

PRODUÇÃO, CONSUMO E DESCARTE DO PLÁSTICO

Data de submissão: 12/11/2024

Data de aceite: 02/12/2024

José Edson da Rocha

Centro Universitário CESMAC
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4859187622583763>

Mayara Andrade Souza

Centro Universitário CESMAC
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7011574518141449>

Allisson Luiz Nascimento da Silva

Instituto Federal de Alagoas - IFAL
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7690949982124686>

Ana Klívia Vasconcelos Lacerda

Centro Universitário CESMAC
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3825754161614393>

Felipe Eduardo da Silva Souza

Instituto Federal de Alagoas - IFAL
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/1820650671851994>

Aldenir Feitosa dos Santos

Centro Universitário CESMAC
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4486728733567129>

Jesse Marques da Silva Júnior Pavão

Centro Universitário CESMAC
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/2811263859126204>

Juliane Cabral Silva

Universidade Estadual de Ciências da
Saúde de Alagoas- UNCISAL
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3861688572722861>

RESUMO: O plástico se tornou um grave problema ambiental, causado pelo consumo exagerado, que leva a uma produção desenfreada, aliada ao descarte inadequado de seus resíduos e poucas alternativas de reciclagem. Diante disto, este estudo possui o objetivo de realizar uma revisão de literatura sobre o plástico, tendo início com a produção, passando pelo uso e chegando até o descarte. O estudo é constituído de uma revisão de literatura e a coleta dos dados foi realizada através de consultas eletrônicas em sites oficiais e acadêmicos, utilizando como critério de inclusão os artigos publicados de 2014 a 2024, foram excluídos meta-análises, resumos e anais de conferências. Foi evidenciado que a produção de plástico

obteve um crescimento exponencial a partir de 1950, iniciando-se com 2 milhões de toneladas produzidas no primeiro ano, alcançando atualmente a marca de mais de 400 milhões de toneladas produzidas anualmente em todo o mundo. Esses números servem de alerta e nos convidam a uma tomada de consciência, para entendermos que o consumo desenfreado dos plásticos pode custar a própria sobrevivência, além de pôr em risco as gerações futuras. Uma das maiores preocupações é com o plástico de uso único, os chamados plásticos descartáveis. Destaca-se que o Brasil ocupa uma posição negativa no cenário mundial, ficando em quarto lugar na produção de resíduo plástico. Os dois maiores produtores são as grandes potências mundiais, Estados Unidos e China, enquanto a Índia ocupa a terceira colocação. Após esta análise, concluímos que, para minimizar o problema causado pelo plástico, faz-se necessário uma ação conjunta, através da redução da produção, diminuição do consumo e da criação de mais opções de descarte seguro.

PALAVRAS-CHAVE: indústria de plásticos, poluição ambiental, reciclagem.

PLASTIC PRODUCTION, CONSUMPTION AND DISPOSAL

ABSTRACT: Plastic has become a serious environmental problem, caused by excessive consumption, which leads to unbridled production, combined with inadequate disposal of its waste and few recycling alternatives. In view of this, this study aims to conduct a literature review on plastic, starting with production, through use and ending with disposal. The study consists of a literature review and data collection was carried out through electronic searches on official and academic websites, using articles published from 2014 to 2024 as inclusion criteria, meta-analysis, abstracts and conference proceedings were excluded. It was evidenced that plastic production has grown exponentially since 1950, starting with 2 million tons produced in the first year, currently reaching the mark of more than 400 million tons produced annually worldwide. These figures serve as a warning and invite us to become aware, to understand that the unbridled consumption of plastics can cost us our very survival, in addition to putting future generations at risk. One of the biggest concerns is with single-use plastics, the so-called disposable plastics. It is worth noting that Brazil occupies a negative position on the world stage, ranking fourth in the production of plastic waste. The two largest producers are the great world powers, the United States and China, while India ranks third. After this analysis, we conclude that, in order to minimize the problem caused by plastic, joint action is necessary, through the reduction of production, reduction of consumption and the creation of more options for safe disposal.

KEYWORDS: plastics industry, environmental pollution, recycling.

1 | INTRODUÇÃO

O primeiro plástico desenvolvido no mundo foi à base de celulose, exposto na “Great London Exposition” em 1862, recebeu o nome de *Parkesine*, uma homenagem ao seu criador, Alexandre Parkes. Durante os 40 anos seguintes, vários plásticos derivados de matérias primas naturais foram desenvolvidos, mas apenas em 1907 o Bakelite, o primeiro plástico totalmente sintético, foi fabricado por Leo Hendrik Baekeland. Em 1912, o policloreto de vinila (PVC) foi apresentado por Fritz Klatte (Zamora *et al.*, 2020).

A utilização do plástico em larga escala se iniciou na década de 1950, e nesse ano foram produzidos 2 milhões de toneladas de plásticos. Com o passar dos anos sua produção só aumentou, chegando a uma produção de 380 milhões de toneladas só no ano de 2015. Estudos que somam toda a produção de 1950 até 2015, indicam que foram produzidos 8,3 bilhões de toneladas, e que apenas 9% de toda essa produção foi reciclada (Mazhandu *et al.*, 2020; Caixeta; Morais, 2022).

Em um primeiro momento, o plástico teve um impacto positivo e democrático na sociedade, pois possibilitou acesso a bens de consumo por pessoas de baixa renda. Verifica-se, no início do século passado, que a matéria-prima de alguns produtos ampliava o custo de produção, elevavam os preços e privavam o acesso de parte expressiva da população. Com o advento do plástico passaram a ser acessíveis (Carneiro; Da Silva; Guenther, 2021).

O crescimento da população e da economia após a Segunda Guerra Mundial, ampliou o acesso ao plástico em todos os setores e atividades econômicas no planeta, tornando-se o material mais usado desde o ano de 1976 e uma das invenções de grave impacto ambiental desde o século passado (Carneiro; Da Silva; Guenther, 2021; Martins, 2020).

Os itens de plástico, ainda que possam ser definidos por Bispo *et al.* (2020) e França *et al.* (2022) como tecnologia social (TS), por serem produtos acessíveis e que em tese contribuiria para preservar alimentos que seriam destinados ao lixo em grandes grupos populacionais, configura-se fora do escopo indicado por Rodrigues e Barbiere (2008) quando destacam as características de uma TS: Os atributos citados com mais frequência são os seguintes: baixo investimento por posto de trabalho, baixo capital investido por unidade produzida, potencial de geração de empregos, simplicidade organizacional, pequena escala de produção, alto grau de adaptabilidade ao ambiente sociocultural, autossuficiência local e regional, economia no uso de recursos naturais, preferência pelo uso de recursos renováveis e controle social.

Nessa perspectiva, o plástico sempre esteve relacionado à produção e ao consumo exagerados, aliados ao descarte inadequado de seus resíduos passou a ser considerado grave problema de poluição ambiental desde 1972 e de saúde pública do século atual, pois são identificadas micropartículas em animais e seres humanos (Montagner *et al.*, 2021).

A mudança no comportamento de consumo é peça chave no enfrentamento da problemática causada pelos resíduos plásticos, tomar consciência sobre as limitações dos processos de reciclagem e os impactos causados por esses resíduos, quando descartados no meio ambiente, é fundamental para que as pessoas mudem seus hábitos de consumo de plástico (Bispo *et al.*, 2020; Caixeta; Morais, 2022).

O descarte inadequado dos resíduos plásticos está associado a um aumento de episódios de inundações em comunidades, provenientes de sistemas de drenagem de águas pluviais bloqueados, doenças parasitárias por servirem de criadouros e doenças

respiratórias por queimadas indiscriminadas (Mazhandu *et al.*, 2020; Bem; Menezes; Cademartori, 2023).

A poluição do plástico passa por todos os estágios de seu ciclo de vida, que se inicia desde a extração do petróleo e gás para sua produção, estendendo-se para o descarte indevido, depósito em aterros sanitários, reciclagem equivocada ou quando é incinerado (Zamora *et al.*, 2020; França *et al.*, 2022). Dessa forma, o tema em estudo se propõe a discutir o problema ambiental que o plástico se tornou, causado pelo consumo exagerado, que leva a uma produção desenfreada, aliada ao descarte inadequado de seus resíduos e poucas alternativas de reciclagem. Diante disso, este estudo possui o objetivo de realizar uma revisão de literatura sobre o plástico, desde a sua produção, diferentes formas de uso e descartes, sendo relevante para ampliar o debate em novos estudos sobre os impactos causados ao meio ambiente e as possíveis soluções para minimizá-los durante todo o processo do plástico.

2 | METODOLOGIA

O presente estudo é constituído de uma revisão simples de literatura. A pesquisa foi realizada através de coleta de dados e informações obtidas através de consultas eletrônicas ao Atlas do Plástico e Anuário da reciclagem, e aos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), além do acesso às bases de dados dos sites acadêmicos (Google Acadêmico, SciELO e Periódicos Capes), utilizando artigos científicos como material de análise. As buscas dos artigos foram realizadas no período de abril a novembro de 2024, para as quais foram utilizadas as palavras-chave: “indústria de plásticos”, “poluição ambiental” e “reciclagem”.

A estratégia para seleção dos artigos se iniciou com a busca na base de dados selecionadas, utilizando como critérios de inclusão os artigos científicos publicados de 2014 a 2024, escritos em português ou inglês. Em seguida, foi feita a leitura na sequência: título, resumo e trabalho completo. Os estudos foram excluídos de acordo com os seguintes critérios de exclusão: meta-análises, resumos e anais de conferências.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de plástico

A produção de plástico, desde sua popularização no século XX, tornou-se um dos maiores desafios ambientais contemporâneos. Inicialmente utilizado por sua versatilidade e baixo custo, o plástico passou a ocupar um papel central nas indústrias, estando presente em diversos setores, desde embalagens até produtos de alta tecnologia. Esse crescimento descontrolado levou à fabricação de mais de 400 milhões de toneladas anuais atualmente, um aumento significativo comparado às 2 milhões de toneladas produzidas em 1950

(Zamora *et al.*, 2020; Mazhandu *et al.*, 2020; Caixeta; Morais, 2022).

O impacto ambiental gerado pela produção massiva de plástico é alarmante, uma vez que a maior parte do plástico descartado não é reciclada adequadamente, acumulando-se em ecossistemas terrestres e aquáticos. Essa situação requer uma abordagem urgente e inovadora, com foco na redução da cadeia produtiva e educação para o consumo, aliados ao aumento da reciclagem e busca por materiais alternativos que possam mitigar os efeitos devastadores desse resíduo no meio ambiente (Zamora *et al.*, 2020; Mazhandu *et al.*, 2020; Caixeta; Morais, 2022). Como pode ser observado na figura 1, constata-se que mais da metade de todo o plástico produzido no mundo foi fabricado após o ano 2000.

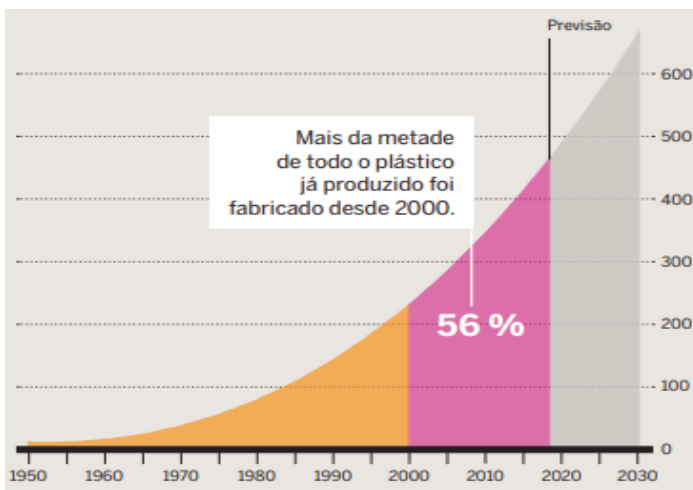


Figura 1 - Produção global anual de plástico em milhões de toneladas.

Fonte: Zamora *et al.*, 2020.

Analisando os dados da figura 1 podemos observar que, desde a década de 1950, já foram produzidas 9 bilhões de toneladas de plástico em todo o mundo. No período de 19 anos, de 2000 a 2019, foram produzidos mais plásticos do que nos 50 anos que antecederam o ano 2000. Constata-se ainda que a produção mundial de plástico anual dobrou de 2000 até 2019, passando de pouco mais de 200 milhões, para mais de 400 milhões. Os dados indicam que a previsão é de aumento de cerca de 40% na produção até 2025, se comparado com 2019, passando de mais de 400 milhões de toneladas em 2019, para uma projeção de produção de mais de 600 milhões de toneladas em 2025 (Zamora *et al.*, 2020).

Informações publicadas pela ABIPLAST (2018) destacam que o Brasil produziu 7,5 milhões de toneladas de resinas termoplásticas e 6,2 milhões de toneladas de transformados plásticos no ano de 2017. Ainda que parte dessa produção seja exportada, os registros indicam que também é realizada a importação, tanto das resinas, como dos transformados. Dos transformados plásticos produzidos no Brasil, 4,5% são exportados, enquanto dos

consumidos, 11,2% são importados, com um número aproximado de 278 mil toneladas exportadas e 747 mil toneladas importadas. Os dois principais destinos da exportação são Argentina, com 18,7%, e Estados Unidos, com 13%, e as origens das importações são China, com 27,1%, e Estados Unidos com 12,9%.

3.2 Consumo de plástico

O consumo desenfreado de recursos naturais, impulsionado pela crescente demanda global, gerou uma grave crise ambiental, com impactos diretos sobre a disponibilidade desses recursos. No caso do plástico, esse cenário é ainda mais preocupante, uma vez que sua produção em larga escala está intrinsecamente ligada à exploração de matérias-primas não renováveis, como o petróleo. A falta de controle nesse processo coloca em risco a sustentabilidade dos ecossistemas e ameaça a própria sobrevivência humana, além de comprometer o bem-estar das gerações futuras (De Sá Quirino; De Araujo Ramos, 2018).

De acordo com a ABIPLAST (2018), o Brasil consome em média 6,5 milhões de toneladas de transformados plásticos por ano, número superior à sua produção, que é de 6,2 milhões de toneladas ao ano. Do total produzido, parte vai para exportação, porém, a parcela que é importada é bem maior que a exportada, 11,2% e 4,5%, respectivamente. A projeção é de que o consumo atinja 8 milhões de toneladas em 2023, enquanto a produção chega a 7 milhões de toneladas.

Uma das maiores preocupações, sem dúvida, é com o plástico de uso único, os chamados plásticos descartáveis, dentre os quais é possível citar os copos descartáveis. Garbin, Ditomaso e Beuter Junior (2020) defendem o uso do copo descartável atrelado à reciclagem ao invés do copo reutilizável, eles afirmam que os copos descartáveis são menos prejudiciais ao meio ambiente do que os copos reutilizáveis. Segundo os autores, os copos descartáveis usam, em seu ciclo de produção e reciclagem, apenas 26 ml de água por unidade, enquanto os reutilizáveis consomem 1,2 litros em cada lavagem manual. No entanto, Carneiro, Da Silva e Guenther (2021) são contra o uso do copo descartável e apresentam informações diferentes, afirmando que são utilizados de 500 ml a 3,4 litros de água por unidade de copo descartável produzida, totalizando um volume até 10 vezes maior que a lavagem do mesmo copo após ser utilizado.

A tabela 1 apresenta os cinco maiores consumidores de produtos plásticos do Brasil, por setores da economia, em 2016. Os dados apresentados demonstram que mais da metade de todo plástico consumido no Brasil são destinados a apenas três setores da economia, a construção civil é a maior consumidora, com 23,8%, seguida do setor de alimentos, com 20,2%, e o comércio fica em terceiro lugar, com 10,5%.

Setores	Percentual do consumo de plástico
Construção Civil	23,8%
Alimentos	20,2%
Comércio - atacado e varejo	10,5%
Automóveis e Autopeças	7,2%
Bebidas	6,2%

Tabela 1 - Cinco maiores consumidores de produtos plásticos do Brasil, por setor, em 2016.

Fonte: Adaptado pelos autores de ABIPLAST (2018).

3.3 Descarte do plástico

A cada ano, mais de 8 milhões de toneladas de lixo plástico chegam aos oceanos, causando danos à vida marinha, à pesca e ao turismo (Vasconcelos, 2019; Avelino, 2020). Cerqueira (2021), ao citar o *Global plastics report*, desenvolvido pelo *World Wide Fund for Nature* (WWF, 2019), destaca que de todo o plástico produzido no mundo, somente 14% é coletado para reciclagem, os outros 86% são descartados sem critérios. Desse modo, a maior parte é identificada em rios e oceanos, conforme estudos. Embora se destaque a poluição marítima, ainda há escassez de estudos sobre a poluição do solo por plásticos, que é de quatro a 23 vezes maior que a dos mares, segundo o Atlas do Plástico (Zamora *et al.*, 2020).

Para Rezende *et al.* (2019), reciclar é uma alternativa essencial para o desenvolvimento sustentável, pois reduz os resíduos em aterros, diminui a exploração de recursos naturais e gera renda para trabalhadores. Fonseca (2013) corrobora com esse pensamento, quando afirma que a reciclagem, ato de transformar objetos materiais usados em novos produtos, contribui para reduzir a poluição do meio ambiente, além de gerar empregos. No entanto, Zamora *et al.* (2020) contrapõem esses argumentos e afirmam que a solução é diminuir a produção e o consumo, atacar o problema na fonte. Na concepção dos autores, essa seria a estratégia viável para evitar que mais plásticos sejam produzidos e inseridos no mercado. Ele acusa a indústria do plástico de ter criado um mito ao culpar o consumidor pela poluição causada pelo plástico.

Informações publicadas por Zamora *et al.* (2020) registram que o Brasil ocupa uma posição negativa no cenário mundial, pois ocupa o quarto lugar na produção de resíduo plástico. Os dois maiores produtores são as grandes potências mundiais, Estados Unidos e China, enquanto a Índia ocupa a terceira colocação, conforme apresentado na tabela 2, abaixo.

Países	Produção T/ano
Estados Unidos	70,7
China	54,7
Índia	19,3
Brasil	11,3

Tabela 2 - Maiores produtores de resíduos plásticos no mundo, por milhões de toneladas ao ano.

Fonte: Adaptado pelos autores de Zamora *et al.* (2020).

Poderíamos comparar esses números com a quantidade de habitantes de cada país, o que seria uma lógica, ou seja, quanto maior o número de pessoas no país, maior o consumo, conseqüentemente maior seria a quantidade de resíduo produzido, porém, utilizando as já citadas informações do Atlas do Plástico (Zamora *et al.*, 2020) e dados do IBGE (2020), referentes à população mundial, percebemos que esta lógica não se aplica, pois, os países mais populosos, são China, Índia e Estados Unidos, o Brasil ocupa a sexta colocação, como pode ser visto na tabela 3, abaixo.

Países	População em 2020
CHINA	1,4 bilhão
ÍNDIA	1,3 bilhão
ESTADOS UNIDOS	331 milhões
INDONÉSIA	273 milhões
PAQUISTÃO	220 milhões
BRASIL	211 milhões

Tabela 3 - População Mundial em 2020.

Fonte: Adaptado pelos autores de IBGE (2020).

Os Estados Unidos possuem a terceira maior população mundial, no entanto, ocupam o primeiro lugar em produção de resíduo plástico. Enquanto sua população é 1,5 vez maior que a população brasileira, sua produção de resíduo plástico chega a ser 6,5 vezes maior que a do Brasil. Contudo, os Estados Unidos possuem uma taxa de reciclagem bem maior que o Brasil, reciclando 34,5% de seus resíduos plásticos, enquanto o Brasil recicla apenas 1,28% (IBGE, 2020; Zamora *et al.*, 2020). Esses dados nos revelam que a quantidade de resíduo plástico produzida não é diretamente proporcional ao tamanho da população, e sim aos hábitos de consumo.

Já em relação à reciclagem, a explicação para o Brasil reciclar de forma inexpressiva pode ser entendida através de uma pesquisa realizada pelo IBOPE (2018) e citada por Zamora *et al.* (2020), a pesquisa apontou que 75% dos brasileiros não separam materiais recicláveis. Ainda que o estudo se restrinja a indicar que a população não recicla, é relevante que sejam observados quais os municípios que adotam infraestrutura que favoreça a reciclagem.

Os dados oficiais da reciclagem no Brasil, conforme a Agência Brasil (Gandra, 2022) são restritos a quatro por cento do que se consome em itens que vão diretamente para o lixo, sendo necessário considerar a falta de infraestrutura das prefeituras aliada a ausência de um projeto federal que defina estratégias e investimentos na área.

Ainda há uma sequência de investimentos a ser feita em relação à reciclagem, porém, já se verifica sobre a reciclagem dos resíduos, conforme o Anuário da Reciclagem (2023), que o plástico já é o segundo material mais reciclado do Brasil, representando 26,8% do total de todos os materiais reciclados. Do ponto de vista da economia, em relação ao faturamento com a reciclagem, o plástico ocupa o primeiro lugar, representando 58,5%, o equivalente a um total de 952 milhões de reais ao ano.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável que o plástico trouxe diversos benefícios para a sociedade, seu uso faz parte do cotidiano das pessoas, ele está presente em todos os setores e em todas as classes sociais. No entanto, devido à produção desenfreada, consumo exagerado e descarte inadequado, o plástico resulta hoje em um grave problema para o meio ambiente e para a humanidade.

Diante disto, concluímos que, para minimizar o problema causado pelo plástico, faz-se necessário uma ação conjunta entre setores produtivos, governamentais e da sociedade, de modo que inclua vários atores sociais que reflitam e difundam práticas sistemáticas para redução do processo produtivo, diminuição do consumo e da criação de mais opções de descarte seguro. Tudo isso só será possível se for dada a devida atenção que o problema exige, passando pela criação de legislação mais rígida, no intuito de inibir a produção, investimento na indústria de reciclagem, possibilitando o uso de novas tecnologias, e informação para o consumidor, através de campanhas educativas constantes, visando o consumo consciente e o descarte responsável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro recebido do Centro Universitário de pós-Graduação CESMAC e do CNPq Brasil (405449/2022-557 4). Esta pesquisa é um produto do projeto Oceanos de plástico: Monitoramento da cadeia produtiva do plástico. Integrando estratégias de descarte e reciclagem para enfrentar a poluição, coordenado pelo Dr. Jessé Marques da Silva Júnior Pavão.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA RECICLAGEM. 2023. Disponível em: <https://anuariodareciclagem.eco.br/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico - ABIPLAST. **Perfil 2018**. São Paulo: **ABIPLAST**, 2018. Disponível em: https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/10/perfil2018-web_VC.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

AVELINO, Guilherme Monteiro. **A reciclagem química como alternativa ao tratamento de resíduos plásticos no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

BEM, Judite Sanson; MENEZES, Jéssica Alberche de; CADEMARTORI, Cristina Vargas. O meio ambiente e o descarte de resíduos: estudo da legislação na RMPA referente à proibição dos canudos plásticos na região metropolitana de Porto Alegre. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 28, n. 1, p. 1–29, 2023.

BISPO, Anderson Vaz *et al.* A reciclagem do plástico e sua importância para o meio ambiente. **Revista Interfaces do Conhecimento**, Barra do Garças, v. 2, n. 3, p. 163-173, ago./dez. 2020.

CAIXETA, Danila; MORAIS, Eduardo. Panorama mundial de produção de plástico e estratégias de degradação. **Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 39, 2022.

CARNEIRO, Thays Maria Queiroz Abreu; DA SILVA, Laís Araújo; GUENTHER, Mariana. A poluição por plásticos e a educação ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 6, 2021.

CERQUEIRA, Vicente de Paulo Santos. A Questão da Sustentabilidade em Materiais Plásticos. In: PEREIRA, Andréa Franco; GAUDIO, Chiara Del (Org.). **Ecovisões Projetuais: Pesquisas em Design e Sustentabilidade no Brasil**. Vol. 2. São Paulo: Blucher, 2021. p. 31-48.

DE SÁ QUIRINO, Cláudio Alberto; DE ARAÚJO RAMOS, Renatha Dayane Cabral. Ações sustentáveis e suas implicações no trabalho: Uma análise acerca do uso de copos descartáveis no Colegiado de Engenharia Elétrica (CENEL) na UNIVASF. **Revista de psicologia**, v. 12, n. 41, p. 390-413, 2018.

FONSECA, Lúcia Helena Araújo. Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, p. 36, 2013.

FRANÇA, Débora *et al.* As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 277-286, ago. 2022.

GANDRA, Alana. Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe. Agência Brasil, 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>. Acesso em: 04 nov. 2024.

GARBIN, Fabiana Quiroga; DITOMASO, Renato; BEUTER JUNIOR, Nelson. **Reciclagem do plástico: o caminho para a implementação da economia circular–reeducação do setor produtivo e dos hábitos de consumo**. São Paulo: **Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe**, 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

MARTINS, Marta Filipa Santos. **Poluição por Plástico: A Crise Ambiental e as Políticas Europeias e Nacionais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2020.

MAZHANDU, Zvanaka S. *et al.* Integrated and consolidated review of plastic waste management and bio-based biodegradable plastics: Challenges and opportunities. **Sustainability**, v. 12, n. 20, p. 8360, 2020.

MONTAGNER, C. C. *et al.* MICROPLÁSTICOS: OCORRÊNCIA AMBIENTAL E DESAFIOS ANALÍTICOS. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1328–1352, 2021.

REZENDE, Gustavo Madi *et al.* **Anuário Reciclagem 2017-2018**. Importância da recuperação de resíduos Sólidos. São Paulo: ANCAT, 2019. Disponível em: www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/anuario-da-reciclagem-2018-2018. Acesso em: 15 ago. 2024.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C.. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 6, p. 1069–1094, nov. 2008.

VASCONCELOS, Yuri. Planeta plástico. **Pesquisa FAPESP**, v. 281, p. 18-24, jul. 2019.

ZAMORA, Andrea Maltchik *et al.* **Atlas do Plástico**: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Rio de Janeiro: Heirich Böll Stiftung, 2020.