BIOPLÁSTICOS NOS BRICS: ANÁLISE DAS INICIATIVAS NACIONAIS E PROPOSTAS PARA UMA COLABORAÇÃO INTERNACIONAL

BIOPLASTICS IN THE BRICS: ANALYSIS OF NATIONAL INITIATIVES AND PROPOSALS FOR INTERNATIONAL COLLABORATION

BIOPLÁSTICOS EN LOS BRICS: ANÁLISIS DE INICIATIVAS NACIONALES Y PROPUESTAS PARA UNA COLABORACIÓN INTERNACIONAL

Cintia Neves Godoi
Centro Universitário Alves Faria
cintia.godoi@unialfa.com.br

Destaques

- O artigo analisa as iniciativas de bioplásticos nos BRICS entre 2010 e 2023, destacando particularidades nacionais e propondo colaboração internacional para fomentar avanços e reduzir desigualdades.
- As iniciativas nos BRICS refletem um cenário diversificado com desafios e oportunidades, convergindo no objetivo de reduzir o impacto ambiental dos plásticos e reforçando a importância dos bioplásticos.
- O estudo enfatiza a necessidade de ampliar pesquisas e cooperação regional e internacional, essenciais para o desenvolvimento do setor de bioplásticos nos BRICS.

RESUMO

Este artigo analisa iniciativas de bioplásticos nos países BRICS (África do Sul, Brasil, China, Índia e Rússia) entre 2010 e 2023, buscando identificar desafios e oportunidades para colaboração regional. A pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa e quantitativa com análise de dados, documentos e entrevistas para examinar políticas públicas,

infraestrutura de P&D e desenvolvimento de mercado nos cinco países. A relevância dos bioplásticos como alternativa sustentável ao plástico convencional fundamenta a pesquisa. Cada país dos BRICS mostra um cenário específico: a África do Sul enfrenta problemas de poluição e investe em pesquisas a partir de resíduos, com apoio de associações e empresas. O Brasil destaca-se pela disponibilidade de matérias-primas e iniciativas de empresas como a Braskem. Na China, políticas governamentais impulsionam o crescimento da produção e do mercado. A Índia investe em pesquisa acadêmica e conta com apoio de instituições como o IIT-Gwahati. A Rússia desenvolve tecnologias para PHAs, com potencial comercial, em instituições como o Institute of Biophysics SB RAS. O artigo propõe maior colaboração entre os BRICS para promover políticas e normas para bioplásticos, visando uma cooperação mais integrada.

Palavras Chave: Bioplástico; BRICS; Cooperação Internacional.

ABSTRACT

This paper analyzes bioplastics initiatives in BRICS countries (South Africa, Brazil, China, India, and Russia) between 2010 and 2023, aiming to identify challenges and opportunities for regional collaboration. The research uses a qualitative and quantitative approach with data analysis, documents, and interviews to examine public policies, R&D infrastructure, and market development across the five countries. The study is grounded in the relevance of bioplastics as a sustainable alternative to conventional plastics. Each BRICS country presents a unique scenario: South Africa faces pollution issues and invests in waste-based research, supported by associations and companies. Brazil stands out due to its raw material availability and initiatives from companies like Braskem. In China, government policies drive production and market growth. India invests in academic research with support from institutions like IIT-Guwahati. Russia develops PHA technologies with commercial potential through institutions such as the Institute of Biophysics SB RAS. The article proposes increased collaboration among BRICS countries to promote bioplastics policies and standards, aiming for more integrated cooperation.

Key words: Bioplastics; BRICS; International Cooperation.

RESUMEN

Este artículo analiza iniciativas de bioplásticos en los países BRICS (Sudáfrica, Brasil, China, India y Rusia) entre 2010 y 2023, buscando identificar desafíos y oportunidades para la colaboración regional. La investigación utiliza un enfoque cualitativo y cuantitativo con análisis de datos, documentos y entrevistas para examinar políticas públicas, infraestructura de I+D y desarrollo de mercado en los cinco países. La relevancia de los bioplásticos como alternativa sostenible al plástico convencional fundamenta el estudio. Cada país de los BRICS muestra un escenario específico: Sudáfrica enfrenta problemas de contaminación e invierte en investigaciones basadas en residuos, con apoyo de asociaciones y empresas. Brasil se destaca por la disponibilidad de materias primas y las iniciativas de empresas como Braskem. En China, las políticas gubernamentales impulsan el crecimiento de la producción y del mercado. India invierte en investigación académica con apoyo de instituciones como el IIT-Guwahati. Rusia

desarrolla tecnologías para PHAs, con potencial comercial, en instituciones como el Institute of Biophysics SB RAS. El artículo propone una mayor colaboración entre los países BRICS para promover políticas y normas para bioplásticos, con el objetivo de una cooperación más integrada.

Palabras clave: Bioplásticos; BRICS; Cooperación Internacional.

INTRODUÇÃO

Este artigo analisa as iniciativas de bioplásticos nos países do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) entre 2010 e 2023, explorando os desafios e oportunidades para um esforço de cooperação regional. Com base em uma análise quali e quantitativa, o estudo levanta dados e teorias sobre os desafios do plástico convencional e a necessidade de alternativas sustentáveis. A pesquisa aborda a crescente demanda por materiais com menor impacto ambiental e a importância do uso de recursos renováveis.

Os países do BRICS enfrentam pressões por soluções devido à sua grande produção de plástico e biomassa, além de serem, em muitos casos, receptores de resíduos plásticos importados, como ocorreu com a China até 2017. A partir do banimento de resíduos plásticos importados, houve mudanças significativas no comércio global de resíduos e na gestão de resíduos internos dos países desenvolvidos. Com iniciativas regionais como o *European Bioplastics* na Europa, o artigo sugere que o BRICS também deve organizar-se para fomentar o desenvolvimento de bioplásticos, considerando a relevância econômica e ambiental.

O estudo se divide em introdução, metodologia, revisão de literatura e resultados, com sugestões para uma organização semelhante ao *European Bioplastics* nos BRICS, promovendo uma agenda cooperativa para bioplásticos no bloco.

METODOLOGIA

O presente artigo se apresenta como uma pesquisa de abordagem qualitativa. Serão feitos levantamentos de dados, de documentos institucionais, iniciativas empresariais, industriais, e uma discussão histórica, conceitual e teórica acerca dos BRICS, e da importância de associações para estímulo e organização de temas.

Os principais temas e fontes utilizados para a revisão de literatura incluem o conceito de bioplásticos, abordado por Silva *et al*., (2024) e Garrido, Cabeza e Falguera (2021); o conceito de BRICS, explorado pelo Governo Federal do Brasil e Garcia *et al.,* (2023); e as contribuições da Associação *European Bioplastics* (2024). Além disso, dados sobre iniciativas de bioplásticos nos países BRICS foram levantados junto à Abiplast, *European Bioplastics e* Abicom (2024), enquanto informações gerais sobre os países BRICS foram obtidas através de um levantamento de artigos científicos utilizando Sci Space, Consensus e outras ferramentas de busca online (2024).

A partir de então será apresentada a revisão de literatura. Primeiramente é apresentado o conceito de bioplásticos, bem como dados acerca dos aspectos conjunturais que estimulam novas frentes produtivas considerando novos materiais. Posteriormente será apresentada a iniciativa dos BRICS, e a dinâmica do setor de bioplásticos nos países que compõem os BRICS. Por fim, será discutida a necessidade de associação entre a *European Bioplastics* para os BRICS, como uma associação que possa estimular a cooperação para o setor produtivo, pesquisa e desenvolvimento nos países que o compõem.

REVISÃO DE LITERATURA

Bioplásticos

Os bioplásticos são materiais estimulados, especialmente após as discussões sobre os limites do crescimento, marcadas pela década de 1970.

> According to current data from the Organization for Economic Cooperation and Development [1], global plastic production increased by 230 times from 1950 to 2019 and reached a production level of 460 million tons. With regard to waste, in 2019, around 353 million tons of plastic was discarded worldwide, of which only 9% was recycled. In addition, it is estimated that in 2019, about 22 million tons of plastic waste leaked into the environment, which totals as an accumulation of 109 million tons in rivers and 30 million tons in oceans (Silva *et al.*, 2024, p. 02).

Com cenário de acúmulo de resíduos plásticos, discussões acerca de demandas por novos materiais e ideias de sustentabilidade, novos produtos foram estimulados, dentre eles, produtos oriundos de fontes renováveis, e os bioplásticos.

> The concept of bioplastics relies on renewable feedstocks, and the carbon dioxide capture and release periods have been relatively short. There is a significant variety of materials sold based on starch, algae, soy, agro-

> industrial waste and microorganisms. Applications can be directed to the medical industry, food packaging, cosmetics, agriculture, the textile industry, electronics and construction, among others (Silva *et al.*, 2024, p. 02).

Outro modo de conhecer os bioplásticos é apresentado por Garrido *et al.*, (2021):

> The family of bioplastics is divided into three main groups: 1. Biobased or partly biobased, nonbiodegradable plastics such as biobased polyethylene (PE), polypropylene (PP), poly (vinyl siloxane) (PVS), or poly (ethylene terephtha late) (PET)—so-called drop-ins—and biobased technical performance polymers such as poly (trimethylene terephthalate) (PTT) or thermoplastic polyester elastomers (TPC-ET). lastomers (TPC-ET). 2. Plastics that are both biobased and biodegradable, such as poly (lactic acid) (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHA) or starch polymers. Plastics that are both biobased and biodegradable, such as poly (lactic acid) (PLA) and polyhydroxyalkanoates (PHA) or starch polymers. 3. Plastics that are based on fossil resources and are biodegradable, such as poly (buty Plastics that are based on fossil resources and are biodegradable, such as poly (butylene adipate terephthalate) (PBAT), poly (butylene succinate) (PBS), or polycaprolactone (PCL). Lene adipate terephthalate) (PBAT), poly (butylene succinate) (PBS), or polycaprolac tone (PCL). (Garrido, Cabeza e Falguera, p. 1 e 2, 2021).

A partir dos movimentos de busca por alternativas de materiais que se deram em diversos setores, no caso dos Bioplásticos, houve movimentação em todos os continentes na geração de novos produtos, e matérias primas, seja em grânulos, filmes, etc. Neste sentido,

> A maior parte da capacidade global de produção dos bioplásticos está concentrada na Ásia, com 45%, seguida pela Europa (25%), América do Norte (18%) e América do Sul (12%). Estima-se que o Brasil represente 9,5% do total do mundo, com cerca de 200 mil toneladas produzidas em 2019 (ABIPLAST, 2019, p.16).

A partir destes dados prévios é possível perceber que há demandas globais por bioplásticos, e que a China desponta como um país com maior capacidade produtiva. No entanto, outros países de outras regiões também apresentam potencialidades, como o Brasil. Diante disso, discutir a dinâmica de iniciativas vinculadas ao setor de bioplásticos em países que conformam os BRICS será exercido. Para tanto, a seguir se apresenta a conformação dos BRICS.

A produção de bioplásticos nos BRICS

Brasil, Rússia, Índia e China constituíram inicialmente a proposta do BRIC. Nesta formação, este grupo já representava "mais de 42% da população mundial, 30%

do território do planeta, 23% do PIB global e 18% do comércio internacional", conforme (Brasil, 2023). Tratou-se da formalização de uma parceria, e não de um bloco econômico formal, entre as maiores economias emergentes do mundo, que posteriormente incluíram a África do Sul e formaram os BRICS.

Brasil, Rússia, Índia e China constituíram inicialmente a proposta do BRIC. Nesta formação, este grupo já representava "mais de 42% da população mundial, 30% do território do planeta, 23% do PIB global e 18% do comércio internacional", conforme (Brasil, 2023). Tratou-se da formalização de uma parceria, e não de um bloco econômico formal, entre as maiores economias emergentes do mundo, que posteriormente incluíram a África do Sul e formaram os BRICS.

Em 2006, Brasil, Rússia, Índia e China se reuniram na Assembleia Geral da ONU, em Nova York. Tratou-se de um esforço para gerar suporte às economias emergentes, a partir de iniciativas para cooperação em política e segurança, cooperação financeira e econômica, e cooperação cultural e pessoal.

A África do Sul foi convidada a se juntar ao grupo em 2010 e oficialmente se tornou membro em dezembro daquele ano. Portanto, o grupo BRICS é composto pelo Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul desde 2010 até o presente. Em 2023, durante a 15ª cúpula dos BRICS em Joanesburgo, África do Sul, os líderes da iniciativa passaram a discutir mais profundamente a entrada de novos países. A partir de 2024, seis novos países foram convidados a integrar o grupo: Argentina, Egito, Etiópia, Irã, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos. Cada um desses países apresenta desdobramentos distintos em relação ao convite recebido.

Desde que foi criado, os BRICS chamaram a atenção por aspectos culturais, sociais, políticos, demográficos, econômicos e em análises acadêmicas. É possível analisar esta iniciativa de diversas formas. Garcia, Lannes e Rezende (2023) aponta que com relação aos BRICS é possível enxergar relações estabelecidas de algumas maneiras: *top-down*, horizontal ou verticalmente. Do ponto de vista *top-down* é possível conhecer atuações e definições entre os BRICS que vão atingir os países desenvolvidos. De maneira horizontal é possível perceber algumas relações de parcerias entre os países, e verticalmente são as ações dos países do BRICS que se dão de maneira mais independente com outros países.

Garcia *et al.,* (2023), portanto, apresentam um histórico desta iniciativa, e

também uma discussão sobre algumas formas de abordar os BRICS. Assim sendo,

> A formação dos BRICS marca uma nova fase da globalização no início do século XXI. Esse grupo de países começou a se reunir ao longo dos anos 2000, depois que o banco Goldman Sachs havia inicialmente concebido o acrônimo com o intuito de identificar mercados promissores (Garcia *et al*., 2023, p. 64).

No que diz respeito às formas de se analisar e discutir os BRICS, Garcia *et al.,* (2023), aponta que:

> Podemos observar e analisar os BRICS a partir de, ao menos, três dimensões ou níveis de análise. O primeiro, mais comum, é o olhar "desde cima", quando analisamos o sistema internacional como ambiente composto por Estados nacionais relativamente coesos, dotados de um interesse nacional, que buscam preservar ou aumentar poder num ambiente de competição entre si. Esta abordagem, típica do realismo na discussão teórica das Relações Internacionais, se confunde, em grande medida, com as análises geopolíticas dos BRICS (Garcia *et al*., 2023 p. 65 e 66).

A pesquisa apresenta ainda que: "nessa perspectiva, os BRICS buscam acumular capacidades econômicas, políticas e militares, frente às potências tradicionais, em particular EUA e Europa" (Garcia *et al*., 2023, p. 66). Em outra perspectiva, as autoras apontam que há outros modos de analisar a iniciativa:

> Outra forma de analisar os BRICS é a partir de um olhar "horizontal" (ou para os lados), ou seja, analisando as relações intra-bloco, buscando identificar convergências e assimetrias entre os países. Na área de saúde, por exemplo, os BRICS buscaram adensar a cooperação entre si, estabelecendo grupos de trabalho e memorandos de entendimentos (Padula e Fonseca *apud* Garcia *et al*.,2023, p.66).

Há várias semelhanças entre a maior parte dos países dos BRICS, dentre elas a preponderância de produtos primários na pauta de exportação, conforme salientam (Garcia *et al*., 2023, p. 67):

> Ainda sob esta perspectiva, mostramos em pesquisas anteriores as assimetrias econômicas entre os países, tendo em vista a preponderância econômica da China (Garcia, 2020a; Garcia *et al*., 2023). Nas relações comerciais, por exemplo, três dos BRICS – Brasil, Rússia e África do Sul – mantêm superávits comerciais com a China, porém suas pautas de exportação são compostas, majoritariamente, por produtos primários agrícolas e minerais: soja em grão, minério de ferro, óleo bruto e refinado, carvão, manganês e outros hidrocarbonetos (Garcia *et al*., 2023, p. 67).

E a partir de outra perspectiva, também se pode realizar uma terceira forma de análise, conforme as autoras:

> Por fim, uma terceira forma de analisar os BRICS é a partir das suas relações com outros países e regiões em desenvolvimento, na África, Ásia e América

> Latina. Esse seria um olhar "vertical" (ou bottom-up), uma vez que cada país BRICS atua como uma potência regional, que busca influenciar e acumular poder econômico junto a outros na "periferia". Por vezes, a atuação de grandes empresas multinacionais dos BRICS na África e América Latina reproduzem práticas de exploração de matérias primas, mão de obra e recursos naturais, gerando novos ciclos de acumulação e expropriações. Por exemplo, Thompson *et al.,* (2023) afirmam que a influência econômica da China na África levou a uma reformulação das relações intra-africanas: no lugar dos ideais do pan-africanismo, agora as tais relações são retratadas pelas lentes do "Sul Global" e da "Cooperação Sul-Sul", sendo esta uma narrativa que carrega interesses chineses para dentro do continente (Garcia *et al*., 2023, p. 67 e 68).

Considerando estas possibilidades, é possível neste artigo realizar uma análise para verificar as iniciativas de cada país do bloco, no que concerne ao tema dos bioplásticos. E, por fim, sugerir que, para que possam avançar, será necessário um esforço a partir de um olhar horizontal, que demanda atividades entre os países, e intra-bloco, conforme Garcia *et al*., (2023).

RESULTADOS

Iniciativas levantadas nos BRICS

Como principais resultados foi possível levantar iniciativas nos países que compuseram os BRICS de 2010 a 2023, antes da entrada dos novos países. Desta maneira, a seguir serão apresentadas algumas das iniciativas considerando a ordem: África do Sul, Brasil, China, Índia e Rússia.

África do Sul

O estudo de Mandree, Thopil e Ramchuran (2023) aponta que há um cenário de grande interesse e demandas por novos produtos, especialmente oriundos de fontes renováveis e de resíduos. Assim,

> Globally, greater than 30% of waste is disposed of in some form of landfill, and it is estimated that annual waste-related emissions will increase by up to 76% by 2050. Emissions arising from fossil fuel-derived products and waste disposal in landfills have prompted the development of alternative technologies that utilize renewable resources. Biomass feedstock is being investigated globally to produce renewable fuels and chemicals. Globally, crop-based biomass and waste biomass are the major feedstocks for chemical production, and the market value of crop-based biomass is expected to increase at the fastest rate (Mandree, Thopil e Ramchuran, 2023, p. 01).

Os autores apontam que a África do Sul deve estar atenta a novos materiais, produtos e mercados, especialmente em função da viabilidade de técnicas que tem permitido a conversão de matérias primas oriundas de recursos renováveis possibilitaram avanços. Desta maneira, os autores argumentam que:

> With the advent of synthetic biology, the development of technologies to produce bio-based chemicals in South Africa could gain traction. A considerable number of technologies to produce bio-based technologies have been developed and implemented globally; however, application of these technologies in South Africa is limited due to various forces, including profitable economies of scale, legislation, and subsidies. While the production of bioethanol is more commonly known, co-production of bioethanol with lactic acid or other bio-based chemicals may make investment more attractive in South Africa (Moodley e Trois, 2022, p. 1).

O estudo de Moodley e Trois (2022) realiza uma pesquisa que examina o potencial de resíduos orgânicos como uma fonte alternativa de polihidroxialcanoato (PHA) e polihidroxibutirato (PHB), que são precursores para o bioplástico. Para apresentar o cenário de necessidade por considerar bioplásticos, os autores em questão apontam que a África do Sul possui grande geração de resíduos plásticos, bem como possui grandes desafios quanto aos seus aterros de lixo. Ambos os estudos apontam para a preocupação com os aterros sanitários do país e buscam geração de novos produtos, energia, dentre outros, a partir de resíduos de aterros. Desta maneira,

> Plastic pollution is a major environmental problem around the world, and impacts on almost all ecosystems. South Africa alone accounts for about 10 million tonnes of plastic waste, with an associated cost of ZAR885 billion, taking into account clean up, disposal costs and the impact on certain livelihoods. South Africa is also facing several challenges on the organic waste disposal front owing to the diminished capacity of many municipal landfills (Moodley e Trois, 2022, p. 5).

Quanto às iniciativas vinculadas aos Bioplásticos, na África do Sul se pôde verificar a existência de uma associação nacional, intitulada Plastics S/A, a existência de uma indústria dedicada aos bioplásticos feitos a partir de cana-de-açúcar, denominada Fortis X, e empresas de comércio e distribuição de produtos compostáveis e biodegradáveis oferecidos por empresas como Ecopack, Daypack e Multicup. Quanto ao canal de comunicação dedicado ao tema foi possível reconhecer a atuação da Plastics S/A com endereço virtual dedicado ao tema, bem como o endereço Bioplastics News que abarca discussões acerca de ações de países diversos e é liderado por um agente da África do Sul.

Desta maneira, é possível perceber a produção de conhecimento, com artigos dedicados a considerar a importância dos bioplásticos e potencialidades da África do Sul, bem como iniciativas industriais, comerciais, e de organizações em associação, eventos e produção de conteúdo para compartilhamento com a sociedade por canais de comunicação.

A seguir serão apresentados elementos acerca dos bioplásticos no Brasil.

Brasil

Quanto ao Brasil, trata-se de um país que possui iniciativas diversificadas com relação ao tema dos bioplásticos. O estudo de Godoi *et al.,* (2023) analisou a formação do *cluster* brasileiro de bioplásticos, a partir de ideias de Michael Porter (1999) e seu modelo de Diamante[1] e apontou potencialidades e desafios para o setor no país em questão.

> To advance to an analysis of the Brazilian conjuncture, possibilities for producing biopolymers from national products were presented in an agroindustrial scenario of supplying raw material for biopolymers, as well as an argument about land uses and the possibility of expanding these uses. Subsequently, a reflective exercise was presented on the organization of a productive sector of biopolymers in Brazil, from installing the first biopolymer production industry in Brazil and Latin America. For this purpose, Michael Porter's ideas of Competitiveness were used, the Diamond of Competitive Advantage by the same author and potentialities and weaknesses related to each component of the productive segment of biopolymers about diamond items were problematized (Godoi *et al.,* 2023, p. 50).

Como principais resultados, o estudo apontou que o Brasil tem grandes potencialidades em função da disponibilidade de matéria prima que dá suporte ao setor, especialmente em função da produção do milho, da cana-de-açúcar e da produção agrícola em geral. Desta maneira: "[…] that it is a sector in which Brazil has a tremendous comparative advantage but needs economic, social, political, environmental, and technological investments, among others, to advance to competitive advantage" (Godoi *et al.*, 2023, p. 50).

[1] O Diamante de Porter é uma forma de reconhecer agentes e estruturas envolvidas em um cluster para que este seja competitivo. São quatro aspectos levados em consideração que reúnem agentes públicos, privados, pesquisa e desenvolvimento, cadeia de fornecedores, dentre outros. Ver Porter (1999).

No estudo “Bioconversion of Food Waste into Bioplastics” realizado por (Mclellan *et al*., 2019), os autores apresentam discussões acerca do uso de resíduos de cascas de camarão, casca de arroz, resíduos de soja e mandioca e fibras naturais para geração de bioplásticos. Assim, argumentam que:

> There is a worldwide consensus that the use of different synthetic plastics, which are produced entirely by nonrenewable sources, is a great societal concern. Food waste is another major global issue, even though there is widespread hunger, especially in underdeveloped or developing countries (Santana *et al.*, 2021, p. 292).

Os autores ainda argumentam que esta relação de uso dos resíduos de alimentos para conversão em bioplásticos pode ser suporte às ações de grandes problemas sociais da atualidade.

> This study evaluated some food residues feedstocks (e.g., cassava, rice, and shrimp husks, and natural fibers), which may be used for bioplastics production. Feedstock compositions and structures, and the main characterization techniques of the physicochemical, biological, thermal, and mechanical properties must be optimized in an ecological, sustainable, and renewable way to solve the two largest environmental problems currently faced by society (Santana *et al*., 2021, p. 292).

Neste sentido, o país apresenta oportunidades de disponibilidade de matérias primas, seja do ponto de vista da produção de alimentos, ou de reutilização de resíduos da produção de alimentos, no entanto, para dar conta destas conversões de maneira adequada são necessárias estruturas, instituições e ações que avancem no uso adequado dos recursos, transformando a vantagem comparativa em vantagem competitiva, conforme Porter (1993; 1998; 1999).

No que diz respeito às iniciativas vinculadas ao setor de bioplásticos no Brasil se pode reconhecer ações com relação à associação nacional, intitulada Associação Brasileira de Biopolímeros Compostáveis e Compostagem – Abicom, existência de indústrias com projetos dedicados aos bioplásticos como a Braskem, Ert e Bioelements, bem como empresas que são suporte a este tipo de indústrias, como a Raízen. Também existem empresas dedicadas à comercialização e produção associadas à Abicom, como: Additiva - Química com Propriedade, Basf, Bioreset, eeCoo sustentabilidade, ERT, Romapack, Futamura, IMCD, Já Fui Mandioca, MItsubishi Chemical Group, Moinho Produtos Sustentáveis, Nelxon, Oeko Bioplásticos, Polimex Bioplásticos, RevPack, Tamoios e Wacker.

No que diz respeito aos institutos de pesquisa pode-se citar associados da

Abicom como o Instituto Senai de Tecnologia, TUV Áustria, Merieux Nutrisciences, Associação Brasileira de Embalagens – ABRE, Conselho Regional de Química da Quarta Região – SP. Quanto a eventos, é possível destacar o papel do Bioplastics Brazil, evento dedicado às discussões acerca do setor no Brasil e em outros países, que ocorre anualmente em São Paulo (SP). No que tange aos canais de comunicação se pode considerar a atuação do Conecta Verde, dentre outras iniciativas levantadas.

Desta maneira, se pode perceber discussões acadêmicas, iniciativas de pesquisa, produção, comercialização, eventos científicos, associações dentre outras atividades dedicadas a dar conta e estimular o setor de bioplásticos no Brasil.

No próximo item serão apresentados elementos vinculados ao setor na China.

China

No que diz respeito à China, trata-se de um país extremamente dinâmico, produtivo e inovador no setor dos bioplásticos. Com grandes desafios pela resolução da questão dos resíduos plásticos no país, bloqueando envio de resíduos por outros países ricos para o país, e com mercado interno e externo em busca de soluções ao plástico convencional, o país investiu e dinamizou sua produção nos últimos anos.

O estudo de Mou (2023), aponta que se trata do maior produtor de bioplásticos do mundo. “China is the biggest producer of biodegradable plastic with the market volume of 162.000 tons” (Mou, 2023, p. 342). Além disso, trata-se de um mercado dinâmico, em crescimento e que busca atender demandas pela redução do uso do plástico convencional e dos desafios ambientais da concentração dos resíduos destes no país e no mundo.

> As Asia's most populous country, China is a major consumer of plastics, and biodegradable plastics are considered an effective way to solve the problem of pollution from single-use plastic waste. China is experiencing rapid growth in the market value of biodegradable plastics, arriving at an estimated RMB 23.072 billion in 2023 from RMB 4.056 billion in 2018. In 2021, China's trade of biodegradable plastic-related products saw significant growth. The country's exports reached 136,900 tons valued at 3.96 billion yuan ($591.90 million), with a 27.88% year-on-year increase. Additionally, imports amounted to 8,500 tons valued at 1.96 billion yuan ($293.04 million), showing a remarkable 64.87% year-on-year increase, resulting in a trade surplus of about 2 billion yuan (nearly $300 million) (Mou, 2023, p. 340).

Mou (2023) aponta que os dados atingidos pelo mercado em questão destacam o desempenho chinês, e que o aumento de exportações expõe a competitividade dos produtos chineses.

Quanto aos aspectos políticos, a China também se estrutura normativamente e de acordo com Mou,

> China has made several revisions to the policy for the domestic plastics industry. The establishment of first policy to the plastics industry went into effect in June 2008, effectively prohibiting the manufacturing sector from producing plastic bags smaller than 0.025 mm and limiting the availability for free usage to citizens. (Mou, 2023, p.341)

Godoi, Montanha e Espíndola (2024) apresentam um estudo que aponta esforços produtivos e regulatórios chineses para estimular o setor dos bioplásticos e reduzir a pressão dos resíduos plásticos no país. No artigo em questão se apresenta que:

> Em janeiro de 2020, conforme se expôs anteriormente, o Ministério da Ecologia e do Ambiente, e também a Comissão para o Desenvolvimento Nacional Chinês e Reforma emitiram uma comunicação chamada "Pareceres sobre o reforço adicional do controle da poluição plástica"[2] que anunciou a proibição e restrições a 4 plásticos descartáveis na China nos próximos cinco anos (Godoi, Montanha e Espíndola, 2024, p. 08).

O documento aponta caminhos de orientação para o pensamento chinês, dentre eles, estímulo a materiais alternativos, conforme se pode perceber na seguinte citação:

> Guiados pelo Pensamento de Xi Jinping sobre o Socialismo com Características Chinesas para uma Nova Era, implementaremos plenamente o espírito do 19° Congresso Nacional do Partido Comunista da China e da Segunda, Terceira e Quarta Sessões Plenárias do 19° Comité Central, aderiremos a abordagem centrada nas pessoas, estabelecer firmemente novos conceitos de desenvolvimento e proibir e restringir ordenadamente a produção, venda e uso de alguns produtos plásticos, promover ativamente produtos alternativos, padronizar a reciclagem de resíduos plásticos, estabelecer e melhorar o sistema de gestão para a produção, circulação, uso, reciclagem e descarte de produtos plásticos, controlar efetivamente a poluição plástica de maneira ordenada e eficaz e nos esforçar para construir a Bela China (Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma da China, 2020, p. 01).

No que diz respeito às iniciativas vinculadas aos Bioplásticos na China se pôde verificar a existência de uma associação nacional da indústria do plástico,

[2] O parecer chinês pode ser encontrado no seguinte endereço virtual: https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202001/t20200119_1219275.html. Há também um documento em inglês que se apresenta como tradução e comentários do parecer no endereço: https://bbia.org.uk/wp-content/uploads/2020/08/China%E2%80%99s-ban-on-single-use-plastic-challenges-and-opportunities.pdf.

intitulada como China Plastics Processing Industry Association (CPPIA)[3], como evento, é possível reconhecer os esforços do encontro "Sustainable Biopastics Asia"[4], que reúne países como a China, Coreia do Sul e Japão. No que diz respeito às empresas e indústrias destaque é possível reconhecer empresas que estão ligadas à European Bioplastics, como as chinesas: Jinhui Zhaolong High Tech, PHA Builder, Shandong Ruian Biotechnology, Zhejiang Hisun Biomaterials[5]. Quanto aos centros de pesquisa, obviamente pela grandeza da China, são diversas instituições com programas de pesquisa em química, engenharia industrial, dentre outros que contemplam o tema dos bioplásticos. No entanto, é possível expor aqui, como forma de identificar iniciativas, a Tsinghua University, e a atuação de George Guo-Qiang Chen[6] compõe, por exemplo, o comitê científico e atividades no Simpósio Internacional de Biopolímeros[7] que ocorre anualmente, em diferentes países, e que em 2018 foi sediado na China. No que diz respeito à comunicação, é possível encontrar diversos materiais no endereço virtual China Project[8].

Desta maneira, se pode perceber que há diversas iniciativas produtivas e regulatórias na China, bem como há iniciativas de pesquisa, desenvolvimento e de diálogo com a sociedade.

Para conhecer um pouco mais acerca das iniciativas da Índia abordaremos o país no próximo item.

Índia

Com relação à Índia, de acordo com Sinan (2020), trata-se de um país com cenário ainda inicial de produção e utilização de bioplásticos. Em artigo intitulado "Bioplastics for Sustainable Development: General Scenario in India" o autor aponta

[3] É possível encontrar informações sobre a associação no endereço virtual: http://www.cppia.com.cn/en.

[4] O endereço virtual do evento é: https://www.cmtevents.com/aboutevent.aspx?ev=WEB220101.

[5] As empresas chinesas que estão associadas ao European Bioplastics podem ser conferidas no endereço: Members list – European Bioplastics e.V. (european-bioplastics.org).

[6] O currículo do professor em questão está disponível no website da universidade e pode ser encontrado no seguinte endereço: GuoQiang Chen (tsinghua.edu.cn).

[7] O endereço virtual do evento em questão é: https://isbp2024.com/committees/.

[8] O endereço virtual do China Project é: The China Project | Reporting on China without fear or favor.

que “India has a potential in the development of bioplastic market. Environmental awareness programs, easy availability of feedstock and government backing are boosting the bioplastic market”. (Sinan, 2020, p. 24).

Além disso, a pesquisa aponta esforços de pesquisa e de atuação de empresas que já se destacam no cenário produtivo hindu,

> Scientists across the India working for the development of bioplastics. Very recent development came from IIT-Gwahati and the new bioplastic is under commercial production. Biogreen India’s 1st Biotechnology Company for Biodegradable Products. Truegreen, Plastobags, Ecolife, Envigreen these companies are already producing bioplastics in India (Sinan, 2020, p. 27).

Choubey, Govind e Arjune (2023) expõe que para a ampliação do interesse na Índia acerca dos bioplásticos, com um aumento nas publicações a partir de 2010, indicando mudança em direção a tecnologias para embalagens alimentares sustentáveis.

No que diz respeito a aspectos regulatórios, na Índia também se percebe esforços de estímulo aos bioplásticos.

> In September 2007, the Department of Biotechnology (DBT), Government of India, released the first National Biotechnology Development Strategy (2015-2020). The strategy was to start four critical missions in healthcare, food and nutrition, clean energy, and education. The National Biotechnology Development Strategy focused on producing biomaterials, bioplastics, value-added biomass, and goods made from natural resources. After the 2019 pandemic, India adopted another National Strategy for 2020-2025 to tap the biotechnology sector’s potential to achieve a bio-economy with the inclusion of value-added products, i.e. ‘Bioplastics’ (Choubey, Govind e Arjune, 2023, p. 4).

Vikram Bhanushali, President of the Indian Compostable Polymer Association (ICPA), em artigo para a *European Bioplastics* reforça a discussão sobre esforços regulatórios na Índia para dar conta da redução do uso de produtos plásticos convencionais e ampliação do uso de produtos sustentáveis,

> According to an official notification, a list of selected SUP products will be prohibited in a phased manner starting September 2021 and ending by July 2022. Compostable plastics have been adopted in the policy further reinforcing the Government’s commitments especially from the honourable Prime Minister of India, Mr. Narendra Modi, to reduce plastic waste at the earliest possible. (Bhanushali, 2021)[9]

[9] O artigo em questão pode ser encontrado no endereço virtual: Single Use Plastics and Compostable Biopolymers – The India Story – European Bioplastics e.V. (european-bioplastics.org).

Além disso, o estudo que apresenta levantamentos estatísticos diversos e também aponta a quantidade de estudos científicos, bem como apresenta atuais termos de destaque, conforme a seguir:

> The authors' keyword occurrence and 'co-word analysis' show that sustainability, bioplastic, biodegradation, active packaging, nanocellulose, antimicrobial activity, and food packaging are emerging issues in bioplastic research in India (Choubey, Govind e Arjune, 2023, p. 6).

Os temas apresentados nas palavras-chave acima apresentam diversidade e desdobramentos de pesquisas para o setor produtivo e expõem os interesses da pesquisa e sociedade do país em questão. A pesquisa de Choubey, Govind e Arjune (2023) também expôs mais de dez institutos de pesquisa e desenvolvimento ligados às discussões acerca dos bioplásticos, dentre eles: CSIR-National Institute of Interdisciplinary Science and Technology, CIPET: School for Advanced Research in Petrochemicals (SARP)-LARPM, IIT Guwahati and the Indian Institute of Science, IIT Bombay, Indian Plywood Industries Research and Training Institute (IPIRTI), K J Somaiya College of Engineering, Indian Association for the Cultivation of Science, Indian CSIR-Central Salt and Marine Research Institute, Indian Institute of Food Processing Technology, University of Calcutta, ICAR – Centre Institute for Research on Cotton Technology, Tezpur University, Anna University, National Institute of Ocean Technology, IIT Guwahati (CoE SusPol).

Na Índia, é possível indicar, portanto, iniciativas vinculadas aos bioplásticos. Quanto ao quesito associações, existe uma associação denominada como Indian Compostable Polymer Association (ICPA), no que tange aos eventos, há o Bioplastex[10] que reúne produtores e discussões acerca de bioplásticos, embalagens sustentáveis e outros. Quanto às empresas e indústrias se pode citar Total Energies Corbion Luminy, SKY FKUR Biopolymers, Phitons Bioengineering, CJ Group, CJ Biomaterials, que são empresas patrocinadoras do evento nacional citado anteriormente. As instituições de pesquisa citadas anteriormente apontam a dinâmica e esforços de estudos e, quanto ao

[10] É possível encontrar informações sobre o evento no endereço virtual: BIOPLASTEX 2024 – BIOPLASTEX.COM.

canal de comunicação dedicado ao tema se pode citar o The Hindu[11] pelos materiais já publicados acerca do tema.

No próximo item a Rússia será tema de análise.

Rússia

A Rússia é um país que possui um mercado vinculado aos bioplásticos. De acordo com estudos de Strekalova, Kurbanov e Muslimova (2023), o mercado russo de embalagens biodegradáveis é de cerca de 10.000 toneladas anuais, com planos de aumentar a participação dos materiais biodegradáveis para 25% e os bioplásticos para 640.000 toneladas, e possui projetos de pesquisa para avançar neste setor. Os autores alegam que:

> In the future, according to the action plan for the Development of Biotechnologies and Genetic Engineering, the share of biodegradable materials in the total consumption of polymer products in Russia will increase from 10 to 25%, and the share of bioplastics will be about 640,000 tons (Strekalova, Kurbanov e Muslimova, 2023, p. 01).

Prevendo crescimento da produção e investimentos em pesquisa, os autores consideram que a Rússia pode ser um país líder no setor.

> Summarizing, we can say that Russia has every chance to take a leading position in the market for the production of materials with biodegradable properties, having the technological capabilities for this (Strekalova, Kurbanov e Muslimova, 2023, p. 06).

O estudo de Volova (2014) expõe o estado da arte e tendências internacionais de biomateriais, a posição e o papel dos bioplásticos PHAs, e os potenciais para o desenvolvimento da produção comercial de PHAs degradáveis na Rússia. A autora aponta que,

> […] Institute of Biophysics SB RAS and Siberian Federal University have developed the technologies of the synthesis of PHAs with different chemical structure, exhibiting properties of high-crystallinity thermoplasts and construction elastomers, and used them in pilot production of these polymers (Volova, 2014, p.103).

[11] É possível encontrar matérias acerca de bioplásticos como no endereço a seguir: Bioplastics: the solution to India's plastic pollution woes? - The Hindu ou Balrampur Chini announces ₹2,000 crore capex in India's first industrial bioplastic - The Hindu.

O estudo de Volchok, Shapovalova e Osmakova (2018) objetivou identificar as principais tendências no desenvolvimento do mercado de bioplásticos na Rússia, bem como as áreas de aplicação mais promissoras dos produtos desse mercado. A partir deste, apontou a demanda por avanços nos aspectos regulatórios russos para estimular o mercado de bioplásticos. Para os autores,

> The urgency of the development of the bioplastics market in Russia today is beyond doubt, as evidenced by the current strategic documents. So, in the Comprehensive Program for the Development of Biotechnologies in the Russian Federation for the Period to 2020 and the State Coordination Program "BIO-2020", among the development priorities, "biocompatible materials" for biopharmaceuticals and medicine and "production of biodegradable polymers" for industry and bioenergetics are indicated (VP-P8-2322…, 2012; State coordination..., 2012). Separately, in the documents the need to finalize the technical regulations of the Customs Union "On Packaging Safety" is indicated in order to stimulate the introduction of biodegradable materials. In addition, in the S&T Foresight Study for the Russian Agricultural Sector Until 2030 (2017), approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, the market of biopolymers appears among promising emerging markets (Volchok, Shapovalova e Osmakova, 2018, p. 745).

No que diz respeito às indústrias em atividade na Rússia, os autores citam: "[…] in recent years in Russia there have been manufacturing enterprises engaged in obtaining biodegradable packaging. They are: EuroBalt Company LLC, Tiko-Plastik CJSC, DAR PF, Artplast LLC, Pagoda National Company CJSC, Belavi LLC" (Volchok, Shapovalova e Osmakova, 2018, p. 750). E no que diz respeito aos centros de pesquisa, foram apresentados:

> [...] V. A. Kargin Polymer Research Institute, Karpov Institute of Physical Chemistry, N. M. Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS, Siberian Federal University, Institute of Biophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Centre "Fundamental Foundations of Biotechnology" of the Russian Academy of Sciences, K. G. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS and others (Volchok, Shapovalova e Osmakova, 2018, p. 750).

É possível encontrar inclusive diálogos de representantes do setor privado de plásticos convencionais na Rússia considerando as transformações em andamento, conforme Ekaterina Smirnova da R&P Polyplastic[12]:

> The use of "green" plastics today is increasing around the world: between 2013 and 2018 production of biodegradable plastics has been annually

[12] A entrevista pode ser encontrada no endereço: R&P POLYPLASTIC: Biodegradable and compostable compounds may become growth driver for the market of disposable cutlery and agricultural implements in Russia (polyplastic-compounds.ru).

> increasing by 20.5% and by the end of this period amounted to 2,9 million tons. This is 2.5 times higher than in 2013. Now, we can surely say that this is not a one-time situation but an increasing trend, – noted Ekaterina Smirnova from R&P POLYPLASTIC. – Manufacturers can use bioplastics for production of not only cutlery but also agricultural implements such as tying clips, holders and other small items. The amount of items from "green" polymers will be increasing year by year (R&P POLYPLASTIC, 2024, p. 01).

A matéria supracitada apresenta o interesse e acompanhamento por parte da indústria do plástico nos usos dos bioplásticos, e aponta que para avanços na oferta deste tipo de produtos serão necessárias transformações e maior acesso e disponibilidade de matéria prima, assim se pode ler:

> Specialists of R&P POLYPLASTIC are confident that a shift to biodegradable compounds for production of single-use items is within reach in 5 – 10 years. For successful implementation of this project, several components are required: extensive infrastructure for waste sorting, industrial decomposing and what is most important – availability of Russian bioplastics (R&P POLYPLASTIC, 2024, p.01).

Dessa forma, observou-se que, na Rússia, existe um mercado emergente para bioplásticos, com investimentos em produção e pesquisa. Em relação às associações, identificou-se o endereço virtual da Modern Plastic Russia, que aborda discussões sobre plásticos convencionais e bioplásticos. Entre as iniciativas empresariais, além das empresas mencionadas anteriormente, também foram encontradas referências à instalação da Bio-on, uma companhia italiana na Rússia. Em relação a eventos, destaca-se a International Biotechnology and Bioengineering Conference, que inclui um subevento denominado Special Journal Issue on Biotechnology and Bioengineering. Quanto aos canais de comunicação especializados no tema, o periódico Znanie reúne debates relevantes sobre bioplásticos.

Diante do exposto, observa-se que todos os países do BRICS desenvolvem iniciativas em bioplásticos, com abordagens distintas: a China lidera em produção, Índia e Rússia priorizam pesquisa, o Brasil promove eventos com destaque para a Braskem, e a África do Sul explora o reaproveitamento de resíduos. Para fortalecer a colaboração e apoiar suas economias, o BRICS deve fomentar organizações e eventos que impulsionem inovações, reduzam a poluição plástica e incentivem novos desenvolvimentos no setor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise das iniciativas de bioplásticos nos países do BRICS revelam um cenário dinâmico e diverso, com cada país apresentando seu próprio potencial e desafios. Na África do Sul, há um crescente interesse na conversão de resíduos em bioplásticos, especialmente em PHAs e PHBs, conforme apontado por estudos de Mandree, Thopil e Ramchuram (2023) e Moodley e Trois (2022). No Brasil, a pesquisa é ativa e apoiada por empresas e associações, como Braskem, Abicom e o Instituto Senai, além de eventos como o Bioplastics Brazil.

A China se destaca por sua infraestrutura avançada e presença de grandes empresas e universidades no setor de bioplásticos, como Jinhui Zhaolong e a Universidade Tsinghua. Na Índia, políticas governamentais e eventos como o Bioplastex indicam um setor emergente e com crescente interesse acadêmico, a Rússia possui um mercado promissor com consumo anual de 10.000 toneladas, esforços para produção de PHAs e crescimento de empresas locais. Contudo, avanços regulatórios são necessários para impulsionar o mercado, conforme indicado no Programa “BIO-2020”.

Os BRICS compartilham o objetivo de reduzir o impacto ambiental dos plásticos, embora em diferentes estágios de desenvolvimento e com capacidades de investimento variadas. Sugere-se aprofundar a pesquisa e estimular a realização de eventos regionais no setor de bioplásticos, como o modelo europeu da European Bioplastics, para fomentar cooperação e troca de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABICOM - Associação Brasileira de Biopolímeros Compostáveis e Compostagem. Apresentação institucional. Disponível em: ApresentacaoInstitucional06_24.pdf (abicom.org.br). Acesso em: julho de 2024.

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Perfil 2019**. Disponível em: http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/. Acesso em: julho de 2024.

BRASIL. Presidência da República. **História do BRICS**, **2023.** Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/agenda-internacional/missoes-internacionais/reuniao-do-brics-2023/historia-do-brics. Acesso em: 27 jul. 2024.

BHANUSHALI, V. **Single use plastics and compostable biopolymers – The India story.** European Bioplastics e.V., 2021. Disponível em: https://european-bioplastics.org. Acesso em: 5 dez. 2024.

COMISSÃO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E REFORMA DA CHINA. *关于进一步加强塑料污染治理的意见* [Opinião sobre o fortalecimento do controle da poluição plástica]. 19 jan. 2020. Disponível em: https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/202001/t20200119_1219275.html. Acesso em: 4 nov. 2024.

CHINA PETROCHEMICAL AND PETROCHEMICAL INDUSTRY ASSOCIATION. **China Petrochemical and Petrochemical Industry Association (CPPIC)**. Disponível em: http://www.cppia.com.cn/en. Acesso em: 29 jul. 2024.

CHOUBEY, V.; GOVIND, M.; ARJUNE, V. The Emergence of Bioplastic as a Sustainable Polymer in the Indian Food Packaging Industry: A Scientometric Analysis. **Journal of Data Science**, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2023. Disponível em: https://jcitation.org/index.php/jdscics/article/view/27. Acesso em: 30 jul. 2024.

EUROPEAN PLASTICS. **Bioplastic market data**, 2022. Disponível em: https://www.european-bioplastics.org/market/. Acesso em: julho de 2024.

EUROPEAN BIOPLASTICS. **Members list – European Bioplastics e.V**. Disponível em: https://www.european-bioplastics.org. Acesso em: 5 dez. 2024.

GARCIA, A.; LANNES, D.; REZENDE, A. *O Brasil nos BRICS: trajetória e desafios*. Cadernos Adenauer, v. XXIV, n. 2, 2023. Disponível em: https://www.kas.de/documents/265553/19294631/Ka+Cad+2023-2+web+-+completo.pdf/9448b8fb-207f-4f97-846e-c0bd9fd66251?version=1.0&t=1697050033856. Acesso em: 5 dez. 2024.

GARCIA, A. S.; LANNES, D.; REZENDE, A. O Brasil nos BRICS: trajetória e desafios. In: **Cadernos Adenauer**, jan. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377527574_O_Brasil_nos_BRICS_trajetoria_e_desafios. Acesso em: 27 jul. 2024.

GARRIDO, R.; CABEZA, L. F.; FALGUERA, V. An Overview of Bioplastic Research on Its Relation to National Policies. **Sustainability**, v. 13, p. 7848, 2021.

Godoi, N. C.; Wander, A. E.; Ladvocat, M.; Dias, R. H. M. Renewable resources are the future: The role of sustainable raw materials and the potential of biopolymers in Brazil. **Finnish Business Review**, v. 09, p. 33-55, 2023. Disponível em: https://verkkolehdet.jamk.fi/finnish-business-review/wp-content/blogs.dir/16/files/2023/07/FBR2023-Article-2.pdf.

GODOI, C. N.; MONTANHA, O. C.; ESPÍNDOLA, C. J. O setor produtivo de bioplásticos no Brasil: cenários, possibilidades e desafios. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE GEOGRAFIA ECONÔMICA E SOCIAL**, 5., 2024, Foz do Iguaçu. Anais Senges. Foz do Iguaçu, 2024.

GODOI, C. N.; MONTANHA, O. C.; ESPÍNDOLA, C. J. A adoção de biopolímeros na China: uma análise de aspectos produtivos e regulatórios. In: **BIOPLASTICS BRAZI**L, 4., 2024, São Paulo. Anais Bioplastics Brazil. São Paulo, 2024. p. 14.

MANDREE, P.; THOPIL, G. A.; RAMCHURAN, S. Potential Opportunities to Convert Waste to Bio-Based Chemicals at an Industrial Scale in South Africa. **Fermentation**, v. 9, p. 908, 2023.

MCLELLAN, J.; THORNHILL, S. G.; SHELTON, S.; KUMAR, M. **Biofilms, hydrogels and keratin-based biofibers as a biopolymer protein**. Springer, p. 187–200, 2019.

MOODLEY, P.; Trois, C. Circular closed-loop waste biorefineries: Organic waste as an innovative feedstock for the production of bioplastic in South Africa. **South African Journal of Science**, [s.l.],2022.

MOU, K. Application and Research of Biodegradable Plastics in China and The United States. Highlights in Business, **Economics and Management**, v. 23, p. 339-344, 2023.

PADULA, R.; FONSECA, F. BRICS: potencialidades de cooperação e papel na governança global de saúde no contexto da pandemia. **Saúde Debate**. Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, p. 40-61

PORTER, M. E. A **Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

PORTER, M. E. Clusters and the New Economics of Competition. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 6, p. 77-90, 1998.

PORTER, M. E. **Competição**: Estratégias Competitivas Essenciais. 24. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

RAÍZEN. **Nossa história**, 2021. Disponível em: https://www.raizen.com.br/sobre-a-raizen/quem-somos/nossa-historia.

RAÍZEN. Relatório Anual 2020 | 2021. São Paulo, 2021.

R&P POLYPLASTIC. Disponível em: https://polyplastic-compounds.ru/eng/press/news/926-r-p-polyplastic-biodegradable-and-compostable-compounds-may-become-growth-driver-for-the-market-of-disposable-cutlery-and-agricultural-implements-in-russia. Acesso em: 30 jul. 2024.

SANTANA, A. A.; JÚNIOR, C. A. R. B.; SILVA, D. F.; JACINTO, G. S. S.; GOMES, W. C.; CRUZ, G. Bioconversion of Food Waste into Bioplastics. In: Inamuddin, Khan, A. (eds) **sustainable bioconversion of waste to value added products**. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham, 2021.

SILVA, V. L.; FREIRE, M. T. A.; OROSKI, F. A.; TRENTINI, F.; COSTA, L. O.; Batista, V. G. T. **Bioplastics and the role of institutions in the design of sustainable Post-Consumer Solutions**. Sustainability, v. 16, p. 5029, 2024.

SINAN, M. **Bioplastics for Sustainable Development**: general scenario in India. Curr World Environ, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: https://bit.ly/2VTdSyX.

STREKALOVA, G.; KURBANOV, S.; MUSLIMOVA, M. **Prospects for the Production of Materials with Biodegradable Properties**: the Way to Minimize Environmental Damage in Russian Practice. BIO Web of Conferences, v. 63, p. 05017, 2023.

VOLCHOK, A. A.; SHAPOVALOVA, E. D.; OSMAKOVA, A. G. Perspective for the development of the bioplastics market in Russia: Key Products and Technologies. **European Research Studies Journal**, v. XXI, Special Issue 2, p. 744-753, 2018.

VOLOVA, T. G. **Modern Biomaterials**: world trends, place and role of microbial polyhydroxyalkanoates *(PHAs)*. 2014. Disponível em: https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/13400/01_Volova.pdf?sequence=1. Acesso em: 5 dez. 2024.

Recebido em julho de 2024.

Revisão realizada em setembro de 2024.

Aceito para publicação em novembro de 2024.