

ECONOMIA DO PLÁSTICO: O PAPEL DA ECONOMIA CIRCULAR E TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA A REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Data de aceite: 02/05/2024

Michele Lins Aracaty e Silva
(UFAM)

Daniel da Silva Correa
(UFAM)

RESUMO: O plástico é um material comum na vida moderna e está presente em uma ampla gama de produtos que utilizamos diariamente. Contudo, a produção em grande escala e a disposição inadequada dos resíduos plásticos têm causado sérios impactos ambientais, econômicos e sociais. Diante desse cenário, os princípios da Economia Circular e os avanços tecnológicos se apresentam como soluções viáveis para mitigar o impacto ambiental provocado pelos resíduos plásticos. Para tanto, objetivamos analisar como a Economia Circular e as Inovações Tecnológicas podem contribuir para reduzir o impacto ambiental dos resíduos plásticos. Para alcançar esse objetivo, foi adotada uma pesquisa, quali-quantitativa, com abordagem descritiva, por meio de pesquisa bibliográfica e documental observacional e análise de conteúdo. Integrando a tecnologia de maneira consciente e responsável na cadeia de produção de plásticos junto

aos instrumentos de Economia Circular, e a colaboração dos *stakeholders* é viável progredir em direção a um cenário onde a geração de resíduos plásticos seja reduzida ao mínimo, permitindo seu reuso e reciclagem de forma eficiente e reduzir a poluição plástica em até 80% até 2040.

PALAVRAS-CHAVE: Economia do Plástico. Economia Circular. Tecnologias Sustentáveis. Impactos Ambientais. Poluição Plástica.

ABSTRACT: Plastic is a common material in modern life and is present in a wide range of products that we use daily. However, large-scale production and inadequate disposal of plastic waste have caused serious environmental, economic and social impacts. Given this scenario, the principles of the Circular Economy and technological advances present themselves as viable solutions to mitigate the environmental impact caused by plastic waste. To this end, we aim to analyze how the Circular Economy and Technological Innovations can contribute to reducing the environmental impact of plastic waste. To achieve this objective, qualitative-quantitative research was adopted, with a descriptive approach, through bibliographical and observational

documentary research and content analysis. By integrating technology in a conscious and responsible manner into the plastic production chain together with Circular Economy instruments, and the collaboration of stakeholders, it is feasible to progress towards a scenario where the generation of plastic waste is reduced to a minimum, allowing for reuse and recycling. efficiently and reduce plastic pollution by up to 80% by 2040.

KEYWORDS: Plastic Economy. Circular Economy. Sustainable Technologies. Environmental impacts. Plastic Pollution.

INTRODUÇÃO

A produção do plástico cresceu exponencialmente ao longo das décadas, o que possibilitou sua evolução e importância para o crescimento econômico e social. O plástico experimentou significativas evoluções, uma vez que sua utilização em grande escala permitiu o aumento das produções e conseqüentemente, uma maior circulação.

Entretanto, o plástico é um agente causador de danos ambientais em escala mundial, impactos causados em todas as fases da sua cadeia produtiva. Ou seja, o problema não está no plástico como produto consumido, mas sim quando não pode ser reaproveitado, transformando-se em resíduos descartados no ecossistema

Tornaram-se os principais e mais persistentes detritos marinhos, representando pelo menos 85% dos resíduos presentes nos mares e causando impactos significativos e nocivos. Conforme o relatório “From Pollution to Solution” do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), há uma quantidade estimada de 75 a 90 milhões de toneladas de resíduos plásticos nos oceanos. Em 2016, cerca de 9 a 14 toneladas de resíduos plásticos foram introduzidas nos ecossistemas aquáticos. Projeções indicam que até 2040, esse volume quase triplicará, alcançando entre 23 e 37 milhões de toneladas anualmente (UNEP, 2021).

Visando minimizar esses resíduos acumulados e aos que poderia vir, o ser humano buscou uma série de inovações para a produção desses materiais com composição plástica, que além de melhorar o produto, buscam promover técnicas sustentáveis. Produtos com mudanças na matéria-prima, plásticos biodegradáveis e bactérias que eliminam resíduos de microplásticos são alguns experimentos realizados através da aplicação da tecnologia, que abrem uma série de oportunidades que podem proporcionar não apenas benefícios financeiros, mas sustentáveis.

Sendo assim, tem-se como objetivo geral analisar como a Economia Circular e as Inovações Tecnológicas criam oportunidades para reduzir o impacto ambiental de resíduos plásticos, tendo como base a aplicação de seus instrumentos nos meios de produção.

Quanto ao percurso metodológico, trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa de natureza bibliográfica e documental do tipo descritiva que teve como base para a sua construção o uso de material secundário já publicado através de livros, artigos, revistas científicas e disponível na internet que serviram de base para a construção teórica de forma a responder ao objetivo da pesquisa.

Para que a Economia Circular do plástico seja viável se faz necessário comprometimento e investimento tendo como base as tecnologias sustentáveis. Ademais, o processo de mudança deve ocorrer em todos os elos da cadeia de qualquer material com a colaboração da indústria, do comércio, consumidores, cooperativas bem como de todo o sistema de inovação para substituir os materiais já existentes e criar novos.

Por fim, ainda segundo a ONU (2023) com a colaboração de todos os *stakeholders* podemos reduzir a poluição plástica em até 80% até 2040.

Estruturalmente, este artigo está dividido da seguinte forma: Introdução, Revisão de Literatura, Metodologia, Conclusão e Considerações e por fim, as Referências que embasaram a construção do texto.

REVISÃO DE LITERATURA

Produção do plástico

Historicamente, o plástico apresentou benefícios sociais e econômicos em escala global e sua expansão se consolidou com a exploração do petróleo e a revolução das indústrias, em meados de 1950. Desde então, sua produção foi possível por conta das diversas maneiras de aplicação nos produtos básicos aos supérfluos, um produto revolucionado que está presente em tudo que nos rodeia: embalagens, calçados, carros, eletrodomésticos (Magrini, 2012).

A produção mundial de plástico atinge cerca de 430 milhões de toneladas anualmente. Infelizmente, a maior parte desse plástico acaba se transformando em resíduos rapidamente, causando sérios problemas de poluição no solo, nos oceanos e no ar. Essa poluição não só prejudica o meio ambiente, mas também tem impactos diretos na saúde humana, à medida que os plásticos contaminam cada vez mais a cadeia alimentar (PNUMA, 2023a).

Além dos danos ambientais, a poluição por plásticos também tem um alto custo social e econômico. Estima-se que esses custos variam entre US\$ 300 e US\$ 600 bilhões por ano. O preocupante é que, mesmo com esses impactos negativos, a produção de plástico continua aumentando. Nos últimos 50 anos, houve um aumento significativo na produção, e as projeções indicam que essa tendência pode dobrar nos próximos 20 anos se não forem implementadas medidas efetivas para reduzir a poluição por plásticos (PNUMA, 2023b).

Plástico de uso único

A presença generalizada de embalagens plásticas de uso único em supermercados e estabelecimentos de varejo é notável, pois desempenham um papel vital na proteção e segurança dos alimentos. Essas embalagens são uma escolha comum devido à sua eficiência e custo acessível, atendendo às necessidades essenciais da indústria alimentícia.

Além de garantir a integridade dos produtos, elas também servem como ferramenta de marketing para as marcas, atraindo a atenção dos consumidores e transmitindo informações importantes sobre os produtos (UNEP, 2022).

Estima-se que são consumidos, no Brasil, cerca de 720 milhões de copos descartáveis por dia, o que corresponde a 1500 toneladas de resíduos diariamente, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos (ABRELPE).

Anualmente, são descartados bilhões de utensílios de mesa de plástico, como garfos e facas, tigelas, pratos e bandejas. Em 2019, a Ocean Conservancy destacou que os talheres de plástico estavam entre os 10 itens mais coletados nas praias. No ano seguinte, em 2020, os pratos de plástico, juntamente com copos, ocuparam o sexto lugar na lista de itens mais comuns encontrados em praias de 116 países. Recentemente, alguns países têm adotado medidas para reduzir o uso de utensílios de mesa descartáveis.

Esses resíduos plásticos, quando não são reciclados e são descartados de maneira inadequada, têm o potencial de alcançar os oceanos. Segundo a ONU (2019), o plástico constitui 80% do lixo presente nos mares, resultando em impactos severos para diversas espécies marinhas que confundem esses resíduos com alimentos, levando à ingestão involuntária e, conseqüentemente, à morte desses animais.

Economia Circular

Antes desse modelo de crescimento, utilizava-se a economia linear. Os recursos da natureza eram utilizados para suprir as necessidades da sociedade, criar produtos, distribuí-los, e por fim, descartá-lo. Basicamente seguindo o modelo linear (explorar, usar e descartar), que surge da premissa de que na terra havia recursos disponíveis para o ser humano utilizar quando precisasse, entretanto, podemos observar sinais de desgastes do planeta a respeito do uso excessivo desses recursos (Fundação Ellen Macarthur, 2023).

Com a crise ambiental, fez-se necessário outro modelo para minimizar o impacto causado pelo modelo linear, este é o modelo circular que consiste em práticas de reutilização dos produtos e novas maneiras de produzir, práticas que evitam a formação desses resíduos desde o início do processo da produção.

A Economia Circular é um conceito estratégico que busca enfrentar diretamente os desafios ambientais e econômicos atuais através da redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia (Monteiro, 2018). A Economia Circular procura reproduzir esse processo nos sistemas econômicos. Isso não se restringe apenas à modificação dos processos industriais, mas também requer uma alteração essencial na mentalidade e nos hábitos tanto dos consumidores quanto das empresas.

A Economia Circular promove o uso renovável, o controle, a minimização e a eliminação de substâncias tóxicas, além da redução do desperdício. Os produtos devem ser concebidos de modo a facilitar sua desmontagem, reciclagem e reutilização, mantendo

os materiais em seu nível de utilidade e valor no tempo. Isso significa que a base do crescimento econômico está na reutilização de materiais provenientes de produtos em fim de vida, em vez da extração de recursos naturais (Fundação Ellen Macarthur, 2012).

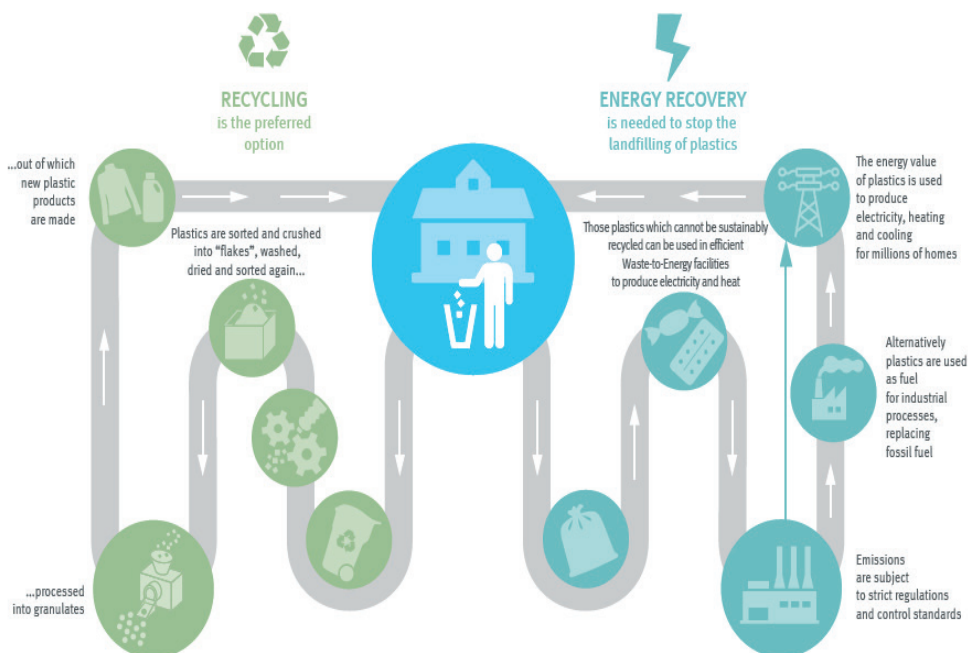


Figura 1: Plásticos em Economia Circular

Fonte: Plastic Europe (2014)

Segundo a Plastic Europe (2015) a preferência para resíduos plásticos é a reciclagem, mas quando essa abordagem não é a opção mais sustentável, a recuperação de energia se torna uma alternativa viável. Ambas as opções se complementam e aproveitam ao máximo o potencial dos resíduos plásticos.

Resíduos plásticos

A poluição se intensifica devido ao aumento na produção global de resíduos plásticos, essa situação afeta de forma significativa uma ampla gama de ecossistemas, principalmente devido à gestão inadequada e à falta de cuidado com o meio ambiente. Em contrapartida, há uma mobilização de diversas organizações em todo o mundo que estão se empenhando em elaborar e implementar estratégias variadas para reduzir os danos causados pelos resíduos, que têm impactos negativos tanto no meio ambiente quanto na economia e na sociedade.

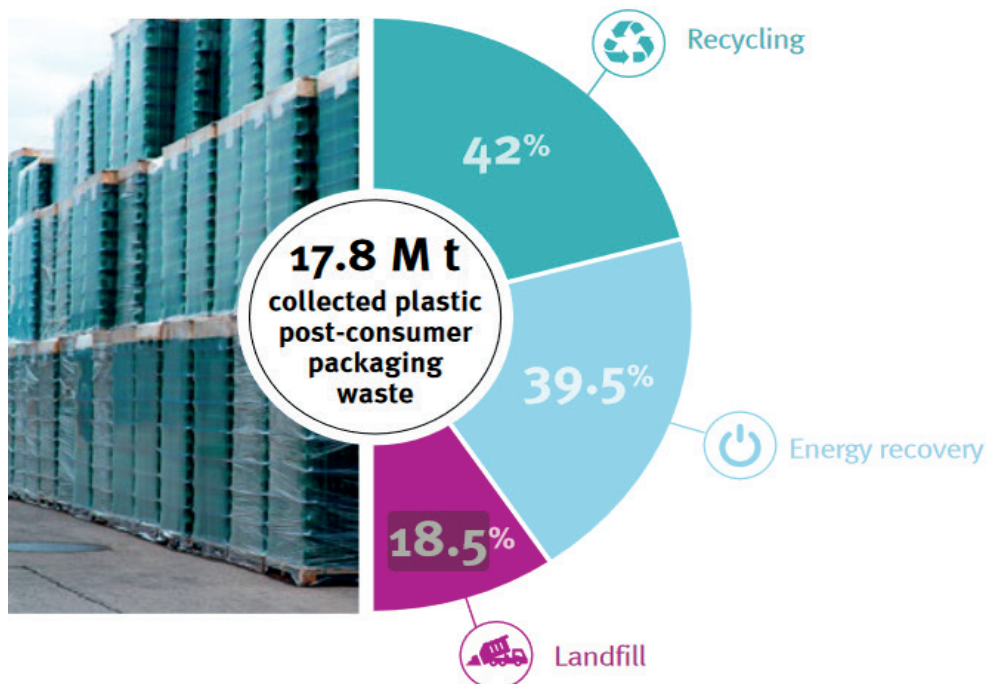


Figura 2: Tratamiento de residuos de embalagens de plástico em 2018

Fonte: Europe Plastic (2019)

De acordo com suas informações disponíveis observa-se que aproximadamente 17,8 milhões de toneladas de resíduos de embalagens de plástico pós-consumo foram recolhidas em 2018. Deste total, 42% foram direcionados para reciclagem, 39,5% para recuperação de energia e 18,5% para aterro. Esses números evidenciam uma oportunidade significativa para aprimoramento no gerenciamento e no aproveitamento desses resíduos plásticos, visando à redução do impacto ambiental e o fomento a práticas mais sustentáveis.

A pandemia da COVID-19 resultou em um aumento substancial na fabricação de máscaras descartáveis. Segundo dados da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (Unctad), as vendas globais de máscaras totalizaram US\$ 166 bilhões em 2020, mas 75% das máscaras descartadas, juntamente com outros resíduos associados à pandemia, acabarão em aterros sanitários ou permanecerão flutuando nos oceanos (PNUMA, 2021).

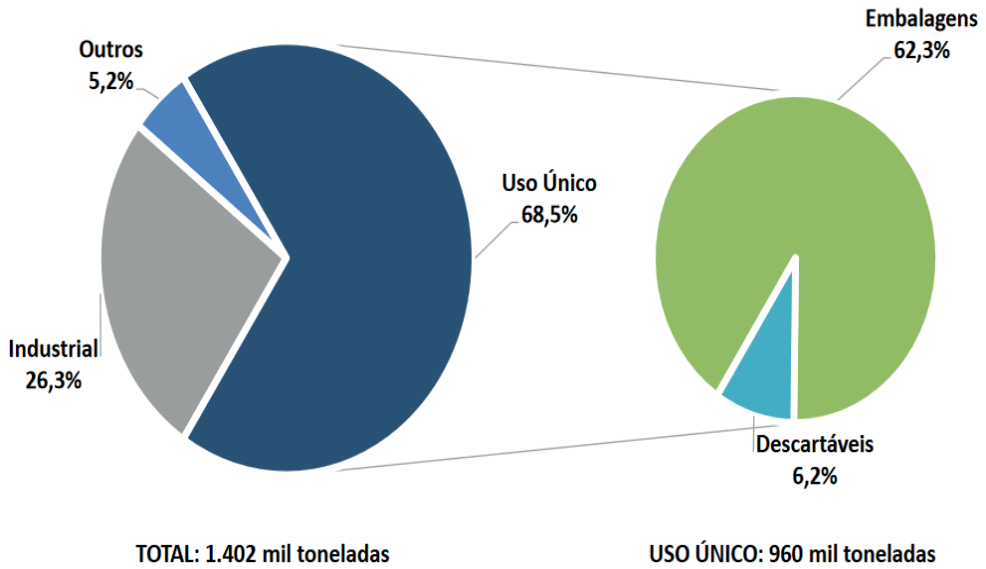


Figura 3: Volume resíduos consumidos na reciclagem em 2020

Fonte: Picplast (2021)

Segundo a PicPlast (2021) os resíduos consumidos provenientes de artigos de uso único (embalagens e descartáveis) aumentaram proporcionalmente participação no total consumido durante a pandemia da Covid-19. Os produtos descartáveis mais significativos, que explicam a participação de 6,2%, incluem sacolas plásticas, copos, talheres, recipientes de alimentos, entre outros.

Produção sustentável

O aumento da necessidade de plásticos em diversas áreas industriais, como embalagens, construção e automobilística, levou a uma considerável produção de resíduos plásticos, os quais causam poluição ambiental, impactos na vida marinha e são fatores contribuintes para as alterações climáticas (Center for International Environmental Law, 2019). Logo, alternativas mais sustentáveis são cruciais devido aos desafios ambientais e sociais que enfrentamos.

Bioplásticos

Os bioplásticos abrangem uma ampla variedade de materiais com diversas propriedades e usos. Segundo a European bioplastics (2019), um plástico é considerado bioplástico quando é de origem biológica (matéria orgânica), biodegradável, ou apresenta ambas as características, contextualizando respectivamente:

- Indica que o material ou produto é pelo menos em parte, derivado de biomassa (plantas). A biomassa utilizada para a produção de bioplásticos pode incluir fontes como milho, cana-de-açúcar ou madeira.
- Biodegradação é um processo em que microorganismos convertem materiais em água, dióxido de carbono e biomassa, dependendo das condições ambientais e das características do material.
- A capacidade de compostabilidade refere-se à propriedade de um material de se degradar biologicamente em condições de compostagem, seja em ambiente industrial ou doméstico.

Os plásticos comuns, como polietileno (PE), polipropeno (PP) e polietileno tereftalato (PET) que são geralmente usados em sacolas, garrafas, utensílios descartáveis e embalagens, podem ser fabricados a partir de fontes renováveis, como cana-de-açúcar ou resíduos de óleo vegetal. Esses bioplásticos estão em grande escala e possuem diversas aplicações, desde embalagens até produtos técnicos. Apesar da maioria dos bioplásticos PET conter uma parcela parcial de materiais orgânicos, é possível produzir PET 100% orgânico. Além disso, um novo poliéster orgânico chamado PEF, com propriedades de barreira melhoradas em relação ao PET, está prestes a ser lançado no mercado (European Bioplastic, 2022).

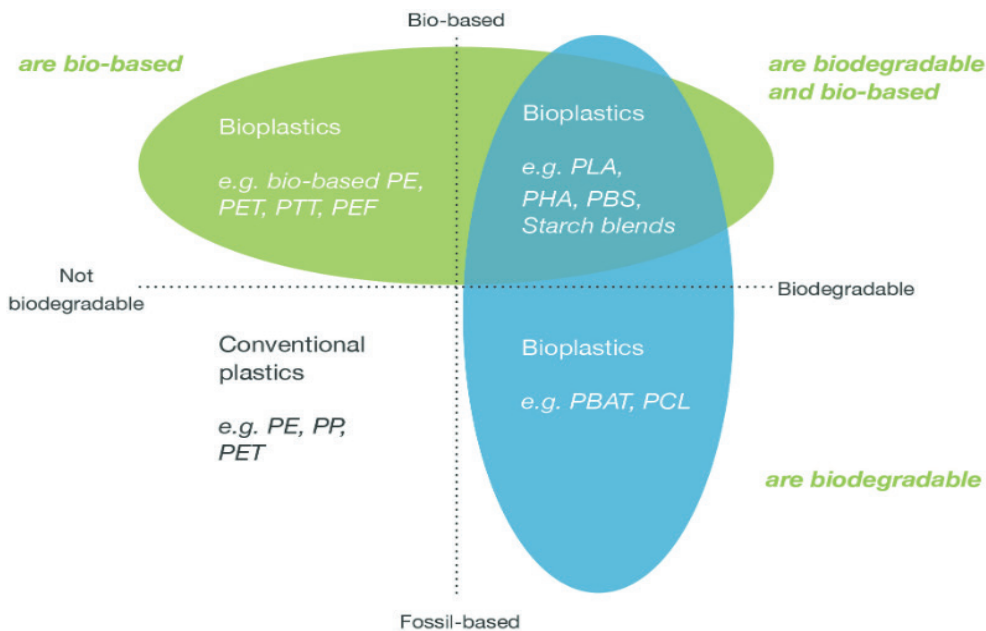


Figura 4: Sistema de coordenadas de materiais dos bioplásticos

Fonte: European Plastic (2022)

Reciclagem química

Reciclagem química refere-se a um conjunto de tecnologias capazes de transformar resíduos plásticos variados ou contaminados em matérias-primas renovadas semelhantes às originais. Essas tecnologias têm a capacidade de gerar novos plásticos a partir de materiais difíceis de serem reciclados (Plastic Europe, 2022). Como uma tecnologia promissora, a reciclagem química é um complemento a outros métodos de reciclagem de plástico, como a reciclagem mecânica e por dissolução.

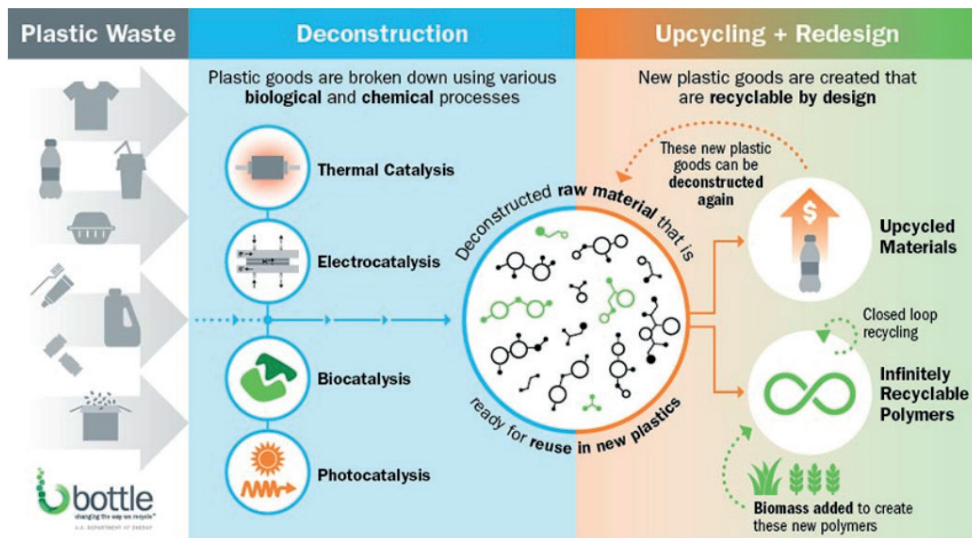


Figura 5: Processo de reciclagem química

Fonte: NREL (2020)

Conforme a Figura, o grupo de trabalho se dedicará a desmontar os resíduos plásticos utilizando processos catalíticos e transformações químicas e biológicas para transformar os produtos intermediários em novos materiais de maior valor, com potencial de reciclagem através de polímeros projetados especificamente para esse fim (National Renewable Energy Laboratory, 2020).

METODOLOGIA

Nesta seção, descreve-se o caminho metodológico adotado para alcançar o objetivo estabelecido de examinar como a Economia Circular e as Inovações Tecnológicas geram oportunidades para diminuir o impacto ambiental causado pelos resíduos plásticos. Utilizou-se de método quali-quantitativo, com a finalidade descritiva, por meio de pesquisa bibliográfica e documental fazendo uso de coleta e análise de dados.

Conforme Oliveira (2005), a pesquisa descritiva é ampla, possibilitando uma investigação detalhada do problema de pesquisa em relação a diversos aspectos, como os sociais, econômicos, políticos, as percepções de diferentes grupos, comunidades, e outros elementos. A pesquisa quantitativa se distingue pelo uso da quantificação, tanto na coleta de dados quanto no seu processamento por meio de técnicas estatísticas (Richardson, 1999).

A pesquisa bibliográfica possibilitará a obtenção de dados tanto qualitativos quanto quantitativos relacionados à produção de plástico, quantidade de resíduos gerados, índices de reciclagem, estratégias de Economia Circular e adoção de tecnologias sustentáveis na gestão de resíduos plásticos. A análise combinada dessas informações permitirá uma avaliação ampla dos impactos ambientais, efetividade das estratégias atuais e potenciais oportunidades de aprimoramento na gestão de resíduos plásticos, inserida no contexto da Economia Circular.

O tema é uma extensão de um PIBIC em fase final com análise de dados já realizada, os dados são complementos e foram extraídos da Plastic Europe, European Plastic, Sindplast, relatórios técnicos, artigos científicos e documentos secundários acessíveis em páginas oficiais vinculadas ao assunto.

Conclusão e considerações

Com o objetivo de analisar como a Economia Circular e as Inovações Tecnológicas criam oportunidades para reduzir os resíduos plásticos, abordamos inicialmente um contexto de produção de plástico e seu descarte dos produtos de uso único que são os principais poluentes do ecossistema, presente até nos oceanos. Esse fato abre uma série de reflexões a respeito da responsabilidade social e ambiental que os produtores e consumidores deixaram de considerar, respectivamente, por suas escolhas de consumo e produção.

O aumento constante de resíduos plásticos, especialmente oriundos de embalagens e produtos descartáveis, está resultando em poluição do solo, dos oceanos e do ar, afetando o meio ambiente e também aqueles que neles vivem. Embora haja esforços para reciclar e recuperar energia a partir dos resíduos plásticos, ainda há muito a ser feito no gerenciamento desses materiais para reduzir seu impacto ambiental e promover práticas mais sustentáveis. A pandemia de Covid-19, por exemplo, intensificou a produção de máscaras descartáveis, o que aumentou a quantidade de resíduos plásticos por parte dos usuários que podem acabar em aterros sanitários. O respeito ao meio ambiente e a promoção de um consumo consciente são essenciais para reduzir a poluição causada pelos resíduos plásticos, cada pessoa tem a responsabilidade de adotar práticas que deveriam ser básicas, como evitar o descarte inadequado.

A integração de Tecnologias Sustentáveis e princípios da Economia Circular apresentam oportunidades significativas para lidar com os desafios ambientais associados

ao descarte inadequado do plástico, facilitando o desenvolvimento de soluções inovadoras, mais eficientes e menos impactantes ao meio ambiente. Essa abordagem integrada é fundamental para fomentar a sustentabilidade na indústria do plástico e colaborar para a construção de um futuro mais equilibrado, claro que isso é um processo que atrasa o descarte, mas não o elimina, tendo em vista as propriedades que se alteram a cada reutilização tornando-as menos reutilizadas.

Comprometimento e investimento são duas palavras-chave quando pensamos em economia circular do plástico. O cenário causado pelo descarte indiscriminado do plástico é crítico tanto que a Organização das Nações Unidas através dos seus grupos de estudos publicizou o relatório intitulado: Fechando a torneira: como o mundo pode acabar com a poluição plástica e criar uma economia circular. Tal publicação afirma que a poluição plástica pode ser reduzida em 80% até 2040 caso países, pessoas e empresa promovam mudanças profundas nas políticas, nos comportamentos e no mercado.

Para tanto, faz-se necessário um acordo global que envolva todas as esferas de produção e consumo. Inicialmente sugere a eliminação de alguns plásticos e as práticas, também em todas as escalas, de reutilização, reciclagem e reorientação ou diversificação do produto (ONU, 2023).

REFERÊNCIAS

ABIPLAST: Resíduos plásticos reciclados no Brasil em 2020. Disponível em: <<https://www.abiplast.org.br/noticias/estudo-aponta-que-231-dos-residuos-plasticos-pos-consumo-foram-reciclados-em-2020-no-brasil/>>. Acesso em: 08 mar. 2024.

CIEL: Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet. Disponível em: <<https://www.ciel.org/plasticandclimate/>>. Acesso em: 07 jan. 2024.

European bioplastic: What are bioplastics? Disponível em: <<https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>>. Acesso em: 02 mar. 2024.

FUNDAÇÃO ELLEN MCARTHUR: What is a circular economy? Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview#principles>>. Acesso em 07 dez 2023.

FUNDAÇÃO ELLEN MCARTHUR: What is the linear economy? Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>>. Acesso em: 08 dez 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MONTEIRO, Monica (Ed.). **Economia Circular**. Start & Go, Lisboa, 2018.

NREL: U.S. Department of Energy's BOTTLE Consortium. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/manufacturing/bottle.html>>. Acesso em: 28 mar 2024.

ONU. Fechando a torneira: como o mundo pode acabar com a poluição plástica e criar uma economia circular. 2023. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/42277/Plastic_pollution.pdf?sequence=4. Acesso em: 07 abr 2024.

PICPLAST: **Volumes de resíduos plásticos consumidos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.picplast.com.br/detalhe-noticia/estudo-aponta-que-231-dos-residuos-plasticos-pos-consumo-foram-recicladados-em-2020-no-brasil>>. Acesso em: 28 mar 2024.

PLASTICS EUROPE: **Plastic the Facts 2014**. Disponível em: <<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2014/>>. Acesso em: 24 jan 2024.

PLASTICS EUROPE: **Plastic the Facts 2019**. Disponível em: <<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2019/>>. Acesso em: 26 jan 2024.

PLASTICS EUROPE: **Plastic the Facts 2022**. Disponível em: <<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>>. Acesso em: 28 jan 2024.

PNUMA: Negociadores buscam acordo global para combater a poluição por plásticos. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2023/11/1823332>>. Acesso em: 20 jan 2024.

PURCELL, James: *Plastic pollution: Pathways to net zero*. Switzerland. Credit Suisse, 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

UN. Relatório mostra como crises ambientais colocam gerações futuras sob risco. 2021. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/04/1748862>. Acesso em: 12 dez 2023.

UN: **máscaras e poluição plástica**. 2022. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2021/03/1746372>>. Acesso em: 16 jan 2024.

UNEP: **Como reduzir os impactos de uso único**. 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/como-reduzir-os-impactos-de-produtos-plasticos-de-uso-unico>. Acesso em: 25 fev 2024.

UNEP: **Single-use supermarket food packaging and its alternatives: Recommendations from Life Cycle Assessments**. 2022. Disponível em: <<https://www.lifecycleinitiative.org/activities/life-cycle-assessment-in-high-impact-sectors/single-use-plastic-products-studies/>>. Acesso em: 06 mar 2024.