



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

HUANDRA SIQUEIRA SEIBEL

**ANÁLISE DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA PARA BIOPLÁSTICOS
NO BRASIL E EM UMA AMOSTRA DE AGENTES DO SETOR DE
PLÁSTICO DO ESPÍRITO SANTO**

VITÓRIA - ES

2023

HUANDRA SIQUEIRA SEIBEL

**ANÁLISE DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA PARA BIOPLÁSTICOS
NO BRASIL E EM UMA AMOSTRA DE AGENTES DO SETOR DE
PLÁSTICO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador:

Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe

VITÓRIA - ES

2023

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S457a SEIBEL, HUANDRA SIQUEIRA, 1988-
ANÁLISE DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA PARA
BIOPLÁSTICOS NO BRASIL E EM UMA AMOSTRA DE
AGENTES DO SETOR DE PLÁSTICO DO ESPÍRITO SANTO
/ HUANDRA SIQUEIRA SEIBEL. - 2023.
101 f. : il.

Orientador: EDNILSON SILVA FELIPE.
Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de
Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do
Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. BIOPLÁSTICO. 2. BIOECONOMIA. 3. PERSPECTIVA
MULTINÍVEL. I. FELIPE, EDNILSON SILVA. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III.
Título.

CDU: 628



CENTRO TECNOLÓGICO/UFES



PPGES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL / UFES

Ata da centésima quinquagésima (150ª) Sessão de Defesa de Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (PPGES) do Centro Tecnológico (CT) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), da aluna **Huandra Siqueira Seibel**, candidata ao grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional).

Às 14 horas do dia três de maio de dois mil e vinte e três (03/05/2023), por meio da plataforma Google Meet, o Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe, presidindo a sessão, deu início aos trabalhos apresentando ao público presente a candidata e a banca examinadora da dissertação, composta pelos seguintes membros: Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe - Orientador – PPGES/CT/UFES, Prof. D.Sc. Alvim Borges da Silva Filho – Examinador Interno – PPGES/CT/UFES, e Profª. D.Sc. Tatiana Massaroli de Melo – Examinadora Externa – UNESP. O Sr. Presidente da banca examinadora passou, em seguida, a palavra a candidata que, em trinta minutos, apresentou a dissertação de mestrado intitulada **Análise da Transição Sociotécnica Para Bioplástico Em Uma Amostra de Agentes do Setor de Plástico do Espírito Santo**. Dando prosseguimento aos trabalhos de defesa da dissertação, o Sr. Presidente convidou os membros titulares da banca examinadora a tomarem assento à mesa para procederem aos comentários e arguição da candidata, passando a palavra aos membros da banca, um a um, iniciando os comentários de arguição da candidata com o examinador externo. Após o Sr. Presidente ter feito seus comentários sobre o trabalho, franqueou a palavra ao público presente. Findada a arguição, o Sr. Presidente convidou a banca examinadora a se reunir em separado para deliberação do resultado final. Ao retornar, o Sr. Presidente informou ao público presente que a referida dissertação havia **APROVADA**. O Sr. Presidente da sessão alertou que a candidata somente terá direito ao título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável após entrega da versão final de sua dissertação, em papel e meio digital, à secretaria do Programa, com as correções apontadas e registradas no Parecer Único da Banca Examinadora (em anexo), além de ajustes na formatação do trabalho conforme as normas da ABNT e da UFES e revisão da língua portuguesa, e ainda cumpridos todos os trâmites e demais requisitos exigidos pelo Regulamento do PPGES. Por fim, declarou encerrada a sessão e eu, Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe, lavrei a presente ata que será assinada pelos membros da banca examinadora e pela mestranda.

Vitória - ES, 03 de maio de 2023.

Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe
Orientador – PPGES / CT / UFES

Prof. D.Sc. Alvim Borges da Silva Filho
Examinador Interno – PPGES / CT / UFES

Profª. D.Sc. Tatiana Massaroli de Melo
Examinador Externo – UNESP

Huandra Siqueira Seibel
Mestranda

Documento assinado digitalmente



ALVIM BORGES DA SILVA FILHO

Data: 22/05/2023 09:55:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Em conformidade com as normas prescritas na Portaria Normativa Nº. 08/2021 – PRPPG/UFES, Sr. Presidente da banca examinadora atesta que, a defesa foi realizada por meio de videoconferência, ou outro suporte eletrônico a distância equivalente.

Prof. D.Sc. Ednilson Silva Felipe
Orientador – PPGES / CT / UFES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
EDNILSON SILVA FELIPE - SIAPE 2524538
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Eng Saúde Pública e Des Suste
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento
Sustentável - PPGEDS/CT
Em 15/05/2023 às 14:26

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/710857?tipoArquivo=O>

“Lo que no te mata te hace más fuerte.”

Friedrich Nietzsche

Enquanto desenvolvia esta pesquisa, eu passei pela amarga, profunda e irreparável dor da perda do meu avô. Foram tempos sombrios, onde precisei encontrar forças na inspiração de homem forte, íntegro, detalhista e dedicado que Sebastião José da Silva foi.

Ao meu *abuelito* eu dedico esta dissertação.

RESUMO

Nos últimos decênios, as questões ambientais associadas aos plásticos se tornaram uma preocupação global. Pesquisas atuais buscam alternativas ecologicamente viáveis para a substituição do plástico convencional, produzido a partir de polímeros derivados do petróleo, geralmente empregados na produção do plástico que utilizamos no dia a dia, os quais são de difícil decomposição e, portanto, extremamente prejudiciais ao meio ambiente. Ocorre, porém, que ainda não está evidente se as alternativas disponíveis apresentarão melhores resultados em termos ambientais, sociais e econômicos. Permanece uma necessidade de entendimentos mais sutis do plástico e seus impactos ambientais e de estudos que analisem a aceitação de bioplásticos sob o prisma da indústria.

Palavras-Chave: Bioeconomia. Bioplástico. Perspectiva Multinível.

ABSTRACT

In recent decades, environmental issues associated with plastics have become a global concern. Current research is looking for ecologically viable alternatives to replace conventional plastic, produced from petroleum-derived polymers, usually used in the production of the plastic we use on a daily basis, which are difficult to decompose and, therefore, extremely harmful to the environment. . It happens, however, that it is still not clear whether the available alternatives will present better results in environmental, social and economic terms. There remains a need for more nuanced understandings of plastic and its environmental impacts and for studies that analyze the acceptance of bioplastics from an industry perspective.

Keywords: Bioeconomy. Bioplastics. Multi-level Perspective.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- O que é Bioeconomia.....	1515
Quadro 2 - Etapas metodológicas para desenvolvimento da pesquisa.....	2222
Quadro 3 - Principais características do bioplástico <i>drop in</i> e não <i>drop in</i>	2726
Quadro 4 - Exemplos de empresas do Brasil que produzem plásticos <i>drop in</i> e não <i>drop in</i>	2928
Quadro 5 - Exemplos de bioplásticos patenteados por pesquisadores das universidades do Brasil.....	3231
Quadro 6 - Principais premissas básicas contidas em um regime sociotécnico.....	3434
Quadro 7 - Principais pesquisas feitas com consumidores relacionadas a bioprodutos.....	4141
Quadro 8 - Distribuição das perguntas por eixos estruturantes.....	6160
Quadro 9 - Perfil dos Participantes.....	6261
Quadro 10 - Para você, o que é bioplástico?.....	6463
Quadro 11 - Como o consumidor influencia a tomada de decisão do setor de plástico e da empresa na qual trabalha? O mercado tem exercido pressão para a produção de plásticos mais sustentáveis? De que forma isso tem ocorrido?.....	6665
Quadro 12 - O bioplástico <i>drop in</i> e/ou não <i>drop in</i> é a melhor alternativa, sob uma perspectiva sustentável, para a redução do impacto do plástico convencional ocasionado pelo seu descarte indevido no meio ambiente? Por quê?.....	7069
Quadro 13 - Quais são as principais razões de não se produzir bioplástico <i>drop in</i> e não <i>drop</i> <i>in</i> no Espírito Santo.....	7472
Quadro 14 - Há outros desafios não citados ou algum comentário sobre a pontuação escolhida? Especifique-os. (Para bioplástico <i>drop in</i>).....	7977
Quadro 15 - Há outros desafios não citados ou algum comentário sobre a pontuação escolhida? Especifique-os. (Para Bioplástico Não <i>Drop in</i>).....	8179
Quadro 16 - Quais são as oportunidades e os desafios existentes em uma possível transição de plástico convencional para bioplástico <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> ?.....	8280
Quadro 17 - Em sua opinião, qual será o curso tomado pela indústria do plástico no longo prazo?.....	8381
Quadro 18 - Quais ações de sustentabilidade estão sendo adotadas na indústria do plástico local enquanto a transição para o bioplástico não acontece?.....	8583
Quadro 19 - Principais Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS....	8684

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEF - Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico

AM - Amazonas

AMLURB - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana

AP - Amapá

Bio-PE - bio-polietileno

CEO - Chief Executive Officer

CH₄ - Metano

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CO₂ - Dióxido de carbono

CT-AGRO - Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio

ES - Espírito Santo

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FIERGS - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul

GEE - Gases de efeito estufa

GO - Goiás

IFRJ - Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

IFSUL - Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

MA - Maranhão

Mo - Moda

MS - Mato Grosso do Sul

Nm - Nanômetro

OCDE - Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico

ODS - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PA - Poliamidas

PB - Paraíba

PBAT - poli(butileno adipato co-tereftalato)

PCL - Policaprolactona
PE - Polietileno
PEBD - Polietileno de Baixa Densidade
PELBD - Polietileno linear de baixa densidade
PET - Polietileno tereftalato
PHA - Polihidroxialcanoato
PH - Potencial hidrogeniônico
PHB - Polihidroxibutirato
PLA - Ácido polilático
PMN - Perspectiva Multinível
PNRS - Principais Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP - Polipropileno
PS - Poliestireno
PVC - Policloreto de vinila
RJ - Rio de Janeiro
RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória
RN - Rio Grande do Norte
SC - Santa Catarina
SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SINISA - Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SP - São Paulo
UFPEL - Universidade Federal De Pelotas
UNESP - Universidade Estadual Paulista
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	<u>1212</u>
2. ANÁLISE DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA DE BIOPLÁSTICO NO BRASIL À LUZ DA PERSPECTIVA MULTINÍVEL.....	<u>2020</u>
2.1. INTRODUÇÃO.....	<u>2020</u>
2.2. MATERIAL E MÉTODO	<u>2222</u>
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	<u>2424</u>
2.3.1. Tipos de plásticos quanto à matéria-prima	<u>2424</u>
2.3.2. Nichos Inovadores	<u>2827</u>
2.3.3. Regime Sociotécnico	<u>3333</u>
a) Fatores Tecnológicos e de Infraestrutura.....	<u>3534</u>
b) Políticas Governamentais	<u>3736</u>
c) Fatores Culturais, Psicológicos e de Demanda.....	<u>4140</u>
d) Competências Adquiridas.....	<u>4847</u>
2.3.4. Paisagem Sociotécnica	<u>4949</u>
2.4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	<u>5251</u>
3. ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DO BIOPLÁSTICO EM UMA AMOSTRA DE AGENTES DO SETOR DE PLÁSTICO	<u>5453</u>
3.1. INTRODUÇÃO.....	<u>5554</u>
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	<u>5655</u>
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	<u>5756</u>
3.3.1. A Perspectiva Multinível (PMN) no contexto da entrevista.....	<u>5756</u>
3.3.2. Análise da Entrevista	<u>6059</u>
a) Eixo Estruturante 1 – Percepção e Uso Atual.....	<u>6261</u>
b) Eixo Estruturante 2 – Avaliação dos entraves e desafios da transição para o bioplástico.....	<u>7069</u>
c) Eixo Estruturante 3 – Ações de sustentabilidade adotadas e visão de futuro.....	<u>8381</u>
3.4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	<u>8886</u>
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	<u>9088</u>

5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<u>9391</u>
----	----------------------------------	-------------

1. INTRODUÇÃO

O plástico convencional é um material composto por polímeros sintéticos advindo, em geral, do petróleo, sendo formado por vários segmentos repetidos chamados meros. Estes provêm da estrutura dos monômeros, moléculas que, a partir das reações de polimerização, produzem os polímeros (DEMARQUETE, 2019). Ele detém propriedades e funcionalidades que há décadas auxiliam a sociedade no enfrentamento de alguns de seus desafios. Seja como materiais leves e resistentes em carros e aviões ou como embalagens que estendem a conservação e a segurança de alimentos, trata-se de um material que tem exercido um importante papel na sociedade atual (EUROPEAN COMMISSION, 2018).

Aproximadamente 99% de todo o plástico convencional produzido na atualidade é derivado de fontes fósseis, sendo o petróleo e o gás natural as principais fontes utilizadas (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018). Estima-se que cerca de 4% da produção mundial de petróleo é usada para a produção de plásticos, e 3 a 4% como fontes de energia para o seu processo produtivo (ABIPLAST, 2016).

Em 2021, a indústria brasileira denominada “transformados plásticos”¹ foi responsável pela geração de 336.748 empregos através da produção de 7,1 milhões de toneladas de plásticos em 11.032 empresas distribuídas em todo o território nacional, o que gerou um faturamento de R\$ 127,5 bilhões para tais instituições. Os impactos econômicos do setor são relevantes: a cada R\$ 1 milhão adicional de produção do setor de transformados plásticos há o aumento de R\$ 1,3 milhão no PIB brasileiro, o aumento de R\$ 3,35 milhões na produção total da economia e são gerados 29 novos empregos no setor de “transformados plásticos” (ABIPLAST, 2022).

Paradoxalmente, o próprio sucesso do plástico causa grande preocupação diante das enormes quantidades de resíduos plásticos gerados e da ameaça global ao meio ambiente. Os impactos econômicos positivos do plástico não podem, desse modo, ser as únicas variáveis analisadas, pois a pressão por demanda de matéria-prima associada ao descarte indevido do material são alguns dos principais fatores que aceleram o esgotamento dos recursos naturais não renováveis utilizados na sua produção. Ademais, não se trata apenas de petróleo, pois,

¹ Trata-se de indústria de terceira geração, também conhecida como Transformadoras de Plásticos, e é responsável pela moldagem e confecção por meio de resina pura do polímero ou com aditivos químicos, o que aprimora questões de forma, textura, cor e resistência, a depender da finalidade (OLIVATTO et al., 2018).

conforme Gourmelon et al. (2015), a produção em larga escala de plástico também contribui com o aumento da emissão dos gases de efeito estufa, além de demandar intenso volume de água e energia.

Em relação ao descarte indevido do plástico, Arantes (2022) afirma que esse é um dos maiores problemas ambientais da atualidade. Segundo o autor, em todo o planeta já foram produzidas cerca de 350 milhões de toneladas de plástico e estima-se que 85% dos resíduos sólidos presentes nos oceanos sejam constituídos desse material. Caso a prática de descarte indevido se mantenha, esse volume tende a dobrar em 2030 - e até quadruplicar em 2050 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016; EUROPEAN COMMISSION, 2018).

Ademais, o plástico também pode causar efeitos de bioacumulação e biomagnificação nos seres vivos, interferindo na disponibilidade de alimento, nas funções do ecossistema e, conseqüentemente, na dinâmica da cadeia alimentar, além de poder afetar diretamente à saúde humana ao contaminar a água potável e o sal de cozinha (KASAVAN et al., 2021).

Segundo Caixeta et al. (2018), importante parcela dos microplásticos e nano plásticos lançados no ambiente são danosos à flora. Xing (2020) afirma que novas descobertas fornecem evidências diretas de que os nanoplásticos podem se acumular nas plantas, dependendo da carga superficial, e esse acúmulo de nanoplásticos pode ter efeitos ecológicos diretos e implicações para a sustentabilidade agrícola e a segurança alimentar.

Leslie et al. (2022) acharam polímeros entre 700nm e 500.000nm em amostras de sangue de 17 doadores saudáveis entre 22 pesquisados. Dentre os achados, quatro polímeros de alto volume de produção aplicados em plástico foram identificados e quantificados no sangue dos voluntários. Tereftalato de polietileno, polietileno e polímeros de estireno foram os mais amplamente encontrados. Segundo os autores, faz-se necessário entender a exposição dessas substâncias em humanos e o perigo associado a essa exposição a fim de mensurar o quanto essa exposição às partículas de plástico é um risco à saúde pública.

Outra pesquisa, realizada na Ilha da Trindade, localizada a 1.140 quilômetros de Vitória, identificou em rochas da ilha a presença de múltiplos detritos plásticos associados a polipropileno (PP) e polietileno (PE), detectados por meio de uma análise sedimentar. Tratam-se de rochas sintéticas - idênticas às naturais, mas compostas por plásticos - nas quais os humanos atuam como agentes deposicionais e pós-deposicionais. Isso porque o plástico convencional, produzido majoritariamente à base de petróleo, é facilmente transportado a longas distâncias e se acumula nos oceanos, onde gera uma variedade de impactos ambientais

e econômicos. A entrada contínua desse material em ambientes oceânicos e costeiros tem alcançado níveis alarmantes que estão expondo os ambientes a novas configurações (SANTOS, 2022).

A degradação dos plásticos convencionais traz à atmosfera o dióxido de carbono, outrora concentrado nas bacias de petróleo por milênios, aumentando o volume de dióxido de carbono emitido no ar (AMARAL et al., 2019). Há de se ponderar que os principais gases de efeito estufa (GEE) (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) presentes, naturalmente, na atmosfera são cruciais para manter o planeta aquecido (MASCARENHAS, 2019 apud BARBIERI, 2007), contudo, o aumento intensivo da concentração dos GEEs decorrente das emissões antrópicas na última década - fomentadas, inclusive, através de ações relacionadas ao plástico convencional - tem excedido a capacidade de absorção desses gases pelos sistemas naturais, provocando superaquecimento global e alteração do clima (MASCARENHAS, 2019).

Esses são apenas dois de uma vastidão de exemplos que atestam que o plástico pode representar uma ameaça significativa ao meio ambiente e ao clima se não for produzido e descartado de maneira correta (LEAL FILHO et al., 2021). Faz-se importante identificar alternativas adequadas à substituição do plástico de origem fóssil que sejam ecologicamente compatíveis e sustentáveis e que atendam às novas diretrizes da comunidade internacional (EMADIAN et al., 2017).

À reflexão de Santos (2022), as “Ciências da Terra” precisam identificar meios de lidar cada vez mais com esses novos cenários, onde o plástico e outros tipos de poluição são os principais componentes dos depósitos antropogênicos. Agrava isso o fato de que a completa degradação de um plástico convencional pode levar pelo menos 200 anos para se efetivar por completo. Ou seja, por pelo menos dois séculos, todo o plástico produzido e descartado indevidamente estará presente em todas as esferas do meio ambiente (BOHMERT et al. 2002).

Nessa toada, os impactos ambientais relacionados aos plásticos e ao seu descarte são cada vez mais uma preocupação de produtores, consumidores e governos. A condenação geral dos plásticos, juntamente com a corrida para oferecer materiais de “uso único” mais limpos - ou eliminá-los completamente -, é uma das principais pautas da atualidade (EVANS et al., 2020). Por tudo o que fora explanado, é possível trazer a reflexão de Evans et al. (2020), que aponta que qualquer afirmação de que os plásticos são melhores do que suas alternativas é

inerentemente controversa e depende dos critérios usados para medir os impactos de materiais específicos.

É certo, desse modo, que o cenário exposto pressiona o desenvolvimento de soluções voltadas à redução do uso dos recursos fósseis na produção de plásticos e de alternativas que substituam esse material. Franco (2019) afirma que as pesquisas devem manter o foco na produção e utilização mais sustentável dos polímeros, através, por exemplo, da implementação e solidificação da Economia Circular, do *redesign* de produtos plásticos, da otimização de técnicas de reciclagem e do desenvolvimento de bioplástico² – esse último, parte integrante da Bioeconomia.

Quadro 1- O que é Bioeconomia

A Bioeconomia surgiu como uma alternativa para a mitigação de alguns dos problemas atuais da sociedade, cuja definição conceitual foi apresentada por diversos autores, a saber:

Para McCormick e Kautto (2013), a bioeconomia é a ciência da utilização de seres vivos originários de atividades econômicas como agricultura, silvicultura e pesca para, com o emprego de tecnologias de processamento (as biotecnologias), produzir bens e serviços. Completam que a Bioeconomia pode ser compreendida como uma economia de base biológica, que representa significativa mudança nos sistemas socioeconômicos, agrícolas, energéticos e técnicos, atendendo ainda muitos dos requisitos de sustentabilidade (nas perspectivas ambiental, social e econômica), caso projetada e implantada de forma inteligente.

Já segundo Rafael Monarco (2016), a bioeconomia analisa as ciências da vida, principalmente genética, biologia molecular e celular, que afetam e transformam produtos, negócios e a indústria mundialmente. De acordo com a Organização de Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE), a expectativa é que a biotecnologia industrial movimente 300 bilhões de euros em 2030. Atualmente, o mercado maior é o de biocombustíveis, seguido do de bioquímicos e de bioplásticos.

Gárdan (2018) afirma que a Bioeconomia aborda conceitos de diferentes campos, como biotecnologia, recursos biológicos e bioecologia, aplicando tais conhecimentos para produção de bens baseados em recursos biológicos.

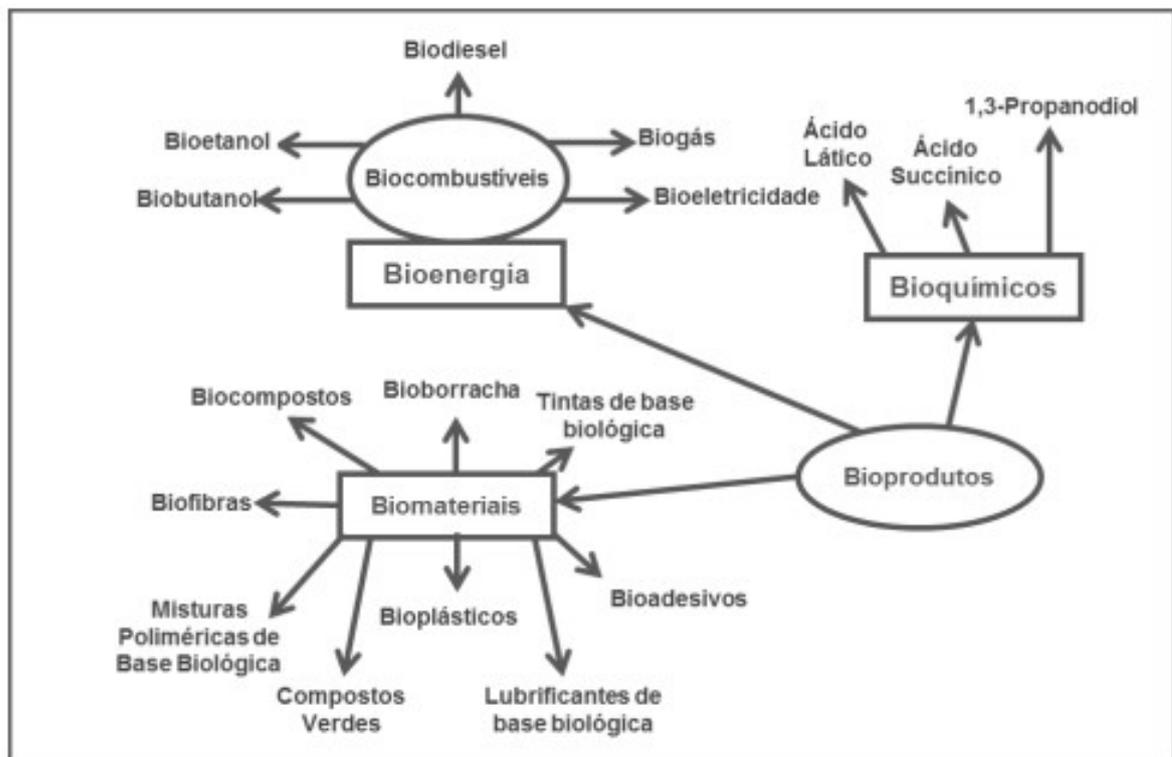
No último decênio, foi possível observar o crescimento considerável de contribuições acadêmicas relacionadas à bioeconomia, sobretudo nas áreas de engenharia e ciências naturais, bem como em tópicos relacionados à bioenergia e às biorrefinarias no noroeste da Europa (LOVRI’C et al., 2020).

Fonte: Diversos Autores.

² Para efeito desta pesquisa, utilizaremos o termo “bioplástico” para se referir a plásticos biodegradáveis e/ou compostáveis, fazendo, quando pertinente, a diferenciação entre bioplásticos “*drop in*” e “*não drop in*”.

Para redução dos problemas ocasionados pelo plástico convencional, tem-se como indicação de alternativa a bioeconomia, que aborda conceitos de diferentes campos, tais como biotecnologia e bioecologia, aplicando-os na produção de bens baseados em recursos biológicos (GÂRDAN, 2018). Ela pode ser compreendida como uma economia de base biológica que representa mudanças nos sistemas socioeconômicos, agrícolas, energéticos e técnicos, atendendo a inúmeros requisitos da sustentabilidade em âmbito ambiental, social e econômico (McCORMICK e KAUTTO, 2013). Na Figura 1, observa-se os tipos de bioprodutos obtidos através da bioeconomia:

Figura 1 - Variedade de bioprodutos da bioeconomia



Fonte: Moreira, 2019.

O bioplástico, nesse contexto, é enquadrado como um bioproduto advindo de biomateriais e pode ser classificado como *drop in* (total ou parcialmente de base biológica, mas não biodegradável) ou não *drop in* (de base biológica e biodegradável) (AMARAL et al., 2019). Ainda que com especificações próprias, vale destacar que ambos os tipos se apresentam como alternativas à substituição do plástico convencional (FILICIOTTO et al., 2021). Todavia, apesar de pesquisas e esforços industriais para o desenvolvimento de plásticos de base

biológica, o uso comercial atual desses materiais ainda é baixo - o que indica a existência de barreiras à sua aplicação (SHOGREN et al., 2019).

Diversos são os benefícios proporcionados pela adoção de bioplástico, os quais dizem respeito, sobretudo, a aspectos de cunho ambiental, social e econômico; destacam-se: a redução da emissão dos gases que causam o efeito estufa, a melhoria das opções de destinação dos resíduos sólidos, a redução da dependência de recursos não renováveis, redução de impactos ambientais, maior eficiência energética etc. (AMORIM, 2019).

A European Plastics (2021) aponta que a capacidade global de produção de bioplásticos estimada de 2,4 milhões de toneladas em 2021 deverá passar para 7,5 milhões de toneladas em 2026. A produção do tipo de bioplástico denominado ácido polilático (PLA) continuará a crescer devido aos novos investimentos em locais de produção do referido material na Ásia, nos EUA e na Europa. As capacidades de produção de poliolefinas de base biológica, como polietileno (PE) e polipropileno (PP), também aumentarão. Biopolímeros inovadores, como polipropileno (PP) de base biológica e, especialmente, o polihidroxialcanoatos (PHAs) impulsionarão esse crescimento (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2020).

Como dito, os Estados Unidos, a Europa e os países do sudeste asiático são os grandes atores do mercado de bioplásticos, mas o Brasil pode se tornar um importante centro de produção devido ao seu papel no setor de produção de commodities, em especial através da cana de açúcar, que é uma importante matéria-prima na produção de biopolímeros (REVISTA PLÁSTICO INDUSTRIAL, 2022). Estima-se que o Brasil representou 9,5% do total produzido no mundo, com aproximadamente 200 mil toneladas produzidas em 2019 (ABIPLAST, 2020).

De Paoli et al. (2017) afirmam que as oportunidades presentes no Brasil graças, sobretudo, às suas vantagens comparativas estão principalmente relacionadas ao fato do país possuir a maior biodiversidade do planeta; os menores custos na produção de biomassa, com ênfase à cana de açúcar; e uma agricultura tropical avançada, calcada na aplicação da ciência e da tecnologia.

Para que a projeção de crescimento se perpetue no longo prazo, faz-se essencial que o bioplástico atenda às expectativas já supridas pelo plástico convencional. Salwa et al. (2019) apontam que as tecnologias utilizadas na produção de bioplástico devem ser capazes de proteger e manter as propriedades físicas do produto, inclusive garantindo higiene e segurança - apresentando o mesmo nível de desempenho dos produtos convencionais.

Entretanto, esse não é apenas um desafio de cunho tecnológico, mas também social, uma vez que o estabelecimento de um novo produto requer não somente a utilização de novas tecnologias, mas também a aceitação de seus consumidores. Maturana (2019) reforça esse argumento ao dizer que o bioplástico apresenta dificuldades de inserção no mercado que transcendem a questão tecnológica, pois há barreiras relacionadas à matéria-prima, a aspectos financeiros, à percepção pública, à necessidade de desenvolvimento de novas políticas governamentais etc.

A transição de um padrão convencional de produção e consumo de plásticos à base de petróleo para um padrão fundamentado em bioplásticos deve passar, nesse sentido, pelo crivo de aceitação social e ser sustentado pelo desenvolvimento de novas tecnologias (FRANCO, 2019). Para a realização desta análise de transição sociotécnica, será utilizada como fundamentação teórica a Perspectiva Multinível (PMN), que enfatiza a coevolução dos processos de produção e da sociedade.

A identificação dessas barreiras se dará a partir da ótica de uma amostra de agentes que atuam na indústria do plástico e utilizará como referencial teórico a Perspectiva Multinível (PMN) estruturada em três níveis analíticos: nicho inovador (micro), regime sociotécnico (meso) e paisagem sociotécnica (macro). Sucintamente, a PMN é um modelo multidimensional que admite que os atores têm interesses próprios, agem estrategicamente, mas são limitados pelo tempo e por distintos tipos de regras; ademais, busca explicar uma transição sociotécnica a partir da inter-relação de processos nos três diferentes níveis heurísticos supracitados (SCHNEIDER et al., 2011).

Os agentes que responderam o questionário apresentado no Capítulo 3 atuam diretamente na indústria do plástico capixaba, mas especificamente em firmas localizadas nos municípios de Vitória, Serra, Vila Velha, Cariacica e Viana. A escolha pela Capital do Espírito Santo, Vitória, e municípios adjacentes se deu por se tratar de região com uma indústria química desenvolvida, o que pode facilitar a produção e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao bioplástico no futuro.

Ante ao exposto, tem-se o seguinte problema de pesquisa:

Frente aos diversos impactos negativos do plástico convencional e da necessidade de surgimento de alternativas que o substituam, quais seriam os principais desafios a serem enfrentados pelo bioplástico *drop in* e não *drop in* em uma possível transição sociotécnica? Tais elementos serão identificados e analisados pelo viés da Perspectiva Multinível e da

percepção de uma amostra de agentes do setor de plástico, localizados em cinco municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), Espírito Santo.

O objetivo geral da pesquisa, nesse sentido, é propor o desenvolvimento de uma análise que apresente os principais elementos necessários para a consolidação do bioplástico *drop in* e não *drop in* no Brasil sob a perspectiva da PMN e identifique as principais percepções de uma amostra de agentes do setor de plástico, localizados em cinco municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), Espírito Santo, quanto ao tema.

Por fim, cumpre informar que, para além do capítulo introdutório, o desenvolvimento da pesquisa foi dividido em outros dois capítulos independentes e redigidos sob a forma de artigos (Capítulo II e Capítulo III) e um quarto capítulo, que contempla as conclusões e recomendações finais da pesquisa.

2. ANÁLISE DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA DE BIOPLÁSTICO NO BRASIL À LUZ DA PERSPECTIVA MULTINÍVEL

RESUMO

A análise dos bioplásticos *drop in* e não *drop in* deve ser feita, sempre que possível, de maneira isolada pois, para cada caso, há distinções a serem consideradas. Por exemplo, a produção do bioplástico *drop in* opera sem demandar que a tecnologia existente seja desfeita. Por sua vez, o bioplástico não *drop in*, por se tratar de uma inovação disruptiva, promove a destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e do bioplástico *drop in* - o que pode ser considerado uma barreira para a difusão da inovação na medida em que exige a readequação do maquinário por parte da indústria. Este artigo, nesse sentido, se utiliza da Perspectiva Multinível (PMN) para apresentar em nível macro, meso e micro os principais elementos que perpassam pela transição sociotécnica do plástico convencional para o bioplástico (*drop in* ou não *drop in*) no Brasil.

Palavras-Chave: Bioeconomia. Bioplástico. Perspectiva Multinível.

2.1. INTRODUÇÃO

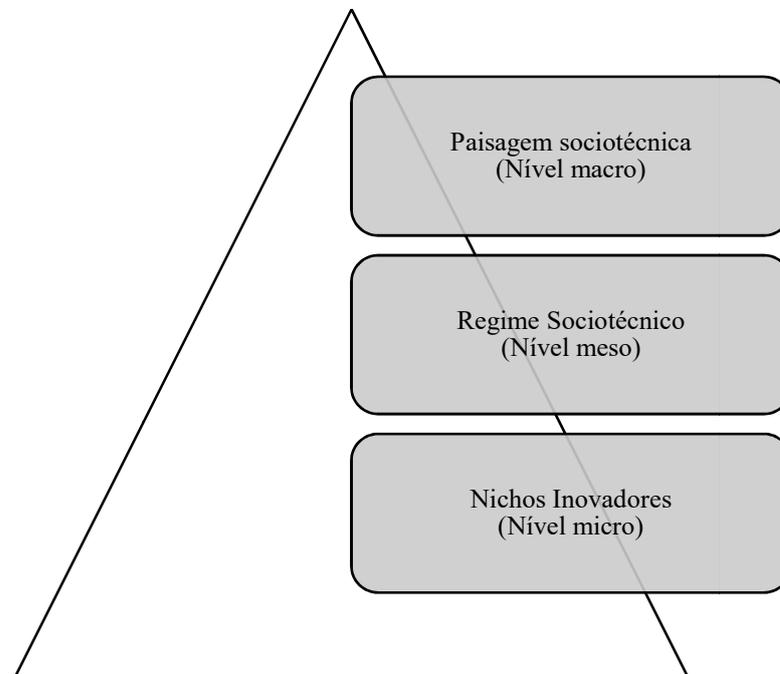
Segundo Jaso Sánchez et al. (2020), as transições sociotécnicas ganharam notoriedade por volta do ano 2000, após serem incorporadas à agenda política, científica, tecnológica e ambiental dos Estados Unidos e da Europa. Por conseguinte, pesquisadores adotaram o termo “investigação da transição” e o relacionaram com a área acadêmica que estuda a inovação de sistemas amplos e as transformações sociais que vão ao encontro do desenvolvimento sustentável.

Para Kemp et al. (2001), as transições sociotécnicas podem ser definidas como processos graduais e contínuos de mudanças, nos quais o caráter estrutural da sociedade se transforma. De acordo com esses autores, as transições não são uniformes e nem possuem processos previamente determinados, pois estão relacionados a infinitas possibilidades de mudanças cuja direção, velocidade e escala podem ser influenciadas, mas não controladas.

Arie Rip, Johan Schot, René Kemp e Frank Geels foram os principais precursores dos estudos relacionados às transições sociotécnicas. De maneira geral, eles se dedicaram a entender e modelar os amplos processos de mudanças. A principal delas se refere à escala multinível, que reconhece elementos macro, meso e micro que, juntos, formam a Perspectiva Multinível (KEMP et al., 2001; GEELS, 2005).

Dessa forma, é possível entender como ocorrem as transições sociotécnicas em uma sociedade a partir do prisma da Perspectiva Multinível que traz, consigo, os níveis supracitados. Conceitualmente, a Perspectiva Multinível é uma teoria que define padrões dinâmicos gerais em transições sociotécnicas. Como dito, a PMN entende que as transições são processos não lineares que resultam da interação de três níveis analíticos: nicho inovador (micro), regime sociotécnico (meso) e paisagem (macro) (RIP E KEMP, 1998; GEELS, 2002, 2005). Para Geels (2011), cada um desses níveis ou dimensões se refere a uma configuração heterogênea de elementos. Os níveis considerados “elevados” são mais estáveis do que níveis “mais baixos” em termos de número de atores e grau de alinhamento entre os elementos.

Figura 2 - Níveis da Perspectiva Multinível



Fonte: Elaboração Própria.

Tratam-se de níveis que se correlacionam entre si e que possuem dimensões de aprofundamento à medida que vão migrando do nível micro para o macro, além de

características específicas e bem delimitadas, como é possível evidenciar a seguir. Frente à necessidade de entendimentos mais sutis dos elementos que perpassam pela transição sociotécnica do plástico convencional para os dois tipos possíveis de bioplásticos (*drop in* e não *drop in*), este artigo pretende identificar:

- As principais redes de atores que desenvolvem tecnologias arrojadas e disruptivas de bioplásticos *drop in* e não *drop in* no âmbito dos nichos inovadores no Brasil;
- As principais premissas básicas contidas em um regime sociotécnico voltado para bioplásticos *drop in* e não *drop in*; e
- Os elementos atuais mais relevantes da dimensão macro da paisagem sociotécnica que têm influenciado a difusão dos bioplásticos *drop in* e não *drop in* no Brasil.

2.2. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia adotada neste artigo foi a de revisão bibliográfica sistemática, baseada na técnica de leitura e análise de fontes bibliográficas e documentais. O Quadro 2 apresenta as etapas do trabalho alinhadas com os objetivos da pesquisa e as respectivas metodologias e ferramentas que foram adotadas.

Quadro 2 - Etapas metodológicas para desenvolvimento da pesquisa

Objetivos da pesquisa	Ferramenta	Portal	Período	Termos de busca
As redes de atores que desenvolvem tecnologias arrojadas e disruptivas de bioplásticos <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> no âmbito dos nichos inovadores.	Pesquisa Bibliográfica	SCOPUS, <i>Web of Science</i> , <i>Google Acadêmico</i>	2007 a 2023	("Bioplastics" OR "Bioplástico" OR "Bioeconomia" OR "Bioeconomy") AND ("Multi-level perspective" OR "perspectiva multinível")
As principais premissas básicas contidas em um regime sociotécnico voltado para bioplásticos <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> .				

Objetivos da pesquisa	Ferramenta	Portal	Período	Termos de busca
Os principais elementos atuais da dimensão macro da Paisagem Sociotécnica que têm influenciado a difusão dos bioplásticos <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> no Brasil.				

Fonte: Autoria própria.

Na fase preliminar da pesquisa, foram selecionados aproximadamente 150 artigos extraídos, sobretudo, das bases SCOPUS, *Web of Science* e Google Acadêmico. Todos os seus resumos foram avaliados e, a partir desse ponto, selecionados aproximadamente 90 artigos para leitura e construção da estrutura básica deste artigo. A pesquisa em comento é caracterizada como exploratória e de natureza qualitativa. Os estudos qualitativos têm como base o estudo e a análise do universo empírico em seu ambiente natural. Os dados são coletados em campo e o pesquisador não parte de uma hipótese estabelecida *a priori* e não se preocupa em coletar dados que corroborem ou neguem uma suposição. Parte de questões e interesses amplos, que vão se tornando mais diretos e específicos no transcorrer da investigação (GODOY, 1995).

A contribuição da pesquisa não consiste na procura por respostas definitivas sobre o tema. Por se tratar de um processo em curso, qualquer tentativa de formulação de respostas definitivas poderia ser invalidada no longo prazo. Então, os esforços se concentram, de fato, na promoção de uma reflexão atualizada sobre o desafio da transição dos bioplásticos no Brasil através de análise que detalhe que detalha os nichos inovadores, os regimes sociotécnicos e a paisagem sociotécnica do cenário do bioplástico.

Alguns autores (SCARPI et al., 2021; NASCIMENTO et al., 2022; FRANCO, 2019), em seus artigos, afirmam que a relativa escassez de literatura, especificamente relacionada ao bioplástico, é o principal desafio encontrado em suas respectivas pesquisas. É possível corroborar com essa afirmação, visto que a maior parte dos artigos disponíveis nas bases de pesquisa são voltados estritamente para áreas técnicas da engenharia.

Sublima-se as palavras de Nascimento et al. (2022, p. 176):

Verifica-se que este é um tema amplo e com pouca bibliografia publicada no Brasil, pela falta de investimentos no setor de biodegradáveis e, principalmente, pela falta de interesse em ampliar o desenvolvimento de alternativas sustentáveis. Logo, são características que influenciam as dificuldades nas buscas de materiais bibliográficos

com fontes credíveis, e serviram de motivação para a escrita deste artigo para contribuir com mais pesquisas sobre a temática.

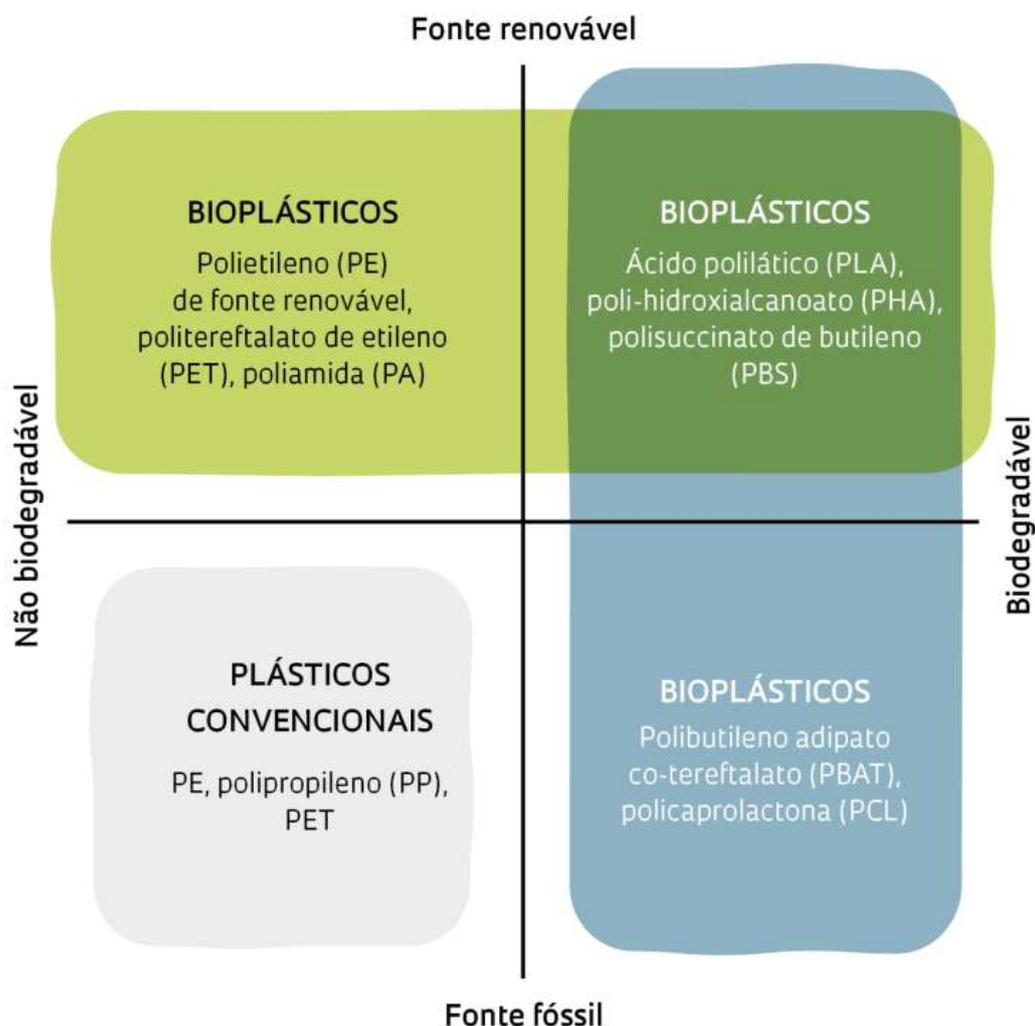
Como é possível observar, Nascimento et al. (2022) atribuem à escassez de bibliografia publicada no Brasil a falta de interesse em se ampliar as alternativas sustentáveis disponíveis. Os esforços desta pesquisa em compilar dados e informações atualizadas poderão auxiliar outros pesquisadores interessados pelo tema e que procuram informações exógenas à área estritamente tecnológica e de engenharia a encontrarem um leque maior de bibliografia inicial para as suas pesquisas.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Tipos de plásticos quanto à matéria-prima

O plástico convencional é produzido majoritariamente à base de petróleo. Todavia, as alternativas sustentáveis emergentes podem ser produzidas por meio de uma infinidade de biomassas naturais ou produzidas artificialmente em laboratórios. Segundo a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2020), a classificação do bioplástico, seguida por boa parte dos países, abrange duas vertentes: uma relacionada à origem do material e outra à sua degradação. Para aprofundamento dessa ideia, a figura seguinte apresenta quatro quadrantes com a classificação dos plásticos por tipo de matéria-prima:

Figura 3 - Classificação dos plásticos quanto à matéria-prima



Fonte: Amaral et al. (2019).

Tem-se no quadrante III os plásticos convencionais produzidos com combustíveis fósseis. Eles são produzidos à base de matérias-primas petroquímicas e não são biodegradáveis. Destacam-se, entre eles, o polietileno (PE), o polipropileno (PP) e o polietileno tereftalato (PET). No quadrante II estão os bioplásticos *drop in*, produzidos a partir de um percentual de matéria-prima renovável, porém, apesar de sua origem biológica, não são biodegradáveis (AMARAL et al., 2019).

No quadrante IV estão os polímeros produzidos a partir de combustíveis fósseis, com o diferencial de que possuem a capacidade de serem biodegradáveis no ambiente; como exemplo, temos os biopolímeros Polibutileno adipato co-tereftalato (PBAT) e Policaprolactona (PCL). O quadrante I, por sua vez, comporta os plásticos não *drop in*,

produzidos a partir de produtos de origem biológica e que, concomitantemente, possuem propriedades de biodegradação no ambiente (AMARAL et al., 2019).

Em uma abordagem voltada para os biopolímeros, é necessário diferenciar o bioplástico *drop in* do não *drop in*. O termo *drop in* é utilizado para biopolímeros cujas especificações sejam aplicáveis no mercado absorvendo a tecnologia já existente e sem demandar investimentos relevantes em ativos específicos (OROSKI, BOMTEMPO, ALVES, 2014). Trata-se de biopolímeros esteticamente idênticos aos plásticos convencionais, que são feitos total ou parcialmente de base biológica, mas não são biodegradáveis. Os principais plásticos *drop in* são o bio-polietileno (PE), o bio-polipropileno (PP), o tereftalato de bio-polietileno (Bio-PE) e o policloreto de vinila (PVC). Eles se diferem dos plásticos convencionais – feitos totalmente de petróleo – unicamente no que tange à base de matéria-prima parcialmente renovável, mantendo a mesma funcionalidade do material (Ecycle).

Segundo Barbato et al. (2020), o bioplástico *drop in* representou 44,5% da capacidade mundial de produção de bioplástico em 2019, sendo que, entre os principais tipos, estão o polietileno, polietileno tereftalato e as poliamidas. Com base nos dados do European Bioplastics (2020), afirma-se que a produção de PE continuará a crescer nos próximos anos à medida que novas capacidades planejadas se desenvolvam na Europa.

Já no Brasil, a produção de polietileno à base de cana-de-açúcar, em escala comercial, teve seu início em 2010 através da empresa Braskem, que com uma unidade industrial se tornou a maior fornecedora mundial de biopolímeros *drop in* (MELLO; SOTO; VIVEIRO, 2020). De acordo com dados da referida empresa, a planta industrial tem capacidade para produzir 200 mil toneladas por ano do chamado “polietileno verde”.

No que tange ao bioplástico não *drop in*, esse apresenta características diferentes do plástico convencional. Por consequência, a sua produção e utilização demanda intensas adaptações na infraestrutura existente, sendo necessária a alteração dos meios de produção e das tecnologias de consumo utilizadas. As principais bases de materiais utilizados em sua produção são o Ácido Polilático (PLA), o Ácido de Polihidroxialcanoato (PHA), o polietileno-2,5-furandicarboxilato (PEF) e o Polihidroxibutirato (PHB) (DE ALMEIDA OROSKI; CHAVES ALVES; BOMTEMPO, 2014; STORZ; VORLOP, 2013). Tratam-se de novas moléculas, materiais alternativos, com aplicabilidades diferentes devido às suas propriedades distintas.

O quadro seguinte apresenta mais informações em relação a essas duas classificações:

Quadro 3 - Principais características do bioplástico *drop in* e não *drop in*

Características	<i>Drop in</i>	Não <i>drop in</i>
Base biológica	Parcialmente feito com base biológica	Totalmente feito com base biológica
Biodegradáveis	Não é biodegradável	É biodegradável
Tipo de base	Bio-PET, Bio-PE, Poliamida (PA) etc.	A partir de bactérias (PHA, PLA), algas, biomassa etc.
Vantagens	<p>1. Mesmas funcionalidades e propriedades do plástico convencional, o que reduz a necessidade de novas instalações de infraestrutura.</p> <p>2. A base renovável reduz a pegada de carbono e, ao mesmo tempo, reduz os custos de produção.</p>	<p>1. Podem ser utilizados em embalagens alimentícias, embalagens cosméticas, sacolas plásticas de mercado, garrafas, canetas, vidros, tampas, talheres, frascos, copos, bandejas, pratos, filmes para a produção de tubetes, filamentos de impressão 3D, dispositivos médicos, tecidos não-trançados.</p> <p>2. Biodegradável, reciclável mecânica e quimicamente, biocompatível e bioabsorvível.</p> <p>3. Degradação leva de seis meses a dois anos para ocorrer por completo.</p> <p>4. Quando descartado corretamente, transforma-se em substâncias inofensivas e é facilmente degradado pela água.</p> <p>5. As moléculas não <i>drop in</i> também abrem oportunidades para novas aplicações ainda desconhecidas.</p> <p>6. Redução da pegada de carbono em seu ciclo de vida, a inexorabilidade da matéria-prima e a redução do uso de recursos fósseis (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2016).</p>
Desvantagens	<p>1. Ocupação de terras que seriam destinadas à plantação de alimentos.</p> <p>2. Se descartado em local inapropriado, produz chorume, biogás e metano (CH₄), que contribuem para o desequilíbrio do efeito estufa.</p> <p>3. Custo elevado quando comparado com o plástico convencional. Os preços do PE de etanol de cana-de-açúcar variam em torno de 20% acima do preço da resina convencional, por exemplo. Para Castro (2019), os custos associados estão relacionados com a pesquisa e o desenvolvimento dos produtos produzidos com esses bioplásticos, mas que, com a evolução tecnológica e o aumento desses</p>	<p>1. Plástico de produção encarecida e sua compostagem só ocorre em condições ideais.</p> <p>2. O caráter de inovação disruptiva do bioplástico não <i>drop in</i> tende a promover a destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e do bioplástico <i>drop in</i>, o que pode ser considerado uma barreira para a difusão da inovação na medida em que exige a readequação do maquinário por parte da indústria.</p> <p>3. O custo elevado dos biopolímeros em relação aos polímeros tradicionais apresenta-se como obstáculo à sua difusão.</p> <p>4. Barreiras que transcendem a questão tecnológica – barreiras relacionadas à matéria-prima, desafios financeiros, de percepção</p>

Características	<i>Drop in</i>	<i>Não drop in</i>
	produtos no mercado, há tendência à diminuição dos preços.	pública, maior necessidade de políticas governamentais etc. (MATURANA, 2019).

Fonte: Ecycle; Barbato e Pamplona, 2022; Castro, 2019; Maturana, 2019; European Bioplastics, 2016.

Amaral et al. (2019) corroboram com o exposto no quadro acima ao afirmarem que uma das vantagens do plástico *drop in* é que, de fato, utilizam os mesmos ativos da produção do plástico convencional, o que, para os autores, pode trazer redução de custos devido à baixa necessidade de alteração de tecnologia já instalada. Sobre o plástico não *drop in*, Amaral et al. (2019) complementam que a principal vantagem em relação ao chamado bioplástico *drop in* é que é biodegradável no meio ambiente - quando em condições próprias de umidade, temperatura e potencial hidrogeniônico (pH).

2.3.2. Nichos Inovadores

Na dimensão micro estão agrupados os nichos inovadores compostos por pequenas redes de atores que desenvolvem tecnologias arrojadas e disruptivas (JASO SÁNCHEZ et al., 2020). Tratam-se de espaços protegidos, tais como: laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), projetos de demonstração financiados ou pequenos nichos de mercado nos quais os usuários têm demandas específicas e/ou estão dispostos a apoiar inovações emergentes. Os atores dos nichos inovadores, como empreendedores e *startups*, trabalham em inovações radicais que se desviam dos regimes predominantes e esperam que as suas novidades sejam promissoras e, eventualmente, utilizadas no Regime Sociotécnico - ou, no melhor dos cenários, substituídas pelas práticas convencionais vigentes (GEELS, 2011).

Para Jaso Sánchez (2020), nos estágios iniciais de cada transição pode surgir uma grande variedade de nichos inovadores, com a possibilidade de cada um experimentar uma alternativa tecnológica diferente. Contudo, à medida que a maturação das tecnologias avança e a estrutura melhora, essa variação tecnológica é reduzida. A maturação do nicho pode ser fomentada por uma série de variáveis, dentre elas: o financiamento, a aprendizagem, a rede de apoio, a aplicação e a construção de uma estrutura institucional para seus mercados e interações (SMITH, 2007; SMITH & RAVEN, 2012).

Para Imberta et al. (2018), a maturidade de um nicho inovador é pautado em três mecanismos: (I) a convergência de expectativas para uma visão comum sobre o sucesso de inovações incrementais; (II) os processos de aprendizagem como um meio crucial de aumentar o conhecimento formal e informal, impulsionar a transferência de tecnologia inovadora e disseminar seu uso, e (III) o *networking* com atores que possuam recursos para a promoção de mercados e de infraestruturas para as novas tecnologias. Para os autores, a ausência ou presença desses mecanismos pode determinar o surgimento e o grau de maturidade de um nicho inovador - e, a depender desse grau, ele pode chegar a ser capaz de romper com o regime sociotécnico vigente.

Atualmente, no Brasil, no que tange à produção de plástico, é possível identificar o surgimento de indústrias que têm investido no desenvolvimento do bioplástico *drop in* e não *drop in*, formando parte do nicho inovador do bioplástico do país. Algumas delas podem ser identificadas abaixo:

Quadro 4 - Exemplos de empresas do Brasil que produzem plásticos *drop in* e não *drop in*

Empresa	Originários da fonte renovável (<i>biobased</i>) e Biodegradáveis não <i>drop in</i>	Originários da fonte renovável (<i>biobased</i>) e recicláveis (não biodegradáveis) <i>drop in</i>	Normas que atendem
Additiva	Polímero de Amido e Outros	-	EN13432, ASTM6400
Akro-Plastic	PHA e Outros	-	EN13432
Activas	Biocomposto PLA	PE Verde	Possui os seguintes selos: CO2 Neutro, ADIRPLAST - Distribuição Sustentável, Certificado <i>Great Place To Work</i> , Adisplast.
Basf	PLA e Outros	-	EN13432, ASTM6400, ABNT 15448-1, ABNT 15448-2
Bioelements	Polímero de Amido	-	EN13432, Astm6400, ABNT 15448-1, ABNT 15448-2
Biofibre	Polímero de Amido, PLA, PHA e PHB	-	EN13432
Biologiq	Outros	-	ASTM6400
Braskem	-	PE e PP a partir de bioetanol	Não informado

Empresa	Originários da fonte renovável (<i>biobased</i>) e Biodegradáveis não <i>drop in</i>	Originários da fonte renovável (<i>biobased</i>) e recicláveis (não biodegradáveis) <i>drop in</i>	Normas que atendem
Celomax	Celofane a partir da celulose (degradação em 180 dias)	-	-
Earth	PLA	-	EN13432, ASTM6400
Eco Ventures	Outros	Outros	-
Entec	Polímero de amido e Outros	Outros	-
Futamura	Filme de celulose flexível fabricado a partir de polpa de madeira renovável e levando o conceito Cellophane	-	UE EN13432
Kaneka	PHA E PHB	-	-
Máxxima	Polímero de Amido, PLA e Outros	-	ABNT 15448-2
Novatrigo	Polímero de Amido	Outros	EN13432, ASTM6400, ABNT 15448-1, ABNT 15448-2
Petropol	Polímero de Amido, PLA e Outros	Outros	EN13432, ADTM6400, ABNT 15448-1, ABNT 15448-2
Piramidal	Outros	-	EN13432
Res Brasil	Polímero de Amido, PLA e Outros	-	EN13432, ASTM6400, ABNT 15448-1, ABNT 15448-2
Tiken	Outros	-	EN13432, ASTM6400
Veelore	Polímero de Amido	Outros	EN13432

Fonte: Revista “Plástico Industrial” (2022) e ABICOM (2023).

Trata-se de um mapeamento elaborado pela Revista Plástico Industrial (julho, 2022) que contempla empresas especializadas na produção de bioplástico, distribuídas pelo território

brasileiro. Como é possível observar, a maior parte delas produz bioplásticos que atendem às normas nacionais e/ou internacionais e possuem bases biológicas diversificadas.

A mesma revista, em seu exemplar de abril-maio/2022, publicou que a empresa “*Earth Renewable Technologies*” tem se estruturado para ampliar em até dez vezes, ainda em 2022, a sua capacidade produtiva de bioplástico não *drop in* em sua planta localizada em Curitiba, Paraná. Com isso, a empresa deseja introduzir no mercado, neste ano, 3,5 toneladas de bioplástico e, até 2025, investir R\$ 250 milhões no mercado brasileiro de bioplásticos. Segundo a empresa, trata-se de um mercado em expansão devido, sobretudo, ao aumento de demanda de produtos biodegradáveis. Para ela, os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação aos produtos que adquirem e soluções sustentáveis estão alinhadas às tendências de consumo.

No que tange exclusivamente ao bioplástico *drop in*, é importante destacar que a Braskem é a principal indústria brasileira que produz esse tipo de material:

O principal *player* a nível mundial produtor de bioplásticos *drop in* é a empresa brasileira Braskem com o biopolietileno (*I'am green*) (STORZ et al., 2010; BRASKEM, 2017). Os chamados plásticos verdes produzidos pela Braskem são elaborados a partir de eteno verde derivado do etanol de cana-de-açúcar, monômero utilizado para a produção do polietileno verde - PE. (DO AMARAL et al., 2019, p. 228).

Informações obtidas no site da Braskem (2021) afirmam que a empresa investirá nos próximos anos U\$\$ 61 milhões na produção de eteno verde. Com isso, a capacidade de produção atual, de 200 mil toneladas por ano, passará para 260 mil. Afirmam, ainda, que tal expansão é reflexo do crescimento, por parte da sociedade, da busca de parceiros alinhados à sustentabilidade e do compromisso que possui com o desenvolvimento sustentável.

Trata-se de um nicho em desenvolvimento, mas, não obstante, em expansão. Além das indústrias e *startups*, é possível identificar a presença de nichos inovadores nos centros de pesquisa universitários que, ao longo dos anos, desempenham um importante papel na descoberta e no desenvolvimento de bioplásticos inovadores.

Quadro 5 - Exemplos de bioplásticos patenteados por pesquisadores das universidades do Brasil

Instituição	Estado	Inventor	Material usado na produção do bioplástico	Patente	Ano
Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Do Rio De Janeiro (IFRJ)	RJ	Luisa Luz Marçal	Xantana	WO2013181731A1	2013
Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)	RJ	Luisa Luz Marçal	Albedo da laranja (citrus sinensis)	BR102020016902A2	2020
		Thays Almeida da Silva			
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	SP	Farayde Matta Fakhouri	Amido e Gelatina	BRPI0901408A2	2009
		Fernanda Paula Collares Queiroz			
		Lucia Helena Inoocentini Mei			
Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL) e Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	RS	Claire Tondo Vendruscolo	Xantana	WO2013181731A1	2013
		Angelita da Silva Moreira			
		Cléia de Andrade Salles			
		Carmen Iara			
		Walter Calcagno			
Grupo de Bioengenharia e Biomateriais, localizado na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de	SP	UNESP	Amido, glicerol e ácido acético	Não informado	Há 3 pedidos de patentes protocolados (SEIBEL, 2023).

Instituição	Estado	Inventor	Material usado na produção do bioplástico	Patente	Ano
Araraquara					

Fonte: Google Patents, 2022; SEIBEL, 2023; INPI, 2022.

Como detalhado, diversos bioplásticos foram patenteados - ou estão com pedidos de patentes protocolados – por centros de pesquisas de instituições de ensino. Dentre os tipos de bioplásticos criados, estão na lista os produzidos à base de xantana, albedo da laranja (*citrus sinensis*), amido, glicerol, ácido acético etc.

Jaso Sánchez et al. (2020) alegam que autores externos ao Regime Sociotécnico (cientistas, acadêmicos, ambientalistas, biotecnólogos, *startups* etc. - todos integrantes dos Nichos Inovadores) ensaiam tecnologias alternativas e são importantes para ressaltar as limitações do Regime Sociotécnico. Afirmam também que a transição sociotécnica ocorre em processos graduais e contínuos de transformações e é fomentada pela pressão social e, por vezes, política que esses atores enfrentam. Outro fator que pressiona os processos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é o reconhecimento das limitações materiais e estruturais que enfrentam o sistema de produção vigente.

Oroski (2013), em suas pesquisas, afirma que, para alcançar mercados volumosos, os bioplásticos deverão sair de nichos inovadores, onde atendem às aplicações específicas e pontuais, para alcançar mercados que atualmente são dominados pelos plásticos convencionais. Essa ação provocará as transformações nos regimes tecnológicos existentes (cujo conceito será apresentado na seção seguinte). Para isso, deverá expandir a quantidade de empresas e projetos envolvidos. Mudanças estruturais em regimes sociotécnicos dominantes (normas, regulamentos, padrões tecnológicos e de consumo) serão essenciais nesse processo.

2.3.3. Regime Sociotécnico

De maneira geral, o regime sociotécnico significa um conjunto social definido por atores, práticas, padrões, estruturas industriais (GEELS, 2002). Ele é caracterizado por dimensões como: tecnologias, práticas dos usuários e aplicações; significado simbólico da tecnologia;

infraestruturas; estrutura da indústria; políticas e conhecimento (GEELS, 2002; BERKHOUT, 2002; BERKHOUT et al., 2004).

Apesar da dominância de um paradigma tecnológico, que consiste na prevalência das indústrias produtoras de plástico convencional, ao longo do tempo certos parques tecnológicos alternativos foram se desenvolvendo nos nichos inovadores para fins de aplicações pontualmente específicas (HODSON et al., 2017). Assim, é exatamente nas dimensões dos nichos inovadores que o modelo de Perspectiva Multinível e os estudos de transições fazem germinar as inovações que poderão dar lugar às transformações de regimes sociotécnicos no longo prazo.

Consoante Kemp et al. (1998), há em cada setor um *design* dominante que possibilita a padronização e a busca da eficiência. Esse é denominado “paradigma” ou “regime sociotécnico”, que aponta para a existência de uma referência que é compartilhada pela comunidade de atores tecnológicos e econômicos e que serve de ponto de partida para a busca por melhorias nos fatores tecnológicos e de infraestrutura.

Para esses autores, nas fases iniciais de desenvolvimento de produtos inovadores, as novas tecnologias empregadas na produção estão mal desenvolvidas, em termos das necessidades dos usuários, e são, em geral, principalmente custosas devido à baixa escala de produção e por não terem sido testadas pelos consumidores em larga escala. Algumas das barreiras existentes para a transição sociotécnica podem estar presentes nos elementos do regime sociotécnico (fatores tecnológicos e de infraestrutura, políticas governamentais, fatores culturais e psicológicos, demanda, competências adquiridas etc.). Posto isso, o quadro seguinte apresentará algumas premissas básicas que podem ser encontradas no nível do Regime Sociotécnico.

Quadro 6 - Principais premissas básicas contidas em um regime sociotécnico

Fator	Premissa Básica
Fatores tecnológicos e de infraestrutura	Nas primeiras fases de desenvolvimento, as novas tecnologias geralmente estão mal desenvolvidas em termos das necessidades dos usuários e são caras devido, sobretudo, à baixa escala de produção e por não terem sido testadas pelos consumidores em larga escala. Além disso, novas tecnologias podem requerer tecnologias complementares, que não estão disponíveis ou são caras para usar.
Políticas governamentais	Não existem incentivos claros para o desenvolvimento de novas tecnologias específicas

Fator	Premissa Básica
	que possam guiar os desenvolvedores e investidores. A indústria fica incerta e relutante para investir em alternativas arriscadas.
Fatores culturais e psicológicos	Não há uma ideia clara do que é o produto que desejam consumir e alternativas sustentáveis podem não estar de acordo com essa imagem.
Demanda	Os usuários têm preferências e evitam riscos. Se as novas tecnologias não provaram seu valor e seu significado simbólico ainda não está claro, poucos consumidores vão estar dispostos a pagar. Essa insegurança dos consumidores é uma razão para que as indústrias de novas tecnologias não disponibilizem novos produtos no mercado. Transformar um protótipo em um produto de massa é um processo longo e arriscado. Eles preferem evitar riscos e investir nas preferências dos consumidores.
Competências adquiridas	É em torno da competência que se alinham as técnicas (produtos, processos de produção, atividades de P&D) e os processos organizativos (<i>marketing</i> , estratégias e rotinas organizacionais). Cursos e associações profissionais também precisam se adaptar às novas tecnologias.

Fonte: Roysen et al. (2022) - adaptado.

Posto isso, tem-se o direcionamento da análise de regime sociotécnico para os bioplásticos:

a) Fatores Tecnológicos e de Infraestrutura

As tecnologias dominantes na indústria de plásticos geralmente refletem a lógica de economia linear nos quesitos de desempenho e durabilidade. No entanto, mais inovação em plásticos e designs alternativos também podem promover a reutilização, reciclabilidade e biodegradabilidade de produtos plásticos, ou até mesmo eliminar a necessidade de uso de plástico (EUROPEAN PATENT OFFICE, 2021).

O plástico verde *drop in* produzido nas plantas da Braskem tem sido bem difundido no Brasil e no mundo. Segundo Hellvig et al. (2021), a referida empresa é a única produtora mundial de polietilenos verdes – polietileno de alta densidade (PEAD) e polietileno linear de baixa densidade (PELBD), possuindo grande destaque mundial, mesmo não sendo a maior detentora de patentes relacionadas a polietilenos (PEs) e polipropileno verde (PP).

Não é possível, todavia, fazer a mesma afirmação quanto ao plástico não *drop in*. Em geral, esses são biopolímeros cujas características e propriedades se diferem dos plásticos existentes

no mercado vigente. Não se tratam de substitutos perfeitos dos polímeros já conhecidos de origem fóssil, mas de novas moléculas, materiais alternativos, com aplicabilidades diferentes graças às suas propriedades diferenciadas (BARBATO et al., 2022). Os autores pontuam que:

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. (p. 387).

Na visão dos autores, por se tratar da produção de material inovador (bioplástico não *drop in*), que exige novas tecnologias, um de seus maiores desafios seria a readequação de todo o maquinário utilizado na indústria convencional, o que eles denominaram como “destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e também do plástico *drop in*”.

O plástico *drop in*, nesse sentido, tem encontrado maior espaço nas projeções futuras para os bioplásticos ao proporcionar aos agentes envolvidos uma menor percepção de riscos, uma vez que o *drop in* pode ser produzido sem a necessidade de confronto com o Regime Sociotécnico estabelecido e demandam mudanças estruturais consideradas “gerenciáveis” pelos inovadores. É possível concluir, assim, que o *drop in* PE verde não saiu de um nicho específico, tendo sido desenvolvido dentro do regime existente, a petroquímica, em conformidade com as políticas, normas e restrições já vigentes. Ele atende à paisagem quando essa pressiona o regime atual em busca de uma alternativa ao petróleo, bem como ao regime, quando seu desenvolvimento não rompe com as regras atuais (OROSKI, 2013).

Jaso Sánchez et al. (2020) explicam que o processo de transição através da transformação ocorre quando há uma modificação moderada na dimensão da Paisagem Sociotécnica, cujo conceito será apresentado na seção seguinte, e o nível de maturidade do nicho inovador é insuficiente para oferecer uma alternativa factível. Essas características parecem estar presentes na transição sociotécnica do bioplástico, uma vez que a diminuição da oferta de petróleo não foi abrupta a ponto de forçar a sua substituição no curto prazo. Em termos técnicos e econômicos, ainda segundo os autores, não há tecnologias plenamente competitivas, e sim uma gama de propostas de bioplásticos por meio de diversas fontes de matérias-primas e através de diversos mecanismos de obtenção.

b) Políticas Governamentais

De início, destaca-se a diferenciação que Franco (2019) apresenta para paisagem e regime sociotécnico no que tange às políticas governamentais. Para o autor, esse se refere às regras que possibilitam, restringem e direcionam as atividades de um sistema, sendo aquele relacionado a fatores externos mais amplos e heterogêneos, como políticas internacionais, crescimento econômico, valores culturais e normativos e problemas ambientais.

Posto isso, este tópico limitar-se-á a elencar as principais diretrizes relacionadas às políticas públicas voltadas para o bioplástico sob o prisma do regime sociotécnico, analisando as principais ações, nesse sentido, para a área da biotecnologia³ - uma vez que o bioplástico é parte integrante da biotecnologia - e para a redução dos impactos negativos do plástico convencional.

Conceitualmente, política pública é uma diretriz elaborada para enfrentar um problema público. Trata-se de um conceito abstrato que se materializa com instrumentos concretos, tais como leis, programas, campanhas, obras, prestações de serviços, subsídios, impostos e taxas, decisões judiciais etc. É possível haver políticas públicas em múltiplas áreas (meio ambiente, educação etc.), em múltiplos níveis de atuação (internacional, nacional, estadual e municipal) e com o envolvimento de múltiplos atores protagonistas (órgãos multilaterais, governos, organizações privadas, organizações não governamentais etc.) (SECCHI, 2020).

Desde os anos 80, é possível identificar esforços para a implantação de políticas públicas voltadas para biotecnologia no país (ROCHA et al., 2016), mas os principais avanços começaram a ocorrer, de fato, a partir da década de 90. A exemplo, tem-se a Lei de Propriedade Industrial (LPI nº 9.279/1996), que pode ser considerada um marco ao possibilitar que produtos biotecnológicos e seus processos de obtenção pudessem ser patenteados, assim como os produtos químicos, farmacêuticos e alimentares. Nessa linha, merece destaque também a promulgação da lei que criou um sistema *sui generis* para a proteção das variedades de plantas, a Lei de Proteção de Cultivares (9.456/1997) (GAZETA DO POVO, 2014).

Em 2001, evidencia-se a Lei 10.332/2001, que instituiu mecanismo de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio (CT-AGRO), para o Programa de

³ Ao definir bioeconomia, McCormick e Kautto (2013) afirmam que é necessário definir a biotecnologia, que pode ser considerada como um conjunto de técnicas de processamento de insumos para sua transformação em produtos com conteúdo biológico.

Fomento à Pesquisa em Saúde, para o Programa Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma, para o Programa Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico e para o Programa de Inovação e Competitividade, e dá outras providências.

Nesse ínterim, destaca-se a promulgação da Lei da Inovação, a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, regulamentada pelo Decreto nº 5.563/05, que tem por objetivo fomentar as parcerias entre as universidades e empresas, marco relevante, uma vez que permitiu que as pesquisas desenvolvidas nos centros de pesquisa incrementassem a produtividade da economia. Seis anos depois, em 2007, consta a aprovação da Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (Decreto nº 6.041/07), visando estabelecer ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, garantindo a continuidade de pesquisas biotecnológicas, com foco naquelas consideradas estratégicas (BIANCHI, 2013).

Mais recentemente, em 2019, tem-se a implantação do Programa Bioeconomia instituído pela Portaria nº 121, de 18 de junho de 2019, cujo objetivo geral é promover a articulação de parcerias entre Poder Público, pequenos agricultores, agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais e seus empreendimentos e o setor empresarial, visando a promoção e a estruturação de sistemas produtivos baseados no uso sustentável dos recursos da sociobiodiversidade e do extrativismo, da mesma forma que a produção e a utilização de energia a partir de fontes renováveis que permitam ampliar a participação desses segmentos nos arranjos produtivos e econômicos que envolvam o conceito da bioeconomia.

Quanto às iniciativas já implantadas no país para redução e controle das consequências negativas do plástico convencional, é importante destacar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), considerada um importante marco legal que trouxe para o país instrumentos institucionais capazes de promover o controle da poluição causada pelos resíduos sólidos, em especial quanto ao material plástico (MAIA NETO, 2021).

Segundo Maia Neto (2021), não há, nacionalmente, lei específica que promova restrições ou banimento para plásticos descartáveis. Alguns estados e municípios, todavia, já aprovaram leis ordinárias nesse sentido no âmbito de sua jurisdição. As primeiras leis que surgiram nos entes federativos subnacionais tratavam de sacolas plásticas, a saber:

Seis estados brasileiros (AM, AP, MA, GO, ES e RJ) e o Distrito Federal tinham legislação sobre banimento de sacolas plásticas. Posteriormente, o Estado do Pará também entrou na lista de estados que baniram as sacolas, e o fez por meio da Lei nº 8.902, de 11, de outubro de 2019. Também em julho de 2019, oito estados (MA, RN, PB, MS, ES, RJ, SP e SC) e o Distrito Federal já tinham banido canudos

plásticos. Em janeiro de 2020 mais três estados já haviam implementado a proibição de canudos: Amapá, Acre e Goiás. Dentre todos os estados onde os canudos plásticos ainda são permitidos, apenas no Estado de Rondônia não há projeto de lei em tramitação na Assembleia Legislativa para a proibição desses itens. (MAIA NETO, 2021, p. 17).

Nessa perspectiva, a cidade de São Paulo é apontada como a que mais avançou na proibição do plástico de uso único (MAIS NETO, 2021). Fortalece esse argumento o 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 o Decreto nº 55.827, regulamentador da 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 (BARBARTO E PAMPLONA, 2022).

Crucial destacar que Barbato e Pamplona (2022) tecem, de forma ponderada, críticas às ações superficiais das instituições públicas, por pouco se aproximarem de políticas e programas que de fato fomentem a inserção dos bioplásticos no mercado:

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. (p. 23).

Na visão de Franco (2019), considerando a dimensão da indústria de plásticos convencionais e os impactos por ela causados, a quantidade e a intensidade de políticas públicas existentes ainda são relativamente insignificantes para que se possa assegurar um modelo sustentável para a indústria dos plásticos. A falta de regulação e de políticas de apoio de longo prazo são empecilhos para o desenvolvimento do mercado.

Como visto, ao longo dos anos o Brasil criou leis e programas de apoio e desenvolvimento científico e de inovação para a atividade da biotecnologia e a redução do plástico. O cerne da questão é que as iniciativas, programas e ações precisam de aprimoramento na articulação institucional e regulatória para promover os avanços necessários para o desenvolvimento e a consolidação do tema no país. Para Castilho (2020), está evidente que a legislação nacional acerca da exploração de recursos biológicos necessita de aprimoramentos; há estudos que comprovam essa necessidade, a exemplo do relatório da Confederação Nacional da Indústria e

da *Harvard Business Review Analytic Services*, que afirma que o marco regulatório relacionado à bioeconomia deve ser aprimorado, adequando-se à totalidade da legislação nacional acerca do tema, com impacto direto sobre os setores industriais.

Sobre o trecho da premissa básica que diz “(...) a indústria fica incerta e relutante para investir em alternativas arriscadas”, encontra consonância com essa afirmação a análise de Maia Neto (2021), ao afirmar que as principais dificuldades encontradas para a aprovação de eventuais projetos de leis voltados para a redução e eliminação do plástico convencional não perpassam a ordem jurídica, mas sim a política. Isso porque, segundo o autor, é preciso considerar que o lobby⁴ da indústria de plástico é forte e atua contrariamente à aprovação das proposições que tramitam no Congresso Nacional.

Para exemplificar, cita a aprovação do Projeto de Lei do Senado nº 263, de 2018, que, dentre outros, tinha por objetivo vedar o uso de micropartículas de plástico na composição de produtos cosméticos e proibir a fabricação, a importação, a distribuição, ainda que a título gratuito, e a comercialização de sacolas plásticas para acondicionamento e transporte de mercadorias, bem como de utensílios plásticos descartáveis para consumo de alimentos e bebidas, com exceção dos fabricados com material integralmente biodegradável.

Na ocasião, a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS) emitiu Parecer, por meio do Comunicado Técnico nº 54, no qual se manifestou a respeito da proposição:

O setor industrial é contrário a qualquer iniciativa de banimento de materiais por contrariar os fundamentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que preconiza a redução, reutilização e a reciclagem de materiais. No caso dos materiais plásticos ainda há o agravante da produção mundial de matéria prima plástica biodegradável não ser suficiente para suprir a demanda do Brasil. (p. 9).

De acordo com o “Atlas do Plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos”, de 2020, as empresas químicas e petroquímicas que discutem interna e publicamente a crise e a poluição dos plásticos são as mesmas que resistem fortemente aos esforços para limitar a produção de plástico e os danos que ele causa. Tais empresas adotam uma estratégia dupla de *lobby* e publicidade de alto perfil, ao afirmarem que o “lixo” é um

⁴ A palavra é usada de forma bastante abrangente para designar a defesa de interesses diante de qualquer indivíduo que pode tomar uma decisão. Trata-se de um instrumento democrático de representação de interesses (MANCUSO e GOZETTO, 2011).

problema de comportamento do consumidor que pode ser solucionado unicamente com a reciclagem. Afirma, ainda, que os chamados “lobistas corporativos” se alternam entre cargos no governo e no setor, facilitando comunicações privilegiadas entre ambos.

No Brasil, ainda segundo o Atlas, um dos representantes da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) defende o modelo da “economia circular”, conceito que prevê a reutilização, recuperação e reciclagem de materiais após o seu uso. Entretanto, ainda de acordo com o material, diversos pesquisadores e ambientalistas defendem que o problema principal do plástico não está na reutilização, e sim em sua produção inicial, e que somente uma mudança profunda em toda a cadeia da indústria poderá mudar tal realidade. Conclui ainda que esse desequilíbrio de poder resulta em regulamentos que favorecem as indústrias petroquímicas e de plásticos. O *lobby* do setor leva a políticas focadas na reciclagem e no comportamento do consumidor e ignoram a necessidade de reduzir e repensar a produção convencional de plásticos.

c) Fatores Culturais, Psicológicos e de Demanda

De acordo com Taufik et al. (2020), a evolução ou transição de plásticos convencionais para bioplásticos deve ser tecnológica e economicamente viável, bem como socialmente desejável, sendo necessário obter *insights* sobre as percepções das partes envolvidas nesse processo de transição. Identificar os impulsos de compra dos consumidores se torna um elemento-chave para o desenvolvimento assertivo do mercado de produtos bioplásticos. No entanto, poucos estudos investigaram esses fatores (NOTARO et al. 2022).

Como já mencionado na metodologia através de outras fontes de citação, na literatura disponível as pesquisas relacionadas a biopolímeros estão focadas, principalmente, no desenvolvimento de produtos e no impacto de desempenho tecnológico (BENAVIDES et al., 2020) - ou seja, em pesquisas voltadas para o campo da engenharia. Estudos da esfera socioeconômica, com foco no bioplástico e sob a perspectiva do consumidor e do produtor, por exemplo, são escassos (NOTARO et al. 2022). Ainda assim, foi possível catalogar informações de pesquisas realizadas nos países desenvolvidos e que tratam da relação dos consumidores com bioprodutos.

Quadro 7 - Principais pesquisas feitas com consumidores relacionadas a bioprodutos

País	Material - Objeto da pesquisa	Principais Resultados	Fonte
Itália	Biotêxteis à base de fibras de madeira	Os entrevistados estavam dispostos a pagar um preço <i>premium</i> de 128% por meias, 87% por uma camiseta e até 64% por uma camisa feita de fibras à base de madeira.	Notaro e Paletto, 2021.
EUA	Tigelas descartáveis feitas de palha de trigo	Os entrevistados estavam dispostos a pagar US\$ 1,33 a mais por tigelas descartáveis feitas de palha de trigo do que pelo mesmo produto feito de papel.	Gill et al., 2020.
Holanda	Bioplásticos x Plásticos Convencionais	A pesquisa mostrou que os bioplásticos são geralmente preferidos aos plásticos convencionais pelos cidadãos holandeses, que acreditam que esses biomateriais têm um impacto ambiental mais positivo e que a compra de produtos bioplásticos contribui para um estilo de "vida verde".	Lynch et al., 2017.
Alemanha	Capas de chuva de base biológica	A pesquisa apontou que as pessoas sem experiência anterior com produtos de bioplástico preferiam não comprar a capa de chuva de bioplástico. Os resultados sugeriram que os valores e atitudes "verdes" do consumidor em relação aos bioplásticos são fatores que influenciam na decisão de compra dos consumidores alemães de roupas de base biológica.	Klein e Cols., 2020.
França	Garrafas de água	Não há consenso sobre qual plástico é o mais ou o menos perigoso para meio ambiente. Ainda é difícil classificá-los perfeitamente de acordo com os indicadores ambientais. Os autores propõem diferentes políticas ligadas às possibilidades reais das garrafas de plástico. Contribui ao mostrar para as empresas de garrafas que há interesse em inovar em um plástico com melhor qualidade ambiental (com biodegradabilidade, reciclagem e propriedades orgânicas). Ao analisar a disposição a pagar dos participantes, apontam as suas preferências e, portanto, as suas demandas por diferentes tipos de plásticos.	Orset et al., 2017.
Alemanha	Sacolas de compras e copos descartáveis de base biológica	Aplicou um experimento de escolha discreta analisando as preferências dos consumidores por sacolas de compras e copos descartáveis de base biológica. Segundo os entrevistados, a redução da dependência do petróleo bruto e das emissões de CO ₂ proporcionadas por alternativas de base biológica em relação à produção de produtos plásticos convencionais foram aspectos particularmente positivos durante o processo de decisão de compra. Por outro lado, os participantes da pesquisa também expressaram associações negativas com bioplásticos, como monoculturas, competição de terra com alimentos e uso de plantas geneticamente modificadas na agricultura.	Rumm, 2016.

País	Material - Objeto da pesquisa	Principais Resultados	Fonte
Alemanha	Roupas com material biodegradável	O estudo, com foco nos aspectos da sustentabilidade que influenciam a decisão de compra de roupas em compras online, mostrou a importância do material biodegradável, preferido pelos entrevistados em relação ao material reciclável.	Brand e Rausch, 2021.
Itália	Jaqueta de bioplástico e copos descartáveis que são biodegradáveis em menos de seis meses, em conformidade com a norma europeia EN 13432	Os consumidores italianos obtêm um benefício maior e estão dispostos a pagar mais por uma jaqueta de bioplástico e copos descartáveis que são biodegradáveis especialmente para um produto de uso único, como copos descartáveis, uma vez que atualmente representam uma das principais fontes de poluição plástica, especialmente a poluição marinha. 86,2% dos entrevistados consideram muito importante que os bioplásticos não sejam produzidos a partir de recursos fósseis e que não demorem séculos para se decompor, como os plásticos convencionais. Os resultados evidenciam que a maioria dos consumidores italianos está disposta a pagar um preço <i>premium</i> para comprar uma jaqueta e copos descartáveis feitos de bioplásticos.	Notaro et al., 2022.
França, Alemanha e EUA	Bioembalagens	O estudo relatou que os entrevistados estavam menos preocupados em saber se as embalagens são feitas de recursos renováveis (10–13%) e têm uma pegada de baixo carbono na produção e transporte (8–18%). Os autores concluem que, mesmo em países desenvolvidos, há menos consciência sobre o respeito ao meio ambiente de embalagens de base biológica, e os consumidores rejeitam a ideia de usar a terra para cultivar matéria-prima para embalagens.	Herbes et al., 2018.
Noruega	Bioembalagens de bebidas	O estudo descobriu que as emoções (benefícios percebidos de embalagens ecológicas) são o principal fator na compra de recipientes de bebidas à base de plantas, em vez de avaliações racionais de seus benefícios ecológicos. Assim, os processos afetivos e cognitivos desempenham um papel significativo em influenciar a compra dos consumidores de produtos de embalagens verdes. Os autores deduziram que os bioplásticos têm um futuro promissor se os usuários em potencial entenderem sua qualidade e compatibilidade ecológica.	Lewis et al., 2014.
Austrália e Europa	Bioplástico em geral	Estudos mostraram que a conscientização das pessoas ainda é muito baixa em relação aos bioplásticos e sua identificação.	Hoofman et al., 2019; Leal Filho et al., 2021; Sijtsema et al., 2016.
União Europeia (EU)	Pneus à base biológica	Recomendaram o uso de rotulagem com informações sobre a sustentabilidade de pneus de base biológica no setor automotivo para aumentar o conhecimento do consumidor sobre o tema.	Wurster e Schulze, 2020.

País	Material - Objeto da pesquisa	Principais Resultados	Fonte
EUA, Alemanha	Recipientes de alimentos, vasos de plantas, roupas sustentáveis, escovas de dente e óculos de sol	Estudos relataram maior disposição dos consumidores a pagar por vários bens de consumo de base biológica do que produtos convencionais: para recipientes de alimentos (Barnes et al., 2011), para vasos de plantas (Gabriel et al., 2011; Yue et al., 2010), para roupas sustentáveis (Brand e Rausch, 2021) e para escovas de dente e óculos de sol (Kainz, 2016).	Barnes et al., 2011; Gabriel et al., 2011; Yue et al., 2010; Brand e Rausch, 2021; Kainz, 2016.

Fonte: Elaboração própria.

De modo geral, o que a maior parte das pesquisas tem em comum é que as decisões de compra por produtos bioplásticos são motivadas pelas intenções dos consumidores, pelos valores associados ao “consumidor verde”, pelas atitudes em relação aos bioplásticos, pelo altruísmo (KLEIN et al., 2019; SCHERER et al., 2017), bem como pelas características sociodemográficas, tais como idade, sexo, escolaridade e renda (GILL et al., 2020; SCHERER et al., 2018).

Klein et al. (2020) indicam que o altruísmo pode produzir um comportamento “pró-social” nos indivíduos. Conforme definido por Batson e Powell (2003), o altruísmo é a motivação para aumentar o bem-estar de outra pessoa e foi considerado um fomentador da preferência por produtos verdes e consumo verde. Com base nessas afirmações, Klein et al. (2020) assumem que o nível de altruísmo de um indivíduo pode ser considerado um indicador para a preferência por bioprodutos e é expresso pela relevância reduzida de pagar preços mais baixos por produtos de base biológica. Ademais, é possível ainda afirmar que aqueles que são mais altruístas estão dispostos a pagar mais por determinados itens. Assim, os autores concluem que os consumidores com um nível mais alto de altruísmo são mais propensos a optarem por bioprodutos.

A literatura indica, também, que variáveis como preocupações ambientais, crenças, emoções, prazo de validade, preço do produto e confiança no produto influenciam nas atitudes do consumidor em relação ao uso de bioplásticos (ZWICKER et al., 2020; HERBES et al., 2018; REINDERS et al., 2017). A autoidentidade verde é útil tanto para se diferenciar dos outros quanto para aderir aos valores e comportamentos do grupo de pessoas ao qual um indivíduo deseja pertencer ou sente que pertence (VAN et al., 2019).

Zwicker et al. (2020), por exemplo, concluem que a “culpa” foi o fator mais significativo que influenciou a propensão a pagar mais por bioprodutos em suas pesquisas. Em outro estudo

realizado em seis países europeus, os autores Reinders et al. (2017) descobriram que a intenção de compra de marcas de base biológica é reforçada por regras ambientais pessoais (tal como associar um produto de base biológica ao conceito de “ecologicamente correto”).

Nota-se, ainda, que o custo do bioplástico está diretamente relacionado à disposição do consumidor em adquiri-lo. O preço dos bioplásticos *drop in* é cerca de 30% superior ao dos plásticos à base de petróleo, mas esses bioplásticos têm duas principais vantagens frente aos convencionais: a possibilidade de redução da pegada de carbono durante a produção e o aumento da eficiência dos recursos com a persistência de degradação microbiana (RAHMAN e BHOI, 2021). Programas voltados para ampliar a conscientização do consumidor sobre os benefícios ambientais dos bioplásticos em comparação aos plásticos convencionais à base de petróleo são fundamentais, nesse sentido, para amplificar o mercado e a aceitabilidade desses produtos (MORONE et al., 2021).

Todavia, a produção de bioplásticos permanece limitada, sobretudo devido aos altos custos atrelados ao processo de produção. A incapacidade de se produzir em larga escala ocorre porque o custo do bioplástico é 2 a 3 vezes maior do que o plástico convencional. Além disso, a maior parte dos países ainda carece de tecnologia adequada para a sua fabricação. Para além do custo, como dito, as pesquisas sugerem que a falta de conscientização do consumidor também diminui o uso de bioplásticos (NOTARO et al., 2022). Como parte da solução, ações relevantes são, portanto, necessárias para fomentar investimentos na fabricação em larga escala e amplificar a aceitação dos bioplásticos no mercado.

Leal Filho et al. (2022) perguntaram em uma pesquisa via questionário se os entrevistados comprariam produtos de base biológica e/ou biodegradáveis se fossem de boa qualidade e seguros (sem impacto para a saúde humana e para o meio ambiente), mas que, todavia, fossem mais caros do que os produtos convencionais. Em resposta, 90,6% dos entrevistados responderam N/A (*not applicable*⁵) para essa pergunta.

Os autores concluíram que esse alto nível de incerteza entre os entrevistados precisa ser melhor investigado, de modo que haja maior compreensão da motivação das pessoas ao comprar bioprodutos. Talvez o componente financeiro, segundo eles, ainda seja crucial para o público, e as pessoas não estejam amplamente dispostas a despender recursos financeiros em

⁵ Em português, “não aplicável”. Terminologia usada em um formulário para mostrar que o entrevistado não está fornecendo as informações solicitadas porque, no seu entendimento, a pergunta não se destina a ele ou à sua situação.

produtos cuja informação fornecida aos consumidores ainda é insuficiente na maior parte dos países. Portanto, mais esforços devem ser feitos para aumentar a conscientização das pessoas sobre os produtos de base biológica e/ou biodegradáveis, sobre as suas propriedades, o seu uso e os impactos para o meio ambiente e para a saúde humana.

Merece ser mencionado que a pesquisa de Bishop et al. (2021) apontou que os bioplásticos não são necessariamente menos impactantes do que os convencionais. A mudança direta e indireta no uso da terra pode ser considerada o aspecto mais crítico para o ciclo de vida do bioplástico em comparação com o ciclo de vida do plástico. Nesse sentido, a produção de polímeros à base de plantas pode competir com a terra necessária para cultivar alimentos para consumo humano, reduzindo assim a disponibilidade de alimentos (ÁLVAREZ-CHÁVEZ, 2012). O impacto ambiental dos bioplásticos também depende do processo de cultivo das matérias-primas. Muitas vezes, as matérias-primas renováveis são cultivadas com métodos de produção agrícola industrial e, portanto, com quantidades significativas de pesticidas tóxicos e poluentes, superando as vantagens ecológicas desses biomateriais sobre os de base fóssil (ALVAREZ-CH et al., 2012).

Em consonância com tais argumentos, os participantes de todos os grupos focais da pesquisa de Mehta et al. (2021) disseram que os bioplásticos devem ser produzidos usando resíduos de outro processo para evitar pressão sobre as terras agrícolas e evitar problemas de segurança alimentar. Isso está alinhado com estudos mais antigos, que mostraram que a produção de biomassa agrícola para plásticos de base biológica pode levar à degradação ambiental, desvio de terras aráveis de seu propósito original, erosão do solo, eutrofização de fontes de água ou fragmentação de habitats (HARDING et al., 2007; NARODOSLAWSKY et al., 2015; PIEMONTE e GIRONI, 2011).

Ainda nessa pesquisa, Mehta et al. (2021) identificaram que um grupo de consumidores demonstrou desconfiança em relação à indústria e concluíram que o uso de bioplásticos por parte das empresas seria apenas uma estratégia de *marketing* para elevar os preços dos produtos. Ademais, Herrmann et al. (2022) apontaram em seus estudos para o fato de que há muita incerteza em relação à sustentabilidade do bioplástico entre os consumidores e que eles percebem o bioplástico como *greenwashing*⁶, e não como uma alternativa sustentável ao plástico convencional.

⁶ O *greenwashing* pode ser praticado por governos, organizações não governamentais, empresas e corporações, de iniciativas públicas ou privadas, ou, ainda, por pessoas que visam obter vantagens a partir de práticas

No que tange ao Brasil, Kochanska et al. (2022) afirmam que, embora exista uma compreensão geral da importância da poluição plástica, não há pesquisas específicas sobre a aceitação social de alternativas ao plástico de uso único nos setores de alimentos e bebidas, por exemplo, e a maioria dos estudos relacionados ao assunto provém de iniciativas do setor privado. Como exemplo, citam a Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis (ABIEF), que desenvolve programas de reciclagem e promove a educação ambiental, buscando reconhecer a cadeia produtiva do plástico como uma cadeia de valor.

Citam também a Plastivida, que entende o plástico como uma ferramenta relevante para o desenvolvimento sustentável. O Programa “*Benchmarking Brasil*”, que desde 2003 seleciona e certifica as boas práticas de organizações brasileiras, cataloga casos que são considerados referências de benchmarking para a qualidade das práticas adotadas. Apesar de iniciativas pontuais, muito ainda deve ser feito para alcançar um impacto considerável em nível nacional.

De modo geral, para Russo et al. (2019), a questão sobre a aceitação do consumidor quanto aos produtos bioplásticos ainda não foi verdadeiramente respondida, pois ainda não foram comercializados de maneira ampla pelas empresas - que ainda estão focadas na produção e nos aspectos técnicos de desenvolvimento desses produtos. Tanto quanto é do conhecimento dos autores, existem poucos trabalhos desenvolvidos nessa área, provavelmente, segundo eles, devido à absoluta novidade que é o bioplástico.

Franco (2019) defende também que a consolidação do bioplástico no mercado, como uma via de solução para os problemas enfrentados pelo plástico convencional, dependerá, principalmente, de adaptações na lógica incumbente do setor de plásticos e da aceitação social com relação a esse tipo de material. Para o autor, a ausência de mudança de perspectiva dos consumidores se evidencia como um obstáculo para o avanço do bioplástico como uma alternativa possível à substituição do plástico convencional, emergindo, assim, desafios de cunhos tecnológico, social e econômico a serem superados.

ambientais que não correspondam com a realidade. Além disso, o termo está diretamente associado às ações de *marketing* feitas por governos, empresas ou organizações corporativas para enfatizar suas atividades com boas práticas ambientais, minimizando os impactos ambientais negativos da linha de produção ou valorizando indevidamente o produto ou mercadoria. Cria-se um modelo falso, que deturpa a realidade, promove o exagero, tudo para angariar benefícios ambientais de um produto (DE SOUZA, 2017).

d) *Competências Adquiridas*

Parte da premissa que o desenvolvimento de produtos e serviços inovadores precisa é passar pela qualificação e capacitação do corpo técnico que atua na sua produção. No atual ambiente de negócios, as empresas precisam encontrar novas estratégias para serem “verdes”, ao passo que tecnologias inovadoras devem ser compreendidas tanto pelos consumidores quanto pelos profissionais que atuam em seu desenvolvimento (SGARBOSSA & RUSSO, 2017).

Sobre as exigências da demanda, de maneira geral, para um produto ser aceito no regime sociotécnico, ele deve cumprir todos os requisitos básicos de seu substituto anteriormente predominante no mercado. Um contraponto relevante é que, independentemente da matéria-prima biosustentável utilizada, o produto deve conter os mesmos requisitos do plástico convencional. Por exemplo, se o plástico comum oferece propriedades de barreira, o bioplástico deve ser capaz de fornecer barreiras ao ar, água ou qualquer outro elemento originário de ambiente externo (KHAN et al., 2017).

Alguns exemplos de fracassos do passado mostraram que certos produtos verdes não foram bem recebidos pelos consumidores, levando a vendas relativamente modestas - apesar de seus efeitos ambientais potencialmente positivos. Como exemplo, cita-se: a linha de calçados ecologicamente corretos da Nike, “*Considered*” (JANA, 2009), e a linha verde de produtos de limpeza da Clorox, “*Green Works*” (ERMA, 2018).

Jaso Sánchez et al. (2020) acrescentam que o êxito das empresas precursoras dos plásticos industriais se deu em grande parte devido aos aprendizados obtidos dos nichos falidos, às lições obtidas sobre a construção de alianças fortes com empresas de alta competência biotecnológica, propulsoras do desenvolvimento de cepas bacterianas eficientes e, também, à formação de parceria com empresas que dominaram o mercado de plástico tradicional ao redor do mundo. Eles acreditam que essa última estratégia pode garantir o êxito das bioempresas no médio prazo.

Ademais, além do aprimoramento e impulsionamento de inovações tecnológicas, faz-se necessário também investir em estratégias de *marketing* para elevar o conceito dos bioplásticos frente ao mercado. Lettner et al. (2017), por exemplo, detectaram que preços altos e atividades de marketing ruins influenciam os volumes de vendas de produtos bioplásticos - essa premissa reforça a necessidade de estratégias positivas e assertivas.

Nessa toada, é importante que o valor percebido seja comunicado na estratégia de marketing quando se tratarem de produtos bioplásticos, especialmente porque os bioplásticos ainda são mais caros de se produzir do que os convencionais, como já fora abordado. Os consumidores precisam conhecer esses produtos e estar dispostos a pagar mais por eles, reconhecendo os seus benefícios para o meio ambiente. Para tanto, será necessário promover campanhas de estratégia de educação do cliente que forneçam informações sobre a importância de tais produtos e seu uso. As empresas podem, também, usar atividades de *marketing* social para ajudar a desenvolver e modificar atitudes, intenções e consciência (CONFENTE et al., 2020).

Para Russo et al. (2019), a criação de valor é um conceito central na literatura de gestão, organização e *marketing*, tanto no nível micro (indivíduo, grupo) quanto no nível macro (teoria organizacional, gestão estratégica). Segundo eles, para ativar com sucesso uma economia circular, será necessário ter competências para estruturar a estratégia de educação do cliente por meio de campanhas que fornecem informações sobre a importância de tais produtos e seu uso. As empresas podem usar atividades de *marketing* social para ajudar a desenvolver e modificar atitudes, intenções e conscientização.

Por fim, expostas as cinco premissas básicas do Regime Sociotécnico, cabe enfatizar o que diz Roysen et al. (2022, p. 30):

Todos esses fatores se reforçam e criam uma estrutura de fatores inter-relacionados que se retroalimentam, gerando inércia e criando padrões específicos na direção da mudança tecnológica.

Ante o exposto através dos fatores supra-apresentados, os desafios para a transição sociotécnica, na dimensão do regime sociotécnico, podem ser inúmeros. Entender as nuances dessa dimensão é um ponto crucial, pois, como colocado por Jaso Sánchez et al. (2020), o regime sociotécnico é o coração do modelo de Perspectiva Multinível, porque é nele que se encontram os mecanismos estabilizadores e as oportunidades necessárias para a mudança/transição.

2.3.4. Paisagem Sociotécnica

Na dimensão macro, encontra-se a paisagem sociotécnica com elementos exógenos aos atores do regime sociotécnico e do nicho inovador, sobre os quais dificilmente ambos conseguem

exercer alguma influência (positiva ou negativa). A paisagem sociotécnica é a dimensão mais estável e é quem sustenta a dinâmica predominante no regime sociotécnico (KEMP, 1994; RIP Y KEMP, 1998; GEELS, 2002; 2005). Mudanças na paisagem podem ter como consequência uma pressão no regime que leva a rachaduras, tensões e janelas de oportunidades que podem se abrir a novas tecnologias (GEELS, 2002; 2010).

Ela pode ser definida como o conjunto de tendências estruturais, exógenas às tendências e às tecnologias, que formam o contexto da trajetória tecnológica, tais como preço do petróleo, crescimento econômico, guerras, emigração, contexto político, cultural e normativo, problemas ambientais etc. (ROYSEN et al., 2022). O nível da paisagem sociotécnica (também conhecida como *Landscape*) consiste nos fatores externos de mudanças lentas, proporcionando os gradientes para as trajetórias (RODRIGUES et al., 2016).

Para Geels (2017) o processo de transição sociotécnica ocorre em quatro etapas: na primeira, surgem inovações radicais em nichos periféricos que conseguem se estabilizar e entram em nichos de mercado na segunda etapa. Quando ocorrem melhorias em aspectos como preço, desempenho, escala, tecnologias complementares, infraestrutura, discursos culturais e apoio de atores sociais influentes é possível identificar a terceira etapa. A transformação do regime sociotécnico ocorre na quarta etapa, com os ajustes na infraestrutura, políticas, estilos de vida e normalização da mudança. Para que esta mudança no regime sociotécnico ocorra, ela deve ser viável, necessária e vantajosa os atores (CARSTENS; CUNHA, 2018).

Jaso Sánchez et al. (2020) endossam que a abundância de petróleo atual e a preferência por plásticos flexíveis, versáteis e financeiramente acessíveis constituem elementos da paisagem sociotécnica que respaldam a manutenção dos plásticos convencionais. A preocupação com os danos ambientais ocasionados pelos referidos plásticos abre caminhos para o fomento de novas ideologias de consumo e abre portas para que atores do regime tecnológico coloquem a sua atenção nos nichos inovadores que atuam com materiais alternativos baseados em recursos renováveis e biodegradáveis.

Os referidos autores afirmam ainda que, frente ao incremento gradual de pressões na dimensão da paisagem e à melhora na factibilidade técnica, as empresas estabelecidas mudam a sua percepção do problema e aproveitam a capacidade de inversão para ensaiar uma possível mudança tecnológica. A reconfiguração das alianças tecnológicas e a condução da propriedade intelectual auxiliam essas empresas na adaptação das mudanças de contexto e no processo de mudança de “dentro para fora”. Em resumo, a transição via transformação ocorre

quando mudanças parciais e graduais no cenário permitem às empresas estabelecidas lidar com as pressões, por meio de uma interação simbiótica com os nichos inovadores, sem transformar a arquitetura básica do regime.

Cumprir informar que a pesquisa em comento não adentra em todas as variáveis possíveis que estão inseridas na paisagem. Todavia, é pertinente destacar alguns acordos e tratados mundiais firmados nos últimos anos que estão influenciando diretamente os nichos inovadores e o regime sociotécnico do Brasil e dos demais países.

Visando a redução dos efeitos negativos do plástico convencional, constam declarações públicas de compromissos sustentáveis por parte de países, instituições e empresas envolvidas na indústria dos plásticos (COCA-COLA, 2017; EUROPEAN COMMISSION, 2018). Dentre elas, o compromisso assumido por 195 países ao assinarem o Acordo de Paris, que visa à redução da emissão de gases de efeito estufa (UNITED NATIONS, 2015).

O desafio sistêmico levantado pela crise ambiental desencadeada pelo consumo desordenado e desenfreado de plástico também está no centro do Pacto Ecológico Europeu “*Green Deal*” e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas - 2030. Os dezessete (17) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são: erradicação da pobreza; fome zero e agricultura sustentável; saúde e bem-estar; educação de qualidade; igualdade de gênero; água limpa e saneamento; energia limpa e acessível; trabalho decente e crescimento econômico; inovação e infraestrutura; redução das desigualdades; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; ação contra a mudança global do clima; vida na água; vida terrestre; paz, justiça e instituições eficazes, além de parcerias e meios de implementação (UN, 2023). A agenda prevê 17 objetivos (ODS) e 169 metas que devem embasar ações globais relacionadas a temas como segurança alimentar, saúde, água e saneamento, redução das desigualdades, proteção e uso sustentável dos ecossistemas terrestres e aquáticos, dentre outros (UN, 2023).

Nota-se, portanto, a importância dos ODS para a conservação da biodiversidade de forma sustentável, sendo esperado que o desenvolvimento da bioeconomia, além da redução de impactos ao meio ambiente, contribua para a criação de empregos e garantia dos direitos sociais dos trabalhadores (FERREIRA, 2019). Para além disso, são instrumentos de fomento às mudanças necessárias.

2.4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Prestou-se atenção na diferenciação que existe entre os plásticos convencionais e os bioplásticos, ramificando, dentro desses, os bioplásticos *drop in* e os não *drop in*. O Brasil é um dos principais *players* mundiais de bioplásticos *drop in* através da produção de biopolietileno pela empresa brasileira Braskem. Esse plástico apresenta propriedades técnicas idênticas ou bem próximas aos materiais de origem fóssil e é sintetizado a partir de matéria-prima renovável, sendo não biodegradável (TULLO, 2010; BRASKEM, 2017).

Quanto ao bioplástico não *drop in*, é possível observar que há, hodiernamente, *startups*, centros de pesquisas universitários e pesquisadores desenvolvendo materiais à base biológica e/ou biodegradável na tentativa de substituição do plástico convencional no longo prazo (*Google Patents*, 2022 e INPI, 2022). A Associação Brasileira de Biopolímeros Compostáveis e Compostagem (ABICOM) também reúne associados de pequeno, médio e grande porte que produzem, transformam, representam e utilizam os polímeros biodegradáveis e compostáveis, além de empresas que fazem parte da cadeia de revalorização do resíduo orgânico. Esses compõem a supracitada lista de atores dos nichos inovadores do Brasil.

Ainda sobre o nicho inovador, consta a afirmação de que o grau de maturidade das tecnologias de produção e reciclagem dos bioplásticos ainda não está suficientemente desenvolvido para a substituição das tecnologias incumbentes de produção de plásticos convencionais (FRANCO, 2019). Desenvolver bioplásticos com tecnologias que apresentem materiais satisfatórios - e se entende a isso os materiais que sejam similares aos resultados apresentados pelos plásticos convencionais - tem sido um desafio, mas essa questão é ainda mais ampla (EVANS, ÿ et al., 2020), pois compreende que os padrões e expectativas atuais da sociedade, que fomentam a produção e o consumo de plástico, sobretudo aqueles de uso único, são o resultado de processos sociotécnicos de coevolução. Essa transição sociotécnica é muito mais abrangente e complexa e exige mais do que a escolha da tecnologia correta ou a aceitação do consumidor.

No prisma da Perspectiva Multinível, pode-se observar como os nichos inovadores, regimes sociotécnicos e paisagem sociotécnica podem contribuir para a análise dos bioplásticos *drop in* e não *drop in*. É possível concluir através de sua análise que o plástico *drop in* está sendo mais aceito no mercado, porque não exige uma ampla alteração das tecnologias já existentes -

isso, contudo, não significa dizer que ele é mais ecologicamente sustentável do que o plástico não *drop in*.

Ao analisar a transição de um padrão convencional de produção e consumo de plásticos à base de petróleo para um padrão fundamentado estritamente em bioplásticos *drop in* e não *drop in*, conclui-se que ambos devem passar pelo crivo de aceitação social e ser sustentada pelo desenvolvimento de novas tecnologias.

Ademais, os nichos inovadores estão em expansão no Brasil, mas o seu crescimento é tímido quando comparado ao crescimento mundial. Além das indústrias e *startups*, é possível identificar a presença de nichos inovadores nos centros de pesquisa universitários, que têm desempenhado um importante papel na descoberta e desenvolvimento de bioplásticos.

Sob a ótica do regime sociotécnico, para um produto ser aceito, faz-se necessário cumprir os requisitos básicos de seu substituto predominante no mercado, e algumas das barreiras existentes para a transição sociotécnica podem estar presentes nos elementos do regime sociotécnico (fatores tecnológicos e de infraestrutura, políticas governamentais, fatores culturais e psicológicos, demanda, competências adquiridas). Segundo a FAPESP (2020), além do atual preço elevado, os bioplásticos apresentam ainda outros desafios a serem superados por seus fabricantes, tais como a necessidade de mudanças em um parque industrial já instalado e dedicado, sobretudo, à produção de polímeros convencionais, a conquista do consumidor para aceitar novos produtos, a falta de políticas públicas que fomentem a produção de materiais mais sustentáveis e as questões de cunho regulatório, como, por exemplo, a certificação e a destinação final correta dos bioplásticos.

A paisagem sociotécnica, por sua vez, é considerada a dimensão mais estável e é quem sustenta a dinâmica predominante no regime sociotécnico. Há evidências de que a abundância de petróleo atual e a preferência por plásticos flexíveis, versáteis e financeiramente acessíveis constituem elementos que respaldam a manutenção dos plásticos convencionais. No longo prazo, todavia, a busca por alternativas viáveis será a única via possível.

3. ANÁLISE DE ACEITAÇÃO DO BIOPLÁSTICO EM UMA AMOSTRA DE AGENTES DO SETOR DE PLÁSTICO

RESUMO

O bioplástico *drop in* e não *drop in* são considerados alternativas para a redução dos impactos ambientais negativos ocasionados pelo plástico convencional - produzido, majoritariamente, à base de petróleo. Apesar de muitos anos de esforços para o desenvolvimento de bioplásticos, seu uso comercial atual ainda é baixo, indicando barreiras à sua aplicação. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é identificar as percepções de uma amostra de agentes do setor de plástico, localizados em cinco municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) - Espírito Santo, em relação ao uso de bioplástico como substituto do plástico convencional à luz da Perspectiva Multinível (PMN). Os dados foram coletados a partir das respostas de 18 participantes que atuam com variações distintas de material plástico.

Os resultados do estudo mostram uma atitude ainda negativa em relação ao uso de bioplástico entre os entrevistados e identificam as seguintes principais barreiras de transição à aceitação de bioplástico na amostra: falta de conhecimento aprofundado sobre o tema, preocupações sobre o potencial conflito entre a segurança alimentar e o cultivo de terras voltadas para a produção de bioplástico (e não para alimentação); questões de desempenho técnico; percepção dos consumidores; e dúvidas sobre os reais benefícios ambientais dos bioplásticos. Alguns entrevistados expressaram resistência à transição para o bioplástico e desconhecimento quanto à diferenciação que existe entre bioplásticos *drop in* e não *drop in*. Para análise da transição sociotécnica, este estudo se baseou na teoria da Perspectiva Multinível (PMN).

Palavras-chave: Perspectiva Multinível. Ótica dos Empresários. Bioplástico.

3.1. INTRODUÇÃO

Diversos autores analisaram as percepções dos consumidores em relação às implicações de uma possível transição sociotécnica de plásticos convencionais para bioplásticos (FILHO et al., 2021; MEHTA et al., 2021; NOTARO et al., 2022; HERBES et al., 2018; SCHERER et al., 2018; CONFENTE et al., 2020). Mehta et al. (2021), por exemplo, exploraram as percepções de bioplástico dos consumidores irlandeses com a ajuda de grupos focais. Seus resultados sugerem que os consumidores não estavam familiarizados com o plástico de base biológica, mas reconheciam que os recursos fósseis poderiam ser economizados com o uso de plásticos de base biológica em vez de plásticos convencionais. No entanto, os autores descobriram que a disposição de pagar por produtos bioplásticos era limitada entre a maioria dos consumidores.

Entretanto, há de se investigar também as percepções da indústria em relação à aceitação do bioplástico. Esta pesquisa, nesse sentido, é relevante porque, na maior parte dos casos, as percepções das partes interessadas no bioplástico foram estudadas, de maneira geral, com base na perspectiva do consumidor, enquanto a percepção das partes interessadas nas fases de pré e pós-consumo recebeu menos atenção (KAKADELLIS et al., 2021).

Por isso, o objetivo desta pesquisa é identificar as principais percepções de uma amostra de agentes que atuam no setor de plástico em empresas localizadas em cinco municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) - Espírito Santo em relação ao uso de bioplástico como possível substituto do plástico convencional.

Para tanto, com base exclusivamente nas respostas dos agentes entrevistados e na Perspectiva Multinível, pretende-se identificar:

- as principais percepções dos agentes quanto ao uso de bioplástico;
- as oportunidades e desafio a serem enfrentados em uma possível transição sociotécnica para o bioplástico; e
- as ações de sustentabilidade adotadas nas indústrias do plástico e suas respectivas visões de futuro quanto ao uso de materiais e práticas mais sustentáveis.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Entrevistas semiestruturadas (ou seja, com um roteiro previamente estabelecido, para que as respostas sejam enquadradas em categorias específicas para a investigação) foram escolhidas como método de coleta de dados por permitirem a coleta de informações abrangentes e comparáveis em um período de tempo relativamente curto. Os dados foram coletados por meio de questionário *online*, onde foram obtidas respostas de 18 entrevistados que atuam no setor de plástico. Para levantar o quantitativo de empresas, solicitamos informações à Junta Comercial do Espírito Santo (SEIBEL, 2022), que indicaram haver 249 indústrias inscritas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) sob o número 22.22-6/00 – Fabricação de embalagens de material plástico em 2022 no Estado do Espírito Santo, sendo que 164 delas estão em 5 municípios (Cariacica, Vila Velha, Serra, Vitória e Viana) da Região Metropolitana da Grande Vitória. Extraindo do total de empresas as “inaptas” e “baixadas” e aquelas que estavam registradas em duplicidade na relação, obteve-se um total de 98 empresas.

Do total, após envio e reenvio por três vezes do questionário *online*, foi possível obter o retorno de 18 agentes do setor de plástico, representando uma amostra de aproximadamente 18,36% do universo da pesquisa. Todas as perguntas e suas respectivas respostas estão detalhadas no tópico “Resultados e Discussão”, onde foram ocultados os dados pessoais dos participantes em cumprimento com o que preconiza a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), a Lei nº 13.709/2018.

O instrumento de verificação dos dados é a análise de conteúdo, relativa a um conjunto de instrumentos de cunho metodológico e em constante aperfeiçoamento que se aplica a discursos diversificados e se ocupa de uma descrição objetiva e sistemática do conteúdo extraído das comunicações e da sua respectiva interpretação (BARDIN, 2011). O método de pesquisa utilizado foi o survey que pode ser descrito como um método sobre obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representando de um grupo-alvo (no caso, em específico, os atores da indústria plástica de parte da Grande Vitória), por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário (FREITAS et al., 2000).

Na primeira etapa da pesquisa, buscou-se sistematizar as ideias iniciais embasadas no referencial teórico - a Perspectiva Multinível - a fim de delimitar critérios para a interpretação das informações coletadas. Após, procedeu-se com a exploração dos dados primários coletados nas entrevistas e formulação de categorias e inferências. Por fim, realizou-se a interpretação das opiniões manifestadas nas entrevistas e percepções do pesquisador, identificando semelhanças e divergências entre as respostas coletadas. Importante reforçar que a amostra dos entrevistados, detalhada no Quadro 9, consiste em 18 agentes relevantes (especialistas e diretores) do setor de plástico de cinco municípios da Região Metropolitana da Grande Vitória, Estado do Espírito Santo, Brasil.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. A Perspectiva Multinível (PMN) no contexto da entrevista

Na literatura, a transição tecnológica é um processo coevolucionário que envolve diversos atores e grupos sociais. A análise dessa transição pode ser entendida a partir de uma concepção específica onde a tecnologia só tem efeito em conjunto com a ação humana, com as estruturas sociais e com as organizações, podendo ser caracterizada, assim, como uma transição sociotécnica. Dessa forma, quando ocorre uma transição, essa não envolve meramente a alteração de uma tecnologia para outra, mas mudanças mais abrangentes que perpassam por alterações nas regulamentações, nas infraestruturas, nos padrões culturais, na aceitação de mercado etc. (GEELS, 2002).

A perspectiva multinível, nesse sentido, parte do princípio de que as transições sociotécnicas são processos não lineares que coevoluem e decorrem de interações multidimensionais entre indústria, tecnologia, mercados, política, cultura e sociedade civil que perpassam por três níveis de análise: do nicho inovador, do regime sociotécnico e da paisagem sociotécnica (GEELS, 2005).

Os nichos inovadores representam o nível local de inovação, entendido como espaço protegido onde novas tecnologias e práticas sociotécnicas emergem ou são desenvolvidas (KEMP et al., 1998; GEELS, 2005). Desse local surgem inovações radicais através de atores heterogêneos (usuários, produtores, autoridades públicas etc.) que trabalham em diferentes direções, com redes enxutas, regras difusas e pouca estabilidade (SANTOS, 2017).

Há nichos inovadores em laboratórios de P&D, projetos de demonstração subsidiados por recursos públicos ou privados, pequenos nichos de mercado etc. Esses espaços possuem relevância por abrirem campos para processos de aprendizagem em várias dimensões como tecnologia, preferências de usuário, regulamentos, infraestrutura e significado simbólico (SANTOS, 2017). Importante pontuar que uma atividade inovativa não exatamente prioriza a busca pelo “novo”, pois a inovação pode já existir no nível do nicho, não sendo, entretanto, notada ou aceita nos demais níveis (SCHNEIDER et al., 2011).

Os regimes sociotécnicos, por sua vez, são conjuntos de regras interligadas que formam um contexto que direciona para a ação, reforçadas ou alteradas por promulgação. Isso ocorre por meio de grupos que formam redes com dependências mútuas, formados por firmas, engenheiros, cientistas, usuários, agentes políticos e sociedade civil organizada etc. (SANTOS, 2017). O termo regime é utilizado em lugar de paradigma ou sistema, uma vez que condiz com regras - não somente regras na forma de requerimentos ou comandos, mas também regras no sentido de papéis e práticas que são estabelecidas e que não são facilmente dissolvidas (SCHNEIDER et al., 2011 apud KEMP et al., 1998).

Para Kemp et al. (1998), há em cada setor um *design* dominante que possibilita a padronização e a busca da eficiência. Esse é denominado “paradigma” ou “regime sociotécnico”, que aponta para a existência de uma referência que é compartilhada pela comunidade de atores tecnológicos e econômicos e que serve de ponto de partida para a busca por melhorias, sobretudo, nos fatores tecnológicos e de infraestrutura.

Segundo esses autores, nas fases iniciais de desenvolvimento de produtos inovadores, as novas tecnologias empregadas na produção estão mal desenvolvidas, em termos das necessidades dos usuários, e são, em geral, principalmente custosas devido à baixa escala de produção e por não terem sido testadas pelos consumidores em larga escala. Algumas das barreiras existentes para a transição sociotécnica podem estar presentes nos elementos do regime sociotécnico (fatores tecnológicos e de infraestrutura, políticas governamentais, fatores culturais e psicológicos, demanda, competências adquiridas etc.).

Roysen et al. (2022), nesse sentido, apresentam seis premissas básicas que podem ser apuradas em um regime sociotécnico, a saber:

- **Fatores tecnológicos e de infraestrutura:** Nas primeiras fases de desenvolvimento, as novas tecnologias geralmente estão mal desenvolvidas em termos das necessidades dos usuários e são caras devido, sobretudo, à baixa escala de produção e por não terem sido testadas pelos consumidores em larga escala. Além disso, novas tecnologias podem requerer tecnologias complementares que não estão disponíveis ou são caras para usar.
- **Políticas governamentais:** Não existem incentivos claros para o desenvolvimento de novas tecnologias específicas que possam guiar os desenvolvedores e investidores. A indústria fica incerta e relutante para investir em alternativas arriscadas.
- **Fatores culturais e psicológicos:** Não há uma ideia clara do que é o produto que desejam consumir e alternativas sustentáveis podem não estar de acordo com essa imagem.
- **Demanda:** Os usuários têm preferências e evitam riscos. Se as novas tecnologias não provaram seu valor e seu significado simbólico ainda não está claro, poucos consumidores vão estar dispostos a pagar. Essa insegurança dos consumidores é uma razão para que as indústrias de novas tecnologias não disponibilizem novos produtos no mercado. Transformar um protótipo em um produto de massa é um processo longo e arriscado. Eles preferem evitar riscos e investir nas preferências dos consumidores.
- **Competências adquiridas:** É em torno da competência que se alinham as técnicas (produtos, processos de produção, atividades de P&D) e os processos organizativos (*marketing*, estratégias e rotinas organizacionais). Cursos e associações profissionais também precisam se adaptar às novas tecnologias.

A paisagem sociotécnica, por sua vez, influencia a dinâmica de nichos inovadores e regimes sociotécnicos e é formada por um contexto exógeno mais vasto, que inclui estruturas materiais e espaciais, ideologias políticas, valores sociais, crenças, preocupações, panorama da mídia e tendências macroeconômicas etc. (SCHNEIDER et al., 2011). Necessário informar que as mudanças na paisagem sociotécnica podem levar décadas para se concretizarem e, por estarem em um nível macro, não podem ser controladas por atores individuais (GEELS, 2005; 2012). A paisagem sociotécnica bioplástico no Brasil deverá ser marcada, diante do exposto, pela interação entre tecnologia, sociedade e meio ambiente, envolvendo desde a pesquisa e desenvolvimento de novos materiais até a produção, distribuição e consumo desses materiais.

Esse conjunto de fatores heterogêneos pode ser o preço do óleo, o crescimento econômico, as guerras, a emigração, a política externa, as coalizões, os valores culturais e normativos, os problemas ambientais (GEELS, 2002, p. 1260), sendo essas variáveis os principais fomentadores de interferências dinâmicas e recíprocas nos distintos níveis da PMN.

3.3.2 Análise da Entrevista

Inicialmente, é pertinente mencionar que, com fins de conceituação, em momento prévio ao acesso dos entrevistados às perguntas, foi inserida no cabeçalho da entrevista uma breve distinção entre bioplástico *drop in* e não *drop in*:

Há dois tipos de bioplásticos: os "*drop in*" e "*não drop in*". ***Drop in***: são bioplásticos que apresentam propriedades técnicas idênticas ou bem próximas aos materiais de origem fóssil e são sintetizados a partir de matéria-prima renovável, sendo não biodegradáveis (BOMTEMPO, 2013). ***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.

Para uma melhor análise, as perguntas foram divididas em três eixos estruturantes: Percepção e uso atual (Eixo 1), Avaliação das oportunidades e desafios da transição para o bioplástico (Eixo 2) e Ações de sustentabilidade adotadas e visão de futuro (Eixo 3).

Quadro 8 - Distribuição das perguntas por eixos estruturantes

Eixos estruturante	Nº	Pergunta	Pergunta Aberta ou Fechada?
Eixo 1 - Percepção e uso atual.	Pergunta 1	Tipo de plástico com o qual trabalha?	Aberta
	Pergunta 2	Para você, o que é "bioplástico"?	Aberta
	Pergunta 3	Como o consumidor influencia a tomada de decisão da indústria de plástico e da sua empresa? A indústria local tem exercido pressão para a produção de plásticos mais sustentáveis? De que forma isso tem ocorrido?	Aberta
Eixo 2 - Oportunidades e desafios de uma possível transição para bioplástico.	Pergunta 4	O bioplástico <i>drop in</i> e/ou não <i>drop in</i> é a melhor alternativa, sob uma perspectiva sustentável, para a redução do impacto do plástico convencional no meio ambiente? Por quê?	Aberta
	Pergunta 5	Quais as razões de não se produzir bioplástico <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> no Espírito Santo?	Aberta
	Pergunta 6	Quais são as oportunidades e os desafios existentes em uma possível transição de plástico convencional para bioplástico <i>drop in</i> e não <i>drop in</i> ?	Fechada (Escala Likert)
	Pergunta 7 e 8	Há outros desafios não citados ou algum comentário sobre a pontuação escolhida? Especifique-os. (Pergunta feita tanto para <i>drop in</i> como para não <i>drop in</i>)	Aberta
Eixo 3 - Ações de sustentabilidade adotadas e visão de futuro quanto ao uso de materiais e práticas mais sustentáveis.	Pergunta 9	Em sua opinião, qual será o curso tomado pela indústria do plástico no longo prazo?	Aberta
	Pergunta 10	Quais ações de sustentabilidade estão sendo adotadas na indústria do plástico local enquanto a transição para o bioplástico não acontece?	Aberta

Fonte: Elaboração própria.

a) *Eixo Estruturante 1 – Percepção e Uso Atual*

A maior parte dos entrevistados atualmente não trabalha com nenhum tipo de bioplástico. Dois entrevistados, em contraponto, alegaram atuar com bioplástico drop in (E11 informou que trabalha com bioplástico drop in, sem especificar o tipo de material, e E14 com ácido polilático (PLA)). Os demais entrevistados afirmaram que trabalham com plástico convencional, cujos tipos se diversificam entre: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliestireno (PS), Polietileno Tereftalato (PET), policloreto de vinila (PVC), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) etc., conforme detalhado a seguir:

Quadro 9 - Perfil dos Participantes

Entrevistado	Localização	Sexo	Cargo	Tipo de Plástico com o qual trabalha
E1	Turmalina, MG	Masculino	Diretor	Olefinas (virgem e reciclado)
E2	Cariacica, ES	Masculino	Encarregado Geral	Polietileno de Alta Densidade (PEAD)
E3	Serra, ES	Feminino	Instrutora de Educação Profissional Técnica	<i>Commodities</i> - Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliestireno (PS) e outros
E4	Vitória, ES	Masculino	Superintendente	Laminados plásticos, embalagens plásticas e tubos flexíveis, frascos e componentes plásticos, artefatos injetados de fibra de vidro - Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno Tereftalato (PET), Policloreto de Vinila (PVC), Poliestireno (PS)
E5	Vitória, ES	Masculino	CEO	Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e Polipropileno (PP)

Entrevistado	Localização	Sexo	Cargo	Tipo de Plástico com o qual trabalha
E6	Serra, ES	Masculino	Gestor comercial	Principalmente Polietileno de Alta Densidade (PEAD)
E7	Serra, ES	Masculino	CEO Presidente	Polietileno Tereftalato (PET)
E8	Serra, ES	Feminino	Conselheira	Ráfia - Polipropileno (PP)
E9	Serra, ES	Masculino	Gestor Financeiro	Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) pós consumo
E10	Pinheiros, ES	Masculino	Diretor Executivo	Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)
E11	Vitória, ES	Feminino	Gerente de Projeto	<i>Drop in</i>
E12	Belo Horizonte, MG	Masculino	Diretor Comercial	Sacos plásticos produzidos através de polímeros fósseis de origem virgem como resina polietileno de alta e baixa densidade (PEAD e PEBD), polipropileno. Trabalham também com sacos plásticos produzidos através de polímeros fósseis de origem reciclada.
E13	Serra, ES	Masculino	<i>Regulatory Solutions</i>	Nenhum
E14	Vila Velha, ES	Masculino	Proprietário	<i>Commodities</i> - Polipropileno (PP), Polietileno (PE) e Biopolímero ácido poliláctico (PLA)
E15	Cariacica, ES	Masculino	Diretor	Polietileno (PE)
E16	Viana, ES	Feminino	Sócia	Polipropileno (PP) e Polietileno (PE)

Entrevistado	Localização	Sexo	Cargo	Tipo de Plástico com o qual trabalha
E17	Serra, ES	Masculino	Gerente Geral	Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)
E18	Serra, ES	Masculino	Gerente	Polietileno (PE)

Fonte: Elaboração própria.

Apesar de informarem no questionário municípios adversos aos do objeto da pesquisa, as respostas dos participantes E1 e E10 permaneceram na pesquisa por atuarem em indústrias que possuem filiais na RMGV. Avaliando o cargo dos participantes, é possível observar ainda que os mesmos atuam em diversos níveis de gestão, tais como encarregado geral, gerente, superintendente, diretor, *Chief Executive Officer* (CEO) e outros.

Quanto à Pergunta 2, “Para você, o que é “bioplástico”?”, consta que oito participantes (E1, E3, E4, E6, E9, E14, E16 e E18) definem o bioplástico pela sua base biológica e renovável, ao passo que 4 (E8, E10, E11 e E17) o definem unicamente pela sua degradabilidade.

Quadro 10 - Para você, o que é bioplástico?

Entrevistado	Resposta
E1	Plástico cuja matéria-prima principal é de fonte renovável.
E2	-
E3	São plásticos derivados de fontes renováveis, como amido de milho, gorduras vegetais...
E4	São plásticos produzidos de milho, cana-de-açúcar e mandioca.
E5	Por enquanto, “um Sonho de Verão”.
E6	Plástico feito com fonte renovável.
E7	São produtos produzidos de fontes renováveis.
E8	Uma modalidade de plástico que não degrada o meio ambiente e se desfaz com rapidez.
E9	Plástico oriundo de produtos orgânicos, como cana de açúcar, dentre outros.
E10	Polímeros plásticos biodegradáveis.
E11	Plástico biodegradável.
E12	Um tipo de plástico obtido através de matérias-primas sustentáveis como cana de açúcar e amido de milho.

Entrevistado	Resposta
E13	Plásticos biodegradáveis que se decompõem na natureza e são compostos de elementos não provenientes do petróleo.
E14	Ele precisa ser totalmente de fonte renovável, derivado de biomassa, como milho, cana-de-açúcar, celulose e assim por diante, mas não necessariamente biodegradável. Um exemplo é o PLA, o ácido polilático, que é polimerizável, permitindo formar um termoplástico que vem substituindo plásticos convencionais. É obtido a partir de fermentação, com o auxílio de bactérias de vegetais ricos em amido, como a beterraba, o milho e a mandioca.
E15	Plástico que causa menos dano ao meio ambiente.
E16	São plásticos provenientes de biomassa.
E17	Plásticos que são absorvidos integralmente pelo ambiente em um tempo menor que 5 anos.
E18	Seria algo produzido com menos derivado do combustível fóssil.

Fonte: Elaboração própria.

A partir das respostas obtidas é possível afirmar que a maioria dos entrevistados mostra que conhece o conceito de bioplástico - seja por sua formação constituída de biomassa, seja por sua degradabilidade - portanto, trata-se de um conceito difundido nas empresas da região. Conceitualmente, o bioplástico, como já visto, pode ser *drop in* (parcialmente de base biológica, mas não biodegradável) ou não *drop in* (de base biológica e biodegradável). Nesse sentido, o bioplástico *drop in* é aquele que apresenta propriedades técnicas idênticas ou muito próximas aos materiais de origem fóssil, produzidos a partir de matéria-prima renovável, sendo não biodegradáveis (EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION, 2012). Trata-se de bioplástico sintetizado, a partir de matéria-prima advinda de fontes fósseis, mas que, devido a avanços tecnológicos, passou também a ser obtido a partir de matéria-prima proveniente de fontes renováveis (BRITO et al., 2011). O bioplástico não *drop in*, como dito, é produzido a partir de base biológica e com propriedades de biodegradação no ambiente (DO AMARAL et al., 2019).

Um contraponto relevante sobre o bioplástico é que, por meio de sua origem em biomassa, é possível dissociá-lo das matérias-primas fósseis. No entanto, segundo Costa (2018, p. 09):

[...] para se cultivar a matéria-orgânica que vai dar origem aos bioplásticos são necessários agroquímicos, tal como combustíveis fósseis que vão alimentar a maquinaria aplicada nas culturas, assim a dissociação total é ainda impossível. Com a evolução tecnológica e de novas culturas é possível que se venha a depender cada vez menos desses recursos para a prática agrícola. Outra perspectiva promissora para

a produção de bioplásticos são as águas residuais urbanas e resíduos alimentares provenientes de supermercados, restaurantes e etc.

Ou seja, ainda que tenhamos uma vastidão de possibilidades de biomassa disponíveis, há de se considerar a necessidade de consumo de combustíveis fósseis em sua produção, sendo esse um desafio futuro a ser superado pelo bioplástico *drop in* e não *drop in*. Ademais, mesmo com a inserção do cabeçalho da entrevista contendo uma breve distinção entre bioplástico *drop in* e não *drop in*, nenhum dos entrevistados apresentou distinção entre eles ou os mencionaram.

As principais biomassas identificadas pelos entrevistados foram a cana-de-açúcar, o amido de milho, a celulose, a beterraba, a mandioca e o PLA. Sobre esse tema, o Brasil se destaca pela produção do plástico verde (*drop in*), caracterizado pela substituição do eteno, proveniente do petróleo, pelo obtido a partir do etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar (BRITO et al., 2011).

Outrossim, consta na Revista “Plástico Industrial” (2022) e no *Google Patents* (2022) uma relação de uma série de empresas brasileiras e pesquisadores brasileiros, respectivamente, pertencentes ao nicho pioneiro de bioplástico do país, que produzem diversificados tipos de bioplástico *drop in* e não *drop in* à base de: Polímero de Amido, Biocomposto PLA, PHA e PHB, celofane a partir da celulose, filme de celulose flexível fabricado a partir de polpa de madeira renovável e levando o conceito cellophane, xantana, gelatina, albedo da laranja (*citrus sinensis*) etc. Ademais, materiais bioplásticos alternativos estão sendo desenvolvidos, sendo constituídos à base de insumos como celulose, quitina, polihidroxialcanoato, polihidroxibutirato, poli ou 3-hidroxibutirato-3-hidroxivalerato (SALWA et al., 2019; DOBRUCKA, 2019).

A Pergunta 3, por sua vez, encerra o bloco de perguntas do eixo estruturante “Percepção e uso atual”, questionando, pelo viés do consumidor e da empresa, o nível de pressão recebido pelo setor de plástico predominante - nicho atual, formado por um regime sociotécnico bem estabelecido e sustentado pela paisagem sociotécnica.

Quadro 11 - Como o consumidor influencia a tomada de decisão do setor de plástico e da empresa na qual trabalha? O mercado tem exercido pressão para a produção de plásticos mais sustentáveis? De que forma isso tem ocorrido?

Entrevistado	Resposta
E1	O problema da poluição plástica é seu descarte incorreto e não o produto em si.
E2	O consumidor neste caso eu acho ele leigo porque ele quer preço e não qualidade. Sobre pressão eu não digo, digo sim a uma boa procura para este segmento.
E3	Vejo poucas indústrias investindo em novas pesquisas e em novas formas de produção. Dessa forma, acho pouco provável que novos materiais sejam difundidos a curto prazo. Acredito que essa consciência seja absorvida no longo prazo.
E4	A discussão em grupos acerca da redução da utilização de uso único. A indústria local tem sido provocada a estimular a relação de negócio com as associações de Catadores para que o plástico recolhido no ES seja reciclado nas indústrias capixabas.
E5	Esse foco ainda não está na ordem do dia. Outras necessidades humanas estão no cronograma de prioridades.
E6	Não vejo uma pressão muito grande dos consumidores em si. Acredito que há uma parcela pequena da população que de fato se importa. Visto que o problema em si não é o plástico, e sim a forma com que ele é descartado.
E7	No consumo de produtos que utilizam nossas embalagens. O cidadão exige que a indústria siga um pouco o seu perfil de vida, no que se refere à sustentabilidade.
E8	No meu segmento, isso ainda não agrega valor. Teríamos que iniciar a venda da ideia e o valor de mercado precisaria ser compatível, pois meu produto já é considerado "caro" quando comparado ao valor do produto ensacado. Ou seja, a embalagem não agrega valor de venda para o cliente final.
E9	Fora os criadores da tecnologia, muitos ainda se perguntam sobre o real benefício de se substituir um produto leve, perene e que não reage na presença de contaminantes por um que vai se desfazer. Acho que o plástico biodegradável não deve ser utilizado em tudo, mas só naqueles produtos que não podem ser recicláveis.
E10	O consumidor é o maior responsável pelo descarte do plástico pós-uso. A indústria capixaba tem buscado se desenvolver dentro dos processos de reciclagem, mas não vejo iniciativa para desenvolvimento de biopolímeros.
E11	Consumindo menos plásticos
E12	Acredito que atualmente o consumidor é mais influenciado pela perspectiva econômica do que pela perspectiva sustentável. E por mais que ele queira de alguma forma uma solução ecologicamente sustentável, não se mostra disposto para custear essa opção. Portanto, acaba influenciando o aumento do consumo dos plásticos convencionais e, portanto, das organizações desse setor.
E13	Não sei informar
E14	Se a população for educada no sentido de privilegiar os bioplásticos (<i>drop in</i> ou não) em detrimento aos polímeros convencionais, o caminho favorável em direção aos bioplásticos ocorre. Se a população continuar inerte, privilegiando somente e tão somente o preço, pouco se importando com o planeta, nada ocorrerá de mudança, sendo então o curso esse mesmo

Entrevistado	Resposta
	que hoje ocorre. Se o país continuar misturando nos lixões a coleta seletiva feita pela população, a reciclagem nunca será levada a sério. A indústria local vai atender aquele que compra o produto. Mas, infelizmente, aquele que compra o produto não está interessado em bioplásticos e não pagariam um centavo a mais por isso. A indústria de embalagens ainda tem outro estorvo no caminho, que é a indústria de envase, que deseja custos progressivamente menores com qualidade progressivamente maior. Em nenhum momento essa indústria de envase investirá em embalagens de custo maior ou de menor qualidade, por serem feitas de bioplástico.
E15	Não. O consumidor não exige plásticos sustentáveis, exige que o produto resolva o problema dele.
E16	No valor pago pelo consumidor. Na natureza de nossa fabricação não, mas essa é uma tendência do mercado de plástico no geral.
E17	Quem define se algum produto será aceito é o consumidor. Geralmente, o preço é o fator que mais influencia. Mas o governo pode atuar por meio de leis que favoreçam produtos sustentáveis (que farão os produtos não sustentáveis ter o mesmo preço dos sustentáveis). Exemplo claro é a energia elétrica por painéis fotovoltaicos. O uso desses painéis ficou comum porque a tecnologia ficou mais barata e porque o governo incentivou a sua produção por redução de taxa de importação e redução de imposto de geração. Sem isso, a geração por esses painéis não estaria funcionando tanto.
E18	O consumidor final é o grande termômetro de nossas projeções. Se algo não tem saída, não temos como investir e a indústria em geral pede incentivo e ajuda na educação dos consumidores, pois não adianta a pessoa comprar plástico ou qualquer coisa e não destinar o resíduo no lugar correto.

Fonte: Elaboração própria.

A maior parte das respostas indica que, sob a ótica dos entrevistados, o fator “preço” ainda é o mais relevante para o consumidor (E2, E8, E12, E14 E E17) ou que não percebem pressão por parte da demanda em relação a plástico mais sustentável (E2, E5, E6, E9, E10 e E15).

Nessa toada, cumpre dizer que o preço dos bioplásticos *drop in* é cerca de 30% superior ao dos plásticos à base de petróleo, mas esses bioplásticos têm duas principais vantagens frente aos convencionais: a possibilidade de redução da pegada de carbono durante a produção e o aumento da eficiência dos recursos com a persistência de degradação microbiana (RAHMAN e BHOI, 2021). Programas voltados para ampliar a conscientização do consumidor sobre os benefícios ambientais dos bioplásticos em comparação aos plásticos convencionais à base de petróleo são fundamentais, nesse contexto, para amplificar o mercado e a aceitabilidade

desses produtos (MORONE et al., 2021). Para além do custo, como dito, as pesquisas sugerem que a falta de conscientização do consumidor também diminui o uso de bioplásticos (NOTARO et al., 2022).

Os autores concluíram que esse alto nível de incerteza entre os entrevistados precisa ser mais investigado, de modo que haja melhor compreensão da motivação das pessoas ao consumirem bioprodutos. O componente financeiro, segundo eles, talvez ainda seja crucial para o público, e as pessoas não estejam amplamente dispostas a despender recursos financeiros em produtos cuja informação fornecida aos consumidores ainda é insuficiente na maior parte dos países. Portanto, mais esforços devem ser feitos para aumentar a conscientização das pessoas sobre os produtos de base biológica e/ou biodegradáveis, sobre as suas propriedades, o seu uso e os impactos ambientais e para a saúde humana.

Ainda sobre as respostas concedidas no Quadro 11, é possível observar que ainda há certa resistência do nicho atual ao uso do bioplástico e há indícios de que essa resistência é sustentada pelo regime sociotécnico, que não pressiona o nicho à promoção da mudança. A premissa “Demanda”, de Roysen et al. (2022), contida no regime sociotécnico, pressupõe que os empresários preferem evitar riscos e investir nas preferências dos consumidores. Tal afirmação pode ser verificada em algumas falas dos entrevistados, que acreditam que o consumidor não quer produtos e embalagens mais sustentáveis, e sim mais econômicas.

E2 afirma que o consumidor é “leigo porque ele quer preço e não qualidade”. E6, por sua vez, informa que não vê uma pressão muito grande dos consumidores e acredita que há uma parcela pequena da população que de fato se importa. Para E10, “a indústria capixaba tem buscado se desenvolver dentro dos processos de reciclagem, mas não vejo iniciativa para desenvolvimento de biopolímeros”. Já E15 acredita que “o consumidor não exige plásticos sustentáveis, exige que o produto resolva o problema dele”, e E17 complementa: “geralmente, o preço é o fator que mais influencia”.

Uma segunda premissa que pode ser identificada nas respostas é a “Políticas governamentais”, na qual Roysen et al. (2022) afirmam que não existem incentivos claros para o desenvolvimento de novas tecnologias específicas que possam guiar os desenvolvedores e investidores. Para eles, a indústria fica incerta e relutante para investir em alternativas arriscadas. O entrevistado E17, nesse sentido, afirma que:

“O governo pode atuar por meio de leis que favoreçam produtos sustentáveis (que farão os produtos não sustentáveis ter o mesmo preço dos sustentáveis). Exemplo claro é a energia elétrica por painéis fotovoltaicos. O uso desses painéis ficou comum porque a tecnologia ficou mais barata e porque o governo incentivou a sua produção por redução de taxa de importação e redução de imposto de geração. Sem isso, a geração por esses painéis não estaria funcionando tanto.”

É possível afirmar que, para o entrevistado, a promoção de leis que favoreçam produtos sustentáveis, assim como foi procedido com os painéis fotovoltaicos, incentivaria a produção de bioplástico no país.

Dadas as respostas apresentadas, é possível concluir que, na visão dos entrevistados, o consumidor influencia a tomada de decisão do setor de plástico, mas as suas predileções têm sido, majoritariamente, baseadas na redução dos preços pagos, e não na escolha por produtos mais sustentáveis.

b) Eixo Estruturante 2 – Avaliação dos entraves e desafios da transição para o bioplástico

O Eixo Estruturante 2 tem por objetivo avaliar os entraves e desafios da transição sociotécnica para o bioplástico sob a perspectiva dos entrevistados. Neste bloco, temos duas perguntas (Pergunta 5 e 6) elaboradas na Escala *Likert*⁷, uma pergunta direcionada para o Espírito Santo (Pergunta 4) e duas perguntas mais gerais voltadas exclusivamente para os desafios e a visão dos entrevistados quanto à transição do plástico convencional para o bioplástico.

Quadro 12 - O bioplástico *drop in* e/ou não *drop in* é a melhor alternativa, sob uma perspectiva sustentável, para a redução do impacto do plástico convencional ocasionado pelo seu descarte indevido no meio ambiente? Por quê?

Entrevistado	Resposta
--------------	----------

⁷ A escala Likert foi desenvolvida pelo cientista *Rensis Likert* entre 1946 e 1970, na qual o respondente, em cada questão, diz seu grau de concordância ou discordância sobre algo, escolhendo um ponto numa escala com cinco gradações - sendo as mais comuns: concordo muito, concordo, neutro/indiferente, discordo, discordo muito (AGUIAR et al., 2011).

Entrevistado	Resposta
E1	Em minha opinião, não. O bioplástico tem características semelhantes ao plástico originário de nafta petroquímica ou de gás. A vantagem ambiental do bioplástico está no sequestro de carbono ocasionado pelo crescimento da planta, seja cana-de-açúcar, milho, beterraba, etc.
E2	-
E3	É uma excelente possibilidade para minimizar os impactos ambientais.
E4	Não conheço para emitir opinião.
E5	Não tem escala de produção, é insustentável. Incompatível com a necessidade alimentar de 8 bilhões de habitantes do planeta.
E6	Não tenho conhecimento sobre o assunto.
E7	<i>Drop in</i> é mais sustentável, porque não vai compor aditivo biodegradável que pode poluir o meio ambiente.
E8	Acredito que sim. Apesar de o plástico ser 100% reciclável, não conseguimos retorno alto dos usuários finais, então algo que seja biodegradável facilita a não poluição.
E9	De um modo geral, o bioplástico só deveria substituir as embalagens que ainda não são recicláveis, por falta de tecnologia ou por ainda serem comercialmente inviáveis.
E10	Depende. Bioplásticos biodegradáveis são uma boa opção para a substituição do plástico convencional em produtos descartáveis de alta rotatividade e difícil reciclabilidade. Há muitos casos em que a melhor opção é a reciclagem.
E11	Ainda não existe política pública que minimize danos do impacto dos plásticos no Brasil.
E12	Sob uma perspectiva sustentável acredito que os bioplásticos "não <i>drop in</i> " sim, pois os estudos nos levam a crer que sua decomposição ocorre sem poluição ao meio ambiente. Mas não tenho conhecimento suficiente sobre o assunto.
E13	Não sei informar.
E14	Ainda acho que a melhor alternativa seja a utilização dos plásticos reciclando-os em outros produtos. Processos de despolimerização e repolimerização são recursos reais e aplicáveis, deixando de serem feitos por questão de seu custo ser ligeiramente maior que a produção de plásticos "virgens" a partir de derivados do petróleo. É insustentável a produção contínua de mais e mais produtos plásticos sem o reaproveitamento do plástico já existente na natureza, profundamente insustentável em longo prazo, seja qual for o plástico, bioplástico <i>drop in</i> ou não, ainda que se degradem em 180 dias ou menos.
E15	Não sei, teríamos que testar.
E16	Não sei.
E17	Depende bastante. Acho que se deve buscar a redução do uso de plástico de único uso e cobrar por peso/volume o resíduo gerado de todos os geradores, inclusive pessoas físicas. Assim, o controle do consumo aconteceria, a geração de resíduos seria menor e a reciclagem mais valorizada. O bioplástico deve continuar a ser estudado, mas o impacto no uso da terra e na substituição de produção de alimentos deve ser considerado e bem estudado.

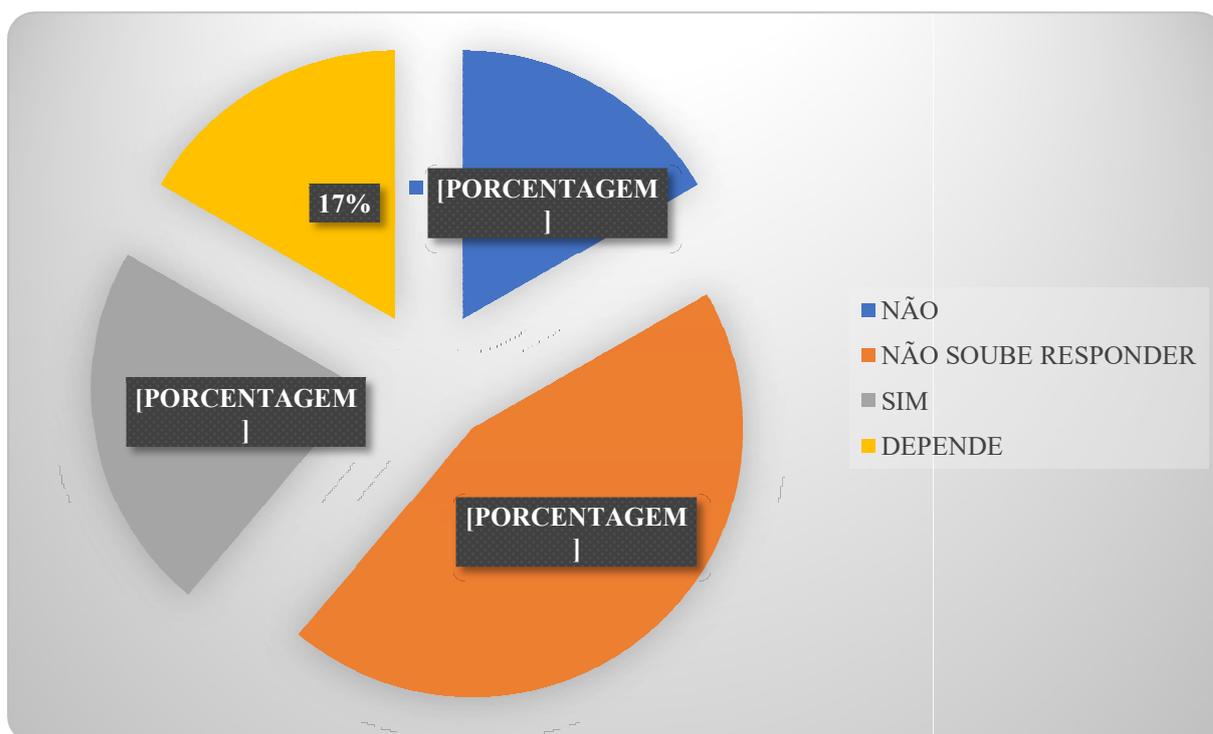
Entrevistado	Resposta
E18	Sim, pois a decomposição é mais rápida e o uso de matéria-prima não renovável diminui.

Fonte: Elaboração própria.

Avaliando as respostas da Pergunta 3, é possível afirmar que 44% dos entrevistados (E2, E4, E6, E11, E12, E13, E15 e E16) não souberam informar se o bioplástico *drop in* e/ou não *drop in* é a melhor alternativa, sob uma perspectiva sustentável, para a redução do impacto do plástico convencional no meio ambiente, ao passo que 17% (E1, E5 e E14) afirmaram que o bioplástico não é a melhor alternativa. Esses, de modo geral, ainda acreditam que a reciclagem do plástico convencional é a melhor solução para a redução do impacto negativo do descarte indevido do plástico no meio ambiente.

Todavia, mesmo se tratando de bioplástico *drop in*, o descarte correto deve ocorrer. Sobre isso, Jones (2020) afirma que, 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, não excluindo, portanto, a necessidade de contar com políticas de descarte (BARBATO, 2022).

Gráfico 1 - O bioplástico *drop in* e/ou não *drop in* é a melhor alternativa, sob uma perspectiva sustentável, para a redução do impacto do plástico convencional ocasionado pelo seu descarte indevido no meio ambiente?



Fonte: Elaboração própria.

Apesar de 22% dos entrevistados (E3, E7, E8 e E18) responderem “sim” à pergunta em comento, faz-se importante apontar que o entrevistado E7 destacou o *drop in* como o mais sustentável por não ter elementos que possam poluir o meio ambiente - devido à sua base 100% biológica. Por fim, 17% (E9, E10 e E17) foram classificados como “depende” porque apresentaram ressalvas à pergunta. O E9, por exemplo, afirmou que o bioplástico deveria ser utilizado para a substituição de embalagens que ainda não são recicláveis (por falta de tecnologia ou por inviabilidade comercial), enquanto o E10 afirmou que em muitos casos a melhor opção é a reciclagem, mas que o bioplástico pode ser utilizado para substituição de “produtos descartáveis de alta rotatividade e de difícil reciclabilidade”.

O entrevistado E17 faz relevantes colocações em sua resposta ao indicar que seja cobrado dos geradores de resíduos por peso/volume (incluindo pessoas físicas), o que, em sua visão, faria com que as famílias tivessem mais controle de seus consumos e valorizassem mais a reciclagem. Ademais, apontou um ponto negativo do bioplástico, que é o impacto no uso da

terra e na substituição de produção de alimentos para produção de bioplásticos, indicando que mais estudos devem ser desenvolvidos para analisar essa questão.

Sobre esse tema, um estudo relatou que, mesmo em países desenvolvidos (o estudo foi feito na França, Alemanha e EUA), há menos consciência sobre a importância de embalagens de base biológica para o meio ambiente e os consumidores rejeitam a ideia de usar a terra para cultivar matéria-prima para embalagens (HERBES et al., 2018). Outra pesquisa apontou que os plásticos biodegradáveis e/ou compostáveis não são necessariamente menos impactantes do que os convencionais. A mudança direta e indireta no uso da terra pode ser considerada o aspecto mais crítico para o ciclo de vida do bioplástico em comparação ao ciclo de vida do plástico (BISHOP et al., 2021).

Ato contínuo, a pergunta 5, contida no Quadro 13, foi elaborada visando detectar, sob a perspectiva dos entrevistados, as principais razões de não se produzir bioplástico (*drop in* e não *drop in*) no Espírito Santo.

Quadro 13 - Quais são as principais razões de não se produzir bioplástico *drop in* e não *drop in* no Espírito Santo

Entrevistado	Resposta
E1	Precisamos entender que a produção de bioplástico tem origem na álcoolquímica. Exemplo para a produção do bioplástico Polietileno, primeiro se produz o álcool, depois o etileno e depois, em reator se produz o polietileno. No ES não temos planta petroquímica para esta finalidade.
E2	Falta de conhecimento no mercado, e nós consumidores.
E3	Acredito que seja pela falta de investimento nessa área e também pela falta de conhecimento das pessoas.
E4	Não conheço para emitir opinião.
E5	Vamos utilizar terras agricultáveis para produzir Alimentos ou Plásticos?
E6	Não tenho conhecimento sobre o assunto.
E7	Custo alto e tecnologia escassa no país.
E8	Acredito que tecnologia. O ES não produz matéria-prima para o meu segmento. Vem do sul, nordeste ou exterior.
E9	Tecnologia cara, controversa e ainda com pouca oferta de equipamentos.
E10	O bioplástico ainda tem alto custo, o que gera desvantagem competitiva para as empresas, principalmente tendo a reciclagem como uma opção atualmente viável e em crescimento.
E11	Não conheço empresa no ES que trabalhe neste segmento.

Entrevistado	Resposta
E12	Acredito que sob uma perspectiva econômica o bioplástico ainda não se oferece como uma alternativa viável.
E13	Não sei informar.
E14	As razões são as mesmas para não se despolimerizar e repolimerizar plásticos já utilizados: custo!
E15	Falta de incentivo e divulgação.
E16	Não sei do que se trata.
E17	Não sei.
E18	Valor muito alto.

Fonte: Elaboração própria.

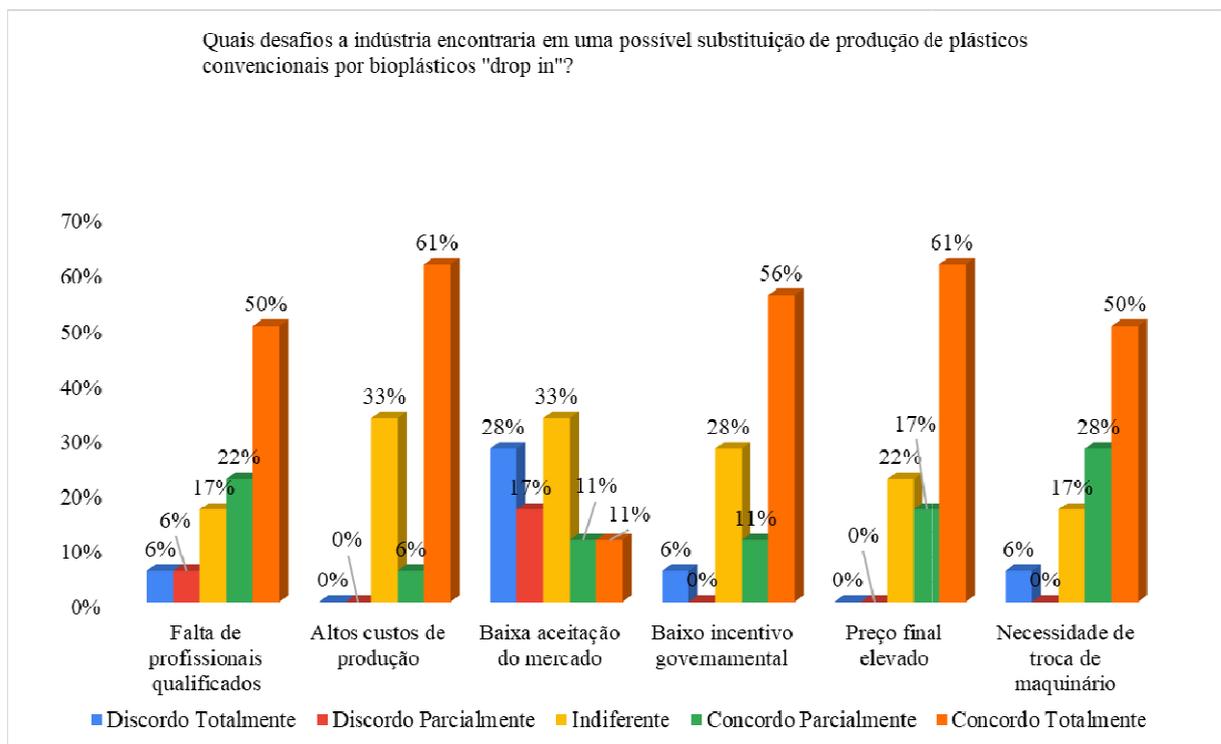
Fica evidente, pelas respostas apresentadas, que não se produz bioplástico *drop in* e não *drop in* no Espírito Santo principalmente devido à falta de conhecimento sobre o assunto - sobretudo, no setor de plástico. 38% dos entrevistados (E4, E6, E11, E13, E16 e E17) não souberam responder à pergunta proposta ou fugiram do tema. No mais, as principais variáveis apontadas como razões para não se produzir bioplástico no Espírito Santo foram: tecnologia avançada/cara, custo de produção alto e, conseqüentemente, preço alto, o que reduz a vantagem competitiva do bioplástico, bem como falta de conhecimento sobre o tema - reforçando as premissas do regime sociotécnico apresentadas por Roysen et al. (2022).

Dando continuidade ao resultado da entrevista, a pergunta 6 foi formulada com base na Escala *Likert*, onde o entrevistado teria que dar apenas uma nota por item, sendo “1” = “discordo totalmente” e “5” = “concordo totalmente”. Ela foi dividida em duas etapas: “*Quais desafios a indústria encontraria em uma possível substituição de produção de plásticos convencionais por bioplásticos "drop in"?*” e “*Quais desafios a indústria encontraria em uma possível substituição de produção de plásticos convencionais por bioplásticos não "drop in"?*”. As variáveis contidas são as seguintes:

- Falta de profissionais qualificados;
- Altos custos de produção;
- Baixa aceitação do mercado;
- Baixo investimento governamental;
- Preço final elevado; e
- Necessidade de troca de maquinário.

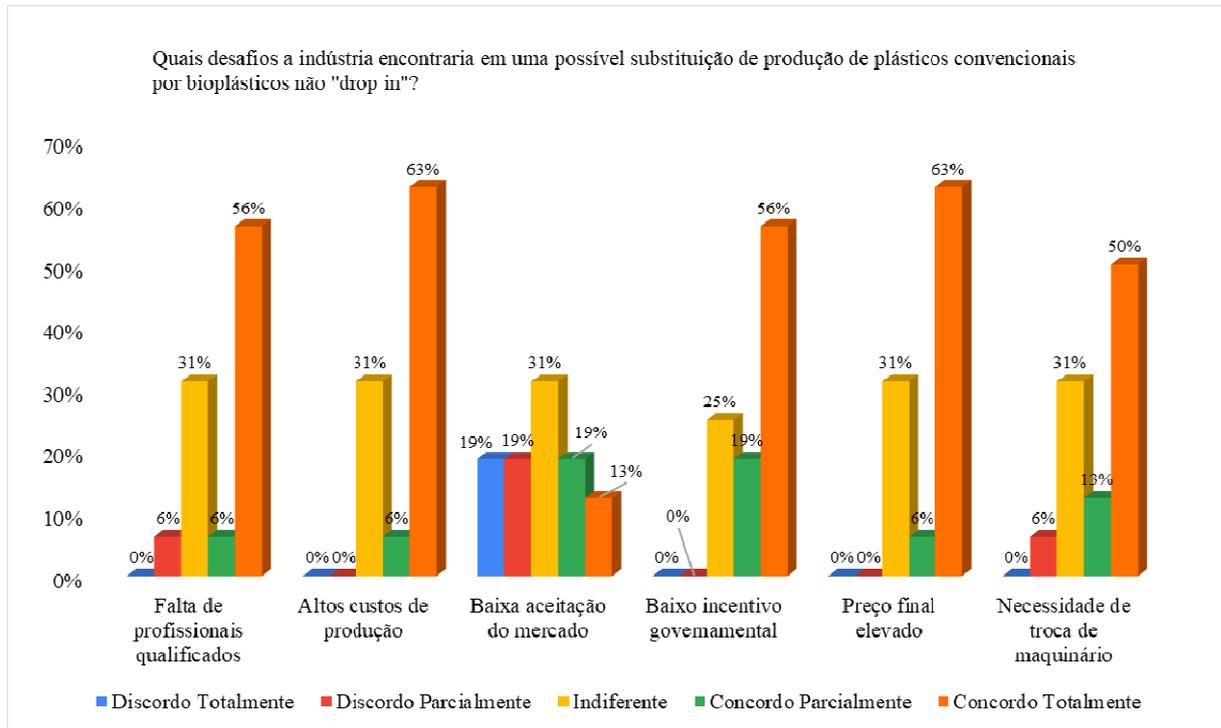
Para os bioplásticos *drop in*, a maior parte dos entrevistados “concordou parcialmente ou totalmente” que “falta de profissionais qualificados”, “altos custos de produção”, “baixo incentivo governamental” e “necessidade de troca de maquinário” são os principais entraves que a indústria encontraria em uma possível substituição de produção de plásticos convencionais por bioplásticos *drop in*. Os gráficos a seguir apresentam os resultados da pergunta:

Gráfico 2 - Percentual de concordância (bioplásticos *drop in*)



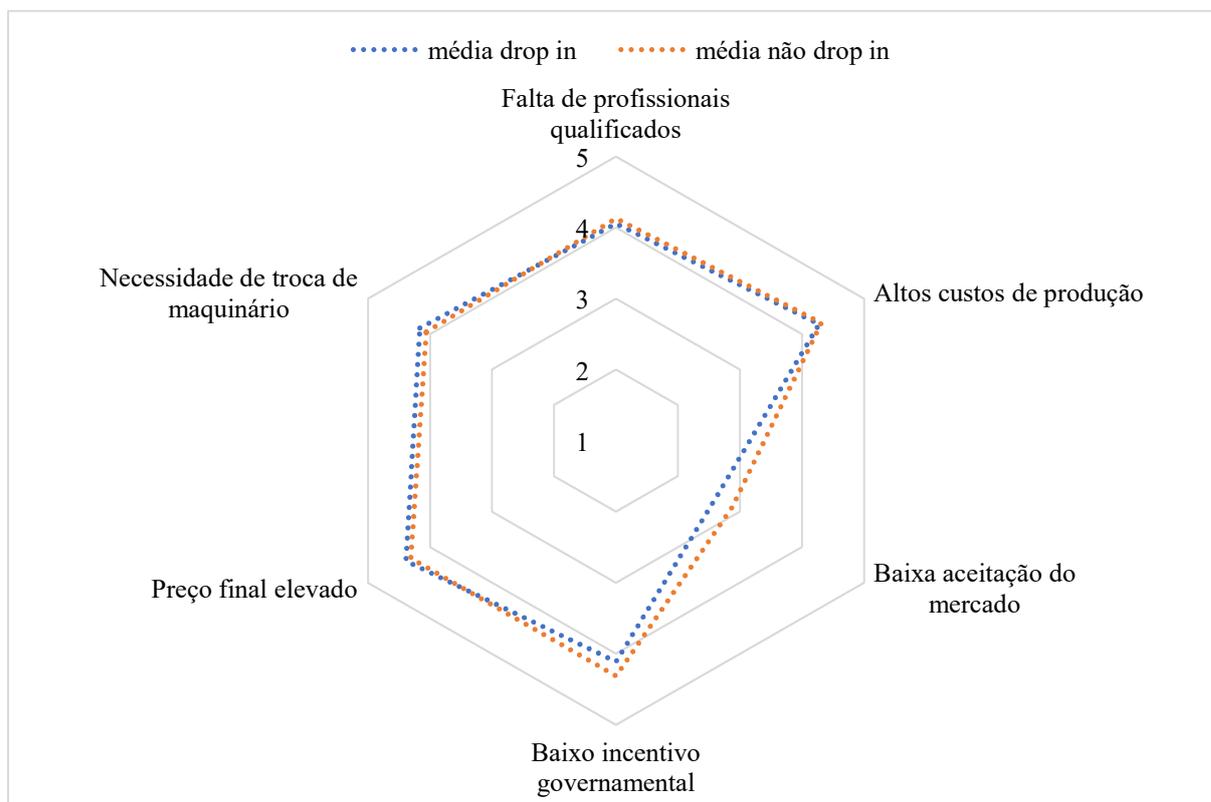
Fonte: Elaboração própria.

Constata-se que um resultado similar foi observado para a opção “não *drop in*”:

Gráfico 3 - Percentual de Concordância (bioplásticos não *drop in*)

Fonte: Elaboração própria.

Comparando a média das respostas coletadas neste tópico, é possível afirmar que para o bioplástico *drop in* e não *drop in* há, por parte dos entrevistados, a concepção de que a “baixa aceitação do mercado” seria o menor dos desafios que uma transição de plástico convencional para bioplástico (*drop in* e não *drop in*) enfrentaria.

Gráfico 4 - Média das respostas (bioplástico *drop in* x não *drop in*)

Fonte: Elaboração própria.

Sem embargo, a literatura sugere que outros desafios se apresentariam em uma possível transição; dentre eles, fatores tecnológicos e de infraestrutura. A premissa apresentada por Roysen et al. (2022) afirma que, nas primeiras fases de desenvolvimento, as novas tecnologias geralmente estão mal desenvolvidas em termos das necessidades dos usuários e são caras devido, sobretudo, à baixa escala de produção e por não terem sido testadas pelos consumidores em larga escala. Essas novas tecnologias podem exigir tecnologias complementares que não estão disponíveis ou são caras para usar.

As pesquisas recentes têm indicado que há relevantes distinções entre os bioplásticos *drop in* e não *drop in* em relação às variáveis avaliadas - mas, à primeira vista, tais distinções, como já dito, parecem não estar tão claras para os entrevistados. Barbato et al. (2022), por exemplo, pontuam que 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. Na visão dos autores, por se tratar da produção de material inovador (bioplástico não *drop in*), que exige novas tecnologias, um de seus maiores desafios seria a readequação de todo o maquinário utilizado na indústria convencional, o que eles

denominaram como “destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional e também do plástico *drop in*”.

O plástico *drop in* tem encontrado maior espaço nas projeções futuras para os bioplásticos ao proporcionar aos agentes envolvidos uma menor percepção de riscos, uma vez que pode ser produzido demandando mudanças estruturais consideradas “gerenciáveis”. Ele tem sido desenvolvido dentro da indústria petroquímica, em conformidade com as políticas, normas e restrições já vigentes (OROSKI, 2013).

Por esse prisma, é possível afirmar também que o custo de produção do bioplástico *drop in* é mais baixo se comparado ao não *drop in*, uma vez que a sua produção não implica em mudança abrupta das tecnologias já implantadas na indústria atual – ao contrário do bioplástico não *drop in*, que demanda destruição de capital já constituído da indústria do plástico convencional, bem como a readequação de todo o maquinário utilizado atualmente. Essa disparidade entre custos de *drop in* e não *drop in* parecem não estar claras, também, para os entrevistados, dando a entender, pela nota dada na escala Likert, que ambos são igualmente custosos.

Após a resposta objetiva da pergunta anterior, procedeu-se com a possibilidade de o entrevistado indicar outro desafio que não tenha sido pontuado pelo formulador do questionário. A íntegra das respostas está lançada a seguir:

Quadro 14 - Há outros desafios não citados ou algum comentário sobre a pontuação escolhida? Especifique-os. (Para bioplástico *drop in*)

Entrevistado	Pergunta
E1	Creio que um dos principais pontos seria utilizar área agricultável para produção de um insumo naturalmente produzido no mundo via nafta ou gás.
E2	Falta de profissionalismo, maquinários, sem incentivo governamental e ausência de técnicos na especialização, tanto na área técnica como na comercialização, por se tratar de nova tecnologia.
E3	-
E4	A falta de conhecimento sobre o tema, pode ser um dos motivos para a baixa aceitação e implementação.
E5	Mudança de cultura de todo o povo.
E6	-
E7	A cultura do consumidor será o desafio. A população demora a aceitar o novo.
E8	Produtos no meu segmento precisam de testes de carga homologados, não havendo padrões

Entrevistado	Pergunta
	do Inmetro ou outra certificadora, impediria a comercialização.
E9	Tenho muitas dúvidas sobre substituir a produção de alimentos por produção de plásticos e biocombustíveis. Acredito mais como um complemento para estabilizar crises de produção de petróleo / combustíveis.
E10	Sim, a mensuração dos impactos ambientais do plantio em larga escala para geração de insumos para produção de bioplástico.
E11	-
E12	Não.
E13	Não sei informar.
E14	O cliente final, a população, não se preocupa com isso e não exige isso do produtor de quaisquer produtos. A mudança somente atingindo o único órgão sensível: o bolso.
E15	Resistência dos produtos, qualidade.
E16	Não sei
E17	A cadeia de produção está acostumada, só vai mudar se valer a pena financeiramente. É preciso ter vantagem econômica para produzir algo, seja essa vantagem real ou produzida por incentivos do governo.
E18	-

Fonte: Elaboração própria.

O desafio apresentado pelo E15 chama atenção por ser um elemento até então não apresentado por nenhum entrevistado. Ele afirma, com suas palavras, que a “resistência dos produtos” seria um desafio a ser enfrentado em uma transição sociotécnica para bioplástico. Tem-se, nesse sentido, que independente da matéria-prima biosustentável utilizada, o produto deve conter os mesmos requisitos do plástico convencional. Por exemplo, se o plástico comum oferece propriedades de barreira, o bioplástico deve ser capaz de fornecer barreiras ao ar, água ou qualquer outro elemento originário de ambiente externo (KHAN et al., 2017).

Alguns exemplos de fracassos do passado mostraram que certos produtos verdes não foram bem recebidos pelos consumidores, levando a vendas relativamente modestas - apesar de seus efeitos ambientais potencialmente positivos. Como exemplo, cita-se a linha de calçados ecologicamente corretos da Nike, “*Considered*” (JANA, 2009), e a linha verde de produtos de limpeza da Clorox, “*Green Works*” (ERMA, 2018).

Chama a atenção também a resposta de E5, que fala sobre a necessidade de mudança de cultura da nossa população e de E8 sobre a necessidade de padrões do Inmetro e de

certificações que, se inexistentes e não regulamentadas, impediriam a comercialização de seus produtos com material adverso ao do plástico convencional.

A próxima pergunta é em formato aberto e diz respeito à possibilidade do entrevistado apresentar outros desafios para bioplástico não *drop in* que não foram citados no questionário:

Quadro 15 - Há outros desafios não citados ou algum comentário sobre a pontuação escolhida? Especifique-os. (Para Bioplástico não *drop in*)

Entrevistado	Pergunta
E1	-
E2	-
E3	-
E4	A falta de conhecimento sobre o tema, pode ser um dos motivos para a baixa aceitação e implementação.
E5	-
E6	-
E7	Novidades tecnológicas, mesmo para gerar um consumo sustentável requer tempo, para mudança de cultura.
E8	Certificadoras para homologar os produtos
E9	Sim. O modismo. As pessoas acabam aderindo só por que está na moda, e não analisam todos os impactos no nosso dia a dia.
E10	Sim, a mensuração dos impactos ambientais do plantio em larga escala para geração de insumos para produção de bioplástico.
E11	-
E12	Não.
E13	Não sei informar
E14	O cliente final, a população, não se preocupa com isso e não exige isso do produtor de quaisquer produtos. A mudança somente atinge o único órgão sensível: o bolso.
E15	-
E16	Não sei
E17	Não sei
E18	-

Fonte: Elaboração própria.

As informações indicam que os entrevistados acreditam haver mais desafios para os bioplásticos não *drop in*, uma vez que mais da metade dos entrevistados não responderam ou não souberam responder à Pergunta 8, destinada à bioplástico não *drop in*. Alguns entrevistados apresentadas como respostas a necessidade de Certificadoras para homologar os

produtos e o modismo, já que as pessoas acabam aderindo à novidades só por estarem “na moda”, e, muitas vezes, não analisam com profundidade os impactos de seu uso no cotidiano.

Na Pergunta 9, os desafios são solicitados novamente, trazendo, nessa etapa, também a solicitação de indicação das oportunidades:

Quadro 16 - Quais são as oportunidades e os desafios existentes em uma possível transição de plástico convencional para bioplástico *drop in* e não *drop in*?

Entrevistado	Pergunta
E1	Não há uma razão técnica para isto.
E2	-
E3	Existe uma forte pressão para que as indústrias fomentem a produção de novos materiais, porém os custos do processo como um todo, ainda são muito elevados.
E4	A oportunidade é a fonte de conhecimento, o desafio será o custo elevado. O plástico convencional tem custo baixo, é seguro para transporte e para proteção.
E5	Ainda não creio nessa viabilidade.
E6	<i>Timing.</i>
E7	Tornar uma indústria sustentável, exigências do novo consumidor.
E8	Entendo pouco, mas acredito que poderíamos ser pólo produtor para o país e com uma estratégia de valorização da indústria local e da cultura de cuidado com o planeta.
E9	As oportunidades são muitas. Sempre que coisas novas aparecem, forma-se uma onda onde muitos irão surfar, e muitos irão se afogar. Essa é a vida de todo o empreendedor.
E10	As maiores oportunidades estão na substituição do uso de plástico convencional em produtos descartáveis e os desafios estão relacionados ao desenvolvimento da indústria de reciclagem de plástico convencional, o custo de produção dos grãos bioplásticos e os impactos ambientais da produção agrícola em escala para atender ao mercado produtor de insumos bioplásticos.
E11	Novos postos de trabalho.
E12	Acredito que as oportunidades estarão voltadas para as instituições e organizações que estiverem mais avançadas tecnologicamente para a criação de soluções que viabilizem a comercialização dos bioplásticos e os desafios serão como as instituições e organizações, que utilizam o plástico convencional e abastecem o setor, farão para se adaptar.
E13	Não sei informar.
E14	As oportunidades no Brasil são bem pequenas, pois a política de reciclagem é ínfima. Encontrar plástico para ser reciclado, devidamente separado é difícil e caro. Mas encontrá-lo nos lixões, nos rios, lagos e mar é fácil.

Entrevistado	Pergunta
	No prédio onde moro, os moradores começaram a separar plásticos, vidros, papelão, metais e etc. Deixaram de fazer quando souberam que a coleta misturava tudo de novo no caminhão. Ou seja, mesmo que a população se interesse em fazer, o Estado sabotará e impedirá de acontecer a reciclagem e a coleta seletiva.
E15	Custo alto.
E16	Não sei
E17	Tem que ser financeiramente viável.
E18	Oportunidade de conseguir contribuir com o meio ambiente mais limpo, já que não temos uma consciência coletiva da destinação correta do plástico e ele acaba na natureza e o grande desafio de conseguir cobrar mais nos preços ao consumidor final.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as oportunidades apresentadas, destacam-se: “tornar a indústria mais sustentável”, “possibilidade de substituição do uso de plástico convencional em produtos descartáveis” e “contribuição para um meio ambiente mais limpo”. Com base nas respostas, é possível afirmar que a maior parte dos entrevistados não vislumbram, ainda, oportunidades em uma possível transição de plástico convencional para bioplásticos. Por sua vez, a análise da Moda (Mo), que representa o dado mais frequente de um conjunto de dados, indica que o “custo” é o mais citado entre os desafios que a transição enfrentaria. Observa-se também que, mais uma vez, muitos fugiram do tema, apresentando respostas adversas ao que fora indagado.

c) Eixo Estruturante 3 – Ações de sustentabilidade adotadas e visão de futuro

Neste bloco, dar-se-á atenção às ações de sustentabilidade adotadas nas indústrias às quais os entrevistados pertencem e à visão de futuro desses profissionais em relação ao plástico.

Quadro 17 - Em sua opinião, qual será o curso tomado pela indústria do plástico no longo prazo?

Entrevistado	Pergunta
E1	Creio que continuará crescendo entre 5% e 6% anualmente
E2	Maquinários modernos, tecnologia de ponta, profissionais capacitados, e bastante incentivo da parte governamental, que nós retiramos do meio ambiente, muitas toneladas de material, seja garrafa PET, tampinhas, e outros materiais de plásticos.

Entrevistado	Pergunta
E3	Incluir novos materiais em seu processo produtivo.
E4	Ampliar o conceito da economia circular, além do fortalecimento e ampliação da reciclagem.
E5	Adesão aos conceitos e processos da Economia Circular
E6	Acredito que principalmente a reciclagem e a logística reversa serão mais incentivadas, a fim de que diminua o impacto ambiental do plástico. De fato, em relação ao bioplástico, não tenho conhecimento profundo, mas viabilizando as características técnicas e os custos podem ser uma alternativa possível.
E7	Ajustar a produção para atender a demanda dos consumidores.
E8	Em geral as empresas buscam diálogo no governo para discussão, hoje temos entraves como os incentivos que desejamos para empresas de reciclagem (energia, por exemplo), baixíssimo profissionalismo nos segmentos de coleta, as leis que tratam da “logística reversa” e incentivos para que ela de fato seja implantada, à exemplo de outros estados, não saem. Eu vejo o setor tentando avançar com a ABIPLAST e não conseguindo.
E9	Ela continuará existindo, com mais dificuldades, mas ainda com muito chão pela frente, desde que faça os ajustes necessários.
E10	Caso a indústria do bioplástico não consiga reduzir os custos dos biopolímeros, o mercado continuará se especializando em reciclagem.
E11	Política pública e legislação.
E12	Acredito numa tendência de avanço tecnológico e ações sociais que incentivem a substituição do plástico convencional por bioplásticos.
E13	Não sei informar.
E14	Aquele que seu cliente final desejar. Se a população for educada no sentido de privilegiar os bioplásticos (<i>drop in</i> ou não) em detrimento aos polímeros convencionais, o curso favorável em direção aos bioplásticos ocorre. Se a população continuar inerte, privilegiando somente e tão somente o preço, pouco se importando com o planeta, nada ocorrerá de mudança, sendo então o curso esse mesmo que hoje ocorre.
E15	Continuará atuante.
E16	Opção por plásticos recicláveis e reutilização dos mesmos.
E17	Não sei.
E18	Tudo vai depender da demanda dos consumidores e incentivos governamentais.

Fonte: Elaboração própria.

Neste bloco, conceitos como reciclagem, reutilização e Economia Circular e a logística reversa são amplamente citados como alternativas de longo prazo para a problemática do descarte indevido de plástico convencional. Observa-se o reforço do nicho e do regime sociotécnico vigentes, sustentados pela paisagem sociotécnica atual, na qual ainda há relativa

abundância de petróleo (o que faz o custo do material ser relativamente acessível) e a ausência de elementos que pressionem o nicho atual a buscar novas soluções para o problema abordado.

Nesta pergunta, observa-se também uma mudança de posicionamento, agora, bem mais positiva em relação ao futuro da indústria onde a prerrogativa é a manutenção do plástico convencional - mas em um futuro onde há plásticos recicláveis, incentivos fiscais, em um mercado que cresce entre 5% e 6% anualmente, com maquinários modernos, tecnologia de ponta e profissionais capacitados, segundo eles.

Quadro 18 - Quais ações de sustentabilidade estão sendo adotadas na indústria do plástico local enquanto a transição para o bioplástico não acontece?

Entrevistado	Pergunta
E1	O setor está tomando medidas para que o descarte ocorra de maneira correta.
E2	Pelo meu conhecimento nenhuma.
E3	Reciclagem.
E4	Ampliação do programa de educação ambiental @tampinhadobemes nas indústrias do setor e em toda sociedade, fortalecimento e aplicação da logística reversa. Qualificar os trabalhadores das associações de Catadores e estimular a seleção qualificada dos resíduos, realização da 16ª Semana do Plástico, na edição de 2023 o tema será reciclagem, com envolvimento de escolas, associações de Catadores, academia.
E5	Reciclagem das incontáveis toneladas de plásticos em circulação.
E6	Existem muitas iniciativas relacionadas à reciclagem e logística reversa, porém ainda sem tanto impacto direto na minha Indústria.
E7	Ainda não há essa transição para o bioplástico. Porém a indústria local incentiva a prática da reciclagem que será a principal alavanca para o destino correto dos resíduos.
E8	No meu segmento incentivamos o reuso, fazemos coleta em apoio a projetos e enviamos resíduos para reciclagem.
E9	Existem algumas medidas como o incentivo à reciclagem, à separação daquilo que pode ser reaproveitado e a uma mudança de cultura que está sendo muito positiva. Existe também uma série de empresas fazendo a gestão dos resíduos e remunerando quem recicla - o que pode fortalecer em muito esse mercado.
E10	Campanhas e eventos informativos com palestra e debates a respeito do bioplástico e da reciclagem.
E11	Não conheço

Entrevistado	Pergunta
E12	Não vejo ações de sustentabilidade significativas sendo adotadas pela indústria do plástico local, pois acredito que não há disponibilidade econômica para essa finalidade. As empresas não investem, pois não enxergam retorno sobre esse investimento.
E13	-
E14	Nenhuma
E15	Reciclagem
E16	Não sei
E17	Reciclagem
E18	Ações como a tampinha legal que busca a logística reversa, a reciclagem e conscientização da população de jogar o lixo no lugar correto.

Fonte: Elaboração própria.

Dos entrevistados, cinco não responderam ou não souberam responder e, novamente, o incentivo à reciclagem foi pontuado. Outras variáveis como gestão dos resíduos, incentivo ao reuso, ações como o “Tampinha legal” (projeto que capta e revende tampas plásticas) e elaboração de programa de educação ambiental também foram mencionados pelos participantes.

Se, na visão daqueles que atuam diretamente na indústria do plástico, o bioplástico não é, em geral, uma solução viável de longo prazo, então quais alternativas serão possíveis? Diante das respostas apresentadas, é possível afirmar que ações de sustentabilidade adotadas pelos entrevistados e suas respectivas visões de futuro ainda estão voltadas para ações de reciclagem de materiais a para aquelas que circundam os principais instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Nesse ínterim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências, apresenta em seu Art. 8º os seus principais instrumentos que servem de base para a sua aplicação, sendo esses:

Quadro 19 - Principais Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

<p>I - os planos de resíduos sólidos;</p> <p>II - os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos;</p> <p>III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da</p>
--

responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;

V - o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária;

VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - a pesquisa científica e tecnológica;

VIII - a educação ambiental;

IX - os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;

X - o Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

XI - o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir);

XII - o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa);

XIII - os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde;

XIV - os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos;

XV - o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos;

XVI - os acordos setoriais;

XVII - no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre os instrumentos apresentados, é importante destacar, apoiado nas entrevistas, aqueles destinados à coleta seletiva, aos sistemas de logística reversa e a outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Para que a Economia Circular se torne eficiente, é necessária a difusão do senso de responsabilidade compartilhada para toda a população, englobando toda a gama de atores envolvidos desde o processo de produção até o pós-consumo (LUI, 2022).

Alguns desses instrumentos foram amplamente citados e defendidos pelos entrevistados como sendo parte da solução de mitigação dos problemas causados pela produção e descarte indevido do plástico convencional produzido à base de fontes não renováveis.

3.4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como todo trabalho empírico, este estudo não está isento de limitações. Uma possível limitação está relacionada ao método de amostragem adotado no estudo. A decisão de investigar as preferências dos consumidores e a disposição de pagar por produtos de consumo de bioplástico derivou da recente urgência em identificar alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais. Embora pesquisas substanciais tenham sido feitas sobre o tema dos bioplásticos, a perspectiva dos agentes que atuam no setor de plástico tem sido pouco estudada.

De modo geral, é possível concluir que a maior parte dos entrevistados ainda possui atitude negativa em relação ao uso de bioplástico. Sob a perspectiva da PMN, trata-se de um nicho vigente ainda muito resistente à transição sociotécnica para bioplástico - tanto *drop in* como não *drop in*.

Através das respostas dos entrevistados, é possível identificar as seguintes barreiras à aceitação de bioplástico na amostra: falta de conhecimento aprofundado sobre o tema, preocupações sobre o potencial conflito entre a segurança alimentar e o cultivo de culturas para alimentação animal; questões de desempenho técnico; confusão dos consumidores e dúvidas sobre os reais benefícios ambientais dos bioplásticos; e outros. Destacam-se entre os principais impulsionadores apresentados para um aumento do uso de bioplásticos os preços mais baixos dos materiais, o aumento do desempenho técnico e os incentivos governamentais. Alguns entrevistados expressaram baixa aceitação à transição para o bioplástico e desconhecimento quanto à diferenciação que existe entre bioplásticos *drop in* e não *drop in*. Ademais, acreditam que os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos voltados para a Economia Circular são as principais alternativas atuais e de longo prazo para a resolução da problemática que envolve a produção e o descarte indevido de plástico convencional no meio ambiente.

É possível afirmar que ainda se faz necessário o fomento de nichos locais para a inovação, mas mais que isso, torna-se imprescindível a superação dos inúmeros desafios apresentados no regime sociotécnico e uma mudança estrutural de longo prazo da paisagem sociotécnica em nível mundial (macro) para que uma mudança de paradigma, de fato, aconteça.

Em certo nível, todas as premissas básicas contidas em um regime sociotécnico estão presentes nas respostas (Fatores tecnológicos e de infraestrutura, Políticas governamentais,

Fatores culturais e psicológicos, Demanda e Competências adquiridas) e podem ser detectadas nas respostas dos entrevistados, indicando impeditivos ao avanço da transição sociotécnica do bioplástico.

Não ficou claro o grau de influência da paisagem sociotécnica nos nichos vigentes e regimes sociotécnicos apresentados. Porém, o preço do petróleo é um fator que mantém o *status quo* atual, no qual predomina o plástico convencional. Há evidências de que a abundância de petróleo atual, o atrativo preço do petróleo (visto que o preço do bioplástico *drop in* é cerca de 30% superior ao preço do plástico convencional, por exemplo) e a preferência por plásticos flexíveis, versáteis e financeiramente acessíveis constituem elementos que respaldam a manutenção dos plásticos convencionais na atualidade, entretanto, no curto prazo, não há pela ótica dos entrevistados uma possibilidade real de migração para bioplástico.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A transição de um padrão convencional de produção e consumo de plásticos à base de petróleo para um padrão fundamentado em bioplásticos deve passar pelo crivo de aceitação social e ser sustentada pelo desenvolvimento de novas tecnologias (FRANCO, 2019). Essa transição pode ser entendida como sociotécnica e teoricamente fundamentada por meio da Perspectiva Multinível (PMN), que enfatiza a coevolução dos processos de produção e da sociedade. Compõe a PMN o nicho inovador (nível micro), o regime sociotécnico (nível meso) e a paisagem sociotécnica (nível macro).

Sobre o nicho inovador, consta a afirmação de que o grau de maturidade das tecnologias de produção e reciclagem dos bioplásticos ainda não está suficientemente desenvolvido para a substituição das tecnologias incumbentes de produção de plásticos convencionais (FRANCO, 2019) e um de seus maiores desafios é o desenvolvimento de tecnologias que apresentem materiais satisfatórios (EVANS, y et al., 2020). Essa questão, todavia, é ainda mais ampla pois compreende que os padrões e expectativas atuais da sociedade, que fomentam a produção e o consumo de plástico, sobretudo aqueles de uso único, são o resultado de processos sociotécnicos de coevolução.

Foram identificados nichos locais voltados para a inovação, imprescindíveis para a superação dos inúmeros desafios apresentados no regime sociotécnico e uma mudança estrutural de longo prazo da paisagem sociotécnica em nível mundial (macro) para que uma mudança de paradigma aconteça. Os nichos inovadores estão em expansão no Brasil, mas o seu crescimento é tímido quando comparado ao crescimento mundial. Além das indústrias e *startups*, é possível identificar a presença de nichos inovadores nos centros de pesquisa universitários, que têm desempenhado um importante papel na descoberta e desenvolvimento de bioplástico.

De posse da análise das respostas da amostra de agentes da indústria do plástico de cinco municípios do Espírito Santo é possível afirmar a presença de uma atitude ainda relativamente negativa em relação ao uso de bioplástico entre os entrevistados e identificar as seguintes barreiras de transição à aceitação de bioplástico: falta de conhecimento aprofundado sobre o tema, preocupações sobre o potencial conflito entre a segurança alimentar e o cultivo de terras voltadas para a produção de bioplástico em detrimento à produção de alimentos; questões de

desempenho técnico; percepção dos consumidores; e dúvidas sobre os reais benefícios ambientais dos bioplásticos.

Sob a ótica do regime sociotécnico, para um produto ser aceito, faz-se necessário cumprir os requisitos básicos de seu substituto predominante no mercado, e algumas das barreiras existentes para a transição sociotécnica podem estar presentes nos elementos do regime sociotécnico (fatores tecnológicos e de infraestrutura, políticas governamentais, fatores culturais e psicológicos, demanda, competências adquiridas). Segundo a FAPESP (2020), além do atual preço elevado, os bioplásticos apresentam ainda outros desafios a serem superados por seus fabricantes, tais como a necessidade de mudanças em um parque industrial já instalado e dedicado, sobretudo, à produção de polímeros convencionais, a conquista do consumidor para aceitar novos produtos, a falta de políticas públicas que fomentem a produção de materiais mais sustentáveis e as questões de cunho regulatório, como, por exemplo, a certificação e a destinação final correta dos bioplásticos.

Em certo nível, todas as premissas básicas contidas em um regime sociotécnico estão presentes nas respostas dos entrevistados (Fatores tecnológicos e de infraestrutura, Políticas governamentais, Fatores culturais e psicológicos, Demanda e Competências adquiridas) e podem ser detectadas em suas falas, indicando impeditivos ao avanço da transição sociotécnica do bioplástico.

A paisagem sociotécnica, por sua vez, considerada a dimensão mais estável, é quem sustenta a dinâmica predominante no regime sociotécnico. Há evidências de que a abundância de petróleo atual e a preferência por plásticos flexíveis, versáteis e financeiramente acessíveis constituem elementos que respaldam a manutenção dos plásticos convencionais. No longo prazo, uma possível escassez dessa fonte não renovável poderá pressionar os nichos inovadores e o regime sociotécnico a expandir e viabilizar o comércio de bioplástico *drop in* e não *drop in*.

Não ficou claro o grau de influência da paisagem sociotécnica nos nichos vigentes e regimes sociotécnicos apresentados. Porém, o preço do petróleo é um fator que mantém o *status quo* atual, no qual predomina o plástico convencional. Há evidências de que a abundância de petróleo atual, o atrativo preço do petróleo (visto que o preço do bioplástico *drop in* é cerca de 30% superior ao preço do plástico convencional, por exemplo) e a preferência por plásticos flexíveis, versáteis e financeiramente acessíveis constituem elementos que respaldam a

manutenção dos plásticos convencionais na atualidade, entretanto, no curto prazo, não há pela ótica dos entrevistados uma possibilidade real de migração para bioplástico.

De modo geral, os entrevistados acreditam que práticas voltadas para reciclagem, reutilização, economia circular e logística reversa são algumas das melhores alternativas de longo prazo para a resolução da problemática do descarte indevido de plástico convencional. Observa-se o reforço do nicho e do regime sociotécnico vigentes, sustentados pela paisagem sociotécnica atual, na qual ainda há relativa abundância de petróleo (o que faz o custo do material ser relativamente acessível) e ausência de elementos que pressionem o nicho atual a buscar soluções outras para o problema abordado.

Os resultados sugerem novas discussões e estudos sobre o tema, pois apontam que o bioplástico ainda não é amplamente compreendido e aceito pelos agentes que atuam na indústria do plástico. Na sequência do presente trabalho surgiram alguns aspectos que se revelaram interessantes para uma abordagem mais detalhada. De seguida, são referidos sumariamente aqueles que poderão vir a ser objeto de futura investigação:

- Elaboração de estudos isolados e individuais do bioplástico *drop in* e não *drop in* devido à vastidão de peculiaridades e particularidades dos mesmos;
- Análise amplificada da paisagem sociotécnica vigente e sua predominância junto ao nicho e regime sociotécnico atual; e
- Produção de pesquisas em campo brasileiro sobre a perspectiva do consumidor quanto ao uso dos bioplásticos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria de Plásticos). **Perfil 2016**. Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. São Paulo. 2016.

ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria de Plásticos). **Perfil 2019**. Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. São Paulo. 2019.

ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria de Plásticos). **Perfil 2021**. Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. São Paulo. 2021.

ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria de Plásticos). **Perfil 2022**. Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. São Paulo. 2022.

AGUIAR, Bernardo; CORREIA, Walter; CAMPOS, Fábio. Uso da escala likert na análise de jogos. **Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais**, v. 7, n. 2, 2011.

ÁLVAREZ-CHÁVEZ, Clara Rosalía et al. Sustainability of bio-based plastics: general comparative analysis and recommendations for improvement. **Journal of cleaner production**, v. 23, n. 1, p. 47-56, 2012.

AMORIM, Daniel Penido de Lima. Bioplásticos: benefícios sustentáveis e ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade, Minas Gerais**, v. 9, n. 1, p. 85-99, 2019.

AMORIM, Daniel Penido de Lima. Bioplásticos: benefícios sustentáveis e ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade, Minas Gerais**, v. 9, n. 1, p. 85-99, 2019.

ARANTES, J. T. Grupo obtém plástico biodegradável, comestível e antimicrobiano mais resistente do que o convencional. **Fapesp**, fev. 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/grupo-obtem-plastico-biodegradavel-comestivel-e-antimicrobiano-mais-resistente-do-que-o-convencional/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

BARBATO, Andrey Gustavo; PAMPLONA, João Batista. OS DESAFIOS PARA A DIFUSÃO DOS BIOPLÁSTICOS NO BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 365-390, 2022.

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

BARNES, Michele et al. Consumer preference and willingness to pay for non-plastic food containers in Honolulu, USA. **Journal of Environmental Protection**, v. 2, n. 09, p. 1264, 2011.

BATSON, C. Daniel; POWELL, Adam A. Altruism and prosocial behavior. 2003.

BERKHOUT, F. Technological regimes, path dependency and the environment. *Global Environmental Change*, 12, 1, p.1-4, 2002.

BERKHOUT, F.; SMITH, A; STIRLING, A. Governing Sustainable Industrial Transformation Under Different Transition Contexts. In: Klaus Jacob, Manfred Binder and

Anna Wieczorek (eds.). Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Environmental Policy Research Centre: Berlin. p. 113 – 132, 2004.

BERTO, PIETRO J.; FERRAZ, DIOGO; REBELATTO, D. A. D. N. Economia Circular, Bioeconomia e Investimento Sustentável: Uma Revisão Sistemática da Literatura.

In: **Conference: XXVII Simpósio de Engenharia de Produção**. 2020.

BIANCHI, Carlos. A Indústria Brasileira de Biotecnologia: montando o quebra-cabeça. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2013.

BIOPLÁSTICO: conheça tipos e aplicações. eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/bioplastico/>> Acesso em: 15 de dez. 2022.

BIOPLASTICS, European. Bioplastics market data 2019. European Bioplastics, Berlin, 2018. ERMA (2018). **The failure of green product brands**. Retrieved from <https://www2.ermacademy.org/publication/risk-management-article/failure-green-product-brands/>.

BISHOP, George; STYLES, David; LENS, Piet NL. Environmental performance comparison of bioplastics and petrochemical plastics: A review of life cycle assessment (LCA) methodological decisions. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 168, p. 105451, 2021.

BOHMERT, K.; BALBO, I.; STEINBÜCHEL, A.; TISCHENDORF, G.; WILLMITZER, L. 2002. Constitutive Expression of the -Ketothiolase Gene in Transgenic Plants. A Major Obstacle for Obtaining Polyhydroxybutyrate-Producing Plants. *Plant Physiol.*128:1282-1290.

BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2010. p. 1530-1537.

BORSCHIVER, Suzana; ALMEIDA, Luiz FM; ROITMAN, Tamar. Monitoramento tecnológico e mercadológico de biopolímeros. **Polímeros**, v. 18, p. 256-261, 2008.

BRAND, Benedikt M.; RAUSCH, Theresa Maria. Examining sustainability surcharges for outdoor apparel using Adaptive Choice-Based Conjoint analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 125654, 2021.

BRASIL, Lei. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2004.

BRASIL. Decreto Lei nº 4.154, de 7 de março de 2002. Regulamenta a Lei no 10.332, de 19 de dezembro de 2001, na parte que institui mecanismo de financiamento para o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos - Genoma, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4154.htm. Acessado em 23.03.2023.

BRASIL. Portaria nº 121, de 18 de junho de 2019. **Institui, no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o Programa Bioeconomia Brasil – Sociobiodiversidade**. Diário Oficial da União: Brasília, DF. 19/06/2019.

BRASKEM. **Braskem investe US\$ 61 milhões na expansão da produção de biopolímeros.** <https://www.braskem.com.br/detalhe-noticia/braskem-investe-us-61-milhoes-na-expansao-da-producao-de-biopolimeros>. 23 de Fevereiro de 2021. Acesso: 20 dez. 2022.

BRASKEM. Relatório Anual 2017. . [S.l: s.n.], 2018.

BRITO, G. F.; AGRAWAL P.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T.J.L. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*. v 6.2, p. 127-139, 2011.

CARSTENS, Danielle Denes dos Santos; CUNHA, Sieglinde Kindl da. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. **Energy Policy**, v. 125, p. 396-404, fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.063>

CASTILHO, Virgínia Ramos. A REGULAMENTAÇÃO DA BIOECONOMIA PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. **Dom Helder Revista de Direito**, v. 3, n. 6, 2020.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA (CLP). **Ranking de Competitividade dos Estados: Edição 2022**. São Paulo: Centro de Liderança Pública, 2022. Disponível em: <https://www.rankingdecompetitividade.org.br/>. Acesso: em 03 mar. 2023.

COCA-COLA. PlantBottle 2.0: Coca-Cola Unveils World's First PET Plastic Bottle Made Entirely from Plants. Disponível em: <<http://www.coca-colacompany.com/stories/plantbottle-20-coca-cola-unveils-worlds-first-pet-plastic-bottle-made-entirely-from-plants>>. Acesso em: 23 de mar. 2023.

COE, J. M. e ROGERS, D. B. Marine debris: sources, impacts and solution. Springer Series on Environmental Management, Springer-Verlag: New York, 432, 1997.

CONFENTE, Ilenia; SCARPI, Daniele; RUSSO, Ivan. Marketing a new generation of bioplastics products for a circular economy: The role of green self-identity, self-congruity, and perceived value. **Journal of Business Research**, v. 112, p. 431-439, 2020.

CONSUMER REPORTS (2018). **How to protect your car from rodents**. Retrieved from <https://www.consumerreports.org/car-maintenance/how-to-protect-your-car-from-rodents/>.

COSTA, João Pedro Farinha Nunes da. **Bioplásticos compostáveis na economia circular**. 2018. Tese de Doutorado.

DE ALMEIDA OROSKI, Fabio; CHAVES ALVES, Flávia; BOMTEMPO, José Vitor. Bioplastics tipping point: drop-in or non-drop-in?. **Journal of Business Chemistry**, v. 11, n. 1, 2014.

DE FARIAS NASCIMENTO, Ketilley Raira; DOS SANTOS, Maria Rosilane Rodrigues. Sacolas Biodegradáveis: Sustentabilidade e ascensão da produção. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0171-0189, 2022.

DE PAOLI, Marco Aurelio. Degradação e estabilização de polímeros. 2009. DIAS, Rodney Fagundes; CARVALHO, CAA de. Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e perspectivas. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 410-430, 2017.

DE SOUZA, Fernando Vidal. Uma abordagem crítica sobre o greenwashing na atualidade. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 3, n. 2, p. 148-172, 2017.

DEMARQUETE, Nicole. Estrutura e propriedades de polímeros. Disponível em: <http://www.pt.usp.br/pmt5783/Pol%C3%ADmeros.pdf>. Acessado em 02 fev 2022.

DILKES-HOFFMAN, Leela et al. Public attitudes towards bioplastics—knowledge, perception and end-of-life management. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 151, p. 104479, 2019.

DO AMARAL, Murilo Alves; BORSCHIVER, Suzana; MORGADO, Cláudia do Rosário Vaz. Análise do segmento de bioplásticos: prospecção tecnológica em “plásticos verdes”, PHA e PLA. **Engvista**, v. 21, n. 2, p. 228-241, 2019.

DOBRUCKA, R. Bioplastic packaging materials in circular economy. **Scientific Journal of Logistics**, v. 15, n. 1, p. 129-137, 2019. Disponível em: https://www.logforum.net/pdf/15_1_10_19.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

ESCOBAR, Neus et al. Land use mediated GHG emissions and spillovers from increased consumption of bioplastics. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 12, p. 125005, 2018.

EUROPEAN BIOPLASTICS ASSOCIATION. Issue: Dropping in”: Bioplastics – same performance but renewable. (2012). Disponível em <http://en.europeanbioplastics.org/blog/2012/07/13/dropping-in-bioplastics-same-performance-but-renewable/>. Acesso em: fev.2023.

EUROPEAN BIOPLASTICS, entrevista com o presidente François de Bie <https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/1380-Crescimento-do-mercado-global-de-bioplásticos.html> Acesso em: 29 de set. de 2022.

EUROPEAN COMMISSION, 2018. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the Impact of the Use of Oxo-degradable Plastic, Including Oxo-degradable Plastic Carrier Bags, on the Environment. Brussels.

EUROPEAN PATENT OFFICE, 2021 <https://www.epo.org/news-events/news/2021.html> Acesso em 06 mar. 2023.

EVANS, David M. et al. Understanding plastic packaging: The co-evolution of materials and society. **Global Environmental Change**, v. 65, p. 102166, 2020.

Ferreira F. (2019) Bioeconomia – com futuro, se verdadeiramente sustentável. CULTIVAR Cadernos de Análise e Prospetiva e Prospetiva No 15 30-35 pp. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP). ISBN 2183-5624.

FILICCIOTTO, Layla; ROTHENBERG, Gadi. Biodegradable plastics: Standards, policies, and impacts. **ChemSusChem**, v. 14, n. 1, p. 56-72, 2021.

FRANCO, D. Y. F., **Transição Socio-Técnica dos Plásticos sob a ótica do desenvolvimento dos bioplásticos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2019.

FREITAS, Henrique et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 35, n. 3, 2000.

FUNDAÇÃO HEIRINCH BÖLL STIFITUNG. Atlas do Plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. 1o ed. Rio de Janeiro. Brasil, 2020.

GABRIEL, Andreas et al. **Zahlungsbereitschaft von Kunden im gaertnerischen Einzelhandel fuer Pflanzentoepe aus nachwachsenden bzw. recycelten Rohstoffen**. 2011.

GÂRDAN, Daniel Adrian et al. Bioeconomy development and using of intellectual capital for the creation of competitive advantages by SMEs in the field of biotechnology. **Amfiteatru Economic**, v. 20, n. 49, p. 647-666, 2018.

GAZETA DO POVO. Biotecnologia e propriedade intelectual, 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vidapublica/justica-ireito/artigos/conteudo.phtml?id=1438343>>. Acesso em 28 abr 2022

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, v. 31, n. 8–9, p. 1257- 1274, 2002.

GEELS, F. W. The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860– 1930). *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GEELS, Frank W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research policy**, v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002.

GEELS, Frank W. The dynamics of transitions in socio-technical systems: A multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860– 1930). **Technology analysis & strategic management**, v. 17, n. 4, p. 445-476, 2005.

GEELS, Frank W. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. **Environmental innovation and societal transitions**, v. 1, n. 1, p. 24-40, 2011.

GEELS, Frank W.; SCHOT, Johan. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research policy**, v. 36, n. 3, p. 399-417, 2007.

GIORDANI, A. OLIVEIRA, A. M. S. **Estudo e caracterização de embalagens plásticas produzidas a partir de bioplástico (plástico verde)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais, 2014.

GODOY, Arlida Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, p. 57-63, 1995.

GRIN, John; ROTMANS, Jan; SCHOT, Johan. **Transitions to sustainable development: new directions in the study of long term transformative change**. Routledge, 2010.

HELLVIG, Eliana Leal Ferreira; FLORES-SAHAGUN, Thais Helena Sydenstricker. Os ativos verdes da Braskem x patentes verdes como instrumentos econômicos para

descarbonização do meio ambiente: polipropileno e polietilenos verdes. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 3, p. 9-20, 2021.

HERBES, Carsten; BEUTHNER, Christoph; RAMME, Iris. Consumer attitudes towards biobased packaging—A cross-cultural comparative study. **Journal of cleaner production**, v. 194, p. 203-218, 2018.

HERRMANN, Christoph; RHEIN, Sebastian; STRÄTER, Katharina Friederike. Consumers' sustainability-related perception of and willingness-to-pay for food packaging alternatives. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 181, p. 106219, 2022.

HODSON, Mike; GEELS, Frank W.; MCMEEKIN, Andy. Reconfiguring urban sustainability transitions, analysing multiplicity. **Sustainability**, v. 9, n. 2, p. 299, 2017.

HWANG, S.; KIM, J. United nations and sustainable development goals: A handbook for youth. 2017.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial - Ministério da Economia
<<https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes>> Acesso em 22.09.22.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Gestão de Resíduos Sólidos. <<https://iema.es.gov.br/gestao-de-residuos-solidos>> Acesso: em 03 mar. 2023.

INSTITUTO JOGUE LIMPO. Disponível em: <11nq.com/WdVhN> Acesso em: 03 mar. 2023.

JANA, Reena; HELM, B. Nike quietly goes green. **Business Week**, v. 50, p. 22, 2009.

JASO SÁNCHEZ, Marco Aurelio. El surgimiento de los bioplásticos: Un estudio de nichos tecnológicos. **Acta universitaria**, v. 30, 2020.

JONES, F. A promessa dos bioplásticos. Revista Fapesp, n. 290. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplásticos>. Acesso em: 15 mar. 2022.

JONES, Frances. A promessa dos bioplásticos. **FAPESP. Available online: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplásticos/>(accessed on 20 June 2020)**, 2020.

KAINZ, Ulla. **Consumers' willingness to pay for durable biobased plastic products: findings from an experimental auction**. 2016. Tese de Doutorado. Technische Universität München.

KAKADELLIS, Sarah; ROSETTO, Gloria. Achieving a circular bioeconomy for plastics. **Science**, v. 373, n. 6550, p. 49-50, 2021.

KALAYCI, Irfan; UZUN, Ali Duran; ÖZKURT, Hatice. Bioeconomy and/or biotechnology: Limited improvements in Turkey. In: **International Conference on Transformations and Innovations in Management (ICTIM 2017)**. Atlantis Press, 2017. p. 167-179.

KASAVAN, Saraswathy et al. Plastic pollution in water ecosystems: A bibliometric analysis from 2000 to 2020. **Journal of Cleaner Production**, v. 313, p. 127946, 2021.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 10, n. 2, p. 175-196, 1998.

KHAN, Bahram et al. Thermoplastic starch: A possible biodegradable food packaging material—A review. *Journal of Food Process Engineering*, v. 40, n. 3, p. e12447, 2017.

KLEIN, Florian Felix; EMBERGER-KLEIN, Agnes; MENRAD, Klaus. Indicators of consumers' preferences for bio-based apparel: a German case study with a functional rain jacket made of bioplastic. *Sustainability*, v. 12, n. 2, p. 675, 2020.

KOCHANSKA, Ewa et al. Global Ban on Plastic and What Next? Are Consumers Ready to Replace Plastic with the Second-Generation Bioplastic? Results of the Snowball Sample Consumer Research in China, Western and Eastern Europe, North America and Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 21, p. 13970, 2022.

LANDEWEERD, Laurens; SURETTE, Monique; VAN DRIEL, Corry. From petrochemistry to biotech: a European perspective on the bio-based economy. *Interface Focus*, v. 1, n. 2, p. 189-195, 2011.

LANGEVELD, J. W. A. et al. Development perspectives of the biobased economy: the need for a systems approach. In: **Building sustainable rural futures: the added value of systems approaches in times of change and uncertainty. 9th European IFSA Symposium, Vienna, Austria, 4-7 July 2010.**

LEAL FILHO, Walter et al. An assessment of attitudes towards plastics and bioplastics in Europe. *Science of the Total Environment*, v. 755, p. 142732, 2021.

LESLIE, Heather A. et al. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment international*, v. 163, p. 107199, 2022.

LETTNER, Miriam; SCHÖGGL, Josef-Peter; STERN, Tobias. Factors influencing the market diffusion of bio-based plastics: Results of four comparative scenario analyses. *Journal of Cleaner Production*, v. 157, p. 289-298, 2017.

LOPES, Maurício Antônio. O Brasil na Bioeconomia. *Jornal Correio Braziliense*, v. 14, 2015. EUROPEAN BIOPLASTICS, 2016. **What are bioplastics? Eur. Bioplastics Fact Sheet 1-4.**

LUCAS, Nathalie et al. Polymer biodegradation: Mechanisms and estimation techniques—A review. *Chemosphere*, v. 73, n. 4, p. 429-442, 2008.

LUCKACHAN, Gisha E.; PILLAI, C. K. S. Biodegradable polymers—a review on recent trends and emerging perspectives. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 19, p. 637-676, 2011.

LUI, Gabriel. Gestão pública de resíduos sólidos e a Economia Circular—uma análise comparativa a partir de instrumentos administrativos e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). 2022.

MAIA NETO, J. Contribuições do Poder Legislativo no combate à poluição causada por plástico. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Junho 2021 (Boletim Legislativo nº 95, de 2021). Disponível em: Acesso em: 06 Fev. 2023.

MANCUSO, Wagner Pralon; GOZETTO, Ana Cristina Oliveira. Lobby: instrumento democrático de representação de interesses?. **Organicom**, v. 8, n. 14, p. 118-128, 2011.

MASCARENHAS, Josenice Maria Gusmão Amorim. Bioplásticos e plásticos biodegradáveis surfando a sexta onda: um estudo sobre a ecoeficiência. **Revista Valore**, v. 4, p. 133-142, 2019.

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.

MCCORMICK, Kes; KAUTTO, Niina. The bioeconomy in Europe: An overview. **Sustainability**, v. 5, n. 6, p. 2589-2608, 2013.

MEHTA, Neha et al. Exploring perceptions of environmental professionals, plastic processors, students and consumers of bio-based plastics: Informing the development of the sector. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 574-587, 2021.

MOHANTY, Amar Kumar; MISRA, Manjusri; DRZAL, L. T. Sustainable bio-composites from renewable resources: opportunities and challenges in the green materials world. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 10, p. 19-26, 2002.

MOLINA-BESCH, Katrin; KESZLERI, Hannah. Exploring the industrial perspective on biobased plastics in food packaging applications—Insights from Sweden. **Sustainable Production and Consumption**, v. 35, p. 72-84, 2023.

MONACO, Rafael. CNI divulga pesquisa inédita sobre bioeconomia no Brasil. 2014. Disponível em: Acesso em 29 out. 2021.

MOREIRA, Luciana Fonseca. **Do campo para a indústria química: oportunidades para o Brasil na bioeconomia mundial**. 2019. Tese de Doutorado.

MORONE, Piergiuseppe et al. Consumer willingness to pay for bio-based products: Do certifications matter?. **International Journal of Production Economics**, v. 240, p. 108248, 2021.

NOTARO, Sandra; LOVERA, Elisabetta; PALETTO, Alessandro. Consumers' preferences for bioplastic products: A discrete choice experiment with a focus on purchase drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 330, p. 129870, 2022.

OLIVATTO, Gláucia P. et al. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

OROSKI, F. de A. Modelos de negócio e transição de sistemas tecnológicos: o caso dos bioplásticos. 2013.

REINDERS, Machiel J.; ONWEZEN, Marleen C.; MEEUSEN, Marieke JG. Can bio-based attributes upgrade a brand? How partial and full use of bio-based materials affects the purchase intention of brands. **Journal of Cleaner Production**, v. 162, p. 1169-1179, 2017.

REVISTA PLÁSTICO INDUSTRIAL

https://issuu.com/aranda_editora/docs/pi_abril_2022?fr=sMjZhYTQ00TEyODM Aranda Editora - Ano 24 - N- 277 – Abril/Maio 2022. Acesso em 20 de dez. 2022.

REVISTA PLÁSTICO INDUSTRIAL.

<https://www.arandanet.com.br/revista/pi/edicao/2022/junho> Aranda Editora - Ano 24 - N- 278 - Junho Julho 2022 o - 278 – Junho/julho 2022. Acesso em 09 de nov. 2022.

RIP. A., KEMP. R.; Technological change. **Human choice and climate change**, v. 2, n. 2, p. 327-399, 1998.

ROCHA, Angela Machado et al. Estudo de indicadores das pesquisas acadêmicas em biotecnologia nas regiões brasileiras: uma visão em torno da bioeconomia. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 17, n. 32, 2016.

RODRIGUES, Camila Cristina Nascimento; AUGUSTO, Luan Pinho; LEAL, Érika de Andrade Silva. MAPA SOCIOTÉCNICO DA MOBILIDADE URBANA DA CIDADE DE VITÓRIA-ES.

ROTMANS, Jan; KEMP, René; VAN ASSELT, Marjolein. More evolution than revolution: transition management in public policy. **foresight**, 2001.

ROYSEN, R.; CRUZ, T. **Nichos de inovação de base no Brasil: transições tecnológicas, sociais, culturais na esfera da sociedade civil**. Brasília, DF; Edição 1; 2022.

RUMM, Stefanie. **Verbrauchereinschätzungen zu Biokunststoffen: eine Analyse vor dem Hintergrund des heuristic-systematic model**. 2016. Tese de Doutorado. Technische Universität München.

RUSSO, Ivan et al. From trash to treasure: The impact of consumer perception of bio-waste products in closed-loop supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 218, p. 966-974, 2019.

SALWA, H. N. *et al.* Green bio composites for food packaging. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2S4, p. 450-459, 2019. Disponível em: <http://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2021/06/Composites-for-food-Packaging.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SALWA, H. N. et al. Green bio composites for food packaging. **Int. J. Recent Technol. Eng**, v. 8, p. 450-459, 2019.

SANTOS, Fernanda Avelar et al. Plastic debris forms: Rock analogues emerging from marine pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 182, p. 114031, 2022.

SANTOS, Luciana Rochedo Spencer dos. **Fatores multiníveis condicionantes da trajetória inovadora da produção vitivinícola na campanha gaúcha**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

SCARPI, Daniele et al. Individual antecedents to consumer intention to switch to food waste bioplastic products: A configuration analysis. **Industrial Marketing Management**, v. 93, p. 578-590, 2021.

SCHERER, Christoph; EMBERGER-KLEIN, Agnes; MENRAD, Klaus. Biogenic product alternatives for children: Consumer preferences for a set of sand toys made of bio-based plastic. **Sustainable Production and Consumption**, v. 10, p. 1-14, 2017.

SCHERER, Christoph; EMBERGER-KLEIN, Agnes; MENRAD, Klaus. Segmentation of interested and less interested consumers in sports equipment made of bio-based plastic. **Sustainable Production and Consumption**, v. 14, p. 53-65, 2018.

SCHNEIDER, Sergio; GAZOLLA, Marcio. **Os atores do desenvolvimento rural: perspectivas teóricas e práticas sociais**. Ed. da UFRGS, 2011.

SECCHI, Leonardo. **Análise de políticas públicas: diagnóstico de problemas, recomendação de soluções**. Cengage Learning, 2020.

SEIBEL, H. S. Solicitação de Informações [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <contato@huandra.com.br> em 07 fev. 2022.

SEIBEL, H. S. Solicitação de Informações [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <huandraseibel@gmail.com> em 10 abr. 2023.

Seminário Bioplástico Brazil <https://www.eecoo.com.br/seminario-bioplastics-brazil/> Acesso em: 20 de ago. de 2022.

SGARBOSSA, Fabio; RUSSO, Ivan. A proactive model in sustainable food supply chain: Insight from a case study. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p. 596-606, 2017.

SIJTSEMA, Siet J. et al. Consumer perception of bio-based products—An exploratory study in 5 European countries. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 77, p. 61-69, 2016.

STORZ, Henning. Bio-based plastics: status, challenges and trends. 2013. COUNCIL, Bioplastics. Bioplastics simplified: Attributes of biobased and biodegradable plastics. 2016. TULLO, A. Braskem to make propylene from ethanol. **The Chemical Notebook**, 2010.

SHOGREN, Randal et al. Plant-based materials and transitioning to a circular economy. **Sustainable Production and Consumption**, v. 19, p. 194-215, 2019.

STORZ, H.; VORLOP, K.-D. Bio-based plastics: status, challenges and trends. *Landbauforschung*, v. 63, n. 4, p. 321–332, 2013.

TAUFIK, Danny et al. The paradox between the environmental appeal of bio-based plastic packaging for consumers and their disposal behaviour. **Science of the total environment**, v. 705, p. 135820, 2020.

THOMPSON, R. C.; MOORE, C. J.; VOM SAAL, F. S.; SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical*