

## OS DESAFIOS PARA A DIFUSÃO DOS BIOPLÁSTICOS NO BRASIL

### *LOS DESAFÍOS PARA LA DIFUSIÓN DE LOS BIOPLÁSTICOS EN BRASIL*

### *THE CHALLENGES FOR THE DIFFUSION OF BIOPLASTICS IN BRAZIL*

Andrey Gustavo Barbato<sup>1</sup>; João Batista Pamplona<sup>2</sup>

1. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

2. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS).

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Difusão de inovação; indústria do plástico; sustentabilidade ambiental; bioplásticos.

#### **PALABRAS CLAVE**

*Difusión de la innovación; industria del plástico; sostenibilidad del medio ambiente; bioplásticos.*

#### **KEY WORDS**

*Diffusion of innovation; plastic industry; environmental sustainability; bioplastics*

#### **RESUMO**

O objetivo deste artigo é compreender quais são os fatores intervenientes (com ênfase nos desafios) na difusão dos bioplásticos como matéria-prima da indústria de plásticos brasileira, a fim de contribuir na mitigação das barreiras impostas ao seu processo de difusão. A pesquisa tem objetivo exploratório e natureza qualitativa. Fundamenta-se em percepções de agentes empresariais relevantes, colhidas por meio de entrevistas. Como principais resultados podem ser destacados os que se seguem: o caráter de inovação disruptiva dos bioplásticos *não drop in* promove a destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e dos bioplásticos *drop in*, o que configura uma barreira para a difusão da inovação na medida em que exige a readequação do maquinário por parte da indústria. Por outro lado, as moléculas *não drop in* também abrem oportunidades para novas aplicações ainda desconhecidas. O custo elevado dos biopolímeros em relação aos polímeros tradicionais apresenta-se como obstáculo à sua difusão, bem como à fragilidade estratégica do setor ao usar bioplásticos para produtos de baixo valor final.

#### **RESUMEN**

*El objetivo de este artículo es comprender cuáles son los factores que intervienen (con énfasis en los desafíos) en la difusión de los bioplásticos como materia prima para la industria plástica brasileña, con el fin de contribuir a la mitigación de las barreras impuestas a su proceso de difusión. La investigación tiene un objetivo exploratorio y una naturaleza cualitativa. Se basa en las percepciones*

*de agentes comerciais relevantes, recopiladas a través de entrevistas. Como principales resultados se pueden destacar los siguientes. El carácter de innovación disruptiva de los bioplásticos no drop-in promueve la destrucción de capital ya constituido en la industria de los plásticos convencionales y los bioplásticos drop-in, lo que constituye una barrera a la difusión de la innovación en la medida en que requiere el reajuste de la maquinaria por parte de la empresa industria. Por otro lado, las moléculas no drop-in también abren oportunidades para aplicaciones nuevas aún desconocidas. El alto coste de los biopolímeros con relación a los polímeros tradicionales se presenta como un obstáculo a la difusión, así como la fragilidad estratégica del sector a la hora de utilizar bioplásticos para productos de bajo valor final.*

## **ABSTRACT**

*This article aims to understand the intervening factors (especially challenges) in the diffusion of bioplastic as a raw material for the Brazilian plastic industry, in order to contribute to mitigating the barriers imposed on its diffusion processes. The research has an exploratory objective and a qualitative nature. It is based on relevant business agents, collected through interviews. As main results can be highlighted: the disruptive innovation character of non-drop in bioplastics promotes the destruction of capital already constituted by conventional plastic industry and drop in bioplastics, which sets up a barrier to the diffusion of innovation as it requires the readjustment of machinery by the industry. On the other hand, non-drop in molecules also open up opportunities for new applications that are still unknown. The high cost of biopolymers compared to traditional polymers is an obstacle to diffusion, as well as the strategic weakness of the sector when using bioplastics for low-end value products.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Mudar os princípios do processo produtivo da economia mundial é um desafio que vem sendo posto no debate público como algo improrrogável. Nessa mudança de paradigma, a bioeconomia e a economia circular contribuem de maneira significativa, principalmente acerca da utilização de matérias-primas de origem renovável, para a manufatura de produtos de alto valor agregado e produção de energia. A bioeconomia fundamenta-se em uma produção de base biológica com ciclos materiais integrados e com foco em processos inovativos. Apesar de seus benefícios, a biomassa e os recursos biológicos ainda não são usados e preservados de maneira ideal (THE BIOECONOMY COUNCIL, 2015). A economia circular é um sistema restaurativo e regenerativo com o intuito de aproveitar ao máximo os produtos e seus componentes e materiais antes de serem inutilizados (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). Para Raworth (2019), trata-se de uma economia regenerativa por concepção, porque aproveita o fluxo de energia solar para transformar continuamente materiais em produtos e serviços.

O desenvolvimento desse setor representa uma oportunidade promissora ao Brasil. Além de sua vasta biodiversidade, o país conta com um setor agrícola altamente competitivo, que pode ser utilizado como fonte de matéria-prima para diversos produtos químicos de base biológica. Segundo o CGEE (2010), os fatores que colocam o Brasil em posição privilegiada para liderar o desenvolvimento desse modelo produtivo incluem: maiores potenciais de matéria-prima renovável, disponibilidade de culturas agrícolas de grande extensão, radiação solar, água em abundância e diversidade de clima. A indústria nacional em torno da cana-de-açúcar, fortemente impulsionada pelas políticas do Pró-Álcool, a partir dos anos 1970, possibilitou ao país criar estruturas que permitiram expandir o portfólio de produtos para além do etanol combustível. Entre os produtos de base biológica não-energéticos, derivados da cana-de-açúcar, se situam os bioplásticos, uma alternativa renovável aos plásticos tradicionais. Segundo definição da European Bioplastics (2020), para se encaixarem nessa denominação, esses novos produtos, que possuem as mesmas propriedades dos plásticos convencionais, podem ter origem renovável ou parcialmente renovável, serem biodegradáveis ou terem ambas as características.

Embora a evolução da tecnologia acerca dos bioplásticos permita que esses produtos substituam os compostos convencionais de origem fóssil, sem perda de qualidade dos produtos finais, a produção dos polímeros de base biológica ainda corresponde a apenas 1% da produção total de plásticos no mundo (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2020). Considerando a importância dos materiais plásticos para diversos setores industriais e, portanto, para a economia, sua presença abundante no cotidiano da sociedade e a necessidade inadiável de construirmos um processo produtivo ambientalmente sustentável, este trabalho aborda o tema da difusão de inovações tecnológicas, e se debruça sobre os bioplásticos. Mais especificamente, o objetivo é compreender, a partir da teoria apresentada, quais são os fatores intervenientes (com ênfase nos desafios) na difusão dos bioplásticos como matéria-prima da indústria de plásticos brasileira, a fim de contribuir na mitigação das barreiras impostas ao seu processo de difusão. As hipóteses são as que seguem no Quadro 1:

**Quadro 1:** Principais Hipóteses

HIPÓTESES PRINCIPAIS RELACIONADAS À DIFUSÃO DE BIOPLÁSTICOS NO BRASIL	
1	O monopólio da produção limita a quantidade ofertada do insumo básico e restringe sua difusão;
2	A utilização de bioplásticos em produtos finais de baixo valor adicionado limita sua difusão;
3	A necessidade de readequação do parque industrial para novos tipos de matéria-prima é um obstáculo relevante;
4	A atuação ativa de agentes públicos por meio da regulação do uso de bioplásticos impulsiona sua difusão;
5	A maior cooperação empresarial na cadeia produtiva de bioplásticos promove sua difusão;

6	A existência de políticas e estrutura de reciclagem e biodegradação de bioplásticos favorece sua difusão;
7	O apoio da população em geral às iniciativas de utilização de bioplásticos é um fator de estímulo à sua difusão.

Fonte: Elaboração própria

Este trabalho possui natureza qualitativa e objetivo exploratório, é dividido em três partes, além da introdução e considerações finais. Na primeira seção, é exposta a revisão da literatura a respeito da teoria da difusão de inovações tecnológicas, seguida pelo contexto nacional e mundial do objeto de estudo. Na segunda seção, tratamos da metodologia da pesquisa e, na terceira parte, são discutidos os seus resultados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde que Schumpeter colocou a inovação tecnológica como objeto central do desenvolvimento da economia capitalista, muitos autores passaram a estudar como se dá a difusão de inovação, uma vez que este processo possui relevante contribuição para o cumprimento do papel econômico e social da nova tecnologia.

Na perspectiva de Metcalfe (1981), difusão de inovação é uma dimensão de vital importância, mas um problema não muito bem compreendido da transição entre diferentes equilíbrios econômicos. Para Hall (2004), o processo de difusão é normalmente descrito como sendo a forma em que os indivíduos e firmas, em uma sociedade/economia, adotam uma nova tecnologia ou substituem a antiga por outra nova. Logo, compreender o processo de difusão é a chave para entender como atividades inovadoras conscientes, tais como financiamento de pesquisa e desenvolvimento, transferência de tecnologia, lançamentos de novos produtos ou criação de novos processos, conduzidas por firmas e instituições governamentais, produzem melhoramento do bem-estar econômico e social que, em geral, é o objetivo final dessas atividades. Rosenberg (1976) afirma que a taxa pela qual novas técnicas são adotadas e incorporadas, dentro do processo produtivo, é, sem dúvida, uma das questões centrais do crescimento econômico.

A principal definição de difusão tecnológica utilizada pela literatura, com raízes na escola neoclássica, foi inicialmente estruturada por Rogers (2003). O autor sofisticou a discussão dos neoclássicos dando relevância a dois fatores: informação e tempo. Ele define a difusão de inovação como sendo “o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais, ao longo do tempo, entre os membros de um sistema social” (ROGERS, 2003). Embora, majoritariamente, a nova

tecnologia seja mais vantajosa quando comparada à vigente, superar os obstáculos impostos pelo processo de difusão pode levar muitos anos, dado que um importante fator a respeito da taxa de difusão de uma inovação é sua compatibilidade com os valores, crenças e experiências passadas pelos próprios indivíduos de um sistema social.

Rogers (2003) modela o processo de difusão e estrutura o procedimento conceitualmente através da caracterização de seus quatro principais elementos: a inovação; os canais de comunicação; o tempo; e o sistema social. Iniciemos a análise pelo primeiro elemento, a inovação. Para o autor, as características diversas entre as novas tecnologias ajudam a explicar o motivo pelo qual as inovações possuem diferentes taxas de adoção entre si e, com esse fundamento, o autor fornece um conjunto de cinco características analíticas sobre a inovação para classificar os atributos que influenciam os potenciais adotantes de uma nova tecnologia:

1. Vantagem relativa: grau em que a inovação pode ser percebida como melhor do que a tecnologia vigente. Rogers (2003) argumenta que essa mensuração pode ser feita em termos econômicos, no entanto, fatores de prestígio social, conveniência e satisfação também são razões consideradas. Quanto mais vantajosa o adotante enxerga a inovação, mais rápida será sua difusão;

2. Compatibilidade: grau em que a inovação é percebida como compatível com os valores existentes, experiências passadas e necessidades dos potenciais adotantes. Neste ponto, Rogers (2003) afirma que uma inovação conflitante com as normas sociais de um determinado ambiente retarda sua difusão, pois requer adaptações dos adotantes aos novos valores, o que leva tempo;

3. Complexidade: grau de dificuldade, em termos de uso e entendimento, em que a inovação é percebida. A fácil compreensão auxilia na difusão da nova tecnologia, pois o processo de aprendizado, em casos complexos, pode levar tempo;

4. “Experimentabilidade”: grau em que a inovação pode ser experimentada dentro de uma base bem delimitada. Em outras palavras, inovações que possibilitam dividir sua adoção em etapas tendem a ser adotadas mais rapidamente do que aquelas em que necessariamente precisam ser empregadas integralmente para serem desfrutadas. A relação dicotômica, neste aspecto, intimida os potenciais adotantes;

5. Observância: grau de visibilidade dos resultados da aplicação de uma inovação aos demais potenciais adotantes. Ou seja, quanto mais perceptíveis forem os resultados positivos da adoção da

nova tecnologia aos demais indivíduos, mais estimulados ficarão os potenciais adotantes em utilizar a inovação.

O segundo elemento, ou seja, as ligações que permitem o trânsito de mensagens entre os potenciais adotantes, são os canais de comunicação. Em outros tempos, as principais formas para se atingir o grande público se concentravam na televisão, no rádio e em jornais impressos. Atualmente, as redes sociais possuem um poder de alcance tão grande quanto ou até maior do que os meios de comunicação citados, portanto, também passaram a compor a chamada mídia de massa. Embora Rogers (2003) reconheça a importância desses canais no processo de difusão dos bioplásticos, principalmente no estágio inicial, ele concorda que a comunicação interpessoal é mais efetiva no convencimento dos indivíduos à aceitação de novas ideias.

O terceiro elemento, trazido por Rogers (2003), é o tempo. O autor define esse tópico em três pontos: (i) processo inovação/decisão; (ii) inovação; e (iii) taxa de adoção da inovação. Vale destacar que o primeiro ponto é subdividido em determinados passos, que consistem em a unidade adotante conhecer a inovação, para, então, formar uma opinião sobre ela, seguida da decisão de adotá-la ou rejeitá-la, evoluindo para a execução do que foi decidido e, por último, a confirmação de sua decisão.

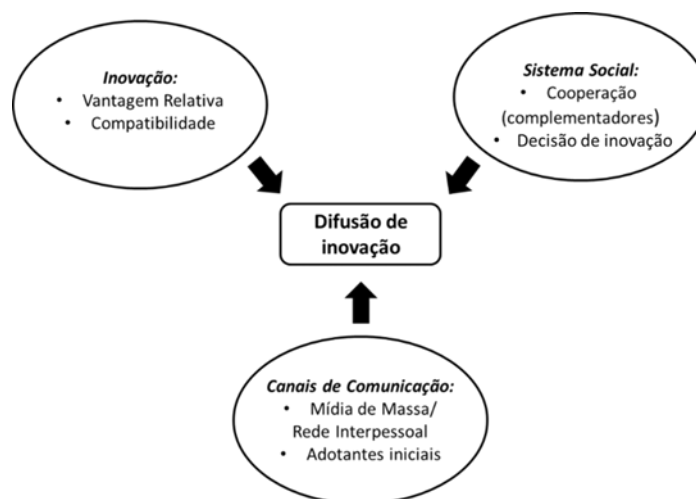
O quarto e último elemento é o sistema social. Rogers (2003) define esse ponto como um conjunto de unidades inter-relacionadas, comprometidas na resolução conjunta de problemas para atingir um objetivo comum. O sistema tem estrutura, definida como os arranjos padronizados das unidades individuais que o compõem, que dão estabilidade e regularidade ao comportamento individual do sistema. O entendimento que podemos ter no que tange a esse ponto é que o autor define o sistema social como sendo uma comunidade colaborativa, centrada na resolução dos problemas comuns e regida sob seus próprios padrões, que podem possuir origem histórica, baseada nas experiências passadas da comunidade. A estrutura de comunicação, pela qual a inovação é difundida pelo sistema, pode acelerar, retardar ou até mesmo impedir que a novidade se espalhe em uma dada sociedade, e um dos principais aspectos dessa estrutura social são as normas específicas desse corpo social.

Por fim, a abordagem de Rogers (2003) ainda trata de classificar os principais tipos de decisões de inovação. A primeira é a decisão de inovação opcional, em que a unidade adotante se decide por adotar ou não a nova tecnologia, de forma completamente autônoma, sem levar em consideração as decisões dos demais indivíduos contidos no sistema social. A segunda, decisão de

inovação coletiva, versa sobre a escolha de adoção ou rejeição ser tomada a partir de um consenso entre as unidades integrantes da sociedade. Em outras palavras, o grupo toma a decisão de forma uníssona por meio da influência que uns exercem sobre os outros num processo deliberativo. A terceira consiste na decisão de inovação de autoridade, cuja definição é feita por uma entidade ou por alguns poucos membros do sistema que possuem poderes, status, ou superioridade técnica sobre os demais. A combinação de dois ou mais tipos de decisão de inovação forma a quarta categoria chamada decisão de inovação contingente, quando as escolhas por adoção ou rejeição são feitas após uma decisão prévia de inovação.

Desta forma, essa pesquisa utiliza o framework baseado nos elementos elencados por Rogers (2003), conforme Figura 1. A justificativa da escolha do referencial se encontra na visibilidade que possuem os componentes comunicacionais e culturais presentes em sua teoria, os quais julgamos importantes de serem analisados para o caso de inovações tecnológicas no campo da biotecnologia e economia circular de baixo carbono, como os bioplásticos.

**Figura 1:** Framework teórico



Fonte: Elaboração própria.

## 2.1 Contexto dos plásticos e bioplásticos

Segundo dados da ABIPLAST (2020), em 2018, foram produzidos 359 milhões de toneladas de resinas termoplásticas e 366 milhões de toneladas de transformados plásticos no mundo. Dados da European Bioplastics (2020) apontam que os bioplásticos representam apenas 1% dos mais de 360 milhões de toneladas de plásticos produzidos no planeta, todos os anos.

A maior parte da capacidade global de produção dos bioplásticos está concentrada na Ásia, com 45%, seguida pela Europa (25%), América do Norte (18%) e América do Sul (12%). Estima-se que o Brasil represente 9,5% do total do mundo, com cerca de 200 mil toneladas produzidas em 2019 (ABIPLAST, 2020). Embora o continente asiático possua maior capacidade produtiva, segundo a European Bioplastics (2020), a Europa tem posição consolidada como principal polo de toda a indústria, em função da liderança na pesquisa e desenvolvimento dos produtos e por ser o maior mercado do mundo. Em 2013, a indústria de bioplásticos contava com cerca de 23 mil trabalhadores na Europa e, com as condições estruturais corretas, a projeção é de empregar mais de 300 mil pessoas, em 2030 (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2020).

As resinas de base biológica, e não totalmente biodegradáveis, foram responsáveis por 44,5% da capacidade mundial de produção de bioplásticos em 2019, e entre os principais tipos estão o PE (polietileno), o PET (polietileno tereftalato) e as PA (poliamidas). A previsão da European Bioplastics é que a produção de PE continue a crescer conforme as novas capacidades planejadas se desenvolvam na Europa nos próximos anos.

No Brasil, a produção de polietileno de base de cana-de-açúcar, em escala comercial, se iniciou, em 2010, pela Braskem. Com uma unidade industrial, a empresa causou grande impacto, se tornando a maior fornecedora mundial de biopolímeros (MELLO; SOTO; VIVEIRO, 2020). A planta industrial tem capacidade para produzir 200 mil toneladas por ano do chamado “polietileno verde”, segundo dados da Braskem (2020a; 2020b). O portfólio de produtos da família polietileno inclui o polietileno de alta densidade (PEAD) e o polietileno de baixa densidade linear (PEBDL), que são aplicados em embalagens rígidas, flexíveis, tampas, sacolas, entre outras, e, desde 2014, também produz o polietileno de baixa densidade (PEBD), aplicado às embalagens e filmes plásticos.

Segundo Bomtempo e Oroski (2018), a difusão desses novos materiais tem encontrado dificuldades, principalmente com relação ao preço da matéria-prima e à inadequação de algumas propriedades técnicas. Em comparação com os plásticos tradicionais, cuja indústria possui tecnologia de produção consolidada, os preços dos bioplásticos ainda são maiores. Isso se dá, em parte, pelo custo da matéria-prima que, no caso do etanol, concorre com outras aplicações (combustíveis, por exemplo), e também por conta de a tecnologia de transformação não estar no mesmo nível da indústria do plástico convencional. Informações da IFBB (2019) evidenciam que, atualmente, os preços dos bioplásticos como, por exemplo, o PE de etanol de cana-de-açúcar, variam em torno de 20% acima do preço da resina convencional. Castro (2019) afirma que, segundo a European Bioplastics, um dos



grandes custos associados está relacionado com a pesquisa e desenvolvimento desse tipo de produto, mas que, com a evolução tecnológica e o aumento desses produtos no mercado, há tendência da diminuição dos preços. Segundo previsão da IFBB (2019), em longo prazo, o aumento da demanda por produtos petroquímicos irá pressionar os preços dos plásticos tradicionais, enquanto os bioplásticos se tornarão menos caros com o aumento da demanda, além da melhora na capacidade de produção, decorrentes das economias de escala. Para Moreira (2019), os obstáculos na obtenção de matéria-prima da agricultura e a falta de confiança a respeito da procedência dos bioplásticos, por parte dos clientes, exigem que as indústrias químicas tenham de gerenciar toda a cadeia produtiva.

Para Maturana (2019), de maneira geral, os bioprodutos apresentam também dificuldades de inserção no mercado que transcendem a questão tecnológica – há barreiras relacionadas à matéria-prima, desafios financeiros, de percepção pública, maior necessidade de políticas governamentais, entre outras. Para Lettner, Schöggel e Stern (2017), citando Vroman e Thigzert, apenas alguns grupos de biopolímeros são considerados competitivos, por conta do preço.

Ao tratar de biopolímeros, não se pode furtar de discutir a questão *drop-in* x não *drop-in*. Trata-se de uma classificação importante, principalmente quando a análise se debruça sobre a cadeia produtiva e comércio de químicos de origem renovável. Inicialmente, o termo *drop-in* foi usado para biocombustíveis cujas especificações permitiam aplicações do produto no mercado, utilizando a infraestrutura existente e sem a necessidade de investimentos relevantes em ativos específicos (OROSKI; BOMTEMPO; ALVES, 2014). No caso dos bioplásticos, a definição segue exatamente a mesma linha, se referindo aos polímeros idênticos aos petroquímicos em características e propriedades que são provenientes de fontes de renováveis. Um exemplo clássico categorizado entre os *drop-in* é o PE Verde, produzido no Brasil, pela Braskem, que possui as mesmas propriedades técnicas, aparência e versatilidade de aplicações que o polietileno de origem fóssil (BRASKEM, 2020c). Por razões que serão expostas adiante, a adoção de moléculas *drop-in* representa um risco menor para as empresas que compõem a cadeia produtiva do plástico e bioplástico.

As soluções *drop-in* representam também o maior setor de produção dos bioplásticos, são (parcialmente) de fontes biológicas, não-biodegradáveis como o PET, PE e PP e podem ser facilmente reciclados junto com os seus correlatos de origem fóssil (OROSKI; BOMTEMPO; ALVES, 2014).

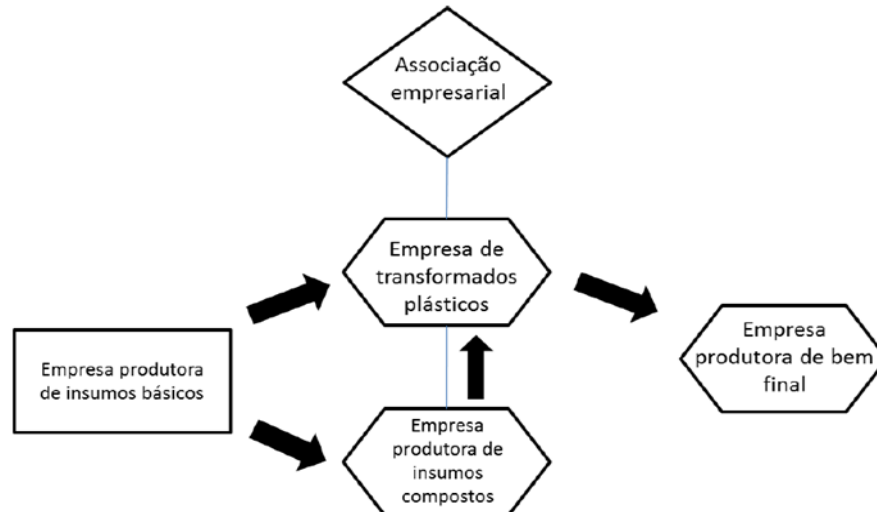
Já os não *drop-in* são aqueles biopolímeros cujas características e propriedades se diferem dos plásticos existentes no mercado. Isto é, não se trata de substitutos perfeitos dos polímeros já conhecidos de origem fóssil, mas sim de novas moléculas, materiais alternativos, com aplicabilidades

diferentes graças às suas propriedades distintas. Podemos citar, como exemplo de não *drop-in*, segundo Oroski, Bomtempo e Alves (2014), o PLA (poliácido láctico), produzido comercialmente pela Natureworks, e que possui forte representação na atual demanda de bioplásticos e boas perspectivas futuras.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa tem objetivo exploratório, ao analisar quais são os fatores intervenientes ao processo de difusão dos bioplásticos, a partir da percepção de uma amostra da cadeia produtiva, representada pela empresa produtora de biopolímeros líder no país, seus clientes e da associação empresarial do setor (Figura 2). Dessa forma, ao trabalhar com coleta de dados primários, para identificar a percepção de agentes relevantes, a pesquisa se caracteriza com natureza qualitativa. Sendo assim, pretende-se contribuir com o melhor entendimento em relação às barreiras impostas ao processo de difusão, em prol de eventuais proposições alternativas.

**Figura 2:** Representação da Cadeia Produtiva do Plástico e Bioplástico



**Fonte:** Elaboração própria.

As percepções dos agentes empresariais relevantes relacionadas aos desafios do processo de difusão da inovação são colhidas através de entrevistas on-line. Neste trabalho, as entrevistas ocorrem a partir de um questionário semiestruturado, ou seja, com um roteiro previamente estabelecido, para que as respostas possam ser enquadradas em categorias específicas para a investigação. O instrumento de verificação dos dados é a análise de conteúdo. Segundo Bardin (2011), essa ferramenta é um

conjunto de instrumentos, de cunho metodológico, em constante aperfeiçoamento, que se aplica a discursos extremamente diversificados, ocupa-se de uma descrição objetiva e sistemática do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação.

Em um primeiro momento, chamado de pré-análise, busca-se sistematizar as ideias iniciais com base no referencial teórico, a fim de delimitar critérios para a interpretação das informações coletadas; isso é feito a partir da leitura dos materiais selecionados (chamada de definição do corpus da análise), que, nesta pesquisa, se deu através do referencial teórico e do estado da arte de nosso objeto de estudo, considerando o objetivo deste artigo. Posteriormente, a exploração do material bibliográfico e dos dados primários colhidos com as entrevistas é que possibilita a formação de categorias e inferências. Por fim, a última fase consiste na interpretação das opiniões manifestadas nas entrevistas, da documentação e das observações feitas pelo pesquisador, considerando semelhanças e divergências.

A amostra da pesquisa, detalhada no Quadro 2, consiste em 5 agentes relevantes (especialistas e diretores de empresas) da indústria e segue o seguinte critério: 1 representante da empresa produtora; 3 representantes clientes; e 1 representante da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST). Essa disposição possibilita verificar as diferentes percepções entre os representantes da cadeia produtiva.

**Quadro 2:** Lista de entrevistados

Lista de Entrevistados			
<i>Organização</i>	<i>Data da Entrevista</i>	<i>Posição do Entrevistado</i>	<i>Código</i>
Empresa produtora de insumo básico	17/12/2020	Especialista Sênior de Polímeros	Ag_Prd
Associação empresarial	13/01/2021	Diretor-Superintendente	Ag_Ass
Empresa produtora de insumos compostos	08/12/2020	Gerente de Especialidades Poliolefinicas	Ag_Int
Empresa produtora de transformados plásticos	08/01/2021	Diretor Industrial	Ag_Trif
Empresa produtora de bem final	18/12/2020	Diretor Presidente	Ag_Bds

**Fonte:** Elaboração própria

Nove perguntas (ver Quadro 3) nortearam as entrevistas com agentes de empresas produtoras de matéria-prima básica e intermediária (composta), da indústria de transformados plásticos e de uma empresa de bem final, além de um agente da associação empresarial que representa as indústrias de plástico.

**Quadro 3:** Roteiro de entrevista

Roteiro de entrevista	
1	Em sua visão, quais barreiras existem no processo de difusão dos bioplásticos?
2	Em sua visão, como os custos de produção e preço do produto influenciam neste processo?
3	Em sua visão, qual é o papel da demanda no processo de difusão dos bioplásticos?
4	Qual a sua visão sobre a questão dos bioplásticos Drop-in versus os não Drop-in? E como isso pode afetar o processo de difusão dos bioplásticos?
5	Em sua visão, como a preferência pelo plástico convencional influencia na difusão dos bioplásticos?
6	Em sua visão, como os valores da sociedade relacionados à sustentabilidade influenciam na difusão dos bioplásticos?
7	Em sua visão, como a mídia pode atuar para a expansão do uso dos bioplásticos?
8	Em sua visão, importa qual empresa é pioneira na adoção dos bioplásticos?
9	Conte-me sua percepção a respeito da cooperação empresarial na facilitação do processo de difusão dos bioplásticos.

**Fonte:** Elaboração própria.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A formação do corpus do conteúdo encontrou dez categorias temáticas para serem comparadas e analisadas de maneira crítica, conforme previsto por Bardin (2011), e podem ser observadas no Quadro 4:

Quadro 4: Modelo de análise de resultados

Objetivo	Categorias	Fontes					
		Referencial teórico	Empresa matéria-prima básica	Associação Empresarial	Empresa matéria-prima composta	Empresa transformados plásticos	Empresa de bebidas
Quais fatores são intervenientes na difusão dos bioplásticos?	Custo	X	X	X	X	X	X
	Tecnologia				X		
	Oferta			X	X	X	
	Compatibilidade	X	X	X	X	X	X
	Reciclagem e Biodegradação	X	X	X	X	X	X
	Demanda	X		X	X		
	Cooperação Empresarial	X	X	X	X		X
	Marketing	X	X	X		X	X
	Pioneirismo		X		X	X	X
	Institucionalidade	X	X		X		

Fonte: Elaboração própria.

Dado que o fator “custo” pode significar a forma como outros fatores da cadeia produtiva se manifestam, buscamos descortinar quais seriam esses elementos. Basicamente, pudemos eleger três fatores relacionados ao custo: adversidades tecnológicas, monopólio no fornecimento de insumo básico e escassez de oferta de matéria-prima, conforme podemos verificar nas transcrições abaixo:

Por conta de a tecnologia ser mais moderna, o custo é maior. Portanto, esse custo é repassado ao consumidor. Ele afeta a nós, consumidores intermediários, e os nossos clientes. Esperamos que um dia esse custo diminua, dessa forma, poderemos também diminuir para o nosso cliente. Um problema relacionado ao custo é que, no Brasil, a produção da matéria-prima está nas mãos de um único produtor. Isso dificulta ainda mais. É um monopólio (Ag Int.; 08/12/20).

Quando falamos do bioplástico de origem renovável, no caso do Brasil, nós temos apenas um fornecedor monopolista com produção de 200 mil toneladas. Portanto, há um problema grande de oferta e com preço muito alto. O preço muito alto já é uma estrutura competitiva de monopólio. Existem alguns monopólios em determinados seguimentos no mundo em que não resulta em grandes problemas, mas é porque o mercado é aberto, não há imposto de importação de 14%, como é o caso do Brasil, enquanto a média mundial é de 4%, e na OCDE, são 6%. Quando se fecha o mercado com barreira tarifária é preciso tomar cuidado com o monopólio. Digo isso, pois, a característica da petroquímica, no Brasil, a estratégia brasileira de petroquímica, é de ter um monopólio. Isso tem impacto nas resinas tradicionais e nas renováveis, idem. Acredito que, estruturalmente, isso tira a competitividade da matéria-prima. Hoje, a estratégia dos *brand owners* é o bioplástico renovável para produtos de maior valor agregado e os biodegradáveis pela questão da imagem ambiental, no entanto, ambos são muito caros. Então, nesse momento, ele está no meio termo, apostando em reciclagem, reuso e, talvez em algum momento, o biodegradável. (Ag Ass.; 13/01/21).

A primeira barreira é comercial. O principal entrave ainda é econômico, ainda que a diferença de preços venha caindo ao longo do tempo. O outro problema é a escassez, pois, hoje, quando falamos em produtos sustentáveis, nos deparamos também com a

falta de disponibilidade. Hoje a empresa tem demanda quatro vezes maior por polímero sustentável, mas não consigo comprar mais porque o produtor não tem para me vender. Tenho muitos clientes que estão pedindo embalagem baseadas em polietileno verde, porém, não tenho de quem comprar. Embora sejamos um grande país produtor de etanol, creio que seja mais interessante para o produtor fazer o polímero para o mercado externo. (Ag Trf.; 08/01/21)

O entrevistado da associação empresarial chama atenção para uma questão estratégica muito importante na aplicação do bioplástico no país. Ele comenta que, no caso do polietileno verde, é utilizado majoritariamente em aplicações de pouco valor agregado como, por exemplo, sacolas plásticas, cujo valor do produto pronto é baixo e a utilidade final da mercadoria, em geral, é ser utilizada para depositar lixo. Como é evidenciado abaixo, essa declaração se revela pertinente na medida em que questiona a viabilidade econômica da inovação. No entanto, sob esse ponto de vista, é possível notar também que o custo da matéria-prima, considerado alto, também é relativo, ao passo que, se utilizado em produtos finais com maior valor adicionado, pode se tornar viável.

Quem faz produtos com valor adicionado maior, faz sentido pagar mais pela matéria-prima. Pois, nem tudo nesse processo é redução de custos. É como se fosse uma externalidade positiva que você gera quando paga por um produto desses com valor adicionado que não é só o valor percebido, que é o valor em imagem. Essa questão de preço e custo torna tudo inviável se você não for fazer um produto de alto valor adicionado. Então, as empresas mais preparadas, com uma trajetória tecnológica, se aproveitam disso e ampliam a externalidade positiva utilizando isso em favor da sua imagem (Ag Ass.; 13/01/2021).

E a questão também que o PE é uma resina commodity, é usada em aplicações simples como a sacola plástica. Há outras resinas como o polipropileno e PVC que é possível fazer coisas extremamente sofisticadas. Utilizar uma resina com maior valor adicionado, caro, num produto com preço final muito barato, cuja utilidade final é colocar lixo, não faz sentido (Ag Ass.; 13/01/2021).

Sob o ponto de vista do referencial teórico, as declarações transcritas acima, referentes ao custo da inovação, vão ao encontro do que aponta Rogers (2003), particularmente acerca da vantagem relativa em termos econômicos da inovação tecnológica. O alto custo diminui a percepção de lucratividade da firma com a utilização da inovação, o que atrasa a difusão. Contudo, foram observados problemas pelo lado da oferta, como é o caso da escassez no fornecimento de matéria-prima e do monopólio, o que não é considerado por Rogers (2003). Uma via para a redução dos efeitos desses dois fatores apontados seria a utilização da resina em produtos de maior valor agregado, amenizando a barreira à difusão do custo da matéria-prima.

Acerca de outro fator apontado pela teoria, a compatibilidade da inovação, a pesquisa buscou entender as percepções dos agentes a partir do questionamento quanto ao embate entre os compostos

*drop in* e *não drop in*. Pudemos notar que esse assunto foi tratado com cautela pelos entrevistados. O motivo se deu por conta do pouco conhecimento da terminologia dentro da própria indústria. Com exceção do agente representante da empresa produtora de insumo básico, todos os demais depoentes solicitaram esclarecimentos por parte do entrevistador sobre o que seria a classificação *drop in* e *não drop in*. Dada a elucidação aos entrevistados, percebemos pelas declarações abaixo que os bioplásticos *não drop in* possuem pouca compatibilidade. Podemos dizer que representam a inovação de caráter disruptivo, quando a novidade tecnológica causa mudança estrutural na economia, promovendo a destruição de capital existente dos adotantes, o que se configura como barreira para a difusão. Vale lembrar que a terminologia “destruição de capital” não é utilizada por Rogers (2003).

Esta questão ainda está sendo resolvida pela indústria, ainda levará alguns anos para ser absorvida. É um passo adiante (Ag\_Int.; 08/12/20)

Essa questão ainda é um tema que está iniciando, ainda é nova para ter uma tendência. Essa questão se confunde com os custos, e com quem pode estimular essa tecnologia. Isso depende muito do consumo, do pensamento e, também, de cultura, além das questões governamentais. Ainda está muito nebuloso, depende dos movimentos da indústria e, também, dos consumidores. Os novos valores da sociedade, em função da pandemia [de covid-19] podem sensibilizar um pouco mais a velocidade com que entendemos que o meio ambiente e a saúde são problemas de todos. Ainda está no início, mas acredito que essa mudança possa beneficiar um pouco mais os compostos *não-drop-in* (Ag\_Prd.; 17/12/20)

Vejo esta questão dos *drop in* versus *não drop in* tenha implicação direta no processo de difusão. Hoje todo o parque de máquinas no mundo é focado 100% em polímeros fósseis, quando você traz um PLA, por exemplo, a extrusora tem que ser totalmente modificada. Este também é um dos grandes entraves para que os biopolímeros deslanchem. O maquinário, no mundo dos plásticos, é muito caro, e uma alteração em uma máquina específica acaba impactando toda a cadeia deste maquinário (Ag\_Trf.; 08/01/21)

Vou falar com relação ao Brasil. Para os bioplásticos *drop in*, já há todos esses problemas que foram levantados anteriormente. Para os *não drop-in* são necessárias certas adaptações de maquinários em função de uma série de especificidades químicas. Em termos de maquinário, nós somos muito incipientes no Brasil, produzimos apenas o básico. Então, entendo que isso seria um problema (Ag\_Ass.; 13/01/21).

Segundo o referencial teórico, a compatibilidade também envolve os valores sociais existentes. Conflitos com as normas sociais de um determinado ambiente retardam a difusão.

Estamos vivendo uma mudança comportamental no consumo. Hoje pensamos muito nos materiais de curto ciclo de vida, que são usados e descartados rapidamente, por isso, a economia circular tem ganhado forte tendência. A questão dos oceanos tem sido evidenciada. Por isso, existe uma série de questões sendo trabalhadas e discutidas nas empresas. Ao sair de casa para se alimentar, as pessoas não

enxergavam a quantidade de lixo que geravam, não tinham essa percepção. Agora, está diferente, pois, elas veem isso dentro de casa [em função da pandemia]. A percepção é importante, e isso pode talvez mudar o comportamento das pessoas. (Ag\_Prd; 17/12/20).

Nós, os consumidores, estamos mudando o comportamento. Não sei falar em tempo, se vai demorar 10 ou 20 anos, mas é fato que isso vai mudar. A conscientização do consumidor está mudando em um nível muito interessante. Hoje em dia, quando vou contratar algum engenheiro jovem, o candidato à vaga me pergunta se a empresa possui iniciativas sustentáveis. As novas gerações estão preocupadas com essas questões, e, particularmente até acho que isso tem atraído os bons profissionais, e isso está fazendo com que as empresas coloquem metas futuras e desafiadoras para migrar do fóssil para o renovável (Ag\_Trif; 08/01/21).

Na visão do agente representante da associação empresarial, as novas gerações possuem uma preocupação maior com os valores socioambientais e as empresas estão tomando ações que podem ampliar os conceitos relativos à sustentabilidade ambiental na sociedade.

Nesse momento existe uma pressão. Nas COP se discute mudança climática, mas não se fala tanto especificamente dos plásticos. A mudança climática é brutal, é maior do que a questão do plástico nos oceanos, para ter ideia. Paralelamente a isso, os fundos de investimentos se ligaram nessa história. A nova geração é muito ligada a isso, à questão do ESG, portanto, é preciso investir nisso. No início dos anos 1990, com a ECO-92, pensávamos que esses valores realmente viriam de maneira forte, mas o que vimos foi apenas *green washing*. Mas depois de 20 ou 30 anos, gerou-se algo legal, e há empresas que estão ganhando dinheiro com isso, além dos fundos de investimento. Então creio que o ESG dará um direcionamento para as empresas nessa preocupação, e os bioplásticos podem fazer parte disso. Mas, mais em função dos consumidores do que das próprias empresas, pois, quem se importa com ESG são as empresas maiores (Ag\_Ass; 13/01/21).

Podemos inferir, com base nos depoimentos anteriores, que a crescente disseminação dos conceitos de sustentabilidade na sociedade, em especial entre as gerações mais novas, deve favorecer a adoção dos bioplásticos, o que confirma o fator compatibilidade como determinante para a difusão de inovação, conforme apontado pela teoria.

Sob o ponto de vista da “experimentabilidade”, fator levantado pela teoria de Rogers (2003), os compostos *drop-in* possuem vantagens sobre os *não drop-in*. Isso se dá em função das características idênticas aos compostos convencionais, o que permite que sua adoção seja feita aos poucos.

É o desejo dos consumidores, utilizar um material que seja exatamente igual ao que já é utilizado (Ag\_Int.; 08/12/20).

É possível perceber que, do ponto de vista dos agentes da indústria, o fato de o composto ter origem renovável não é suficiente para que o bioplástico seja socialmente visto como um produto



sustentável. Ao contrário da captura de carbono, que ocorre no cultivo da matéria-prima, a biodegradabilidade é um conceito mais facilmente absorvido pelo público, por ser algo visível aos olhos. Neste ponto, vale destacar que, segundo definição da ABIPLAST (2020), o plástico biodegradável é aquele que, ao término do seu ciclo de vida, sofre processo de compostagem em até 180 dias, pela ação de microrganismos. Daurich, citado por Jones (2020), reforça um aspecto importante: “mesmo que o bioplástico seja biodegradável, a destinação correta após o uso é essencial”. Caso o descarte seja feito em aterro sanitário, não há como garantir que o material irá se decompor no prazo de 180 dias. Sendo assim, a destinação adequada dos plásticos biodegradáveis são as usinas de compostagem, ainda em número reduzido no Brasil. Nos depoimentos, os entrevistados também advertem que, para que o plástico biodegrade é necessário submetê-lo a um processo bioquímico adequado, portanto, não exclui a necessidade de contar com políticas de descarte.

Os renováveis têm muito mais peso na questão do efeito estufa, diminui a pegada de carbono, mas contribui pouco para essa questão da imagem. Nesse aspecto, essas empresas preferem mais o biodegradável, pois o ganho com os renováveis é pífio. Então acho que o bioplástico renovável tem mais apelo na imagem corporativa do que efetivamente uma imagem para o consumidor final. Diferentemente do biodegradável. Bioplástico renovável tem mais apelo para atrair *stakeholder* e o biodegradável mais apelo junto à massa da população e ambientalistas (Ag\_Ass.; 13/01/21).

Eu acredito que a questão dos bioplásticos hoje é muito mais abrangente. A biodegradação, atualmente, se confunde um pouco com os bioplásticos. A gente pode trabalhar muito na linha de bioplásticos, ou de fontes renováveis, ou até mesmo nas questões ligadas à biodegradação depois de seu uso, de sua vida útil. Eu acredito que estamos num processo de conhecimento e aprendizado. Particularmente, eu vejo que bioplásticos provenientes de fontes renováveis é uma tendência forte na qual a gente deve avançar no mundo, como um todo. Mas, pensando na biodegradação, a discussão passa a ser mais ampla. Por isso, acho que a tendência para reduzir impacto ambiental seja a reciclagem. Utilizar este material para outra aplicação, sem precisar obter novos recursos da natureza. Fonte renovável é uma tendência forte, mas a biodegradação é mais complexa, pois, depende da aplicação (Ag\_Prd; 17/12/20).

Hoje em dia, quando os produtores de plásticos informam em seus produtos que é biodegradável, muitas vezes ele te engana. Trata-se apenas de um aditivo na película plástica que a torna biodegradável quando exposta ao raio ultravioleta e à água da chuva, no entanto essa biodegradabilidade é apenas aos nossos olhos. Ela se transforma em microplástico que, em minha visão, é ainda mais prejudicial. Por exemplo, nós vendemos para alguns países a sacola plástica amigável, no entanto, lá eles submetem o material às condições de temperatura, oxigênio, na condição ideal para a compostagem. Mas aqui isso ainda é muito pequeno (Ag\_Trif; 08/01/21)

Por exemplo, hoje quando você vai comer em algumas dessas grandes redes de restaurantes e lanchonetes, muitas vezes te oferecem um canudinho que está escrito

que é biodegradável. No entanto, aquilo é um engano, pois, o canudo se desintegra apenas até o ponto em que enxergamos. Ele se torna um pó, que contamina o solo, oceano etc., acaba criando um problema enorme no longo prazo, pois, afeta diretamente a alimentação das pessoas (Ag\_Ass; 13/01/21).

À luz da teoria de Rogers (2003), a observância da inovação é um fator que importa na tomada de decisão da unidade adotante, ou seja, quanto mais perceptíveis forem os benefícios da adoção da nova tecnologia aos demais indivíduos, mais estimulados ficarão os potenciais adotantes. O apelo ambiental característico do produto é o que nos leva a analisar e relacionar o fator observância sob a categoria “reciclagem e biodegradabilidade”. A ampliação do parque de reciclagem, assim como políticas acerca do tema, proporcionaria maior observância dos benefícios dessa inovação.

O fator demanda foi mencionado com frequência pelos entrevistados em diferentes tópicos que o questionário abordou, não apenas na pergunta direta sobre o papel desse elemento na difusão de inovações tecnológicas. No entanto, houve divergências entre as opiniões. Dada a frequência das menções, entendemos que essa categoria possui importante função para tracionar o lado da oferta em mudanças de padrões tecnológicos.

É preciso enxergar o ciclo completo, desde o produtor da matéria-prima até o bem final. Se os consumidores buscarem mais materiais, os fabricantes irão pressionar a cadeia toda, o que pode gerar uma mudança por parte da indústria. A demanda possui um poder decisivo. Pois é o pedido deles que alimentam a cadeia produtiva (Ag\_Int; 08/12/20).

Eu acho que seja extremamente importante. Estamos tendo, desde 2015, essa questão da contestação quanto ao descarte do plástico. É um problema da sociedade. Então, por exemplo, existe um acordo de livre comércio que foi assinado na China em que as tarifas e todas as políticas públicas em torno disso são vinculadas ao valor adicionado que você gera na cadeia. Então quem gera mais valor adicionado, tem mais incentivo, e quem se apropria mais desse valor tem que pagar mais sobre as externalidades negativas que ele gera. O que faz sentido. Digo isso, pois, os *end users* é quem se apropria de grande parte do valor dessa cadeia, e eles estão sendo contestados, pressionados. Portanto, eles têm procurado alternativa, que gira em torno da economia circular, *redesign*, reciclagem e também biodegradáveis. O bioplástico vai ser puxado por essas empresas em algum momento, quando essas empresas começarem a fazer produtos de alto valor adicionado ou que sejam recicláveis. O bioplástico é igual ao plástico normal, a única diferença é que ele captura gases do efeito estufa em sua produção. Entendo que isso tenha um efeito maior do que legislação, como a lei do canudinho e da sacolinha plástica. (Ag\_Ass; 13/01/21).

Hoje estamos vendo uma apelação para o que é natural, para o que não degrada o meio ambiente. Buscamos fazer da forma mais natural possível nosso produto, sempre pesquisando para melhorar. Creio que o produtor tem influência nisso também (Ag\_Bds; 18/12/2020).

Depende muito. As cadeias produtivas são muito complexas. Hoje se fala muito em economia circular. Seria ter a matéria-prima, fazer o processamento e obter um produto competitivo. Quando o produto vai ao mercado, ele é utilizado e reutilizado. Mas para quem produz, é o mercado quem faz a demanda. As grandes marcas, *brand owners*, têm o poder de criar tendências (Ag\_Prd; 17/12/20).

Os canais de comunicação (nomeado “marketing” no modelo de análise dos resultados) são elementos centrais da teoria de Rogers (2005). São eles que permitem o fluxo de informação entre os potenciais adotantes de uma nova tecnologia. Contudo, as percepções dos agentes não são uníssonas neste ponto, pois, embora apontem a mídia como um ator no processo de difusão, há divergências quanto a seu grau de importância, além de ressaltarem que este papel deve ser desempenhado por uma mídia especializada, conforme evidenciado abaixo.

A mídia é uma grande influenciadora no Brasil, por conta do baixo nível de educação da população. Diferentemente dos países com nível de educação mais elevado, onde a população busca uma diversidade maior de informações, não apenas através de informações “prontas”. Por isso ela tem uma visão mais ampla da sociedade, da questão coletiva. No Brasil, as pessoas são mais individualistas (Ag\_Prd; 17/12/20).

Acho que a mídia tem atuado dizendo que precisa mudar os plásticos, tem feito um bom papel, expondo o problema do plástico e colocando a necessidade de isso se resolver. Ela tem um papel forte. Mas creio que seja mais a mídia especializada, que fala de sustentabilidade, ESG. (Ag\_Ass; 13/01/21).

Em minha opinião, a mídia não influencia muito. No início, influencia a população mais propensa a consumir. Acredito que os incentivos do governo influenciariam mais. Por exemplo, em uma licitação do governo, um produto leva vantagem mesmo sendo mais caro. Ou seja, o governo tem esse poder de incentivar. A mídia ajuda, mas não é predominante (Ag\_Int; 08/12/20).

Eu diria que a mídia tem total e fundamental papel nessa questão. As redes sociais aceleraram muito o fluxo de informações. Portanto, ela vai, e está sendo, um dos grandes agentes para promover mudanças e falar da sustentabilidade. Tem um papel importante e seguramente é ela que vai fazer a mudança dos consumidores. Pois, essa iniciativa da sustentabilidade tem uma força jovem muito grande, mas as pessoas são influenciáveis. A mídia hoje ela massifica tanto as atitudes erradas que as pessoas vão se aculturando e isso vai se difundindo. (Ag\_Trif; 08/01/21)

A mídia é muito importante. Ela tem poder para contribuir, mas tem que ser feito com qualidade, com o propósito de educar e conscientizar o público com relação aos benefícios de se utilizar um produto de fonte renovável. Temos um bom retorno quando investimos em divulgação de nossos produtos na mídia, portanto, creio que se for utilizada de maneira correta, a mídia tem condições de contribuir neste aspecto (Ag\_Bds; 18/12/2020).

Rogers (2005) menciona, em sua teoria, a decisão de inovação de autoridade. Categorizado como “institucionalidade” em nossa análise de resultados, trata-se um tipo de decisão de inovação,

que consiste em uma entidade ou alguns poucos membros do sistema, que possuem poderes, status, ou superioridade técnica sobre os demais, para influenciarem de maneira vertical a adoção de nova tecnologia. Embora o autor trate desse aspecto em seu livro texto, ele não dá a devida ênfase no papel ativo dos governos, exercido por meio de legislação ambiental, conforme pode ser captado pelos depoimentos.

Existem, é claro, os grupos que trabalham em prol da causa ambiental e que podem criar nichos. Mas creio que as questões institucionais (leis) e as empresas produtoras possuem mais poder neste aspecto (Ag\_Prd; 17/12/20).

Como ainda não há uma legislação, uma norma, uma obrigatoriedade, acaba dependendo muito do consumidor final. A partir do momento que a demanda pelo produto for realmente forte, haverá um ciclo vigoroso para o produto. Como não há legislação, os consumidores optam pelo convencional por conta do custo-benefício (Ag\_Int; 08/12/20).

Determinados depoimentos dão conta de que certas iniciativas não foram efetivas, pois os comerciantes acabam buscando alternativas para se enquadrar à legislação, o que apenas encobre o problema, com potencial para gerar outros transtornos.

Essas coisas de fazer intervenções, através de agências reguladoras, são um pouco temerárias. Você vê o caso da proibição dos canudinhos no Rio de Janeiro. Resultou na produção de um canudinho de papel que possui uma fina camada de plástico, e aquilo não é biodegradável, e também não é reciclável, portanto, não funciona (Ag\_Ass; 13/01/21).

A questão dos canudinhos no Rio de Janeiro não deu certo. As alternativas que a sociedade tem adotado não resolvem os problemas, isso tem levado ao problema dos microplásticos no meio ambiente, o que talvez seja até pior do que você ver a sacola plástica jogada na rua (Ag\_Trif; 08/01/21).

Outros dois pontos abordados no questionário tratam do pioneirismo dentro do setor e o papel da cooperação empresarial em promover a difusão dos bioplásticos. Através desses tópicos, buscamos explorar os elementos teóricos tipo de decisão de inovação, que foi explorado anteriormente sob o ponto de vista de governo, e sistema social.

Sim, [pioneirismo] importa. A partir da hora que um grande player vai para o seguimento ecológico, os demais tendem a seguir essa ideologia, tanto os menores quanto os grandes. São formadores de opinião. As grandes empresas ainda estão mais próximas das fontes não renováveis do que das renováveis, a diferença ainda é grande. Existem alguns momentos-chaves, como exposição, feiras, mas nada muito frequente para divulgar as ações (Ag\_Bds; 08/12/20).

Sim, nas empresas do mesmo segmento de atuação. A inovação é importante, ela gera valor para a empresa, tanto intelectual como comercial. Ela influencia a

sociedade quando o produto novo começa a ser produzido em escala industrial, mas antes, quando ainda está sendo desenvolvido, as indústrias competem entre si e isso gera valor de Mercado (Ag\_Prd; 17/12/20).

Talvez. Entre as empresas é muito pouco. É mais um ganho de compliance ambiental, não é um ganho de imagem na sociedade. Mas essa é a minha percepção (Ag\_Ass; 13/01/21).

Os esforços vêm de algumas empresas, não são muitas. Mas quando se buscam quais são essas empresas você vê que são referência. Isso acaba gerando um sentimento nos demais que os faz ir atrás, mas mais por medo de perder mercado (Ag\_Trif; 08/01/21).

Eu acredito que isso tem um efeito muito grande. Quando uma empresa que é referência no setor, que tem credibilidade entre as outras, adota algum tipo de inovação, as demais passam a fazer a mesma coisa, pois, confiam nessa empresa referência. Se eu adotar uma embalagem que possui origem vegetal, sem dúvida que as demais empresas terão segurança em fazer o mesmo. Aqueles que estão preocupados com qualidade, sim. Os que não possuem essa preocupação vão optar pelo mais barato, para poder vender o produto deles mais barato (Ag\_Bds; 18/12/2020).

Com relação à cooperação empresarial e, portanto, ao fator sistema social apontado por Rogers (2003), foi possível perceber uma separação entre os ganhos para a comunidade industrial e para a sociedade. Em outras palavras, os frutos da interação entre as empresas, muitas vezes, ficam restritos às próprias firmas, que nem sempre resultam em algum benefício aos consumidores. Fundamentados nos depoimentos, inferimos que os agentes consideram a cooperação um componente significativo no processo de inovação, algo que contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias, no entanto, as declarações dão conta de que essa interação é quase inexistente dentro do setor de plásticos e bioplásticos.

Isso é crucial. Não há inovação sem isso. Antigamente era a linha de produção do Henry Ford, hoje existem condomínios de empresas. Apesar de parecer diferente, é muito semelhante, pois, as atividades apenas foram terceirizadas. Continua sendo uma linha de montagem. Para fazer um novo produto é preciso ter uma cadeia, desde o fornecimento de matéria-prima, produção, logística... Há um caminho a ser percorrido. Se a inovação é apenas em um ponto específico da cadeia, a implementação é mais rápida, mas quando sai de uma matéria-prima não renovável para uma renovável, haverá uma mudança, pois é muito diferente. Quando a cadeia não está estruturada, fica mais difícil. Hoje a cadeia de biopolímeros e biomateriais está voltada para a indústria alimentícia, então haveria necessidade de desviar mais este foco para o lado da indústria de transformação. (Ag\_Prd; 17/12/20).

Valorizo muito este tipo de interação. Pratico muito a relação com os meus fornecedores para testar novos produtos, para desenvolver coisas novas. Também disponibilizo a fábrica para os fornecedores realizarem testes. A partir dessa prática se ajusta os produtos e os processos. Portanto, considero importante (Ag\_Bds; 18/12/20).

Eu acho que quem fez esse esforço inicial, a empresa X<sup>1</sup>, isso ficou muito na mão deles. Conseguiu investimento do governo para isso, o que é muito bom. Mas a cadeia não avançou. A cadeia de plásticos aqui, em termos de oferta, ficou restrita a commodity, o que não a torna muito atrativa na utilização de materiais renováveis. Acabou ficando muito na mão de grandes empresas como a Y<sup>2</sup>, Z<sup>3</sup> e W<sup>4</sup>, muito voltada para a questão de imagem. O restante do mercado acabou ficando sem interação em volta do bioplástico. É importante, mas acho que acabou ficando muito difícil. E nós nunca trabalhamos com uma estratégia de cadeia, sempre tivemos competição entre as empresas, muito em função dos produtos que produzimos aqui terem baixo valor adicionado, o que acaba tendo pouco valor adicionado para ser apropriado na cadeia, gerando a disputa de governança (Ag\_Ass; 13/01/21).

Há pouca cooperação empresarial, não vemos muita troca de informação, não vemos documentos, creio que por ser algo novo. Não há muitos estudos, que prejudica o desenvolvimento de algo que trouxesse mais benefícios, precisa de mais estudos na área acadêmica. Existe uma difusão de ideias, algumas parcerias, mas nada muito frequente. (Ag\_Int; 08/12/20).

A partir da apresentação das evidências e pela análise dos resultados frente à teoria, expostos nesta seção, verificamos que o problema da escassez de matéria-prima mostra que a oferta exerce função importante no processo de difusão de bioplásticos no Brasil, em contraste com o modelo de Rogers, que privilegia o lado da demanda nas análises. A questão está estreitamente ligada ao monopólio do fornecimento do insumo básico, o que limita a produção à capacidade produtiva de uma única empresa e sujeita o mercado consumidor a gargalos de abastecimento. O caso da utilização de biopolímeros em produtos finais de baixo valor também se mostrou um problema estratégico considerável, visto que o uso de um insumo com maior valor adicionado em aplicações de baixa relevância no cotidiano da população se revela um entrave relevante, dado o aumento do custo do produto.

Verificamos que boa parte dos fatores levantados pelos agentes empresariais está ligada à compatibilidade da inovação tecnológica em certas esferas, o que corrobora a teoria de Rogers (2003). A primeira delas é a harmonia com os valores socioambientais da sociedade, que entendemos constituir um motor importante no processo de difusão de inovações ligadas à sustentabilidade. A parcela da população que valoriza e apoia de forma efetiva essas questões ainda é restrita. Embora haja perspectiva de acentuada ampliação, o prazo para que isso se consolide ainda é incerto. A outra questão referente à compatibilidade da inovação é evidenciada na discussão dos biopolímeros *não*

---

<sup>1</sup> O nome da empresa citada foi omitido

<sup>2</sup> Idem.

<sup>3</sup> Idem.

<sup>4</sup> Idem.

*drop in*, que representam a fronteira de inovação no setor. O caráter de inovação disruptiva dos *não drop in* promove a destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e dos bioplásticos *drop in*, o que configura uma barreira para a difusão da inovação na medida em que exige a readequação do maquinário por parte da indústria. Por outro lado, devido a essa característica, as moléculas *não drop in* também abrem oportunidades para novas aplicações ainda desconhecidas.

A atuação ativa das instituições, não apenas regulando a composição de certos produtos descartáveis na sociedade (por exemplo, sacolas e canudos plásticos), iniciativa que se mostrou pouco eficiente aos olhares dos agentes empresariais, mas atuando em políticas e programas de investimentos voltados para a indústria de base do plástico, poderia representar avanços no longo prazo para a difusão dos bioplásticos. Na cidade de São Paulo, por exemplo, é possível ilustrar essas iniciativas a partir do Decreto nº 55 de 2015, da Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) de São Paulo, que especifica que as sacolas plásticas reutilizáveis devem ser fabricadas com 51% de matéria-prima proveniente de tecnologias sustentáveis: bioplásticos, de fontes renováveis ou naturais de recomposição e reciclável, e da especificação do Decreto nº 55.827, que regulamenta a Lei nº 15.374 de 2011, que proíbe a disponibilização de sacolas plásticas descartáveis nos estabelecimentos comerciais do município de São Paulo e que estimula o uso de sacolas reutilizáveis.

A reciclagem e a biodegradabilidade revelaram ser fatores significativos para a difusão dos bioplásticos. Percebeu-se, no entanto, que a sociedade possui informações equivocadas acerca de produtos de ciclo de vida curtos, tidos como biodegradáveis que, em geral, são fornecidos gratuitamente (por exemplo, sacolas plásticas e canudos). Para que as características de biodegradação e reciclagem desses produtos sejam aproveitadas, se faz necessário ampliar o número de usinas de compostagem e intensificar as questões de coleta de materiais usados.

Por fim, embora a cooperação empresarial – mencionada pela teoria como “sistema social”, tenha sido considerada pelos agentes entrevistados como importante nos processos de inovação da indústria, de maneira geral, isso não ocorre dentro do setor de plásticos de modo expressivo. A maior interação entre as firmas é uma alternativa para amplificar o aprendizado entre as organizações, o que beneficiaria a inovação e sua difusão.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao descortinar fatores intervenientes na difusão de bioplásticos no Brasil, o objetivo do trabalho foi atendido. Foram identificadas questões que estão por trás do que se apresenta na forma

de custo elevado dos biopolímeros em relação aos polímeros tradicionais, principalmente pelo lado da oferta, além de revelar fragilidades estratégicas do setor no uso desses compostos para produtos de baixo valor final. Aprofundar e testar as hipóteses levantadas seria adequado para romper os limites deste trabalho, para compreender, em termos quantitativos, quais fatores podem ou não estimular o uso dos biopolímeros, principalmente quanto aos bioplásticos não *drop-in* e aos problemas estratégicos do lado da oferta. Não menos importante é o estudo sobre programas para reciclagem e ampliação de usinas de compostagem no país, e como isso pode auxiliar na difusão dos bioplásticos de forma mais profunda.

Os plásticos são tão fundamentais para a economia e a sociedade quanto são grandes os problemas causados pelo mau descarte dos seus resíduos, portanto, contribuições para esse universo se mostram fundamentais para o futuro das próximas gerações.

## REFERÊNCIAS

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2019**. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/>. Acesso em: 13 set. 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

THE BIOECONOMY COUNCIL. **Making Bioeconomy work for Sustainable Development**. [s.l.]: [s.n.], 2015. Disponível em: [https://gbs2015.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique\\_final.pdf](https://gbs2015.com/fileadmin/gbs2015/Downloads/Communique_final.pdf). Acesso em: 15 jan. 2022.

BOMTEMPO, J. V.; OROSKI, F. Bioeconomia em construção 16 – O desafio da difusão dos bioplásticos. **Blog Infopetro**. Disponível em: <https://infopetro.wordpress.com/2018/11/07/bioeconomia-em-construcao-16-o-desafio-da-difusao-dos-bioplasticos>. Acesso em: 14 jul. 2020.

BRASKEM. **Polietileno I'm Green bio-based – Inovação e diferenciação para seu produto**. Braskem. Disponível em: <http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/catalogos-im-green>. Acesso em: 15 ago. 2020a.

BRASKEM. **Polietileno Verde I'm Green**. Braskem. Disponível em: <http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>. Acesso em: 15 ago. 2020b.

BRASKEM. **Propriedades do polietileno verde**. Braskem. Disponível em: [http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/Propriedades\\_PeVerde](http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/Propriedades_PeVerde). Acesso em: 15 ago. 2020c.

CASTRO, T. H. **Os Bioplásticos: Impactos Ambientais e Perspectivas de Mercado**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.



CGEE. **Química verde no Brasil: 2010 – 2030**. Ed. rev. e atual., Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **The New Plastic Economy: Rethinking the future of plastics**. Elle MacArthur Foundation. 2017. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid\\_English\\_22-11-17\\_Digital.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf). Acesso em: 18 jan. 2021.

EUROPEAN BIOPLASTICS. **Bioplastics market data 2019**. European Bioplastic. Disponível em: [https://docs.european-bioplastics.org/publications/market\\_data/Report\\_Bioplastics\\_Market\\_Data\\_2019.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/market_data/Report_Bioplastics_Market_Data_2019.pdf). Acesso em: 13 ago. 2020.

HALL, B. H. Innovation and diffusion. Cambridge, MA: The National Bureau of Economic Research, 2004. **Working paper**, n. 10212. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w10212.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

IFBB. **Biopolymers facts and statistics 2019 - Production capacities, processing routes, feedstock, land and water user**. IFBB Hannover. Disponível em: [https://www.ifbb-hannover.de/files/IfBB/downloads/faltblaetter\\_broschueren/f+s/Biopolymers-Facts-Statistics-2019.pdf](https://www.ifbb-hannover.de/files/IfBB/downloads/faltblaetter_broschueren/f+s/Biopolymers-Facts-Statistics-2019.pdf). Acesso em: 15 ago. 2020.

JONES, F. A promessa dos bioplásticos. **Revista Fapesp**, n. 290. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos>. Acesso em: 15 ago. 2020.

LETTNER, M.; SCHÖGGL, J.; STERN, T. Factors influencing the market diffusion of bio-based plastics: Results of four comparative scenario analyses. **Journal of Cleaner Production**, 2017. Doi: 10.1016/j.jclepro.2017.04.077.

MATURANA, M. G. **Dilemas Estratégicos na Difusão de Inovações em Bioprodutos**. 2019. 182 p Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

MELLO, A.; SOTO, J., VIVEIRO, J. A. Polímeros Verdes: tecnologia para a promoção do desenvolvimento sustentável. In: CEPAL. **Investimentos transformadores para um estilo de desenvolvimento sustentável: Estudos de casos de grande impulso (Big Push) para a sustentabilidade no Brasil**. p.75-88. Santiago (Chile): Publicação das Nações Unidas, 2020.

METCALFE, J. S. Impulse and Diffusion in the Study of Technical Change. **Futures**, v. 13, n. 5, p. 347-359, 1981.

MOREIRA, L. F. **Do Campo para a Indústria Química: Oportunidades para o Brasil na Bioeconomia Mundial**. 2019. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, 2019.

OROSKI, F. A.; BOMTEMPO, J. V.; ALVES, F. C. Bioplastic Tipping Point: drop-in or non-drop-in? **Journal Of Business Chemistry**, 2014.

RAWORTH, K. Economia Donut: **Uma alternativa ao crescimento a qualquer custo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 5. ed. New York: Free Press, 2003.

ROSENBERG, N. Factors Affecting the Diffusion of Technology. *In: Perspectives on Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976, p.189-210.

SÃO PAULO. Decreto nº 55.827, de 6 de janeiro de 2015. Regulamenta a Lei nº 15.374, de 18 de maio de 2011, que dispõe sobre a proibição da distribuição gratuita ou venda de sacolas plásticas a consumidores em todos os estabelecimentos comerciais do Município de São Paulo. **Diário Oficial**. Disponível em: <https://www.radarmunicipal.com.br/legislacao/decreto-55827>. Acesso em: 15 ago. 2020.

SÃO PAULO. Lei nº 15.374, de 18 de maio de 2011. Dispõe sobre a proibição da distribuição gratuita ou venda de sacolas plásticas a consumidores em todos os estabelecimentos comerciais do Município de São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial**. Disponível em: <https://www.radarmunicipal.com.br/legislacao/lei-15374>. Acesso em: 15 ago. 2020.