) existem razões claras pelas quais as firmas decidem não patentear, que envolvem, sobretudo, os custos associados ao processo de patenteamento, as dificuldades legais de provar que determinado produto é uma invenção e de defendê-la nos tribunais e a obrigatoriedade de divulgar certas informações tidas como críticas em muitos casos.

Por outro lado, as patentes desempenham um papel estratégico em diversas indústrias justificando a sua adoção enquanto mecanismo de apropriabilidade. Tal papel se distingue entre as indústrias produtoras de tecnologias “complexas”, como a indústria de *smartphones*, cujo produto é composto por diversos componentes de alto nível tecnológico que podem ser patenteados individualmente, e as indústrias produtoras de tecnologias “discretas”, como a indústria farmacêutica, cujo produto apesar de carregar alto nível tecnológico, resulta em um número relativamente baixo de patentes por produto na maioria dos casos. Para as indústrias de produtos “complexos”, as razões para patentear se assentam com mais vigor na possibilidade de adquirir receitas do licenciamento das invenções e no fortalecimento da sua posição nas negociações de licenciamento cruzado (*cross-licensing*), visto que são indústrias nas quais o produto é composto por diversos componentes e nem sempre uma firma tem o controle da propriedade intelectual de todos eles. Enquanto isso, as razões para patentear nas indústrias de produtos “discretos” estão relacionados com rendas monopolistas advindas da comercialização ou do licenciamento e a possibilidade de bloquear a entrada de concorrentes, seja via produtos substitutos ou produtos complementares, criando assim uma “cerca de patentes”. Em todo o caso, a patente é uma ferramenta importante para diversificar o portfólio da firma e assegurar parcelas de mercado (Cohen; Nelson; Walsh, 2000).

Sendo assim, é possível notar que na indústria as firmas possuem diferenças em termos de comportamento e desempenho e isso resulta do processo decisório dos líderes empresariais que, por sua vez, está condicionado ao ambiente social, cultural e institucional em que estão inseridos, bem como ao histórico de situações enfrentadas anteriormente. Nos meandros daquele processo, quaisquer ações tomadas estão circunscritas as capacitações dinâmicas, a estratégia adotada e a estrutura de mercado da firma. Por conseguinte, as firmas diferem entre si em termos de decisões e estratégias adotadas considerando suas capacidades, e o mercado seleciona não apenas as tecnologias, mas também as estratégias que serão bem-sucedidas, de maneira tal que ao passo que um ramo ou setor amadurece tecnologicamente, o número de *players* nessa área tende a diminuir, ou seja, se desenvolve um cenário que é ampliador ou destruidor de aptidões (Nelson, 2006; Teece; Pisano, 1994).

Nesse sentido, nota-se que as firmas possuem trajetórias que dependem das suas atividades principais e das suas capacidades construídas. Esse fenômeno pode ser explicado com base nas fontes da tecnologia, nas necessidades dos usuários e na capacidade de apropriação dos benefícios da introdução de inovações utilizado por firmas em diferentes setores. Ou seja, a composição setorial na indústria permite identificar propriedades e padrões de mudanças tecnológica. Baseado nessa observação, Pavitt (1984) propôs uma taxonomia que considera a existência dos seguintes grupos de setores: as firmas dominadas por fornecedores; as firmas baseadas em produção, que se dividem em firmas intensivas em escala e fornecedores especializados; e as firmas baseadas em ciência. Este trabalho foca nas firmas baseadas em ciência que são caracterizadas pelo seu grande porte; pela dependência da ciência básica e dos laboratórios de P&D como principais fontes de tecnologia; pelas interações recorrentes com universidades e centros de pesquisa; pela alta capacidade de geração de inovações de processo e, sobretudo, de produtos; e pela concorrência através de inovações. Ademais, para estas firmas as formas de apropriação formais, como as patentes, são bastante relevantes, pois asseguram os benefícios de uma atividade de alto risco e proíbem a imitação de um produto inovador freando, assim, o processo de difusão tecnológica.

Nesta mesma direção, Castellacci (2008) atualiza a taxonomia proposta anteriormente para incluir também o setor de serviços com o objetivo de providenciar uma visão mais integrada das características assumidas pela inovação visto o aumento do peso relativo dos serviços nas últimas décadas, decorrente do avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Na revisão feita pelo autor, as firmas baseadas em ciência (termo mantido da taxonomia anterior), estariam classificadas como um subgrupo do grupo de setores de bens produzidos em massa – cuja principal característica é produzir tanto bens finais como bens

intermediários a partir do desenvolvimento interno de novos produtos e processos –, junto com as firmas intensivas em escala. Todavia, as características do conjunto de firmas baseadas em ciência são bastante similares às aquelas contempladas pela taxonomia de Pavitt.

1.2. Características gerais da indústria farmacêutica

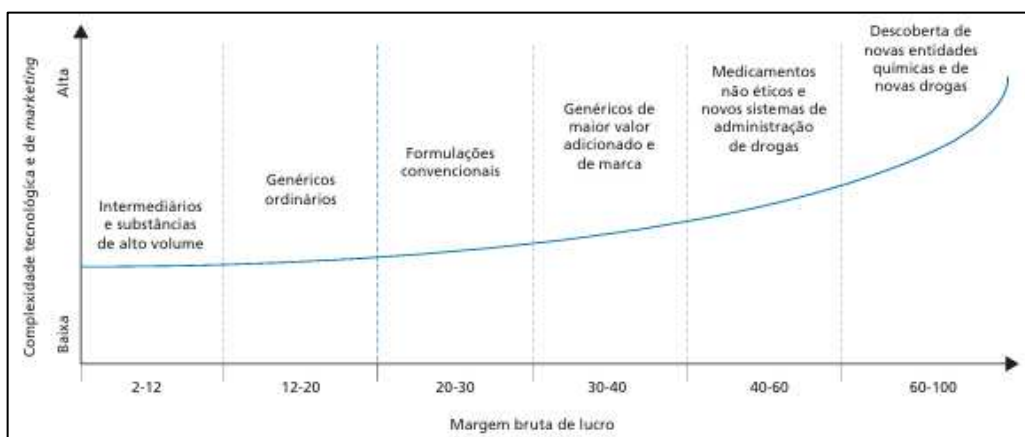
Considerando as taxonomias apresentadas (Castellacci, 2008; Pavitt, 1984), em ambos os casos, a indústria farmacêutica se destaca entre as firmas baseadas em ciência. O principal objetivo produtivo e foco da estratégia concorrencial dessa indústria é o desenvolvimento de novos medicamentos. É um setor onde a inovação se apresenta como um desafio duplo, social e econômico, determinando, em última instância, a sobrevivência e crescimento das firmas envolvidas. Nesse sentido, a superação desse desafio representa melhoras no bem-estar social, na renda individual e nacional (Capanema; Palmeira Filho, 2007; Proksch *et al.*, 2018). Capanema e Palmeira Filho (2007) destacam a indústria farmacêutica mundial tanto no que tange ao montante empenhado em inovação através de P&D, como na lucratividade adquirida a partir desse esforço e mantida por meio do aparato jurídico de proteção intelectual e de movimentos estratégicos de fusão e aquisição. Em relação à proteção intelectual, as patentes assumem protagonismo por conceder proteção por cerca de vinte anos a um produto novo, posto que no setor a imitação tende a ocorrer com certa facilidade uma vez que o produto inovador se encontra disponível no mercado.

Em termos de estrutura, a indústria farmacêutica tende a ser caracterizada por um oligopólio relativamente concentrado. Isso significa que, neste setor, coexiste uma pequena quantidade de grandes empresas inovadoras, as denominadas Big Pharmas, com uma grande quantidade de empresas menores. Isso ocorre pois, enquanto poucas empresas possuem o montante de recursos necessários para uma atividade de alto risco, como é a descoberta de novos medicamentos, o papel desempenhado pela imitação e a natureza fragmentada do mercado – dividido em classes terapêuticas, por exemplo – contribuem para a existência de diversas empresas de menor porte dedicadas à produção de genéricos ou similares (Malerba; Orsenigo, 2015).

A cadeia produtiva da indústria farmacêutica pode ser sintetizada em quatro etapas: i) pesquisa e desenvolvimento; ii) produção de farmoquímicos; iii) produção de medicamentos; e iv) *marketing* e comercialização. Embora a atuação dessa indústria seja mais contundente nos últimos dois estágios, as firmas que se propuserem a ser inovadoras devem dominar as quatro etapas acima. Não sem razão, a indústria farmacêutica se distingue das demais e lidera o *ranking* dos setores que mais gastam com P&D, sendo cerca de 16% das receitas nas grandes empresas

– à frente de indústrias como *software* e serviços de informática e *hardware* e equipamentos de tecnologia – e 11% nas empresas da base, segundo Queiroz (2024), de modo que a cadeia de valor da indústria pode ser expressa conforme a Figura 1. O mesmo autor afirma que, entre 2012 e 2022, os gastos globais em P&D da indústria cresceram cerca de 46,5%, saindo de 129 bilhões de dólares para 189 bilhões. As estimativas apontavam um crescimento de pelo menos 12,7% para os anos seguintes, alcançando 213 milhões em 2026.

Figura 1: A curva de valor da indústria farmacêutica (em %)



Fonte: Queiroz (2024, p. 20).

Logo, as inovações por meio da descoberta de novas entidades químicas e novas drogas por classe terapêutica são a base da concorrência dessa indústria, que está localizada em um ambiente fortemente regulado por agências sanitárias responsáveis pela aprovação dos novos produtos. Outras características singulares do setor estão no comportamento das grandes empresas líderes de manter nos seus países de origem as etapas iniciais da cadeia produtiva, onde as atividades envolvem maior agregação de valor, e levar aos países em desenvolvimento apenas unidades de manufatura e comércio; e no papel desempenhado por empresas produtoras de medicamentos similares, genéricos ou medicamentos isentos de prescrição (MIP) que ampliam o acesso por parte da população a certos tratamentos e desempenham, ainda, um papel de controladores de preços, através da imitação, em geral, após a queda das patentes (Capanema; Palmeira Filho, 2007; Predo; Ballini; Sarti, 2024).

Historicamente, a indústria farmacêutica moderna inicia seu processo de desenvolvimento através dos trabalhos envolvendo a aspirina – através de processos de síntese química – na última década do século XIX. Naquele período, o desenvolvimento de novas moléculas estava associado a um processo de tentativa e erro, que por vezes tinha como resultado casos trágicos, como a má formação de bebês influenciada pelo uso indevido de

talidomida em mulheres gestantes. A partir de então, fica estabelecido que antes de tornar público o consumo de qualquer medicamento, seu desenvolvimento deveria ser submetido a diversos testes clínicos em três fases, a princípio. Mais tarde, no período das grandes guerras do século XX, apesar do patenteamento de diversos medicamentos, como da estreptomicina, a necessidade em conjunto com a ampla utilização do licenciamento acelerou a difusão destas substâncias que logo passaram a concorrer via preços dando a impressão, por um bom tempo, de que a descoberta de novas drogas não era lucrativa (Scherer, 2010). Ainda assim, foi nesse período que boa parte das Big Pharma, tal como se estruturam atualmente, deram seus primeiros passos. Elas surgem a partir da indústria química europeia e passam a ganhar cada vez mais importância com o surgimento de inúmeros estudos envolvendo o descobrimento e o desenvolvimento de novas moléculas. Nessa etapa, as firmas capazes de produzir em grande escala, desenvolver rotinas empresariais consistentes e manter um sistema sólido de P&D conseguiram crescer com mais vigor até se tornarem internacionais (Malerba; Orsenigo, 2015).

Até os anos 1970, a descoberta bem-sucedida de novas moléculas vinha acompanhada por uma quantidade notável – e até desproporcional – de usos alternativos para elas e por um esforço igualmente notável em busca de novas moléculas similares. Foi a partir do conhecimento acumulado e das redes de interação entre a indústria, hospitais, centros de pesquisa e instituições de ensino superior que o processo de pesquisa de novas moléculas se tornou mais restrito e embasado em bases teóricas mais sólidas, a fim de sustentar os efeitos terapêuticos desejados. Desde então, décadas após décadas, o percentual das receitas investido em P&D cresceu continuamente e a proteção intelectual, sobretudo na forma de patentes, têm sido um instrumento estratégico importante. O desenvolvimento tecnológico da ótica e da computação também vem contribuindo para uma observação mais precisa de tecidos humanos e permitindo a identificação de moléculas-alvo com mais facilidade. Sem embargo, a despeito destes avanços, a incerteza relacionada à descoberta de novas drogas não desaparece (Malerba; Orsenigo, 2015; Scherer, 2010).

Dados da *Pharmaceutical Research and Manufacturers of America* (PhRMA) divulgados em 2006 e apresentados por Scherer (2010) mostram que a aprovação de um medicamento envolve centenas de moléculas sujeitas a testes em animais das milhares de moléculas inicialmente pesquisadas. Ainda assim, tal aprovação não significa sucesso comercial imediato. Nessas circunstâncias, as patentes desempenham um papel particularmente crítico, sobretudo, na tomada de decisão dos setores de P&D. A adoção de patentes não se justifica apenas pelo alto montante de investimentos realizados e pelo alto grau de incerteza envolvido no processo de descoberta das moléculas, mas pela relativa facilidade de imitação

por parte dos concorrentes. Sendo assim, mais do que garantir o direito de propriedade de uma molécula, a patente representa uma ferramenta capaz de assegurar a posse do conhecimento desenvolvido pela firma inovadora em todo processo de P&D, criando assim “cercas de patentes” capazes de bloquear concorrentes (Cohen; Nelson; Walsh, 2000; Scherer, 2010).

Transformações técnicas e científicas em diversos campos também têm contribuído para o ritmo acelerado das mudanças dentro do setor por meio de avanços tecnológicos e da introdução de inovações, das quais se destaca a “revolução biotecnológica”, conforme Malerba e Orsenigo (2015, p. 615). Embora ainda não haja um consenso teórico sobre a ascensão de um novo paradigma tecnológico dentro da indústria farmacêutica, são notáveis as transformações que vêm acontecendo no setor derivadas do desenvolvimento da biotecnologia no processo de descobrimento de novos fármacos. Conceitualmente, a biotecnologia lida com a aplicação de conhecimento e princípios de engenharia para o processamento de agentes biológicos a fim de prover novos bens ou serviços (McKelvey, 2007).

Sobre o surgimento de um novo paradigma, Wonglimpiyarat (2008) revisita o debate teórico estabelecido entre Schumpeter e seus contemporâneos acerca do caráter revolucionário ou evolucionário da mudança tecnológica sob a ótica da introdução da biotecnologia na indústria farmacêutica. Para o autor, o uso de biotecnologia, enquanto uma nova forma de produzir medicamentos específicos e adaptados a certas condições, parece representar uma mudança mais radical em nível de produto do que em nível de setor; neste último caso, a introdução da biotecnologia parece representar uma mudança incremental, posto que não se destrói a indústria farmacêutica em favor da criação de um novo setor.

Nesse sentido, é fácil notar que, dado os aspectos acima assinalados, as principais empresas da indústria farmacêutica estão situadas nos países desenvolvidos, uma vez que neles a estrutura e as instituições que sustentam os processos de P&D e de proteção intelectual têm mais robustez. Contudo, recentemente, países emergentes vêm se destacando no crescimento da produção e do mercado de medicamentos. Segundo Ezziane (2014), entre 1995 e 2010, o gasto farmacêutico *per capita* de todos os países que na época compunham o bloco dos BRICS haviam crescido, com destaque para o Brasil que tem como estratégia priorizar a produção doméstica de medicamentos essenciais e é um produtor relevante de vacinas.

Para Oliveira e colaboradores (2019) e Sadat, Russell e Stewart (2014) a expansão do mercado mundial de medicamentos, associado ao crescimento econômico, ao aumento da renda média da população e à mudança nos padrões de enfermidades, se tornando mais parecidos entre os países devido ao crescimento no número de casos de doenças não transmissíveis, têm se revelado um caminho de oportunidades para as Big Pharmas lutarem por fatias de mercado,

seja com a introdução de produtos, seja através de operações de fusão e aquisição de firmas menores. Ademais, Sadat, Russell e Stewart (2014) acrescentam que a indústria farmacêutica, sobretudo as Big Pharmas, vêm mudando seu padrão de inovação e atribuindo mais valor à medicamentos que atendem usuários específicos baseado nos benefícios de um medicamento sobre os demais da mesma classe terapêutica.

Por fim, vale considerar ainda que o *feedback* de médicos e pacientes e as atividades voltadas às inovações incrementais, a partir da interação produtor-usuário, representam um papel proeminente no desenvolvimento de novas tecnologias na indústria farmacêutica. O processo de adoção e adaptação de novos produtos e processos, aqui, é bastante prolongado. São frequentes os casos de novas indicações de uso de determinado medicamento a partir da observação na prática clínica. No entanto, ao contrário do que se espera, a introdução de novas tecnologias não necessariamente contribui para a queda de preços de novos medicamentos. Isso ocorre, pois, o uso intensivo de novas tecnologias pela indústria, a introdução de novas tecnologias modificadas e a expansão das aplicações são formas de concorrência e diferenciação entre produtos e entre firmas (Gelijns; Rosenberg, 1994).

Com isso em mente, é necessário entender como se dá a dinâmica deste setor, que é amplamente baseado em atividades de pesquisa e envolto em tantas incertezas quanto ao processo de desenvolvimento de novos produtos, em um país em desenvolvimento e com tantas especificidades como o Brasil. A seguir, será discutido como a indústria farmacêutica se desenvolveu a partir de um modelo fortemente deficitário, em termos de comércio, e dependente da tecnologia estrangeira.

Capítulo 2 – A produção de medicamentos no Brasil

Neste capítulo será discutido como se encontra a indústria farmacêutica no Brasil considerando suas características particulares dentro de uma país em desenvolvimento. Em meio à essas nuances, o capítulo se divide em duas seções, a fim de destacar a produção de medicamentos por laboratórios e empresas privadas e a produção de medicamentos por laboratórios públicos bem como suas especificidades. Dessa forma será possível esclarecer qual é o papel desempenhado por empresas transnacionais, por empresas nacionais e pelos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil (LFOB) e quais são os efeitos das agências de vigilância, da legislação sobre propriedade industrial e de políticas e programas de estímulo sobre aquele papel.

2.1. A produção de medicamentos por laboratórios e empresas privadas

No setor de saúde, em geral, o progresso no tratamento de diversas doenças está intimamente relacionado ao desenvolvimento tecnológico de vários tipos, sobretudo, nos diferentes tipos de aprendizado. Vale, portanto, destacar, que o setor de saúde, compreendido sob a égide dos sistemas de inovação, compreende uma gama razoavelmente ampla de instituições e indústrias, na qual se insere a indústria de produtos farmoquímicos e farmacêuticos (C.21, CNAE-subclasses 2.3 do IBGE), mais comumente referenciada como indústria farmacêutica (Gadelha, 2003; 2020; Vasconcelos *et al.*, 2023). Atualmente, o mercado mundial de medicamentos é bastante amplo, vem passando por mudanças estruturais complexas importantes e apresentando crescimento contínuo sem nenhum indício de interrupção neste comportamento. Pelo contrário, após a pandemia de Covid-19 o setor vem crescendo em ritmo mais acelerado e boa parte devido à participação de mercados farmacêuticos emergentes, como o Brasil (Queiroz, 2024). Segundo Vasconcelos e colaboradores (2023), cerca de 55% do mercado de produtos farmacêuticos é dominado por apenas 10 empresas multinacionais.

No Brasil, a indústria farmacêutica deve ser entendida sob a perspectiva do “modelo liberal e periférico”, visto os crescentes déficits comerciais e a dependência tecnológica por meio da importação de fármacos e medicamentos de alto valor agregado (Filgueiras, 2006; Gonçalves, 2013). Durante os anos 1970 e 1980 o mercado era dominado por empresas estrangeiras, enquanto as empresas brasileiras aproveitavam as lacunas institucionais e fragilidades nos sistemas de patentes para produzir medicamentos similares. Em 1980, o Ministério da Indústria e Comércio juntamente com outras entidades competentes, promoveu uma série de atividades em prol do desenvolvimento do setor possibilitando alguma produção

de fármacos e medicamentos. Todavia, a partir da década de 1990 uma série de mudanças institucionais associadas, por exemplo, à abertura comercial e financeira, aos programas de privatização e à retomada da estabilidade monetária afetaram fortemente o setor. O fim do controle de preços adotado nos anos anteriores aumentou a lucratividade induzindo novos investimentos e modernização do capital mais antigo, sobretudo para as firmas transnacionais. Contudo, a partir da adoção do Plano Real e das suas implicações na taxa de câmbio, em 1994 se iniciou um período de forte importação de medicamentos finais e insumos farmacêuticos ativos (IFA) que penalizou a indústria farmacêutica por meio do aumento do déficit na balança comercial do setor (CGEE, 2017; Prado, 2011; Queiroz, 2024).

Além disso, houve mudanças na legislação de propriedade industrial com a adoção do Acordo TRIPS (*Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*), a partir de 1994, e a criação da Organização Mundial de Comércio (OMC), que reestabeleceu a proteção por patentes para os medicamentos inovadores em nível global, restringindo a produção de similares por empresas nacionais que, até então, se aproveitavam de falta de reconhecimento de patentes de produtos farmacêuticos. Por conseguinte, em 1996 o país aprova uma nova Lei de Propriedade Industrial (LPI), a Lei nº 9.276/96 pressionado, sobretudo, pelos Estados Unidos. Por fim, em 1999, a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) – que tem contribuído para a modernização da manufatura por meio das políticas de boas práticas de laboratório e fabricação – e da Lei nº 9.787/99 – que cria e regulariza o segmento de medicamentos genéricos – exigiram das empresas novas capacidades tecnológicas e abriram espaço para um novo mercado que foi ocupado por empresas de capital nacional (Prado, 2011; Rodrigues; Silva; Kiss, 2022; Vasconcelos *et al.*, 2023).

Especificamente sobre a concessão de patentes após o Acordo TRIPS e após a LPI, Mercadante (2019) apresenta uma análise mais aprofundada. Segundo este autor, o Brasil adotou os termos do acordo de maneira precipitada, reduzindo oportunidades de fortalecer certas capacidades tecnológicas que foram aproveitadas em países como Índia e China e beneficiando os depositantes em detrimento da sociedade, visto que o país também adotou o mecanismo *pipeline* que concedia proteção a produtos que já estavam sobre domínio público no Brasil. Ademais, o trabalho chama a atenção para uma espécie de “sabotagem institucional” no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), que apesar de ser uma autarquia superavitária, não possui autonomia financeira para contratar pessoal e realizar investimentos. Como principal consequência dessa ineficiência operacional surge o fenômeno do *backlog*, que, de forma resumida, expressa o tempo em que uma patente fica na “fila” até ser examinada pelos servidores do Instituto. Esse *lag* temporal, estimado em quase 7 anos, novamente beneficia

exclusivamente o depositante. Portanto é possível afirmar que a concessão de patentes no Brasil a partir destes marcos regulatórios causou um “desequilíbrio” em favor dos titulares e é não é adequada para estimular inovações.

Por seu turno, a Lei dos Genéricos (Lei nº 9.787/99) – associada à produção de medicamentos isentos de prescrição (MIP) – pode ser considerada uma experiência de sucesso no que se refere à integração entre uma política social e econômica, voltada ao setor industrial, ainda que essa não tenha sido a intenção, de fato. A princípio, seus objetivos eram ampliar o acesso e a redução de preço dos medicamentos para a população, fomentar a indústria nacional e modificar o comportamento dos profissionais da saúde quanto à prescrição de tratamentos. A Lei obriga que seja dada preferência à aquisição de medicamentos genéricos no âmbito do SUS nos casos em que seja possível e a um preço menor. Isso abriu uma enorme janela de oportunidade para as empresas produtoras – cujas pioneiras foram empresas de capital nacional –, pois conferiu-se a elas certa demanda, robustez e competitividade para aumentar sua participação no mercado brasileiro – ainda que escorado em produtos de baixo valor agregado –, dado que, antes da Lei, apenas um laboratório nacional figurava entre as dez empresas com maior receita de vendas. No entanto, há algumas limitações que surgem provenientes do sucesso da Lei ligadas à possibilidade de acomodação por parte das empresas produtoras de genéricos. A alta rentabilidade nesse mercado, ainda que em aparente mudança, faz com que a competição entre as empresas se dê, basicamente, através do pioneirismo em lançar um novo medicamento genérico e não através da produção de novas moléculas. Ademais, não há incentivos à exportação, nem à verticalização, e o crescimento do setor em âmbito mundial pode reprimir as empresas de capital nacional (Quental *et al.*, 2008; Prado, 2011; Rodrigues; Silva; Kiss, 2022).

Um efeito já considerado pela literatura sobre a entrada dos genéricos no mercado está relacionado com a queda nos preços dos medicamentos em geral. Internacionalmente, a verificação deste fenômeno é mais inconclusiva, posto que a entrada pode ou não contribuir para a queda dos preços, devido à fidelidade dos consumidores ao medicamento de referência. No Brasil, porém, a entrada de genéricos no mercado contribuiu para uma redução no preço mínimo dos medicamentos em cerca de 28%, podendo se reduzir ainda mais com a entrada de mais genéricos em cada classe terapêutica. Desse modo, verifica-se que, tanto os descontos promovidos pelos genéricos estão mais altos que o imposto pela Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CMED), quanto o preço do medicamento de referência está abaixo do preço máximo imposto pela CMED. Ou seja, ao mesmo tempo que isso pode representar um benefício social e aumento do acesso a medicamentos, como um alívio orçamentário para o

governo e para as famílias, representa também uma lucratividade abaixo da lucratividade potencial para essas empresas (Rocha, 2024).

Dados da CMED (ANVISA, 2025, 2024, 2023) dos últimos três anos mostraram que, no período, quatro dos 10 grupos econômicos privados que mais faturaram no setor, no Brasil, são de capital nacional, incluindo os primeiros, conforme Tabela 1. O relativo “sucesso” dos grupos econômicos nacionais, em parte está associado a estratégias de fusão e aquisição e aos estímulos das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP), coordenadas pelo Ministério da Saúde desde 2008, do Programa Inova Saúde, coordenado pela FINEP desde 2013, e do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica (PROFARMA), levado a cabo desde 2003 pelo BNDES, que segundo Rodrigues, Silva e Kiss (2022), foi responsável por 77% do financiamento das principais empresas do setor. Porém, entre as empresas internacionais presentes na lista com os maiores faturamentos, poucas se encontram entre as que mais venderam em termos de quantidade conforme consta nos dados da CMED, podendo indicar que ainda que tenham vendido relativamente menos, o valor agregado de seus produtos os torna caros o suficiente para terem um bom faturamento. Ao longo dos anos é notável o ganho de faturamento dos principais grupos reportados, visto que todos saíram de pelo menos 3 bilhões faturados, para pelo menos 5 bilhões. Além disso, ao longo dos últimos anos, os principais grupos são praticamente os mesmos.

Segundo a análise realizada por Paranhos e colaboradores (2021) acerca do PROFARMA e do Programa Inova Saúde, enquanto dois dos principais instrumentos de financiamento à inovação da indústria farmacêutica, os aspectos positivos dessas iniciativas são, de modo geral, a aplicação de recursos não-reembolsáveis para a inovação, o estabelecimento de condições para financiamento reembolsável e condições específicas para micro e pequenas empresas. No entanto, elas carecem de mecanismos de avaliação e monitoramento da atividade inovativa, de exigência de contrapartida para saúde pública e de uma melhor distribuição de recursos entre firmas, posto que 83% dos recursos são destinados a apenas 10 das 48 firmas que participavam do PROFARMA na época, por exemplo. Tendo isso em mente, os autores sugerem, sobretudo, a ampliação do acesso aos recursos e o estabelecimento de contrapartidas por parte dos beneficiados dos programas e, ainda, enfatizam a importância da infraestrutura de P&D para a produção medicamentos biotecnológicos e a construção das capacitações para a exportação. Os programas lograram fortalecer empresas nacionais, especialmente produtores de medicamentos genéricos, mas os avanços foram limitados a poucas grandes empresas.

Tabela 1: Principais grupos econômicos privados do setor farmacêutico no Brasil

Posição	Grupo econômico	Faixa de Faturamento (R\$)
2024		
1	= Grupo NC Farma (Nacional)	Acima de 5 bilhões
2	▲ Grupo Eurofarma (Nacional)	Acima de 5 bilhões
3	= Grupo Sanofi (Internacional)	Acima de 5 bilhões
4	▼ Grupo Hypera (Nacional)	Acima de 5 bilhões
5	= Novartis Biociências S.A. (Internacional)	Acima de 5 bilhões
6	▲ Grupo Astrazeneca (Internacional)	Acima de 5 bilhões
7	▲ Novo Nordisk Farmacêutica do Brasil LTDA. (Internacional)	Acima de 5 bilhões
8	▼ Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A. (Nacional)	Acima de 5 bilhões
9	▼ Merck Sharp & Dohme Farmacêutica LTDA. (Internacional)	Acima de 5 bilhões
10	▼ Grupo Johnson & Johnson (Internacional)	Acima de 5 bilhões
2023		
1	= Grupo NC Farma (Nacional)	Acima de 5 bilhões
2	▲ Grupo Hypera (Nacional)	Acima de 5 bilhões
3	▲ Grupo Sanofi (Internacional)	Acima de 5 bilhões
4	▲ Grupo Eurofarma (Nacional)	Acima de 5 bilhões
5	▲ Novartis Biociências S.A. (Internacional)	Acima de 5 bilhões
6	Merck Sharp & Dohme Farmacêutica LTDA. (Internacional)	Acima de 5 bilhões
7	= Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A. (Nacional)	Acima de 5 bilhões
8	▲ Grupo Astrazeneca (Internacional)	Acima de 5 bilhões
9	▼ Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos S.A. (Internacional)	Entre 3-5 bilhões
10	Novo Nordisk Farmacêutica do Brasil LTDA. (Internacional)	Entre 3-5 bilhões
2022		
1	Grupo NC Farma (Nacional)	Acima de 3 bilhões
2	▲ Grupo Pfizer/Wyeth (Internacional)	Acima de 3 bilhões
3	▲ Grupo Hypera (Nacional)	Acima de 3 bilhões
4	▲ Grupo Sanofi (Internacional)	Acima de 3 bilhões
5	▼ Grupo Eurofarma (Nacional)	Acima de 3 bilhões
6	▼ Novartis Biociências S.A. (Internacional)	Acima de 3 bilhões
7	▼ Aché Laboratórios Farmacêuticos S.A. (Nacional)	Acima de 3 bilhões
8	▼ Grupo Johnson & Johnson (Internacional)	Acima de 3 bilhões
9	Grupo Astrazeneca (Internacional)	Acima de 3 bilhões
10	= Grupo Glaxo/Stiefel/Pf Consumer (Internacional)	Acima de 3 bilhões

Fonte: CMED/ANVISA - Relatório de Comercialização enviado pelas Empresas.

Atualmente, o mercado brasileiro de medicamentos ocupa a oitava colocação no mercado consumidor global com cerca de 2% de participação. Contudo, até 2021 dados apontavam que, enquanto 80% dos medicamentos consumidos no país são produzidos localmente, apenas 5% dos insumos farmacêuticos são ofertados por firmas nacionais (Vasconcelos *et al.*, 2023). Enquanto isso, Queiroz (2024) mostra, em geral, as empresas no país viram seu faturamento crescer cerca de 33,3% entre 2015 e 2019, partindo de 64,5 bilhões de reais para 86 bilhões. O autor ainda mostra que, a despeito da maior parte desse faturamento vir de medicamentos baseados em síntese química, vem crescendo a participação de medicamentos biotecnológicos no faturamento das empresas no país. Por outro lado, o país é historicamente deficitário em termos de comércio. Até os anos 1990 o déficit era maior em relação ao insumo farmacêutico ativo (IFA), ou seja, o país importava grande parte da matéria prima usada para produzir medicamentos internamente. Segundo levantamento feito por

Rodrigues, Silva e Kiss (2022), cerca de 90% das necessidades do setor são atendidas por importações. A partir da liberalização o déficit, que já existia, foi se tornando crescente também em medicamentos acabados, evidenciando cada vez mais a dependência tecnológica e a vulnerabilidade externa da indústria farmacêutica no Brasil. Segundo Queiroz (2024), o déficit chegou a aproximadamente US\$ 10 bilhões de dólares em 2021 já contabilizando efeitos da pandemia de Covid-19.

Durante a primeira década dos anos 2000, uma prática que se tornou comum foi a entrada de firmas transnacionais que mantinham no exterior as atividades de pesquisa e parte significativa da produção. Essa tendência de certa forma contribuía tanto para aumentar o montante importado, como para aumentar o montante exportado da parcela da produção que acontecia no Brasil. A partir de 2008, como efeito das PDPs, as empresas nacionais que conseguiram certa robustez financeira a partir da produção de genéricos e MIPs passaram a se capacitar para produzir medicamentos biotecnológicos que poderiam ser exportados (Queiroz, 2024). Apesar disso, o valor exportado de produtos farmacêuticos nunca superou a casa dos US\$ 2 bilhões de dólares o que, por seu turno, faz com que os indicadores de comércio calculados por Veit e Coronel (2018) e Silveira, Pereira e Barbosa (2021) mostrem que o Brasil ainda não foi capaz de construir vantagens comparativas no setor.

As compras do governo, sobretudo de medicamentos de alto custo para atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS), representa uma parcela significativa das receitas das empresas do setor. Empresas estas que competem, principalmente, sobre o âmbito das classes terapêuticas – posto que antibióticos não competem com analgésicos, por exemplo – e que, como foi dito, são fortemente dependentes da importação de IFA. Vale destacar ainda que, apesar de grandes, as empresas farmacêuticas nacionais são modestas comparadas às grandes empresas estrangeiras; o mesmo vale para o esforço inovativo medido pelos gastos em P&D das empresas nacionais, todavia, vale notar um aumento no montante destes gastos nos últimos anos (Queiroz, 2024).

Embora os gastos em P&D tenham se elevado, é importante considerar que muitas empresas farmacêuticas nacionais ainda apresentam um baixo esforço inovativo. A capacidade em P&D da indústria farmacêutica brasileira parece ser mais forte em P&D incremental do que em P&D para descoberta de novas moléculas, justamente por pautar sua estratégia de crescimento na inserção no mercado de medicamentos genéricos, cuja dinâmica baseia-se na redução de custos de produção e revela o caráter pouco inovador da indústria. Contudo, vale ponderar, a política de saúde pública que permitiu a produção dos medicamentos genéricos no Brasil, outrossim, atuou como política industrial e foi fundamental para o crescimento

econômico do setor, aumentando a proporção de caixas de medicamentos genéricos vendidos e o percentual de aprovação anual de registro de medicamentos genéricos, sobretudo nos primeiros anos de vigência da Lei (Manhães; Hasenclever, 2018; Vargas, 2024; Vasconcelos *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços, Vasconcelos *et al.* (2023) afirmam que:

[...] fica evidente que a IF [indústria farmacêutica] instalada no Brasil está inserida no circuito internacional em uma posição periférica, caracterizada pelo insuficiente investimento em P&D radical, que gera produtos inovadores; o foco na produção de produtos acabados, medicamentos similares e genéricos; além da crescente dependência de importações, o que tem provocado aumento do déficit na balança comercial do setor. Esse quadro preocupa pela evidente vulnerabilidade sanitária do país, especialmente em relação aos preços e ao desabastecimento de medicamentos, que outrora eram produzidos localmente como, por exemplo, a penicilina (Vasconcelos *et al.*, 2023, p. 26).

A análise feita sobre a evolução dos esforços e dos investimentos em construção de capacidades para inovar das grandes empresas farmacêuticas nacionais e transnacionais revela que houve uma mudança no direcionamento dos investimentos da grande empresa farmacêutica nacional. Ainda que a vulnerabilidade tecnológica e a dependência de fármacos importados se mantenha, as empresas farmacêuticas nacionais estão avançando na complexidade das capacidades inovativas a partir do P&D interno e externo e da contratação de pessoal qualificado a fim de aumentar a acumulação tecnológica devido à inclusão do setor nas políticas públicas e programas de estímulo, como o PROFARMA, e à robustez financeira adquirida através da produção de genéricos (Paranhos; Mercadante; Hasenclever, 2020; Rodrigues; Silva; Kiss, 2022; Vargas *et al.*, 2012).

2.2. A produção de medicamentos por laboratórios públicos

A indústria farmacêutica tem no conhecimento gerado a partir de determinada infraestrutura tecnológica a sua principal fonte de inovação. A intensidade no qual são realizados os investimentos em P&D e *marketing*, a fim de desenvolver e comercializar novas moléculas para conquistar novos mercados ao redor do mundo se encontra na base da concorrência do setor. Todavia, em países em desenvolvimento, como o Brasil, há casos de doenças negligenciadas, que são deixadas em segundo plano pelos grandes produtores, por se tratar de enfermidades recorrentes em uma realidade bastante específica. Nestes casos, é fundamental que o Estado possua maneiras de atender essas necessidades da maneira mais eficiente possível (Nunes *et al.*, 2025; Oliveira; Labra; Bermudez, 2006).

No Brasil, os LFOB constituem um parque público de laboratórios que fazem parte da Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil (ALFOB), estão espalhados pelo território nacional e são de grande importância, sobretudo, para o Sistema Único de Saúde (SUS). Trata-se de instituições públicas de pesquisa e produção de medicamentos, soros e vacinas para atender os cidadãos através de um conjunto de políticas e programas de saúde do Estado, cujo alvo maior são enfermidades endêmicas sem interesse comercial e que contribuem, historicamente, para a produção tecnológica no país. Além disso, eles são responsáveis pelo fornecimento de uma série de insumos estratégicos e estudos acerca das doenças negligenciadas e outras enfermidades e atuam como instrumento estratégico de políticas públicas para o combate de diversos problemas e desafios sociais, como foi o caso mais recente do combate à pandemia de Covid-19 (ALFOB, 2019; Oliveira; Labra; Bermudez, 2006; Tatsch; Botelho; Koeller, 2024).

Sendo assim, os Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil surgem, enquanto autarquias, a partir da Constituição Federal de 1988 (CF/1988), ainda que alguns laboratórios – que porventura vieram a fazer parte dos LFOB – já existissem enquanto instituições para atender a objetivos sociais. Isso ocorreu, pois, a CF/1988 concedeu ao SUS a responsabilidade de desenvolver científica e tecnologicamente a sua própria área de atuação. Eles têm por missão produzir medicamentos, soros, vacinas e outros, para atender as demandas do SUS, apoiando políticas públicas e facilitando o acesso da população ao tratamento daquelas doenças negligenciadas a custos reduzidos (Nunes *et al.*, 2025). Seu empenho, durante décadas, rendeu à rede de laboratórios o reconhecimento como maior produtor de vacinas do mundo e referência no combate ao vírus HIV/Aids (Bringel; Mendonça, 2022)

Na data dessa pesquisa, no início de 2025, a rede de LFOB conta com 22 laboratórios associados à ALFOB, conforme consta em seu sítio eletrônico. Os laboratórios possuem sedes distribuídas em quatro das cinco regiões do país, Sul, Sudeste, Centro-oeste e Nordeste. Além da associação à ALFOB, os LFOB são vinculados à uma diversidade de instituições, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Laboratórios Farmacêuticos Oficiais associados a ALFOB (2025)

Laboratório	Sigla	Estado	Vinculação	Fundação
Centro de Produção e Pesquisa de Imunobiológicos	CPPI	PR	Governo do estado do Paraná	1987
Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia	HEMOBRAS	DF	Ministério da Saúde	2005
Fundação Ataulpho de Paiva	FAP	RJ	Fundação de direito privado	1902
Fundação Baiana de Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico, Fornecimento e Distribuição de Medicamentos	Bahiafarma	BA	Governo do estado da Bahia	1983
Fundação de Apoio à Biotecnologia e Inovação Tecnológica em Saúde	FUNBITS	PB	Entidade de direito privado sem fins lucrativos	2011
Fundação Ezequiel Dias	FUNED	MG	Governo do estado de Minas Gerais	1909
Fundação Laboratórios Mais Vida	-	RJ	Fundação municipal de direito público	2019
Fundação para o Remédio Popular “Chopin Tavares de Lima”	FURP	SP	Governo do estado de São Paulo	1968
Instituto Butantan	-	SP	Governo do estado de São Paulo	1901
Instituto de Biologia Molecular do Paraná	IBMP	PR	Governo do estado do Paraná e Fiocruz	1999
Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos	IPeFarm	PB	Universidade Federal da Paraíba	2014
Instituto de Tecnologia do Paraná	TECPAR	PR	Governo do estado do Paraná	1940
Instituto de Tecnologia em Fármacos / Fiocruz	Farmanguinhos	RJ	Ministério da Saúde	1976
Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos / Fiocruz	Bio-Manguinhos	RJ	Ministério da Saúde	1976
Instituto Vital Brazil	IVB	RJ	Governo do estado do Rio de Janeiro	1919
Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste	CERTBIO	PB	Universidade Federal de Campina Grande	2006
Laboratório Farmacêutico da Marinha	LFM	RJ	Ministério da Defesa	1906
Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco Governador Miguel Arraes	LAFEPE	PE	Governo do estado de Pernambuco	1965
Laboratório químico-farmacêutico da Aeronáutica	LAQFA	RJ	Ministério da Defesa	1962
Laboratório químico-farmacêutico do Exército	LQFEX	RJ	Ministério da Defesa	1808
Núcleo de Pesquisa em Alimentos e Medicamentos	NUPLAM	RN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	1972
Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde	NUTES	PB	Universidade Estadual da Paraíba	2006

Fonte: Elaboração própria através de ALFOB (2025).

Em 2023, o Ministério da Saúde informou ter adquirido 3,4 bilhões de reais em insumos produzidos pelos LFOB, com destaque para o Instituto Butantan – um aumento de aproximadamente 10% com relação ao ano anterior (Brasil, 2024). O Butantan ainda teve uma

atuação destacada no combate à pandemia de Covid-19 ao se associar ao laboratório chinês Sinovac para a produção de vacinas contra o vírus SARS-Cov-2 (Bringel; Mendonça, 2022). Ademais, segundo Bringel e Mendonça (2022), não fosse a atuação da pesquisa pública – parte considerável feita pelos LFOB – cerca de 60% dos medicamentos não estariam em circulação.

Vale mencionar ainda que, em 2023, ao menos seis LFOB se destacam dentre os 200 principais grupos econômicos com maior faturamento do setor farmacêutico no Brasil nos últimos anos com dados disponíveis, segundo os dados da Câmara para Regulação do Mercado de Medicamentos (ANVISA, 2025, 2024), conforme Tabela 2. Dentre os LFOB, a Fundação Oswaldo Cruz é o principal nos dois períodos, com níveis de faturamento e de quantidade comercializada comparáveis aos principais grupos econômicos privados (vide Tabela 1), seguido pelo Instituto Butantan. O conjunto de dados da ANVISA (2025, 2024, 2023) não situaram os demais LFOB.

Tabela 2: Principais LFOB do setor farmacêutico

Posição	Laboratório	Faixa de Faturamento (R\$)
2024		
1 =	Fundação Oswaldo Cruz	Acima de 5 bilhões
2 =	Instituto Butantan	Entre 1-3 bilhões
3 ▲	Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia (HEMOBRAS)	Entre 0,5-1 bilhão
4 ▼	Fundação Ezequiel Dias (FUNED)	Entre 250-500 milhões
5 ▼	Fundação para o Remédio Popular (FURP)	Abaixo de 100 milhões
6 ▼	Laboratório Farmacêutico da Marinha (LFM)	Abaixo de 100 milhões
7	Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco Governador Miguel Arraes (LAFEPE)	Abaixo de 100 milhões
2023		
1 =	Fundação Oswaldo Cruz	Entre 3-5 bilhões
2 =	Instituto Butantan	Entre 1-3 bilhões
3	Fundação Ezequiel Dias (FUNED)	Entre 100- 250 milhões
4	Fundação para o Remédio Popular (FURP)	Abaixo de 100 milhões
5	Laboratório Farmacêutico da Marinha (LFM)	Abaixo de 100 milhões
6	Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia (HEMOBRAS)	Abaixo de 100 milhões
2022		
1	Fundação Oswaldo Cruz	Entre 3-5 bilhões
2	Instituto Butantan	Entre 1-3 bilhões

Fonte: CMED/ANVISA - Relatório de Comercialização enviado pelas Empresas.

Nesse sentido, a atuação dos LFOB tem sido ressaltada em diversos programas e políticas públicas. A título de conhecimento, o Quadro 2 apresenta as principais políticas e programas envolvendo os LFOB, de acordo com Viana e colaboradores (2016) e Yamauti, Barterato-Filho e Lopes (2015). Além delas, os autores destacam o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica, o PROFARMA (2004) e o Programa Inova Saúde (2013), desenvolvidos, respectivamente, no âmbito do BNDES e da FINEP como fundamentais para o desempenho dos LFOB. Em síntese, o objetivo principal destes dois

programas é estimular investimentos na produção local de medicamentos essenciais para atenção básica de saúde e diminuir a dependência tecnológica do país em relação a insumos importados, tendo como público-alvo tanto empresas privadas, quanto os LFOB.

Segundo Ferreira (2021), o PROFARMA gerou efeitos nos LFOB a partir da sua segunda fase, iniciada em 2007. A partir de então, o Programa contribuiu com estudos acerca da inserção dos laboratórios no sistema nacional de saúde, com a realização de aportes financeiros para investimentos na ampliação da capacidade produtiva, com apoio a projetos inovadores, entre outros, a fim de aumentar a competitividade dessas instituições. Por seu turno, o Programa Inova Saúde concentrou sua atuação na redução da dependência tecnológica através do fomento à produção de farmoquímicos e de biofármacos. O estudo não destaca os efeitos dos programas sobre o depósito de patentes, mas ressalta a importância do BNDES e da FINEP no financiamento de projetos ligados à proteção intelectual.

Quadro 2: Principais políticas e programas envolvendo os LFOB

Política/Programa	Descrição
Política Nacional de Medicamentos (PNM) – Portaria nº 3.916/1998 do Ministério da Saúde	Visa garantir a segurança, eficácia e qualidade dos medicamentos, a promoção do uso racional e o acesso da população àqueles considerados essenciais. A capacidade instalada dos laboratórios oficiais deverá ser utilizada para atender as necessidades do SUS e o seu papel é importante no que tange ao domínio tecnológico de processos de produção de medicamentos de interesse em saúde pública.
Rede Brasileira de Produção Pública de Medicamentos – Portaria nº 2.438/2005 do Ministério da Saúde	Tem como objetivo desenvolver ações que visem à reorganização do sistema oficial de produção de medicamentos; desenvolver ações coordenadas e cooperadas que visem ao suprimento de medicamentos demandados pelo Sistema Único de Saúde; adotar ações coordenadas que visem ao suprimento regular e adequado de insumos necessários à produção oficial de medicamentos; dentre outros.
Programa Nacional de Fomento à Produção Pública e Inovação no Complexo Industrial da Saúde – Portaria nº 374/2008 do Ministério da Saúde	Seu objetivo é promover o fortalecimento e a modernização do conjunto de laboratórios públicos encarregados da produção de medicamentos e imunobiológicos de relevância estratégica para o Sistema Único de Saúde, por intermédio da ampliação da participação no Complexo Produtivo da Saúde, do aumento da capacidade inovadora e da mudança de patamar competitivo.
Programa para o Desenvolvimento do Complexo Industrial da Saúde (PROCIS) – Portaria nº 506/2012 do Ministério da Saúde	O Programa tem com o objetivo principal o de fortalecer os produtores públicos e a infraestrutura de produção e inovação em saúde do setor público.
Portaria nº837/2012 – Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP)	Objetiva ampliar o acesso a medicamentos e produtos para saúde considerados estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS), além de fortalecer o Complexo Econômico-Industrial do País. As parcerias são realizadas entre instituições públicas e empresas privadas, buscando promover a produção pública nacional.
Sistema “Rede Própria” do Programa Farmácia Popular Brasileira (PFPPB) - Portaria nº 111/2016 do Ministério da Saúde	Consiste na disponibilização de medicamentos e/ou correlatos à população através da “Rede Própria”, constituída por Farmácias Populares e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) será a executora das ações inerentes à aquisição, estocagem, e dispensação dos medicamentos, podendo para tanto firmar convênios com a União, Estados, Distrito Federal, Municípios e instituições, sob a supervisão direta e imediata do Ministério da Saúde.

Fonte: Elaboração própria.

A respeito das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo – outro programa bastante referenciado pela literatura –, Varrichio (2017) destaca seus efeitos significativos sobre os LFOB, sobretudo no que se refere à internalização de conhecimento produtivo e tecnológico proveniente de entidades privadas, à modernização do parque produtivo dos laboratórios e à geração de níveis maiores de profissionalização e requalificação. Contudo, a autora adverte quanto aos desafios enfrentados pelas PDPs enquanto política de inovação pelo lado da demanda, posto que laboratórios públicos e privados funcionam com lógicas diferentes. A introdução de inovação por laboratórios públicos não é estratégia de sobrevivência, ela cumpre função social. O trabalho ainda pontua fragilidades quanto à propriedade intelectual, visto que, por um lado, nas PDPs a ANVISA parece estar pedindo exame prioritário de patentes, competência exclusiva do Ministério da Saúde e, por outro lado, o INPI apresenta lentidão nos exames solicitados.

Segundo o estudo realizado por Vasconcelos *et al.* (2023), a despeito do paradigma mais recente na indústria farmacêutica apontar para o desenvolvimento de medicamentos biotecnológicos e haver de fato um esforço dos laboratórios nessa direção por meio de PDPs, os medicamentos de base sintética e semissintética permanecem bastante relevantes no portfólio dos LFOB. Naquela oportunidade, baseados nos dados disponíveis, que eram referentes ao ano de 2021, os autores puderam observar 949 registros de medicamentos realizados pelos LFOB, dos quais apenas 30,1% estavam válidos e 69,9% estavam caducos ou cancelados. Com relação ao tipo de produto, boa parte do portfólio dos laboratórios era composto por medicamentos sintéticos, semissintéticos ou biológicos, seguidos por vacinas, soros e hemoderivados. Dentre os medicamentos produzidos, quatro eram exclusivamente produzidos pelos LFOB e todos eram voltados ao tratamento de Doenças Tropicais Negligenciadas, segundo terminologia adotada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a saber: filariose linfática, malária, doença de chagas e esquistossomose.

No entanto, ainda que tenha ocorrido um incremento substancial na base produtiva dos LFOB devido ao estabelecimento de diversas PDPs, a ausência de articulações mais profundas entre as políticas de saúde e as políticas de inovação têm dificultado o processo de desenvolvimento e capacitação dos laboratórios, que tem um papel importante no fornecimento de cerca de 80% das vacinas e 30% dos medicamentos utilizados no SUS, conforme Viana e colaboradores (2016). Ou seja, existe uma dificuldade séria em articular políticas que induzam a produção de medicamentos e aquelas políticas que induzam o desenvolvimento de novas moléculas.

Ainda no âmbito das PDPs, é possível que a pulverização da aquisição dos medicamentos por parte do Ministério da Saúde (MS) e a prerrogativa de ter o MS como comprador único representem ameaças à sustentabilidade organizacional dos laboratórios. Tais medidas acabam por definir o portfólio dos LFOB, bem como as condições de produção, e ainda direciona a sua capacitação tecnológica para tentar frear o *déficit* comercial estrutural do setor farmacêutico brasileiro. (Costa *et al.*, 2020; Oliveira; Labra; Bermudez, 2006).

A análise do montante de programas e políticas que envolvem os LFOB deixa clara a importância do Estado, seja como demandante, seja como ofertante de medicamentos produzidos por essas instituições. No entanto, cabe destacar que, a despeito da quantidade de programas, em muitos casos, a sua qualidade, em termos de articulação entre instituições envolvidas ou entre programas específicos e determinadas políticas industriais e políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) é insuficiente. Isso compromete os resultados obtidos *vis-à-vis* os resultados esperados durante a elaboração dos programas (Tatsch; Botelho; Koeller, 2024; Vasconcelos *et al.*, 2023)

Apesar dos destaques, os LFOB enfrentam inúmeros desafios de cunho administrativo e gerencial no que tange à contratação de pessoal qualificado, ao baixo grau de utilização da capacidade e ao processo demasiado rígido das compras públicas para obtenção de insumos e bens de capital que, por seu turno, dificultam o atendimento das necessidades do próprio sistema público de saúde. Conforme apontam Bringel e Mendonça (2022), a falta de coesão quanto à natureza jurídica dos LFOB afeta sua liberdade econômica que, por sua vez, afeta seu desempenho. Como mostra o Quadro 2, cada LFOB tem uma vinculação institucional independente e isso interfere, por exemplo, nos seus sistemas de compras e investimentos, posto que os laboratórios mais diretamente vinculados aos governos estaduais ou federal devem seguir regras específicas para abrir processos licitatórios.

Ao comparar uma grande empresa farmacêutica global (cujo nome não é citado pelos autores) com o laboratório de Bio-Manguinhos, Rocha e Gadelha (2023) notam que, apesar da grande importância do laboratório para o sistema de saúde pública brasileiro, existe um abismo entre a grande empresa e o laboratório. Apesar de tanto a empresa quanto o laboratório de Bio-Manguinhos estabelecerem parcerias com outras instituições, Bio-Manguinhos tem o maior centro de produção de vacinas da América Latina, mas a empresa está presente em mais de 100 países; e enquanto Bio-Manguinhos investe cerca de 70 milhões de reais em P&D, a empresa investe quase 5 bilhões de euros. Ainda chama a atenção os diferentes modos de gestão; enquanto na empresa a gestão é formada por grupos pequenos, mais ágeis e com maior poder de decisão, em Bio-Manguinhos a decisão parte de grandes grupos e é verticalizada, tornando

a atuação do laboratório muito mais lenta em uma indústria que está sempre em constante movimento.

O exercício anterior revela a dimensão do abismo existente entre a grande empresa farmacêutica e os LFOB, todavia, a despeito das dificuldades, os LFOB têm crescido em importância no mercado brasileiro de medicamentos biológicos por meio da incorporação de novas plataformas tecnológicas de produção. Quatro laboratórios farmacêuticos apresentaram uma participação significativa na produção de medicamentos biológicos, sendo eles a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Instituto Butantan, a Fundação Ezequiel Dias (Funed) e a Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia (Hemobrás). A atuação dos laboratórios, nesse sentido, tem sido reforçada pelo auxílio das agências reguladoras e tem favorecido o SUS através da oferta de novas terapias e medicamentos. Ademais, laboratórios como a Fiocruz e o Instituto Butantan tiveram uma atuação destacada no combate à pandemia de Covid-19 devido às capacitações científicas construídas ao longo de sua história, e que permitiram ao Brasil ser um dos únicos países em desenvolvimento a produzir as vacinas de combate à doença em escala significativa (Tatsch; Botelho; Koeller, 2024; Vargas, 2024).

Fonseca, Fernandes e Fonseca (2017) destacam, justamente, a orientação da atividade inovativa em Bio-Manguinhos – associado à Fiocruz – e no Instituto Butantan. De acordo com os autores, o primeiro laboratório concentra mais seus esforços na produção industrial, comparativamente ao segundo, que concentra os esforços na pesquisa e divulgação de artigos científicos de fins acadêmicos. Não obstante, em ambos os casos, as patentes aparecem como forma de assegurar o domínio de determinada tecnologia a fim de permitir o acesso à população, dado o caráter público destas instituições. Ainda que estes laboratórios não tenham interesse imediato em determinada produção derivada de uma patente, tanto o licenciamento dessa patente quanto o seu desenvolvimento conjunto entre os laboratórios citados e outras instituições permitem a difusão do conhecimento adquirido na atividade inovativa posto que, geralmente, colaborações desse tipo acontecem entre instituições com capacitações científicas complementares.

Considerando o exposto, é nítido que a produção de medicamentos no Brasil é bastante complexa e heterogênea. Ela é marcada pela atuação de empresas transnacionais, empresas nacionais e de laboratórios públicos, cada um com seus desafios particulares. Nesse cenário, a persistente dependência de insumos importados e a falta de articulação entre políticas de inovação e políticas de saúde levantam dúvidas sobre a existência de uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica presente no Brasil. Entender essa questão permite verificar se o conhecimento gerado por essa indústria se conecta de maneira relevante,

permitindo assim sucessivos desdobramentos, ou se permanece fragmentado em iniciativas isoladas. Este tema será desenvolvido no capítulo seguinte.

Capítulo 3 – Trajetória tecnológica da produção de medicamentos no Brasil

Neste capítulo reside a principal contribuição desse trabalho. Considerando o cenário em que se encontra a indústria farmacêutica no Brasil, ele apresenta nas duas primeiras seções, a metodologia e os procedimentos metodológicos e dados utilizados para atingir o objeto geral do trabalho, que é verificar a trajetória tecnológica traçada pela indústria farmacêutica no Brasil baseando-se nas patentes depositadas sob jurisdição brasileira entre 2000 e 2024. Considera-se o caso geral, que inclui patentes registradas na base de dados depositadas por todos os agentes, e o caso específico, que inclui exclusivamente a trajetória tecnológica dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil. Por fim, na terceira seção deste capítulo é apresentada a análise e discussão dos dados obtidos, que como mencionado, é dividida em duas partes, a fim de enfatizar a análise do caso geral e o caso dos laboratórios públicos.

3.1. Metodologia

A metodologia utilizada aqui é, predominantemente, de natureza empírica-exploratória. Para tal fez-se valer do método de análise de redes sociais (ARS), pois ele permite estabelecer relação entre indivíduos, chamados de nós. Tal relação entre nós é estabelecida pelas arestas. Portanto, se considerar as patentes como nós e a citação feita entre elas como as arestas da rede, será possível construir uma trajetória tecnológica que permitirá observar quanto conhecimento foi necessário acumular para chegar até o estado da arte de determinada tecnologia. Todavia, não é possível, através dessa metodologia, avaliar o conteúdo das patentes registradas na rede de modo geral. O método se limita à criação de relações entre nós. Ademais, a construção da rede está limitada às patentes da amostra, ou seja, não será capturado qualquer desenvolvimento vindo de outras áreas. Nesse sentido, quanto mais relação entre patentes for observada na rede, mais definida será a trajetória tecnológica, ao mesmo tempo que, se uma determinada patente for relativamente bastante citada, será possível determiná-la como o paradigma comum da rede. Caso contrário, não será possível identificar alguma trajetória consistente e a inexistência de paradigmas comuns evidenciará apenas iniciativas isoladas de inovação tecnológica. A contribuição original do trabalho reside, justamente, na aplicação da ARS para visualizar concretamente a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil.

Recentemente, dois estudos se destacam utilizando a metodologia de ARS para analisar a produção de medicamentos. Em trabalho aplicado, Fonseca, Fernandes e Fonseca (2017) analisaram a existência de redes de colaboração entre dois Laboratórios Oficiais e outras instituições através de métricas de coautoria e co-invenção. Para isso, os autores aplicaram o

método de análise de redes sociais para mapear a trajetória tecnológica dos dois laboratórios oficiais, o Instituto Butantan e Bio-Manguinhos, no período de 1999 a 2013. Por sua vez, Basso (2019) procura identificar, a partir do método de análise de redes sociais, a evolução do esforço inovativo em P&D das 20 maiores empresas da indústria farmacêutica global, destacando a trajetória das três principais firmas do setor, a Pfizer, a Hoffmann La Roche e a Novartis. Adicionalmente, a autora ainda traça a trajetória tecnológica das principais classes terapêuticas em que cada uma daquelas três principais empresas atuam.

Nesse sentido, ambos os trabalhos utilizaram métricas de análise de redes sociais para realizar um exame mais apurado dos resultados encontradas. O Quadro 3 apresenta as métricas que foram relatadas pelos autores e que também serão aplicadas aqui, bem como suas respectivas definições. Nos dois casos citados, o método se mostrou adequado para alcançar os objetivos pretendidos.

Esse tipo de análise de redes sociais foi proposto inicialmente por Hummon e Doreian (1989), cujo objetivo, na época, era estabelecer uma rede de citações sobre DNA. Dado o caráter cronológico, cumulativo e acíclico do conhecimento científico – ou seja, novos avanços dependem de avanços precedentes e apenas avanços recentes poderão citar os anteriores – é possível estabelecer ligações entre trabalhos que discutem um mesmo tópico, podendo, portanto, mapear determinado conteúdo intelectual e estabelecer seus limites por meio de rotas. Nessas circunstâncias, cada trabalho representa um nó que se conecta a outro através da citação, formando uma rede que põe luz às diversas interrelações entre atores individuais, sociais e institucionais que contribuíram para a evolução do conhecimento. Através da formação dessas redes é possível verificar quais os caminhos com o maior ou o menor número de nós ligados através da citação, definindo assim quais são mais fortes e mais fracos; qual o caminho principal; qual o grau de conectividade; e qual o comprimento do caminho traçado; de modo que caminhos mais longos indicam um maior esforço para chegar ao estado da arte daquele determinado conhecimento; dentre outras possibilidades. (Hummon; Doreian, 1989).

Quadro 3: Principais métricas usadas na análise de redes sociais¹

Métricas	Definição
Grau médio	Determina o número médio de conexões entre cada nó da rede. Valores altos podem indicar facilidade no fluxo e difusão de informações pela rede.
Diâmetro da rede	Expressa a distância média entre todos os pares de nós. Diâmetro grande pode indicar lentidão nos fluxos de informação, enquanto um diâmetro pequeno pode indicar agilidade no fluxo de informações, porém pode expor vulnerabilidade da rede.
Densidade do grafo	Expressa a proporção entre o número de arestas em uma rede e o número máximo de arestas possível. Quanto mais conectada uma rede, mais densa ela é.
Componentes conectados	Conta o número de componentes conectados dentro da rede.
Modularidade	Define o número de comunidades dentro de uma rede. Quantifica a força da divisão da rede em comunidades, aumentando a densidade intragrupos e diminuindo a densidade entre grupos.
Coefficiente de <i>clustering</i> médio	Expressa a proporção média de arestas observadas entre cada nó com seus vizinhos sobre o total de arestas possíveis entre eles. Pode indicar coesão da rede, dado que valores altos indicam alta propensão de formar comunidades mais densas e valores baixos indicam estruturas mais espalhadas.
Comprimento médio de caminho	Expressa a distância média global de todos os caminhos mais curtos entre todos os pares de nós possíveis da rede. Pode indicar eficiência na medida em que valores baixos, em média, indicam que cada nó está a poucos passos de qualquer outro nó e valores altos indicam o contrário.
Centralidade de aproximação	Indica a distância média que existe entre um determinado nó e todos os outros nós da rede. A centralidade de aproximação é maior se a distância total para todos os outros nós for menor.
Centralidade de intermediação	Indica quais nós estão posicionados mais frequentemente no caminho mais curto entre os nós da rede. Nós com alta centralidade de intermediação podem controlar a comunicação da rede.
PageRank ²	Indica credibilidade de um nó, pois considera a relação entre nós como “voto de confiança”. Ou seja, um <i>link</i> recebido de um nó importante é mais relevante do que um recebido de nós mais periféricos.

Fonte: Elaboração própria

A citação, por sua vez, além da construção de caminhos ou trajetórias tecnológicas, representa ainda um meio relevante de mensurar a importância ou o valor, sobretudo de patentes, no decorrer do tempo. A citação entre duas patentes representa uma relação entre ambas que pode capturar indicativos de um processo dinâmico e contínuo de desenvolvimento tecnológico novo ou incremental. Desse modo, a contagem de citações recebidas por uma patente, por si só, já permitiria encontrar, no tempo, uma invenção comum e economicamente bem-sucedida que permitiu consideráveis desenvolvimentos posteriores. No entanto, vale ressaltar que, ainda que possa ser tirado das citações informações úteis acerca do processo de desenvolvimento tecnológico, existe neste exercício, um viés de cunho temporal, posto que

¹ Baseado em Nooy, Mrvar e Batagelj (2005)² Page *et al.* (1999)

patentes lançadas a mais tempo, simplesmente, tiveram mais oportunidade de serem citadas (Trajtenberg, 1990).

Com base nestes desenvolvimentos iniciais, Verspagen (2007) ampliou a análise de redes sociais para abarcar a maneira com a qual o conhecimento tecnológico se desenvolve e é aplicado para fins comerciais. Para cumprir tal tarefa, o autor aplica a ARS a um banco de patentes a fim de mapear qual a trajetória tecnológica dentro de determinado paradigma, uma vez que as patentes, além de sua importância comercial e capacidade de indicar certos resultados da aplicação do conhecimento científico, mantêm as características dos trabalhos científicos. Sendo assim, uma patente que cita outra patente anterior demonstra quanto do conhecimento desenvolvido contribuiu para avanços tecnológicos mais recentes, formando assim uma “cadeia de ideias.” Resumidamente, a intuição do método, da forma como foi aplicado por Verspagen (2007), é a seguinte:

We represent a patent citation network as a collection of *vertices* and *edges*. The vertices (patents) represent pieces of knowledge that depend on each other. The edges are connections between them, in this case citations between two patents. In the particular case of citations networks, the edges are directed, i.e., they have an origin (the cited patent) and direction (the citing patent). This convention corresponds intuitively to the idea of a piece of knowledge flowing from earlier patent to the later patent (Verspagen, 2007, p. 7).

Com base nesse método, é possível, portanto, mapear a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil através da formação de redes de citação de patentes depositadas sob o código A61K da *Internacional Patent Classification* (IPC) e da *Cooperative Patent Classification* (CPC)³. Esse código diz respeito às patentes voltadas às necessidades humanas, mais especificamente as preparações para fins médicos, odontológicos ou de higiene pessoal. Contudo, é possível remover da amostra as patentes depositadas nos subgrupos A61K 6/00 e A61K 8/00, que dizem respeito àquelas relacionadas a preparações odontológicas e cosméticos (vide mais detalhes no Anexo A). Feita essa discriminação, as patentes restantes abrangem parte significativa da produção da indústria farmacêutica. A partir daqui, é válido esclarecer dois pontos importantes: primeiro, apesar do filtro utilizado, uma mesma patente pode receber mais de uma classificação, inclusive de outros grupos ou subgrupos para além do A61K; e, segundo,

³ A diferença substancial entre a IPC e a CPC é que a última é feita baseada na primeira, porém com nível maior de detalhamento. Enquanto a primeira possui cerca de 70 mil grupos a segunda possui cerca de 200 mil (Brasil, 2025).

ao se tratar de patentes serão considerados patentes de invenção e patentes de modelos de utilidade⁴.

3.2. Procedimentos metodológicos e dados

Com isso em mente, foram consultadas seis bases de dados de patentes: a Derwent Innovation, a Orbit Intelligence, a Espacenet, a USPTO, a Lens.org e a BADEPI – a Base de Dados de Propriedade Intelectual do INPI. Dentre elas, as bases Derwent Innovation e Orbit Intelligence envolviam custos de assinatura para acesso aos dados. Houve, então, duas tentativas de contato mal-sucedidas para esclarecer quais os valores e os serviços disponíveis. Por outro lado, as bases de dados Espacenet e USPTO têm acesso gratuito e disponível. A primeira, que está associada ao European Patent Office (EPO), contém cerca de 100 mil patentes registradas, porém, ela não permite fazer a discriminação entre os subgrupos de classificação de patentes, nem realizar o *download* de mais de 500 patentes por vez. A segunda, associada ao Departamento de Comércio dos Estados Unidos, conta com apenas pouco mais de 1 mil patentes depositadas por instituições brasileiras sob a classificação A61K, muito provavelmente devido à dificuldade das instituições brasileiras de acessar esse escritório de registro de patentes.

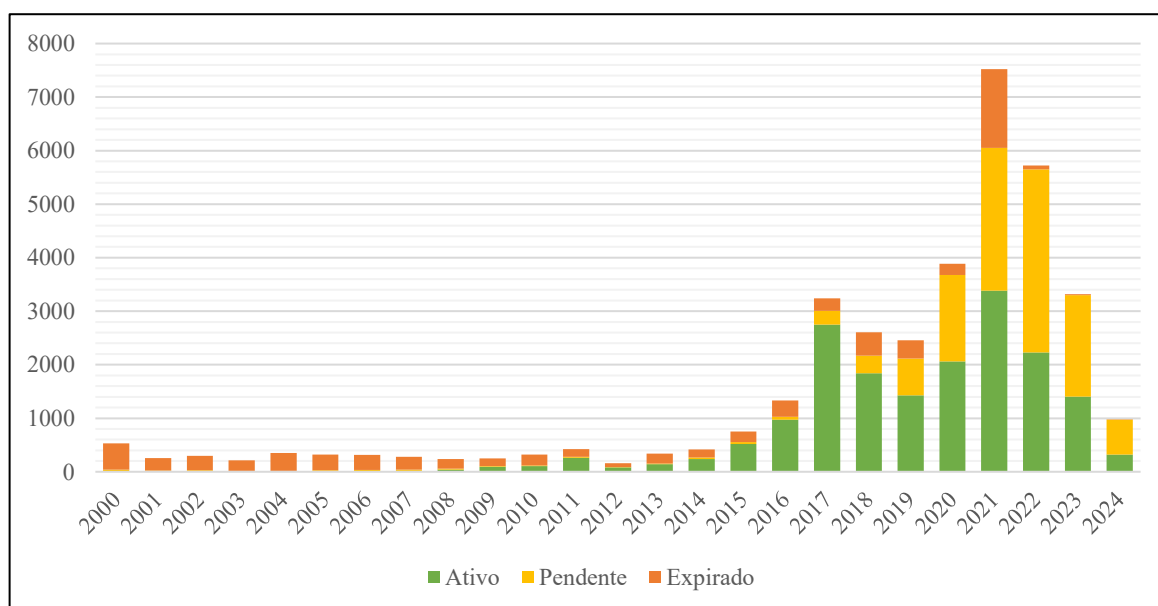
Sendo assim, as bases restantes de acesso gratuito e disponível para *download* são a BADEPI e a Lens.org. A BADEPI, embora forneça uma quantidade significativa de informações, como o número da patente, a data do depósito, o nome da instituição depositante, bem como o seu país de origem, a natureza do pedido – se é propriedade intelectual ou modelo de utilidade –, a classificação IPC, o campo tecnológico, dentre outras informações, não fornece as citações feitas pelas patentes registradas na base – informação crucial para a construção da rede. Isto posto, foi realizado o pedido das citações por meio do canal Fale Conosco do INPI, na área de “Informação tecnológica – Patente” e por meio do canal Fala.BR, da Controladoria-Geral da União. Em ambos os casos, a resposta caminhou na mesma direção: o INPI não armazena as informações referentes aos documentos citados em um pedido de patente. Contudo, a equipe do Fale Conosco indicou, na sua resposta, a utilização da base de dados Lens.org. Para acessar essa base e efetuar o *download* de um grande volume de informações é necessário se conectar através de um *e-mail* institucional.

⁴ A diferença fundamental entre patentes de invenção e patentes de modelo de utilidade está no estado da técnica. Se há um novo efeito técnico-funcional deve ser classificado como patente de invenção e se há apenas um aperfeiçoamento de efeito ou funcionalidade deve ser classificado como patente de modelo de utilidade (Brasil, 2021)

Para fins de comparação, foi possível verificar que, enquanto a BADEPI conta com 38.898 patentes registradas entre 2000 e 2024 sob a classificação A61K, exceto A61K6/00 e A61K8/00, como principal, e a base de dados Lens.org conta com 36.523 patentes registradas sob a mesma classificação⁵, indicando que não houve uma perda significativa de dados. Desse modo, a base de dados Lens.org foi a escolhida para extração das patentes. Para chegar nesse número, 36.523, foram utilizados os seguintes filtros para a seleção dos dados na Lens.org: foram selecionadas todas as patentes sob a jurisdição brasileira; para data de publicação, foi delimitado o período de 01 de janeiro de 2000 até 31 de dezembro de 2024; por fim, foram selecionadas apenas as patentes com status legal ativo, pendente ou expirado, posto que é possível que patentes fora da validade tenham relevância para a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica.

A fim de caracterizar os dados obtidos, o gráfico abaixo mostra a quantidade de patentes depositadas anualmente ao longo dos anos analisados, classificando seu estatuto legal em ativa, pendente ou expirada. A análise do gráfico mostra um aumento do número de depósitos de patentes sob o código A61K (exceto A61K 6/00 e A61K 8/00) a partir de 2012, atingindo seu ápice em 2021, seguido por uma queda nos três anos seguintes. Das 36.523 patentes depositadas, 17.893 (49,0%) encontram-se com estatuto legal ativo, 11.926 (32,7%) estão pendentes e 6.704 (18,4%) estão expiradas.

Gráfico 1: Registro de patentes ao longo do tempo segundo a base Lens.org



⁵ Mais precisamente, o *query* utilizado na busca foi o seguinte: ((class_ipcr.symbol:(A61K*)) OR (class_cpc.symbol:(A61K*))) AND NOT (((class_ipcr.symbol:(A61K6* OR A61K8*)) OR (class_cpc.symbol:(A61K6* OR A61K8*))).

Fonte: Elaboração própria.

É possível observar ainda, dentre as patentes contidas na base, quais os códigos de patente com mais depósitos, como mostra a Tabela 3. Lembrando que uma patente pode receber mais de um código, é notável que o esforço de patenteamento da indústria farmacêutica se concentra em medicamentos usados no tratamento de câncer, seguido por preparações que fazem uso de anticorpos.

Tabela 3: As 10 principais classificação de patentes registradas na base Lens.org

IPC	Contagem	Descrição
A61P 35/00	5.952	Agentes antineoplásicos.
A61K 39/395	2.677	Anticorpos (aglutininas A61K 38/36); Imunoglobulinas; Soro imune, por exemplo, soro antilinfocítico.
A61K 9/00	2.517	Preparações medicinais caracterizadas por formas físicas especiais.
C07K 16/28	2.173	Imunoglobulinas, por exemplo, anticorpos monoclonais ou policlonais contra receptores, antígenos de superfície celular ou determinantes da superfície celular.
A61P 29/00	2.120	Agentes analgésicos, antipiréticos ou anti-inflamatórios não centrais, por exemplo, agentes antirreumáticos; anti-inflamatórios não esteroides.
A61K 39/00	2.023	Preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos (materiais para imunoensaio G01N 33/53).
A61P 43/00	1.970	Medicamentos para fins específicos, não previstos nos grupos A61P 1/00 - A61P 41/00.
A61P 25/00	1.545	Medicamentos para distúrbios do sistema nervoso.
C07D 471/04	1.438	Compostos heterocíclicos contendo átomos de nitrogênio como os únicos átomos heteroscópicos do anel no sistema condensado, sendo pelo menos um anel de seis membros com um átomo de nitrogênio, não previsto pelos grupos C07D 451/00 - C07D 463/00. Sistemas orto-condensados.
A61K 38/00	1.434	Preparações medicinais contendo peptídeos (peptídeos contendo anéis betalactama A61K 31/00; dipeptídeos cíclicos não tendo em sua molécula nenhuma outra ligação peptídica além das que formam seu anel, p. ex. piperazina-2.5-dionas, A61K 31/00; peptídeos de base ergolina A61K 31/48; contendo compostos macromoleculares tendo unidades de aminoácidos distribuídas estatisticamente A61K 31/74; preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos A61K 39/00; preparações medicinais caracterizados pelos ingredientes não ativos, p. ex. peptídeos como carreadores de medicamentos, A61K 47/00).

Fonte: Elaboração própria.

Ademais, foi feito um segundo exercício a fim de observar quais os principais depositantes de patentes sob jurisdição brasileira, seja individualmente ou em colaboração. Para isso, tomou-se a base de dados, separou-se cada patente por depositante e foram feitas pequenas correções de grafia para encontrar resultados mais precisos – por exemplo, uniformizando palavras com e sem acento como “são” e “sao”. Se uma determinada patente foi depositada em colaboração entre duas instituições, ela foi atribuída a cada uma delas para que fosse possível saber em quantos depósitos cada depositante estava envolvido. Assim, o resultado desse exercício deu origem às Tabelas 4 e 5.

Na Tabela 4, observa-se os 10 principais depositantes de patentes em ordem decrescente, enquanto na Tabela 5 é possível observar o número de depósito realizado pelos LFOB. Os LFOB não listados não tiveram resultados encontrados na base de dados.

Tabela 4: Principais depositantes registrados na Lens.org e origem do capital

Depositante	Número de depósitos
Novartis AG (internacional)	660
Hoffmann La Roche (internacional)	546
Universidade Federal de Minas Gerais (nacional)	430
Merck Sharp & Dohme (internacional)	310
Universidade de São Paulo (nacional)	304
Janssen Pharmaceutica NV (internacional)	288
Astrazeneca AB (internacional)	269
Boehringer Ingelheim Int (internacional)	260
Lilly CO Eli (internacional)	234
Genentech INC (internacional)	231

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5: Número de patentes registradas na Lens.org pelos LFOB

LFOB	Número de depósitos
Fundação Oswaldo Cruz	81
Fundação Butantan	78
Instituto de Pesquisa em Fármacos e Medicamentos	45*
Núcleo de Pesquisa em Alimentos e Medicamentos	25*
Fundação Ezequiel Dias	21
Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste	15*
Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde	11*
Instituto de Biologia Molecular do Paraná	4
Instituto Vital Brasil	4
Centro de Produção e Pesquisa de Imunobiológicos	3
Fundação Ataulpho de Paiva	2
Instituto de Tecnologia do Paraná	1
Laboratório Farmacêutico da Marinha	1

Fonte: Elaboração própria. Nota: *Número de patentes reportado não está diretamente associado a esses laboratórios, mas às universidades as quais eles são associados, de acordo com o Quadro 2.

Ao contrário da Tabela 1, apresentada no capítulo anterior, que mostrava os principais grupos econômicos da indústria farmacêutica no Brasil, por faturamento, a Tabela 4 não conta com nenhuma empresa ou grupo econômico privado de capital nacional. As únicas instituições representantes do país entre as que mais patenteiam são duas universidades públicas, a Universidade Federal de Minas Gerais e a Universidade de São Paulo, envolvidas no depósito de 430 e 304 patentes, respectivamente. Novartis, Merck & Sharp, Astrazeneca e Hoffman La Roche aparecem em ambas as tabelas, figurando entre as principais depositantes e as principais empresas, por faturamento. Esses achados reforçam a ideia de que ainda que as empresas internacionais presentes na lista tenham vendido relativamente menos, em termos de

quantidade, o valor agregado de seus produtos os torna caros o suficiente para terem um bom desempenho em termos de faturamento.

Em relação aos LFOB, fica nítida a assimetria entre a Fiocruz e Butantan e os demais laboratórios. Ambos parecem ter um esforço para patentear relativamente maior conforme foi apontado por Fonseca, Fernandes e Fonseca (2017) que destacou a importância da produção científica e tecnológica desses laboratórios. Para eles, enquanto instituições públicas, a patente é um ativo estratégico que permite assegurar o domínio tecnológico de determinada produção, garantindo acesso à população e possibilidades de licenciamento quando o desenvolvimento imediato não for interessante. Fazendo paralelo com a Tabela 2, Fiocruz e Butantan são os laboratórios que mais faturaram naquele período. Ou seja, ainda que não seja o objetivo do trabalho, parece haver, ao menos nesse caso, uma relação entre o faturamento e o esforço de patentear.

Uma vez realizado esse exame descritivo dos dados registrados na base, foi necessário extrair as citações feitas pelas patentes para a construção da rede. Como a base de dados não fornecia uma ferramenta eficaz que fizesse esse tipo de extração, foi necessário criar um *software* capaz de realizar tal tarefa a partir do *website* Google Patents. Nesse caso, foi feito um *script* (vide Apêndice A) para automatizar a extração das citações utilizando um ambiente de desenvolvimento integrado capaz de extrair as citações das patentes contidas na base de dados Lens.org a partir de técnicas de *web scraping* (raspagem de dados). A seguir será apresentada a análise e discussão dos resultados obtidos a partir do exercício realizado.

3.3. Análise e discussão dos resultados

Apresentados os procedimentos metodológicos e a caracterização dos elementos contidos na base de dados Lens.org, finalmente será exposta a análise e discussão dos resultados obtidos. A apresentação dos resultados busca caracterizar a rede de citação de patentes da indústria farmacêutica, através da interpretação das métricas apresentadas na Metodologia, a fim de tentar identificar a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil. Desse modo, a análise está organizada em duas etapas: a primeira se dedica ao caso geral (Seção 3.3.1.) que examina todas as patentes registradas na base de dados, englobando todos os registros de patentes da amostra; e a segunda destaca, especificamente, o caso dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil (Seção 3.3.2.).

3.3.1. O caso geral

Aqui, será apresentado o resultado da análise da rede formada pelo conjunto completo das patentes coletadas da base de dados Lens.org, a fim de mapear o panorama geral da trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil. A discussão concentra-se na interpretação das métricas apresentadas no Quadro 3 considerando todas as instituições que atuam no setor com depósitos de patentes sob o código A61K, exceto A61K6/00 e A61K8/00, ou seja, empresas transnacionais, empresas nacionais, Laboratórios Oficiais, universidades, entre outros.

Uma vez que os dados foram coletados e processados, o passo seguinte foi a construção das redes sociais a partir do *software* especializado Gephi e o cálculo das métricas. Vale destacar que, das 36.523 patentes de origem contidas na base de dados, 31.105 faziam referência a uma ou mais patentes através da citação, o que corresponde a cerca de 85,16%. Desse modo, a rede conta com 304.957 nós e 1.402.993 arestas, mas apenas 5.817 componentes conectados. A Tabela 6 registra o valor dos cálculos realizados para o conjunto completo das patentes da indústria farmacêutica sob jurisdição brasileira entre 2000 e 2024.

Tabela 6: Métricas da rede de patentes da indústria farmacêutica no Brasil

Nós	304.957
Arestas	1.402.993
Grau médio	4,601
Diâmetro da rede	6
Densidade do grafo	0
Componentes conectados	5.817
Modularidade	0,815
Coefficiente de <i>clustering</i> médio	0,008
Comprimento médio de caminho	1,143

Fonte: Elaboração própria.

Nela é possível observar um grau médio de 4,601. É importante ressaltar que, em redes de citação, o grau médio tende a ser normalmente mais baixo. Considerando uma rede aleatória com o mesmo número de nós e arestas, para fins de comparação, o grau médio ficaria em torno de 9 ou 10. Neste caso então, em média, são necessárias cerca de outras 5 patentes para gerar o conhecimento tecnológico das patentes originais da amostra. Em contrapartida, o valor da densidade, 0, significa que o *software* não encontrou um valor que seja não nulo antes da terceira casa decimal, ou seja, grosso modo, a razão entre as conexões que existem e as que poderiam existir é bastante baixa.

Já o valor do diâmetro da rede, como visto anteriormente no Quadro 3, ao passo que pode indicar agilidade no fluxo de informação quando pequeno, como é o caso, apenas 6, pode

indicar também vulnerabilidade, pois a remoção de poucas patentes importantes seria suficiente para afetar fortemente a estrutura da rede já que a distância média entre os pares de nós é pequena. Em uma rede aleatória com o mesmo número de nós e arestas o diâmetro seria cerca de 18. O valor da densidade da rede reforça essa constatação. Enquanto isso, o valor da modularidade é relativamente elevado indicando a presença de comunidades e reforçando os achados na literatura de que, ao que parece, na indústria farmacêutica do Brasil empresas transnacionais e nacionais cumprem papéis distintos, afetando inclusive a balança comercial do setor, conforme apontado por Queiroz (2024), Capanema e Palmeira Filho (2007) e Predo, Ballini e Sarti (2024). Esses autores destacam o papel das atividades de P&D da grande empresa farmacêutica transnacional e como isso, de certo modo, permitiria a criação de “cerca de patentes” (Cohen; Nelson; Walsh, 2000). De outra forma, o valor da modularidade pode indicar também a divisão da rede conforme classes terapêuticas, posto que é menos provável, por exemplo, que patentes de medicamentos analgésicos cite patentes de medicamentos antialérgicos.

Por sua vez, o valor do coeficiente de *clustering* médio, 0,008, indica que o conhecimento depositado nas patentes pouco se comunica entre si; não há um paradigma comum. Por fim, o comprimento médio de caminho de 1,143 indica que o caminho percorrido pelo conhecimento gerado é bastante curto, ou seja, não é necessário muito conhecimento acumulado para gerar determinada patente no Brasil, logo, aparentemente não deve se tratar de tecnologias muito complexas ou então, se trata apenas de desenvolvimento tecnológico para adaptação de determinados medicamentos à realidade tropical do país, visto que, apesar do crescimento do mercado de medicamentos em países em desenvolvimento apontado Oliveira e colaboradores (2019) e Sadat, Russell e Stewart (2014), as características mais gerais da indústria farmacêutica *per se* baseada no desenvolvimento da ciência básica, dos altos gastos investidos em P&D e na dependência de sistemas de proteção intelectual (Malerba; Orsenigo, 2015; Scherer, 2010) justificam a manutenção das sedes das empresas transnacionais nos países desenvolvidos.

Adicionalmente, é possível observar, através do indicador de PageRank, desenvolvido por Page e colaboradores (1999) quais as patentes mais relevantes da rede. Este indicador considera a citação como um “voto de confiança”. De acordo com essa metodologia, uma citação recebida de um nó importante na rede é mais relevante do que as citações recebidas por nós mais periféricos. A Tabela 7 registra as 10 principais patentes de acordo com esse indicador bem como seus respectivos títulos. É válido destacar que as três primeiras protegem conhecimento voltado ao sistema imunológico, a saber: as patentes US4816567A,

US5530101A e EP0940468A1; e que dentre as 10, apenas uma é uma patente de origem brasileira, a patente BR9305075A, de propriedade da Fundação Oswaldo Cruz.

Estes resultados, especificamente, reforçam tanto o domínio dos países desenvolvidos dentro da indústria farmacêutica, como o papel de destaque da Fiocruz no cenário nacional conforme foi apresentado por Fonseca, Fernandes e Fonseca (2017), no que se refere à construção de capacitações. Como foi visto, além das questões relacionadas à infraestrutura científica, o processo histórico de desenvolvimento da farmacêutica moderna e das Big Pharma ocorreu preponderantemente em território europeu, à luz das duas Grandes Guerras, no qual a atuação dos Estados Unidos era significativa e a difusão de medicamentos era facilitada (Malerba; Orsenigo, 2015; Scherer, 2010).

Tabela 7: As principais patentes da rede da indústria farmacêutica no Brasil, por PageRank

Patente	Depositante	Título	PageRank
US4816567A	Genentech INC	<i>Recombinant immunoglobulin preparations.</i>	0,000064
US5530101A	Protein Design Labs INC	<i>Humanized immunoglobulins.</i>	0,000051
EP0940468A1	Genentech INC	<i>Humanized antibody variable domain.</i>	0,000037
US5225539A	Medical Research Council	<i>Recombinant altered antibodies and methods of making altered antibodies.</i>	0,000028
ATE158021T1	Genpharm INT	<i>Production and use of non-human transgent animals for the production of heterologue antibodies.</i>	0,000025
US3773919A	EI Du Pont de Nemours and CO	<i>Poly lactide-drug mixtures</i>	0,000025
BR9305075A	Fiocruz	Antígeno para conferir imunidade protetora contra infecções helmínticas em humanos e animais, e processo de vacinação para aplicação na imunoprofilaxia de doenças helmintológicas de interesse veterinário e médico.	0,000024
SG48759A1	Abgenix INC	<i>Generation of xenogenic antibodies.</i>	0,000023
MX2007013978A	Ono Pharmaceutical CO	<i>Human monoclonal antibodies to programmed death 1 (pd-1) and methods for treating cancer using anti-pd-1 antibodies alone or in combination with other immunotherapeutics.</i>	0,000023
GB8607679D0	Winter GP	<i>Recombinant DNA product.</i>	0,000023

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 8 é possível observar as principais patentes de acordo com a centralidade de intermediação. Esse indicador importa, pois, mostra quais patentes ocupam uma posição estratégica dentro da rede, estado no caminho mais curto entre as demais patentes. Isso significa que boa parte do conhecimento gerado, necessariamente, passa por elas para gerar um novo conhecimento. Em síntese, essas patentes cobrem medicamentos biológicos, sobretudo anticorpos (BR122022000334B1, BR122018016031B8, BRPI0712224B8, BR112013020540B1, BRPI0518192B8, BRPI0709606B8), terapias gênicas (BR112017000497B1) e doenças raras, como

a fibrose cística (BR112018076281A2) e reforçam as transformações que vêm acontecendo no setor, ao menos em nível de produto, derivadas do desenvolvimento da biotecnologia, assim como esperado por Wonglimpiyarat (2008) e Malerba e Orsenigo (2015).

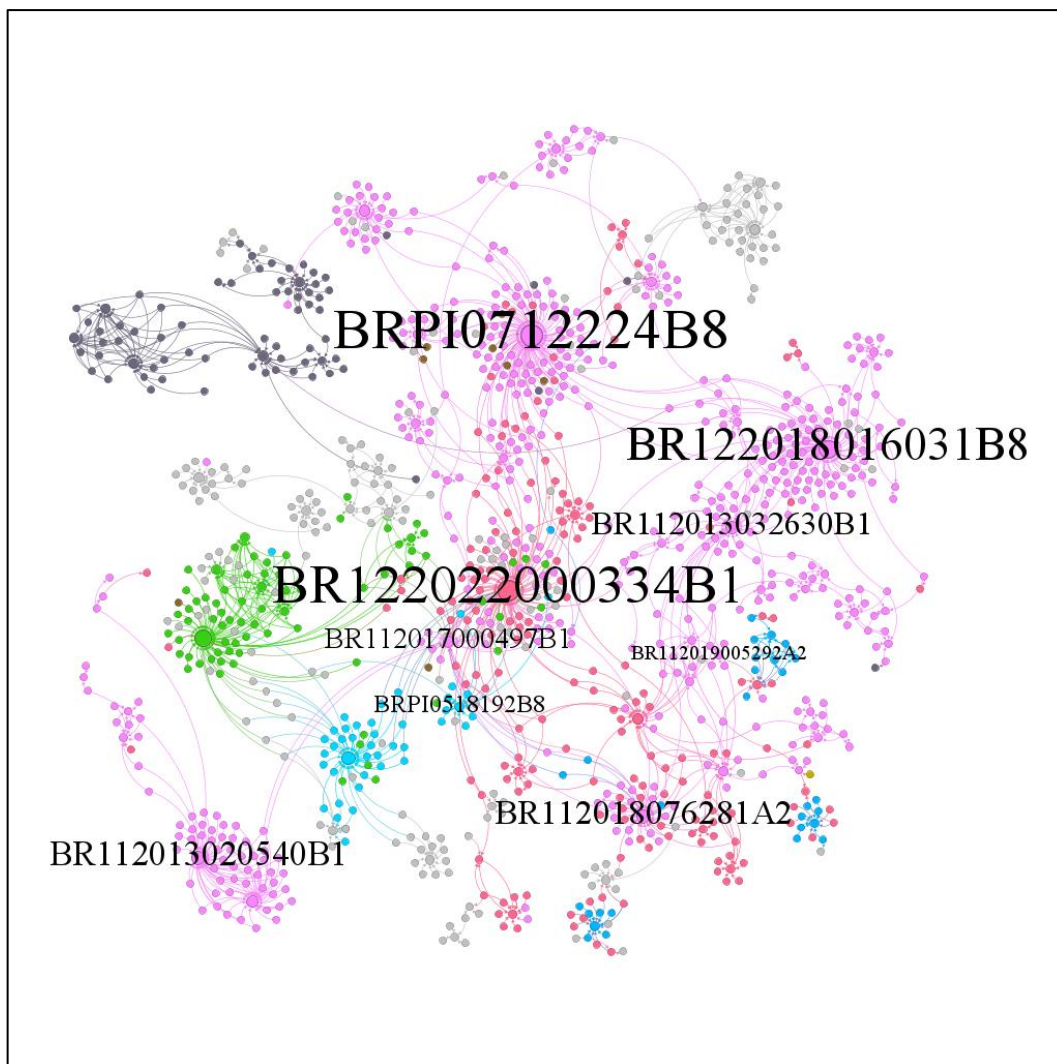
Tabela 8: As principais patentes de acordo com a centralidade de intermediação do caso geral

Patente	Depositante	Grau de entrada	Grau de saída	Centralidade de aproximação	Centralidade de intermediação
BR112018076281A2	Kymab Limited	46	817	0,771	47279,500
BR122022000334B1	Genentech INC	107	74	0,789	14565,167
BR112017000497B1	Ventana Medical Systems INC	31	139	0,664	13596,500
BR122018016031B8	Applied Molecular Evolution INC	85	96	1,000	9232,500
BR112013032630B1	Chugai Seiyaku Kabushiki Kaisha	40	189	0,766	9035,667
BRPI0712224B8	Regeneron Pharma	113	54	1,000	5448,400
BR112013020540B1	Immunogen INC	50	127	1,000	4886,500
BRPI0518192B8	Res Systems Ars Holding NV; Laboratoires Serono SA; Merck Serono SA	17	29	1,000	4844,000
BRPI0709606B8	Tris Pharma INC	27	222	1,000	4753,000
BR112019005292A2	Nextcure INC	5	277	1,000	3947,833

Fonte: Elaboração própria.

Em seguida, a Figura 2 explicita a trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil. Nela, para fins de melhor visualização, é possível observar as patentes originais da amostra que se citam entre si ao menos uma vez. Desse modo, ficam visíveis apenas 1.096 (3,64%) nós e 1.428 (38,28%) arestas, ou seja, um número relativamente baixo de nós, considerando o total da amostra, é responsável por quase 40% das citações entre patentes, revelando um cenário de pouca integração. A figura ainda destaca a posição das principais patentes conforme centralidade de intermediação (Tabela 8) e separa a amostra em comunidades, conforme a modularidade, com destaque para o grupo de cor lilás, que concentra a maioria das patentes com alta centralidade de intermediação.

Figura 2: Trajetória tecnológica da indústria farmacêutica no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Em síntese, a análise conjunta das métricas apresentadas anteriormente e do grafo na Figura 2 mostra que quase não há uma trajetória de fato, e sim “ilhas” de conhecimento cujo núcleo se encontra em patentes com alta centralidade de intermediação. O exame das métricas utilizadas na análise confirma o argumento de Vasconcelos e colaboradores (2023) sobre o caráter periférico de inserção internacional da indústria farmacêutica no Brasil, notadamente dependente da importação de IFA e com gastos em P&D insuficientes para gerar inovações radicais, e sobre a evidente vulnerabilidade sanitária do país. É difícil falar de uma trajetória tecnológica consistente e bem definida neste caso. Não há, nem mesmo entre as patentes citadas um paradigma único, visto que existe um conjunto de patentes que são citadas por uma série de outras patentes menos relevantes da mesma comunidade.

Basicamente, é possível afirmar que o conhecimento acumulado parece não se difundir de maneira significativa. Disso surgem duas possibilidades: ou as patentes da indústria farmacêutica no Brasil são totalmente inovadoras, ou elas apenas adaptam determinada tecnologia ao cenário brasileiro a fim de bloquear concorrentes conforme apontado na literatura. A segunda possibilidade parece mais provável. Cohen, Nelson e Walsh (2000) já argumentava sobre o uso desse tipo de estratégia na formação de “cercas de patentes”, sobretudo em indústrias produtoras de tecnologias discretas como é o caso de indústria farmacêutica, no qual o produto resulta de um número relativamente baixo de patentes e pode ser facilmente imitado por concorrentes.

3.3.2. *O caso dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil*

Após a discussão do caso geral, a análise se volta especificamente para a investigação da rede de citações formada por patentes dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil registradas na Lens.org. Neste caso, a intenção é destacar a posição dessas instituições no cenário nacional e verificar se há uma trajetória tecnológica partindo da perspectiva dos LFOB, por meio da interpretação das métricas já apresentadas.

Como era de se esperar, a rede formada pelas patentes depositadas pelos LFOB é significativamente menor que a rede apresentada anteriormente, visto que é um recorte dela. Nesse caso, a rede conta com 291 patentes de origem, sendo que 101 delas fazem referência a pelo menos uma outra patente através da citação (34,71%). A partir disso, é possível verificar que a rede construída contava então, com 582 nós e 584 arestas, mas apenas 224 componentes conectados. A Tabela 9 mostra, além disso, as métricas calculadas da rede de patentes dos LFOB.

Tabela 9: Métricas da rede de patentes dos LFOB

Nós	582
Arestas	584
Grau médio	1,003
Diâmetro da rede	3
Densidade do grafo	0,002
Componentes conectados	224
Modularidade	0,952
Coefficiente de <i>clustering</i> médio	0,010
Comprimento médio de caminho	1,065

Fonte: Elaboração própria.

Aqui, é possível encontrar um grau médio de 1,003, um número relativamente bastante baixo quando visto sob a perspectiva do número de nós, posto que muitos deles não estabelecem

relação com nenhum outro nó, levantando a seguinte possibilidade: o conteúdo dessas patentes é totalmente novo e não tem nenhuma carga de conhecimento tecnológico anterior. Isso torna, a rede formada por patentes dos LFOB bastante esparsa e pode indicar que há pouca integração entre os laboratórios, de modo que cada um desenvolve suas tecnologias independentemente dos demais. Tal fato, por seu turno, pode ser consequência da falta de coesão quanto à natureza jurídica dos laboratórios apontada por Bringel e Mendonça (2022), uma vez que cada LFOB tem uma vinculação institucional independente (Quadro 2), e de como isso afeta seus investimentos.

O diâmetro da rede, neste caso, é pequeno, indicando que esta rede é bastante vulnerável. Como há poucas conexões, de fato, entre as patentes de origem, a remoção de algumas delas pode aumentar drasticamente o diâmetro, destruindo as poucas conexões existentes. Esse comportamento é reforçado ainda pela relativa baixa densidade, de apenas 0,002, ou seja, redes pouco densas tendem a ser pouco conectadas. Neste caso, existe apenas 0,02% das conexões que poderiam existir.

Por outro lado, a modularidade tem um valor relativamente alto e isso fica fácil de identificar através da observação da Figura 3. Nela é possível observar a formação de comunidades – ainda que pouco densas – bem definidas que não se conectam umas com as outras, reforçando a ideia de pouca integração entre o conhecimento tecnológico gerado pelos LFOB, como se cada um tivesse algum tipo de especialização e agisse apenas dentro dela, em termos de desenvolvimento de novas patentes.

Enquanto isso, o valor do coeficiente de *clustering* médio, 0,010, aqui, além de reforçar a pouca densidade das comunidades, indica também que o conhecimento depositado nas patentes pouco se comunica entre si; ou seja, não há um paradigma comum nem entre as mesmas instituições, os LFOB. Por último, o comprimento médio de caminho de 1,065 indica que não é necessário muito conhecimento acumulado para gerar determinada patente, pois cada nó está a menos de dois passos dos demais. É possível que, assim como afirmou Fonseca, Fernandes e Fonseca (2017), os laboratórios, sobretudo a Fiocruz e o Butantan, usem as patentes como forma de assegurar o domínio público do conhecimento, mas sem interesses de desenvolvimento produtivo imediato.

A Tabela 10 registra as 10 principais patentes, de acordo com o PageRank, conforme explicado acima, bem como seu título. Dentre as patentes registradas na tabela, apenas três são patentes registradas na Lens.org sob jurisdição brasileira, sendo elas as patentes BR9305075A, BRPI0303266B8 e a BRPI9701774B8 e protegem conhecimento voltado a tratamentos que envolvem o sistema imunológico sendo que a patente BR9305075A da Fiocruz também se

destacou dentre as patentes contidas na amostra completa, confirmando a orientação das atividades desse laboratório voltado mais a atividade produtiva do que o Butantan, por exemplo (Fonseca; Fernandes; Fonseca, 2017).

Tabela 10: As principais patentes da rede dos LFOB, por PageRank

Patente	Depositante	Título	PageRank
BR9305075A	Fiocruz	Antígeno para conferir imunidade protetora contra infecções helmínticas em humanos e animais, e processo de vacinação para aplicação na imunoprofilaxia de doenças helmintológicas de interesse veterinário e médico.	0,011772
BRPI0303266B8	Fiocruz	Proteína recombinante sm14, composição imunogênica, e kit de diagnóstico.	0,008936
AU6205700A	Vertex Pharmaceuticals INC	<i>Azo amino acid derivatives for the treatment of neurological diseases.</i>	0,005075
WO2010026388A1	Imperial Innovations LTD; Hammersmith	<i>Isatin derivatives for use as in vivo imaging agents.</i>	0,004002
WO2000071585A1	Imanet LTD	<i>Human antibodies to staphylococcus aureus.</i>	0,004002
US4719177A	Medarex LLC	<i>Production of complementary DNA representing RNA viral sequences by recombinant DNA methods and uses therefor.</i>	0,003789
JP3531934B2	Massachusetts Institute of Technology	<i>Chimeric and / or growth-restricted flavivirus</i>	0,003789
BRPI9701774B8	Government of the United States of America	CDNA mutante e infeccioso do vírus da febre amarela, constructo de DNA, vírus recombinante de febre amarela e vacina para humanos contra infecções de febre amarela.	0,003448
JPS5750925A	Fiocruz	<i>Preparation of pertussis toxoid.</i>	0,003099
JP2706792B2	Takeda Chemical Industries LTD	<i>Toxoidation of pertussis toxin.</i>	0,003099
	Chemo Sero		
	Therapeutic Research Institute Kaketsuken		

Fonte: Elaboração própria.

De maneira semelhante, a Tabela 11 permite observar todas as patentes com as centralidades de intermediação não nula dentre as analisadas – são as patentes destacadas no grafo da Figura 3. Elas se destacam justamente por estarem estrategicamente posicionadas entre patentes, ocupando caminhos mais curtos, controlando assim a comunicação entre os nós.

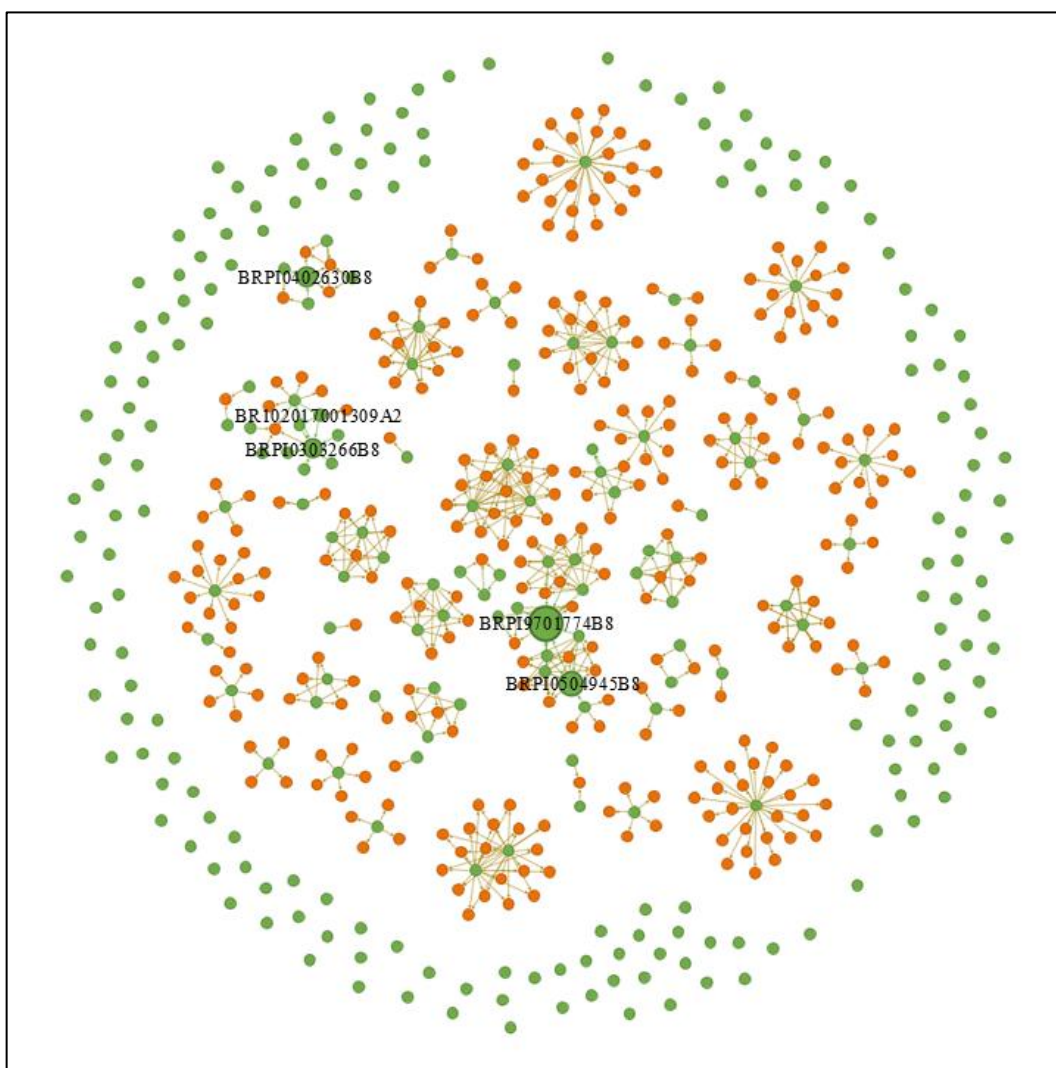
Tabela 11: As principais patentes de acordo com a centralidade de intermediação

Patente	Depositante	Grau de entrada	Grau de saída	Centralidade de aproximação	Centralidade de intermediação
BRPI9701774B8	Fiocruz	9	2	1,000	16
BRPI0504945B8	Fiocruz	4	7	0,818	9
BRPI0303266B8	Fiocruz	7	1	1,000	6
BRPI0402630B8	Butantan	2	3	1,000	6
BR102017001309A2	Fiocruz	1	3	0,800	1

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, no grafo abaixo, é possível, observar a rede formada, bem como os fenômenos destacados anteriormente. Neste caso, as patentes coloridas em verde seriam patentes de origem contidas na base de dados e as patentes coloridas em laranja seriam as patentes citadas. Como se pode observar, são raros os casos em que patentes de origem citam outras patentes de origem e esse é um dos principais motivos da rede estar configurada como está.

Figura 3: Trajetória tecnológica dos FLOB no Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Resumidamente, assim como no caso geral, a análise das métricas e do grafo na figura 3 mostram que quase não há uma trajetória tecnológica de fato referente aos LFOB. Todavia, neste caso, a situação parece ser ainda pior, pois as patentes geradas pelos laboratórios (nós verdes) quase não interagem entre si, vide a quantidade de nós verdes isolados no grafo ou então

que citam apenas um número relativamente baixo de patentes externas, ou seja, de outras instituições (nós laranjas). Não há, nem mesmo entre as patentes citadas um paradigma único. No entanto, vale mencionar que, neste caso, o uso das patentes como métrica é limitado à orientação das atividades dos laboratórios. Alguns deles não têm o patenteamento como principal objetivo estratégico, pois se dedicam mais intensamente ao auxílio do SUS, por exemplo. Logo, apesar do resultado encontrado na análise, ele não é totalmente surpreendente.

Considerações finais

A inovação tem sido o principal baluarte do desenvolvimento industrial, e as firmas, enquanto principais agentes desse sistema, sabem disso. Nos meandros de um sistema capitalista cada vez mais integrado e competitivo, as firmas se dedicam à atividade inovativa conforme já indicava Schumpeter (1984). Não obstante, tal dedicação depende de uma porção de capacidades construídas e de conhecimento acumulado ao longo do tempo, ou seja, depende, fundamentalmente, da trajetória tecnológica. Desse modo, as firmas, cada qual com a sua particularidade em termos de propriedades e padrões de mudanças tecnológica, procuram meios de se apropriar dos benefícios formais das inovações, dentre os quais se destaca o patenteamento.

Diante desse panorama, essa dissertação se propôs a entender parte das nuances da inovação em um dos setores industriais no qual o conhecimento científico é a base da atividade produtiva e o patenteamento cumpre um papel decisivo na atividade inovativa, pois representa tanto o domínio da tecnologia quanto a possibilidade de explorar rendas monopolistas advindas da comercialização e do licenciamento. Através de uma metodologia que permite estabelecer relações entre indivíduos, como é o caso da ARS, foi efetuada a busca das possíveis trajetórias tecnológicas percorridas pela indústria farmacêutica no Brasil, baseando-se em citações de patentes. A partir dessa abordagem, foi possível responder às seguintes questões de pesquisa que nortearam esse trabalho: é possível identificar uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica presente no Brasil? Se sim, como se encontra a trajetória tecnológica dos produtores de medicamentos no país?

A resposta a essas questões pode parecer curta à primeira vista, mas não é, de maneira alguma, uma resposta simples. Considerando a análise feita, é possível afirmar que não existe uma trajetória tecnológica consistente e bem definida para qualquer dos dois casos estudados, o caso geral e o caso dos LFOB. Sendo assim, a hipótese de que não há uma trajetória tecnológica consistente e bem definida na indústria farmacêutica no Brasil é confirmada. Assim como esperado, as patentes depositadas sob jurisdição brasileira, seja por empresas multinacionais, nacionais, por laboratórios oficiais ou outras instituições, não são conectadas de forma relevante, por meio de citação, a outras patentes depositadas na mesma jurisdição, conforme observado através da análise das métricas de redes sociais.

O que parece haver, na verdade, são algumas “ilhas” de conhecimento centradas em torno de algumas poucas patentes mais relevantes na amostra. Isso conduz a outra constatação importante: parece não haver, na indústria farmacêutica no Brasil um paradigma comum, ou

seja, não existe uma patente cujas métricas indiquem um destaque significativo sobre as demais. Por conseguinte, é possível reforçar o caráter periférico de inserção internacional da indústria farmacêutica no Brasil, visto que as empresas nacionais não patenteiam, provavelmente porque dedicam mais esforços a produção de medicamentos genéricos do que a atividade inovativa, e que, mesmo as empresas transnacionais, parecem dedicar a maior parte do esforço de patenteamento para a atividade de adaptação dos medicamentos à realidade brasileira. Como consequência principal, tem-se a manutenção da dependência de tecnologia estrangeira.

Ainda assim, é possível notar um esforço maior das instituições em patentear no Brasil a partir de 2012, segundo consta na base de dados Lens.org, que deve ser decorrente do amadurecimento de programas como o PROFARMA, por exemplo, que facilitou o financiamento à inovação ao explicitar o interesse em estimular a indústria farmacêutica no país. Nesse caso, apesar de não ser objetivo desse trabalho, a relação entre inovação – representada pelas patentes – e faturamento parece fazer sentido apenas entre as grandes empresas transnacionais. Ademais, no Brasil, existem dificuldades institucionais referentes ao processo de patenteamento que, em certa medida, desestimula a atividade inovativa de parte das firmas, principalmente das firmas nacionais de menor porte, pois cria um “desequilíbrio” em favor dos titulares das patentes causado pelo tempo de espera para o início dos exames de concessão da propriedade industrial. Todavia, vale destacar o papel das universidades públicas do país que, a despeito das dificuldades, se destacam entre as instituições que mais patenteiam no país.

Assim como o caso geral, não há uma trajetória tecnológica consistente e bem definida para o caso dos LFOB. Neste caso a situação parece ser ainda mais grave, pois é possível observar ainda mais claramente a pouca interação entre patentes dos próprios LFOB, porém isso não é totalmente surpreendente, visto que alguns laboratórios não veem no patenteamento o principal objetivo estratégico. Diante desse cenário de baixa integração, parece possível afirmar que os laboratórios que se dedicam ao patenteamento o fazem apenas para assegurar domínio tecnológico, ainda que não tenham interesse produtivo imediato, a fim de, talvez, se beneficiar do licenciamento ou garantir o acesso à população em caso de crise sanitária. Isto deve ser efeito do fato de que essas instituições são muito heterogêneas entre si; elas são vinculadas a uma diversidade de instituições, o que dificulta processos licitatórios, por exemplo, gerando obstáculos ao investimento e contratação de pessoal qualificado.

De modo mais geral, as principais patentes destacadas nessa dissertação envolvem, sobretudo, o uso de anticorpos para uso terapêutico, o que pode reforçar a *expertise* do Brasil em vacinas e destacá-lo futuramente no âmbito da biotecnologia. Esse é um passo importante a

ser dado visto que, ainda que não seja um consenso entre estudiosos, a produção de medicamentos ou tratamentos de base biológica parece ser o que há de mais novo na indústria farmacêutica de modo geral, reforçando as transformações que vêm acontecendo no setor, ao menos a nível de produto. A expansão do mercado mundial e o interesse da indústria farmacêutica em medicamentos que atendam usuários específicos, a partir da biotecnologia pode representar um potencial produtivo que poderia ser explorado por empresas nacionais a partir de novas trajetórias tecnológicas e no tratamento de doenças negligenciadas. É válido mencionar que, a despeito das políticas envolvendo os LFOB, sobretudo do PROFARMA, do Programa Inova Saúde e das PDPs, não foi encontrado na literatura estudos que investigassem os efeitos diretos desses ou outros programas no patenteamento.

Com base nisso, é válido destacar as dificuldades postas na elaboração dessa dissertação. Houve aqui uma tentativa de estudar um setor que por si só é bastante amplo e que atua em diversas frentes, através de uma metodologia que tem certo viés temporal, visto que algumas patentes simplesmente tiveram mais tempo de ser citadas devido à data de depósito. Não obstante, os resultados encontrados confirmam a hipótese feita e destaca a necessidade de intervenção em um setor cujo interesse é duplo: social e econômico. Sem embargo, é preciso reconhecer que laboratórios públicos e privados funcionam com lógicas diferentes. Nesse sentido, as políticas de estímulo à indústria farmacêutica nacional devem ser pensadas considerando uma integração eficiente entre política industrial e política social, o que por si só não é uma tarefa fácil. Além disso, dada a condição do poder público brasileiro de ofertante e demandante de medicamentos, seria possível combinar políticas pelo lado da oferta e pelo lado da demanda, que enfatizassem a importância da infraestrutura de P&D para a produção medicamentos biotecnológicos e a construção das capacitações para a exportação.

Aqui, foi constatado que as empresas nacionais, a despeito do grande faturamento, se dedicam menos à atividade inovativa e ao patenteamento e mais à produção de genéricos e aos testes de equivalência farmacêutica e bioequivalência. Trabalhos futuros poderiam explorar mais as características das empresas nacionais a fim de tentar isolar a trajetória tecnológica dessas firmas, bem como das universidades, assim como foi feito com os LFOB nesse trabalho, ou então investigar quais os efeitos diretos de programas como o PROFARMA e o Inova Saúde sobre o patenteamento com o intuito de fazer uma avaliação *ex-post* dessas iniciativas, projetando possíveis melhorias para iniciativas posteriores.

Referências bibliográficas

ALFOB. *Associação Dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais Do Brasil*. Disponível em: <https://alfob.org.br/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

ALFOB. *Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil*. Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil, Conselho Federal de Farmácia. Brasília, 2019.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico 2022**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/cmed/anuario-estatistico-2022/view>. Acesso em 15 fev. 2026.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico 2023**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/cmed/anuario-estatistico-do-mercado-farmacutico-2023.pdf/view>. Acesso em 15 fev. 2026.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anuário Estatístico do Mercado Farmacêutico 2024**. Brasília, 2025. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/cmed/anuario-estatistico-do-mercado-farmacutico-2024.pdf/view>. Acesso em 15 fev. 2026.

ARTHUR, W. B.; ERMOLIEV, Y. M.; KANIOVSKI, Y. M. Path-dependent processes and the emergence of macro-structure. **European journal of operational research**, v. 30, n. 3, p. 294-303, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(87\)90074-9](https://doi.org/10.1016/0377-2217(87)90074-9)

BASSO, F. G. **Mapeamento de tendências tecnológicas: uma análise a partir do esforço tecnológico na indústria farmacêutica**. 2019. 262p. Tese (Doutorado em Administração das Organizações) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

BENNETT, S.; QUICK, J. D.; VELASQUEZ, G. **Public-private roles in pharmaceutical sector: implications for equitable access and rational drug use**. World Health Organization (WHO), 1997.

BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Classificação de patentes**. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao>. Acesso em: 18 mai. 2025.

BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Manual de Patentes**. Rio de Janeiro: INPI, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/guia-basico/ManualdePatentes20210706.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relatório de Gestão 2023**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/transparencia-e-prestacao-de-contas/relatorio-integrado-de-gestao-do-ministerio-da-saude>. Acesso em 20 fev. 2025.

BRINGEL, A.; MENDONÇA, M. Quais desafios limitam a atuação dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais (LFO)? **REGEN Revista de Gestão, Economia e Negócios**, v. 3, n. 2, p. 90-109, 2022.

CAPANEMA, L. X. L.; PALMEIRA FILHO, P. L. Indústria farmacêutica brasileira: reflexões sobre sua estrutura e o potencial de investimentos. In: TORRES FILHO, E. T.; PUGA, F. P. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil). Perspectivas do**

investimento 2007/2010. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, p. 161-206, 2007.

CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral pattern of innovation. **Research Policy**, v. 37, n. 6-7, p. 978-994, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.03.011>

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Competências para inovar na indústria farmacêutica brasileira.** Brasília: CGEE, 2017.

COHEN, W. M.; NELSON, R.; WALSH, J. P. **Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not).** 2000. DOI: <https://doi.org/10.3386/w7552>

COSTA, N. D. R.; LAGO, R. F. D.; SOUSA, A. C. A. D.; RAUPP, A. D. C.; JATOBÁ, A. Complexo Econômico-Industrial da Saúde e a produção local de medicamentos: estudo de caso sobre sustentabilidade organizacional. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 8-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s701>

DAVID, P. A. Clio and the Economics of QWERTY. **The American economic review**, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v. 11, p. 147-162, 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)

EZZIANE, Z. Essential drugs production in Brazil, Russia, India, China and South Africa (BRICS): opportunities and challenges. **Int J Health Policy Manag**, 3, 365-370, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15171/ijhpm.2014.118>

FERREIRA, E. M. S. **Políticas de inovação tecnológica brasileiras no séc. XXI: o caso da indústria farmacêutica.** 2021. [Dissertação de mestrado] Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021

FILGUEIRAS, L. O neoliberalismo no Brasil: estrutura, dinâmica e ajuste do modelo econômico. **Neoliberalismo y sectores dominantes. Tendencias globales y experiencias nacionales**, v. 179, p. 206, 2006.

FONSECA, B. P. F.; FERNANDES, E.; FONSECA, M. V. A. Collaboration in science and technology organizations of the public sector: A network perspective. **Science and Public Policy**, v. 44, n. 1, p. 37-49, 2017.

GADELHA, C. A. G. Complexo econômico-industrial da saúde: uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. **O estado como parte da solução. Uma análise dos desafios do desenvolvimento brasileiro.** São Paulo: Fundação Perseu Abramo, p. 321-332, 2020.

GADELHA, C. A. G. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2003, v. 8, p. 521-535, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232003000200015>

GELIJNS, A.; ROSENBERG, N. The dynamics of technological change in medicine. **Health affairs**, v. 13, n. 3, p. 28-46, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1377/hlthaff.13.3.28>

GONÇALVES, R. **Desenvolvimento às avessas: verdade, má-fé e ilusão no atual modelo brasileiro de desenvolvimento**. Rio de Janeiro: LTC; 2013.

HUMMON, N. P.; DOREIAN, P. Connectivity in a citation network: The development of DNA theory. **Social Networks**, v. 11, p. 39-63. 1989. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(89\)90017-8](https://doi.org/10.1016/0378-8733(89)90017-8)

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. The evolution of the pharmaceutical industry. **Business History**, v. 57, n. 5, 664-687, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00076791.2014.975119>

MANHÃES, E.; HASENCLEVER, L. A dinâmica produtiva e territorial da indústria farmacêutica dos genéricos no Brasil 2000/2017. **Boletim Petróleo, Royalties e Região** - Campos dos Goytacazes/RJ - Ano XVI, v. 15, n. 59, 2018.

MARENGO, L. A falha das "falhas de mercado": algumas questões sobre os fundamentos econômicos do patenteamento. In: CHIARINI, T.; CALIARI, T (org). **A economia política do patenteamento na América Latina: tecnologia e inovação a favor do desenvolvimento**. 1. ed. Jundiaí: Paco, 2019.

MCKELVEY, M. Biotechnology industries. In: HANUSCH, H; PYKA, A. (org.). **Elgar companion to neo-Schumpeterian economics**. Edward Elgar Publishing, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781847207012.00046>

MERCADANTE, E. **Concessão de patentes farmacêuticas no Brasil pós-Acordo TRIPS**. 2019 [Dissertação de Mestrado]. Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.

NELSON, R. Por que as firmas diferem e qual é a importância disso? In: NELSON, R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

NELSON, R; WINTER, S. In search of useful theory of innovation. **Research Policy**, v. 6, p. 37-76, 1977. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(77\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0048-7333(77)90029-4)

NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. **Exploratory Social Network Analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

NUNES, N. M.; FERNANDEZ, S. L. C.; HODEL, K. V. S.; MEDINA, F.; MACHADO, B. A. S. Oportunidades e desafios para acesso a medicamentos no Brasil: um olhar sobre os Laboratórios Farmacêuticos Oficiais (LFOs). **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 2, p. e7558-e7558, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/cuadv17n2-069>

OLIVEIRA, E. A. D., LABRA, M. E., BERMUDEZ, J. A produção pública de medicamentos no Brasil: uma visão geral. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 11, 2379-2389, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2006001100012>

OLIVEIRA, K. F.; FREIRE, G. G. S.; MUNHOZ, I. P.; AKKARI, A. C. S. Pharmaceutical and Bio-pharmaceutical Patents: The Opportunity of Pharmerging Countries. In: REIS, J.; PINELAS, S.; MELÃO, N. (org.). **Industrial Engineering and Operations Management I: XXIV IJCIEOM**, Lisbon, Portugal, July 18-20. Cham: Springer International Publishing, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, v. 280, 2019. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-03014969-7>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PAGE, L.; BRIN, S.; MOTWANI, R.; WINOGRAD, T. **The PageRank citation ranking: Bringing order to the web**. Stanford InfoLab, 1999.

PARANHOS, J.; MERCADANTE, E.; HASENCLEVER, L. Os esforços inovativos das grandes empresas farmacêuticas no Brasil: o que mudou nas duas últimas décadas? **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, p. e0200015, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8655780>

PARANHOS, J.; PERIN, F. S.; VAZ-CANOSA, M.; FALCÃO, D.; HASENCLEVER, L. O financiamento à inovação para a indústria farmacêutica brasileira: estudo de caso dos programas da FINEP e BNDES no atendimento às prioridades de saúde. **Econômica**, Niterói, v. 23, n. 1, p. 73-100, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.22409/reuff.v23i1.51485>

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, 1984. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)

PERIN, F. S., PARANHOS, J. A internacionalização das grandes empresas farmacêuticas nacionais: evolução, desafios e estratégias inovativas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO, 2019, Campinas. **Blucher Engineering Proceedings**. Campinas: Editora Blucher, 2019. p. 361-372. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/33150>. Acesso em: 24 jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5151/iv-enei-2019-2.1-006>

POSSAS, M. Em Direção a uma Paradigma Microdinâmico: a abordagem Neo-Schumpeteriana. In: AMADEO, E; TOLIPAN, R. (Org.). **Ensaio sobre Economia Política Moderna: Teoria e História do Pensamento Econômico**. 1 ed. São Paulo, SP: Marco Zero, v. 1, p. 157-177, 1989.

PRADO, A. R. M. A indústria farmacêutica brasileira a partir dos anos 1990: a Lei dos Genéricos e os impactos na dinâmica competitiva. **Leituras de Economia Política**, Campinas, v. 19, p. 111-145, 2011.

PREDO, R. M.; BALLINI, R.; SARTI, F. Construindo vantagens competitivas sustentáveis: estratégias de P&D, patentes e trademarks na Big Pharma. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 23, p. 1-31, 2024. DOI: <https://doi.org/10.20396/rbi.v23i00.8673794>

PROKSCH, D.; BUSCH-CASLER, J.; HABERSTROH, M. M.; PINKWART, A. 'National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi-indicator approach', **Research Policy**, 48, pp. 169-179, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.004>

QUEIROZ, S. O mercado de medicamentos no Brasil e no Mundo. In: DE NEGRI, F.; ZUCOLOTO, G. F.; KOELLER, P.; MIRANDA, P.; CHIARINI, T. (org.). **Tecnologias e preços no mercado de medicamentos**. Rio de Janeiro: Ipea, p. 15-52, 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/9786556350806cap1>

QUENTAL, C.; ABREU, J. C. D.; BOMTEMPO, J. V.; GADELHA, C. A. G. Medicamentos genéricos no Brasil: impactos das políticas públicas sobre a indústria nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 619-628, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000700011>

ROCHA, K. C. R. D.; GADELHA, C. A. G. Estudo comparativo entre empresa farmacêutica global e instituição pública de produção e inovação em saúde. **Saúde em Debate**, v. 47, n. 138, p. 393-403, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202313802i>

ROCHA, R. C. B. Efeitos da entrada de genéricos no mercado sobre o preço dos medicamentos. In: DE NEGRI, F.; ZUCOLOTO, G. F.; KOELLER, P.; MIRANDA, P.; CHIARINI, T. (org.).

Tecnologias e preços no mercado de medicamentos. Rio de Janeiro: Ipea, 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/9786556350806cap8>

RODRIGUES, P. H. A.; SILVA, R. D. F. C.; KISS, C. Mudanças recentes e continuidade da dependência tecnológica e econômica na indústria farmacêutica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. Suppl 2, p. e00104020, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00104020>

SADAT, T.; RUSSELL, R.; STEWART, M. Shifting paths of pharmaceutical innovation: Implications for the global pharmaceutical industry. **International Journal of Knowledge, Innovation and Entrepreneurship**, v. 2, n. 1, p. 6-31, 2014.

SCHERER, F. M. Pharmaceutical Innovation. *In: Handbooks in economics: economics of innovation.* Elsevier, v. 1, p. 539-574, 2010. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01012-9](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01012-9)

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

SILVEIRA, P. S.; PEREIRA, R. M.; BARBOSA, M. N. Competitividade dos produtos farmacêuticos e dos antibióticos brasileiros no comércio internacional. **Revista Estudo & Debate**, v. 28, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v28i2a2021.2661>

TATSCH, A. L.; BOTELHO, M. R. A.; KOELLER, P. A resposta do sistema brasileiro de inovação em saúde à covid-19: as políticas públicas e o papel da Fiocruz e do Butantan. **Texto para Discussão 2959.** Rio de Janeiro: Ipea, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2959-port>

TEECE, D. J.; PISANO, G. The dynamic capabilities of firms: an introduction. **Industrial Corporate Change**, v.3, n. 3, p. 537-556, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/3.3.537-a>

TRAJTENBERG, M. A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations. **The RAND Journal of Economics**, v. 21, n. 1, p. 172-187, 1990. DOI: <https://doi.org/10.2307/2555502>

VARGAS, M. A. O mercado de biofármacos no Brasil e no Mundo. *In: DE NEGRI, F.; ZUCOLOTO, G. F.; KOELLER, P.; MIRANDA, P.; CHIARINI, T. (org.). Tecnologias e preços no mercado de medicamentos.* Rio de Janeiro: Ipea, p. 53-108, 2024. DOI: <https://doi.org/10.38116/9786556350806cap2>

VARGAS, M.; GADELHA, C. A. G; COSTA, L. S.; MALDONATO, J. Inovação na indústria química e biotecnológica em saúde: em busca de uma agenda virtuosa. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, p. 37-40, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102012000700006>

VARRICHIO, P. C. As parcerias para o desenvolvimento produtivo da saúde. *In: RAUEN, André Tortato (org.). Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil.* Brasília: Ipea, p. 179-234, 2017.

VASCONCELOS, D. M. M.; CALADO, G. S.; BERMUDEZ, J. A. Z.; COSTA, J. C. S.; OLIVEIRA, M. A.; CORTÉS, M. A.; VELOSO, N. F. **Panorama da produção local de medicamentos no Brasil: desafios e vulnerabilidades.** São Paulo, SP: Fundação Oswaldo Cruz: Organização Pan-Americana da Saúde, Organização Mundial da Saúde, 2023.

VEIT, M. F.; CORONEL, D. A. Análise das importações do setor farmacêutico brasileiro. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, p. 1-10, 2018.

VERSPAGEN, B. Mapping technological trajectories as patent citations networks. A study on the history of fuel cell research. **Advances in Complex Systems**, v. 10, p. 93-115. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1142/S0219525907000945>

VIANA, A. L. D. Á.; SILVA, H. P. D.; IBAÑEZ, N.; IOZZI, F. L. A política de desenvolvimento produtivo da saúde e a capacitação dos laboratórios públicos nacionais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, p. e00188814, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00188814>

WONGLIMPIYARAT, J. Biotech revolution: the impact of biotechnology on the pharmaceutical industry. **International Journal of Technology, Policy and Management**, v. 8, n. 2, p. 182, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2008.017219>

YAMAUTI, S. M., BARBERATO-FILHO, S., LOPES, L. C. Elenco de medicamentos do Programa Farmácia Popular do Brasil e a Política de Nacional Assistência Farmacêutica. **Cadernos de saúde pública**, v. 31, p. 1648-1662, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00054814>

Apêndices

Apêndice A – Software utilizado para extração de citações de patentes

No quadro abaixo está o *script* do *software* utilizado no ambiente de desenvolvimento integrado, RStudio, que tornou possível a extração das citações feitas pelas patentes contidas na base de dados Lens.org. O *software* foi construído com auxílio de professores, colegas e ferramentas de inteligência artificial e usa técnicas de *web scraping* (raspagem de dados) para automatizar a extração das citações do *website* Google Patents.

Quadro 4: Software utilizado para extração de citações de patentes

```
# Instalar pacotes necessários (se ainda não tiver)
if (!require(rvest)) install.packages("rvest")
if (!require(dplyr)) install.packages("dplyr")
if (!require(readr)) install.packages("readr")
if (!require(stringr)) install.packages("stringr")

# Carregar pacotes
library(rvest)
library(dplyr)
library(readr)
library(stringr)

# Ler o arquivo com os números das patentes
patentes <- read_csv("Pasta1.csv")

# Remover espaços e barras dos números das patentes
patentes$numero_patente <- patentes$numero_patente %>%
  str_replace_all("[ /]", "") %>% # Remove espaços e barras
  str_trim() # Remove espaços extras ao redor

# Criar uma coluna para armazenar os resultados
patentes$family_cites <- NA

# Função para extrair as patentes da tabela "Family Cites Families"
extrair_citantes <- function(numero_patente) {

  # Monta a URL
  url <- paste0("https://patents.google.com/patent/", numero_patente, "/en")

  # Tenta ler a página HTML da patente com tratamento de erro
  pagina <- tryCatch(read_html(url), error = function(e) NULL)

  # Se a página não puder ser carregada, retornar NA e avisar
  if (is.null(pagina)) {
    message(paste("Erro ao carregar a patente:", numero_patente))
    return(NA)
  }

  # ---- FUNÇÃO ----
  # Extrair especificamente o número da publicação dentro da tabela Family Cites
  citantes <- pagina %>%
```

Continuação

```

    html_nodes(xpath = "//h2[contains(text(), 'Family Cites Families')]/following-
sibling::table//span[@itemprop='publicationNumber']") %>%
    html_text() %>%
    trimws() # Apenas remove espaços sobrando nas pontas, se houver
    # -----

# Verificar se há resultados
if (length(citantes) > 0) {
  # Junta todas as patentes encontradas separadas por ponto e vírgula
  return(paste(citantes, collapse = "; "))
} else {
  message(paste("Nenhuma citação de família encontrada para a patente:", numero_patente))
  return(NA)
}
}

# Loop para aplicar a função para cada patente na lista
for (i in 1:nrow(patentes)) {
  message(paste("Processando patente", i, "de", nrow(patentes), ":", patentes$numero_patente[i]))
  patentes$family_cites[i] <- extrair_citantes(patentes$numero_patente[i])

  # Pequena pausa para evitar bloqueio pelo Google (opcional, mas recomendado)
  Sys.sleep(1)
}

# Salvar o resultado em um novo arquivo CSV
write_csv(patentes, "arquivo_pronto.csv")

```

Fonte: Elaboração própria.

Anexos

Anexo A – Classificação de patentes de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC), em português

A61	CIÊNCIA MÉDICA OU VETERINÁRIA; HIGIENE
A61K	PREPARAÇÕES PARA FINALIDADES MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS OU DE HIGIENE PESSOAL (dispositivos ou métodos especialmente adaptados para dar aos produtos farmacêuticos formas físicas determinadas ou para sua administração A61J 3/00; aspectos químicos de, ou uso de materiais para ataduras, curativos, almofadas absorventes ou artigos cirúrgicos A61L; composições saponáceas C11D)
A61K 6/00	Preparações para odontologia [2020.01]
A61K 8/00	Cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal [2006.01]
A61K 9/00	Preparações medicinais caracterizadas por formas físicas especiais [2006.01]
A61K 31/00	Preparações medicinais contendo ingredientes ativos orgânicos [2006.01]
A61K 33/00	Preparações medicinais contendo substâncias ativas inorgânicas [2006.01]
A61K 35/00	Preparações medicinais contendo materiais de constituição indeterminada ou seus produtos de reação [2006.01]
A61K 36/00	Preparações medicinais contendo materiais de constituição indeterminadas derivados de algas, líquens, fungos ou plantas, ou derivados dos mesmos, p. ex. medicamentos tradicionais à base de ervas [2006.01]
A61K 38/00	Preparações medicinais contendo peptídeos (peptídeos contendo anéis betalactama A61K 31/00; dipeptídeos cíclicos não tendo em sua molécula nenhuma outra ligação peptídica além das que formam seu anel, p. ex. piperazina-2.5-dionas, A61K 31/00; peptídeos de base ergolina A61K 31/48; contendo compostos macromoleculares tendo unidades de aminoácidos distribuídas estatisticamente A61K 31/74; preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos A61K 39/00; preparações medicinais caracterizados pelos ingredientes não ativos, p. ex. peptídeos como carreadores de medicamentos, A61K 47/00) [2006.01]
A61K 39/00	Preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos (materiais para imunoensaio G01N 33/53) [2006.01]
A61K 40/00	<i>Imunoterapia celular (preparações medicinais contendo antígenos ou anticorpos A61K 39/00) [2025.01]</i>
A61K 41/00	Preparações medicinais obtidas por meio do tratamento de materiais com energia de ondas ou por irradiação de partículas [2020.01]
A61K 45/00	Preparações medicinais contendo ingredientes ativos não previstos nos grupos A61K 31/00-A61K 41/00 [2006.01]
A61K 47/00	Preparações medicinais caracterizadas pelos ingredientes não ativos usados, p. ex. excipientes ou aditivos inertes; Agentes de marcação ou modificação ligados quimicamente ao ingrediente ativo [2006.01]
A61K 48/00	Preparações medicinais contendo material genético o qual é inserido nas células dos corpos vivos para tratar doenças genéticas; Geneterapia [2006.01]
A61K 49/00	Preparações para testes <i>in vivo</i> [2006.01]
A61K 50/00	Preparações condutoras de eletricidade para uso em terapia ou teste <i>in vivo</i> , p. ex. adesivos condutores ou géis para serem usados com eletrodos para eletrocardiografia [ECG] ou para administração transcutânea de fármacos [2006.01]

Continuação

A61K 51/00	Preparações contendo substâncias radioativas para uso na terapia ou testes <i>in vivo</i> [2006.01]
A61K 101/00	Não metais radioativos [2006.01]
A61K 103/00	Metais radioativos [2006.01]
A61K 125/00	Contendo ou obtido de raízes, bulbos, tubérculos, caules subterrâneos ou rizomas [2006.01]
A61K 127/00	Contendo ou obtido de folhas [2006.01]
A61K 129/00	Contendo ou obtido de cascas [2006.01]
A61K 131/00	Contendo ou obtido de sementes, nozes, frutos ou grãos [2006.01]
A61K 133/00	Contendo ou obtido de flores [2006.01]
A61K 135/00	Contendo ou obtido de caules, hastes, ramos, gravetos ou brotos [2006.01]

Fonte: Adaptado de Brasil (2025)