

Estudos de Inteligência Estratégica em
Inovação

Bioplásticos

VOL. 3 MAI/2026

INPI INSTITUTO
NACIONAL DA
PROPRIEDADE
INDUSTRIAL



Governo Federal

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços



O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é uma autarquia federal responsável por aplicar, em nível nacional, as normas que regulam a propriedade industrial (PI) para que esta cumpra seu papel social, econômico, jurídico e técnico. No cenário atual, em que o conhecimento se tornou um dos principais motores da economia, a PI representa um diferencial competitivo, impulsionando a criatividade e a inovação.

Presidente:

JÚLIO CÉSAR CASTELO BRANCO REIS
MOREIRA

Diretora Executiva:

TANIA CRISTINA LOPES RIBEIRO

Coordenador Geral de Economia e Inovação:

RODRIGO VIEIRA VENTURA

Coordenadora de Inteligência em PI e Inovação:

IRENE VON DER WEID

Chefe da Divisão de Estudos em PI e Inovação:

SÍLVIA SOUZA DE OLIVEIRA

Chefe da Divisão de Análise Econômica:

FERNANDO LINHARES DE ASSIS

Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação

Supervisão: Fernando Linhares de Assis e Irene von der Weid

Coordenação técnica: Luís Henrique Romani de Campos e Sílvia Souza de Oliveira

Equipe de Elaboração: Luís Henrique Romani de Campos, Sílvia Souza de Oliveira, Fábio Santos Cerbino, Irene von der Weid, Rodrigo Vieira Ventura, Fernando Linhares de Assis, Claudia Ferreira Fernandes, Letícia Pedretti Ferreira e Marcelo Cândido.

Agradecimentos (especialistas entrevistados): Diego Pessoa Rocha (IFPR); Felipe Caldas Harding Guastelli (Natura); Leonardo Vieira Teixeira (SENAI-FIRJAN); Marco Lobo (Think Plastic Brasil); Maria Inês Bruno Tavares (IMA/UFRJ); Tarcio Schwarz Borgo (Brasken).

Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação

A série **Inteligência Estratégica em Inovação** integra a análise econômica e a prospecção tecnológica objetivando aprofundar o debate sobre o papel estratégico da inovação impulsionada pela PI no enfrentamento dos principais desafios ao desenvolvimento nacional.

159 Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).
Presidência. Diretoria Executiva (DIREX).
Coordenação-geral de Economia e Inovação (CGEI).
Bioplásticos./ INPI [et. al.]. Rio de Janeiro: INPI, 2026.

126 p.; figs.; tabs. Apêndices e anexo.
Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação, v. 3,
mai. 2026.

1. Inteligência estratégica - Inovação - Bioplásticos. 2. Patente - Bioplásticos - Depositantes. 3. Bioplásticos - Tendências tecnológicas. 4. Bioplásticos - Inovação. 5. Bioplásticos - Aspectos econômicos. I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). II. Campos, Luís Henrique Romani de. III. Oliveira, Sílvia Souza de. IV. Certino, Fábio S. V. Weid, Irene von der. VI. Assis, Fernando Linhares de. VII. Ventura, Rodrigo Vieira. VIII. Fernandes, Claudia Ferreira. IX. Ferreira, Letícia Pedretti. X. Candido, Marcelo.

CDU: 347.771:678.5

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Propriedade Intelectual e Inovação Economista Claudio Treiguer - Bibliotecário Evanildo Vieira dos Santos - CRB7-4861

Citar como:

INPI (2026). Bioplásticos. [Autores: Luís Henrique Romani de Campos, Sílvia Souza de Oliveira, Fábio Santos Cerbino, Irene von der Weid, Rodrigo Vieira Ventura, Fernando Linhares de Assis, Claudia Ferreira Fernandes, Letícia Pedretti Ferreira e Marcelo Cândido]. Rio de Janeiro: INPI/CGEI, 2026. 127 p. Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação, v. 3, abr. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/inpi-data>

Nota: Autorizada a reprodução, desde que citada a fonte.

<https://www.gov.br/inpi>

Rua Mayrink Veiga 9, Centro, Rio de Janeiro, CEP 20090-910, telefone: (21) 3037-4000



Sobre a publicação

Sobre a série de estudos de Inteligência Estratégica em Inovação

A série de estudos **Inteligência Estratégica em Inovação** tem por objetivo pautar temas relevantes para o desenvolvimento da indústria e a retomada do seu protagonismo no desenvolvimento econômico brasileiro. Por meio dela o **Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)** busca contribuir para a discussão e desenho de políticas públicas orientadas ao fortalecimento da indústria como o fio condutor de uma política econômica voltada à geração de renda e de empregos intensivos em conhecimento.

É por meio da inovação que a atual política industrial – Nova Indústria Brasil (NIB) – irá aumentar a produtividade da economia. Nesse contexto, a propriedade industrial (PI) é fator crítico para o retorno e a recompensa do investimento em inovação, mostrando-se, portanto, elemento catalizador para o sucesso da neointustrialização.

Inovação e sustentabilidade são pilares da NIB, cenário este em que a bioeconomia emerge como uma oportunidade para o futuro. Oportunidade de construção de uma nova matriz para o desenvolvimento econômico ancorada em um novo paradigma de produção que busca melhorar o padrão de vida da sociedade brasileira.

É com esta motivação que a série de estudos do INPI, **Inteligência Estratégica em Inovação** tem por objetivo apresentar uma visão sistêmica da inovação impulsionada pela PI em indústrias selecionadas, considerando o seu impacto social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do país. Os estudos fundamentam-se na combinação de três direcionadores: integração de dados, visão prospectiva e alinhamento estratégico.

Inteligência Estratégica: 3 capacidades integradas para melhorar a tomada de decisão





Sobre o volume 3: Bioplásticos

A série Inteligência Estratégica em Inovação é uma iniciativa da Coordenação-geral de Economia e Inovação envolvendo a Coordenação de Inteligência em PI e Inovação e a Divisão de Análise Econômica. Esse projeto, ao integrar análise econômica e prospecção tecnológica, objetiva aprofundar o debate sobre o papel estratégico da inovação impulsionada pela PI no enfrentamento dos principais desafios ao desenvolvimento nacional.

No contexto da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, da qual o Brasil é signatário, são elencados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas, onde podemos destacar algumas metas e objetivos específicos:

- i) *“Reduzir o impacto ambiental negativo das cidades, com atenção especial à gestão de resíduos sólidos”, subordinado ao objetivo 11, “Cidades e Comunidades Sustentáveis”;*
- ii) *“Alcançar a gestão ambientalmente correta de produtos químicos e resíduos” e “Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização”, subordinados ao objetivo 12, “Consumo e produção responsáveis”;*
- iii) *“Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos” estabelecido na meta 13.*
- iv) *“Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha, especialmente a causada por atividades terrestres, incluindo resíduos plásticos”, subordinada ao objetivo 14 “Vida na água” (UN, 2015).*

Entre os principais compromissos internacionais do Brasil na temática da sustentabilidade figura o Acordo de Paris, que trata da mitigação das mudanças climáticas. O Acordo visa à redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), com o objetivo de longo prazo de alcançar o Net Zero (emissões líquidas zero), e seu foco principal é limitar o aquecimento global a 1,5°C.

Em todos estes objetivos a produção, consumo e descarte dos plásticos é fator relevante. A principal fonte de matéria-prima para produção de plásticos é o petróleo, e sua utilização tem crescido continuamente, o que gera impacto sobre as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera. Além disso, a alta durabilidade da maioria dos plásticos faz com que o seu descarte envolva a geração de grandes volumes de resíduos sólidos, que geram poluição terrestre e aquática. Adicionalmente, a degradação dos plásticos gera fragmentos poliméricos microscópicos, denominados microplásticos, que causam poluição ambiental, especialmente nos oceanos. Nesse contexto, a inovação na busca de fontes renováveis para a produção de plásticos e o desenvolvimento de



materiais biodegradáveis são caminhos essenciais para alinhar a indústria às metas da Agenda 2030 e do Acordo de Paris.

A atual política industrial brasileira, “Nova Indústria Brasil”, apresenta duas missões “bioeconomia, descarbonização, e transição e segurança energéticas para garantir os recursos para as gerações futuras” (missão 5) e “cadeias agroindustriais sustentáveis e digitais para a segurança alimentar, nutricional e energética” (missão 1)¹. Os bioplásticos têm potencial de contribuir com essas missões uma vez que utilizam biomassa como matéria-prima, em substituição ao petróleo, e podem gerar produtos biodegradáveis e com redução na geração de resíduos poluentes, resultando em descarbonização do processo produtivo e do ciclo de vida dos produtos. Além disso, a produção de bioplásticos, promovem a agregação de valor à biomassa produzida no país.

Dessa forma, ao apresentar um diagnóstico do ambiente de inovação no entorno da produção de bioplásticos no Brasil, o presente estudo visa colaborar com esforços para subsidiar políticas públicas para o setor. Ademais, contribui para o desenvolvimento de uma rota tecnológica, uma vez que: “Uma abordagem orientada para a missão destaca a necessidade de fazer um diagnóstico preciso do sistema de inovação tecnológica, setorial ou nacional, que uma política de inovação pertente transformar.” (MAZZUCATO, 2018)

Nesse sentido, este trabalho relaciona inovação e desenvolvimento, articulando a perspectiva tecnológica com dimensões econômicas, sociais e ambientais, como os de Raffo (2024). Ao oferecer evidências e análises, busca subsidiar diferentes áreas da tomada de decisão. Ao integrar dados sobre ciência, tecnologia e propriedade intelectual, o estudo contribui para que formuladores de políticas públicas, gestores industriais e atores da sociedade civil tenham elementos concretos para alinhar inovação, competitividade e sustentabilidade.

O estudo integra diversas fontes de dados primários e secundários, com destaque para o Censo dos Grupos de Pesquisa registrados no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ); o sistema de recuperação de artigos da *Web of Science*; e a base de informação tecnológica do INPI (BINTEC). Para enriquecer a análise foram realizadas entrevistas semiestruturadas junto a atores relevantes e com notório conhecimento técnico sobre o setor.

¹ Resolução CNDI/MDIC nº1, de 6 de julho de 2023.



Sumário

| | |
|---|----|
| Sobre a publicação | 3 |
| Sobre a série de estudos de Inteligência Estratégica em Inovação | 3 |
| Sobre o volume 3: Bioplásticos..... | 4 |
| Sumário | 6 |
| Lista de Tabelas | 8 |
| Lista de Figuras..... | 10 |
| Capítulo 1. Panorama setorial..... | 11 |
| 1.1. Contexto econômico da produção de plásticos e bioplásticos | 11 |
| 1.2. O cenário econômico dos plásticos no Brasil..... | 15 |
| 1.3. Sustentabilidade e regulação..... | 24 |
| Capítulo 2. PD&I em bioplásticos no Brasil | 29 |
| 2.1. Cenário acadêmico nacional: grupos de pesquisa cadastrados no CNPq | 29 |
| 2.2. Produção acadêmica – <i>Web of Science</i> | 37 |
| 2.3. O financiamento à PD&I em bioplásticos no Brasil | 43 |
| 2.4. Considerações gerais | 50 |
| Capítulo 3. Tendências tecnológicas e padrões de uso da Propriedade Industrial..... | 52 |
| 3.1. Desenho metodológico resumido | 54 |
| 3.2. Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil | 55 |
| 3.2.1. Dinâmica geral dos pedidos de patente | 55 |
| 3.2.2. Origem das invenções..... | 56 |
| 3.2.3. Perfil dos depositantes | 58 |
| 3.2.4. Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação das invenções..... | 63 |
| 3.2.5. Tipos de polímeros | 80 |
| 3.2.6. Estado processual dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos no INPI | 86 |
| 3.3. Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil por depositantes brasileiros | 88 |
| 3.4. Temas frequentes nos pedidos de patente | 94 |
| 3.5. Considerações sobre o uso da PI no setor de bioplásticos | 98 |



| | |
|---|-----|
| Capítulo 4. Alcance estratégico da inovação..... | 101 |
| 4.1. Multidisciplinaridade e redes de colaboração..... | 101 |
| 4.2. Desafios estratégicos para o aumento do uso de bioplásticos..... | 104 |
| 4.3. Políticas públicas de incentivo à inovação em bioplásticos | 107 |
| Capítulo 5. Implicações para o desenvolvimento econômico | 110 |
| Considerações finais | 110 |
| Referências..... | 113 |
| Apêndice..... | 115 |
| Procedimentos metodológicos do capítulo 2 | 115 |
| Procedimentos metodológicos do capítulo 3 | 116 |
| Estratégia de busca..... | 116 |
| Categorização das Invenções | 117 |
| Construção do Painel de dados..... | 122 |
| Procedimentos metodológicos do capítulo 4 | 123 |
| Anexo..... | 124 |
| Roteiros de entrevistas..... | 124 |



Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Produção e valor da produção de polímeros e matérias-primas de polímeros selecionados - Brasil - 2023..... | 17 |
| Tabela 2 - Exportações e importações de polímeros e resinas em formas primárias, segundo a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) – Brasil – 2025 (milhões US\$) .. | 19 |
| Tabela 3 - Exportações brasileiras de polímeros agregadas de 2015 a 2025 por país de destino..... | 21 |
| Tabela 4 - Importações brasileiras de polímeros agregadas de 2015 a 2025 por país de origem..... | 21 |
| Tabela 5 - Leis e Decretos que afetam o uso de plásticos..... | 26 |
| Tabela 6 - Número de doutores subordinados a grupos de pesquisa com em bioplásticos, por área predominante do grupo de pesquisa e por região do país | 31 |
| Tabela 7 - Número de grupos de pesquisa em bioplásticos, por categoria administrativa e região | 32 |
| Tabela 8 - Número de participantes excetuando-se estudantes, por gênero e raça/cor informados..... | 33 |
| Tabela 9 - Ranking das Instituições com mais grupos de pesquisa em plástico. | 33 |
| Tabela 10 -Palavras mais importantes para os nomes das linhas de pesquisa | 35 |
| Tabela 11 - Palavras mais importantes para os objetivos das linhas de pesquisa..... | 36 |
| Tabela 12 - Número de participação em artigos publicados na WoS, por instituição | 38 |
| Tabela 13 - Ranking das principais instituições financiadoras citadas nos artigos da WoS | 39 |
| Tabela 14 - Artigos por categoria da Web of Science..... | 39 |
| Tabela 15 - Artigos por área de pesquisa – Web of Science | 40 |
| Tabela 16 - Palavras mais importantes para diferenciação dos artigos | 43 |
| Tabela 17 - Contratos firmados pela FINEP após 2016 na temática de bioplásticos e seu respectivo desembolso | 44 |
| Tabela 18 - Contratos firmados pela FINEP após 2016 na temática de bioplásticos e sua distribuição geográfica..... | 45 |
| Tabela 19 - Número de auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP, por instituição, desde 2016 dentro da temática de bioplásticos..... | 47 |
| Tabela 20 - Número de auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP, por área do conhecimento, desde 2016 dentro da temática de bioplásticos..... | 48 |
| Tabela 21 - Número de depósitos de pedidos de patente por país de origem dos depositantes e sua participação relativa no total de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil..... | 57 |
| Tabela 22 - Número de depósitos de pedidos de patente e participação no total de pedidos por período dos principais países de origem das invenções relacionadas a bioplásticos depositadas no Brasil..... | 58 |
| Tabela 23 - Principais depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil entre 2000 e 2025..... | 59 |



| | |
|--|-----|
| Tabela 24 - Principais depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil entre 2000 e 2025 por país de origem..... | 60 |
| Tabela 25 - Número de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos realizados pelos principais depositantes no Brasil por período. | 62 |
| Tabela 26. Número de depósitos de pedidos de patente nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação, principais países de origem e principais depositantes por país. | 73 |
| Tabela 27. Distribuição percentual dos pedidos de patente dos principais depositantes em bioplástico nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação. | 77 |
| Tabela 28. Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos por tipo de polímero, suas principais áreas e principais depositantes..... | 80 |
| Tabela 29. Distribuição percentual dos pedidos de patente associados a cada tipo de polímero nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação. .. | 85 |
| Tabela 30. Principais depositantes de pedidos de patente vigentes relacionados a bioplásticos depositados no Brasil entre 2000 e 2025. | 87 |
| Tabela 31 - Principais depositantes brasileiros de pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no brasil entre 2000 e 2025..... | 88 |
| Tabela 32. Número de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos e principais depositantes nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação. | 90 |
| Tabela 33. Principais depositantes brasileiros em número de invenções relacionadas a bioplásticos com depósito de pedido de patente no exterior..... | 94 |
| Tabela 34 - Testes χ^2 para as frequências de palavras..... | 95 |
| Tabela 35 - Brasileiros x Estrangeiros (todo o período) | 96 |
| Tabela 36 - Resumos dos pedidos de patente de estrangeiros antigo x recente..... | 97 |
| Tabela 37 - Resumos dos pedidos de patente de Brasileiros antigo x recente | 98 |
| Tabela 38 - Estratégias de busca | 116 |
| Tabela 39 - Categorização por tipos de polímeros..... | 117 |
| Tabela 40 - Categorização por tecnologias de preparação de biopolímeros e áreas de aplicação das invenções..... | 120 |



Lista de Figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Evolução do uso de plásticos no mundo - milhões de toneladas | 12 |
| Figura 2 - Grupos de bioplásticos | 14 |
| Figura 3 - Evolução do valor da produção - Brasil - bilhões de reais de 2023. | 18 |
| Figura 4 - Balança comercial de polímeros - Brasil - 2015 a 2025 - milhões de US\$ | 20 |
| Figura 5 - Evolução do pessoal ocupado em segmentos selecionados da indústria química - Brasil..... | 22 |
| Figura 6 - Distribuição geográfica do emprego em segmentos selecionados da indústria química -Brasil 2023..... | 23 |
| Figura 7 - Distribuição do emprego formal por tipo de ocupação - segmentos selecionados da indústria química - Brasil - 2023..... | 24 |
| Figura 8 - Número de grupos de pesquisa com temática em bioplásticos, por região do país e grupos de pesquisa que tratam especificamente de questões de plásticos e sustentabilidade..... | 30 |
| Figura 9 - Idade média dos grupos de pesquisa em bioplásticos – por região. | 32 |
| Figura 10 - Nuvens de palavras dos grupos de pesquisa em bioplásticos..... | 34 |
| Figura 11 - Nuvem de palavras a partir das palavras-chave e dos resumos – Web of Science | 41 |
| Figura 12 - Nuvens de palavra a partir de resumos de áreas de pesquisa da WoS selecionadas | 42 |
| Figura 13 - Nuvens de palavras a partir das palavras-chave e resumos de auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP após 2016 dentro da temática do estudo..... | 50 |
| Figura 14. Número de pedidos de patente relacionados aos bioplásticos no Brasil por ano de depósito..... | 55 |
| Figura 15. Número total de pedidos de patente relacionados aos bioplásticos e número de pedidos de depositantes brasileiro, no Brasil, por ano de depósito..... | 56 |
| Figura 16. Percentual de participação dos países de origem nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos..... | 71 |
| Figura 17 - Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos por tipo de natureza jurídica do depositante brasileiro por período de depósito..... | 92 |
| Figura 18 - Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos de acordo com a unidade da federação associada ao depositante. | 93 |
| Figura 19 – Nuvens das palavras mais frequentes nos resumos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos..... | 95 |
| Figura 20 - Principais redes de colaboração em artigos publicados na WoS..... | 102 |
| Figura 21 - Principais redes de colaboração em depósito de patentes..... | 103 |



Capítulo 1. Panorama setorial

1.1. Contexto econômico da produção de plásticos e bioplásticos

Em termos gerais, plásticos podem ser definidos como materiais produzidos a partir de polímeros de carbono, cujas cadeias conferem propriedades de moldabilidade e resistência. Uma vez conformados, os artefatos plásticos mantêm seu formato, apresentando resistência e durabilidade que depende tanto da natureza do polímero quanto do desenho do produto. Os primeiros registros de plásticos datam do final do século XIX, com materiais derivados da celulose, como o celuloide. A consolidação industrial, contudo, ocorreu a partir da primeira metade do século XX, com a síntese da baquelite e, posteriormente, com polímeros produzidos a partir do petróleo (OECD, 2022). Foi na década de 1950 que os plásticos se consolidaram como insumos estratégicos na economia global, impulsionados pela redução dos custos de produção, pela diversificação de polímeros disponíveis e pelo avanço das tecnologias de processamento. Essa combinação de propriedades físico-químicas explica a ampla difusão dos plásticos ao longo do século XX, o que permitiu que substituíssem materiais tradicionais como madeira, vidro e metais em inúmeras aplicações. Sua longa vida útil e versatilidade possibilitaram o desenvolvimento de usos diversos, consolidando-os como insumos estratégicos para embalagens, transporte, vestimenta e equipamentos médicos (OECD, 2022; Castro, 2019; Chen et al., 2016).

A grande diversidade de polímeros, de matérias-primas e de usos dificulta a disponibilização de estatísticas da produção e descarte de plásticos pelo mundo. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) publicou estimativa do uso de plásticos a partir de seus modelos de equilíbrio geral computável como tentativa de reduzir esta lacuna de dados. A **Figura 1** apresenta as estatísticas para o período de 1990 a 2019. O crescimento estimado pela entidade é de 4,46% ao ano, tendo atingido 460 milhões de toneladas no último ano da série. A previsão para 2036 é de uso de 690 milhões de toneladas de plástico mundialmente, revelando a importância do aprofundamento do estudo destes materiais.

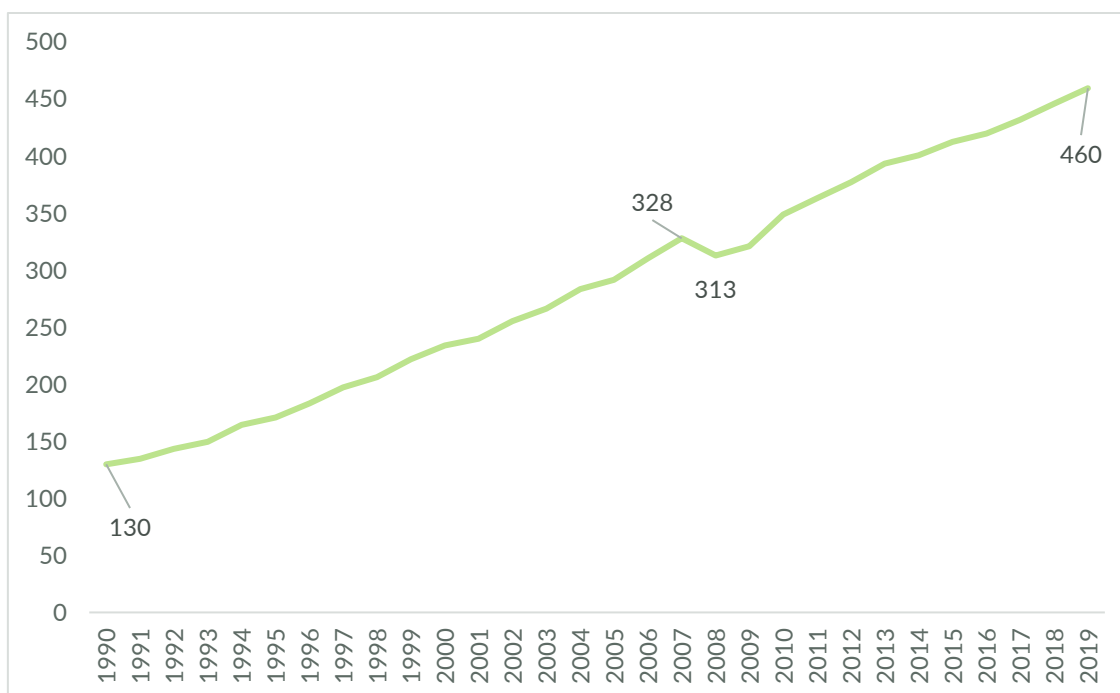


Figura 1 - Evolução do uso de plásticos no mundo - milhões de toneladas
Fonte: OECD (2022).

A cadeia produtiva dos plásticos inicia-se na obtenção das matérias-primas, que podem ser de origem fóssil, como petróleo e gás natural, ou renovável, como biomassa agrícola, resíduos orgânicos e microalgas (OECD, 2022; Ali et al., 2023; Castro, 2019). A partir desses insumos, são produzidos os polímeros que constituem a base da indústria, destacando-se o polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC) e politereftalato de polietileno (PET) derivados de fontes fósseis, bem como alternativas renováveis como o poliácido láctico (PLA), polihidroxialcanoatos (PHA), polisuccinato de butileno (PBS), bio-PET e bio-PE (Chen et al., 2016; Castro, 2019). No Brasil, destaca-se a produção de polietileno verde a partir da cana-de-açúcar pela Braskem (Barbato & Pamplona, 2022; Castro, 2019). Ao final de sua vida útil, os plásticos podem seguir diferentes destinos: reciclagem mecânica ou química; incineração ou disposição em aterros; ou descarte incorreto no meio ambiente (OECD, 2022; Ali et al., 2023; Castro, 2019).

A produção, o uso e o descarte dos plásticos estão relacionados a impactos ambientais que os colocam em destaque nos debates sobre sustentabilidade. Como a maior parte da produção ainda depende de fontes fósseis, o principal ponto de atenção é a emissão de dióxido de carbono (CO₂) associada à sua fabricação (OECD, 2022; Castro, 2019). Além disso, os plásticos dão origem a dois tipos de poluição, decorrentes de sua durabilidade e resistência: a poluição em nível macro, quando objetos ou partes de objetos plásticos são descartados incorretamente no meio ambiente, e a poluição por microplásticos, resultante da fragmentação e desgaste de produtos plásticos ao longo de seu ciclo de vida (Ali et al., 2023; OECD, 2022).



A OECD (2022) estimou que, em 2019, cerca de 18,3 milhões de toneladas de plásticos foram descartadas de forma irregular no meio ambiente, resultado de falhas na gestão de resíduos e do descarte inadequado. Esse valor é crescente e, segundo projeções da própria entidade, poderá alcançar aproximadamente 44 milhões de toneladas por ano em 2060 caso não haja mudanças significativas nas políticas de gestão. Esse cenário evidencia a gravidade do problema, já que parte expressiva da produção mundial de plásticos continua vazando para ecossistemas terrestres e aquáticos. Diante desses impactos, o debate sobre alternativas mais sustentáveis tem ganhado relevância, especialmente na Europa, onde os bioplásticos são vistos como uma estratégia para reduzir a dependência de fontes fósseis e mitigar a poluição associada ao ciclo de vida dos plásticos (OECD, 2022; Castro, 2019; Ali et al., 2023).

O conceito atual de bioplástico envolve dois vetores principais: a fonte da matéria-prima e a possibilidade de biodegradação. A OECD (2022) e Ali et al. (2023) destacam que os bioplásticos de origem renovável não são necessariamente biodegradáveis, já que muitos polímeros foram desenvolvidos para serem “*drop in*”, substitutos perfeitos de plásticos originalmente criados a partir de fontes fósseis. Um exemplo é o polietileno (PE), que pode ser obtido da cana-de-açúcar, como no caso do polietileno verde produzido pela Braskem (Barbato & Pamplona, 2022; Castro, 2019). Esse tipo de polímero apresenta vantagens por emitir menos CO₂ em sua produção, mas mantém os mesmos problemas de poluição associados ao PE de origem fóssil. Por outro lado, há plásticos de origem fóssil que são biodegradáveis, reduzindo os impactos de poluição, mas ainda com emissões elevadas de CO₂ em sua fabricação. Finalmente, existe um conjunto de polímeros que são simultaneamente de origem renovável e biodegradáveis, representando uma vantagem teórica por combinar menor emissão de CO₂ com menor potencial de poluição (Ali et al., 2023; Chen et al., 2016). A **Figura 2** ilustra os diferentes tipos de plásticos e bioplásticos em função da matéria-prima de origem e de suas características de biodegradabilidade.

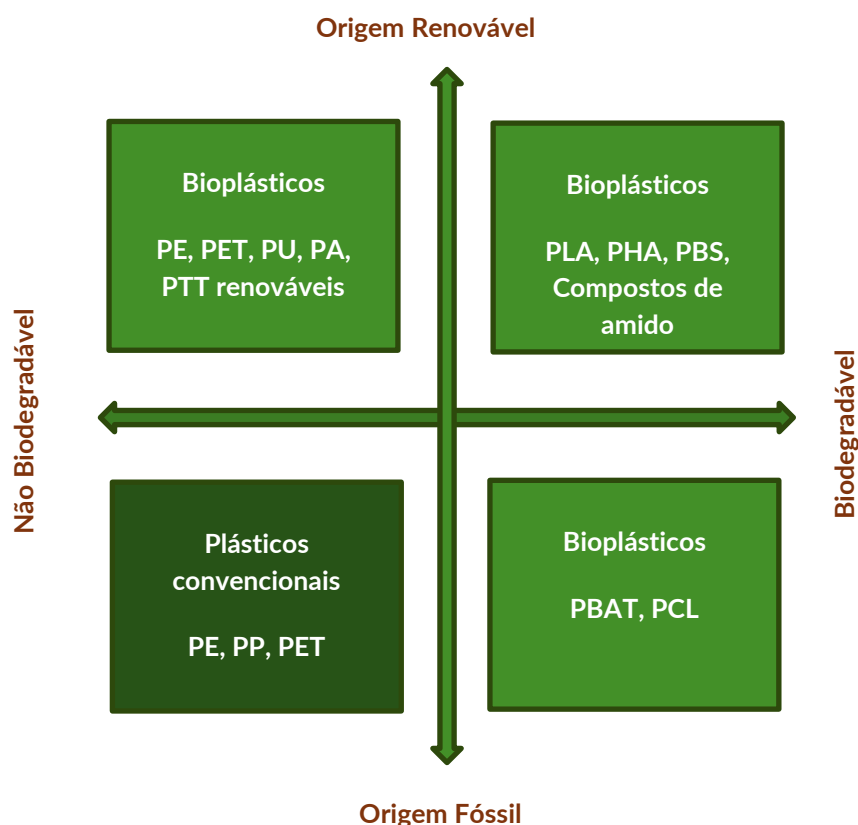


Figura 2 - Grupos de bioplásticos
 Fonte: Castro (2019)

Um ponto importante acerca da produção de bioplásticos de origem renovável refere-se à efetiva redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂). Ser de origem renovável não garante, por si só, que haverá diminuição dessas emissões. Em alguns casos, o tipo de matéria-prima exige processos como a pirólise, que demandam grande quantidade de energia; se essa energia não for proveniente de fontes renováveis, o balanço de emissões pode ser negativo (Chen et al., 2016; Castro, 2019). Além disso, a questão da *land use change* (LUC) é relevante: a expansão da produção de bioplásticos pode, direta ou indiretamente, estimular o desmatamento para ampliar áreas de cultivo ou de pastagem e competir com a produção de alimentos, comprometendo o balanço ambiental (Ali et al., 2023; OECD, 2022). Assim, além dos desafios tecnológicos da produção, há também o desafio da rastreabilidade das matérias-primas, fundamental para assegurar que os bioplásticos cumpram sua promessa de sustentabilidade.

Na discussão focada na LUC destaca-se o trabalho de Bishop et al. (2022) que demonstra que rotas baseadas no aproveitamento do milho, por exemplo, que demanda muita utilização de fertilizantes de origem fóssil, pode perder competitividade ambiental quando considerados os efeitos indiretos da mudança de uso da terra (desmatamento, por exemplo). Por outro lado, os autores também demonstram que o aproveitamento de resíduos alimentares e de produção agrícola melhoram significativamente o desempenho climático, principalmente se a energia do processo produtivo não for de origem fóssil.



Essa discussão tem sido aprofundada por meio de análises de ciclo de vida (*life cycle assessment* - LCA), que permitem comparar de forma abrangente os impactos dos bioplásticos em relação aos plásticos fósseis. Ali et al.(2023) realizam revisão sistemática sobre o assunto e demonstram, por exemplo que o biopolietileno e o biotereftalato de polietileno apresentam poucas vantagens ambientais totais, pois mantém os problemas de poluição ambiental dos polímeros e origem fóssil. Por outro lado, polímeros como, o PLA (ácido polilático), o PHA (polihidroxyalcanoato) e o PEF (furanoato de polietileno) apresentam vantagens maiores quando considerado o ciclo total de vida.

Outro ponto significativo acerca dos bioplásticos diz respeito aos seus custos de produção. Assim como ocorre com os biocombustíveis, a fabricação de bioplásticos envolve custos mais elevados, o que limita a existência de um incentivo econômico explícito para sua adoção em larga escala (OECD, 2022; Castro, 2019). A literatura mostra que a conscientização dos consumidores ainda não é suficiente para que aceitem pagar mais caro por produtos fabricados com bioplásticos (Ali et al., 2023). Em muitos casos, o uso desses materiais está associado a exigências regulatórias ou a compromissos corporativos de redução de emissões assumidos em relatórios de sustentabilidade e balanços ambientais (Barbato & Pamplona, 2022).

Desse modo, o papel das políticas públicas é central para a difusão dos bioplásticos. A OECD (2022) destaca que, além dos custos mais elevados desses materiais, a ausência de incentivos regulatórios também desestimula a adoção dos bioplásticos em larga escala. Nesse contexto, a União Europeia tem assumido protagonismo ao incluir os bioplásticos em estratégias como o *Green Deal*, a *Circular Economy* e a *Plastics Strategy*, criando um ambiente regulatório favorável à inovação e ao investimento. Em muitos casos, portanto, a expansão dos bioplásticos está menos ligada à demanda espontânea dos consumidores e mais associada a exigências regulatórias e compromissos corporativos de sustentabilidade (OECD, 2022; European Bioplastics, 2024).

1.2. O cenário econômico dos plásticos no Brasil

Como visto na seção anterior, há uma ampla gama de polímeros que dão origem aos plásticos, muitos deles produzidos a partir de diferentes fontes de matéria-prima e/ou rotas tecnológicas de produção. Essa diversidade dificulta a contabilização precisa da produção de plásticos. Além disso, as múltiplas aplicações dos polímeros e plásticos tornam complexa a avaliação exata do volume produzido e do valor econômico agregado. A simples consulta ao termo “plástico” em bases de dados econômicos indexadas por classificações como a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), a Prodlist ou a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE) pode levar a erros de dupla contagem ou à inclusão de produtos nos quais o plástico não representa o principal componente de valor agregado. Para construir um cenário da produção de plásticos no



Brasil, partiu-se da identificação dos principais polímeros (bioplásticos ou não) e de sua codificação na NCM. A partir dessa codificação, buscou-se compatibilizar os dados com a Prodlist e, por fim, determinar quais CNAEs são responsáveis pela produção desses bens.

De posse dessa listagem, consultou-se a Pesquisa Industrial Anual (PIA), que permite detalhar os produtos da indústria de plásticos e bioplásticos. A **Tabela 1** apresenta dados da produção e do valor da produção de matérias-primas de bioplásticos e de alguns plásticos convencionais. Algumas descrições não apresentam dados disponíveis por sigilo da fonte, o que levou à exclusão de determinados produtos. Nota-se que existem insumos de uso múltiplo, como o amido de milho, que pode servir tanto para a produção de PLA quanto para a indústria alimentícia ou consumo direto. A informação explícita sobre polímeros naturais indica produção irrisória de apenas 454 toneladas, o que não significa que a produção de bioplásticos no Brasil se resume a esse montante, mas evidencia a dificuldade de contabilização e confirma que a produção ainda é baixa no contexto total. Esse resultado está em linha com os achados internacionais, que apontam para a limitada participação dos bioplásticos na matriz produtiva global.

Entre os produtos listados na **Tabela 1**, o Polietileno (PE), em suas três apresentações, apresenta o maior valor de produção entre os plásticos, alcançando cerca de R\$ 19,9 bilhões. O PE é um dos plásticos mais versáteis, podendo ser utilizado em embalagens, tubulações, peças industriais, filmes, produtos descartáveis, equipamentos de saúde, entre outros (OECD, 2022; Ali et al., 2023). O tereftalato de polietileno (PET) apresentou produção de R\$ 3,7 bilhões. O PET é amplamente utilizado na fabricação de embalagens, especialmente garrafas para bebidas, além de fibras têxteis e filmes plásticos, o que explica sua relevância econômica (Chen et al., 2016). A seguir aparecem os poliésteres em formas primárias, com valor de produção próximo a R\$ 2,8 bilhões, empregados na indústria têxtil (fibras e tecidos), em embalagens flexíveis e em aplicações industriais como resinas e filmes (Castro, 2019). Já a resina fenol-formaldeído ocupa a quarta posição, com valor de produção de aproximadamente R\$ 1,8 bilhão, sendo tradicionalmente utilizada em adesivos, revestimentos, laminados e componentes elétricos devido à sua elevada resistência térmica e mecânica (Borge, 2024).

Entre os plásticos de maior relevância econômica já existe rotas que utilizam matérias-primas biológicas, como o PE fabricado a partir da cana-de-açúcar, tendo a Braskem como importante produtora do PE verde, reconhecida internacionalmente (Barbato & Pamplona, 2022); a variante verde do PET, obtida a partir de etileno derivado da cana-de-açúcar (European Bioplastics, 2024); os poliésteres, onde destaca-se o ácido polilático (PLA), um dos principais bioplásticos biodegradáveis (Chen et al., 2016); além de desenvolvimentos para a produção de resinas fenol-formaldeído a partir da lignina. Contudo, na contabilidade nacional não há distinção entre plásticos convencionais e os bioplásticos, pois a lógica da classificação é físico-química e funcional. A tabela permite concluir que, embora não haja medida exata da importância dos bioplásticos na economia brasileira, trata-se de uma alternativa econômica e ambiental relevante (OECD, 2022; Ali et al., 2023).

**Tabela 1 - Produção e valor da produção de polímeros e matérias-primas de polímeros selecionados - Brasil - 2023**

| Produto | Toneladas | Mil Reais |
|---|------------------|-------------------|
| Amido de milho | 744.515 | 2.014.966 |
| Amidos, féculas, gomas ou polvilhos n.e., inulina, glúten de trigo, dextrina, inclusive amidos e féculas modificados | 1.252.558 | 5.718.986 |
| Sucos e extratos vegetais; matérias pécticas; ágar-ágar e outros produtos mucilaginosos e espessantes, derivados dos vegetais | 40.043 | 1.310.076 |
| Derivados químicos da celulose, n.e. | 382.379 | 1.287.179 |
| Poliétileno (total) | 2.902.923 | 19.939,391 |
| Poliétilenoglicóis (poliétilenoglicol) | 2.141 | 25.645 |
| Poliacetais em formas primárias | 34.890 | 574.118 |
| Policarbonatos | 31.484 | 434.817 |
| Polímeros naturais; polímeros naturais modificados, n.e., em formas primárias | 454 | 174.193 |
| Tereftalato de polibutileno | 2.608 | 43.269 |
| Tereftalato de polietileno (PET) | 526.120 | 3.735.270 |
| Poliésteres, n.e., em formas primárias | 247.155 | 2.829.236 |
| Poliuretanos | 81.420 | 1.286.069 |
| Resina fenol-formaldeído | 320.256 | 1.811.850 |
| Resina melamina-formaldeído | 2.529 | 44.252 |
| Resina poliéster insaturada | 187.659 | 1.273.791 |
| Resinas alquídicas | 32.019 | 202.448 |
| Resinas amínicas | 14.172 | 259.791 |
| Resinas epóxicas | 16.580 | 276.809 |
| Resinas uréicas e resinas de tioureia, em forma primária | 455.524 | 1.168.911 |
| Total | 7.277.429 | 44.411.067 |

Fonte: Pesquisa Industrial Anual, IBGE (2023).

A **Figura 3** apresenta a dinâmica do valor da produção dos dois principais agrupadores de plásticos nas contas nacionais, as resinas termoplásticas e as resinas termofixas. Em média o valor da produção de termoplásticas é 5,8 vezes maior que a de termofixas. As termofixas apresentam padrão de quase-estabilidade em torno de R\$ 10 bilhões ao ano. As duas séries mostram alguma aderência ao ciclo econômico, com queda no início da série coincidindo com os anos de recessão e posterior recuperação, com níveis de 2019 próximos aos de 2014. A dinâmica das termoplásticas apresenta crescimento acentuado em 2020 e 2021 em decorrência das consequências da pandemia, que elevaram a demanda por este tipo de matéria-prima ao mesmo tempo em que as cadeias de suprimento mundiais estavam rompidas, dificultando as importações (OECD, 2022). A queda posterior das termoplásticas em ambiente de crescimento econômico reflete o aumento das importações e mostra deficiências competitivas nacionais.

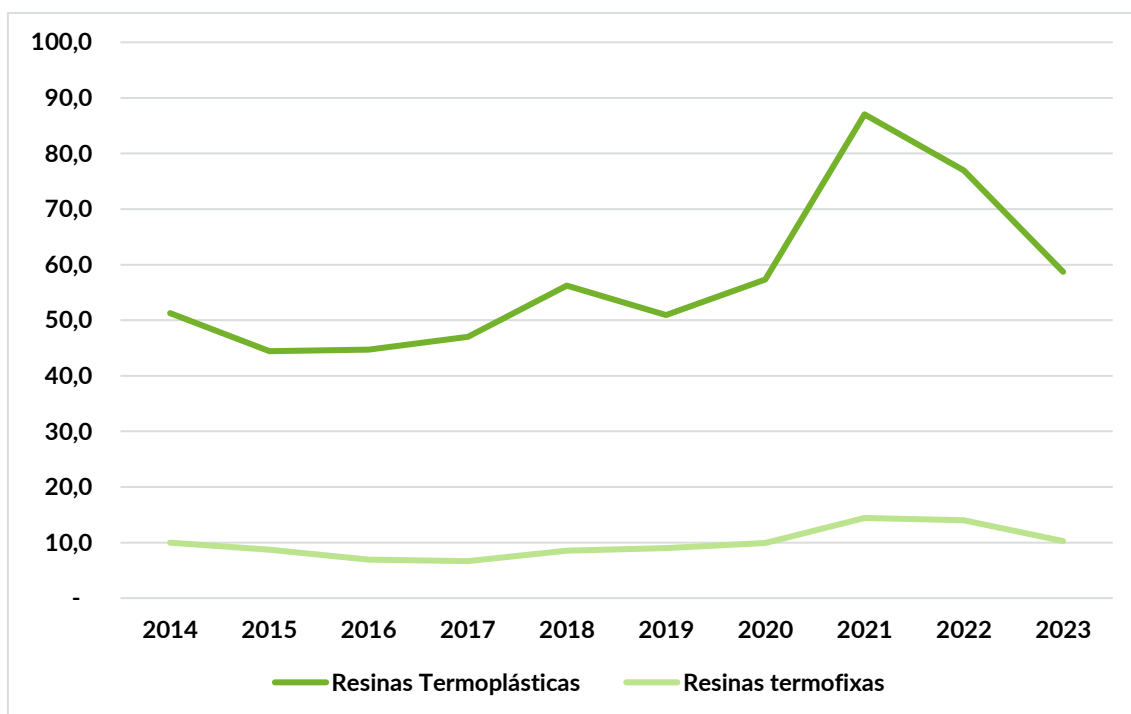


Figura 3 - Evolução do valor da produção - Brasil - bilhões de reais de 2023.

Fonte: Pesquisa industrial Anual; Contas nacionais; IBGE

A evidência da baixa competitividade nacional na produção de polímeros está no comércio exterior destes produtos. A **Tabela 2** apresenta as exportações e importações em milhões de dólares, classificados pela NCM. Em todas as categorias de produtos o Brasil foi deficitário em 2025, sendo que as maiores importações ocorreram em *Polímeros de etileno* e *Poliacetais* que também apresentam os maiores déficits. Quando observada a razão exportação/importação nota-se que a menor dependência está em *Celulose e seus derivados químicos* e em resinas amínicas. Já as maiores dependências estão nos Polímeros de cloreto de vinila e Polímeros de acetado de vinilo.



Tabela 2 - Exportações e importações de polímeros e resinas em formas primárias, segundo a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) - Brasil - 2025 (milhões US\$)

| Nomenclatura Comum do Mercosul | Exportação | Importação |
|---|------------|------------|
| Polímeros de etileno, em formas primárias | 841,9 | 2.259,2 |
| Polímeros de propileno ou de outras olefinas, em formas primárias | 295,9 | 909,3 |
| Polímeros de estireno, em formas primárias | 69,0 | 404,0 |
| Polímeros de cloreto de vinilo ou de outras olefinas halogenadas, em formas primárias | 34,1 | 746,7 |
| Polímeros de acetato de vinilo ou de outros ésteres de vinilo, em formas primárias; outros polímeros de vinilo, em formas primárias | 15,8 | 175,7 |
| Polímeros acrílicos, em formas primárias | 95,0 | 350,1 |
| Poliacetais, outros poliésteres e resinas epóxicas, em formas primárias; policarbonatos, resinas alquídicas, poliésteres alílicos e outros poliésteres, em formas primárias | 168,8 | 1.003,3 |
| Poliâmidas em formas primárias | 26,0 | 259,9 |
| Resinas amínicas, resinas fenólicas e poliuretanos, em formas primárias | 119,8 | 389,6 |
| Silicones, em formas primárias | 37,5 | 194,2 |
| Resinas de petróleo, resinas de cumarona-indeno, politerpenos, polissulfuretos, polissulfonas e outros produtos mencionados na Nota 3 do presente capítulo, não especificados nem compreendidos em outras posições, em formas primárias | 15,8 | 140,1 |
| Celulose e seus derivados químicos, não especificados nem compreendidos em outras posições, em formas primárias | 127,6 | 256,1 |
| Polímeros naturais (por exemplo: ácido algínico) e polímeros naturais modificados (por exemplo: proteínas endurecidas, derivados químicos da borracha natural), não especificados nem compreendidos em outras posições, em formas primárias | 13,9 | 69,3 |

Fonte: SECEX/MDIC.

Também é possível observar o problema do déficit comercial em perspectiva dinâmica. A **Figura 4** apresenta as exportações, importações e saldo da balança comercial das NCM constantes na **Tabela 2** para o período de 2015 a 2025. O déficit vem crescendo vigorosamente ao longo do tempo, tendo crescido 147,5% no período analisado. O ano com menor déficit é 2016, marcado por recessão do PIB. A dinâmica do déficit é, então contracíclica, aumentando com crescimento do PIB. A trajetória contracíclica do déficit evidencia que a indústria de transformação brasileira depende estruturalmente das importações de polímeros básicos. Assim, a expansão da produção nacional, especialmente por rotas ligadas à bioeconomia, representa não apenas uma vantagem ambiental e energética, mas também uma estratégia de redução da vulnerabilidade externa e fortalecimento da competitividade.

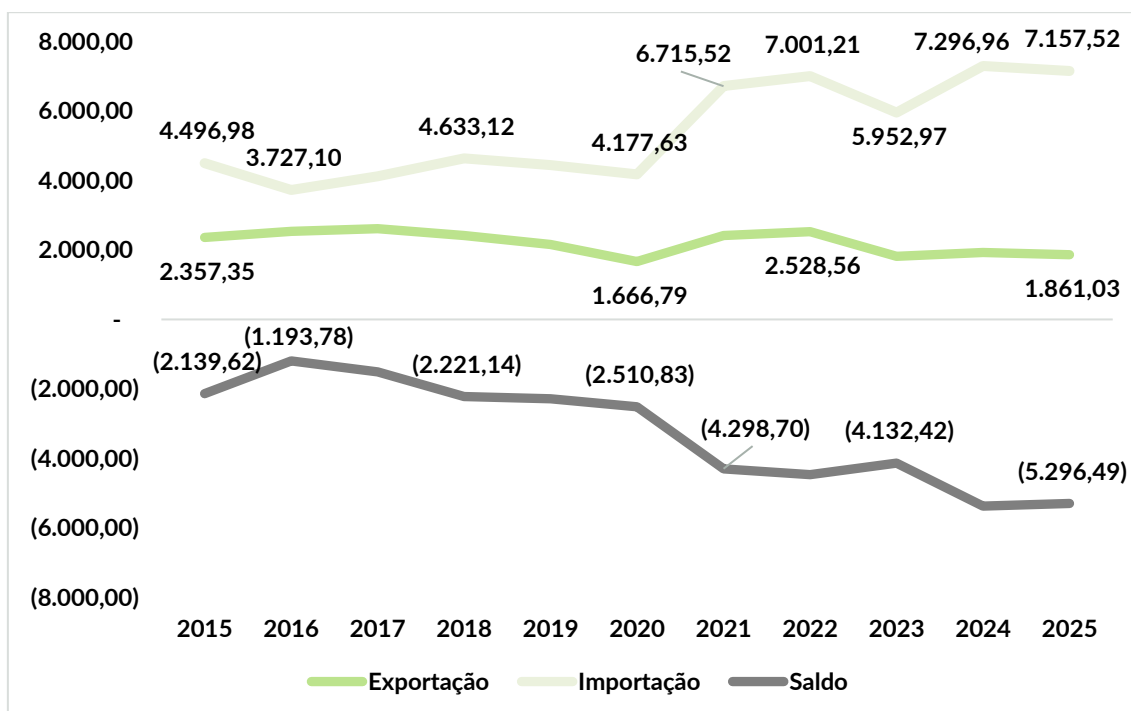


Figura 4 - Balança comercial de polímeros - Brasil - 2015 a 2025 - milhões de US\$

Fonte: SECEX/MDIC.

As exportações brasileiras são muito concentradas nas américas e em especial na América do Sul destino de 54% das exportações, sendo a Argentina o principal destino de polímeros nacionais (**Tabela 3**). Fora da América do Sul, os Estados Unidos, Bélgica e China estão entre os seis maiores destinos e somam 21,8% das exportações brasileiras no setor. Por outro lado, quando se observa as origens dos polímeros importados, nota-se que há predominância de países desenvolvidos (50,2%) com principal destaque para os Estados Unidos (30% das importações), seguido da China (**Tabela 4**). A combinação da informação das exportações e importações por países revela que os maiores déficits ocorrem com Estados Unidos, China e Alemanha; os maiores superávits com Chile, Peru, Paraguai e Bolívia; e os maiores fluxos de comércio com Estados Unidos, Argentina e China. Em outras palavras, o país é deficitário com países desenvolvidos ou com economias maiores e superavitário com seus vizinhos.

**Tabela 3 - Exportações brasileiras de polímeros agregadas de 2015 a 2025 por país de destino**

| País | Exportação | Participação |
|----------------|------------|--------------|
| Argentina | 5.022,42 | 20,7% |
| Estados Unidos | 2.138,70 | 8,8% |
| Chile | 1.817,54 | 7,5% |
| Bélgica | 1.639,72 | 6,7% |
| Colômbia | 1.525,70 | 6,3% |
| China | 1.512,88 | 6,2% |
| Peru | 1.422,83 | 5,9% |
| Paraguai | 1.051,78 | 4,3% |
| Bolívia | 820,15 | 3,4% |
| Equador | 813,89 | 3,4% |
| Uruguai | 647,72 | 2,7% |
| México | 623,00 | 2,6% |
| Itália | 558,88 | 2,3% |
| Espanha | 519,99 | 2,1% |
| Japão | 457,44 | 1,9% |
| Demais | 59.725,48 | 15,3% |

Fonte: SECEX/MDIC

Tabela 4 - Importações brasileiras de polímeros agregadas de 2015 a 2025 por país de origem

| País | Importação | Participação |
|-------------------------|------------|--------------|
| Estados Unidos | 17.895,17 | 30,0% |
| China | 6.681,30 | 11,2% |
| Argentina | 4.961,32 | 8,3% |
| Colômbia | 4.348,63 | 7,3% |
| Alemanha | 4.021,64 | 6,7% |
| Coreia do Sul | 3.416,47 | 5,7% |
| Arábia Saudita | 2.157,80 | 3,6% |
| Taiwan (Formosa) | 1.874,22 | 3,1% |
| França | 1.752,57 | 2,9% |
| Bélgica | 1.285,16 | 2,2% |
| Espanha | 1.199,58 | 2,0% |
| Itália | 1.189,39 | 2,0% |
| Canadá | 1.086,16 | 1,8% |
| Países Baixos (Holanda) | 802,01 | 1,3% |
| Japão | 762,69 | 1,3% |
| Demais | 6.291,40 | 10,5% |

Fonte: SECEX/MDIC.

A relevância da fabricação de polímeros no Brasil também pode ser analisada sob o prisma do emprego. A **Figura 5** apresenta o emprego formal de segmentos da indústria química ligados mais diretamente à fabricação de polímeros plásticos. O total de



empregados compreende 22.957 pessoas em 2015 e atinge 27.768 em 2025, crescimento de 21,0%. Os anos de 2016 e 2017 são marcados por queda no emprego em decorrência da crise econômica. O maior crescimento ocorre em “*Fabricação de resinas termoplásticas*” e em “*Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente*”. A comparação do volume de pessoal empregado com o valor da produção (Figura 3) revela também que estes segmentos industriais são intensivos em capital. Em 2023, último ano da série de produção, o valor produzido por trabalhador foi de R\$ 5,9 milhões nas resinas termoplásticas e de R\$ 3,9 milhões nas resinas termofixas.

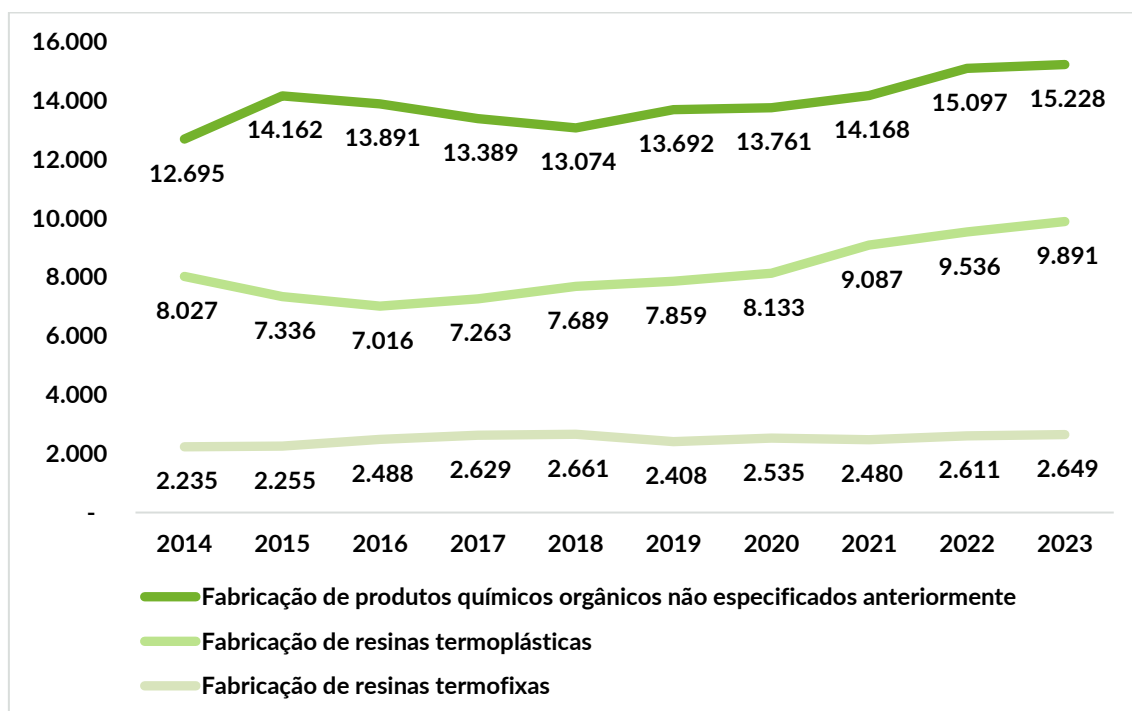


Figura 5 - Evolução do pessoal ocupado em segmentos selecionados da indústria química - Brasil

Fonte: RAIS/MTE.

A Figura 6 revela que o emprego nestes segmentos da indústria está fortemente concentrado em São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia e Amazonas. Essa configuração reflete a atual característica da produção de plásticos dependente de insumos de origem fóssil, o que leva à concentração da produção em polos petroquímicos ou em regiões com facilidade de importação de matérias-primas. Além disso, por ser uma atividade intensiva em capital, o perfil predominante é de grandes empresas capazes de suprir grande parte do mercado nacional. Um efeito potencial da expansão da produção de bioplásticos seria a desconcentração do emprego, já que as matérias-primas de origem biológica estão mais distribuídas pelo território nacional.

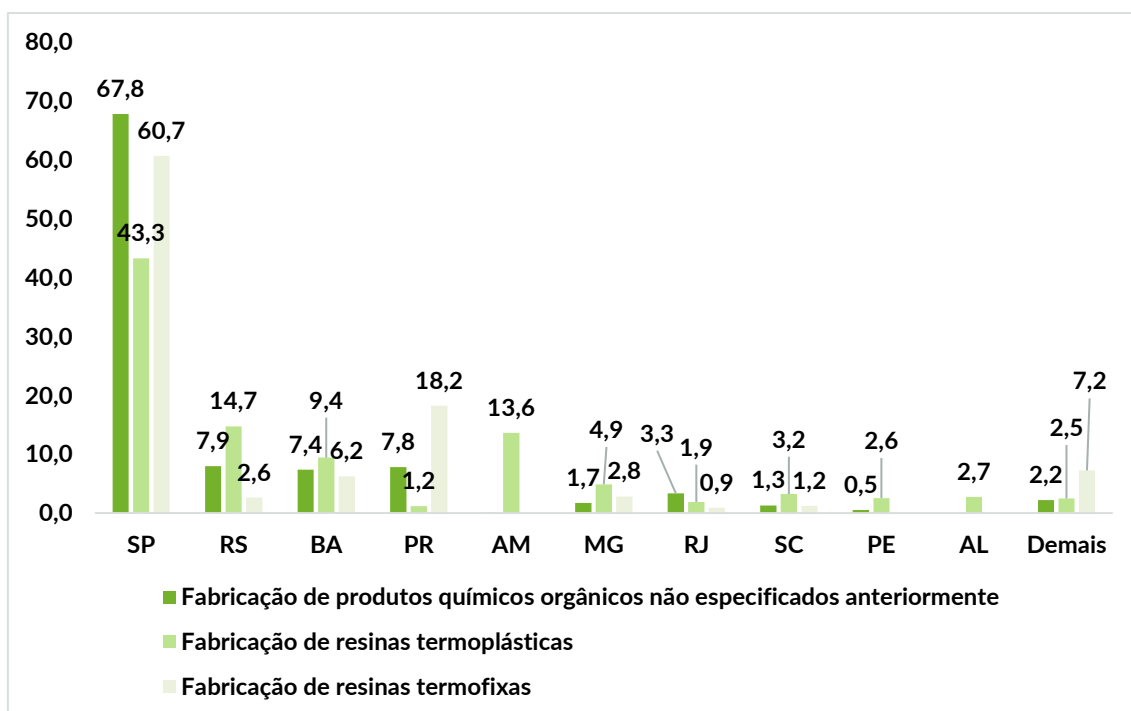


Figura 6 - Distribuição geográfica do emprego em segmentos selecionados da indústria química -Brasil 2023.

Fonte: RAIS/MTE.

Por fim cumpre destacar a distribuição da ocupação dos trabalhadores da indústria destes três segmentos da indústria química. O perfil capital intensivo se reflete no percentual de mão-de-obra diretamente ligado à produção de 67,4%, menor do que de outros segmentos industriais. Por outro lado, a participação de pessoas com ocupações ligadas à Ciência mostra que há Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nas empresas, bem como forte contratação de pessoal com alta qualificação (**Figura 7**).

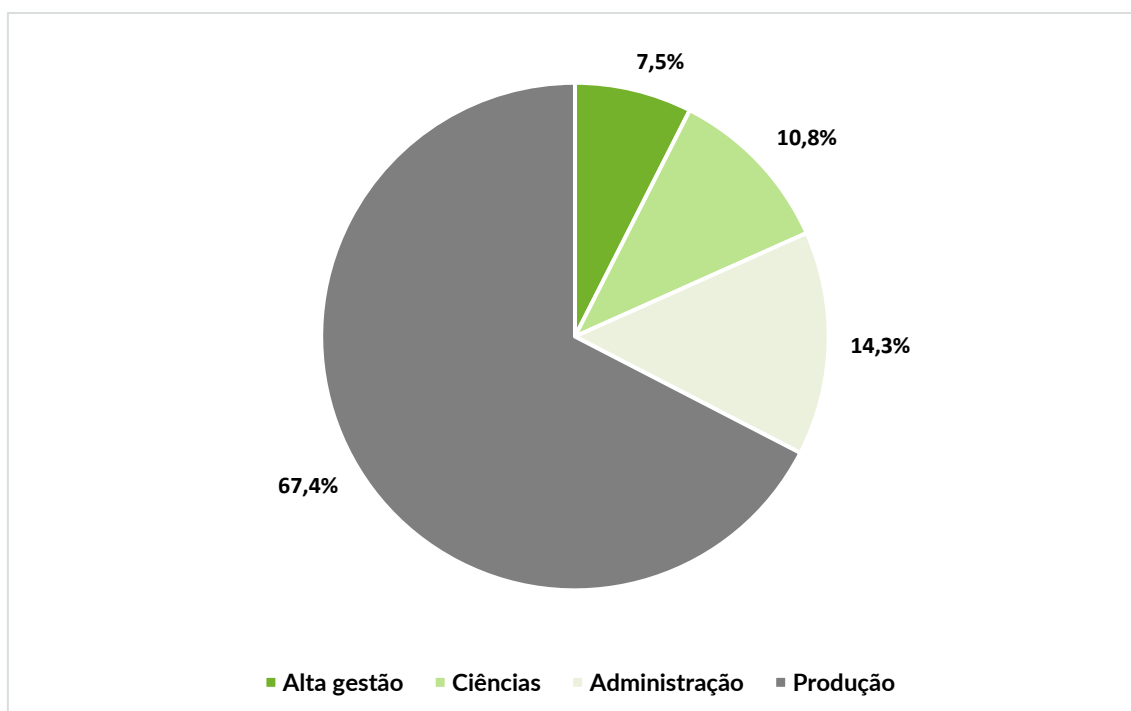


Figura 7 - Distribuição do emprego formal por tipo de ocupação - segmentos selecionados da indústria química - Brasil - 2023

Fonte: RAIS/MTE.

Em síntese, o cenário econômico dos plásticos no Brasil revela uma indústria de grande porte, intensiva em capital e fortemente integrada às cadeias globais, mas marcada por déficits comerciais persistentes e concentração geográfica do emprego. A dependência estrutural de insumos importados limita a competitividade nacional, ao passo que a baixa participação dos bioplásticos evidencia o potencial ainda pouco explorado de rotas produtivas sustentáveis. A expansão da produção de biopolímeros pode representar não apenas uma alternativa ambientalmente vantajosa, mas também uma estratégia de desconcentração regional, fortalecimento da indústria de transformação e redução da vulnerabilidade externa da economia brasileira.

1.3. Sustentabilidade e regulação

Como foi demonstrado anteriormente, a produção, o uso e o descarte dos plásticos apresentam desafios de sustentabilidade que não são negligenciáveis. Destaca-se o problema da emissão de CO₂ tendo em vista que a grande maioria da produção de plásticos tem como matéria prima o petróleo, bem como a poluição originada dos plásticos, principalmente quando o descarte não é feito corretamente. Endereçar estes problemas só é possível sob ótica multidisciplinar e com diversas frentes. Os principais destaques são: 1) aumento da circularidade, com o reuso e reciclagem; 2) uso de fontes renováveis substituindo ou reduzindo as fontes fósseis; 3) desenvolvimento de polímeros



que sejam biodegradáveis, mas com características físico-químicas que possam substituir os atuais polímeros. Para todas estas frentes o papel da regulação e políticas públicas corretamente desenhadas é central, tendo em vista que são poucos os incentivos econômicos de livre mercado que levam à superação dos problemas do uso dos plásticos.

Nos países desenvolvidos, em especial na União Europeia, a regulação tem sido o principal vetor de transformação. A OECD (2022) mostra que medidas como a *EU Plastics Strategy*, o *European Green Deal* e o *Circular Economy Action Plan* estabelecem metas obrigatórias de redução de resíduos plásticos, restrições ao uso de plásticos de uso único e incentivos à inovação em biopolímeros. A *European Bioplastics* reforça que esse ambiente regulatório cria padrões de certificação para biodegradabilidade e compostabilidade, reduzindo a incerteza para empresas e consumidores. Além disso, como destacam Ali et al. (2023), sem políticas claras os custos mais elevados dos bioplásticos limitam sua adoção; já com incentivos regulatórios, eles conseguem ganhar espaço mesmo em setores de baixo valor agregado. Em síntese, a experiência europeia demonstra que a superação dos desafios de sustentabilidade dos plásticos só ocorre quando regulação e políticas públicas atuam em conjunto com inovação tecnológica e compromissos corporativos.

Uma das frentes nas quais o sistema regulatório e as políticas públicas podem atuar é na mudança de hábitos dos consumidores. Leis que proíbem ou limitam o uso de embalagens plásticas e produtos descartáveis já são amplamente utilizadas, mas sua efetividade depende da aceitação social, pois implicam em ajustes de comportamento e, muitas vezes, em aumentos marginais nos preços. Como mostram Gutiérrez Taño et al. (2022), a intenção de uso de bioplásticos não se explica apenas pela atitude individual, mas também pelas normas sociais e pela percepção de controle sobre o consumo. Isso significa que políticas regulatórias precisam ser acompanhadas de campanhas educativas e de instrumentos que reforcem a confiança do consumidor, de modo que a mudança de hábitos seja vista não como imposição, mas como parte de um esforço coletivo de sustentabilidade.

No Brasil a questão regulatória de plásticos está em seus primeiros passos. Houve importante avanço em 2010 com a promulgação da Lei nº 12.305 que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo este o instrumento central para aumentar a circularidade dos plásticos. Esta lei foi recentemente regulamentada pelo Decreto nº 12.688/2025 que institui o Sistema de Logística Reversa de Embalagens de Plástico e estipula as primeiras metas para 2026. Por outro lado, em nível municipal e estadual o que muitas vezes se observa é a proibição do uso de certos tipos de plásticos, conforme a **Tabela 5**.

**Tabela 5 - Leis e Decretos que afetam o uso de plásticos**

| Lei / Decreto | Ementa | Especificidade |
|---|--|---|
| Lei nº 12.305/2010 (Federal) | Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, incluindo princípios e instrumentos para gestão e descarte de plásticos e embalagens. | Estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, exigindo que fabricantes e consumidores de embalagens plásticas implementem a logística reversa e priorizem a não geração, redução e reciclagem desses resíduos para minimizar danos ambientais. |
| Decreto nº 12.688/2025 (Federal) | Regulamenta a logística reversa de embalagens plásticas, definindo responsabilidades de fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. | Institui o Sistema de Logística Reversa de Embalagens de Plástico com metas obrigatórias de recuperação de resíduos (iniciando em 32% em 2026) e exigindo a incorporação progressiva de conteúdo reciclado na fabricação de novas embalagens. |
| Lei nº 17.261/2020 (São Paulo, Estadual) | Proíbe fornecimento de copos, pratos e talheres plásticos descartáveis em estabelecimentos comerciais. | |
| Lei nº 8.473/2019 (Rio de Janeiro, Estadual) | Proíbe fornecimento de canudos plásticos descartáveis em bares, restaurantes e similares. | |
| Lei nº 20.473/2020 (Curitiba, Municipal) | Proíbe fornecimento de canudos plásticos descartáveis em estabelecimentos comerciais da cidade. | |
| Lei nº 21.260/2022 (Recife, Municipal) | Proíbe fornecimento de copos, pratos e talheres plásticos descartáveis em bares, restaurantes e eventos. | |
| Decreto Distrital "Noronha Plástico Zero" (Fernando de Noronha, 2019) | Proíbe a entrada, uso e comercialização de plásticos descartáveis como canudos, talheres, sacolas, recipientes, garrafas de até 500 ml e embalagens de isopor na ilha. | |

Fonte: elaboração própria a partir de legislação federal, estadual e municipal.



O Decreto nº 12.688/2025 regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos no que se refere às embalagens plásticas, estabelecendo o Sistema de Logística Reversa de Embalagens de Plástico. Ele define responsabilidades compartilhadas entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, e estipula metas obrigatórias de recuperação de resíduos, iniciando em 32% em 2026, além de exigir a incorporação progressiva de conteúdo reciclado na produção de novas embalagens. O decreto transforma princípios gerais da lei em instrumentos operacionais, criando mecanismos concretos para aumentar a circularidade dos plásticos e reduzir os impactos ambientais associados ao descarte inadequado.

O que se nota, então, é a ênfase em alterar hábitos de consumo, principalmente em nível estadual e municipal, e aumentar o reuso e a reciclagem em nível nacional. Não há ainda marco regulatório para o estímulo ao uso de fontes renováveis, como o que se observa no âmbito dos biocombustíveis, onde o sistema regulatório cobre desde a pesquisa até padrões de consumo (mistura de biocombustíveis nos combustíveis fósseis).

Um caminho que pode dar origem a ações mais direcionadas aos bioplásticos foi divulgado em março/2026 com o **Plano Clima Mitigação**. Ele faz menção à transição justa e inovação tecnológica sugerindo abertura para rotas produtivas que substituam matérias-primas fósseis por renováveis. Nestes termos ele cria um ambiente regulatório e estratégico favorável para que iniciativas ligadas à bioeconomia – como biocombustíveis, biomateriais e biopolímeros – possam ser integradas às metas de mitigação.

Um desafio da PD&I na área de bioplásticos envolve também ações regulatórias que enderecem a questão da *Land Use Change (LUC)*, que consiste no desmatamento para o aumento da produção de insumos para a substituição de fontes fósseis, o que apenas desloca a liberação do CO₂ do petróleo para a supressão de florestas e matas. A LUC também traz a questão da insegurança alimentar humana, uma vez que, mesmo que não haja desmatamento, a produção de matéria-prima para produção de bioplástico pode competir com a produção de alimentos (Bishop et al, 2022). No debate acerca do assunto tem se abordado a questão do uso de rejeitos da produção agrícola, subprodutos da produção industrial de alimentos e até o descarte do consumo humano. Ou seja, valer-se de matéria orgânica que seria descartada como fonte de biopolímeros, evitando a concorrência com a alimentação humana. Ocorre que estas rotas tecnológicas tendem a exigir processos de quebra da celulose altamente demandantes de energia. Novamente, o tipo de fonte de energia para a produção de polímeros por meio destas rotas tecnológicas passa a ser crucial sobre o aspecto da redução da emissão de gases de efeito estufa, demandando-se que as fontes de energia sejam renováveis (Chen, Pelton & Smith, 2016).

O **Plano Clima Mitigação** pode auxiliara PD&I na área de bioplásticos por prever aportes ao financiamento de pesquisas na área de bioeconomia, uma vez que sua prioridade 1.f é: “Promover a pesquisa científica e ações de educação ambiental para



umentar o conhecimento e a conscientização sobre a importância da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que ela proporciona.”

Uma saída possível para a questão da LUC e das fontes de energia para a produção de polímeros de fonte biológica é a criação de sistemas de rastreabilidade da produção agroindustrial e do uso de energias renováveis pelos produtores de insumos biológicos.



Capítulo 2. PD&I em bioplásticos no Brasil

O objeto de análise neste capítulo é a atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) no Brasil dentro da temática de bioplásticos.

O contexto da pesquisa nacional é abordado a partir de três frentes de análise: i) os grupos de pesquisa cadastrados no CNPq; ii) a produção acadêmica nacional indexada na “*Web of Science*” e na “*Scielo*”; e iii) diversas fontes de financiamento de PD&I no Brasil.

2.1. Cenário acadêmico nacional: grupos de pesquisa cadastrados no CNPq

SILVA e PINHEIRO (2014) afirmam que “a organização das comunidades científicas em grupos de pesquisa, conforme orientação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), permitiu a sistematização das atividades de pesquisa, o que provavelmente tem contribuído para o incremento da produção científica do país verificado nos últimos anos.” Esse arranjo institucional é particularmente relevante em áreas tecnológicas emergentes e de natureza multidisciplinar, como a de plásticos e bioplásticos, nas quais a articulação entre diferentes competências científicas é condição para o avanço do conhecimento. Adicionalmente, a Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) reforça a adoção dessa lógica ao incorporar os grupos de pesquisa como elemento central em seus processos de avaliação e credenciamento da pós-graduação, de modo que a própria estrutura de incentivos do sistema brasileiro de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) estimula a formação de grupos consolidados, a criação de redes de colaboração e, em menor grau, a interação com o setor produtivo.

Para a análise empírica, utilizou-se o Censo dos Grupos de Pesquisa de 2023, que reúne informações referentes ao período 2017 a 2023². Tendo em vista a complexidade e a heterogeneidade da temática dos bioplásticos, a estratégia metodológica adotada foi estruturada em dois níveis de análise. A princípio, aplicou-se um filtro amplo com o objetivo de identificar os grupos de pesquisa potencialmente relacionados à temática de **plásticos**, independentemente de seu caráter biológico ou renovável. Esse filtro considerou a ocorrência de termos específicos no nome do grupo, nas palavra-chave, no título das linhas de pesquisa ou nos objetivos das linhas de pesquisa, resultando na identificação de 266 grupos de pesquisa e 2.840 linhas de pesquisa associadas. As palavras utilizadas para realizar este filtro foram: “bioplástico”, “bio-plástico”, “acetato de

² Todos os procedimentos estatísticos e de banco de dados desta seção utilizaram o programa R



celulose", "amido termoplástico", "ácido polilático", "polihidroxialcanoato", "polihidroxitirato", "furanoato de polietileno", "ácido poli glicólico", "succinato de polibutileno", "adipato tereftalato de polibutileno", "policaprolactona", "tereftalato de politrimetileno", "carbonato de polipropileno", "bio-pet", "biopolímero", "biocompósito".

Em um segundo momento, foi aplicado um filtro adicional, voltado a assegurar que os grupos selecionados apresentassem maior enfoque na sustentabilidade. Esse refinamento baseou-se na presença das seguintes palavras: "renovável", "biomassa", "biológico", "base biológica", "derivado de plantas", "origem vegetal", "derivado de amido", "derivado de celulose", "derivado de proteína", "derivado de alginato", "sustentável", "verde", "biodegradável", "compostável". Isso permitiu reduzir o conjunto analisado a 98 grupos de pesquisa, que concentram 546 linhas de pesquisa. Esse procedimento possibilita distinguir, dentro do universo mais amplo de estudos sobre plásticos, aqueles efetivamente alinhados às agendas contemporâneas de sustentabilidade e transição para materiais de origem biológica.

A **Figura 8** apresenta a distribuição regional dos grupos de pesquisa identificados, os grupos que pesquisa bioplásticos e seu subconjunto que foca na sustentabilidade. Observa-se que o padrão espacial é bastante semelhante entre os dois conjuntos, com forte concentração no eixo Sudeste-Sul, que responde por aproximadamente 66% dos grupos mapeados. O Nordeste apresenta participação relevante, concentrando cerca de 27% dos grupos, enquanto as demais regiões possuem presença mais reduzida na temática.

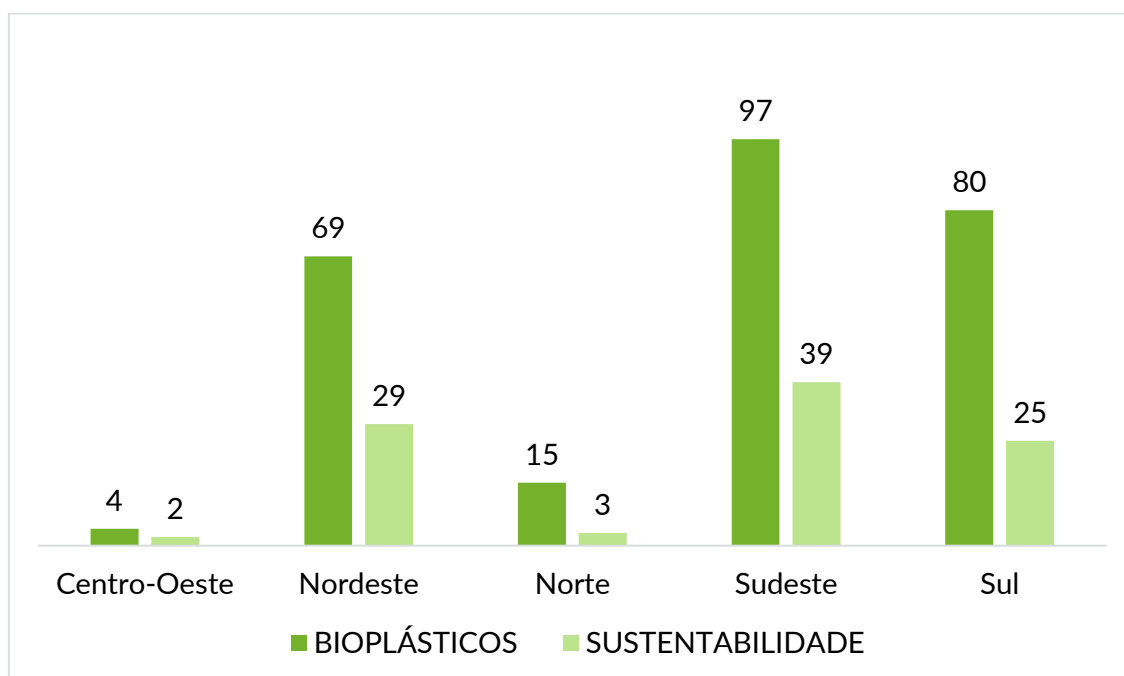


Figura 8 - Número de grupos de pesquisa com temática em bioplásticos, por região do país e grupos de pesquisa que tratam especificamente de questões de plásticos e sustentabilidade
Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.



Além do recorte espacial, o diretório dos grupos de pesquisa permite analisar o perfil dos doutores vinculados aos grupos e suas áreas predominantes de atuação. Esses resultados estão apresentados na **Tabela 6**. A maior parte dos doutores está vinculada às áreas de 'Engenharia de Materiais e Metalúrgica', 'Química' e 'Engenharia Química', que, em conjunto, concentram 56,3% do total. No Sudeste, destaca-se a Engenharia de Materiais e Metalúrgica como a principal área, diferindo do padrão observado nas demais regiões, com 'Química' assumindo maior protagonismo no Nordeste e Sul e 'Recursos Florestais' e 'Engenharia florestal' no Norte e 'Ciência e Tecnologia de Alimentos' no Centro-Oeste.

Tabela 6 - Número de doutores subordinados a grupos de pesquisa com em bioplásticos, por área predominante do grupo de pesquisa e por região do país

| Área predominante | Nordeste | Norte | Sudeste | Sul | Centro-Oeste | Total |
|--|------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| Engenharia de Materiais e Metalúrgica | 109 | 34 | 377 | 70 | 0 | 590 |
| Química | 174 | 13 | 176 | 210 | 12 | 585 |
| Engenharia Química | 85 | 0 | 72 | 104 | 0 | 261 |
| Ciência e Tecnologia de Alimentos | 58 | 0 | 91 | 84 | 15 | 248 |
| Farmácia | 46 | 0 | 16 | 55 | 0 | 117 |
| Física | 32 | 17 | 45 | 12 | 0 | 106 |
| Recursos Florestais e Engenharia Florestal | 0 | 44 | 0 | 18 | 0 | 62 |
| Agronomia | 18 | 22 | 17 | 0 | 0 | 57 |
| Medicina | 23 | 0 | 14 | 13 | 7 | 57 |
| Bioquímica | 5 | 0 | 17 | 34 | 0 | 56 |
| Outros | 75 | 52 | 229 | 54 | 0 | 410 |
| Total | 625 | 182 | 1.054 | 654 | 34 | 2.549 |

Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.

A pesquisa em bioplásticos reproduz o padrão geral da pesquisa científica brasileira, caracterizado pela forte predominância das universidades públicas, às quais estão vinculados 87,9% dos grupos identificados. Esse resultado reflete a estrutura de incentivos e financiamentos à CT&I no Brasil, historicamente concentrada no setor público, corroborando a tese de Mazzucato (2014) de que o Estado atua como o principal agente de risco e motor da inovação em áreas de alta complexidade científica. Neste cenário, evidenciam-se também dificuldades persistentes na transferência das tecnologias desenvolvidas para o setor produtivo, apesar dos avanços regulatórios observados nas últimas décadas.³ Apenas 4 grupos não estão vinculados a instituições de ensino superior, todos associados a órgãos do Governo Federal, o que reforça a limitada

³ Sobre a questão da transferência de tecnologia de universidades públicas para a iniciativa privada consulte-se Garnica & Torkomian (2009) e Nunes (2017).



participação direta de atores empresariais na pesquisa sobre plásticos e bioplásticos. (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de grupos de pesquisa em bioplásticos, por categoria administrativa e região

| Categoria Administrativa | Centro-Oeste | Nordeste | Norte | Sudeste | Sul | Total |
|--------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Ensino Superior Privado | 0 | 5 | 0 | 9 | 14 | 28 |
| Ensino Superior Público | 4 | 64 | 14 | 86 | 65 | 233 |
| Outros - Governo Federal | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Total | 4 | 69 | 15 | 97 | 80 | 265 |

Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.

Obs: um grupo não apresentou detalhamento de região, tendo sido excluído nesta tabela.

A análise da idade média dos grupos de pesquisa revela predominância de grupos consolidados, dadas as altas médias de idade. Mas também se notam diferenças relevantes em termos de maturidade e longevidade. Conforme ilustrado na **Figura 9**, os grupos da Região Sul apresentam média de 17,0 anos, valor 1,43 vezes superior ao observado na Região Norte. Centro-Oeste e Nordeste exibem idades médias intermediárias, em torno de 13 anos.

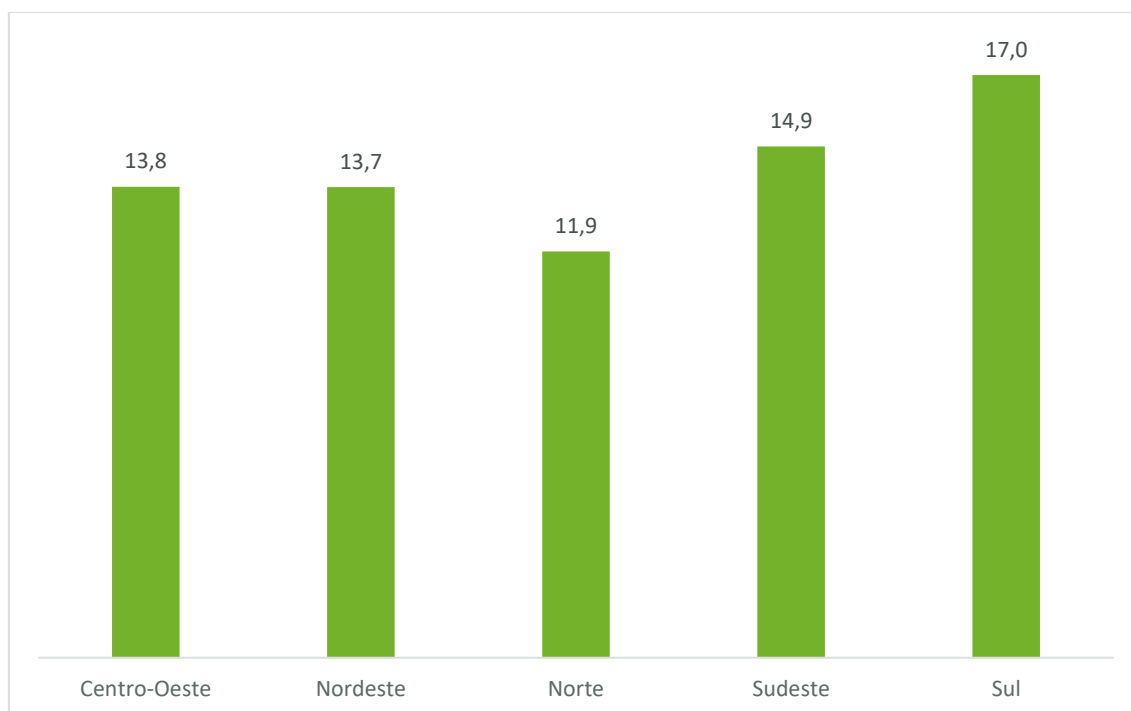


Figura 9 - Idade média dos grupos de pesquisa em bioplásticos - por região.

Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.

Também se observam assimetrias de gênero e raça/cor entre os participantes dos grupos de pesquisa em analisados. Há sobrerrepresentação de pessoas brancas com 63,6%. Nota-se certo equilíbrio entre homens e mulheres nos grupos de pessoas brancas e indígenas, enquanto entre as pessoas classificadas como amarelas predomina a



participação feminina. Nas demais categorias, observa-se sobrerrepresentação masculina, contribuindo para um desequilíbrio geral de gênero (Tabela 8).

Tabela 8 - Número de participantes excetuando-se estudantes, por gênero e raça/cor informados

| Raça/Cor | Feminino | Masculino | Total Geral |
|----------|----------|-----------|-------------|
| Amarela | 41 | 24 | 65 |
| Branca | 943 | 955 | 1.898 |
| Indígena | 5 | 3 | 8 |
| Parda | 216 | 333 | 549 |
| Preta | 47 | 62 | 109 |
| NA | 127 | 227 | 354 |
| Total | 1.379 | 1604 | 2.983 |

Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.

A Tabela 9 apresenta o ranking das Instituições com o maior número de grupos de pesquisa atuantes na temática de bioplásticos. Observa-se que praticamente todas as instituições listadas são públicas, com exceção da Universidade da Região de Joinville, de caráter comunitário e sem fins lucrativos. Destaca-se o alto número de grupos da UTFPR e da UNESP, refletindo sua capilaridade territorial que estimula a geração de grupos locais. Já o elevado número de grupos da UNICAMP e da UFRJ podem estar ligados aos grandes centros de pesquisa nas áreas de química e energia.

Tabela 9 - Ranking das Instituições com mais grupos de pesquisa em plástico.

| INSTITUIÇÃO | GRUPOS |
|--|--------|
| Universidade Tecnológica Federal do Paraná | 12 |
| Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho | 10 |
| Universidade Estadual de Campinas | 9 |
| Universidade Federal do Rio de Janeiro | 8 |
| Universidade Federal do Pará | 8 |
| Universidade Federal de Pernambuco | 7 |
| Universidade Federal de Pelotas | 7 |
| Universidade Federal de Minas Gerais | 6 |
| Universidade Estadual de Londrina | 6 |
| Universidade Federal do Paraná | 6 |
| Universidade Federal da Bahia | 5 |
| Universidade Federal de São Carlos | 5 |
| Universidade de São Paulo | 5 |
| Universidade Federal de Santa Catarina | 5 |
| Universidade Federal do Rio Grande do Sul | 5 |

Fonte: Censo dos Grupos de Pesquisa 2023, CNPQ.



Para a análise qualitativa dos grupos de pesquisa, foram elaboradas nuvens de palavras⁴ a partir dos nomes dos grupos das linhas de pesquisa e dos seus objetivos. Essa técnica permite identificar, de forma sintética e visual, as principais orientações cognitivas e temáticas das pesquisas desenvolvidas (Figura 10). Na primeira linha estão as nuvens para o conjunto completo de grupos analisados. Na segunda linha estão as nuvens do subconjunto que apresenta ênfase maior na sustentabilidade. Observa-se que, nos nomes dos grupos, não há diferenças substantivas entre os dois conjuntos, com predominância dos termos “química” e “materiais”. Já nos nomes das linhas de pesquisa, a palavra “biopolímeros” se destaca no conjunto completo, enquanto “biomassa” assume papel central no subconjunto, indicando mudança de foco da aplicação do material para a origem da matéria-prima.

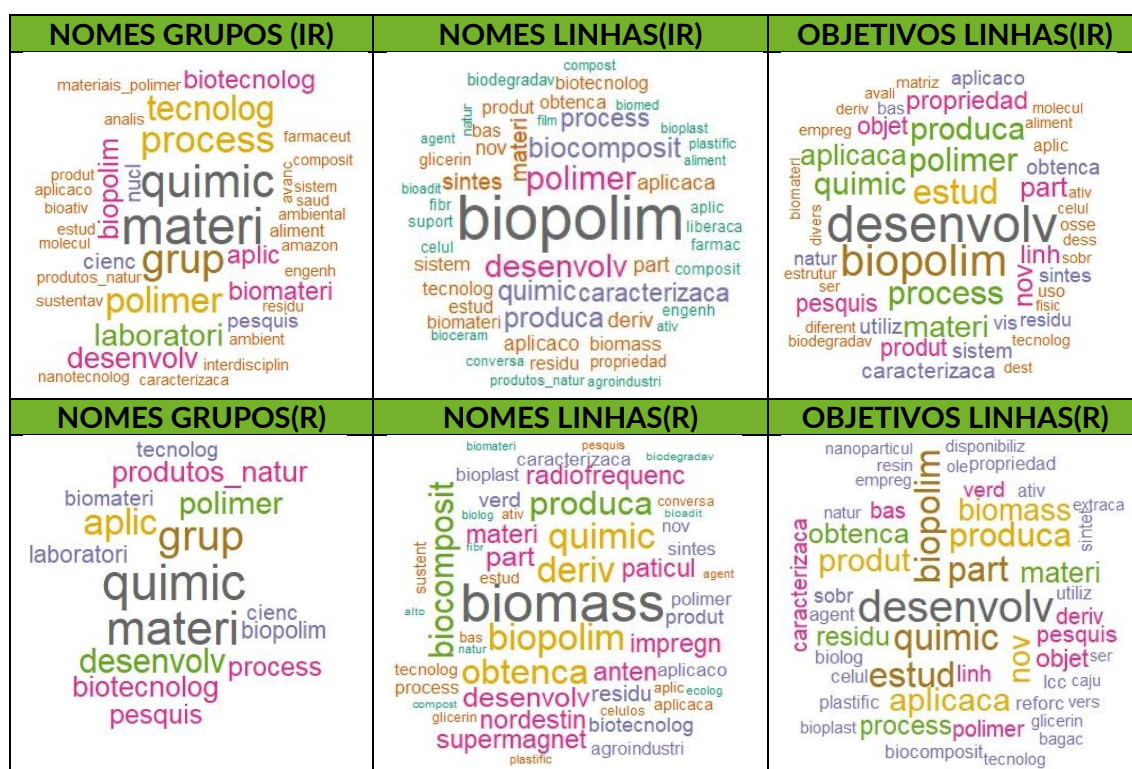


Figura 10 - Nuvens de palavras dos grupos de pesquisa em bioplásticos

Fonte: Elaboração CGEI.

Para verificar formalmente se as diferenças observadas entre os conjuntos eram estatisticamente significativas, foram aplicados o teste χ^2 e o teste de keyness. Ambos comparam a frequência observada dos termos em cada corpus com a frequência esperada na ausência de distinções estruturais. Os resultados indicaram que não há diferenças estatísticas relevantes nos nomes dos grupos, mas apontaram diferenças significativas nos nomes e nos objetivos das linhas de pesquisa. Enquanto o conjunto completo

⁴ Para elaborar a nuvem de palavras o primeiro passo foi a normalização, que consistiu em agregar termos que formam bigramas muito frequentes neste corpo de palavras por exemplo, “produtos naturais” são reescritos como “produtos naturais”. A normalização também considera possíveis inflexões de termos técnicos importantes, por exemplo biopolímeros e biopolímero serem tratados de forma única. No anexo consta o script em R utilizado para a análise deste conjunto de textos.



apresenta maior incidência de termos associados a aplicações médicas e odontológicas, o subconjunto evidencia maior ênfase em pesquisa aplicada voltada à sustentabilidade, confirmando a existência de agendas tecnológicas distintas no interior do campo de pesquisa em plásticos.

As **Tabelas 10 e 11** relatam as palavras mais importantes considerando o teste *keyness*. Trata-se da listagem onde a distribuição relativa da frequência é mais distintiva em cada uma das comparações. As tabelas apresentam as estatísticas do teste e a probabilidade de rejeitar a hipótese nula de que aquela palavra aparece com a mesma frequência relativa em dois grupos de palavras. Assim biopolímero (e suas variantes) é uma palavra que aparece com mais frequência relativa em todos os grupos, enquanto biomassa (e suas variantes) é a palavra que aparece com maior frequência nos grupos focados em sustentabilidade.

Tabela 10 - Palavras mais importantes para os nomes das linhas de pesquisa⁵

| TODOS DOS GRUPOS | | | GRUPOS - SUSTENTABILIDADE | | |
|------------------|---------|---------|---------------------------|----------|---------|
| Palavra | chi2 | Valor p | Palavra | chi2 | Valor p |
| biopolim | 40,6761 | 0,0000 | biomass | 140,8446 | 0,0000 |
| Polimer | 19,5577 | 0,0000 | anten | 56,3905 | 0,0000 |
| Engenh | 11,2643 | 0,0008 | impregn | 56,3905 | 0,0000 |
| Sistem | 8,4437 | 0,0037 | paticul | 56,3905 | 0,0000 |
| composit | 8,0939 | 0,0044 | radiofrequenc | 56,3905 | 0,0000 |
| Liberaca | 7,9519 | 0,0048 | supermagnet | 56,3905 | 0,0000 |
| propriedad | 7,5978 | 0,0058 | nordestin | 54,9990 | 0,0000 |
| Process | 7,5645 | 0,0060 | verd | 38,3806 | 0,0000 |
| modificaca | 7,2112 | 0,0072 | obtenca | 37,9766 | 0,0000 |
| Petrol | 6,4966 | 0,0108 | sustent | 28,0178 | 0,0000 |
| diferent | 6,2981 | 0,0121 | deriv | 26,5286 | 0,0000 |
| scaffolds | 6,2642 | 0,0123 | agroindustri | 14,9956 | 0,0001 |
| tecidual | 6,2642 | 0,0123 | ecolog | 12,8837 | 0,0003 |
| disposit | 5,8432 | 0,0156 | bioplast | 12,5972 | 0,0004 |
| Film | 5,8067 | 0,0160 | pesquis | 11,1671 | 0,0008 |

Fonte: Elaboração CGEI.

⁵ Nas duas tabelas são apresentadas as radicais das palavras, uma vez que a contagem foi realizada pelos seus radicais. Este procedimento evita, por exemplo que biopolímero seja contado em separado que biopolímeros, mesmo as duas palavras contendo o mesmo conceito.

**Tabela 11 - Palavras mais importantes para os objetivos das linhas de pesquisa**

| TODOS DOS GRUPOS | | | GRUPOS - SUSTENTABILIDADE | | |
|------------------|---------|---------|---------------------------|----------|---------|
| Palavra | chi2 | Valor P | Palavra | chi2 | Valor P |
| Aplicaco | 20,9820 | 0,0000 | biomass | 135,5550 | 0,0000 |
| Polimer | 20,7029 | 0,0000 | verd | 84,1482 | 0,0000 |
| Sistem | 15,8448 | 0,0001 | lcc | 60,6119 | 0,0000 |
| Are | 15,3142 | 0,0001 | bagac | 59,5837 | 0,0000 |
| Uso | 13,4647 | 0,0002 | caju | 54,5303 | 0,0000 |
| Propriedade | 12,2326 | 0,0005 | anten | 53,6159 | 0,0000 |
| Biopolim | 10,2459 | 0,0014 | cofe2o4 | 53,6159 | 0,0000 |
| Tratamento | 10,2440 | 0,0014 | ferrit | 53,6159 | 0,0000 |
| Biocompatibil | 9,7796 | 0,0018 | impregn | 53,6159 | 0,0000 |
| Odontolog | 9,6409 | 0,0019 | supermagnet | 53,6159 | 0,0000 |
| Process | 9,4591 | 0,0021 | microond | 52,0955 | 0,0000 |
| Tecidual | 9,0635 | 0,0026 | transform | 49,6291 | 0,0000 |
| Apresent | 8,7391 | 0,0031 | resin | 44,1213 | 0,0000 |
| Medic | 8,6828 | 0,0032 | plastific | 31,7051 | 0,0000 |
| Composit | 8,6087 | 0,0033 | agroindustr | 30,3856 | 0,0000 |

Fonte: Elaboração CGEI.



2.2. Produção acadêmica – *Web of Science*

Analisar artigos científicos publicados faz parte da boa prática de investigação de padrões e tendências temáticas em relação à geração de conhecimento nos mais diversos sistemas de inovação. No presente estudo foi consultada a base de publicações de artigos científicos “*Web of Science*” (WoS), uma das bases privadas mais utilizadas na indexação de periódicos científicos, principalmente na língua inglesa. O esquema de busca se baseou nas mesmas palavras-chave utilizadas na análise dos grupos de pesquisa. Foram considerados artigos publicados a partir de 2016 e que apresentassem pelo menos um autor cuja nacionalidade seja brasileira nos metadados do artigo. A consulta foi feita em 27 de novembro de 2025, de modo que a análise cobre 2016⁶ a até a data da consulta, tendo sido encontrados 1.795 artigos.

Na **Tabela 12** estão elencadas as vinte instituições com mais participações em artigos na WoS. Cumpre destacar que como um mesmo artigo pode possuir mais de um autor, a soma das participações é maior que 100%. A coautoria pode envolver tanto autores da mesma instituição, como também ser fruto parcerias interinstitucionais. Alguns pontos de destaque: i) as principais instituições do Estado de São Paulo que aparecem no ranking somam 1.078 artigos; ii) a grande maioria das participações no *ranking* é proveniente de universidades públicas (2.290); e iii) apenas uma empresa aparece neste *ranking*, a empresa pública vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Em síntese, o resultado da pesquisa em bioplásticos no Brasil é resultado de atividade acadêmica das universidades brasileiras, fruto da ação do Estado, e fortemente concentrada em São Paulo (60,1%). Outros oito estados aparecem neste *ranking*, dois da região sudeste (RJ e MG), os três da região sul, e três da região Nordeste (PI, PB e PE). Este *ranking* reflete a distribuição espacial dos grupos de pesquisa evidenciada na seção anterior.

⁶ O marco de análise é de 10 anos tendo em vista que este estudo também aborda patentes, gerando a necessidade de cobertura maior do tempo, tendo em vista que o ciclo de desenvolvimento de tecnologias a partir da pesquisa básica geralmente é longo.

**Tabela 12 - Número de participação em artigos publicados na WoS, por instituição**

| AFILIAÇÃO | FREQUÊNCIA | (%) |
|---|------------|-------|
| Universidade de São Paulo | 328 | 18,3% |
| Universidade Estadual Paulista | 252 | 14,0% |
| Universidade Federal de São Carlos | 223 | 12,4% |
| Universidade Estadual de Campinas | 210 | 11,7% |
| Universidade Federal do Rio de Janeiro | 198 | 11,0% |
| Universidade Federal do Rio Grande do Sul | 131 | 7,3% |
| Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) | 108 | 6,0% |
| Universidade Federal de Uberlândia | 108 | 6,0% |
| Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | 106 | 5,9% |
| Universidade Federal de Minas Gerais | 93 | 5,2% |
| Universidade Federal de Viçosa | 87 | 4,8% |
| Universidade Federal do Paraná | 73 | 4,1% |
| Universidade Estadual de Londrina | 66 | 3,7% |
| Universidade Federal do ABC (UFABC) | 65 | 3,6% |
| Universidade Federal do Piauí | 65 | 3,6% |
| Universidade Federal da Paraíba | 62 | 3,5% |
| Universidade Federal de Lavras | 59 | 3,3% |
| Universidade Federal de Campina Grande | 58 | 3,2% |
| Universidade Estadual de Maringá | 53 | 3,0% |
| Universidade Federal de Pernambuco | 53 | 3,0% |

Fonte: Web of Science

Obs: há dupla contagem, uma vez que um artigo pode ser de autores de mais de uma instituição.

A importância estatal nos resultados da produção acadêmica também está explicitada na **Tabela 13**, que totaliza as citações de suporte financeiro indicadas pelos coautores dos artigos publicados na WoS. As agências nacionais são citadas por 2.245 coautores e as agências estaduais por 982. No nível estadual, há diferença muito grande entre a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a maior entre as estaduais, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que ocupa o segundo lugar. Ao contrário como que se observou na pesquisa de Biocombustíveis (INPI, 2025), apenas uma empresa aparece como financiadora, a EMBRAPA. A presença da EMBRAPA como financiadora se deve ao fato de que suas pesquisas são realizadas com recursos próprios.

**Tabela 13 - Ranking das principais instituições financiadoras citadas nos artigos da WoS**

| AGÊNCIAS FINANCIADORAS | FREQUÊNCIA | (%) |
|------------------------|------------|-------|
| CNPq | 1139 | 63,5% |
| CAPES | 986 | 54,9% |
| FAPESP | 563 | 31,4% |
| FAPEMIG | 182 | 10,1% |
| FAPERJ | 127 | 7,1% |
| FINEP | 88 | 4,9% |
| EMBRAPA | 41 | 2,3% |
| FAPERGS | 40 | 2,2% |
| Fundação Araucária | 33 | 1,8% |
| INCT | 32 | 1,8% |
| FACEPE | 19 | 1,1% |
| FAPESB | 18 | 1,0% |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Web of Science.

Obs: há dupla contagem, uma vez que um artigo pode ser financiado por mais de uma fonte.

A *Web of Science* realiza categorização dos artigos com base em seu conteúdo e palavras-chave. Esta classificação possui caráter mais detalhado do que tratar por área do conhecimento científico. A **Tabela 14** apresenta o *ranking* das categorias nas quais os artigos foram classificados. As cinco principais categorias possuem frequência acumulada de 65,0%. A principal categoria é a de 'ciência dos polímeros', seguida por 'ciência dos materiais, multidisciplinar' e 'química aplicada'.

Tabela 14 - Artigos por categoria da Web of Science

| CATEGORIAS | FREQUÊNCIA | (%) |
|--------------------------------------|------------|------|
| Polymer Science | 532 | 29,6 |
| Materials Science, Multidisciplinary | 235 | 13,1 |
| Chemistry, Applied | 143 | 8,0 |
| Food Science & Technology | 137 | 7,6 |
| Chemistry, Multidisciplinary | 119 | 6,6 |
| Engineering, Chemical | 117 | 6,5 |
| Biochemistry & Molecular Biology | 106 | 5,9 |
| Chemistry, Analytical | 104 | 5,8 |
| Biotechnology & Applied Microbiology | 90 | 5,0 |
| Materials Science, Biomaterials | 84 | 4,7 |

Fonte: Web of Science

Obs: há dupla contagem, uma vez que um artigo pode receber mais de uma classificação.

Já quando a classificação é feita pela área de pesquisa, a concentração é maior, com as três principais áreas cobrindo 78,7% (**Tabela 15**). A categoria 'ciência dos materiais', quando tratada em seu agregado apresenta considerável crescimento na importância, chegando a 447 artigos (24,9%), enquanto que 'engenharia', também tratada



como um agregado supera 'tecnologia e ciência dos alimentos'. Nota-se, nas **Tabelas 14 e 15**, que a temática de bioplásticos possui a multidisciplinariedade como característica importante.

Tabela 15 - Artigos por área de pesquisa - Web of Science

| AREAS | FREQUÊNCIA | (%) |
|--------------------------------------|------------|------|
| Polymer Science | 532 | 29,6 |
| Materials Science | 447 | 24,9 |
| Chemistry | 433 | 24,1 |
| Engineering | 279 | 15,5 |
| Food Science & Technology | 137 | 7,6 |
| Science & Technology - Other Topics | 137 | 7,6 |
| Biochemistry & Molecular Biology | 110 | 6,1 |
| Biotechnology & Applied Microbiology | 90 | 5,0 |
| Environmental Sciences & Ecology | 82 | 4,6 |
| Physics | 73 | 4,1 |

Fonte: Web of Science

Obs: há dupla contagem, uma vez que um artigo pode envolver mais de uma área de pesquisa.

Além da análise do financiamento, das colaborações, das instituições de origem e das áreas de pesquisa associadas à produção científica em bioplásticos, procedeu-se à investigação das frequências relativas das palavras-chave e dos termos recorrentes nos resumos das publicações. Essa abordagem permite identificar não apenas os temas dominantes, mas também as orientações cognitivas e tecnológicas que estruturam o campo de pesquisa analisado. A construção das frequências foi elaborada após procedimento de uniformização de termos técnicos, considerando variações de grafia e a formação de palavras compostas com significado próprio. A **Figura 11** apresenta as nuvens de palavras resultantes dessas análises. Nota-se que o conjunto de palavras remete fortemente à pesquisa em polímeros, como esperado, confirmando a centralidade desse domínio no desenvolvimento científico dos bioplásticos no Brasil (ex.: *polylactic_acid*, *polycaprolactone*, *pcl*). Ao mesmo tempo, revela uma preocupação tanto com o desenvolvimento de conhecimento básico (*analysis*, *study*, *method*) quanto com suas aplicações práticas (*films*, *scaffolds*, *3d_printing*, *applications*) – inclusive em áreas avançadas da medicina (*clinical*, *surgical*). Destacam-se ainda termos que apontam para diferentes rotas tecnológicas de processamento (*extrusion*, *fabrication*, *process*) e para a vertente da sustentabilidade, com foco em bioplásticos biodegradáveis (*starch*, *cellulose*, *biodegradable*, *phb*). Além disso, observa-se a ênfase na caracterização de propriedades (*mechanical_properties*, *thermal*, *surface*, *performance*) e na nanotecnologia aplicada a biomateriais (*nanoparticles*, *scaffolds*), o que evidencia a diversidade e a sofisticação das linhas de pesquisa representadas.

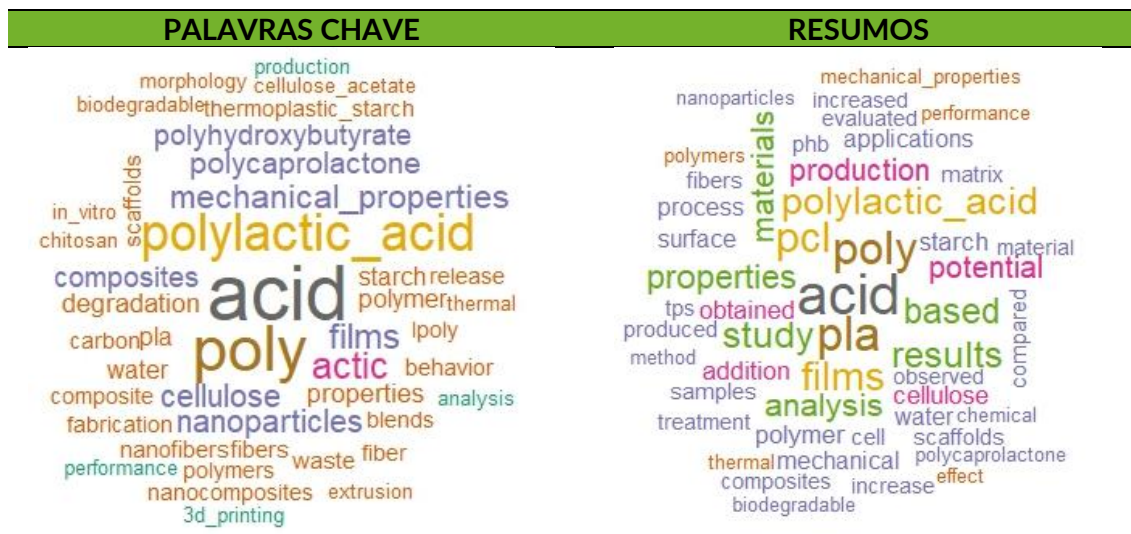


Figura 11 - Nuvem de palavras a partir das palavras-chave e dos resumos – Web of Science

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Web of Science.

Tendo em vista a expressiva quantidade de artigos e a ampla diversidade de áreas de conhecimento envolvidas, optou-se por aprofundar a análise lexical mediante a aplicação de filtros secundários, concentrando-se nas categorias mais representativas da WoS. A **Figura 12** apresenta as nuvens de palavras construídas a partir dos resumos dos artigos classificados em “ciência dos polímeros” e “ciência dos materiais, multidisciplinar”. Essa estratégia analítica permite compreender de forma mais precisa como diferentes áreas estruturam suas agendas de pesquisa no campo dos bioplásticos, revelando padrões distintos de abordagem científica e tecnológica.

As nuvens de palavras revelam contrastes relevantes entre as duas áreas analisadas. Na categoria “ciência dos polímeros”, predominam termos associados à formulação, caracterização e desempenho de materiais poliméricos, como *blends*, *films*, *mechanical_properties*, *starch* e *biodegradation*, indicando um enfoque técnico voltado à obtenção, modificação e avaliação de propriedades dos bioplásticos. Em contraste, na categoria “ciência dos materiais, multidisciplinar”, observa-se maior diversidade temática, com destaque para aplicações específicas (*adhesive*, *films*, *membranes*), polímeros de base biológica (*cellulose*, *starch*, *phb*) e abordagens interdisciplinares. Essa distinção sugere que, embora ambas as áreas compartilhem interesse por polímeros, elas ocupam posições complementares no sistema de geração de conhecimento, sendo a primeira mais orientada ao desenvolvimento material e a segunda à integração dos bioplásticos em diferentes contextos tecnológicos e de aplicação.

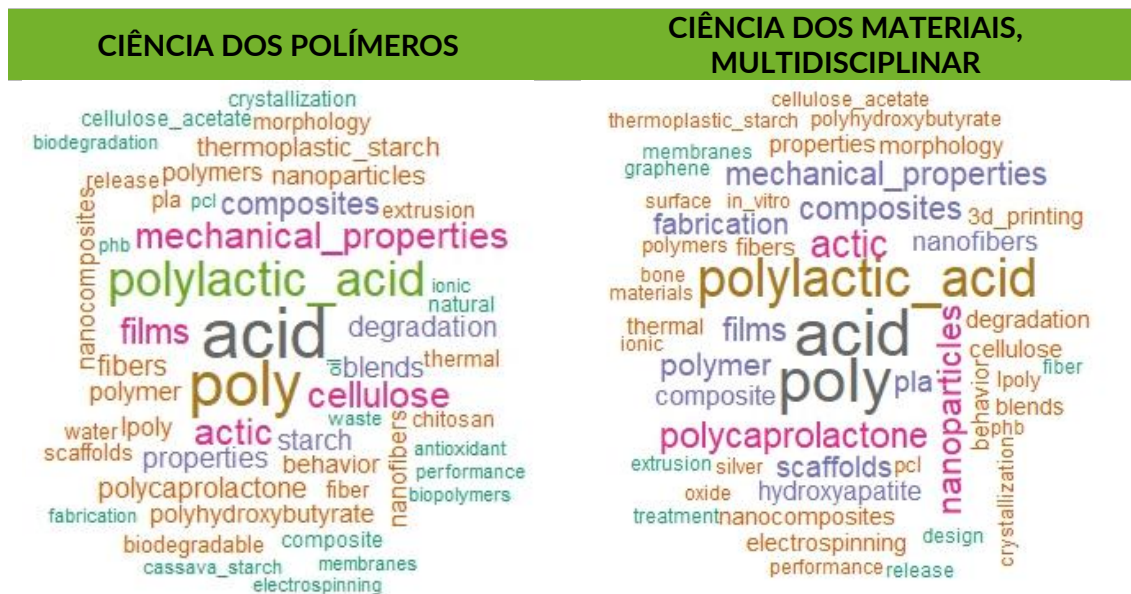


Figura 12 - Nuvens de palavra a partir de resumos de áreas de pesquisa da WoS selecionadas
Fonte: elaboração própria a partir de dados da Web of Science.

Com o objetivo de verificar se as diferenças observadas entre os conjuntos textuais eram estatisticamente significativas, foram realizados testes de χ^2 a partir das frequências relativas das palavras. Em todos os casos, os resultados indicaram diferenças estatisticamente significativas na estrutura lexical dos textos, corroborando a hipótese de que as áreas analisadas apresentam abordagens distintas no campo dos bioplásticos. Complementarmente, aplicou-se um teste de associação lexical baseado na razão de verossimilhança (G^2).

Os resultados das 20 palavras com maior estatística deste teste estão relatados na **Tabela 16**. A análise evidencia as diferenças entre os conjuntos. No corpus completo, destacam-se termos ligados à eletroquímica e sensores (*sensor, electrochemical, voltammetry, electrode*), sugerindo forte presença de pesquisas voltadas a dispositivos de detecção e aplicações analíticas. Já na categoria ciência dos polímeros, predominam palavras associadas à formulação e caracterização de materiais poliméricos (*cellulose, blends, mechanical_properties, starch, films*), indicando foco em desempenho mecânico e rotas de obtenção de bioplásticos. Por sua vez, na ciência dos materiais, multidisciplinar, aparecem termos relacionados a aplicações específicas e materiais funcionais (*hydroxyapatite, silver, fabrication, coatings, graphene*), revelando uma abordagem mais diversificada e interdisciplinar, que abrange desde biomateriais até superfícies avançadas.

**Tabela 16 - Palavras mais importantes para diferenciação dos artigos**

| COMPLETO | | | CIÊNCIA DOS POLÍMEROS | | | CIÊNCIA DOS MATERIAIS | | |
|---------------------|-------|------|-----------------------|-------|------|-----------------------|-------|------|
| Palavra | chi2 | p | Palavra | chi2 | p | Palavra | chi2 | p |
| sensor | 17,99 | 0,00 | cellulose | 30,50 | 0,00 | hydroxyapatite | 35,41 | 0,00 |
| electrochemical | 13,36 | 0,00 | blends | 30,34 | 0,00 | silver | 23,22 | 0,00 |
| determination | 11,95 | 0,00 | poly | 24,38 | 0,00 | fabrication | 21,08 | 0,00 |
| voltammetry | 11,37 | 0,00 | mechanical_properties | 23,03 | 0,00 | layer | 14,53 | 0,00 |
| electrode | 9,36 | 0,00 | acid | 16,15 | 0,00 | scaffolds | 14,02 | 0,00 |
| fermentation | 9,10 | 0,00 | thermoplastic_starch | 15,48 | 0,00 | oxide | 12,94 | 0,00 |
| production | 8,75 | 0,00 | starch | 14,82 | 0,00 | titanium | 11,71 | 0,00 |
| bacteria | 8,70 | 0,00 | fibers | 14,66 | 0,00 | accelerated | 11,13 | 0,00 |
| sensors | 8,68 | 0,00 | composites | 14,26 | 0,00 | graphene | 10,26 | 0,00 |
| biorefinery | 8,54 | 0,00 | pbat | 13,14 | 0,00 | coatings | 10,25 | 0,00 |
| graphene_electrodes | 8,42 | 0,00 | films | 12,01 | 0,00 | composite | 10,05 | 0,00 |
| device | 8,39 | 0,00 | lpoly | 11,80 | 0,00 | pla | 9,95 | 0,00 |
| food | 8,17 | 0,00 | biodegradable | 11,75 | 0,00 | polymeric | 9,89 | 0,00 |
| conductive | 7,21 | 0,01 | polymer_blends | 10,49 | 0,00 | electrospinning | 9,20 | 0,00 |
| therapy | 6,12 | 0,01 | nanocomposites | 9,88 | 0,00 | carbonation | 8,82 | 0,00 |
| electrodes | 6,04 | 0,01 | degradation | 9,66 | 0,00 | parameters | 8,68 | 0,00 |
| samples | 5,92 | 0,01 | actic | 8,99 | 0,00 | polycaprolactone | 8,34 | 0,00 |
| cells | 5,66 | 0,02 | l-polylactic_acid | 8,79 | 0,00 | box-behken | 8,30 | 0,00 |
| culture | 5,47 | 0,02 | plasticizer | 8,78 | 0,00 | compression | 8,30 | 0,00 |
| pha | 5,34 | 0,02 | esters | 8,73 | 0,00 | deformation | 8,30 | 0,00 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da Web of Science.

2.3. O financiamento à PD&I em bioplásticos no Brasil

Esta seção busca analisar como o sistema brasileiro de financiamento à PD&I tem, na prática, apoiado a temática de bioplásticos, investigando não apenas as agências tradicionalmente associadas ao fomento científico e tecnológico.

Conforme evidenciado na seção anterior, poucas agências de fomento concentram a maior parte das citações de apoio à produção acadêmica na temática de bioplásticos. Nesta seção, busca-se complementar essa análise a partir da investigação direta dos dados públicos de financiamento disponíveis nos portais de transparência das principais agências nacionais, de forma a identificar como os recursos destinados à PD&I se distribuem especificamente na temática de plásticos e bioplásticos.

Foram analisadas as bases de dados da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Para a FINEP, utilizou-se a base de contratos disponibilizada em seu portal da transparência, que contempla



12.149 contratos, dos quais 3.575 foram assinados após 2016, ano de corte adotado também na análise da produção acadêmica.

A identificação dos contratos relacionados à temática de plásticos e bioplásticos foi realizada por meio da busca de palavras-chave no campo “Título”. Essa estratégia decorre de uma limitação estrutural da base de dados, que não disponibiliza descrições detalhadas dos objetivos dos projetos financiados. Dessa forma, a identificação temática depende exclusivamente das informações textuais presentes na nomenclatura dos contratos, o que implica potencial subestimação do número real de projetos relacionados à área. A partir desse procedimento, foram identificados apenas 12 contratos associados à temática.

A **Tabela 17** apresenta a distribuição desses contratos por tipo de instrumento da FINEP, o valor dos desembolsos e a participação relativa desses desembolsos no total aplicado pela agência no mesmo período. Observa-se que, embora apenas dois contratos tenham sido classificados como crédito direto, eles concentram 85,8% do total desembolsado na temática. Esse resultado reflete a natureza desse instrumento, caracterizado por operações de maior volume financeiro destinadas a empresas, com posterior reembolso em condições favorecidas.

Tabela 17 - Contratos firmados pela FINEP após 2016 na temática de bioplásticos e seu respectivo desembolso

| INSTRUMENTO | CONTRATOS | VALOR | PARTICIPAÇÃO |
|-------------------------|-----------|-----------------------|--------------|
| Crédito Direto | 2 | 130.845.851,41 | 0,48% |
| Subvenção Direta | 8 | 17.278.452,81 | 0,63% |
| Não Reembolsável a ICTs | 2 | 4.389.173,79 | 0,05% |
| Total | 12 | 152.513.478,01 | 0,39% |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da FINEP.

Por outro lado, foram identificados oito contratos de subvenção econômica, que representam 11,3% do total desembolsado. Diferentemente do crédito direto, a subvenção econômica não requer reembolso por parte das empresas, sendo acessível apenas por meio de chamadas públicas e avaliação técnica. Parte desses contratos (dois) está associada ao “Programa de apoio à Comercialização de Propriedade Intelectual” (4,5% dos recursos) e ao edital de “Materiais Avançados” (1,3%). Outros contratos foram identificados em chamadas de caráter multidisciplinar, como “Mais inovação Brasil – Aviação Sustentável” e “Tecnologias 4.0”, evidenciando que a temática de bioplásticos tende a estar inserida em editais amplos, e não em chamadas específicas.

Na análise dos editais anteriores observou-se que há exigência em todos eles que tratem de projeto iniciando com TRL (*Technology Readiness Level* – nível de maturidade tecnológica) 3 (prova de conceito) e que atinjam obrigatoriamente o TRL 7 (protótipo em ambiente operacional) ao final do projeto. A depender do edital há exigências mais



detalhadas da fase do TRL 7 que deva ser atendido. Isto indica que estes editais estão focados em ajudar a suprir a fase difícil de ganho de maturidade dos projetos de desenvolvimento e inovação. Assim, embora os dados abertos da FINEP não tragam a classificação TRL nos contratos, os editais deixam claro que a política de financiamento busca atacar justamente essa fase crítica de transição tecnológica.

Os instrumentos não reembolsáveis destinados a Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), que ocupam posição de destaque no conjunto geral de desembolsos da FINEP após 2016, apresentam participação reduzida na temática de bioplásticos, correspondendo a apenas dois contratos e 2,9% dos recursos identificados.

Destaca-se ainda que o conjunto dos desembolsos associados à temática de bioplásticos representa apenas 0,39% do total desembolsado pela FINEP no período analisado. Os resultados indicam que o financiamento relacionado a bioplásticos na FINEP apresenta perfil predominantemente orientado à maturação tecnológica empresarial, concentrado em instrumentos de crédito direto e inserido em chamadas multidisciplinares.

Além do perfil dos instrumentos de financiamento, a análise dos contratos da FINEP permite observar como esses recursos se distribuem territorialmente, evidenciando a dimensão espacial do apoio à temática.

A concentração espacial do suporte à PD&I na temática de bioplásticos pode ser observada na **Tabela 18**. Todos os contratos identificados na base da FINEP após 2016 estão localizados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, com predominância marcante do estado de São Paulo, responsável por seis dos doze contratos e por 87,8% do valor total desembolsado.

Essa distribuição evidencia não apenas uma concentração regional, mas uma concentração do financiamento, na qual um único estado absorve a maior parte dos recursos identificados. Tal padrão sugere forte associação entre a capacidade de acesso aos instrumentos da FINEP – especialmente o crédito direto – e a presença de empresas e instituições inseridas em ecossistemas de inovação mais consolidados, característicos dessas regiões.

Tabela 18 - Contratos firmados pela FINEP após 2016 na temática de bioplásticos e sua distribuição geográfica

| Unidade Federativa (UF) | CONTRATOS | VALOR |
|-------------------------|-----------|-----------------------|
| São Paulo (SP) | 6 | 133.972.375,55 |
| Paraná (PR) | 2 | 9.136.379,90 |
| Santa Catarina (SC) | 1 | 3.660.000,00 |
| Rio Grande do Sul (RS) | 1 | 3.643.855,07 |
| Rio de Janeiro (RJ) | 1 | 1.238.500,00 |
| Minas Gerais (MG) | 1 | 862.367,49 |
| Total | 12 | 152.513.478,01 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da FINEP.



Para além da FINEP, buscou-se verificar se outras agências federais de fomento à pesquisa apresentavam padrão semelhante de apoio à temática, iniciando-se a análise pelo CNPq.

No caso do CNPq, a análise revelou uma limitação significativa relacionada à transparência e à estrutura dos dados abertos disponibilizados pela agência. Não é possível estabelecer, a partir dessas bases, cruzamentos entre tipo de apoio, valores desembolsados e temática dos projetos. A única estratégia viável para identificar alguma aproximação temática foi a consulta aos projetos em andamento por meio de busca por palavras-chave no portal da agência. A partir desse procedimento, foram localizados 16 projetos em andamento relacionados aos termos previamente definidos. Entretanto, não há informações disponíveis sobre o tipo de suporte concedido (bolsas, recursos de bancada, investimentos, entre outros) nem sobre os valores associados a esses projetos, o que impede qualquer estimativa do volume de recursos efetivamente destinados à temática.

Ainda assim, alguns padrões podem ser observados: (i) 81,25% dos projetos estão vinculados a universidades localizadas nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para São Paulo e Minas Gerais (quatro projetos cada); (ii) o mesmo percentual corresponde a projetos sediados em universidades federais, com menor participação de universidades estaduais e comunitárias; (iii) as áreas de atuação mais frequentes são “química”, “biotecnologia”, “engenharia de materiais e metalurgia” e “engenharia química”; (iv) o termo “bioplásticos” foi o que retornou maior número de resultados (10 projetos), seguido de “acetato de celulose” e “ácido polilático” (dois projetos cada).

Esses resultados indicam que, embora seja possível identificar a existência de pesquisa em andamento na temática, a estrutura de dados do CNPq não permite avaliar a intensidade do apoio financeiro, revelando uma limitação relevante para análises de política científica baseadas em dados públicos.

Diferentemente das limitações observadas na base do CNPq, a FAPESP disponibiliza dados que permitem maior rastreabilidade temática dos projetos financiados, possibilitando aprofundar a análise do apoio institucional aos bioplásticos.

Por fim, a FAPESP, previamente identificada como uma das agências mais citadas nos artigos científicos analisados, apresenta maior detalhamento temático em seus dados abertos. A fundação disponibiliza listagens de auxílios e bolsas com informações sobre tipo de apoio, palavras-chave, resumo e ano de concessão. A partir dessas informações, foi possível aplicar filtro temporal (após 2016) e selecionar os registros que continham os termos definidos para a temática tanto nas palavras-chave quanto nos resumos.

Entretanto, assim como no CNPq, a base não apresenta informações sobre os valores concedidos, o que impede a mensuração do volume financeiro destinado à área, ainda que permita rastrear com maior precisão a presença temática do apoio.



A **Tabela 19** apresenta a distribuição dos auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP por instituição, no período posterior a 2016, dentro da temática de bioplásticos. Observa-se forte concentração institucional das concessões nas três universidades estaduais paulistas – USP, UNESP e UNICAMP – que, em conjunto, respondem por 52,4% dos auxílios e 67,8% das bolsas identificadas. Mais do que uma simples predominância, esses percentuais indicam a centralidade estrutural dessas instituições na pesquisa sobre bioplásticos no estado de São Paulo, evidenciando a existência de um sistema científico altamente consolidado e distribuído entre essas universidades.

Tabela 19 - Número de auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP, por instituição, desde 2016 dentro da temática de bioplásticos

| INSTITUIÇÃO | AUXÍLIOS | BOLSAS |
|-------------------------------------|-----------|------------|
| USP | 12 | 42 |
| UNESP | 11 | 60 |
| UNICAMP | 10 | 33 |
| UFSCAR | 6 | 22 |
| UNIFESP | 5 | 17 |
| UFABC | 3 | 3 |
| Hyco Compostos Híbridos Eireli - ME | 3 | 1 |
| ITA | 1 | 2 |
| UNISO | 1 | 2 |
| Afinko Soluções em Polímeros Ltda | 1 | 1 |
| CNPEM | 1 | 1 |
| IPEN | 1 | 1 |
| UNOESTE | 1 | 1 |
| Demais instituições | 7 | 13 |
| Total | 63 | 199 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da FAPESP.

A liderança da UNESP no número de bolsas concedidas e a distribuição relativamente equilibrada dos auxílios entre USP, UNESP e UNICAMP sugerem que o financiamento da FAPESP não está concentrado em um único polo institucional, mas distribuído entre universidades que compartilham elevada capacidade científica instalada na área.

Observa-se ainda que o número de bolsas (199) é significativamente superior ao de auxílios (63), indicando uma estratégia de fomento fortemente orientada à formação de recursos humanos e ao apoio direto a pesquisadores e estudantes, mais do que exclusivamente ao financiamento de projetos institucionais.

Embora as universidades concentrem a maior parte das concessões, destaca-se a presença de empresas, institutos de pesquisa e outras ICTs entre os beneficiários. Essa característica sugere que a FAPESP promove, na temática de bioplásticos, uma articulação entre pesquisa acadêmica, infraestrutura científica e aplicação tecnológica, distinta da lógica observada nos instrumentos de crédito empresarial da FINEP.



Esse padrão reforça a conexão entre a liderança científica observada na produção acadêmica e a concentração institucional do financiamento, evidenciando que a capacidade de produção de conhecimento na área está fortemente associada às instituições que também concentram o apoio da agência de fomento.

Para além da identificação das instituições beneficiadas, a base da FAPESP permite examinar como o financiamento se distribui entre as diferentes áreas do conhecimento envolvidas na temática.

A **Tabela 20** evidencia que a temática de bioplásticos mobiliza uma ampla diversidade de áreas do conhecimento no âmbito do financiamento da FAPESP. “Engenharia de Materiais e Metalúrgica” e “Química”, tradicionalmente associadas ao desenvolvimento de materiais poliméricos, respondem, conjuntamente, por 33,3% dos auxílios concedidos e 26,1% das bolsas. Esse resultado confirma, em parte, os padrões já observados na distribuição dos grupos de pesquisa e das publicações científicas analisadas anteriormente.

Tabela 20 - Número de auxílios e bolsas concedidos pela FAPESP, por área do conhecimento, desde 2016 dentro da temática de bioplásticos

| ÁREA DO CONHECIMENTO | AUXÍLIOS | BOLSAS |
|---------------------------------------|-----------|------------|
| Engenharia de Materiais e Metalúrgica | 12 | 25 |
| Química | 9 | 27 |
| Oceanografia | 4 | 17 |
| Morfologia | 4 | 11 |
| Medicina | 4 | 9 |
| Ecologia | 2 | 13 |
| Engenharia Sanitária | 2 | 9 |
| Engenharia Química | 2 | 6 |
| Bioquímica | 2 | 5 |
| Geociências | 2 | 4 |
| Engenharia Civil | 2 | - |
| Outras áreas | 18 | 73 |
| Total | 63 | 199 |

Fonte: elaboração própria a partir de dados da FAPESP.

Entretanto, a distribuição observada vai além dessas áreas centrais. A presença significativa de áreas como Oceanografia, Ecologia, Medicina, Morfologia, Geociências e Engenharia Sanitária evidencia que a temática de bioplásticos possui caráter transversal, envolvendo não apenas o desenvolvimento de novos materiais, mas também estudos relacionados a impactos ambientais, degradação, saúde e dinâmica de ecossistemas. Essa transversalidade torna-se ainda mais evidente na categoria “Outras áreas”, que reúne 24 diferentes campos do conhecimento e concentra 73 bolsas concedidas.

No que se refere aos tipos de auxílio, observa-se que os auxílios do tipo “Regular” correspondem a 60,3% das concessões, constituindo o principal mecanismo de



financiamento da pesquisa básica por pesquisadores doutores vinculados a instituições do estado de São Paulo. Em segundo lugar, destaca-se o programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE), com 14,3% dos auxílios.

O PIPE possui caráter diferenciado ao fomentar a inovação em pequenas empresas, apoiando desde a concepção de produtos até o escalonamento produtivo. Dessa forma, o programa atua como ponte entre a pesquisa acadêmica e o setor produtivo, estimulando empresas de base tecnológica a desenvolverem aplicações derivadas do conhecimento científico.

Esse arranjo revela que a FAPESP atua em dois pontos complementares da cadeia de pesquisa e inovação: de um lado, o financiamento da pesquisa básica por meio dos auxílios “Regular”; de outro, o estímulo à inovação e à transferência tecnológica por meio do PIPE.

No que se refere às bolsas concedidas, as modalidades tradicionais – Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e Pós-Doutorado – concentram 84,9% das concessões, indicando forte ênfase da agência na formação de recursos humanos altamente qualificados na temática. Destaca-se ainda a presença do PIPE também na concessão de bolsas (3,5%), reforçando o papel do programa na aproximação entre academia e empresas.

Em conjunto, esses resultados demonstram que, na temática de bioplásticos, a FAPESP estrutura seu financiamento de forma a sustentar simultaneamente a base científica do campo, a formação de pesquisadores e a conexão com aplicações tecnológicas.

Além da classificação institucional e por áreas do conhecimento, a riqueza das informações disponibilizadas pela FAPESP permite observar diretamente o conteúdo temático das pesquisas apoiadas. A disponibilidade das palavras-chave e dos resumos dos projetos associados a auxílios e bolsas permitiu a elaboração de nuvens de palavras com o objetivo de visualizar os principais eixos temáticos das pesquisas financiadas na área de bioplásticos. A **Figura 13** apresenta as quatro nuvens elaboradas a partir das palavras-chave e dos resumos de auxílios e bolsas.

Observa-se recorrência marcante de termos associados a questões ambientais, como poluição, contaminação e reciclagem, além de referências frequentes aos impactos do uso de plásticos sobre a saúde humana e ecossistemas. Simultaneamente, destacam-se expressões relacionadas às propriedades físico-químicas dos materiais, métodos de caracterização e desenvolvimento de novos compósitos, evidenciando a complementaridade entre abordagens aplicadas e estudos de base.

Em conjunto, os resultados apresentados nesta seção indicam que, embora a temática de bioplásticos esteja presente de forma consistente na produção científica e em parte do financiamento acadêmico, ela ainda ocupa posição periférica e pouco explícita nos principais mecanismos nacionais de financiamento à inovação,



Ainda na linha da manutenção de características estruturais, constatou-se assimetrias de raça/cor com sobrerrepresentação de pessoas brancas. Esses resultados revelam que, mesmo em áreas emergentes e associadas à sustentabilidade, persistem desigualdades estruturais na composição dos grupos de pesquisa.

Em relação às áreas das pesquisas observa-se variações regionais relevantes: enquanto no Sudeste predominam as pesquisas relacionadas à “Engenharia de Materiais”, no Norte destacam-se áreas como “Agronomia”, “Recursos Florestais” e “Microbiologia”, sugerindo agendas de pesquisa adaptadas às especificidades regionais. Essa heterogeneidade indica que a transição para bioplásticos no Brasil não se dá de forma homogênea, mas responde a diferentes contextos científicos e produtivos.

Do ponto de vista temático, a pesquisa em plásticos e bioplásticos é marcada pela diversidade disciplinar, mas com forte concentração em três áreas: “Química”, “Engenharia Química” e “Engenharia de Materiais e Metalúrgica”. Juntas, essas áreas concentram mais da metade dos doutores vinculados aos grupos de pesquisa identificados. Contudo, a análise das linhas de pesquisa e da produção acadêmica evidencia a presença de subconjuntos de interesse que ampliam o escopo da investigação. Entre eles destacam-se os estudos voltados à “ciência e tecnologia de alimentos”, que exploram aplicações de biopolímeros em embalagens sustentáveis; as pesquisas em “farmácia e biomedicina”, que investigam propriedades de bioplásticos para liberação controlada de fármacos e uso em dispositivos médicos; e as agendas ligadas à “agronomia e recursos florestais”, que buscam rotas de aproveitamento de biomassa vegetal para síntese de polímeros renováveis. Também se observa a inserção de áreas como “microbiologia” e “bioquímica”, voltadas à produção de biopolímeros por rotas biológicas, e de “física” e “morfologia”, que contribuem para a caracterização estrutural e funcional dos materiais. Essa diversidade temática confirma que, embora a pesquisa em bioplásticos seja ancorada em disciplinas tradicionais da química e engenharia, ela se expande em direção a campos aplicados e multidisciplinares, refletindo a complexidade da transição para materiais de origem biológica e sustentável.

Apesar da consolidação institucional e da diversidade temática observada, as evidências apontam para uma insuficiência de financiamento específico voltado à área de bioplásticos. Os grupos e pesquisadores identificados competem majoritariamente nos editais universais das agências de fomento, sem acesso sistemático a grandes fontes de recursos, como aqueles vinculados à cláusula de exploração do petróleo ou a programas estratégicos de inovação. Essa limitação restringe a capacidade de expansão da pesquisa aplicada e da transferência tecnológica, reforçando a dependência de iniciativas isoladas e da ação estatal em linhas gerais de apoio à ciência. Em consequência, a agenda de bioplásticos parece permanecer em posição periférica dentro do sistema nacional de CT&I, com avanços relevantes em termos acadêmicos, mas ainda sem o suporte financeiro necessário para transformar resultados de pesquisa em soluções tecnológicas de impacto no setor produtivo.



Capítulo 3. Tendências tecnológicas e padrões de uso da Propriedade Industrial

As bases de dados de patentes constituem uma das mais abrangentes fontes de informação tecnológica disponíveis globalmente. Ao exigirem a divulgação detalhada das invenções como condição para a concessão do direito de exclusividade, os sistemas de patentes tornam-se um repositório estruturado de conhecimento técnico que antecipa, muitas vezes em vários anos, a introdução comercial de novas tecnologias. Nesse sentido, a análise sistemática de documentos de patentes permite identificar trajetórias de inovação, mapear atores tecnológicos relevantes e antecipar tendências emergentes em setores estratégicos da economia.

Além de sua função jurídica, os dados de patentes desempenham papel crescente como indicadores quantitativos da dinâmica tecnológica, sendo amplamente utilizados em estudos de prospecção e inteligência tecnológica. A partir dessas informações, é possível compreender a evolução das estratégias de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de empresas, universidades e instituições de pesquisa, bem como identificar oportunidades para políticas públicas voltadas ao fortalecimento da base científica e tecnológica.

Nas últimas décadas, a agenda global de inovação tem sido fortemente influenciada pelos desafios associados às mudanças climáticas e à transição para modelos de desenvolvimento ambientalmente sustentáveis. Cada vez mais, vemos um esforço global na busca de soluções tecnológicas que resultem em redução das emissões de gases de efeito estufa, uso mais eficiente de recursos naturais, mitigação dos impactos ambientais de atividades industriais e preservação da biodiversidade do planeta.

Nesse contexto, as tecnologias associadas à bioeconomia emergem como um dos principais vetores de transformação industrial. A substituição de insumos de origem fóssil por matérias-primas renováveis, aliada ao desenvolvimento de novos materiais biodegradáveis e processos produtivos de menor impacto ambiental, representa uma oportunidade estratégica para reposicionar cadeias produtivas e promover novas trajetórias de crescimento econômico sustentável. Nesse sentido, o bioplástico é um tema importante na intersecção entre a bioeconomia, a neointustrialização e a transição para uma economia de baixo carbono, pois transforma a produção industrial ao substituir matérias-primas fósseis (petróleo) por fontes renováveis (biomassa) e/ou produzir itens biodegradáveis, reduzindo a intensidade de carbono e promovendo a circularidade.

Para o Brasil, esse cenário apresenta particular relevância. O país possui vantagens comparativas significativas no campo da bioeconomia, decorrentes de sua base de



recursos naturais, de sua experiência acumulada em cadeias produtivas de base biológica e de sua capacidade científica em temas como biotecnologia, química verde e engenharia de processos. Nesse sentido, a agenda de neoindustrialização brasileira, proposta na Nova Indústria Brasil (NIB), tem buscado transformar os desafios ambientais em oportunidades de desenvolvimento tecnológico e industrial, estimulando o país a liderar um modelo de crescimento inclusivo e ambientalmente responsável.

Assim, políticas públicas recentes têm enfatizado o fortalecimento de cadeias produtivas associadas à bioeconomia, incluindo biocombustíveis avançados, bioprodutos e novos materiais sustentáveis. Tais iniciativas buscam estimular o desenvolvimento de tecnologias nacionais, ampliar a agregação de valor à produção de biomassa e fortalecer a inserção do país em segmentos industriais de maior intensidade tecnológica.

Isto posto, este capítulo traz o cenário de pedidos de patente depositados no Brasil associados aos bioplásticos, fornecendo um panorama das tendências tecnológicas e padrões de uso do sistema de patentes neste setor. A análise dos dados de patentes apresentada neste capítulo permite examinar como essa dinâmica tecnológica se manifesta no campo dos bioplásticos. Ao mapear a evolução dos depósitos de patentes, a distribuição geográfica das invenções e o perfil dos principais atores tecnológicos, é possível compreender não apenas o estágio de maturidade dessas tecnologias, mas também identificar oportunidades para o fortalecimento das capacidades nacionais de inovação. Todo o conjunto de dados levantado no estudo está disponível através de um [painel de dados](#) interativo, que consolida as informações extraídas dos pedidos de patente e oferece a visualização dos dados, permitindo análises segmentadas utilizando-se os parâmetros empregados nas análises apresentadas neste capítulo.

Nesse sentido, os resultados discutidos a seguir fornecem subsídios relevantes para a formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação, estratégias de desenvolvimento industrial e iniciativas de fortalecimento da bioeconomia, contribuindo para orientar decisões públicas e privadas em um setor de crescente importância econômica e ambiental.

O capítulo está dividido em cinco seções:

- **Seção 3.1:** Desenho metodológico resumido
- **Seção 3.2:** Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil
- **Seção 3.3:** Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil por depositantes brasileiros
- **Seção 3.4:** Temas frequentes nos pedidos de patente
- **Seção 3.5:** Considerações sobre o uso da PI no setor de bioplásticos



3.1. Desenho metodológico resumido⁷

A construção do panorama tecnológico dos bioplásticos no Brasil baseou-se na análise de dados de patentes extraídos da base *Derwent World Patents Index* (DWPI) e da Base de Informação Tecnológica do INPI (BINTEC).

Foram identificados 8.399 pedidos de patente depositados no país entre os anos 2000 e 2025, compondo o conjunto de documentos utilizados para análise. A estratégia de busca dos documentos de patente combinou a utilização de palavras-chave e classificações de patentes (IPC/CPC), seguida de tratamento e consolidação dos dados.

Os documentos foram categorizados segundo dois eixos analíticos principais: i) tipos de biopolímeros utilizados; e ii) as tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação.

Ressalta-se que para os anos de 2023, 2024 e 2025, o total de pedidos de patente depositados no Brasil ainda não está consolidado, tendo em vista o período de sigilo de 18 meses, contado da data de depósito, até que o mesmo seja publicado (a menos que seja solicitada a publicação antecipada pelo depositante). Além disso, pedidos de patente depositados no exterior tem o período de até 12 meses (por meio da Convenção da União de Paris - CUP) ou até 30 meses (por meio do Tratado de Cooperação em matéria de Patentes - PCT) para entrar na fase nacional nos países onde se buscará a proteção. Desta forma, os dados dos anos mais recentes ainda estão subestimados, o que deve ser considerado na interpretação dos resultados. Por essa razão as tabelas e figuras com a evolução anual dos depósitos de pedidos de patente mostram somente os dados de depósitos entre 2000 e 2023.

⁷ O detalhamento da metodologia utilizada é apresentado no Anexo 2.



3.2. Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil

3.2.1. Dinâmica geral dos pedidos de patente

Foram identificados 8.399 pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil entre 2000 e 2025. A evolução dos depósitos de pedidos de patentes relacionados a bioplásticos no Brasil revela uma trajetória de expansão acelerada seguida de estabilização. Após um período inicial com baixa atividade (menos de 200 depósitos anuais), observa-se crescimento contínuo até o pico em 2011, com 473 depósitos. A partir de então, há uma estabilização em patamares elevados, com média superior a 400 depósitos anuais desde 2010. Em média os pedidos de patente relacionados a bioplásticos correspondem a 1,3% do total de pedidos de patente depositados no Brasil entre 2000 e 2023 (Figura 14).

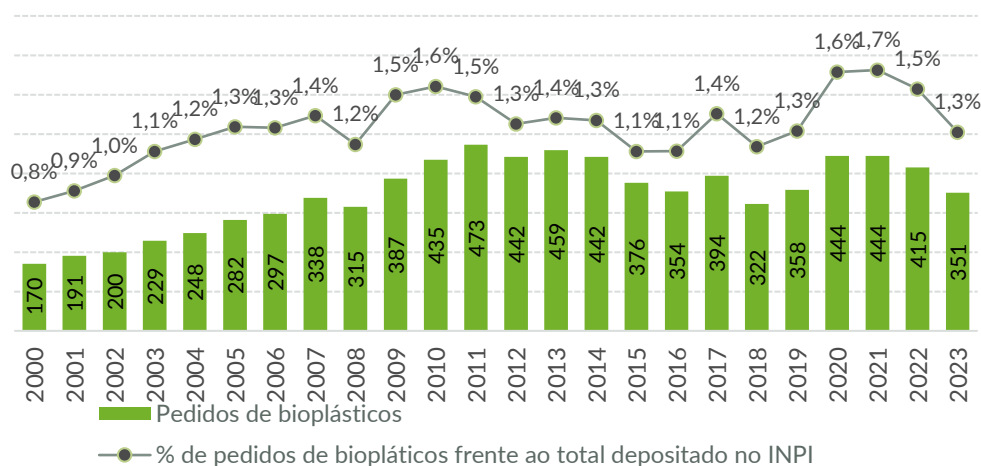


Figura 14. Número de pedidos de patente relacionados aos bioplásticos no Brasil por ano de depósito.

Fonte: Elaboração própria

Quando se consideram apenas os pedidos de patente realizados por depositantes brasileiros (representados pela área em verde claro na Figura 15), observa-se também uma tendência de crescimento ao longo do tempo. A geração de invenções por depositantes brasileiros apresenta um crescimento mais tardio, porém consistente, com intensificação a partir de 2015.

Considerando todo o período analisado, os depositantes brasileiros foram responsáveis por 13% dos depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil. No entanto, com o incremento da atividade de depósito nos últimos anos, os depositantes brasileiros passaram a ser responsáveis por aproximadamente um quinto dos pedidos de patente depositados entre 2015 e 2025, aumentando a participação



relativa do Brasil para 19% dos depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no período recente.

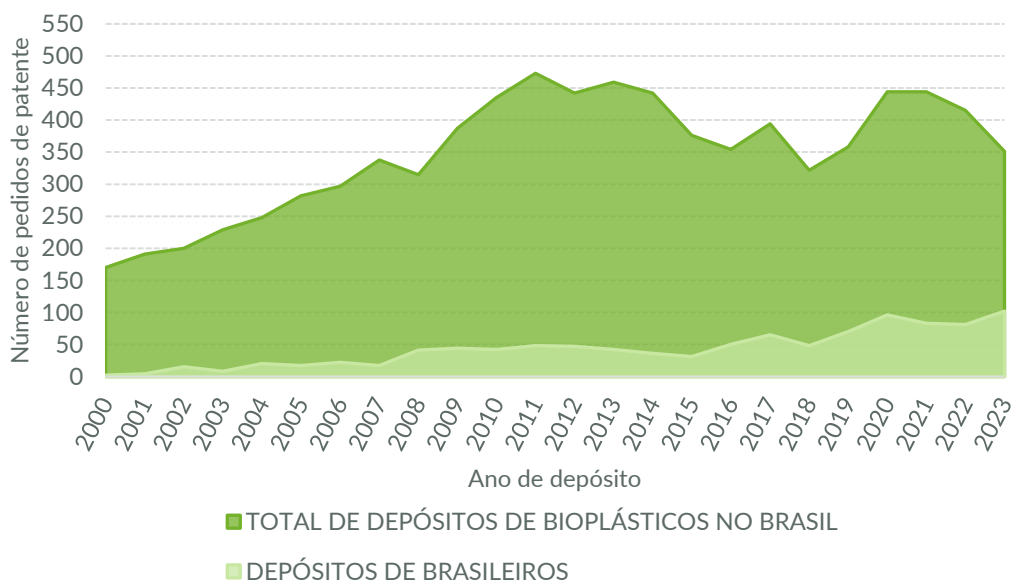


Figura 15. Número total de pedidos de patente relacionados aos bioplásticos e número de pedidos de depositantes brasileiro, no Brasil, por ano de depósito.

Fonte: Elaboração própria

3.2.2. Origem das invenções

As invenções relacionadas aos bioplásticos depositadas no Brasil têm como principais países de origem dos depositantes os Estados Unidos (38%), o Brasil (13%) e a Alemanha (11%). Em conjunto, esses três países respondem por 62% das invenções que buscam proteção por patente no Brasil no campo dos bioplásticos (Tabela 21).

As demais invenções identificadas apresentam origem distribuída entre diversos países, com destaque para Suíça, França, Japão, Países Baixos, Reino Unido e Coreia do Sul, cada um contribuindo com participação entre 3% e 6% do total de depósitos no período analisado.



Tabela 21 - Número de depósitos de pedidos de patente por país de origem dos depositantes e sua participação relativa no total de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil.

| País de origem do depositante | Nº de depósitos relacionados a bioplásticos | % em relação do total de depósitos relacionados a bioplásticos no Brasil |
|-------------------------------|---|--|
| 1. EUA | 3.170 | 38% |
| 2. BRASIL | 1.052 | 13% |
| 3. ALEMANHA | 883 | 11% |
| 4. SUÍÇA | 542 | 6% |
| 5. FRANÇA | 398 | 5% |
| 6. JAPÃO | 361 | 4% |
| 7. PAÍSES BAIXOS | 329 | 4% |
| 8. REINO UNIDO | 255 | 3% |
| 9. COREIA DO SUL | 240 | 3% |
| 10. ITÁLIA | 173 | 2% |
| 11. FINLÂNDIA | 137 | 2% |
| 12. ÍNDIA | 122 | 1% |
| 13. CHINA | 116 | 1% |
| 14. BÉLGICA | 111 | 1% |
| 15. DINAMARCA | 106 | 1% |

Fonte: Elaboração própria

A dinâmica temporal dos depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos pelos principais países geradores de invenções é apresentada na **Tabela 22**. Os Estados Unidos mantiveram-se como líderes na geração de invenções ao longo de todo o período analisado, embora se observe, ao longo do tempo, uma redução tanto no número absoluto de pedidos quanto em sua participação relativa no total de depósitos no Brasil, tendência que se repete para depositantes de outros países tradicionalmente relevantes, como Alemanha, França e Japão. Esses países concentraram 65% ou mais de sua atividade de depósitos nos quinze anos iniciais da série, relativos aos períodos compreendidos entre 2000 e 2014.

Por sua vez, o Brasil, como país de origem das invenções, apresenta uma trajetória ascendente, tanto em termos de número de pedidos depositados por ano quanto em participação relativa no total de depósitos de pedidos de patente relacionados aos bioplásticos. Ao longo dos anos, o País ampliou progressivamente sua atividade de patenteamento no setor, alcançando um volume de depósitos semelhante ao da Alemanha a partir de 2007. Desde 2016, o Brasil passou a ocupar a segunda posição como país de origem das invenções, sendo responsável por 22% dos depósitos realizados entre 2020 e 2025.

Além do Brasil, países como Finlândia e China também apresentam trajetórias ascendentes de depósitos ao longo do tempo. Como resultado, a geração de invenções no campo de bioplásticos torna-se progressivamente menos concentrada nos principais



países inovadores, especialmente Estados Unidos e Alemanha. Esse processo reflete a crescente participação de depositantes de países como Coreia do Sul, Finlândia, Índia, China, Bélgica, Dinamarca, Canadá, Israel e Suécia, que concentraram mais de 45% de suas invenções no período mais recente (2015 a 2025).

Tabela 22 - Número de depósitos de pedidos de patente e participação no total de pedidos por período dos principais países de origem das invenções relacionadas a bioplásticos depositadas no Brasil.⁸

| 2000-2004 [1.038 pedidos] | 2005-2009 [1.619 pedidos] | 2010-2014 [2.251 pedidos] | 2015-2019 [1.804 pedidos] | 2020-2025 [1.697pedidos] |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. EUA [517, 50%] | 1. EUA [679, 42%] | 1. EUA [936, 42%] | 1. EUA [604, 33%] | 1. EUA [434, 26%] |
| 2. ALEMANHA [136, 13%] | 2. ALEMANHA [201, 12%] | 2. ALEMANHA [220, 10%] | 2. BRASIL [264, 15%] | 2. BRASIL [383, 23%] |
| 3. SUÍÇA [76, 7%] | 3. BRASIL [141, 9%] | 3. BRASIL [215, 10%] | 3. ALEMANHA [187, 10%] | 3. ALEMANHA [139, 8%] |
| 4. FRANÇA [55, 5%] | 4. SUÍÇA [91, 6%] | 4. SUÍÇA [144, 6%] | 4. SUÍÇA [108, 6%] | 4. SUÍÇA [123, 7%] |
| 5. BRASIL [49, 5%] | 5. JAPÃO [88, 5%] | 5. FRANÇA [122, 5%] | 5. FRANÇA [86, 5%] | 5. COREIA DO SUL [57, 3%] |
| 6. JAPÃO [48, 5%] | 6. FRANÇA [84, 5%] | 6. JAPÃO [109, 5%] | 6. PAÍSES BAIXOS [85, 5%] | 6. REINO UNIDO [55, 3%] |
| 7. PAÍSES BAIXOS [31, 3%] | 7. PAÍSES BAIXOS [68, 4%] | 7. PAÍSES BAIXOS [93, 4%] | 7. JAPÃO [72, 4%] | 7. PAÍSES BAIXOS [52, 3%] |
| 8. REINO UNIDO [31, 3%] | 8. REINO UNIDO [44, 3%] | 8. REINO UNIDO [77, 3%] | 8. COREIA DO SUL [57, 3%] | 8. FRANÇA [51, 3%] |
| | 9. COREIA DO SUL [43, 3%] | 9. COREIA DO SUL [70, 3%] | 9. REINO UNIDO [48, 3%] | 9. FINLÂNDIA [49, 3%] |
| | | 10. ITÁLIA [50, 2%] | 10. FINLÂNDIA [42, 2%] | 10. JAPÃO [44, 3%] |
| | | 11. FINLÂNDIA [35, 2%] | 11. ITÁLIA [38, 2%] | 11. CHINA [41, 2%] |
| | | 12. ISRAEL [31, 1%] | 12. CHINA [35, 2%] | 12. ITÁLIA [38, 2%] |
| | | 13. DINAMARCA [30, 1%] | 13. BÉLGICA [33, 2%] | |

Fonte: Elaboração própria

3.2.3. Perfil dos depositantes

Os depositantes com maior número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil estão apresentados na Tabela 23. Entre os dez principais depositantes, seis são empresas estadunidenses: Procter & Gamble, Kimberly-Clark, Dow Chemical Company, Johnson & Johnson, 3M Innovative Properties Company e DuPont. Também figuram duas empresas alemãs, BASF e Evonik, além de uma empresa japonesa, Kuraray/Monosol⁹, e uma empresa de origem neerlandesa, Unilever.

⁸ São listados todos os países que somaram mais de 30 pedidos de patente depositados no período.

⁹ A empresa japonesa Kuraray adquiriu a MonoSol, LLC em 2012. A relação é de empresa controladora (Kuraray) e subsidiária/divisão (MonoSol). Os pedidos de patente em nome da Kuraray têm origem no Japão e aqueles em nome da MonoSol têm origem nos EUA.



Tabela 23 - Principais depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil entre 2000 e 2025.

| Principais Depositantes ¹⁰ | Número de pedidos de patente |
|---|------------------------------|
| 1. BASF ¹¹ | 215 |
| 2. PROCTER & GAMBLE | 202 |
| 3. KIMBERLY-CLARK | 165 |
| 4. DOW CHEMICAL COMPANY ¹² | 155 |
| 5. JOHNSON & JOHNSON ¹³ | 150 |
| 6. 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY | 89 |
| 7. EVONIK ¹⁴ | 89 |
| 8. DUPONT | 70 |
| 9. KURARAY/MONOSOL | 70 |
| 10. UNILEVER | 69 |
| 11. HALLIBURTON ENERGY SERVICES | 67 |
| 12. DSM/FIRMENICH | 62 |
| 13. SOLVAY/RHODIA ¹⁵ | 59 |
| 14. HANMI HOLDINGS | 58 |
| 15. BAYER | 51 |
| 16. LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME | 51 |
| 17. PHILIP MORRIS PRODUCTS | 50 |
| 18. STORA ENSO | 48 |
| 19. TETRA LAVAL | 48 |
| 20. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP | 48 |
| 21. NESTLÉ/NESTEC | 46 |
| 22. ARKEMA | 45 |
| 23. OMYA INTERNATIONAL | 40 |
| 24. ALLERGAN | 38 |
| 25. L'ORÉAL | 38 |
| 26. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP | 37 |
| 27. HENKEL | 36 |
| 28. INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES | 33 |
| 29. LG GROUP | 33 |
| 30. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG | 33 |
| 31. BIORESET BIOTECNOLOGIA | 32 |
| 32. KENVUE ¹⁶ | 32 |
| 33. CORBION/PURAC BIOCHEM | 32 |
| 34. BRITISH AMERICAN TOBACCO ¹⁷ | 31 |
| 35. NOVARTIS | 31 |
| 36. AVERY DENNISON CORPORATION | 30 |
| 37. COLGATE-PALMOLIVE COMPANY | 30 |
| 38. DANIMER SCIENTIFIC ¹⁸ /MEREDIAN | 30 |
| 39. LUBRIZOL ¹⁹ | 30 |

Fonte: Elaboração própria

Entre os principais depositantes (Tabela 23 e 24) destacam-se algumas organizações brasileiras: quatro universidades, a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Universidade Federal de Minas Gerais

¹⁰ A designação das empresas listadas na figura agrupa sob a mesma identificação: a empresa principal, as empresas afiliadas, subsidiárias e adquiridas, incluindo tanto as ativas quanto as extintas no processo de fusões e aquisições. Deste modo algumas das empresas listadas podem estar associadas a mais de um país por englobarem depositantes de origens distintas.

¹¹ Pedidos da BASF incluem os pedidos em nome da empresa adquirida Ciba Holding.

¹² Pedidos da Dow Chemical Company incluem os pedidos em nome da empresa adquirida Rohm and Haas Company.

¹³ Pedidos da Johnson & Johnson incluem os pedidos em nome das empresas Ethicon, Janssen Pharmaceuticals, Cilag, Ortho-Mcneil Pharmaceutical, Depuy Synthes Products, Currahee e Chenango.

¹⁴ Pedidos da Evonik incluem os pedidos em nome das empresas Degussa e Röhm.

¹⁵ Pedidos da Solvay incluem os pedidos em nome da empresa Cytec Industries.

¹⁶ Pedidos da Kenvue incluem os pedidos em nome da empresa McNeil Consumer Healthcare.

¹⁷ Pedidos da British American Tobacco incluem os pedidos em nome da empresa subsidiária Nicoventures Trading Limited.

¹⁸ Pedidos da Danimer Scientific incluem os pedidos em nome da empresa Meredian Holdings Group ou MHG

¹⁹ Pedidos da Lubrizol incluem os pedidos em nome da empresa Noveon.



(UFMG) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), além de duas empresas, a Bioreset Biotecnologia e a Braskem.

Tabela 24 - Principais depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil entre 2000 e 2025 por país de origem.²⁰

| País de origem | Principais depositantes ²¹ |
|---|--|
| 1. EUA | PROCTER & GAMBLE |
| | KIMBERLY-CLARK |
| | DOW CHEMICAL COMPANY |
| | JOHNSON & JOHNSON |
| | 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY |
| | DUPONT |
| | HALLIBURTON ENERGY SERVICES |
| | ALLERGAN |
| | COLGATE-PALMOLIVE COMPANY |
| | AVERY DENNISON CORPORATION |
| | DANIMER SCIENTIFIC |
| | LUBRIZOL |
| | CORTEVA AGRISCIENCES ²² |
| | THE GILLETTE COMPANY |
| | XEROX CORPORATION |
| | INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES ²³ |
| | SELECTA BIOSCIENCES |
| EASTMAN CHEMICAL COMPANY | |
| CELANESE | |
| KENVUE | |
| YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX | |
| BAXTER INTERNATIONAL | |
| 2. BRASIL | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG |
| | BIORESET BIOTECNOLOGIA |
| | BRASKEM |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS | |
| 3. ALEMANHA | BASF |
| | EVONIK |
| | LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME |
| | BAYER |
| | HENKEL |
| 4. SUÍÇA | LANXESS |
| | PHILIP MORRIS PRODUCTS |
| | TETRA LAVAL |
| | NESTLÉ/NESTEC |
| | OMYA INTERNATIONAL |
| 5. FRANÇA | NOVARTIS |
| | INVISTA |
| | ARKEMA |
| | L'ORÉAL |
| | SOLVAY/RHODIA |
| 6. JAPÃO | CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE |
| | KURARAY/MONOSOL |
| | SUMITOMO GROUP |
| | TEIJIN |

²⁰ Depositantes com 20 ou mais pedidos de patente ou top 3 depositantes de cada país.

²¹ A designação das empresas listadas na figura agrupa sob a mesma identificação: a empresa principal, as empresas afiliadas, subsidiárias e adquiridas, incluindo tanto as ativas quanto as extintas no processo de fusões e aquisições. Deste modo, algumas das empresas listadas podem estar associadas a mais de um país, por englobarem depositantes com origens distintas. Desta forma, em razão do agrupamento desses depositantes algumas empresas têm origem em mais de um país, sendo listada no país principal.

²² Pedidos da Corteva Agriscience incluem os pedidos em nome das empresas Pioneer Hi-Bred International e Dow Agrosciences.

²³ Pedidos da International Flavors & Fragrances incluem os pedidos em nome das empresas Danisco e Dupont Nutrition.



| País de origem | Principais depositantes ²¹ |
|------------------|--|
| | TORAY INDUSTRIES |
| | UNILEVER |
| 7. PAÍSES BAIXOS | DSM/FIRMENICH |
| | CORBION/PURAC BIOCHEM |
| | AKZO NOBEL |
| 8. REINO UNIDO | BRITISH AMERICAN TOBACCO |
| | GSK - GLAXOSMITHKLINE ²⁴ |
| | JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED COMPANY |
| 9. COREIA DO SUL | HANMI HOLDINGS |
| | LG GROUP |
| | SAMYANG HOLDINGS CORPORATION |
| 10. ITÁLIA | NOVAMONT |
| | PIRELLI |
| | SACMI COOPERATIVA MECCANICI IMOLA SOCIETA' COOPERATIVA |
| 11. FINLÂNDIA | STORA ENSO |
| | UPM-KYMENE CORPORATION |
| | KEMIRA |

Fonte: Elaboração própria

A dinâmica temporal dos depósitos de pedidos de patente realizados pelos principais depositantes é apresentada na Tabela 25. De modo geral, observa-se que as empresas líderes em invenções depositadas no Brasil mantiveram atuação relevante no cenário tecnológico de bioplásticos ao longo de todo o período analisado, como é o caso de BASF, Kimberly-Clark, Dow Chemical Company e Johnson & Johnson.

Entretanto, entre os depositantes que acumularam grande número de invenções nesse mesmo período, alguns reduziram sua atividade de depósito nos anos mais recentes, incluindo 3M Innovative Properties Company, DuPont, Halliburton Energy Services, Bayer, Allergan e Novartis.

Observa-se ainda um aumento da participação de depositantes brasileiros (destacados em verde na Tabela 25) entre os principais depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos no Brasil a partir de 2010, indicando um fortalecimento progressivo da atividade inventiva nacional nesse campo tecnológico.

Alguns dos principais depositantes listados nas Tabela 23 e Tabela 25 consolidaram participação relevante apenas no período mais recente. Entre os depositantes que iniciaram ou intensificaram sua atividade inventiva nos últimos anos destacam-se Kuraray/Monosol, LTS Lohmann Therapie-Systeme, Philip Morris Products, Stora Enso, Nestlé/Nestec, Omya International, L'Oréal, International Flavors & Fragrances, LG Group, Universidade Federal de Minas Gerais, Bioreset Biotecnologia, Corbion/Purac Biochem, British American Tobacco, Danimer Scientific, Lubrizol, Braskem, Invista e Samyang Holdings Corporation. Essas organizações concentram 50% ou mais de seus depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos nos últimos dez anos, ou seja, a partir de 2015, evidenciando a emergência de novos atores neste campo tecnológico.

²⁴ Pedidos da GSK - Glaxosmithkline incluem os pedidos em nome das empresas Glaxo, Smithkline Beecham e Stiefel.



Tabela 25 - Número de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos realizados pelos principais depositantes²⁵ no Brasil por período.

| 2000-2004 [1.038 pedidos] | 2005-2009 [1.619 pedidos] | 2010-2014 [2.251 pedidos] | 2015-2019 [1.804 pedidos] | 2020-2023 [1.654 pedidos] |
|---|--|--|--|--|
| 1. PROCTER & GAMBLE [50] | 1. BASF [49] | 1. PROCTER & GAMBLE [70] | 1. BASF [54] | 1. BIORESET BIOTECNOLOGIA [32] |
| 2. KIMBERLY-CLARK [48] | 2. PROCTER & GAMBLE [34] | 2. KIMBERLY-CLARK [60] | 2. JOHNSON & JOHNSON [35] | 2. BASF [27] |
| 3. JOHNSON & JOHNSON [31] | 3. JOHNSON & JOHNSON [28] | 3. BASF [58] | 3. DOW CHEMICAL COMPANY [34] | 3. NESTLÉ/NESTEC [26] |
| 4. DOW CHEMICAL COMPANY [30] | 4. 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [27] | 4. DOW CHEMICAL COMPANY [50] | 4. PROCTER & GAMBLE [27] | 4. STORA ENSO [24] |
| 5. BASF [27] | 5. DUPONT [26] | 5. HALLIBURTON ENERGY SERVICES [48] | 5. UNILEVER [23] | 5. KURARAY/MONOSOL [23] |
| 6. BAYER [15] | 6. KIMBERLY-CLARK [25] | 6. JOHNSON & JOHNSON [44] | 6. KIMBERLY-CLARK [22] | 6. PHILIP MORRIS PRODUCTS [22] |
| 7. PFIZER [15] | 7. DOW CHEMICAL COMPANY [24] | 7. 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [35] | 7. EVONIK [20] | 7. PROCTER & GAMBLE [21] |
| 8. SOLVAY/RHODIA [13] | 8. ALLERGAN [22] | 8. HANMI HOLDINGS [33] | 8. HANMI HOLDINGS [20] | 8. LG GROUP [19] |
| 9. NOVARTIS [13] | 9. BAYER [20] | 9. EVONIK [30] | 9. INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES [19] | 9. LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME [18] |
| 10. 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [12] | 10. EVONIK [19] | 10. DSM/FIRMENICH [26] | 10. KURARY/MONOSOL [16] | 10. DOW CHEMICAL COMPANY [17] |
| 11. DUPONT [11] | 11. TEIJIN [19] | 11. DUPONT [22] | 11. SOLVAY/RHODIA [15] | 11. DANIMER SCIENTIFIC [17] |
| 12. EVONIK [10] | 12. ARKEMA [18] | 12. XEROX CORPORATION [20] | 12. LUBRIZOL [14] | 12. BRITISH AMERICAN TOBACCO [12] |
| 13. ALCON [10] | 13. UNILEVER [16] | 13. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP [18] | 13. PHILIP MORRIS PRODUCTS [13] | 13. EDSON LUIZ PERACHI [12] |
| | 14. ELAN PHARMA INTERNATIONAL [16] | 14. OMYA INTERNATIONAL [17] | 14. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG [13] | 14. JOHNSON & JOHNSON [12] |
| | 15. DSM/FIRMENICH [15] | 15. CORTEVA AGRISCIENCES [17] | 15. CORBION/PURAC BIOCHEM [13] | 15. OMYA INTERNATIONAL [12] |
| | 16. TETRA LAVAL [15] | 16. KURARY/MONOSOL [17] | 16. HENKEL [12] | 16. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP [12] |
| | 17. NOVARTIS [14] | 17. SELECTA BIOSCIENCES [17] | 17. INVISTA [12] | 17. CARBON TECHNOLOGY HOLDINGS [11] |
| | 18. MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS [14] | 18. ARKEMA [16] | 18. MERCK GROUP [12] | 18. NOVAMONT [11] |
| | 19. SOLVAY/RHODIA [13] | 19. HENKEL [16] | 19. 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [11] | 19. TETRA LAVAL [11] |
| | 20. LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME [12] | 20. YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX [16] | 20. DSM/FIRMENICH [11] | 20. ARTHUR CAMPOS PEREIRA [10] |
| | 21. LG GROUP [12] | 21. SOLVAY/RHODIA [15] | 21. STORA ENSO [11] | 21. EVONIK [10] |
| | 22. AKZO NOBEL [11] | 22. UNILEVER [14] | 22. CORTEVA AGRISCIENCES [11] | 22. KIMBERLY-CLARK [10] |
| | 23. ABBOTT [11] | 23. TORAY INDUSTRIES [14] | 23. DUPONT [10] | 23. L'ORÉAL [10] |
| | 24. COLGATE-PALMOLIVE COMPANY [10] | 24. EASTMAN CHEMICAL COMPANY [13] | 24. BRASKEM [10] | |
| | 25. MUSASHINO CHEMICAL LABORATORY [10] | 25. STORA ENSO [12] | 25. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAPEMIG [10] | |
| | 26. PHB INDUSTRIAL S/A [10] | 26. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP [12] | | |

Fonte: Elaboração própria

²⁵ São apresentados somente depositantes com 10 ou mais pedidos de patente no período ou os 25 depositantes com maior número de pedidos.



Cabe ainda destacar alguns depositantes que se consolidaram como atores relevantes em número de depósitos no período mais recente, como a Universidade de São Paulo (USP), a Carbon Technology Holdings e a Novamont.

3.2.4. Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação das invenções

As invenções relacionadas aos bioplásticos permeiam diversas áreas tecnológicas com aplicação em diferentes setores. Elas abrangem o processamento e a conversão de biomassa em biopolímeros, que podem ser biodegradáveis ou não, bem como o processamento de hidrocarbonetos fósseis para a produção de polímeros biodegradáveis. Incluem também a transformação desses materiais poliméricos em produtos finais que chegam ao consumidor na forma de embalagens, peças automotivas, utensílios descartáveis ou componentes utilizados, por exemplo, nos setores médico e agrícola.

Com o objetivo de alcançar maior nível de detalhamento na análise do conjunto de invenções relacionadas a bioplásticos, estas foram classificadas segundo as tecnologias de **preparação de biopolímeros** e os diferentes **campos de aplicação** final do bioplástico.

A distribuição das invenções relacionadas a bioplásticos de acordo com as áreas tecnológicas e os campos de aplicação são apresentadas a seguir.

3.2.4.1. Preparação de biopolímeros

O conjunto de invenções relacionadas a **preparação de biopolímeros** concentra a maior parte do desenvolvimento tecnológico relacionado aos bioplásticos, respondendo por 46% dos pedidos de patente identificados neste estudo. As invenções tratam de processos de produção e processamento químico de biopolímeros, bem como de suas composições e materiais poliméricos. Essas tecnologias refletem a intensa dinâmica de inovação associada ao processamento de diferentes tipos de biomassa (como por exemplo, lignocelulósica, sacarídica, resíduos orgânicos e amido), à síntese de polímeros e copolímeros (incluindo derivados de poliésteres, polietilenos, poliéteres, poliuretanos, poliamidas e polipropilenos, entre outros) e à produção de uma ampla variedade de produtos derivados, como composições poliméricas, materiais multicamadas, filmes, revestimentos e compósitos.

A grande concentração de invenções na área de **preparação de biopolímeros** reflete a complexidade tecnológica da síntese e processamento dos biopolímeros e a centralidade da química de materiais para a inovação em bioplásticos, bem como ressalta o caráter habilitador dessa etapa para as múltiplas aplicações dos bioplásticos.



Os principais depositantes deste conjunto de pedidos de patente incluem empresas globais líderes em química básica e petroquímica, intensivas em P&D e com portfólios robustos de patentes, como Basf, Dow Chemical Company, Braskem, Lanxess, Invista e Teijin. Também se destacam empresas especializadas em química fina, especialidades químicas e materiais avançados, como DuPont, Evonik, Kuraray, Solvay, DSM-Firmenich, LG Group (LG Chem), Arkema, Akzo Nobel, Lubrizol e Omya.

Cabe ainda destacar empresas focadas especificamente em biomateriais, biopolímeros e bioplásticos, como Novamont, Danimer Scientific, Yield10 Bioscience/Metabolix, Corbion/Purac Biochem, Stora Enso e a *startup* brasileira Bioreset Biotecnologia.

Entre os principais depositantes encontram-se também empresas voltadas a produtos finais e soluções aplicadas, mas com forte base industrial em química. Essas empresas apresentam um perfil de integração entre química e aplicação final, desenvolvendo tanto os insumos químicos quanto as aplicações comerciais. Esse perfil é observado em empresas como Procter & Gamble, Kimberly-Clark e Henkel (bens de consumo e higiene), Johnson & Johnson (saúde e biotecnologia médica), 3M (adesivos e soluções industriais), Bayer (agricultura e saúde) e Xerox (impressão), que utilizam os biopolímeros como componentes de soluções comerciais em seus respectivos mercados. Essas organizações concentram grande parte de seu portfólio em invenções tanto na área de **preparação de biopolímeros** quanto em aplicações finais associadas aos seus mercados.

3.2.4.2. Campos de aplicação do bioplástico

Os campos de aplicação dos bioplásticos são diversos, com destaque para **área médica** e outras áreas relevantes como: **embalagens, cosméticos e higiene, agricultura e têxteis**. Cabe ressaltar que as invenções voltadas às aplicações finais dos bioplásticos possuem grande interseção com a **preparação de biopolímeros**, indicando que a concentração da atividade de inovação tecnológica está voltada ao domínio da química e engenharia de materiais. Assim, mesmo as aplicações *downstream* na cadeia industrial dependem da capacidade de dominar as tecnologias *upstream* na área de **preparação de biopolímeros**, incluindo as aplicações de alto valor agregado e elevada intensidade tecnológica, especialmente em saúde. Os principais achados em relação aos pedidos de patente associados aos diferentes campos de aplicação do bioplástico são apresentadas a seguir. Nota-se que um mesmo pedido pode estar relacionado a mais de um campo de aplicação.

Composições farmacêuticas

Entre os campos de aplicação dos bioplásticos, a área médica concentra o maior número de invenções, sendo 25% dos pedidos de patente associados a **composições farmacêuticas** e 15% a **materiais médicos**.



Nas **composições farmacêuticas**, as invenções estão principalmente relacionadas ao uso de biopolímeros como ingredientes não ativos em preparações medicinais (por exemplo, como excipientes ou aditivos inertes) e como agentes estruturantes responsáveis por conferir formas ou características específicas às formulações farmacêuticas (tais como soluções, dispersões, pós, grânulos, comprimidos ou cápsulas).

A principal depositante na área é a farmacêutica sul-coreana Hanmi, envolvida no desenvolvimento de formulações farmacêuticas baseadas em tecnologias avançadas de *drug delivery* que utilizam polímeros e biopolímeros. Outra empresa relevante é a LTS Lohmann Therapie-Systeme, especializada no desenvolvimento e na fabricação de sistemas inovadores de administração de medicamentos, especialmente sistemas transdérmicos.

A lista de principais depositantes neste campo de aplicação inclui ainda grandes empresas farmacêuticas globais, como Pfizer, Novartis, AbbVie, GlaxoSmithKline (GSK/Stiefel), Allergan e Merck Group, bem como empresas biotecnológicas de menor porte, como Selecta Biosciences/Cartesian Therapeutics e Elan Pharma International.

Também são encontradas empresas voltadas para dispositivos médicos e tecnologias de saúde, como Johnson & Johnson (principalmente as subsidiárias Ethicon e DePuy Synthes), Baxter International, Abbott Laboratories e Alcon. Empresas produtoras de medicamentos isentos de prescrição e produtos de saúde e higiene, como Procter & Gamble e Kenvue, também aparecem entre os depositantes. Além disso, destacam-se fornecedores de insumos químicos, excipientes e biomateriais para a indústria farmacêutica, como Evonik, BASF e Samyang Holdings. Entre os principais depositantes aparecem ainda duas instituições brasileiras de ensino e pesquisa: Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Materiais médicos

As invenções relacionadas aos **materiais médicos** envolvem biopolímeros biocompatíveis e bioabsorvíveis, aplicados a instrumentos, próteses, dispositivos, implantes, *stents*, curativos e absorventes.

A Johnson & Johnson é a principal depositante na área, com invenções relacionadas a materiais e instrumentos cirúrgicos, incluindo suturas absorvíveis, malhas cirúrgicas para reparo de tecidos e biomateriais voltados à cicatrização e regeneração. As invenções incluem materiais, instrumentos e dispositivos cirúrgicos, suturas e grampos, lentes oftálmicas, implantes e próteses. Nesse campo, destacam-se particularmente os depósitos da subsidiária Ethicon, especializada em suturas absorvíveis e biomateriais cirúrgicos.

Outras empresas relevantes incluem: Synthes, com implantes e dispositivos ortopédicos reabsorvíveis ou promotores de regeneração óssea; Alcon, voltada para implantes e biomateriais oftálmicos; Allergan, com atuação em implantes e



preenchimentos estéticos; Hemoteg, produtora de revestimentos biocompatíveis (hemocompatíveis e anti-trombóticos) para *stents* e cateteres; LTS Lohmann, com dispositivos de administração de medicamentos, incluindo adesivos transdérmicos, matrizes poliméricas terapêuticas e sistemas terapêuticos de liberação prolongada.

Embalagens

A área de **embalagens** representa 14% do total de invenções relacionadas a bioplásticos e apresenta uma tendência de crescimento consistente no número de depósitos ao longo do tempo. No período mais recente (2020–2025), essa participação já alcança cerca de 20% das invenções, refletindo o crescente interesse industrial por soluções sustentáveis de acondicionamento de produtos.

As tecnologias predominantes incluem o desenvolvimento de materiais biodegradáveis, estruturas multicamadas, filmes flexíveis e soluções baseadas em papel, papelão e fibras naturais.

Os principais depositantes incluem grandes empresas de bens de consumo, que atuam como importantes indutoras de inovação ao demandar embalagens sustentáveis em suas cadeias produtivas, sejam elas renováveis, recicláveis e/ou biodegradáveis. Entre elas destacam-se Procter & Gamble, Unilever, Henkel (voltadas ao setor de produtos de limpeza, higiene e cosméticos), Nestlé e The Coca-Cola Company (voltadas ao setor de alimentos e bebidas).

Além dessas, há forte presença de empresas especializadas na produção de embalagens e materiais de acondicionamento, tais como: Stora Enso (com embalagens sustentáveis baseadas em papel, papelão e fibra de madeira); Amcor (com filmes flexíveis e embalagens recicláveis); Huhtamaki (com embalagens de fibra moldada); ALPLA (com garrafas PET e bio-PET); Tetra Laval (com embalagens cartonadas); e Cryovac (com filmes multicamadas para alimentos).

Também participam desse ecossistema empresas produtoras de filmes, revestimentos, tintas, aditivos e adesivos: Dow Chemical Company, Kuraray/Monosol (filmes), Sun Chemical (tintas de impressão, pigmentos e revestimentos), Novamont (especializada em bioplásticos e bioprodutos a partir de matérias-primas renováveis), Avery Dennison (adesivos e rótulos) e Kuhne Anlagenbau (filmes).

Cosméticos e Higiene

A área de **cosméticos e higiene** responde por cerca de 14% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se principalmente em formulações para cuidados com a pele e os cabelos, produtos de higiene bucal e artigos absorventes, como fraldas e absorventes higiênicos.



Nesse segmento, os biopolímeros são utilizados sobretudo como agentes estruturantes, estabilizantes, formadores de filme e materiais absorventes, além de componentes de suportes poliméricos para ativos cosméticos.

Observa-se significativa sobreposição tecnológica com a área médica, particularmente em aplicações relacionadas a curativos, ataduras e materiais absorventes, que compartilham requisitos semelhantes de biocompatibilidade e funcionalidade.

Os principais depositantes incluem grandes empresas de bens de consumo e higiene pessoal, como Procter & Gamble (com muitas invenções voltadas para composições de limpeza e higiene pessoal), Kimberly-Clark (com invenções de artigos absorventes), Unilever (com invenções de composições de detergentes, principalmente para limpeza de roupas), L'Oréal (com invenções de composições voltadas para pele, cabelo e maquiagem) e Colgate-Palmolive (com invenções de composições de higiene bucal). Essas empresas desenvolvem invenções em bioplástico voltadas principalmente para produtos de higiene pessoal, limpeza doméstica e cosméticos.

Também se destacam empresas especializadas em ingredientes funcionais, fragrâncias e aromas, como DSM-Firmenich, IFF e Givaudan, bem como produtores de polímeros e materiais químicos, entre eles BASF, Dow e Kuraray/Monosol.

Agricultura

A área de **agricultura** representa aproximadamente 8% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se em formulações agroquímicas, incluindo pesticidas, herbicidas e fungicidas, além de fertilizantes, que aparecem em menor medida.

Os biopolímeros contribuem para formas de apresentação específicas das formulações e possibilitam o desenvolvimento de microcápsulas, revestimentos, géis, dispersões e grânulos, permitindo maior eficiência na entrega e liberação gradual dos ingredientes ativos. Nesse contexto, os biopolímeros são incorporados a fertilizantes, pesticidas, bioestimulantes e revestimentos de sementes, desempenhando funções como matriz, carreadores, encapsulantes, agentes de liberação controlada e estabilizantes.

Os principais depositantes são grandes empresas agroquímicas globais, como BASF, Corteva, Bayer, UPL Limited, Sumitomo Group, Syngenta e DuPont, que utilizam biopolímeros para melhorar o desempenho e a sustentabilidade de insumos agrícolas.

Têxteis

A área de **têxteis** responde por cerca de 7% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se principalmente no desenvolvimento de tecidos não tecidos, frequentemente utilizados em materiais multicamadas e em aplicações associadas a produtos de higiene, limpeza e cuidados pessoais.



Entre os principais depositantes destacam-se empresas de bens de consumo que utilizam materiais têxteis e não tecidos biodegradáveis em seus produtos, como Procter & Gamble, Kimberly-Clark e Johnson & Johnson. Também figuram empresas especializadas na produção de tecidos técnicos e materiais não tecidos, incluindo Freudenberg Group, Fitesa e Owens Corning. Outro ator relevante é o DyStar Group, fornecedor de corantes e especialidades químicas para a indústria têxtil, que desenvolve soluções envolvendo biopolímeros para acabamentos e tratamentos têxteis.

Alimentos

A área de **alimentos** representa cerca de 4% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se na utilização de biopolímeros em aditivos alimentares, sistemas de encapsulação, revestimento e carreadores poliméricos, utilizados para estabilização de ingredientes, proteção de compostos sensíveis e modulação das propriedades organolépticas de alimentos e bebidas.

Nesse segmento, destacam-se empresas especializadas em ingredientes alimentares e biotecnologia, como DSM-Firmenich, IFF e Symrise, que utilizam biopolímeros para encapsulação e estabilização de compostos aromáticos e nutricionais. São encontradas também empresas do setor alimentício, como Nestlé, Unilever, Kraft Foods, Intercontinental Great Brands e Gumlink, que utilizam biopolímeros tanto como ingredientes funcionais quanto como componentes de embalagens e invólucros alimentares, como cápsulas e sachês.

Eletrônica

A área de **eletrônica** representa cerca de 3% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se principalmente no desenvolvimento de baterias e células eletroquímicas, nas quais biopolímeros podem atuar como ligantes, separadores ou matrizes estruturais.

Entre os principais depositantes destacam-se BASF, The Gillette Company e GRST International. Também participam empresas como Freudenberg Group, com materiais têxteis funcionais e sensores integrados, e Siemens, com tecnologias relacionadas a materiais de isolamento.

Artigos domésticos

A área de **artigos domésticos** responde por 3% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se principalmente em sistemas de preparo doméstico de bebidas, especialmente cápsulas e sachês para café e chá, além de embalagens e itens descartáveis.



Entre os principais depositantes estão Nestlé, Koninklijke Douwe Egberts, Tchibo e K-fee System, que desenvolvem tecnologias associadas a cápsulas biodegradáveis e materiais sustentáveis para sistemas de preparo de bebidas. A Procter & Gamble também se destaca como depositante relevante, com invenções relacionadas a produtos de limpeza, higiene doméstica e itens descartáveis, área na qual também atuam Kimberly-Clark, Johnson & Johnson e L'Oréal.

Transporte

A área de **transporte** representa cerca de 3% dos pedidos de patente. As invenções concentram-se principalmente em pneus e componentes automotivos, incluindo tanques de combustível e elementos estruturais do veículo.

Fabricantes globais de pneus como Michelin, Pirelli, Goodyear e Bridgestone desenvolvem tecnologias baseadas em borrachas biobaseadas e biopolímeros, com o objetivo de melhorar o desempenho e reduzir o impacto ambiental. Outros atores relevantes incluem Sekisui Chemical, com tecnologias de vidros laminados; Plastic Omnium, com sistemas automotivos de plástico; e Ube Corporation, com tubos e mangueiras multicamadas.

Impressão

A área de impressão responde por cerca de 2% dos pedidos de patente. As invenções incluem papéis técnicos, filmes, adesivos, substratos de impressão, revestimentos e tintas baseados em biopolímeros. Entre os principais depositantes destacam-se Arjowiggins, com tecnologias relacionadas a papéis especiais e papéis técnicos, além de empresas de tecnologia de impressão como Xerox, com invenções envolvendo partículas de toner e processos de impressão, e Fujifilm, com desenvolvimentos em substratos e tecnologias de impressão litográfica.

Perfuração de solo ou rocha

A área de **perfuração de solo ou rocha** representa 2% dos pedidos de patente. As tecnologias estão associadas principalmente à perfuração de poços de petróleo, gás e mineração, nas quais biopolímeros são utilizados em fluidos de perfuração, aditivos reológicos, agentes de controle de filtrado e encapsulantes. A adoção desses materiais está associada à necessidade de redução de impactos ambientais e ao desenvolvimento de fluidos biodegradáveis para operações de perfuração. Entre os principais depositantes destacam-se Halliburton e GE Oil & Gas/Baker Hughes.



Construção civil

A área de **construção civil** responde por 2% dos pedidos de patente. As invenções concentram-se no desenvolvimento de materiais construtivos, incluindo cimentos, argamassas e compósitos poliméricos. Entre os principais depositantes destacam-se United States Gypsum Company e Saint-Gobain, com tecnologias relacionadas a placas e painéis de gesso, além de Owens Corning e Rockwool, com soluções para materiais de isolamento.

Vestuário

A área de **vestuário** representa 2% dos pedidos de patente. Na área se destacam as invenções relacionadas a roupas e trajes especialmente adaptados para proteção e também invenções de calçados. A principal depositante é a Kimberly-Clarck com invenções relacionadas a artigos compostos de materiais poliméricos com propriedades específicas, como respirabilidade, elasticidade e absorção.

Tabaco

A área de **tabaco** representa 1% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. As invenções concentram-se no desenvolvimento de filtros biodegradáveis, composições geradoras de aerossol, papéis especiais para cigarros, sistemas encapsulados de aromas e componentes de dispositivos de tabaco aquecido. Os principais depositantes incluem Philip Morris International e British American Tobacco.

Impressão 3D

A área de **impressão 3D** representa 1% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos. Aproximadamente metade das invenções nesse campo são compartilhadas com a área médica (**composições farmacêuticas e materiais médicos**), especialmente no que se refere ao desenvolvimento de dispositivos médicos personalizados, implantes e biomateriais bioabsorvíveis.

Nesse contexto, a Johnson & Johnson, principalmente por intermédio de sua subsidiária Ethicon, se destaca como uma das principais depositantes, com atividades relacionadas à manufatura aditiva aplicada a dispositivos médicos e biomateriais. A empresa explora tecnologias de impressão 3D para produção de estruturas bioabsorvíveis, *scaffolds* para engenharia de tecidos e dispositivos personalizados.

A Figura 16 apresenta percentual de participação dos principais países de origem entre as invenções relacionadas às tecnologias de preparação de biopolímeros e aos distintos campos de aplicação dos bioplásticos.

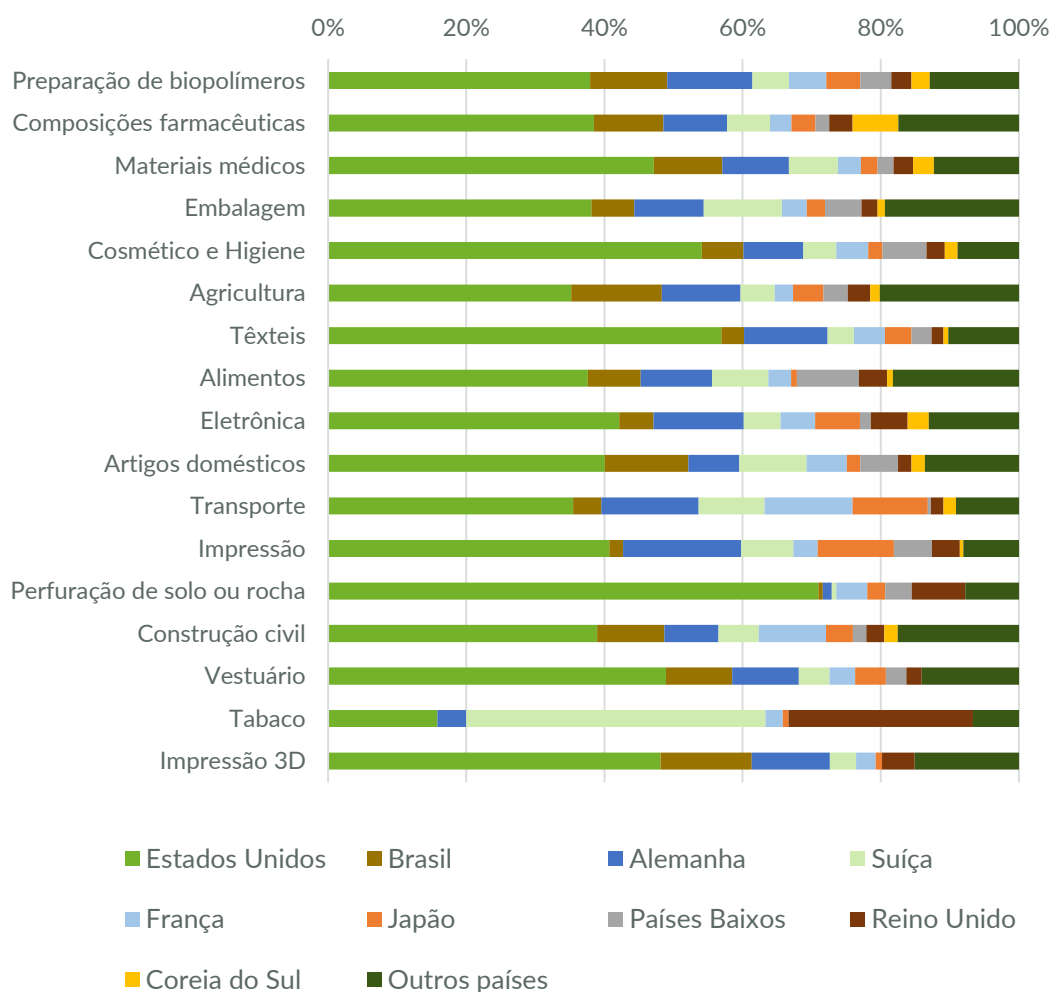


Figura 16. Percentual de participação dos países de origem nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos.
Fonte: Elaboração própria

Os depositantes dos Estados Unidos são responsáveis por um número expressivo de invenções em praticamente todas as áreas analisadas, refletindo uma liderança transversal, com forte presença em toda a cadeia da indústria de bioplásticos. Na maioria delas, a participação relativa dos depositantes estadunidenses situa-se entre 38% e 42%, como ilustrado na Figura 16, para as áreas de **eletrônica, artigos domésticos, construção civil, impressão, composições farmacêuticas, embalagens, preparação de biopolímeros e alimentos.**

As áreas nas quais a participação relativa dos depositantes dos Estados Unidos é mais elevada são **perfuração de solo ou rocha (71%), têxteis (57%), cosméticos e higiene (54%), vestuário (49%), impressão 3D (48%) e materiais médicos (47%).** As menores participações são observadas em **agricultura e transporte, ambas com cerca de 35%, e especialmente em tabaco, com 16%.** De fato, a indústria do **tabaco** constitui o único



segmento em que os Estados Unidos não representam a principal origem das invenções, conforme ilustrado na Figura 16.

A análise da participação relativa dos países de origem nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação (Figura 16) revela que depositantes brasileiros apresentam participação relativamente mais elevada em **impressão 3D**, **agricultura**, **artigos domésticos** e **preparação de biopolímeros**, com percentuais variando entre 11% e 13%.

Os depositantes alemães, por sua vez, apresentam participação mais expressiva nas áreas de **impressão**, **transporte**, **eletrônica**, **preparação de biopolímeros**, **têxteis** e **agricultura**, com participação entre 11% e 16%. A Suíça destaca-se especialmente na indústria do **tabaco**, na qual responde por 43% das invenções, além de apresentar participação relevante em **embalagens**, **transporte** e **artigos domésticos**, com percentuais entre 10% e 11%. Também merecem destaque a participação da França em **transporte** (13%), do Japão em **impressão** e **transporte** (11%), e do Reino Unido em **tabaco** (27%).

A análise do esforço inventivo de cada país nos diferentes campos de aplicação dos bioplásticos permite identificar perfis nacionais de especialização tecnológica (para visualização desses dados acesse o [painel de dados](#)). Entre os quinze países mais relevantes como origem de pedidos de patente relacionados a bioplásticos, aqueles que dedicam maior parcela de suas invenções às tecnologias de **preparação de biopolímeros** incluem:

- Finlândia, com 66% de suas invenções nessa área, com destaque para as empresas Stora Enso e UPM-Kymmene Corporation;
- Alemanha, com 54% de suas invenções nessa área, com destaque para a atuação das empresas como BASF, Evonik, Henkel, Lanxess, Bayer e Wacker Chemie;
- França, com 53% de suas invenções nessa área, com destaque para as empresas Arkema e Solvay;
- Japão, com 53% de suas invenções nessa área, com destaque para as empresas Kuraray, Teijin e Toray Industries;
- Países Baixos, com 53% de suas invenções nessa área, com destaque para as empresas DSM-Firmenich, Corbion/Purac Biochem e Akzo Nobel;
- Itália e Bélgica, ambos com 49% de suas invenções nessa área, com destaque para a empresa italiana Novamont;
- Estados Unidos, com 47% de suas invenções nessa área, com destaque para as empresas como Dow Chemical Company, Kimberly-Clark, Procter & Gamble, 3M Innovative Properties Company, Johnson & Johnson, Dupont, Lubrizol, Danimer Scientific, Xerox Corporation e Yield10 Bioscience/Metabolix.

Na área de **composições farmacêuticas**, os países que dedicam maior parcela de seus portfólios tecnológicos são Coreia do Sul (59%), Índia (56%) e China (45%), com



destaque para as empresas sul-coreanas Hanmi Holdings e Samyang Holdings Corporation.

No segmento de **materiais médicos**, Estados Unidos e Suíça destinam respectivamente 18% e 16% de suas invenções à área. Entre as empresas de destaque figuram as estadunidenses Johnson & Johnson, Kimberly-Clark, Allergan e Procter & Gamble, além das suíças Synthes e Alcon.

A área de **embalagens** apresenta maior relevância no conjunto de invenções da Finlândia, onde responde por 44% das invenções, além de apresentar participação significativa na Suíça, Itália e Bélgica, onde representa cerca de 24% das invenções relacionadas aos bioplásticos desses países. Nesse contexto, destacam-se a finlandesa Stora Enso, a italiana Novamont e a belga Anheuser-Busch InBev.

As invenções relacionadas a **cosméticos e higiene** representam 23% do total depositado pelos Países Baixos, com destaque para a empresa Unilever, e 20% das invenções dos Estados Unidos, com participação relevante de Procter & Gamble, Kimberly-Clark e Johnson & Johnson.

Nas demais áreas tecnológicas observam-se especializações nacionais adicionais, incluindo: **agricultura**, na Índia (28%); **têxteis**, na Finlândia (15%); **alimentos**, na Dinamarca (14%) e nos Países Baixos (10%); **eletrônica**, na China (12%); **transporte**, na Itália (11%) e Bélgica (10%); e **tabaco**, na Suíça (10%) e no Reino Unido (13%).

A **Tabela 26** apresenta os principais depositantes em função dos seus países de origem para as referidas categorias.

Tabela 26. Número de depósitos de pedidos de patente nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação, principais países de origem e principais depositantes por país.²⁶

| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | País do Depositante | Depositante |
|---|---------------------------|--|
| Preparação de biopolímeros [3.890] | 1. Estados Unidos (1.475) | DOW CHEMICAL COMPANY KIMBERLY-CLARK PROCTER & GAMBLE 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY JOHNSON & JOHNSON DUPONT LUBRIZOL DANIMER SCIENTIFIC XEROX CORPORATION YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX |
| | 2. Alemanha (479) | BASF EVONIK HENKEL LANXESS BAYER |
| | 3. Brasil (435) | BIORESET BIOTECNOLOGIA BRASKEM |
| | 4. França (210) | SOLVAY/RHODIA ARKEMA |

²⁶ Um pedido de patente pode ser categorizado em mais de uma área tecnológica.



| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | País do Depositante | Depositante |
|---|-------------------------|--|
| | 5. Suíça (206) | OMYA INTERNATIONAL INVISTA |
| | 6. Japão (192) | KURARAY/MONOSOL TEIJIN |
| | 7. Países Baixos (175) | DSM/FIRMENICH CORBION/PURAC BIOCHEM AKZO NOBEL |
| | 8. Outros países | STORA ENSO (Finlândia) LG GROUP (Coreia do Sul) NOVAMONT (Itália) |
| Composições farmacêuticas [2.128] | 1. Estados Unidos (819) | JOHNSON & JOHNSON ALLERGAN SELECTA BIOSCIENCES PROCTER & GAMBLE ABBOTT KENVUE BAXTER INTERNATIONAL PFIZER ABBVIE |
| | 2. Brasil (214) | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME |
| | 3. Alemanha (196) | EVONIK BASF MERCK GROUP |
| | 4. Coreia do Sul (141) | HANMI HOLDINGS SAMYANG HOLDINGS CORPORATION |
| | 5. Suíça (132) | NOVARTIS ALCON |
| | 6. Outros países | GSK-GLAXOSMITHKLINE (Reino Unido) ELAN PHARMAINTERNATIONL (Irlanda) |
| | 1. Estados Unidos (579) | JOHNSON & JOHNSON KIMBERLY-CLARK ALLERGAN PROCTER & GAMBLE 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY DOW CHEMICAL COMPANY KENVUE |
| Materiais médicos [1.228] | 2. Brasil (122) | LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME |
| | 3. Alemanha (118) | HEMOTEQ AG SYNTHESE |
| | 4. Suíça (87) | ALCON PHILIP MORRIS PRODUCTS |
| | 5. França (41) | |
| | 6. Outros países | DSM/FIRMENICH (Países Baixos) |
| | 1. Estados Unidos (462) | PROCTER & GAMBLE DOW CHEMICAL COMPANY AMCOR GROUP THE COCA-COLA COMPANY CRYOVAC JOHNSON & JOHNSON AVERY DENNISON CORPORATION SUN CHEMICAL |
| Embalagem [1.212] | 2. Suíça (137) | NESTLÉ/NESTEC TETRA LAVAL NOVA CHEMICALS |
| | 3. Alemanha (122) | BASF HUHTAMAKI KUHNE ANLAGENBAU GMBH HENKEL EVONIK |
| | 4. Brasil (75) | |
| | 5. Países Baixos (64) | UNILEVER |
| | 6. Outros países | STORA ENSO (Finlândia) KURARAY/MONOSOL (Japão) ALPLA WERKE ALWIN LEHNER (Áustria) NOVAMONT (Itália) |
| Cosmético e Higiene [1.183] | 1. Estados Unidos (640) | PROCTER & GAMBLE KIMBERLY-CLARK JOHNSON & JOHNSON COLGATE-PALMOLIVE COMPANY |



| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | País do Depositante | Depositante |
|---|-------------------------|--|
| | | DOW CHEMICAL COMPANY 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES KENVUE THE GILLETTE COMPANY |
| | 2. Alemanha (103) | BASF |
| | 3. Países Baixos (76) | UNILEVER DSM/FIRMENICH RECKITT BENCKISER |
| | 4. Brasil (71) | |
| | 5. Suíça (56) | GIVAUDAN |
| | 6. Outros países | L'ORÉAL - França KURARAY/MONOSOL - Japão |
| Agricultura [710] | 1. Estados Unidos (250) | CORTEVA AGRISCIENCES DUPONT |
| | 2. Brasil (93) | |
| | 3. Alemanha (81) | BASF BAYER EVONIK |
| | 4. Suíça (35) | SYNGENTA |
| | 5. Índia (34) | UPL |
| | 6. Outros países | SUMITOMO GROUP (Japão) UNILEVER (Países Baixos) |
| Têxteis [578] | 1. Estados Unidos (329) | PROCTER & GAMBLE KIMBERLY-CLARK 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY DUPONT JOHNSON & JOHNSON EASTMAN CHEMICAL COMPANY OWENS CORNING FITESA GROUP DOW CHEMICAL COMPANY |
| | 2. Alemanha (70) | BASF DYSTAR GROUP CARL FREUDENBERG KG |
| | 3. França (26) | |
| | 4. Outros países | KURARAY/MONOSOL (Japão) |
| Alimentos [367] | 1. Estados Unidos (138) | INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES PROCTER & GAMBLE INTERCONTINENTAL GREAT BRANDS LLC KRAFT FOODS GROUP |
| | 2. Alemanha (38) | BASF SYMRISE AG |
| | 3. Países Baixos (33) | DSM/FIRMENICH UNILEVER |
| | 4. Outros países | NESTLÉ/NESTEC (Suíça) GUILINK A/S (Dinamarca) |
| Eletrônica [261] | 1. Estados Unidos (110) | THE GILLETTE COMPANY DUPONT DOW CHEMICAL COMPANY BIOMERIEUX, INC. KIVERDI, INC. |
| | 2. Alemanha (34) | BASF CARL FREUDENBERG KG SIEMENS |
| | 3. Japão (17) | KURARAY/MONOSOL |
| | 4. Outros países | GRST INTERNATIONAL LIMITED |
| Artigos domésticos [257] | 1. Estados Unidos (103) | PROCTER & GAMBLE KIMBERLY-CLARK JOHNSON & JOHNSON |
| | 2. Brasil (31) | |
| | 3. Suíça (25) | NESTLÉ/NESTEC |
| | 4. Outros países | L'ORÉAL (França) KONINKLIJKE DOUWE EGBERTS (Países Baixos) K-FEE SYSTEM GMBH (Alemanha) TCHIBO GMBH (Alemanha) |
| Transporte [220] | 1. Estados Unidos (79) | THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY DOW CHEMICAL COMPANY |



| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | País do Depositante | Depositante |
|---|-------------------------|--|
| | 2. Alemanha (31) | BASF EVONIK |
| | 3. França (28) | COMPAGNIE GÉNÉRALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. |
| | 4. Japão (24) | KURARAY/MONOSOL SEKISUI CHEMICAL UBE CORPORATION BRIDGESTONE CORPORATION |
| | 5. Outros países | PIRELLI (Itália) INERGY AUTOMOTIVE SYSTEMS RESEARCH (Bélgica) |
| | 1. Estados Unidos (81) | XEROX CORPORATION AVERY DENNISON CORPORATION HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY SUN CHEMICAL |
| Impressão [199] | 2. Alemanha (34) | BASF |
| | 3. Japão (22) | FUJIFILM CORPORATION |
| | 4. Outros países | OMYA INTERNATIONAL (Suíça) ARJO WIGGINS (França) |
| | 1. Estados Unidos (110) | HALLIBURTON ENERGY SERVICES GE OIL & GAS/BAKER HUGHES COMPANY |
| Perfuração de solo ou rocha [155] | 2. Reino Unido (12) | |
| | 3. França (7) | ARKEMA |
| | 4. Outros países | PRAD RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED (Ilhas Virgens Britânicas) |
| | 1. Estados Unidos (60) | UNITED STATES GYPSUM COMPANY OWENS CORNING |
| Construção civil [154] | 2. Brasil (15) | |
| | 3. França (15) | SAINT-GOBAIN |
| | 4. Outros países | ROCKWOOL - Dinamarca |
| | 1. Estados Unidos (66) | KIMBERLY-CLARK DOW CHEMICAL COMPANY DUPONT |
| Vestuário [135] | 2. Alemanha (13) | |
| | 3. Brasil (13) | |
| | 4. Outros países | ARKEMA (França) |
| | 1. Suíça (52) | PHILIP MORRIS PRODUCTS |
| Tabaco [120] | 2. Reino Unido (32) | BRITISH AMERICAN TOBACCO |
| | 3. Estados Unidos (19) | |
| | 4. Outros países | DELFORTGROUP (Áustria) |
| | 1. Estados Unidos (51) | JOHNSON & JOHNSON |
| Impressão 3D [106] | 2. Brasil (14) | |
| | 3. Alemanha (12) | |

Fonte: Elaboração própria

A **Tabela 27** apresenta a distribuição dos pedidos de patente dos principais depositantes em relação às tecnologias de preparação de biopolímeros e aos campos de aplicação.



Tabela 27. Distribuição percentual dos pedidos de patente dos principais depositantes em bioplástico nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação.²⁷

| | Preparação de biopolímeros | Composições farmacêuticas | Materiais médicos | Embalagem | Cosmético e Higiene | Agricultura | Têxteis | Alimentos | Eletrônica | Artigos domésticos | Transporte | Impressão | Perfuração de solo ou rocha | Construção civil | Vestuário | Tabaco | Impressão 3D |
|---|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|-----------|------------|--------------------|------------|-----------|-----------------------------|------------------|-----------|--------|--------------|
| 1.BASF | 76% | 8% | 2% | 10% | 14% | 14% | 7% | 5% | 5% | 1% | 3% | 6% | 1% | 1% | 2% | 0% | 1% |
| 2.PROCTER & GAMBLE | 39% | 11% | 11% | 24% | 73% | 3% | 33% | 3% | 0% | 12% | 0% | 1% | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% |
| 3.KIMBERLY-CLARK | 64% | 6% | 42% | 5% | 60% | 2% | 27% | 0% | 1% | 5% | 0% | 1% | 0% | 1% | 8% | 0% | 1% |
| 4.DOW CHEMICAL COMPANY | 85% | 6% | 8% | 25% | 14% | 3% | 6% | 0% | 5% | 1% | 4% | 0% | 0% | 1% | 4% | 0% | 1% |
| 5.JOHNSON & JOHNSON | 31% | 35% | 69% | 9% | 26% | 5% | 8% | 2% | 1% | 4% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% | 7% |
| 6.3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY | 51% | 11% | 21% | 8% | 24% | 9% | 29% | 0% | 2% | 4% | 4% | 6% | 1% | 4% | 3% | 0% | 1% |
| 7.EVONIK | 72% | 29% | 10% | 11% | 10% | 10% | 1% | 6% | 1% | 0% | 6% | 6% | 0% | 0% | 0% | 0% | 2% |
| 8.DUPONT | 47% | 4% | 0% | 13% | 7% | 13% | 26% | 1% | 11% | 3% | 4% | 0% | 3% | 4% | 9% | 0% | 0% |
| 9.KURARAY/MONOSOL | 69% | 3% | 7% | 47% | 43% | 3% | 16% | 1% | 9% | 6% | 16% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% |
| 10.UNILEVER | 17% | 17% | 1% | 30% | 81% | 16% | 12% | 16% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 11.HALLIBURTON ENERGY SERVICES | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% | 0% | 93% | 6% | 0% | 0% | 0% |
| 12.DSM/FIRMENICH | 65% | 13% | 16% | 2% | 29% | 5% | 6% | 19% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 2% | 6% | 0% | 0% |
| 13.SOLVAY/RHODIA | 76% | 5% | 0% | 5% | 5% | 5% | 5% | 0% | 5% | 2% | 2% | 0% | 5% | 3% | 0% | 5% | 2% |
| 14.HANMI HOLDINGS | 3% | 100% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 15.BAYER | 41% | 20% | 8% | 2% | 2% | 31% | 8% | 0% | 8% | 0% | 0% | 6% | 0% | 6% | 0% | 0% | 0% |
| 16.LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME | 4% | 100% | 33% | 6% | 12% | 0% | 2% | 4% | 0% | 2% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 17.PHILIP MORRIS PRODUCTS | 4% | 4% | 20% | 8% | 0% | 0% | 4% | 4% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100% | 2% |
| 18.STORA ENSO | 67% | 2% | 0% | 71% | 4% | 2% | 2% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% |
| 19.TETRA LAVAL | 13% | 0% | 0% | 75% | 0% | 0% | 0% | 2% | 0% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 20.UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO | 29% | 44% | 6% | 8% | 4% | 4% | 2% | 2% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 2% |
| 21.NESTLÉ/NESTEC | 11% | 0% | 0% | 89% | 0% | 2% | 0% | 15% | 0% | 33% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 22.ARKEMA | 82% | 2% | 2% | 9% | 2% | 2% | 4% | 0% | 2% | 0% | 4% | 0% | 11% | 0% | 11% | 0% | 0% |
| 23.OMYA INTERNATIONAL | 88% | 18% | 5% | 15% | 5% | 10% | 5% | 10% | 3% | 0% | 3% | 15% | 3% | 3% | 0% | 3% | 0% |
| 24.ALLERGAN | 16% | 95% | 74% | 5% | 5% | 3% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 25.L'ORÉAL | 18% | 11% | 0% | 13% | 89% | 0% | 3% | 0% | 0% | 21% | 0% | 0% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% |
| 26.UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS | 43% | 41% | 24% | 0% | 3% | 11% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 5% |
| 27.HENKEL | 92% | 3% | 0% | 31% | 11% | 0% | 8% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 28.INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES | 55% | 21% | 0% | 0% | 52% | 21% | 15% | 36% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 29.LG GROUP | 91% | 0% | 9% | 6% | 9% | 12% | 0% | 0% | 6% | 0% | 0% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% |
| 30.UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS | 39% | 52% | 21% | 3% | 0% | 0% | 3% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |

²⁷ Um pedido de patente pode ser categorizado em mais de uma área tecnológica.

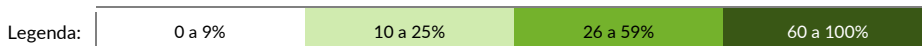


Estudos de Inteligência Estratégica em Inovação

| | Preparação de biopolímeros | Composições farmacêuticas | Materiais médicos | Embalagem | Cosmético e Higiene | Agricultura | Têxteis | Alimentos | Eletrônica | Artigos domésticos | Transporte | Impressão | Perfuração de solo ou rocha | Construção civil | Vestutário | Tabaco | Impressão 3D |
|---|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|-----------|------------|--------------------|------------|-----------|-----------------------------|------------------|------------|--------|--------------|
| 31.BIORESET BIOTECNOLOGIA | 97% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 32.KENVUE | 3% | 66% | 38% | 19% | 50% | 0% | 13% | 13% | 0% | 3% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 6% | 0% |
| 33.CORBION/PURAC BIOCHEM | 84% | 6% | 6% | 6% | 6% | 0% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 34.BRITISH AMERICAN TOBACCO | 23% | 10% | 0% | 13% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 94% | 0% |
| 35.NOVARTIS | 23% | 87% | 19% | 3% | 13% | 10% | 0% | 6% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 36.AVERY DENNISON CORPORATION | 43% | 0% | 0% | 40% | 3% | 0% | 3% | 0% | 3% | 0% | 10% | 20% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% |
| 37.COLGATE-PALMOLIVE COMPANY | 13% | 30% | 17% | 23% | 83% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 38.DANIMER SCIENTIFIC | 90% | 0% | 13% | 27% | 3% | 13% | 10% | 0% | 0% | 10% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 39.LUBRIZOL | 93% | 7% | 13% | 0% | 30% | 0% | 7% | 3% | 7% | 0% | 3% | 3% | 0% | 0% | 3% | 0% | 13% |
| 40.CORTEVA AGRISCIENCE | 7% | 17% | 0% | 3% | 0% | 100% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 41.NOVAMONT | 100% | 0% | 0% | 41% | 0% | 3% | 3% | 3% | 0% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 42.TEIJIN | 79% | 10% | 10% | 7% | 3% | 0% | 28% | 0% | 3% | 0% | 3% | 0% | 0% | 0% | 10% | 0% | 0% |
| 43.THE GILLETTE COMPANY | 14% | 7% | 3% | 7% | 55% | 0% | 0% | 0% | 38% | 10% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 44.CELANESE | 64% | 21% | 21% | 4% | 11% | 7% | 18% | 0% | 4% | 4% | 0% | 14% | 0% | 0% | 4% | 4% | 4% |
| 45.LANXESS | 93% | 0% | 4% | 7% | 0% | 18% | 0% | 0% | 7% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 46.SAINT-GOBAIN | 32% | 0% | 4% | 7% | 4% | 0% | 25% | 0% | 11% | 4% | 7% | 0% | 0% | 25% | 0% | 0% | 0% |
| 47.XEROX CORPORATION | 89% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 29% | 0% | 0% | 0% | 0% | 7% |
| 48.BRASKEM | 93% | 0% | 0% | 19% | 4% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 49.SELECTA BIOSCIENCES | 4% | 100% | 0% | 0% | 0% | 7% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 50.CLARIANT | 73% | 0% | 0% | 12% | 4% | 15% | 12% | 0% | 0% | 0% | 4% | 15% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 51.EASTMAN CHEMICAL COMPANY | 58% | 0% | 8% | 4% | 8% | 4% | 42% | 4% | 4% | 4% | 12% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 52.SUMITOMO GROUP | 46% | 19% | 15% | 0% | 4% | 46% | 4% | 0% | 8% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 53.AKZO NOBEL | 88% | 0% | 0% | 17% | 8% | 0% | 8% | 4% | 0% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 54.INVISTA | 92% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 8% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% |
| 55.ALCON | 30% | 83% | 61% | 0% | 13% | 4% | 0% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 56.YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX | 91% | 4% | 9% | 9% | 9% | 30% | 4% | 0% | 9% | 17% | 9% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 57.TORAY INDUSTRIES | 70% | 35% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% | 0% | 4% | 0% | 0% | 4% | 4% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 58.ABBOTT | 18% | 95% | 5% | 5% | 5% | 5% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 59.BAXTER INTERNATIONAL | 23% | 86% | 41% | 5% | 14% | 0% | 0% | 0% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 60.SAMYANG HOLDINGS CORPORATION | 32% | 91% | 18% | 0% | 27% | 5% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% |
| 61.PFIZER | 0% | 90% | 10% | 5% | 10% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 62.UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL | 43% | 29% | 19% | 5% | 19% | 5% | 5% | 0% | 5% | 5% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 63.CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE | 65% | 20% | 25% | 10% | 10% | 5% | 5% | 10% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |



| | Preparação de biopolímeros | Composições farmacêuticas | Materiais médicos | Embalagem | Cosmético e Higiene | Agricultura | Têxteis | Alimentos | Eletrônica | Artigos domésticos | Transporte | Impressão | Perfuração de solo ou rocha | Construção civil | Vestuário | Tabaco | Impressão 3D |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|-----------|------------|--------------------|------------|-----------|-----------------------------|------------------|-----------|--------|--------------|
| 64.GE OIL & GAS/BAKER HUGHES COMPANY | 40% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 60% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 65.WACKER CHEMIE | 85% | 0% | 0% | 5% | 0% | 5% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 5% | 0% | 5% | 0% | 0% | 0% |



Fonte: Elaboração própria

3.2.4.3. Dinâmica das invenções associadas às tecnologias de preparação de biopolímeros e aos campos de aplicação dos bioplásticos ao longo do tempo

Entre todas as áreas analisadas no campo dos biopolímeros e bioplásticos, observa-se que a categoria dos pedidos de patente referentes à **preparação de biopolímeros** permanece relevante ao longo de todo o período analisado, configurando um importante foco de desenvolvimento tecnológico no setor. No período mais recente, entre 2020 e 2025, a **preparação de biopolímeros** chegou a concentrar 48% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos (para visualização desses dados acesse o [painel de dados](#)). Entre as empresas que mais contribuíram com invenções no período recente nessa área destacam-se BASF, LG Group, Kuraray/Monosol, Dow Chemical Company, Stora Enso, Danimer Scientific, Omya International, Carbon Technology Holdings e Novamont.

De modo geral, o comportamento dos depósitos nas diferentes áreas tecnológicas apresenta padrão semelhante. Observa-se uma trajetória de crescimento no número de depósitos, com um pico no período 2010–2014, seguido de redução nos dois intervalos subsequentes (2015–2019 e 2020–2025). As únicas exceções são **embalagens**, **tabaco** e **impressão 3D**, que registraram aumento no número de depósitos após o período de 2010 a 2014.

No caso específico de **embalagens**, a atividade de patenteamento apresentou crescimento contínuo ao longo do tempo, alcançando 19% das invenções depositadas entre 2020 e 2025. Esse resultado sinaliza uma tendência de ampliação do interesse por parte das organizações inovadoras no desenvolvimento de novos produtos e processos voltados a soluções sustentáveis de embalagem. Entre as empresas que mais contribuíram para o depósito de pedidos de patente relacionados a **embalagens** nos últimos anos destacam-se Nestlé/Nestec, Stora Enso, Kuraray/Monosol, Tetra Laval, Dow Chemical Company, Amcor Group, Kuhne Anlagenbau GmbH, Novamont, Tchibo GmbH, Huhtamaki, Danimer Scientific e Greentech Global.



Apesar do número relativamente reduzido de depósitos, as áreas de **tabaco** e **impressão 3D** configuram tendências emergentes entre os campos de aplicação de bioplásticos, concentrando mais de 60% de seus depósitos no período mais recente. Em contraste, **impressão, transporte e perfuração de solo ou rocha** apresentaram as quedas mais acentuadas no número de depósitos após o período de 2010 a 2014.

3.2.5. Tipos de polímeros

Entre os tipos de polímeros considerados na análise no âmbito dos bioplásticos, aqueles mais frequentemente citados nas invenções são álcool polivinílico (PVA), ácido polilático (PLA), polietilenoglicol (PEG), polipropileno (PP), poliamidas (PAs), poliuretanos (PUs), polietilenos (PEs) e policaprolactona (PCL) (**Tabela 28**). Esses materiais aparecem de forma transversal nas invenções e apresentam elevada versatilidade tecnológica, combinando boa processabilidade industrial, possibilidade de modificação química ou estrutural e ampla diversidade de propriedades físicas. Tais características se refletem no perfil das invenções identificadas, que, além de estarem voltadas à preparação desses biopolímeros, também exploram sua aplicação em diversos setores tecnológicos. O elevado e constante número de invenções ao longo do período de análise indica que a inovação associada a esses biopolímeros já consolidados permanece relevante.

Tabela 28. Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos por tipo de polímero, suas principais áreas e principais depositantes.²⁸

| Polímeros | Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Principais depositantes ²⁹ e respectivos números de pedidos de patente |
|------------------------------------|---|---|
| 1. Álcool polivinílico (PVA) [49%] | Composições farmacêuticas (1447) Preparação de biopolímeros (1347) Cosmético e Higiene (805) Materiais médicos (567) Embalagem (530) | PROCTER & GAMBLE (150) BASF (81) JOHNSON & JOHNSON (74) DOW CHEMICAL COMPANY (71) KURARAY/MONOSOL (65) UNILEVER (58) HANMI HOLDINGS (57) LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME (50) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (40) |
| 2. Ácido polilático (PLA) [27%] | Preparação de biopolímeros (1019) Composições farmacêuticas (724) Materiais médicos (537) Embalagem (332) Cosmético e Higiene (256) | KIMBERLY-CLARK (77) JOHNSON & JOHNSON (58) BASF (50) HALLIBURTON ENERGY SERVICES (37) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (36) DOW CHEMICAL COMPANY (29) ALLERGAN (28) EVONIK (27) SELECTA BIOSCIENCES (27) PROCTER & GAMBLE (26) |
| 3. Polietilenoglicol (PEG) [21%] | Composições farmacêuticas (1081) Preparação de biopolímeros (493) Materiais médicos (354) Cosmético e Higiene (299) Agricultura (170) | HANMI HOLDINGS (52) JOHNSON & JOHNSON (46) PROCTER & GAMBLE (46) LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME (41) KIMBERLY-CLARK (26) SELECTA BIOSCIENCES (25) BASF (23) UNILEVER (21) ABBOTT (20) BAXTER INTERNATIONAL (20) EVONIK (20) |

²⁸ Um pedido de patente pode ser categorizado em mais de um tipo de polímero.

²⁹ Estão listados os 10 maiores depositantes ou todos os depositantes com 3 ou mais pedidos de patente na categoria.



| Polímeros | Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Principais depositantes ²⁹ e respectivos números de pedidos de patente |
|---|--|--|
| 4. Polipropileno (PP) [20%] | Preparação de biopolímeros (777) Composições farmacêuticas (307) Embalagem (307) Materiais médicos (284) Cosmético e Higiene (233) | BASF (57) HANMI HOLDINGS (45) JOHNSON & JOHNSON(41) DOW CHEMICAL COMPANY (38) PROCTER & GAMBLE (36) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (33) KIMBERLY-CLARK (33) SELECTA BIOSCIENCES (23) THE GILLETTE COMPANY (16) AVERY DENNISON CORPORATION (15) |
| 5. Poliamidas (PA) [18%] | Preparação de biopolímeros (812) Embalagem (257) Têxteis (208) Materiais médicos (201) Cosmético e Higiene (187) | BASF (77) SOLVAY/RHODIA (44) DUPONT (41) DOW CHEMICAL COMPANY (35) JOHNSON & JOHNSON(30) PROCTER & GAMBLE (30) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (27) EVONIK (26) ARKEMA (25) KURARAY/MONOSOL (25) |
| 6. Poliuretanos (PU) [16%] | Preparação de biopolímeros (741) Materiais médicos (296) Composições farmacêuticas (242) Cosmético e Higiene (203) Têxteis (154) | BASF (51) DOW CHEMICAL COMPANY (36) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (31) JOHNSON & JOHNSON(28) DUPONT (24) PROCTER & GAMBLE (24) EVONIK (23) KIMBERLY-CLARK (23) LUBRIZOL (21) DSM/FIRMENICH (14) NATIONAL OILWELL VARCO DENMARK I/S (14) |
| 7. Polietileno (PE) [15%] | Preparação de biopolímeros (639) Embalagem (252) Cosmético e Higiene (229) Materiais médicos (211) Composições farmacêuticas (194) | BASF (43) JOHNSON & JOHNSON(42) DOW CHEMICAL COMPANY (38) KIMBERLY-CLARK (35) PROCTER & GAMBLE (29) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (20) DUPONT (19) DSM/FIRMENICH (17) HALLIBURTON ENERGY SERVICES (16) KURARAY/MONOSOL (15) JOHNSON & JOHNSON(58) |
| 8. Policaprolactona (PCL) [14%] | Preparação de biopolímeros (605) Composições farmacêuticas (452) Materiais médicos (384) Cosmético e Higiene (142) Embalagem (111) | BASF (30) SELECTA BIOSCIENCES (27) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (20) LUBRIZOL (20) DOW CHEMICAL COMPANY (18) EVONIK (17) KIMBERLY-CLARK (16) PROCTER & GAMBLE (14) UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG (14) JOHNSON & JOHNSON(41) SELECTA BIOSCIENCES (26) HANMI HOLDINGS (23) ALLERGAN (19) ABBVIE (16) ABBOTT (14) |
| 9. Ácido poliglicólico (PGA)/Poli(ácido láctico-co-glicólico (PLGA) [12%] | Composições farmacêuticas de biopolímeros (574) Materiais médicos (353) Preparação (329) Cosmético e Higiene (117) Embalagem (81) | 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (12) EDSON LUIZ PERACCHI (12) HALLIBURTON ENERGY SERVICES (12) KIMBERLY-CLARK (11) PROCTER & GAMBLE (38) BIORESET BIOTECNOLOGIA (32) BASF (28) DANIMER SCIENTIFIC (28) YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX (23) HALLIBURTON ENERGY SERVICES (22) INVISTA (21) KIMBERLY-CLARK (21) JOHNSON & JOHNSON(20) NOVAMONT (19) |
| 10. Polihidroxialcanoatos (PHA) [11%] | Preparação de biopolímeros (625) Materiais médicos (185) Composições farmacêuticas (172) Embalagem (150) Cosmético e Higiene (88) | BASF (44) PROCTER & GAMBLE (25) DOW CHEMICAL COMPANY (20) JOHNSON & JOHNSON(17) BAYER (15) |
| 11. Poliestireno (PS) [11%] | Preparação de biopolímeros (463) Composições farmacêuticas (149) Embalagem (142) Cosmético e Higiene (125) Materiais médicos (110) | |



| Polímeros | Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Principais depositantes ²⁹ e respectivos números de pedidos de patente |
|--|--|--|
| | | EVONIK (14) KIMBERLY-CLARK (14) LG GROUP (13) THE GILLETTE COMPANY (13) AVERY DENNISON CORPORATION (12) INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES (12) OMYA INTERNATIONAL (12) |
| 12. Tereftalato de polietileno (PET) [10%] | Preparação de biopolímeros (461) Embalagem (257) Têxteis (112) Materiais médicos (100) Cosmético e Higiene (77) | BASF (28) PROCTER & GAMBLE (21) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (18) DOW CHEMICAL COMPANY (17) DUPONT (17) KIMBERLY-CLARK (17) NESTLÉ/NESTEC (15) ALPLA WERKE ALWIN LEHNER (14) AVERY DENNISON CORPORATION (14) THE COCA-COLA COMPANY (13) JOHNSON & JOHNSON(36) PROCTER & GAMBLE (29) KIMBERLY-CLARK (20) LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME (18) HALLIBURTON ENERGY SERVICES (15) BASF (10) DUPONT (9) DOW CHEMICAL COMPANY (8) KENVUE (8) BAYER (7) BIOMERIEUX, INC. (7) SAINT-GOBAIN (7) XYLECO (7) |
| 13. Poliacrílatos [8%] | Composições farmacêuticas (272) Preparação de biopolímeros (246) Cosmético e Higiene (171) Materiais médicos (165) Têxteis (69) | BASF (24) AVERY DENNISON CORPORATION (15) EVONIK (13) DOW CHEMICAL COMPANY (12) EASTMAN CHEMICAL COMPANY (12) ARKEMA (11) DUPONT (10) WEYERHAEUSER NR COMPANY (10) PROCTER & GAMBLE (9) MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS (8) STORA ENSO (30) PHILIP MORRIS PRODUCTS (20) BRITISH AMERICAN TOBACCO (11) SOLVAY/RHODIA (10) EVONIK (9) PFIZER (9) PROCTER & GAMBLE (9) WEYERHAEUSER NR COMPANY (9) BASF (8) DANIMER SCIENTIFIC (7) DUPONT (7) FLAMEL TECHNOLOGIES (7) |
| 14. Policloreto de vinila (PVC) [7%] | Preparação de biopolímeros (290) Embalagem (93) Materiais médicos (72) Composições farmacêuticas (66) Têxteis (60) | BASF (20) DOW CHEMICAL COMPANY (20) ARKEMA (11) KIMBERLY-CLARK (11) MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS (11) EVONIK (10) SOLVAY/RHODIA (9) DUPONT (8) HENKEL (8) LG GROUP (8) |
| 15. Celulose [6%] | Composições farmacêuticas (221) Preparação de biopolímeros (196) Embalagem (100) Materiais médicos (55) Cosmético e Higiene (52) | HALLIBURTON ENERGY SERVICES (21) JOHNSON & JOHNSON(17) PHB INDUSTRIAL S/A (15) KIMBERLY-CLARK (12) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (11) NOVAMONT (11) OMYA INTERNATIONAL (10) BIORESETE BIOTECNOLOGIA (8) PROCTER & GAMBLE (8) HEMOTEQ AG (7) YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX (7) UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG (7) BASF (19) KIMBERLY-CLARK (15) |
| 16. Epoxis [6%] | Preparação de biopolímeros (333) Têxteis (59) Cosmético e Higiene (45) Embalagem (45) Materiais médicos (43) | |
| 17. Polihidroxibutirato (PHB) [5%] | Preparação de biopolímeros (258) Materiais médicos (120) Composições farmacêuticas (109) Embalagem (64) Cosmético e Higiene (53) | |
| 18. Polibutileno Succinato | Preparação de biopolímeros (198) Embalagem (84) | |



| Polímeros | Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Principais depositantes ²⁹ e respectivos números de pedidos de patente |
|---|---|---|
| (PBS) [4%] | Composições farmacêuticas (41) Cosmético e Higiene (37) Materiais médicos (36) | DANIMER SCIENTIFIC (14) NESTLÉ/NESTEC (13) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (10) POLIMEX DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO LTDA (8) LANXESS (7) DUPONT (5) YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX (5) SOLVAY/RHODIA (5) |
| 19. Polibutileno tereftalato (PBT) [3%] | Preparação de biopolímeros (150) Têxteis (41) Embalagem (39) Materiais médicos (37) Composições farmacêuticas (28) Eletrônica (28) | BASF (24) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (16) DUPONT (10) SOLVAY/RHODIA (8) LANXESS (7) PROCTER & GAMBLE (7) MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS (6) OMYA INTERNATIONAL (6) ALZA CORPORATION (5) ARKEMA (5) PERFORMANCE POLYAMIDES (5) |
| 20. Poliamidas Aromáticas [3%] | Preparação de biopolímeros (107) Têxteis (45) Transporte (29) Embalagem (16) Vestuário (15) | DUPONT (28) BASF (11) SOLVAY/RHODIA (11) PIRELLI S.P.A. (8) ARKEMA (7) KURARAY/MONOSOL (6) COMPAGNIE GÉNÉRALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN (5) HONEYWELL INTERNATIONAL/UOP (5) MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. (5) NATIONAL OILWELL VARCO DENMARK I/S (5) PERFORMANCE POLYAMIDES (5) YIELD10 BIOSCIENCE/METABOLIX (12) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (7) CJ GROUP (7) JOHNSON & JOHNSON(7) PHB INDUSTRIAL S/A (7) POLIMEX DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO LTDA (7) DANIMER SCIENTIFIC (6) EUROCOR GMBH (5) KIMBERLY-CLARK (5) OMYA INTERNATIONAL (5) |
| 21. Polihidroxivalerato (PHV)/ Polihidroxibutirato-co-valerato (PHBV) [2%] | Preparação de biopolímeros (122) Materiais médicos (58) Composições farmacêuticas (48) Cosmético e Higiene (31) Embalagem (30) | PROCTER & GAMBLE (12) CARBON TECHNOLOGY HOLDINGS, LLC (11) KIMBERLY-CLARK (10) NESTLÉ/NESTEC (6) BIOLOGIQ, INC (5) DOW CHEMICAL COMPANY (4) TRISTANO PTY LTD (4) DUPONT (3) ECO BRASIL BIOPOLIMEROS LTDA (3) PARAGON PRODUCTS (3) ROQUETTE FRERES (3) THE INTELLECTUAL GORILLA GMBH (3) |
| 22. Amido Termoplástico 2%] | Preparação de biopolímeros (118) Embalagem (39) Agricultura (18) Cosmético e Higiene (17) Materiais médicos (14) | NESTLÉ/NESTEC (9) LANXESS (6) BASF (5) DANIMER SCIENTIFIC (5) CARBIOLICE (4) CARBIOS (4) LG GROUP (4) INTRINSIC ADVANCED MATERIALS, LLC (3) NANOPOL INOVAÇÃO E PESQUISA DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS LTDA (3) PK MED (3) WOODLY OY (3) |
| 23. Polibutileno adipato tereftalato (PBAT) [1%] | Preparação de biopolímeros (91) Embalagem (38) Agricultura (14) Cosmético e Higiene (13) Composições farmacêuticas (12) | DOW CHEMICAL COMPANY (11) PPG INDUSTRIES (8) LUBRIZOL (7) BAYER (6) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (5) KURARAY/MONOSOL (4) HENKEL (3) HUNTSMAN INTERNATIONAL LLC (3) MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS (3) PROPRIETECT L.P. (3) |
| 24. Poliéteres polióis [1%] | Preparação de biopolímeros (93) Cosmético e Higiene (16) Embalagem (13) Transporte (11) Materiais médicos (9) | ABBVIE (12) |
| 25. Politereftalato de | Preparação de biopolímeros (60) | |



| Polímeros | Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Principais depositantes ²⁹ e respectivos números de pedidos de patente |
|---|--|---|
| trimetileno (PTT) [1%] | Composições farmacêuticas (17) Têxteis (16) Embalagem (11) Eletrônica (7) Materiais médicos (7) | ABBOTT (9) LANXESS (8) OMYA INTERNATIONAL (5) DUPONT (4) NOVAMONT (4) RESINATE MATERIALS GROUP, INC. (4) ANHEUSER-BUSCH INBEV S.A. (3) NANOPOL INOVAÇÃO E PESQUISA DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS LTDA (3) RHEIN CHEMIE RHEINAU GMBH (3) |
| 26. Polietileno furanoato (PEF) [1%] | Preparação de biopolímeros (40) Embalagem (37) Transporte (3) Artigos domésticos (2) Composições farmacêuticas (2) Eletrônica (2) | ALPLA WERKE ALWIN LEHNER (7) THE COCA-COLA COMPANY (5) SOCIETE ANONYME DES EAUX MINERALES D'EVIAN ET EN ABRÉGÉ S.A.E.M.E. (4) ANHEUSER-BUSCH INBEV S.A. (3) OMYA INTERNATIONAL (3) RESINATE MATERIALS GROUP, INC. (3) |
| 27. Carbonato de polipropileno (PPC) [1%] | Preparação de biopolímeros (23) Composições farmacêuticas (12) Materiais médicos (10) Cosmético e Higiene (8) Embalagem (8) | POLYPID LTD. (4) BASF (3) DUPONT (3) KIMBERLY-CLARK (3) |

Fonte: Elaboração própria

Embora os biopolímeros apresentem ampla diversidade de aplicações, alguns deles demonstram maior especialização em determinados campos tecnológicos (**Tabela 29**). Entre as invenções que mencionam polietilenoglicol (PEG) ou ácido poliglicólico (PGA)/poli(ácido lático-co-glicólico (PLGA), cerca de 60% estão associadas à área de **composições farmacêuticas**. Para policaprolactona (PCL), poliácridatos e polímeros de celulose, aproximadamente 40% das invenções concentram-se nessa mesma área.

No caso das invenções que mencionam polihidroxibutirato (PHB) ou polihidroxivalerato (PHV) / polihidroxibutirato-co-valerato (PHBV), mais de 27% estão relacionadas à área de **materiais médicos**, enquanto 24% das invenções associadas a poliácridatos se concentram na área de **cosméticos e higiene**.

A área de **embalagens** apresenta particular relevância para polímeros como tereftalato de polietileno (PET), polibutileno succinato (PBS), amido termoplástico, polibutileno adipato tereftalato (PBAT) e polietileno furanoato (PEF), cujas invenções nessa área representam mais de 23% do total de depósitos associados a cada um desses materiais. Já entre as invenções relacionadas a poliamidas aromáticas, a área de **têxteis** se destaca como a principal aplicação, respondendo por 21% das invenções.

Entre os diferentes tipos de polímeros analisados, álcool polivinílico (PVA), Polietilenoglicol (PEG), ácido polilático (PLA), policaprolactona (PCL), ácido poliglicólico (PGA)/poli(ácido lático-co-glicólico (PLGA), poliácridatos e polietilenos (PEs) apresentam ampla utilização em invenções associadas às áreas de **composições farmacêuticas**, **materiais médicos**, **cosméticos e higiene**, e **agricultura**. Nessas aplicações, as propriedades de biocompatibilidade e biodegradabilidade desses materiais são exploradas em diferentes formas tecnológicas, como excipientes, hidrogéis, matrizes de liberação controlada, filmes, cápsulas e microcápsulas, esferas e microsferas, além de sistemas encapsulantes.



Nas áreas de **materiais médicos, cosméticos e higiene e agricultura**, também se observa participação relevante de poliamidas (PAs), poliuretanos (PUs) e polipropileno (PP), enquanto os polímeros da família dos polihidroxialcanoatos (PHA), incluindo o polihidroxibutirato (PHB), apresentam especial relevância para aplicações em **materiais médicos**.

Na área de **embalagens**, por sua vez, os polímeros mais frequentemente citados nas invenções incluem álcool polivinílico (PVA), polietilenos (PEs), polietilenoglicol (PEG), polipropileno (PP), tereftalato de polietileno (PET), poliuretanos (PUs), polihidroxialcanoatos (PHA) e poliestireno (PS).

Tabela 29. Distribuição percentual dos pedidos de patente associados a cada tipo de polímero nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação.³⁰

| | Preparação de biopolímeros | Composições farmacêuticas | Materiais médicos | Embalagem | Cosmético e Higiene | Agricultura | Têxteis | Alimentos | Eletrônica | Artigos domésticos | Transporte | Impressão | Perfuração de solo ou rocha | Construção civil | Vestuário | Tabaco | Impressão 3D |
|--|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|-----------|------------|--------------------|------------|-----------|-----------------------------|------------------|-----------|--------|--------------|
| Álcool polivinílico (PVA) | 32% | 35% | 14% | 13% | 19% | 10% | 8% | 5% | 4% | 3% | 2% | 3% | 2% | 2% | 1% | 2% | 1% |
| Ácido polilático (PLA) | 45% | 32% | 24% | 15% | 11% | 6% | 8% | 3% | 2% | 2% | 1% | 1% | 3% | 1% | 1% | 2% | 2% |
| Polietilenoglicol (PEG) | 28% | 60% | 20% | 6% | 17% | 10% | 4% | 5% | 3% | 1% | 1% | 1% | 1% | 1% | 0% | 1% | 1% |
| Polipropileno (PP) | 47% | 19% | 17% | 19% | 14% | 6% | 10% | 3% | 4% | 4% | 3% | 2% | 2% | 3% | 2% | 1% | 1% |
| Poliamidas (PA) | 53% | 12% | 13% | 17% | 12% | 5% | 13% | 3% | 5% | 3% | 6% | 4% | 3% | 2% | 2% | 0% | 2% |
| Poliuretanos (PU) | 55% | 18% | 22% | 10% | 15% | 7% | 11% | 3% | 4% | 2% | 4% | 3% | 2% | 3% | 4% | 0% | 3% |
| Polietilenos (PE) | 50% | 15% | 17% | 20% | 18% | 7% | 8% | 4% | 4% | 4% | 4% | 3% | 3% | 4% | 3% | 1% | 2% |
| Policaprolactona (PCL) | 51% | 38% | 32% | 9% | 12% | 7% | 6% | 2% | 2% | 1% | 2% | 1% | 1% | 1% | 2% | 1% | 3% |
| Ácido poliglicólico (PGA)/Poli(ácido láctico-co-glicólico (PLGA) | 34% | 59% | 36% | 8% | 12% | 7% | 5% | 3% | 2% | 1% | 1% | 1% | 3% | 0% | 1% | 1% | 2% |
| Polihidroxialcanoatos (PHA) | 66% | 18% | 20% | 16% | 9% | 8% | 6% | 4% | 2% | 3% | 1% | 1% | 2% | 1% | 1% | 2% | 2% |
| Poliestireno (PS) | 50% | 16% | 12% | 15% | 14% | 9% | 6% | 5% | 7% | 1% | 3% | 4% | 2% | 3% | 1% | 0% | 2% |
| Tereftalato de polietileno (PET) | 53% | 8% | 11% | 29% | 9% | 4% | 13% | 5% | 5% | 4% | 4% | 2% | 1% | 3% | 1% | 1% | 2% |
| Poliacrilatos | 35% | 39% | 24% | 10% | 24% | 9% | 10% | 6% | 6% | 3% | 1% | 1% | 3% | 2% | 1% | 1% | 1% |
| Policloreto de vinila (PVC) | 50% | 11% | 12% | 16% | 9% | 7% | 10% | 4% | 5% | 2% | 6% | 4% | 1% | 7% | 3% | 1% | 2% |
| Celulose | 36% | 41% | 10% | 18% | 10% | 8% | 5% | 5% | 4% | 2% | 1% | 2% | 1% | 2% | 0% | 9% | 1% |
| Epoxis | 67% | 8% | 9% | 9% | 9% | 6% | 12% | 2% | 7% | 2% | 5% | 5% | 4% | 4% | 1% | 0% | 2% |
| Polihidroxibutirato (PHB) | 57% | 24% | 27% | 14% | 12% | 9% | 6% | 2% | 2% | 2% | 2% | 1% | 5% | 1% | 1% | 2% | 2% |
| Polibutileno succinato (PBS) | 66% | 14% | 12% | 28% | 12% | 11% | 12% | 3% | 4% | 5% | 1% | 1% | 1% | 1% | 3% | 1% | 2% |
| Polibutileno tereftalato (PBT) | 56% | 10% | 14% | 15% | 6% | 3% | 15% | 1% | 10% | 3% | 4% | 1% | 2% | 4% | 1% | 0% | 1% |

³⁰ Um pedido de patente pode ser categorizado em mais de um tipo de polímero e/ou em mais de uma área tecnológica.



| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|
| Poliâmidas Aromáticas | 50% | 1% | 5% | 7% | 6% | 1% | 21% | 1% | 7% | 3% | 13% | 0% | 4% | 6% | 7% | 0% | 1% |
| Polihidroxivalerato (PHV)/ Polihidroxibutirato-co-valerato (PHBV) | 60% | 24% | 29% | 15% | 15% | 11% | 11% | 1% | 2% | 3% | 3% | 1% | 0% | 0% | 3% | 2% | 2% |
| Amido Termoplástico | 71% | 6% | 8% | 23% | 10% | 11% | 3% | 7% | 1% | 4% | 2% | 1% | 2% | 2% | 2% | 2% | 1% |
| Polibutileno adipato tereftalato (PBAT) | 74% | 10% | 8% | 31% | 11% | 11% | 7% | 4% | 3% | 5% | 1% | 0% | 0% | 2% | 5% | 2% | 4% |
| Poliéteres Polióis | 96% | 3% | 9% | 13% | 16% | 3% | 8% | 1% | 3% | 1% | 11% | 2% | 1% | 2% | 1% | 0% | 5% |
| Politereftalato de trimetileno (PTT) | 65% | 18% | 8% | 12% | 4% | 1% | 17% | 1% | 8% | 5% | 2% | 1% | 2% | 3% | 1% | 0% | 1% |
| Poliétileno furanoato (PEF) | 63% | 3% | 2% | 58% | 2% | 2% | 2% | 2% | 3% | 3% | 5% | 0% | 0% | 2% | 0% | 0% | 2% |
| Carbonato de polipropileno (PPC) | 45% | 24% | 20% | 16% | 16% | 6% | 2% | 6% | 6% | 4% | 2% | 0% | 0% | 2% | 2% | 4% | 0% |

Legenda:

0 a 4%

5 a 14%

15 a 39%

40 a 59%

60 a 100%

Fonte: Elaboração própria

3.2.5.1. Dinâmica das invenções em relação aos tipos de polímeros ao longo do tempo

Observa-se que alguns polímeros, tais como ácido polilático (PLA), policaprolactona (PCL), ácido Poliglicólico (PGA)/poli(ácido lático-co-glicólico (PLGA), polihidroxialcanoatos (PHA), polímeros de celulose, polibutileno succinato (PBS), amido termoplástico e polibutileno adipato tereftalato (PBAT), ampliaram sua participação nas invenções relacionadas a bioplásticos ao longo do tempo. Esses materiais apresentaram crescimento no número de depósitos de patente, especialmente no período mais recente da série analisada (dados não mostrados).

Entre os biopolímeros que mais expandiram sua presença nas invenções destaca-se o ácido polilático (PLA), cuja participação passou de 17% das invenções no período inicial da análise (2000–2004) para 30% no período mais recente (2020–2025). Tendência semelhante é observada para os polihidroxialcanoatos (PHA), que passou de 8% para 14%, para o polibutileno succinato (PBS), cuja participação aumentou de 2% para 7%, e para o polibutileno adipato tereftalato (PBAT), que passou de 0% para 4% no mesmo intervalo temporal. Entre as empresas que contribuíram para esse avanço no número de invenções associadas a esses polímeros podemos citar Bioreset biotecnologia (PHA e PHB), Nestlé/Nestec (PLA, PHA, PBS e PBAT), LG Group (PLA e PBAT), DANIMER SCIENTIFIC (PLA, PHA, PBS e PBAT), Carbon Technology Holdings (PLA) e Novamont (PHA), Omya International (PLA, PHA) e Polimex Desenvolvimento Tecnológico (PBS).

3.2.6. Estado processual dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos no INPI

Considerando o conjunto dos 8.399 pedidos de patente depositados no Brasil, 80% já tiveram decisão administrativa proferida pelo INPI, dos quais 21% correspondem a patentes vigentes e 59% a patentes não válidas ou extintas. Os 20% restantes encontram-se pendentes de decisão.



As patentes vigentes, além de serem um indicador do esforço de PD&I promovido por inventores e depositantes, sinalizam a qualidade das invenções desenvolvidas, cujo mérito em termos de novidade e inventividade foi reconhecido pelo INPI, bem como o potencial comercial e de negócio, atribuído àquela invenção por seus desenvolvedores.

Nesse sentido, os principais depositantes com patentes vigentes relacionadas a bioplásticos estão listados Tabela 30. Entre as organizações com maior número de patentes vigentes cabe destacar cinco intuições brasileiras: Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Minas Gerais e Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

Tabela 30. Principais depositantes de pedidos de patente vigentes relacionados a bioplásticos depositados no Brasil entre 2000 e 2025.

| Principais Depositantes ³¹ | Nº de patentes vigentes |
|---|-------------------------|
| 1. DOW CHEMICAL COMPANY | 46 |
| 2. KIMBERLY-CLARK | 42 |
| 3. BASF | 31 |
| 4. JOHNSON & JOHNSON | 29 |
| 5. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP | 22 |
| 6. PHILIP MORRIS PRODUCTS | 20 |
| 7. THE PROCTER & GAMBLE COMPANY | 20 |
| 8. KURARAY/MONOSOL | 19 |
| 9. HANMI HOLDINGS | 18 |
| 10. UNILEVER | 18 |
| 11. NOVAMONT | 16 |
| 12. STORA ENSO | 16 |
| 13. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP | 16 |
| 14. EVONIK | 15 |
| 15. DSM/FIRMENICH | 14 |
| 16. PURAC BIOCHEM | 14 |
| 17. SOLVAY/RHODIA | 14 |
| 18. OMYA INTERNATIONAL | 13 |
| 19. CLARIANT | 12 |
| 20. INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES | 12 |
| 21. LTS LOHMANN THERAPIE-SYSTEME | 12 |
| 22. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS | 12 |
| 23. ARKEMA | 11 |
| 24. HALLIBURTON ENERGY SERVICES | 11 |
| 25. LANXESS | 11 |
| 26. L'ORÉAL | 11 |
| 27. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG | 11 |
| 28. CJ GROUP | 10 |
| 29. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN | 10 |
| 30. KENVUE | 10 |
| 31. TETRA LAVAL | 10 |

Fonte: Elaboração própria

³¹ São apresentados apenas os depositantes com 10 ou mais patentes vigentes relacionadas a bioplásticos.



3.3. Panorama dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil por depositantes brasileiros

No conjunto de dados analisado neste estudo foram identificados 1.052 pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados por depositantes brasileiros, correspondendo a 13% do total de depósitos realizados no Brasil entre 2000 e 2025 nesse campo.

Os vinte e dois principais depositantes de pedidos de patente estão apresentados na Tabela 31. Entre os depositantes listados, instituições como Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Braskem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) mantêm um histórico consistente de depósitos relacionados a bioplásticos ao longo de todo o período analisado. Entre os maiores geradores de invenções, apenas a Bioreset Biotecnologia concentra a maior parte de seus depósitos no período mais recente da análise (2020 a 2025) (para visualização desses dados acesse o [painel de dados](#)).

Tabela 31 - Principais depositantes brasileiros de pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil entre 2000 e 2025.

| Principais Depositantes ³² | | Nº de pedidos de patente |
|---------------------------------------|---|--------------------------|
| 1. | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP | 48 |
| 2. | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP | 37 |
| 3. | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG | 33 |
| 4. | BIORESET BIOTECNOLOGIA | 32 |
| 5. | BRASKEM | 26 |
| 6. | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS | 21 |
| 7. | COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN | 19 |
| 8. | FATIMA APARECIDA DO AMARAL | 19 |
| 9. | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR | 19 |
| 10. | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE | 19 |
| 11. | FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAPEMIG | 18 |
| 12. | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ | 18 |
| 13. | UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - UNESP | 16 |
| 14. | PHB INDUSTRIAL S/A | 15 |
| 15. | INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO EST.S.PAULO S/A IPT | 14 |
| 16. | UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL | 14 |
| 17. | PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS | 13 |
| 18. | UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB | 13 |
| 19. | EDSON LUIZ PERACCHI | 12 |
| 20. | UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA | 12 |
| 21. | UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU | 12 |
| 22. | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR | 12 |

Fonte: Elaboração própria

³² São apresentados apenas os depositantes com 12 ou mais pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados no Brasil no período estudado.



Entre os quinze principais depositantes brasileiros identificados, observa-se forte presença de universidades da região Sudeste, incluindo Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade Federal de Lavras e Universidade Federal de Uberlândia. Também se destacam universidades de outras regiões do país, como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Paraná, além de instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, como a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) (Tabela 31).

As principais empresas brasileiras depositantes de pedidos de patente relacionados a bioplásticos são Bioreset Biotecnologia, Braskem, PHB Industrial e Petrobras, todas com atuação predominante na **preparação de biopolímeros**, área na qual no qual o país concentra a maior parte de suas invenções (Tabela 32).

A Tabela 32 apresenta os principais depositantes brasileiros classificados de acordo com as áreas tecnológicas associadas às invenções. A área de **preparação de biopolímeros** concentra 41% das invenções brasileiras, englobando processos de produção e processamento químico de biopolímeros, bem como de suas composições e materiais poliméricos. Nesse grupo 48% das invenções foram depositadas por entidades empresariais entre as quais podemos destacar os seguintes atores:

- *Bioreset Biotecnologia*: focada em invenções envolvendo polihidroxialcanoatos (PHA) e polihidroxibutirato (PHB);
- *Braskem*: com invenções voltadas para polipropileno (PP), polietilenos (PEs), álcool polivinílico (PVA), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e tereftalato de polietileno (PET)
- *PHB Industrial*: focada em invenções envolvendo polihidroxialcanoatos (PHA) e polihidroxibutirato (PHB);
- *Petrobras*: com invenções voltadas para polipropileno (PP), polietilenos (PEs), poliestireno (PS), álcool polivinílico (PVA);
- *IPT*: focada em invenções envolvendo polihidroxialcanoatos (PHA);
- *Polimex*: focada em invenções envolvendo polibutileno succinato (PBS), polihidroxialcanoatos (PHA) e polihidroxibutirato (PHB), polihidroxivalerato (PHV), ácido polilático (PLA), policaprolactona (PCL);
- *Suzano*: com invenções voltadas para polipropileno (PP), polietilenos (PEs), álcool polivinílico (PVA), polihidroxialcanoatos (PHA), polihidroxibutirato (PHB), policaprolactona (PCL) e celulose.



Tabela 32. Número de depósitos de pedidos de patente relacionados a bioplásticos e principais depositantes³³ nas tecnologias de preparação de biopolímeros e nos campos de aplicação.³⁴

| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Depositante |
|--|---|
| Preparação de biopolímeros [435] | BIORESET BIOTECNOLOGIA (31) |
| | BRASKEM (24) |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP (16) |
| | PHB INDUSTRIAL S/A (14) |
| | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP (14) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG (13) |
| | ARTUR CAMPOSO PEREIRA (10) |
| | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR (10) |
| | PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS (10) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ (10) |
| | COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN (9) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE (9) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS (9) |
| | INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO EST.S.PAULO S/A IPT (8) |
| | POLIMEX DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO LTDA (8) |
| | SERVICO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL- SENAI (8) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR (8) |
| | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL (6) |
| | SUZANO (6) |
| | SOLVAY/RHODIA/RHODIA BRASIL (5) |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA (5) | |
| Composições farmacêuticas [214] | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP |
| | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP (21) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG (17) |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP (15) |
| | EDSON LUIZ PERACCHI (12) |
| | FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAPEMIG (8) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL (7) |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE - UNICENTRO (6) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP (6) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE (6) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS (6) |
| | BIOLAB SANUS FARMACÊUTICA LTDA. (5) |
| | HYPERMARCAS S.A. (5) |
| UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - UNESP (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (5) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE (5) | |
| Materiais médicos [122] | FATIMA APARECIDA DO AMARAL (9) |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP (9) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG (7) |
| | EDSON LUIZ PERACCHI (5) |
| | ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE CULTURA - APC (4) |
| | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR (4) |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS (4) | |
| Agricultura [93] | IHARABRAS S.A. INDUSTRIAS QUÍMICAS (4) |
| | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP (4) |
| | EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (3) |
| | FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FAPEMIG (3) |
| | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL (3) |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL (3) | |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS - UFLA (3) | |
| Embalagem [75] | BRASKEM (5) |
| | UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP (4) |
| | MARIA IZABEL MAGALHÃES VIANA FITTIPALDI (3) |
| | PHB INDUSTRIAL S/A (3) |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE (3) | |
| Cosmético e Higiene [71] | FATIMA APARECIDA DO AMARAL (13) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL (4) |
| | UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS (4) |
| | BIOLAB SANUS FARMACÊUTICA LTDA. (3) |

³³ São apresentados apenas os depositantes com 2 ou mais pedidos de patente na categoria, de modo que as categorias que possuem apenas depositantes com um único pedido de patente aparecem sem depositantes destacados.

³⁴ Um pedido de patente pode ser categorizado em mais de um tipo de área tecnológica.



| Tecnologias de preparação de biopolímeros e campos de aplicação | Depositante |
|---|--|
| | INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO EST.S.PAULO S/A IPT (3) |
| Artigos domésticos [31] | KIMBERLY-CLARK/ KIMBERLY-CLARK BRASIL (3) MMC BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. (3) |
| Alimentos [28] | DEDINI S/A INDÚSTRIAS DE BASE (2) SIEMENS (2) UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL (2) UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (2) |
| Têxteis [19] | SOLVAY/RHODIA/RHODIA BRASIL (2) |
| Construção civil [15] | |
| Impressão 3D [14] | DUO PHAGE DX TECNOLOGIA LTDA (2) M3 HEALTH INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS MÉDICOS, ODONTOLÓGICOS E CORRELATOS S.A. (2) UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP (2) |
| Eletrônica [13] | UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU (2) |
| Vestuário [13] | GRENDENE S.A. (3) ARTECOLA QUÍMICA S.A. (2) |
| Transporte [9] | |
| Impressão [4] | |
| Perfuração de solo ou rocha [1] | |
| Tabaco [0] | |

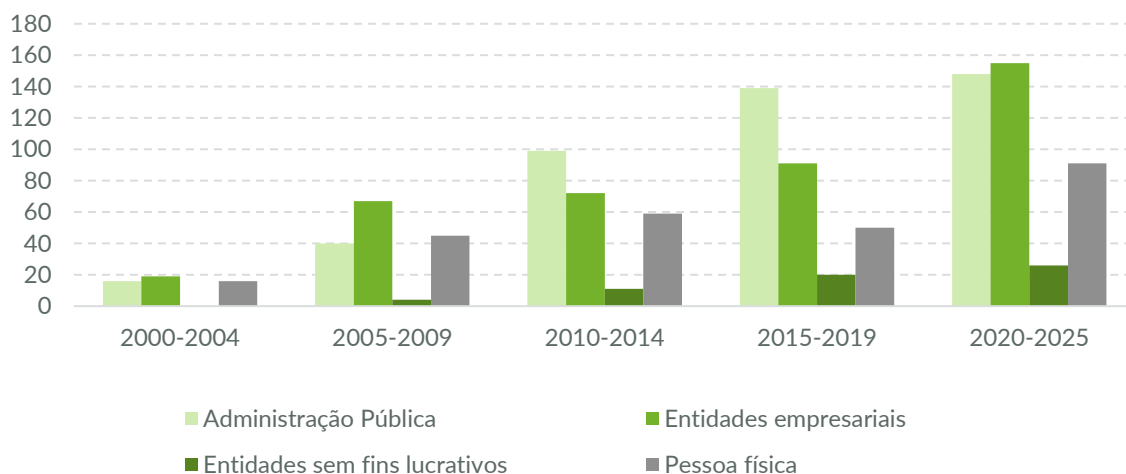
Fonte: Elaboração própria

Considerando o perfil institucional dos depositantes brasileiros, observa-se que organizações pertencentes à administração pública (incluindo universidades, institutos de pesquisa e órgãos governamentais) são responsáveis por 42% dos pedidos de patente depositados por brasileiros relacionados a bioplásticos, enquanto empresas respondem por 38% dos depósitos. As entidades sem fins lucrativos contribuem com 6% dos pedidos de patente (Figura 17).

A análise da evolução temporal na atividade de depósito indica que houve crescimento no número de pedidos de patente depositados no INPI entre todos os tipos de depositantes (Figura 17). Em particular, observa-se o crescimento da participação empresarial no período mais recente, de 2020 a 2025, quando este voltou a ser o grupo majoritário entre os depositantes, ultrapassado o número de depósitos das instituições da administração pública. O perfil dos depositantes brasileiros indica a crescente capacitação interna com uma base científica relevante, além de uma crescente inovação empresarial nesse campo.



Figura 17 - Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos por tipo de natureza jurídica do depositante brasileiro por período de depósito.



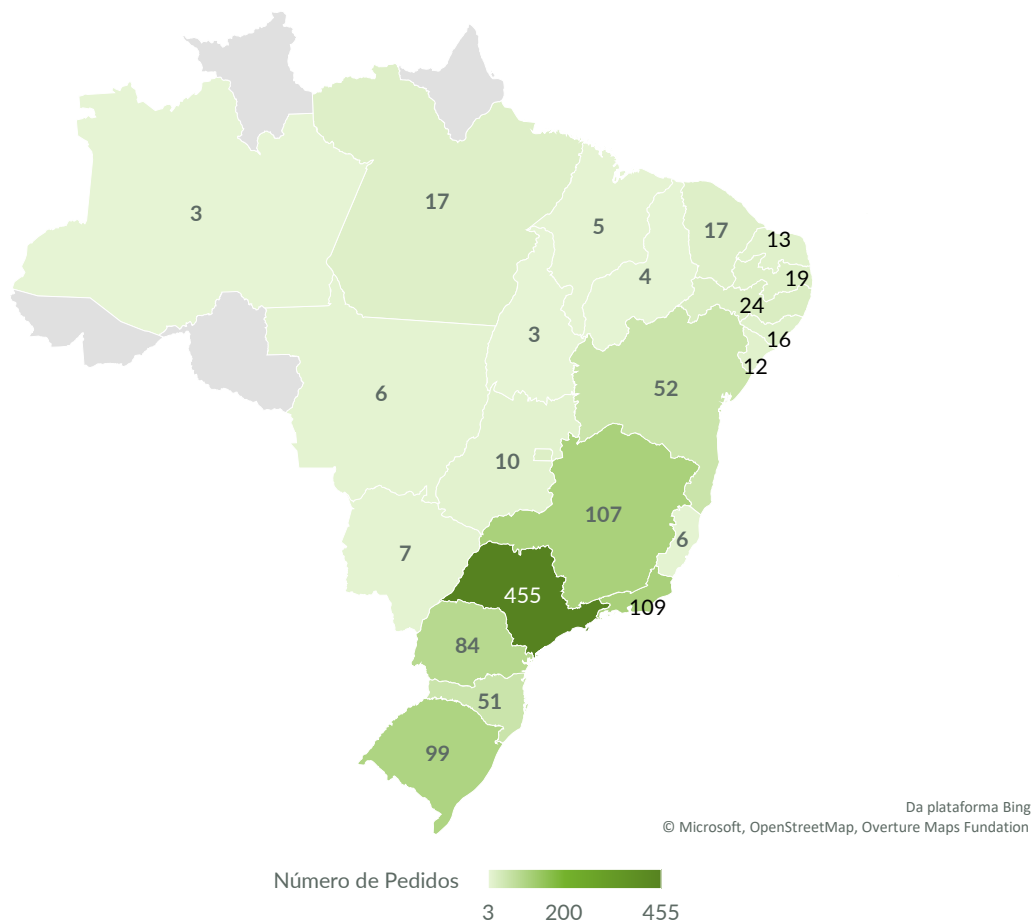
Fonte: Elaboração própria

A distribuição regional das invenções relacionadas a bioplásticos geradas por depositantes brasileiros (Figura 18) revela forte concentração na Região Sudeste, responsável por 62% dos depósitos. Os principais estados de origem dos depositantes brasileiros são São Paulo, que concentra 43% do total de invenções, seguido de Rio de Janeiro (10%) e Minas Gerais (10%). O estado de São Paulo apresenta particular relevância como origem de depósitos realizados por empresas, respondendo por 58% dos pedidos de patente depositados por esse tipo de organização.

Além da Região Sudeste, os estados da Região Sul também apresentam participação relevante, respondendo conjuntamente por 22% dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos depositados por brasileiros entre 2000 e 2025, seguidos pela Região Nordeste, com 15% dos depósitos.



Figura 18 - Número de pedidos de patente relacionados a bioplásticos de acordo com a unidade da federação associada ao depositante.



Fonte: Elaboração própria

Dentre as 1.052 invenções geradas por depositantes brasileiros, somente 243, o equivalente a 23% deste total, buscaram proteção internacional para sua propriedade industrial³⁵. As empresas são o principal tipo de depositante que busca proteção internacional para suas invenções, figurando em 63% das invenções que tiveram depósito de pedido de patente em escritório de patente no exterior ou realizaram depósito internacional (PCT, com publicação WO). As empresas com maior número de invenções relacionadas a bioplástico com depósito no exterior são Braskem, PHB Industrial, Rhodia Brasil (subsidiária do grupo global Solvay), Petrobras, Suzano e Embrapa (Tabela 33).

A principal via utilizada para internacionalização da proteção patentária foi o Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT), identificada por meio da publicação do documento WO na família de 226 pedidos de patente.

³⁵ Seja pela existência de um depósito internacional no PCT e/ou de depósito em escritório de patente de algum país ou região no exterior.



Tabela 33. Principais depositantes brasileiros em número de invenções relacionadas a bioplásticos com depósito de pedido de patente no exterior.

| Principais Depositantes ³⁶ | Nº de invenções |
|--|-----------------|
| 1. BRASKEM | 22 |
| 2. PHB INDUSTRIAL S/A | 14 |
| 3. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP | 14 |
| 4. EDSON LUIZ PERACCHI | 10 |
| 5. SOLVAY/RHODIA/RHODIA BRASIL | 9 |
| 6. PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS | 8 |
| 7. SUZANO | 8 |
| 8. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ | 7 |
| 9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA | 6 |
| 10. FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR | 6 |
| 11. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP | 6 |
| 12. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS | 6 |
| 13. BIOLAB SANUS FARMACÊUTICA LTDA. | 5 |
| 14. KIMBERLY-CLARK | 5 |

Fonte: Elaboração própria

3.4. Temas frequentes nos pedidos de patente

Para a análise das principais orientações cognitivas e temáticas do conteúdo tecnológico das invenções em bioplásticos, foram elaboradas nuvens de palavras a partir dos resumos dos pedidos de patente. O conjunto de pedidos de patente levantado foi subdividido em dois grupos: pedidos depositados por brasileiros e pedidos depositados por estrangeiros. Isto permitiu verificar se há eventuais diferenças nos caminhos tecnológicos que o país vem adotando na temática de bioplásticos em relação aos demais desenvolvimentos tecnológicos realizados no mundo neste setor. Também foram feitos subconjuntos relativos à linha temporal: um com pedidos de patente depositados até 2009 e outro com pedidos de patente depositados após 2010, com vistas a verificar as transformações tecnológicas que vêm sendo realizadas no transcorrer do tempo.

A **Figura 19** apresenta as nuvens de palavras para cada um destes subconjuntos. Há nítido domínio de termos próprios de plásticos e bioplásticos como “polymer” e “acid”. Contudo, as nuvens revelam diferenças tanto temporais quanto entre as invenções depositadas por brasileiros e invenções depositadas por estrangeiros. Por exemplo, a palavra “composition” possui frequência relativa mais importante entre os pedidos de patente de estrangeiros.

³⁶ São apresentados apenas os depositantes com 5 ou mais invenções com depósito internacional no PCT e/ou de depósito em escritório de patente de algum país ou região no exterior.



relacionados às tecnologias de bioplásticos que se destacaram na comparação entre os resumos de patentes de brasileiros e de estrangeiros ao longo de todo o período analisado. A coluna χ^2 indica a intensidade da diferença estatística na frequência relativa de cada palavra. A coluna “N alvo (brasileiros)” mostra quantas vezes o termo aparece nos resumos dos pedidos de patente de depositantes brasileiros, enquanto “N referência (estrangeiros)” indica a frequência nos resumos de depositantes de outras nacionalidades. Assim, observa-se que termos como *propolis*, *inoculum*, *bio_oil*, *cassava*, *cyanobacteria*, *sugarcane* e *bagasse* são mais relevantes entre os desenvolvimentos tecnológicos produzidos pelos brasileiros, refletindo o foco em rotas biotecnológicas envolvendo uso de biomassa. Já palavras como *nanoparticles*, *biodegradable* e *biodegradabel polymer* aparecem com maior peso relativo nas invenções geradas por depositantes estrangeiros, evidenciando uma ênfase nos efeitos de redução da poluição ambiental dos bioplásticos.

Tabela 35 – Comparativo da frequência de palavras nos resumos dos pedidos de patente de depositantes Brasileiros x Estrangeiros, considerando todo o período analisado

| Palavra-chave | χ^2 | N alvo (Brasileiros) | N referência (Estrangeiros) |
|-------------------------|----------|----------------------|-----------------------------|
| Própolis | 1440,1 | 110 | 1 |
| Inoculum | 1176,2 | 110 | 22 |
| Nanoparticles | 1124,5 | 412 | 950 |
| Pha | 862,0 | 336 | 818 |
| Biopolymer | 850,0 | 230 | 394 |
| biodegradable | 802,4 | 593 | 2303 |
| bio_oil | 614,2 | 61 | 16 |
| nanofibers | 580,4 | 104 | 106 |
| carbon_source | 533,4 | 140 | 232 |
| phb | 532,1 | 98 | 104 |
| cassava | 506,3 | 59 | 26 |
| cyanobacteria | 484,5 | 54 | 21 |
| biodegradable_polymer | 476,7 | 305 | 1080 |
| culture_medium | 469,9 | 130 | 228 |
| sugarcane | 411,3 | 79 | 89 |
| nanospheres | 409,8 | 62 | 48 |
| bagasse | 400,2 | 81 | 98 |
| polymer_matrix | 395,1 | 211 | 659 |
| nanocapsule | 378,2 | 40 | 12 |
| microalgae | 370,5 | 53 | 37 |
| biomass | 315,8 | 417 | 2207 |
| composite | 237,7 | 447 | 2746 |
| biopolymer-pha | 210,9 | 17 | 0 |
| biodegradable_polymeric | 209,2 | 44 | 56 |
| polymeric | 208,3 | 623 | 4491 |
| bioreactor | 208,1 | 83 | 206 |
| nanostructured | 198,4 | 25 | 12 |
| nanocomposite | 180,5 | 63 | 139 |

Fonte: Elaboração própria



A **Tabela 36** apresenta a comparação entre os pedidos de patente depositados entre 2000 e 2009 e de 2010 em diante. Em relação aos pedidos de patente depositados por estrangeiros observa-se uma mudança de foco em direção às rotas de biomassa lignocelulósica. Termos como *lignin*, *biomass*, *lignocellulosic*, *pulp*, *hemicellulose* e *cellulose-based* aparecem com valores elevados de χ^2 , mostrando que o tema de aproveitamento de resíduos vegetais e fibras naturais ganhou relevância nos anos mais recentes. Além disso, termos como *bio-based*, *bio-derived*, *biocarbon*, *compostable*, *recycled*, trazem o conceito de sustentabilidade e origem renovável, reforçando a preocupação com a circularidade dos materiais. Paralelamente, o aumento da presença de termos como *nanocarriers*, *nanoparticle*, *graphene* e *microfibrillated* indica a incorporação de nanotecnologia e engenharia de materiais às soluções de bioplásticos.

Tabela 36 - Comparativo da frequência de palavras nos resumos dos pedidos de patente de depositantes estrangeiros, considerando pedidos antigos x pedidos recentes

| Palavra-chave | χ^2 | N alvo (Recente) | N referência (Antigo) |
|----------------------|----------|------------------|-----------------------|
| lignin | 451,7 | 1265 | 50 |
| biomass | 313,9 | 1910 | 297 |
| bio-based | 181,1 | 585 | 37 |
| nanocarriers | 153,7 | 355 | 2 |
| sugars | 144,3 | 598 | 61 |
| lignocellulosic | 134,3 | 585 | 64 |
| pulp | 124,0 | 736 | 112 |
| feedstock | 98,1 | 754 | 139 |
| bio-derived | 90,7 | 219 | 3 |
| polybutylene | 89,3 | 760 | 149 |
| graphene | 85,2 | 222 | 6 |
| hemicellulose | 66,7 | 322 | 40 |
| cellulose-based | 66,6 | 251 | 22 |
| recycled | 66,1 | 486 | 87 |
| biocarbon | 61,6 | 138 | 0 |
| compostable | 73,4 | 246 | 17 |
| pet | 53,6 | 1245 | 360 |
| pha | 55,6 | 664 | 154 |
| nanoparticle | 54,8 | 419 | 77 |
| microfibrillated | 78,6 | 176 | 0 |
| fermentation-derived | 75,0 | 168 | 0 |
| biobased | 46,6 | 174 | 15 |
| biogenic | 46,4 | 104 | 0 |
| pyrolysis | 46,7 | 375 | 71 |

Fonte: Elaboração própria

Por fim, na **Tabela 37** está a comparação entre a frequência de palavras nos resumos dos pedidos de patente de brasileiros comparando o conjunto mais antigo com o mais recente. O perfil das invenções mais recentes mantém a identidade brasileira em



biotecnologia, mas começa a avançar para aplicações práticas em materiais poliméricos e compósitos. Esse movimento sugere uma evolução o país de uma ênfase quase exclusiva em cultivo microbiano para uma abordagem mais integrada e aplicada.

Tabela 37 - Comparativo da frequência de palavras nos resumos dos pedidos de patente de depositantes brasileiros, considerando pedidos antigos x pedidos recentes

| Palavra-chave | χ^2 | N alvo (Recente) | N referência (Antigo) |
|----------------|----------|------------------|-----------------------|
| polymeric | 26,9 | 583 | 40 |
| composite | 18,9 | 418 | 29 |
| polymer_matrix | 18,8 | 204 | 7 |
| inoculum | 17,2 | 110 | 0 |
| propolis | 17,2 | 110 | 0 |
| bioreactor | 10,8 | 82 | 1 |
| biopolymer | 9,6 | 215 | 15 |
| bio-oil | 7,4 | 60 | 1 |
| nanospheres | 7,5 | 61 | 1 |
| nanofibers | 6,8 | 99 | 5 |
| cyanobacteria | 6,3 | 53 | 1 |
| microalgae | 6,1 | 52 | 1 |

Fonte: Elaboração própria

3.5. Considerações sobre o uso da PI no setor de bioplásticos

A transição para uma economia de baixo carbono e baseada em recursos renováveis tem impulsionado o desenvolvimento de bioplásticos como alternativa aos polímeros tradicionais de origem fóssil. Esses materiais combinam propriedades funcionais com atributos ambientais, como biodegradabilidade e menor intensidade de carbono. Desta forma, os bioplásticos configuram um campo importante da bioeconomia, com forte alinhamento às agendas de sustentabilidade e descarbonização.

Nesse cenário, o Brasil dispõe de vantagens estruturais relevantes, incluindo sua grande base de recursos naturais (biomassa), capacidade científica e experiência industrial em cadeias produtivas de base biológica, que podem ser alavancadas para inserção competitiva em cadeias globais de maior valor agregado.

A dinâmica tecnológica no setor de bioplásticos apresenta um crescimento acelerado da atividade de patenteamento no Brasil até 2011, seguido de estabilização em uma média superior a 400 depósitos/ano desde 2010. Apontando o Brasil como mercado relevante para proteção tecnológica.

A origem das invenções depositadas no Brasil é altamente concentrada, com pedidos de patente de depositantes dos Estados Unidos (38%), Brasil (13%) e Alemanha



(11%) respondendo por cerca de 60% dos depósitos no País. Entretanto, a análise temporal revela uma transformação relevante: redução da concentração nos países tradicionalmente líderes (EUA, Alemanha, Japão, França) e aumento da participação de países emergentes e com capacidade tecnológica crescente (Brasil, Coreia do Sul, Finlândia, Índia e China). Esse movimento indica uma descentralização progressiva da capacidade inovativa global, abrindo espaço para esses países ampliarem sua participação.

Além disso, observa-se que os diferentes países detêm especialização em determinadas áreas tecnológicas. Em um setor tão amplo como os bioplásticos a definição de nichos de especialização pode ser considerada estratégica, em vez de competir de forma difusa com países líderes em todas as áreas tecnológicas.

O ecossistema de depositantes no campo dos bioplásticos é dominado por grandes corporações multinacionais intensivas em P&D, especialmente dos Estados Unidos e da Europa. Entre os principais atores destacam-se: empresas químicas e petroquímicas globais, multinacionais de bens de consumo, e empresas farmacêuticas e de biotecnologia. Esses atores mantêm presença consistente ao longo de todo o período analisado. Ao mesmo tempo, observa-se a entrada de novos atores, incluindo empresas de menor porte especializadas em biomateriais e *startups*, sugerindo que há espaço para novos atores, especialmente em nichos tecnológicos emergentes, como aqueles onde há convergência entre química, biotecnologia e aplicações finais destes biopolímeros.

Na estrutura do desenvolvimento tecnológico em bioplásticos as invenções estão concentradas na preparação de biopolímeros (46%), indicando que a etapa *upstream* é crítica para captura de valor e liderança tecnológica. Refletindo a natureza transversal dos bioplásticos, o perfil das invenções conta com diversificação de áreas tecnológicas e campos de aplicação, onde identifica-se como principais aplicações as composições farmacêuticas, materiais médicos, embalagens, cosméticos e higiene, e agricultura.

Os depositantes brasileiros apresentaram grande aumento no número de invenções geradas ao longo do tempo. A análise temporal revela os depositantes brasileiros saíram de 5% dos pedidos de patente relacionados a bioplástico no período de 2000 a 2004 para 19% no período mais recente de 2015 a 2025. Assim, o Brasil evolui de um papel predominantemente receptor de tecnologia para uma posição crescente como gerador de conhecimento, ainda que com forte assimetria em relação aos líderes globais.

Por fim, entre os depositantes brasileiros há forte presença de instituições públicas de ensino e pesquisa (42%) e de empresas (38%). Ademais, observa-se elevada concentração geográfica na região Sudeste (62%), especialmente São Paulo, no desenvolvimento destas invenções. O cenário nacional de desenvolvimento tecnológico no setor de bioplásticos ainda apresenta protagonismo acadêmico, o que gera desafios na conversão do conhecimento em inovação industrial. Por outro lado, o perfil dos depositantes brasileiros indica a crescente capacitação interna com uma base científica



relevante, além de um relevante desenvolvimento tecnológico no setor produtivo nesse campo.

Assim, o panorama de patentes relacionadas a bioplásticos fornece dados relevantes para a formulação de políticas públicas e estratégias de pesquisa, desenvolvimento e inovação, ao mapear tendências tecnológicas, capacidades nacionais e lacunas tecnológicas. O conjunto de pedidos de patente identificados neste estudo estão disponíveis para acesso e visualização dos dados através do [painel de dados](#) interativo, permitindo análises segmentadas utilizando os parâmetros empregados nas análises apresentadas neste capítulo.



Capítulo 4. Alcance estratégico da inovação

4.1. Multidisciplinaridade e redes de colaboração

Já foi evidenciado ao longo deste estudo que os bioplásticos carregam a multidisciplinaridade em sua essência. A busca por rotas tecnológicas capazes de substituir fontes fósseis por matérias-primas de origem biológica exige a integração de diferentes campos do saber. Como discutido no Capítulo 1, a cadeia produtiva dos plásticos envolve desde a química de polímeros e processos industriais até questões ambientais e regulatórias, o que torna impossível avançar sem a contribuição simultânea de áreas como química, engenharia de materiais, agronomia e ciências ambientais.

No Capítulo 2, ao mapear os grupos de pesquisa cadastrados no CNPq e a produção acadêmica indexada na *Web of Science*, ficou claro que a pesquisa em bioplásticos se distribui por múltiplas áreas — ciência dos polímeros, biotecnologia, nanotecnologia, agricultura e até mesmo saúde — revelando uma rede de competências que se complementam. Além disso, os dados sobre financiamento mostraram que projetos são frequentemente estruturados em consórcios entre universidades, institutos tecnológicos e empresas, reforçando o caráter colaborativo da inovação.

O Capítulo 3, ao analisar os pedidos de patente, evidenciou que os principais depositantes incluem tanto empresas petroquímicas quanto universidades e centros de pesquisa, indicando a existência de um rico ecossistema de inovação em bioplásticos envolvendo atores distintos. As tecnologias de biopolímeros e seus diferentes campos de aplicação abrangem desde embalagens até usos médicos, o que confirma a necessidade de redes interdisciplinares para transformar descobertas científicas em soluções industriais.

Nas entrevistas realizadas a interface entre diferentes campos da ciência pode ser observada em trechos como os abaixo:

“Eu sempre trabalhei com amido, com vários polissacarídeos, usando água como solvente... Depois passamos a processar, trabalhando com polímeros biodegradáveis. E todos os que são permitidos pela Anvisa. (...) Além de usar os polímeros biodegradáveis, gerar novas embalagens pra tentar minimizar a geração de microplástico, eu venho trabalhando, associando os polímeros biodegradáveis com os bioativos de alimentos funcionais.” (Entrevistado 1)

“Eu desenvolvo métodos de análise... usando esses dispositivos eletroanalíticos, os quais são produzidos através de plástico. A impressão 3D é muito versátil, bem barata, bastante acessível... e aí os biopolímeros entram



como algo bastante interessante por conta que é possível ficar reciclando esses materiais.” (Entrevistado 2)

A multidisciplinaridade gera, em tese, a necessidade de pesquisas em rede de colaboração. As bases de dados tratadas nos capítulos 2 e 3 permitem desenhar estas redes. As **Figuras 20 e 21** representam as parcerias em artigos (coautoria) e patentes (depósitos em cotitularidade). Nas figuras estão explícitos apenas as principais redes de parcerias identificadas. Os artigos mostram dois principais fatores de formação das redes acadêmicas, o temático e o geográfico. O temático pode ser notado com as redes “IPEN-CNEN” e “ITA-CTA”, enquanto que a proximidade geográfica é notada nas redes paulista, paraibana e paranaense.



Figura 20 - Principais redes de colaboração em artigos publicados na WoS

Fonte: Elaboração própria.

No conjunto de documentos de patentes observa-se que a colaboração entre depositantes de uma mesma região geográfica mantém a importância, mas redes distintas são mostradas. Em Minas Gerais há a rede mais numerosa, em Pernambuco três instituições federais colaboram, em Alagoas há a colaboração da Universidade Federal com uma empresa e no Rio de Janeiro há a parceira Petrobrás/UFRJ. A presença da colaboração de empresas com universidades está presente também na colaboração entre a Biolab Sanus e a UFRGS. Um terceiro vetor de colaboração, que se confunde com a questão regional está na participação de Fundações de Amparo à pesquisa, com a FAPEMIG apresentando papel central na rede mineira e a FAPESP aparecendo como cotitular de pedidos de patentes da USP.



Figura 21 - Principais redes de colaboração em depósito de patentes

Fonte: Elaboração própria.

Nas entrevistas a colaboração em rede foi presente nas seguintes falas:

“A Zeiss é minha parceira desde 2017 na análise das gaxetas para formar as lentes oftálmicas. (...) A Ambev também foi desenvolvimento para eles. Desenvolvimento inclusive daqueles plásticos filmes que embalam os packs de cerveja, de água, de refrigerante.” (...) “A Embrapa é desenvolvimento constante de embalagens. A gente tem um projeto grande, usando parte da manga, usando fibras do caroço da manga, fazendo compósitos, mas usando polímeros biodegradáveis.” (Entrevistado 1)

“A gente trabalha muito em rede assim, né, porque a gente trabalha mais com TRLs ali entre três e seis. A gente não faz pesquisa mais inicial, então a gente precisa desses parceiros, principalmente de universidades, muitas vezes para catalisar alguma coisa que eles já desenvolveram e para fazer conexão com a indústria.” (...) “Aqui na XXX, a gente trabalha principalmente com a parte de obtenção de novos monômeros de renováveis, por exemplo, e também síntese. A gente não trabalha muito na parte de processamento, aditivação desses bioplásticos. Mas de qualquer forma, a gente trabalha com grandes empresas do Brasil, e multinacionais. E a gente consegue fazer diferentes rotas químicas, biotecnológicas, esses diferentes bioplásticos.” (Entrevistado 3)

Assim, a inovação em bioplásticos não pode ser compreendida apenas como um esforço isolado de laboratório ou de empresa. Ela pode surgir também por meio de redes de colaboração multidisciplinar, na qual ciência básica, desenvolvimento tecnológico e aplicação industrial se entrelaçam para enfrentar os desafios da sustentabilidade e da transição energética.



4.2. Desafios estratégicos para o aumento do uso de bioplásticos

Já foi discutido anteriormente neste estudo que a adoção de bioplásticos possui o potencial de reduzir a emissão de CO₂ e gases de efeito estufa, além de diminuir a poluição tanto terrestre quanto aquática. Contudo, alguns desafios precisam ser enfrentados. No que diz respeito à redução das emissões, é essencial que sua produção esteja vinculada ao uso de fontes renováveis de energia e que haja rastreabilidade das matérias-primas, de modo a evitar impactos negativos associados ao desmatamento ou ao uso inadequado da biomassa. Esse desafio se conecta às discussões mais amplas da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e da Rede pela Circularidade do Plástico da ABIPLAST, que tratam da gestão de resíduos e da circularidade, mas ainda não detalham o papel específico dos bioplásticos.

Como evidenciado na seção 2.3, o financiamento à PD&I em bioplásticos no Brasil ainda é periférico, concentrado em poucas regiões e inserido em editais amplos. Essa limitação reforça que os benefícios ambientais só se consolidarão se houver políticas específicas que vinculem o apoio financeiro a critérios de sustentabilidade, rastreabilidade e circularidade.

A análise das pesquisas e dos financiamentos apresentada nos capítulos anteriores não destacou de forma direta a redução de CO₂ como objetivo declarado, mas evidenciou que a sustentabilidade é um eixo recorrente. Projetos voltados ao desenvolvimento de novos polímeros e à melhoria das rotas produtivas de bioplásticos trazem, de forma implícita, o potencial de contribuir para a diminuição das emissões.

A análise dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos mostrou uma mudança qualitativa importante ao longo dos anos. Como exemplo, foi observado que nos depósitos mais antigos, predominavam termos associados às rotas químicas de síntese e à caracterização dos polímeros, refletindo um estágio inicial de desenvolvimento tecnológico. Já nos pedidos mais recentes, as nuvens de palavras evidenciam maior presença de conteúdos voltados às aplicações práticas – como embalagens, filmes e usos médicos – além de referências explícitas à biodegradação e à sustentabilidade. Essa transição indica que o setor deixou de se concentrar apenas na pesquisa de base e passou a buscar soluções aplicadas, alinhadas às demandas ambientais e de mercado.

A importância da rastreabilidade para a produção de bioplásticos é apontada por pesquisadores da área:

“A gente precisa ter rastreabilidade, porque senão você pode estar usando biomassa que vem de desmatamento ou de áreas que não deveriam estar sendo ocupadas. Então não adianta chamar de bioplástico se a origem não é sustentável.” (Entrevistado 1)

A necessidade do aumento da utilização dos bioplásticos já foi incorporada por indústrias produtoras de polímeros e por empresas que fazem uso em larga escala de plásticos em suas embalagens.



(...) muita embalagem para pet, que é um mercado que está mais atento para isso, o consumidor que tem esse olhar mais atento que usam a nossa marca (...) ali para dizer que você leva resina. (...) tem formas também de diluir essa resina, então você não precisa usar 100% do polietileno verde. Como ele é idêntico ao fóssil, drop-in molecular (...) você pode ou blendar ou você pode simplesmente fazer uma troca rápida (...). Então isso é um ponto positivo do nosso polietileno verde, que ele tem essa característica. A diferença é que ele tem a captura de carbono no começo do processo. (Entrevistado 5)

“Um dos pontos que vai conectar comigo os materiais aqui, que para a gente não fecha a equação da economia global é a gente continuar baseando a nossa economia na fonte fóssil, no petróleo. (...) Então a gente precisa minimamente diversificar.” (Entrevistado 4)

Ainda no tocante à redução da emissão de CO₂, persiste o desafio tecnológico de desenvolver novos polímeros capazes de substituir os tradicionais de origem fóssil e, ao mesmo tempo, alcançar ganhos de produtividade nas rotas já existentes de bioplásticos. Sem avanços nessa frente, a competitividade desses materiais continuará limitada frente aos plásticos convencionais.

Atualmente há preocupação de desenvolver polímeros que possam ser utilizados nas mesmas máquinas ou que demandam poucos ajustes, de modo que a adoção de bioplásticos não gere grandes necessidades de investimentos. Na economia da inovação este é o fenômeno é chamado de “lock-in”.

“...o PLA, se eu não me engano, é o principal deles. (...) Eu não vejo no Brasil muita perspectiva de ter produção aqui, para ser honesto. (...) Eu acho que ainda é um mercado de nicho. (...) Você precisa do produto para testar, para desenvolver a aplicação, mas se você não tiver uma segurança que vai ter o consumo, para o produtor também é um investimento arriscado.” (Entrevistado 3)

“...o consumidor realmente quer soluções mais sustentáveis, mas não quer pagar mais caro por isso. Então, esse é o grande desafio. (...) Se eu quero um biopolímero, ele tem custos que podem deixar ele mais caro que a resina fóssil, que já tem uma escala muito maior.” (Entrevistado 5)

O ambiente econômico dos plásticos e, conseqüentemente, dos bioplásticos apresenta um desafio adicional à inovação. A grande diversidade de aplicações dos polímeros faz com que, muitas vezes, a inovação seja puxada pela demanda, que é fragmentada pelas diferentes características tecnológicas de cada uso (**Tabela 29**). Este aspecto pode ser um dos fatores, por exemplo, que fazem do país um grande importador



de polímeros (**Tabela 2**) ao mesmo tempo em que apresenta crescimento no depósito de patentes no setor de bioplásticos (**Figura 15**).

A indústria química requer grandes volumes produtivos, então é natural que a produção dos polímeros básicos seja concentrada em poucos locais. A teoria clássica da localização industrial coloca estas bases produtivas ou próximas dos maiores centros consumidores ou próximas dos locais de oferta de matéria prima, de modo em que a expansão da produção de biopolímeros pelo país passa pela concorrência internacional. A lógica é formatar a ação de políticas mais focadas em buscar um papel de destaque internacional do que apenas substituir importações, fazendo com que investimentos tenham escala suficiente para fazer frente à inovação.

A **Tabela 23** revelou que há volume considerável de patentes em bioplásticos depositadas por empresas cujo foco são bens de higiene pessoal, limpeza, medicamento e consumo, como Procter & Gamble, Kimberly-Clark e Johnson & Johnson. Nitidamente, depósitos que focam na aplicação dos biopolímeros, e não no polímero em si. Essa predominância de pedidos de patente relacionados às aplicações finais dos biopolímeros ajuda a explicar o paradoxo entre o crescimento dos depósitos de patentes e a baixa produção nacional destes materiais. A intensificação das redes de colaboração pode favorecer a integração da pesquisa em biopolímeros com a demanda de mercado, aumentando as chances de que as patentes depositadas sejam efetivamente utilizadas nos processos produtivos.

Nesse cenário, merece destaque a participação do INPI e do MDIC em iniciativas internacionais como o “*WIPO Green Latin America (LAC) Acceleration Program*”, coordenado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), uma iniciativa de conexão que identifica necessidades climáticas e ambientais urgentes na região e as conecta com fornecedores de tecnologia inovadoras e sustentáveis. Em 2023, essa ação conjunta promoveu 96 conexões (“*matches*”) entre provedores e demandantes de tecnologias verdes, envolvendo mais de 500 participantes de 20 países. Ao facilitar o encontro entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, o programa contribui para que tecnologias desenvolvidas no ambiente acadêmico possam atingir aplicação industrial, acelerando sua adoção pelo setor produtivo. Essa articulação fortalece a integração entre ciência, tecnologia e mercado, elemento essencial para consolidar a bioeconomia como vetor da neointustrialização brasileira.

Além dos desafios tecnológicos e de produção, há que se considerar a importância de se engajar a população na transformação cultural em direção ao uso de bioplásticos. A literatura internacional vem estudando a dificuldade de que o desejo de poluir menos e de emitir menos CO₂ se traduza em propensão a pagar mais por estas mercadorias.

Em estudos sobre intenção de uso de bioplásticos, Taño et al. (2022) utilizam a Teoria do Comportamento Planejado (TPB da sigla em inglês) para modelar a disposição a dar preferência ao uso de bioplásticos. Eles confirmam o modelo teórico que supõem que o aumento do uso de bioplásticos está diretamente ligado a: i) ações passadas que



reduzem o uso de plásticos; ii) influência da sociedade para a redução do uso de plásticos; e iii) atitude em relação ao uso de bioplásticos. Este último, por sua vez depende de a) engajamento em temas ambientais; b) valores de consumo verde; e c) conhecimento acerca dos bioplásticos. Achados empíricos como este reforçam a importância de que os consumidores sejam melhor informados sobre os impactos ambientais do uso de plásticos, de modo que sua estrutura de preferências seja ajustada e se eleve a propensão a pagar por bioplásticos.

Há que se lembrar que bioplásticos está contido no contexto da efetividade da economia circular, então mudanças no comportamento das pessoas devem passar pela efetividade do marco regulatório de resíduos sólidos.

“Essa é a pergunta do milhão. Porque o consumidor até fala que quer poluir menos, mas na hora de escolher o produto, o preço pesa muito. Então como é que a gente resolve essa equação?” (Entrevistado 4)

“Não adianta só ter tecnologia se não houver política pública e engajamento da sociedade. A população precisa entender que o ciclo dos resíduos e a economia circular dependem de comportamento coletivo, não apenas de inovação.” (Entrevistado 1)

4.3. Políticas públicas de incentivo à inovação em bioplásticos

Conforme já destacado neste documento, o país ainda carece de abordar a questão dos plásticos e bioplásticos de forma mais estruturada. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo subsidiar as discussões, junto aos diferentes atores envolvidos com a PD&I no setor de bioplásticos, auxiliando assim a formulação de diretrizes e ações que visem alavancar a inovação no setor.

A criação de uma política nacional de bioplásticos é fundamental para impulsionar a inovação no setor, bem como nortear as legislações estaduais e municipais quanto a restrições de uso de plásticos gerando maior uniformidade e ampliando mudanças de hábitos entre as pessoas. O estabelecimento de metas de reciclabilidade e reutilização, além de restrições graduais a plásticos de uso único são também pontos importantes, visando alinhar inovação e sustentabilidade

Adicionalmente, como visto no início deste estudo, o atual conceito de bioplástico é amplo, envolvendo um cruzamento entre origem das matérias-primas, biodegradabilidade e possibilidades de reciclagem, o que pode gerar insegurança regulatória e dificultar a adoção em larga escala. Assim, uma política nacional para o setor deve buscar estabelecer uma clareza conceitual visando criar segurança regulatória para investimentos e práticas de consumo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, como já mencionado, é um marco importante para a circularidade do uso de plásticos. Contudo, criada em 2010, ela precisa



ser atualizada e complementada por decretos que garantam o aumento das taxas de reciclagem e reutilização. Uma política nacional de bioplásticos pode cumprir o papel de complementar a PNRS, estabelecendo metas vinculantes para o uso de componentes naturais nas matérias-primas de novos polímeros e criando mecanismos de transparência e rastreabilidade. Além disso, deve aprimorar o sistema de informação sobre as melhores práticas de reciclagem para cada tipo de polímero, alinhando inovação tecnológica com sustentabilidade ambiental. Além de complementar a PNRS, a política nacional de bioplásticos deve dialogar com o Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), instrumento da ENEC, que estabelece diretrizes para reduzir a utilização de recursos e ampliar a circularidade dos materiais.

O marco regulatório que envolve os biocombustíveis é uma referência importante para a questão dos bioplásticos. A estratégia de emissão de créditos de descarbonização (CBIOS) e as obrigatoriedades de uso de etanol e biodiesel na gasolina e no diesel criaram instrumentos que garantem demanda e atraem investimentos. Uma política nacional de bioplásticos pode se valer desse aprendizado, estruturando mecanismos que assegurem mercado para os plásticos de origem biológica.

A analogia mais direta do uso de plásticos de origem biológica com os biocombustíveis envolve aqueles chamados *drop in*, como o PE e o PET. Nestes casos haveria a possibilidade de exigência de um percentual do plástico produzido ter origem biológica, à semelhança do mandato de mistura obrigatória do etanol anidro e do biodiesel na gasolina e no diesel. Contudo, a multiplicidade dos biopolímeros, de seus usos e de sua biodegradabilidade obriga que sejam utilizados outros mecanismos e instrumentos distintos, como sistemas de rotulagem ou até a obrigatoriedade de conteúdo mínimo 'bio' em embalagens. Em áreas como confecções, peças de equipamentos e similares, pode-se pensar em tratamentos diferenciados em impostos indiretos. Também podem ser desenhadas metas de circularidade mais detalhadas para reciclagem e reuso nas diversas cadeias produtivas onde os plásticos são utilizados.

A política nacional de bioplásticos pode ainda envolver incentivos econômicos para a substituição de plásticos por bioplásticos, como por exemplo, através da incorporação de taxas específicas ou com a criação de mecanismos de mercado nos moldes do CBIOS, já utilizados no setor de biocombustíveis. Nesse sentido, contribui também para o cumprimento do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), que prevê o desenho de instrumentos fiscais e financeiros voltados a aumentar a circularidade de materiais.

Neste estudo foi evidenciado que a pesquisa em bioplásticos é rica no Brasil e vem gerando inovações na forma de patentes de forma consistente ao longo dos últimos anos. Ao mesmo tempo, permanece a concentração espacial e a dificuldade de centros não tradicionais terem acesso a financiamento, principalmente pela ausência de editais específicos. Deste modo, sugere-se pensar em formas de ampliar o financiamento e apoiar mais centros de pesquisa no setor, incorporando bioplásticos e outros temas de



bioeconomia em políticas de fomento já existentes, como, por exemplo, àquelas ligadas aos biocombustíveis.

Destaca-se ainda a integração desta pauta com a política de neointustrialização brasileira, Nova Indústria Brasil (NIB), uma vez que visa estimular cadeias produtivas inovadoras e sustentáveis, fortalecendo a reindustrialização verde. Neste contexto, as políticas de redução de emissões de CO₂, contribuem diretamente para as metas de descarbonização ao substituir polímeros fósseis por alternativas renováveis. Já no âmbito das políticas de mitigação, a pauta dos bioplásticos está alinhada ao Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), reforçando a economia circular e a adaptação climática, reduzindo impactos ambientais e ampliando a resiliência do sistema produtivo. Essa integração com outras políticas já existentes garante que uma política de bioplásticos não seja isolada, mas parte de um esforço coordenado de transformação econômica e ambiental.

Tanto a literatura científica quanto as entrevistas destacaram a importância da mudança de comportamento por parte das pessoas. Por isso, a política nacional de bioplásticos deve envolver não apenas campanhas publicitárias, mas também programas de educação ambiental em escolas, capacitação de empresas e ações comunitárias. O engajamento social pode ser o elo que garante que as medidas regulatórias e econômicas se traduzam em práticas cotidianas. Essa dimensão também contribui para o cumprimento do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), que prevê ações voltadas à educação, cultura e conscientização para ampliar a circularidade.

Em síntese, a construção de um plano nacional de bioplásticos tem a capacidade de integrar políticas estratégicas, gerando ações concretas em um tipo de material que é grande responsável pelo consumo de petróleo, pela emissão de CO₂ e pela poluição ambiental. Deste modo poderá contribuir para a atualização da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dialogando com os instrumentos de mercado já consolidados nos biocombustíveis (como os CBIOS) e reforçando as diretrizes do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), tornando-se, assim, parte de um esforço coordenado de transformação econômica e ambiental.



Capítulo 5. Implicações para o desenvolvimento econômico

Considerações finais

Os plásticos surgem no final do século XIX, mas é durante o século XX, com desenvolvimento de polímeros a partir de fontes fósseis, que ganham espaço crescente na vida e, conseqüentemente, na economia. Suas propriedades físico-químicas levam a que substituam muitos materiais naturais e ao mesmo tempo permitam o surgimento de bens anteriormente inexistentes. Contudo sua utilização cada vez maior apresenta dois problemas, de um lado mantém a necessidade de extração de petróleo e outras fontes fósseis e de outro são uma grande fonte de poluição.

Dado o tamanho do mercado brasileiro, é natural que a produção nacional seja relevante, empregando muitas pessoas, inclusive na área de PD&I. Mesmo assim o país apresenta déficits comerciais relevantes, indicando que é estratégico para a competitividade da indústria nacional o aumento da capacidade produtiva de polímeros. Ao mesmo tempo, a necessidade de reduzir a exploração de petróleo e gás e a poluição por plásticos gera uma contradição em termos, onde parte da solução passa pela produção de bioplásticos. O país possui potencial grande de aproveitamento de matérias orgânicas para a produção de bioplásticos além de ter conhecimento acumulado na substituição do petróleo na área de biocombustíveis.

Para demonstrar a importância estratégica deste segmento estimou-se o impacto da redução em 10% no déficit comercial de polímeros sobre o valor bruto da produção. O resultado seria um crescimento de 5,4 bilhões de reais distribuídos em diversos setores da economia brasileira além do próprio segmento da indústria química envolvido, como a fabricação de açúcar e o comércio.³⁷ Isto sem considerar efeitos dinâmicos gerados pela transformação da produção com o aumento da demanda de materiais de origem biológica.

Este estudo abordou, de forma sistemática, a infraestrutura de capital humano em pesquisa, a produção científica, o financiamento da PD&I e o registro de patentes com o intuito de subsidiar as discussões acerca da elaboração de políticas públicas que contribuam para a indústria nacional no setor de bioplásticos, visando não apenas

³⁷ As estimativas partiram da estimativa da redução do déficit da balança comercial relatado na tabela 2, sua conversão para o câmbio médio de maio/2026. Após isto este valor foi colocado em vetor de 68 linhas para multiplicar pela inversa da matriz de Leontief, disponibilizada pelo Grupo de pesquisa NEREUS da USP.



identificar a inovação, mas também endereçando problemas ambientais como a emissão de CO₂ e a poluição por plásticos. Alguns destaques conclusivos:

- O cenário acadêmico nacional mostra a colaboração de grupos de pesquisa em bioplásticos localizados principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, com destaque para participação de instituições de pesquisa e universidades públicas.
- As áreas de atuação mais frequentes dos doutores vinculados a grupos de pesquisa em bioplásticos são 'Engenharia de Materiais e Metalurgia' e 'Química'. Nos objetivos desses grupos, destacam-se termos como *biopolímeros* e *biomassa* evidenciando que a pesquisa nacional privilegia o aproveitamento da produção agrícola e a busca por aplicações práticas inovadoras dos bioplásticos.
- A região Sudeste, especialmente o estado de São Paulo, concentra a liderança na produção acadêmica nacional em pesquisa relacionada à bioplásticos.
- O Governo Federal, junto às fundações de amparo à pesquisa de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, lidera o financiamento das pesquisas publicadas na WoS.
- As publicações brasileiras revelam que, além da pesquisa básica em biopolímeros, há forte ênfase em suas aplicações práticas, abrangendo áreas diversas, inclusive a medicina.
- Em relação aos pedidos de patentes relacionados a bioplásticos no Brasil têm superado a marca de centenas de depósitos por ano, liderados por depositantes dos Estados Unidos, seguidos pelo Brasil e Alemanha, com forte concentração em grandes empresas multinacionais da área de química e petróleo.
- Nos últimos anos, observa-se aumento da participação do Brasil, Coreia do Sul, Finlândia, Índia e China nos depósitos de pedidos de patentes de inovações em bioplásticos.
- Entre os depositantes de patente residentes, destacam-se instituições de ensino e pesquisa, refletindo a concentração da produção científica nessas entidades. Ainda assim, o papel das empresas é relevante, tendo sido identificadas parcerias com universidades e a existência de pesquisa aplicada nas empresas que não aparece nas publicações acadêmicas ou nos financiamentos públicos.
- A diversidade de polímeros e rotas tecnológicas presentes nos pedidos de patente — como PLA, PHA, PBS, bio-PET e bio-PE — evidencia que a



inovação em bioplásticos é multidisciplinar e voltada tanto para substituir plásticos fósseis quanto para desenvolver novos materiais em aplicações diversas.

- As patentes de depositantes brasileiros concentram-se em soluções ligadas ao aproveitamento de biomassa, refletindo a estratégia nacional de valorizar recursos agrícolas e orgânicos como base para o desenvolvimento de bioplásticos.
- A pesquisa e inovação em bioplásticos são fortemente multidisciplinares, envolvendo química, engenharia de materiais, biotecnologia e ciências ambientais. Os grafos de colaboração revelam redes de pesquisa diferenciadas por especializações temáticas e caracterizadas por colaborações espaciais. A composição dessas redes replica a concentração da PD&I na região Sudeste.
- As entrevistas com especialistas evidenciaram a necessidade de mecanismos de rastreabilidade para garantir a redução das emissões de CO₂ e ampliar a reciclagem; de criar vantagens econômicas que estimulem o mercado de bioplásticos; de atender à demanda da indústria por polímeros compatíveis com as máquinas já existentes; e de promover campanhas de conscientização para que a população prefira bioplásticos ou adote práticas de reciclagem
- A criação de uma política nacional de bioplásticos é sugerida como forma de atualizar instrumentos já existentes, como a PNRS, a cláusula de PD&I da Lei do Petróleo e o PLANEC, ampliando o volume de recursos destinados à pesquisa, sobretudo em parcerias entre universidades e empresas.

Este estudo, ao sistematizar dados sobre capital humano, produção científica, financiamento e pedidos de patentes, oferece uma base para orientar políticas públicas e estratégias empresariais servindo como subsídio à tomada de decisão em diferentes áreas contribuindo para que o Brasil avance na construção de uma economia mais competitiva, sustentável e alinhada às demandas globais de circularidade.



Referências

ALI, M.; KHAN, M. I.; KHAN, S.; ET AL. BIOPLASTIC PRODUCTION IN TERMS OF LIFE CYCLE ASSESSMENT: A STATE-OF-THE-ART REVIEW. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, v. 374, p. 133–150, 2023. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2022.133150.

BARBATO, L.; PAMPLONA, J. DESAFIOS PARA A DIFUSÃO DOS BIOPLÁSTICOS NO BRASIL. *REVISTA BRASILEIRA DE INOVAÇÃO*, 2022.

BISHOP, GEORGE; STYLES, DAVID; LENS, PIET N.L. LAND-USE CHANGE AND VALORISATION OF FEEDSTOCK SIDE-STREAMS DETERMINE THE CLIMATE MITIGATION POTENTIAL OF BIOPLASTICS. *RESOURCES, CONSERVATION & RECYCLING*, v. 180, p. 106185, 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. PLANO NACIONAL DE ECONOMIA CIRCULAR 2025-2034 [ESTRATÉGIA NACIONAL DE ECONOMIA CIRCULAR – ENEC]. BRASÍLIA: MDIC, 2025.

CASTRO, R. IMPACTOS AMBIENTAIS E PERSPECTIVAS DE MERCADO DOS BIOPLÁSTICOS. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2019.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE (CEPAL). *PROJETO IMPLEMENTADO PELA CEPAL E PARCEIROS IMPULSIONA “MATCH” ENTRE PROVEDORES E DEMANDANTES DE TECNOLOGIAS VERDES*. SANTIAGO: CEPAL, 2023. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.CEPAL.ORG/PT-BR/NOTAS/PROJETO-IMPLEMENTADO-PELA-CEPAL-PARCEIROS-IMPULSIONA-MATCH-PROVEDORES-DEMANDANTES-TECNOLOGIAS](https://www.cepal.org/pt-br/notas/projeto-implementado-pela-cepal-parceiros-impulsiona-match-provedores-demandantes-tecnologias)

CHEN, J.; ET AL. COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF FOSSIL PET AND BIO-PET. *RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING*, 2016.

EUROPEAN BIOPLASTICS. EUROPEAN BIOPLASTICS. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.EUROPEAN-BIOPLASTICS.ORG/](https://www.european-bioplastics.org/)>. ACESSO EM: 26 MAR. 2026.

FRIEDRICH, J. BENEFITS AND CHALLENGES OF BIOPLASTICS ADOPTION. *SUSTAINABILITY*, 2021.

GARNICA, L. A.; TORKOMIAN A. L. V. (2009) GESTÃO DE TECNOLOGIA EM UNIVERSIDADES: UMA ANÁLISE DO PATENTEAMENTO E DOS FATORES DE DIFICULDADE E DE APOIO À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA NO ESTADO DE SÃO PAULO. *GESTÃO & PRODUÇÃO* 16, NO 4: 624–38. [HTTPS://DOI.ORG/10.1590/S0104-530X2009000400011](https://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000400011).

GUTIÉRREZ TAÑO, DESIDERIO; HERNÁNDEZ MÉNDEZ, JANET; DÍAZ-ARMAS, RICARDO. AN EXTENDED THEORY OF PLANNED BEHAVIOUR MODEL TO PREDICT INTENTION TO USE BIOPLASTIC. *JOURNAL OF SOCIAL MARKETING*, v. 12, n. 1, p. 5–28, 2022. DOI: 10.1108/JSOCM-09-2020-0190.

INPI (2025). Biocombustíveis. [Autores: Luís Henrique Romani de Campos, Sílvia Souza de Oliveira, Irene von der Weid, Rodrigo Vieira Ventura, Fernando Linhares de Assis e Claudia Ferreira Fernandes]. Rio de Janeiro: INPI/AECON-CEPIT, 2025. 127 p. Estudos



de Inteligência Estratégica em Inovação, v. 2, mai. 2025. Disponível em:
<<https://www.gov.br/inpi/pt-br/inpi-data>>

MAZZUCATO, Mariana. **O Estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. o setor privado. Tradução de Nivaldo Montigelli Jr. Rio de Janeiro: Portfolio-Penguin, 2014.

NEREUS – NÚCLEO DE ECONOMIA REGIONAL E URBANA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *MATRIZES DE INSUMO-PRODUTO PARA O BRASIL.* SÃO PAULO: USP/NEREUS, 2018. DISPONÍVEL EM: <<HTTPS://WWW.USP.BR/NEREUS/?FONTES=DADOS-NEREUS>>. ACESSO EM: 27 MAIO 2026.

NUNES, M. P. (2017) ANÁLISE DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS. **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO UFSC**, FLORIANÓPOLIS, 2017.

OECD (2022), **GLOBAL PLASTICS OUTLOOK: ECONOMIC DRIVERS, ENVIRONMENTAL IMPACTS AND POLICY OPTIONS**, OECD PUBLISHING, PARIS, <HTTPS://DOI.ORG/10.1787/DE747AEF-EN>.

AFFO, JULIO. **MAKING INNOVATION POLICY WORK FOR DEVELOPMENT.** GENEVRA: WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION, 2024. (WORLD INTELLECTUAL PROPERTY REPORT 2024).



Apêndice

Procedimentos metodológicos do capítulo 2

O segundo capítulo valeu-se da exploração de microdados disponibilizados em plataformas de dados abertos. Foram analisados os microdados do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, os microdados dos financiamentos contratados pela FINEP e pelo BNDES, os microdados dos projetos de pesquisa financiados pela cláusula de PD&I da Lei do Petróleo (disponibilizada pela ANP) e os microdados dos apoios realizados pela FAPESP. Também foi realizada consulta estruturada na *Web of Science* para resgatar a listagem de publicações onde algum brasileiro tenha sido coautor a partir de 2016.

O conjunto de palavras chaves utilizados para a filtragem dos projetos foi a mesma de sorte a garantir a comparabilidade das análises e foram: "bioplástico", "bio-plástico", "acetato de celulose", "amido termoplástico", "ácido polilático", "polihidroxialcanoato", "polihidroxitirato", "furanoato de polietileno", "ácido poli glicólico", "succinato de polibutileno", "adipato tereftalato de polibutileno", "policaprolactona", "tereftalato de politrimetileno", "carbonato de polipropileno", "bio-pet", "biopolímero", "biocompósito".

Na análise de conteúdo o roteiro consistiu nos seguintes passos:

- 1) Construção de bigramas para localizar palavras que deveriam ser tratadas em conjunto e não de forma isolada.
- 2) Construção de *tokens* a partir das palavras e ajuste para palavras cujo significado fossem os mesmos, por exemplo as diversas formas de descrever os polímeros PLA, ou PET ou PE.
- 3) Exclusão de palavras, letras e números que possuem papel de ligação ou de complemento nos textos. Por exemplo, pronomes.
- 4) Cálculo das frequências de palavras para construção das nuvens, a representação gráfica desta estatística.
- 5) Cálculo de testes χ^2 para comparar se subconjuntos específicos de grupos de pesquisa ou artigos ou projetos possuíam o mesmo conteúdo linguístico.
- 6) Realização do teste de *keyness* para a confirmação dos testes de χ^2 dada a maior robustez deste para grandes conjuntos textuais.



Procedimentos metodológicos do capítulo 3

Estratégia de busca

Tendo em vista a complexidade e a heterogeneidade da temática dos bioplásticos, a estratégia metodológica adotada foi estruturada com um escopo amplo que abrange polímeros utilizados na cadeia de produção de bioplásticos, compreendendo os insumos e os processos de obtenção, extração, purificação, polimerização, moldagem e acabamento, além de aplicações principais e acessórias desses polímeros. O levantamento dos pedidos de patente relacionados a bioplásticos analisados no Capítulo 3 foi realizado na base de dados da *Derwent World Patents Index (DWPI)* em dezembro de 2025. A abordagem metodológica consistiu em realizar a busca dos pedidos de patente por meio de palavras-chave e códigos da classificação de patentes (CIP e CPC), utilizando termos ou classificações relativos a bioplásticos e termos ou classificações relativos a *plásticos associados a termos de bioderivados (bio-based) e biodegradáveis (biodegradable)* (Tabela 38).

Tabela 38 - Estratégias de busca

| Grupo de Busca | Estratégias de busca |
|----------------|--|
| Grupo 1 | <p>(TAB=((bio*-*plastic) or (bio*-*plastics) or (bio*plastic) or (bio*plastics) or (bio-pa) or (bio*polyamide) or (bio*-polyamide) or (bio-pb) or (bio*polybutylene) or (bio*-polybutylene) or (bio-pe) or (bio*polyethylene) or (bio*-polyethylene) or (bio*polythene) or (bio*-polythene) or (bio-pet) or (bio*polyethylene adj terephthalate) or (bio*-polyethylene adj terephthalate) or (bio-pp) or (bio*polypropylene) or (bio*-polypropylene) or (bio-ptt) or (bio*polytrimethylene adj terephthalate) or (bio*-polytrimethylene adj terephthalate) or (bio-PVC) or (bio*polyvinyl adj chloride) or (bio*-polyvinyl adj chloride) or (bio*polyvinylchloride) or (bio*-polyvinylchloride) or (bio-pu) or (bio*polyurethane) or (bio*-polyurethane) or (bio-pc) or (bio*polycarbonate) or (bio*-polycarbonate) or (bio-tpe) or (bio*thermoplastic adj elastometer) or (bio*-thermoplastic adj elastometer) or (bio*polyester) or (bio*-polyester) or (bio*phenolic adj resin) or (bio*-phenolic adj resin) or (bio*epoxy adj resin) or (bio*-epoxy adj resin) or (polylactic adj acid) or (poly-d*-lactide adj acid) or (polybutylene adj adipate-co-terephthalate) or (polybutylene adj adipate adj terephthalate) or (poly*butylene adj adipate-co-terephthalate*) or (polypropylene adj carbonate) or (polybutylene adj succinate) or (polyvinyl adj alcohol) or (polyethylene adj furan-2 adj 5-dicarboxylate) or (polyamide adj 11) or (polyamide11) or (poly*butylene adj adipate-co-furanoate) or (polyethylene adj furanoate) or (poly* adj adipate adj terephthalate) or (poly*butylene*-co-carbonate) or (polyethylene adj succinate adj terephthalate) or (poly* adj succinate adj terephthalate) or (poly*hydroxy*alkanoate*) or (poly*-*hydroxy*-*alkanoate*) or (poly*hydroxy*butyrate*) or (poly*-*hydroxy*-*butyrate*) or (poly*-hydroxybutyrate) or (poly*-hydroxypropionate) or (poly*hydroxypropionate) or (poly*-hydroxyhexanoate) or (poly*hydroxyhexanoate) or (poly*-hydroxyoctanoate) or (poly*hydroxyoctanoate) or (poly*hydroxyvalerate*) or (poly*-hydroxyvalerate*) or (poly*hydroxy*butyrate* adj hydroxyvalerate*) or (poly*-*hydroxy*-*butyrate*-*hydroxyvalerate*) or poly adj (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) or (poly*caprolactone*) or (poly*-*caprolactone*) or (polyglycolic adj acid) or (bio-pla) or (bio-pdla) or (bio-pdlla) or (bio-pbat) or (bio-ppc) or (bio-pbs) or (bio-pvh) or (bio-pef) or (bio-pa11) or (bio-pbaf) or (bio-pef) or (bio-ptmat) or (bio-pbsc) or (bio-pest) or (bio-pha) or (bio-phb) or (bio-phv) or (bio-phbv) or (bio-pcl) or (bio-pga) or (polyester adj dimethyl adj 2 adj 5-furandicarboxylate) or (polyester adj 2 adj 5-*hydroxymethyl*furan) or (thermoplastic adj starch) or (thermo-plastic adj starch) or (thermoplastic adj cellulose) or (thermo-plastic adj cellulose) or (thermoplastic adj lignin) or (thermo-plastic adj lignin)) AND AY>=(2000)) AND (CC=(BR))</p> |



| | |
|---------|--|
| Grupo 2 | TAB=((plastic) or (plastics) or (thermoplastic) or (thermoplastics) or (thermo-plastic) or (thermo-plastics) or (polyamide) or (polybutylene) or (polyethylene) or (polythene) or (polyethylene adj terephthalate) or (polypropylene) or (polytrimethylene adj terephthalate) or (polyvinyl adj chloride) or (polyvinylchloride) or (polyurethane) or (polycarbonate) or (thermoplastic adj elastometer) or (polyester) or (phenolic adj resin) or (epoxy adj resin)) NEAR3 ((bio*-based) or (biobased) or (biological) or (biodegradable) or (biomass) or (compostable) or (renewable) or (sustainable) or (*cellulose-based) or (*cellulose-derived) or (starch-based) or (starch-derived) or (alginate-based) or (alginate-derived) or (corn-based) or (corn-derived) or (lipid-based) or (lipid-derived) or (microbe-based) or (microbe-derived) or (plant-based) or (plant-derived) or (polysaccharide-based) or (polysaccharide-derived) or (potato-based) or (potato-derived) or (protein-based) or (protein-derived) or (wheat-based) or (wheat-derived) or (lignin-based) or (lignin-derived) or (humin-based) or (humin-derived) or (suberin-based) or (suberin-derived) or (cutin-based) or (cutin-derived) or (sporopollenin-based) or (sporopollenin-derived) or (humic-acid* adj based) or (humic-acid* adj derived)))) AND AY>=(2000) AND CC=(BR) |
| Grupo 3 | AIC=((B29K2995006)) AND AY>=(2000) AND CC=(BR) |
| Grupo 4 | TAB=((plastic) or (plastics) or (thermoplastic) or (thermoplastics) or (thermo-plastic) or (thermo-plastics)) AND AIC=((B65D006546) or (B65D0065463) or (B65D0065466) or (C08L010116) or (C08L220106) or (B32B23077163) or (C08L009702) or (C08L000100) or (C08L000300) or (C08L000500) or (C12P0005*) or (C12P0007*) or (C12P0019*) or (C12P2201*) or (C12P2203*) or (C11B000104) or (Y02P0020145) or (Y02P003020) or (Y02W009010)) AND AY>=(2000) AND CC=(BR) |

Os quatro grupos de busca que foram executados utilizando a base de dados *Derwent Innovation®*, tendo como intervalo de tempo os pedidos depositados a partir de janeiro de 2000 no Brasil. Uma vez removidas as redundâncias, a agregação das estratégias de busca resultou em um total de 8.399 documentos relacionados a bioplásticos. Em seguida, esses dados foram cruzados com os dados da Base de Informação Tecnológica do INPI (BINTEC) a fim de obter os dados bibliográficos referentes aos pedidos de patente depositados no Brasil, bem como o estado legal dos pedidos no INPI. Os dados bibliográficos desses pedidos foram harmonizados e analisados utilizando a ferramenta de *data mining VantagePoint®*.

Categorização das Invenções

Os pedidos de patente foram categorizados segundo dois eixos analíticos principais: (i) os tipos de biopolímeros utilizados, através do uso de palavras-chave (27 biopolímeros, ver **Tabela 39**) e (ii) as áreas tecnológicas de aplicação, através do uso da Classificação Internacional de Patentes (17 áreas tecnológicas, ver **Tabela 40**).

Tabela 39 – Categorização por tipos de polímeros

| Categorização | | Palavras-Chave |
|---------------|---------------------------|--|
| 1 | Álcool polivinílico (PVA) | polyvinyl alcohol poly(vinyl alcohol poly-vinyl alcohol PVA PVOH |
| 2 | Ácido polilático (PLA) | polylactic poly(lactic poly-lactic d-lactide dl-lactide PLA PDLA |



| | | |
|----|--|--|
| | | PDLLA |
| 3 | Polietilenoglicol (PEG) | polyethylene glycol poly(ethylene glycol poly-ethylene glycol PEG |
| 4 | Polipropileno (PP) | polypropylene PP |
| 5 | Poliamidas (PA) | polyamide PA PA 11 PA11 PA 10.10 PA10.10 PA 6.10 PA6.10 aramid |
| 6 | Poliuretanos (PU) | polyurethane PU |
| 7 | Polietileno (PE) | polyethylene polythene PE |
| 8 | Policaprolactona (PCL) | polycaprolactone poly(caprolactone poly-caprolactone PCL |
| 9 | Ácido poliglicólico (PGA)/Poli(ácido láctico-co-glicólico (PLGA) | polyglycolic poly(glycolic poly-glycolic PGA Poly-lactic-co-glycolic acid glycolic acid PLGA |
| 10 | Polihidroxialcanoatos (PHA) | hydroxyalkanoate hydroxy(alkanoate hydroxy-alkanoate PHA hydroxyhexanoate hydroxy(hexanoate hydroxy-hexanoate PHH hydroxyoctanoate hydroxyo(ctanoate hydroxy-octanoate hydroxyvalerate hydroxy(valerate hydroxy-valerate PHV hydroxypropionate hydroxypropionate hydroxy-propionate polyhydroxybutyrate poly(hydroxybutyrate poly-hydroxybutyrate poly(*hydroxybutyrate poly-*hydroxybutyrate PHB |
| 11 | Poliestireno (PS) | polystyrene poly(styrene poly-styrene PS vinylphenol vinyl phenol |
| 12 | Tereftalato de polietileno (PET) | polyethylene terephthalate poly(ethylene terephthalate poly-ethylene terephthalate PET |



| | | |
|----|---|--|
| 13 | Poliacrilatos | polyacrylic poly(acrylic poly-acrylic PAA |
| 14 | Policloreto de vinila (PVC) | polyvinyl chloride poly(vinyl chloride poly-vinyl chloride PVC |
| 15 | Celulose | thermoplastic cellulose cellulose thermoplastic thermoplastic lignocellulose lignocellulose thermoplastic cellulose acetate cellulose propionate nanocellulose cellulose based cellulose derived cellulose nanofib nanofibrillated cellulose microfibrillated cellulose |
| 16 | Epoxis | epoxy lignin-based resin |
| 17 | Polihidroxibutirato (PHB) | polyhydroxybutyrate poly(hydroxybutyrate poly-hydroxybutyrate poly(*hydroxybutyrate poly-*hydroxybutyrate PHB |
| 18 | Polibutileno succinato (PBS) | polybutylene succinate poly(butylene succinate poly-butylene succinate PBS |
| 19 | Polibutileno tereftalato (PBT) | polybutylene terephthalate poly(butylene terephthalate poly-butylene terephthalate PBT |
| 20 | Poliamidas Aromáticas | aramid aromatic polyamide |
| 21 | Polihidroxicvalerato (PHV)/ Polihidroxibutirato-co-valerato (PHBV) | hydroxyvalerate PHV |
| 22 | Amido Termoplástico | TPS thermoplastic starch Starch-based |
| 23 | Poliésteres PBAT | polytetramethyl adipate-terephthalate poly(tetramethyl adipate-terephthalate poly-tetramethyl adipate-terephthalate polybutylene adipate terephthalate poly(butylene adipate terephthalate poly-butylene adipate terephthalate tetramethylene adipate-co-terephthalate PBAT |
| 24 | Poliéteres Polióis | polyether polyol poly(ether polyol poly-ether polyol |
| 25 | Politereftalato de trimetileno (PTT) | polytrimethylene terephthalate poly(trimethylene terephthalate poly-trimethylene terephthalate PTT |
| 26 | Polietileno furanoato (PEF) | polyethylene furan-2,5-dicarboxylate poly(ethylene furan-2,5-dicarboxylate poly-ethylene furan-2,5-dicarboxylate polyethylene furanoate poly(ethylene furanoate poly-ethylene furanoate PEF |
| 27 | Carbonato de polipropileno (PPC) | polypropylene carbonate poly(propylene carbonate poly-propylene carbonate |



| | | |
|--|--|-----|
| | | PPC |
|--|--|-----|

Tabela 40 - Categorização por tecnologias de preparação de biopolímeros e áreas de aplicação das invenções

| Categorização | | Classificação de patente IPC/CPC |
|---------------|----------------------------|--|
| 1 | Preparação de biopolímeros | C08B C08F C08G C08J C08K C08B C08L C10B C10G C10J C10K C10L C12P 1 C12P 5 C12P 7 C12P 19 C12P 2201 C12P 2203 |
| 2 | Composições farmacêuticas | A61K 9 A61K 31 A61K 33 A61K 35 A61K 2035 A61K 36 A61K 37 A61K 38 A61K 39 A61K 2039 A61K 40 A61K 41 A61K 43 A61K 45 A61K 47 A61K 48 A61K 49 A61K 51 A61K 101 A61K 103 A61K 125 A61K 127 A61K 129 A61K 133 A61K 135 A61K 2121 A61K 2123 A61K 2236 A61K 2239 A61K 2300 |
| 3 | Materiais médicos | A61B A61C A61D A61F 2 A61F 2002 A61F 5 A61F 6 A61F 7 A61F 9 A61F 11 A61F 22* |



| | | |
|----|---------------------|--|
| | | A61F 23* A61L 15 A61L 17 A61L 24 A61L 26 A61L 27 A61L 28 A61L 29 A61L 31 A61L 33 A61M B32B 2535 |
| 4 | Embalagem | A61J B65D B31B B32B 2439 B32B 2553 B32B 2439 B29L 2031/712 B29L 2031/713 B29L 2031/714 B29L 2031/715 B65D 81/34* D21H002710 Y02W 90/10 |
| 5 | Cosmético e Higiene | A61K 6 A61K 8 A61K 2800 B32B 2555 A61F 13 A61F 2013 A61F 15 C11D |
| 6 | Agricultura | A01B A01C A01D A01F A01G A01H A01K A01L A01M A01N C05 C09K 17 C09K 101 B32B 2410 Y02A40/1* Y02A 40/2* Y02A 40/5* |
| 7 | Têxteis | D03 D04 D06 |
| 8 | Alimentos | A23 Y02A 409 |
| 9 | Eletrônica | H01 B32B 2457 B29L 31/34* B29L 31/36* B29L 2031/34* B29L 2031/36* Y02E 60 |
| 10 | Artigos domésticos | A45 A46 A47 A63 B32B 2509 B32B 2479 B29L 31/42* |



| | | |
|----|-----------------------------|--|
| | | B29L 2031/42* B29L 31/44* B29L 2031/44* |
| 11 | Transporte | B60 B61 B62 B63 B64 B32B 2605 B29L 2031/30 Y02T 10 Y02T 30 Y02T 50 Y02T 70 |
| 12 | Impressão | B41 C09D 11/02* C09D 11/03* C09D 11/06* C09D 11/08* C09D 11/10* C09D 11/12* C09D 11/14* C09D 11/30* C09D 11/32* C09D 11/34* C09D 11/36* C09D 11/38* C09D 11/40* |
| 13 | Perfuração de solo ou rocha | E21B |
| 14 | Construção civil | E01 E02 E03 E04 E05 E06 |
| 15 | Vestuário | A41 A42 A43 A44 B32B 2437 B29L 31/48* B29L 31/50* B29L 2031/48* B29L 2031/50* |
| 16 | Tabaco | A24 |
| 17 | Impressão 3D | B33 B29C 64 |

Construção do Painel de dados

Por último, os dados foram tratados, analisados e preparados para visualização na plataforma *Power BI*, disponibilizando assim um [painel de dados](#) interativo que possibilita a utilização de diversos filtros e apresentam os dados bibliográficos dos pedidos de patentes identificados.



Procedimentos metodológicos do capítulo 4

O capítulo 4 tem como objetivo integrar as informações que foram apresentadas nos capítulos anteriores. Considerando que não existem dados econômicos específicos sobre bioplásticos no Brasil o contexto econômico do primeiro capítulo foi estruturado com base em resultado de simulações da OCDE ou a coleta de dados secundários da produção de plásticos.

Também foi demonstrado no primeiro capítulo a ausência de arcabouço regulatório específico e rico como o existente em biocombustíveis ou biofertilizantes, objetos de estudo dos volumes anteriores dos de Inteligência Estratégica em Inovação do INPI. Nesse sentido foram realizadas entrevistas junto a especialistas na área de bioplásticos, visando entender os principais para produção desses polímeros no Brasil. Foram buscados 4 públicos específicos: i) pesquisadores mais produtivos em bioplásticos, a partir de listagem obtida nos microdados da WoS; ii) maiores depositantes de pedidos de patentes relacionados à bioplásticos (a partir da listagem de patentes levantadas para a elaboração do capítulo 3); iii) grandes empresas com notória participação no ambiente de inovação em bioplásticos; e iv) entidade representativa na área de plásticos. Os roteiros das entrevistas estão reproduzidos no Anexo.

As entrevistas foram gravadas e transcritas com o recurso de transcrição automática baseado em Inteligência Artificial disponível no *Microsoft Word*. Posteriormente foi realizada a leitura para destacar os pontos onde as falas fossem mais explícitas para completar o texto.



Anexo

Roteiros de entrevistas

Associações de produtores:

- 1) Quantas empresas associadas fazem parte da associação?
- 2) Em que posição da cadeia produtiva está a maior parte dos associados?
- 3) Qual a atual capacidade produtiva dos associados? (convencional e bio em separado, se possível)
- 4) Quais as perspectivas de crescimento desta capacidade produtiva? (convencional e bio em separado, se possível)
- 5) Atualmente, quais as principais origens de tecnologia nos processos produtivos dos associados? (convencional e bio em separado, se possível)
- 6) A tecnologia atualmente adotada nos processos produtivos é licenciada de algum país estrangeiro, ou está embarcada em maquinários e sistemas computacionais? (convencional e bio em separado, se possível)
- 7) A Associação mantém algum tipo de centro de P&D&I?
- 8) Algum associado mantém centro de P&D&I? Pode dizer quais os centros mais relevantes?
- 9) Quais as pesquisas que a associação está mantendo?
- 10) Quais os desafios tecnológicos para a produção? (convencional e bio em separado, se possível)
- 11) O que as empresas têm feito para superar estes desafios?
- 12) Quais as tendências mais promissoras para o avanço tecnológico em bioplásticos?
- 13) Como o Brasil está inserido nestas tendências?
- 14) A associação possui ou advoga em favor de alguma proposta de política pública específica para bioplásticos?
- 15) Se sim para anterior poderia explicar em linhas gerais como seria esta política pública?

Pessoas físicas participantes de patentes:

- 1) A(s) patente(s) em que participa foram originadas de projeto de pesquisa acadêmica ou desenvolvida em algum laboratório de desenvolvimento de empresa (pública ou privada)?
- 2) Houve financiamento de alguma agência de fomento para as pesquisas que levaram a esta patente? (se sim perguntar quais agências e editais envolvidos)
- 3) A patente está sendo utilizada em algum processo produtivo?
 - a. Quantas empresas utilizam esta patente em seu processo produtivo?
 - b. A patente foi incorporada como forma de inovação em algum maquinário produtivo?



- c. Esta patente foi 'exportada' de alguma forma? (por exemplo, se incorporada em algum maquinário, este maquinário é exportado?)
- 4) Caso a patente não esteja sendo utilizada em processo produtivo, poderia explicar quais as possíveis causas deste não aproveitamento?
 - a. Realizou algum esforço de 'venda'/licenciamento da patente?
 - b. Que dificuldades enfrenta para a 'venda'/licenciamento da patente?
- 5) Está envolvido em algum projeto que visa o depósito de alguma nova patente?
- 6) Este projeto é na temática de bioplásticos?
- 7) Em seu ponto de vista qual deveria ser a estratégia de pesquisa e inovação que deveríamos adotar no tocante à temática de bioplásticos?
- 8) Quais as tendências mais promissoras para o avanço tecnológico em bioplásticos?
- 9) Como o Brasil está inserido nestas tendências?

Empresas que aparecem em patentes

- 1) A empresa mantém algum centro de desenvolvimento em PDI?
 - a. Quantos pesquisadores (e pessoas) estão envolvidos neste centro?
 - b. Este centro possui parceria com alguma IES?
 - c. Qual o orçamento anual do centro?
- 2) Houve financiamento de alguma agência de fomento para as pesquisas que levaram a esta patente? (se sim perguntar quais agências e editais envolvidos)
- 3) A patente está sendo utilizada em algum processo produtivo?
 - a. Quantas empresas utilizam esta patente em seu processo produtivo?
 - b. A patente foi incorporada como forma de inovação em algum maquinário produtivo?
 - c. Esta patente foi 'exportada' de alguma forma? (por exemplo, se incorporada em algum maquinário, este maquinário é exportado?)
- 4) Caso a patente não esteja sendo utilizada em processo produtivo, poderia explicar quais as possíveis causas deste não aproveitamento?
 - a. Realizou algum esforço de 'venda'/licenciamento da patente?
 - b. Que dificuldades enfrenta para a 'venda'/licenciamento da patente?
- 5) A empresa está envolvida em algum projeto que visa o depósito de alguma nova patente?
- 6) Este projeto é na temática de bioplásticos?
- 7) Em seu ponto de vista qual deveria ser a estratégia de pesquisa e inovação que deveríamos adotar no tocante à temática de bioplásticos?
- 8) Quais as tendências mais promissoras para o avanço tecnológico em bioplásticos?

Roteiro para entrevista com pesquisadores

1. Nome do entrevistado (opcional):
2. Instituição de vínculo principal:
3. Cargo ou posição atual:
4. Área de formação acadêmica:
5. Programa de pós-graduação ou grupo de pesquisa ao qual está vinculado:
6. Tempo de atuação na área de pesquisa em plásticos ou bioplásticos:



7. Poderia apresentar brevemente sua trajetória acadêmica e profissional, destacando sua atuação na área de plásticos ou bioplásticos?
8. A quais instituições, programas de pós-graduação, grupos ou redes de pesquisa o(a) senhor(a) está atualmente vinculado(a)?
9. Como a temática de plásticos e bioplásticos se insere em suas linhas de pesquisa atuais? Essa atuação surgiu de demandas científicas, industriais ou ambientais?
10. Suas pesquisas na área de plásticos ou bioplásticos recebem financiamento de agências de fomento ou outras fontes? Se sim, quais instituições (por exemplo, agências públicas, empresas, fundações ou organismos internacionais)?
11. Como se deu o processo de acesso a esses recursos (editais, parcerias institucionais, cooperação com empresas, entre outros)?
12. Na sua avaliação, os mecanismos atuais de financiamento são adequados para o desenvolvimento de pesquisas e inovação em bioplásticos?
 1. O volume de recursos é suficiente?
 2. Que melhorias poderiam ser implementadas nas políticas ou instrumentos de financiamento?
13. O(a) senhor(a) está atualmente envolvido(a) em pesquisas aplicadas ou projetos de desenvolvimento tecnológico relacionados a plásticos ou bioplásticos?
14. Caso sim, poderia descrever brevemente essas pesquisas, destacando:
 1. objetivos principais
 2. estágio de desenvolvimento tecnológico
 3. potenciais aplicações industriais ou comerciais
15. Em sua experiência, quais são as principais oportunidades de inovação tecnológica no campo dos bioplásticos (por exemplo: novos materiais, processos produtivos, aplicações industriais)?
16. Como ocorre o processo de transformação da pesquisa científica em inovação, como depósitos de patentes, protótipos ou transferência de tecnologia?
17. O grupo ou laboratório ao qual o(a) senhor(a) pertence mantém parcerias com empresas ou setores industriais na área de plásticos ou bioplásticos?
18. Caso existam essas parcerias, poderia descrever como elas se estruturam, por exemplo:
 1. financiamento de projetos
 2. convênios ou contratos de P&D
 3. desenvolvimento conjunto de tecnologias
 4. transferência de tecnologia ou licenciamento de patentes
19. Na sua percepção, quais são os principais benefícios e limitações dessas colaborações entre universidades e empresas?
20. Na sua avaliação, quais são atualmente os principais desafios científicos e tecnológicos para o avanço dos bioplásticos?
(por exemplo: desempenho dos materiais, custo de produção, escalabilidade, infraestrutura industrial, regulação ou aceitação de mercado)
21. Quais áreas ou tecnologias o(a) senhor(a) considera mais promissoras para o futuro dos bioplásticos?
22. Como o Brasil (ou seu país/região de atuação) se posiciona em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico em bioplásticos no cenário internacional?
23. Considerando sua experiência como inventor(a) ou coautor(a) de patentes, quais fatores foram decisivos para que a pesquisa resultasse em proteção intelectual ou inovação tecnológica?