

1. Introdução

A economia circular é um modelo que busca minimizar o desperdício e maximizar a reutilização ou remanufaturamento de recursos que seriam descartados, em contraste com o modelo linear tradicional de produção e consumo. No âmbito da economia circular, os produtos são concebidos com o objetivo de apresentar uma vida útil prolongada, possibilitando maior facilidade em processos de desmontagem e reciclagem. Essa abordagem busca eliminar resíduos ou transformá-los em insumos para novos ciclos produtivos. Tal paradigma fundamenta-se em princípios como o design regenerativo, a maximização do valor dos recursos ao longo de todo o seu ciclo de vida e a utilização de fontes de energia renováveis. O objetivo desse artigo é explorar as potencialidades da economia circular na reutilização de matéria-prima do setor automotivo e como está sendo sua implementação na indústria por meio de práticas efetivas nos processos de fabricação. Conforme a Ellen MacArthur Foundation (2013), a economia circular promove benefícios significativos nos âmbitos ambiental, social e econômico. Entre os impactos positivos, destaca-se a redução da dependência de recursos naturais finitos, a mitigação de danos ambientais — como a emissão de gases de efeito estufa e a poluição — e o fomento à inovação empresarial. Ademais, o modelo contribui para o aumento da competitividade das organizações e para a geração de empregos em setores relacionados à reciclagem e ao desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010) atribui a toda a cadeia produtiva a responsabilidade sobre os resíduos sólidos gerados e incentiva o desenvolvimento de sistemas e gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos. Sendo assim, o setor produtivo tem visto a necessidade de adotar economia circular, utilizando seus materiais de forma cíclica a fim de reduzir o consumo de matéria-prima e seu desperdício (Confederação Nacional da Indústria, 2019). Na indústria automotiva, um dos principais resíduos sólidos gerados são as espumas de poliuretano, as quais são utilizadas na fabricação de assentos e travesseiros, bem como no isolamento térmico e acústico (Marquez e Celso, 2020). Segundo Carmos, Silva e Morelli (2020), durante a fabricação desses produtos há a geração de grande quantidade de retalhos, os quais não são biodegradáveis e acabam sendo descartados em aterros sanitários. O reaproveitamento de retalhos de espumas é uma iniciativa inovadora e sustentável, capaz de mitigar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses materiais. De acordo com Silva e Santos (2020), a reciclagem de espumas de poliuretano reduz significativamente os resíduos sólidos urbanos, promovendo economia circular e desenvolvimento sustentável.

2. Fundamentação Teórica

A economia circular tem se consolidado como um dos principais caminhos para enfrentar os desafios da sustentabilidade no século XXI. Em oposição ao modelo linear de produção e consumo, baseado na lógica de extrair–produzir–descartar, a economia circular propõe a maximização do valor dos recursos por meio da reutilização, reciclagem e regeneração (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Esse conceito, introduzido inicialmente por Boulding (1966) em sua visão do “planeta como uma nave espacial com recursos

limitados”, ganhou destaque a partir da década de 2000 com políticas da União Europeia e relatórios técnicos que evidenciaram seus benefícios econômicos e ambientais.

No contexto industrial, a economia circular se conecta diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 12, que trata do consumo e produção responsáveis (ONU, 2015). Ao promover o uso eficiente de recursos e a redução de resíduos, a circularidade contribui também para os ODS 9 (inovação e infraestrutura) e 13 (ação contra a mudança global do clima), criando sinergias entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental (Elkington, 1997).

A indústria automotiva, pela sua relevância econômica e pelo elevado consumo de matérias-primas, apresenta grande potencial de aplicação da economia circular. Entre os resíduos mais significativos estão as espumas de poliuretano, utilizadas em assentos, estofamentos e sistemas de isolamento térmico e acústico. Segundo Marquez e Celso (2020), o descarte inadequado desses materiais representa um desafio ambiental, já que o poliuretano não é biodegradável e pode levar décadas para se decompor. Além disso, durante o processo produtivo, de 20% a 30% da espuma gerada se transforma em resíduo industrial (Ferreira et al., 2019).

Diante disso, o reaproveitamento de poliuretano tem se mostrado uma alternativa viável para reduzir impactos ambientais e otimizar processos produtivos. Carmo, Silva e Morelli (2020) destacam que o reaproveitamento por trituração e incorporação em matrizes poliméricas possibilita a fabricação de novos materiais com bom desempenho mecânico. Estudos de Lima et al. (2020) reforçam que, além de ser uma solução tecnicamente viável, a reciclagem de espumas é economicamente atrativa, sobretudo em setores que demandam materiais de baixo custo e alta durabilidade, como a construção civil e a própria indústria automotiva.

Nesse sentido, ao integrar os princípios da economia circular ao tratamento de resíduos de poliuretano, cria-se uma oportunidade dupla: de um lado, a redução da dependência de matérias-primas virgens e a mitigação dos impactos ambientais; de outro, a geração de valor econômico e inovação tecnológica. Assim, a fundamentação teórica deste estudo evidencia que a circularidade aplicada ao poliuretano automotivo não apenas contribui para a sustentabilidade, mas também fortalece a competitividade das empresas diante das demandas globais por responsabilidade socioambiental.

2.1. Objetivos do desenvolvimento sustentável

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU em 2015, são um conjunto de 17 objetivos globais que visam enfrentar os desafios mais prementes da humanidade, como pobreza, desigualdade e mudanças climáticas. A economia circular se alinha a diversos ODS, especialmente o ODS 12, que promove padrões de consumo e produção sustentáveis, destacando a importância da redução do desperdício e do uso eficiente dos recursos. Este desenvolvimento teórico se baseia em pesquisa bibliográfica e revisão de literatura, recorrendo a livros, artigos acadêmicos e relatórios institucionais. Além disso, foram analisadas políticas e iniciativas que adotam a economia circular em

diversos contextos, proporcionando uma visão crítica sobre sua implementação e impacto em relação à sustentabilidade e aos ODS. Este desenvolvimento teórico evidencia como a economia circular se inter-relaciona com a sustentabilidade e os ODS, propondo uma abordagem que pode transformar a forma como interagimos com os recursos do planeta.

3. Problema de Pesquisa

A geração de resíduos na indústria automotiva pode gerar impactos ao meio-ambiente, além de afetar as regiões ao redor, se descartado incorretamente. Destinado ao aterro, diminui o tempo de vida útil dele, além de ocasionar indiretamente um aumento de gastos com matéria prima.

3.1. Hipótese

A adoção de abordagens circulares não só diminui a pegada ambiental na indústria, mas também pode gerar ganhos econômicos, incentivando inovações e ampliando a visibilidade do marketing sustentável, o que beneficia tanto os fabricantes quanto os consumidores.

4. Justificativa

O aumento da produção industrial de espumas, amplamente utilizadas nos setores moveleiro, automotivo e de construção civil, gera grandes volumes de resíduos. Estudos indicam que cerca de 20% a 30% das espumas fabricadas se tornam resíduos ao longo do processo produtivo (Ferreira et al., 2019). Esses resíduos, quando descartados inadequadamente, podem levar décadas para se degradar no ambiente, contribuindo para a poluição do solo e para a emissão de gases de efeito estufa. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a implementação de práticas de reaproveitamento industrial pode agregar valor aos resíduos, transformando-os em insumos para novos produtos e reduzindo custos produtivos (ABDI, 2021), justificando a implementação do reaproveitamento de resíduos na Nichibrás

5. Objetivos

5.1. Objetivo geral

Explorar as potencialidades da economia circular na reutilização de matéria-prima no setor automotivo, com foco específico nas espumas de poliuretano utilizadas no interior dos veículos, como nos assentos e no isolamento.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar tecnologias e processos viáveis para o reaproveitamento de espumas de poliuretano;
- Desenvolver uma linha de produtos utilizando material reciclado, como almofadas, isolantes térmicos e acústicos;
- Avaliar a viabilidade econômica e ambiental do negócio;

- Promover a conscientização sobre a importância do reaproveitamento de resíduos no mercado automotivo.

6. Percurso metodológico

Foi realizado um estudo de caso, focando na empresa Nichibrás e em seus processos. O estudo de caso segundo Yin, (2010, p. 24), possibilita aos pesquisadores reter características universais e significativas da vida real, a exemplo dos “ciclos individuais de vida, comportamento dos pequenos grupos, os processos organizacionais e administrativos, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e maturação industrial”. Logo, o direcionamento metódico de um estudo de caso, segundo Yin (2010), pode ser usado quando se busca o entendimento de um fenômeno em profundidade. Tripoli et al (1975: 42-71) apud Marconi e Lakatos (2010, p. 170), argumenta que a pesquisa de campo é classificada como quantitativa-descritiva, “consiste em investigações de pesquisas empíricas com a finalidade de fazer o delineamento e/ou análise das características de fatos ou fenômenos e avaliar os programas e as variáveis principais.

7. Resultados e discussões Como a economia circular propõe um modelo de produção que prioriza o reaproveitamento e a regeneração de materiais, para o estudo de caso das espumas, considerou-se a reciclagem por meio da trituração, moagem, adesivação e compactação, transformando os resíduos em novos produtos. Segundo Lima et al. (2020), "a reciclagem de espumas é uma solução tecnicamente viável e economicamente atrativa, especialmente em setores que demandam materiais de baixo custo e alta durabilidade, como a construção civil." Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão e o reaproveitamento de resíduos, promovendo a responsabilidade compartilhada e incentivando iniciativas empresariais nesse segmento. Os materiais de espuma utilizados na indústria automotiva incluem principalmente espumas de poliuretano, espumas de polietileno e espumas de polipropileno. Estas espumas são valorizadas por suas propriedades de leveza, resistência e conforto, mas também geram preocupações ambientais devido ao seu descarte. Segundo dados da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), somente nos Estados Unidos, milhões de toneladas de resíduos de espumas são eliminadas anualmente, o que representa um desafio para o gerenciamento de resíduos (EPA, 2020). A reutilização de espumas no setor automotivo pode trazer várias vantagens. Primeiramente, reduz a quantidade de resíduos que vão para os aterros sanitários, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Em segundo lugar, a reutilização pode resultar em economia de custos para os fabricantes, que podem evitar a compra de novas matérias-primas. Além disso, a recuperação e reprocessamento de espumas pode levar a inovações em design e funcionalidade, permitindo o desenvolvimento de produtos que atendem às necessidades em constante evolução dos consumidores (Benson & Aggarwal, 2019). Apesar dos benefícios, a reutilização de espumas enfrenta desafios, como a variabilidade das propriedades das espumas recicladas e a necessidade de um processo de reprocessamento eficaz. A pesquisa de métodos de reciclagem química e física é fundamental para superar esses obstáculos. Por exemplo, técnicas como a trituração e a fusão podem permitir a reintegração de espumas recicladas

em novos produtos automotivos. Além disso, parcerias entre fabricantes de automóveis e empresas especializadas em reciclagem podem facilitar a coleta e o processamento dessas espumas (Katz & Nussbaum, 2021). Espumas, amplamente utilizadas em produtos como colchões e estofados, são frequentemente descartadas de maneira inadequada, o que gera um grande volume de resíduos difíceis de gerir. Segundo a Fundação Jane Goodall, "as espumas de poliuretano podem levar até 100 anos para se decompor, contribuindo significativamente para a poluição ambiental". Isso destaca a necessidade urgente de soluções inovadoras que minimizem o desperdício. Organizações de economia social têm surgido para enfrentar essa questão. Por exemplo, iniciativas que coletam espumas descartadas e as retransformam em novos produtos, como isolamento acústico ou materiais de construção, não apenas contribuem para a redução de resíduos, mas também criam oportunidades de emprego. Como ressalta o economista comunitário Muhammad Yunus, "o verdadeiro valor de um negócio deve ser medido pelo impacto que ele gera na sociedade". Estas práticas de reaproveitamento podem incluir cooperativas que reúnem trabalhadores da comunidade, promovendo inclusão e capacitação. Além disso, o reaproveitamento de espumas se alinha ao conceito de economia circular, conforme definido pela Ellen MacArthur Foundation, que argumenta que "a economia circular é um sistema econômico que visa eliminar resíduos e poluição, mantendo produtos em uso, e regenerando os sistemas naturais". Portanto, a intersecção entre a economia social e o reaproveitamento de espumas não só oferece uma solução viável para um problema ambiental significativo, mas também promove a inclusão social e o desenvolvimento econômico. Ao transformar resíduos em recursos e fomentar a criatividade coletiva, essa relação é um exemplo inspirador de como a inovação pode ser utilizada para o bem-estar social e ambiental. Assim, avançamos em direção a um futuro mais sustentável e igualitário.

De acordo com as discussões apresentadas espera-se:

- Redução de 100% no volume de resíduos gerados pela indústria local de espumas;
- Desenvolvimento de pelo menos três produtos comercializáveis utilizando retalhos de espumas focados no ramo automotivo;
- Ampliação da conscientização ambiental na comunidade empresarial local e maior visibilidade no mercado.

8. Considerações finais

A proposta de reaproveitamento de retalhos de espumas com uma maior pegada ecológica busca alinhar inovação e sustentabilidade. O presente artigo não apenas contribui para a redução de impactos ambientais, mas também gerou valor econômico agregado e incentiva o desenvolvimento de tecnologias limpas. Por outro lado, busca incentivar o mercado empresarial e as comunidades a ter uma visão sustentável por meio da reutilização de materiais que seriam descartados.

REFERÊNCIAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Relatório sobre reaproveitamento de resíduos industriais no Brasil. Brasília, 2021.

ALLEN, Judith. “Economia Circular: O Futuro Sustentável.” Editora Sustentável, 2022.
Benson, M., & Aggarwal, S. (2019). *Sustainable Practices in Automotive Design: A Review of Current Trends and Future Directions*. Journal of Cleaner Production, 215, 139-152.

Boulding, K. E. (1966). “The Economics of the Coming Spaceship Earth”. In *Environmental Quality in a Growing Economy*. Washington, D.C.: Resources for the Future.

CARMO, K.M.; SILVA, M.C.; MORELLI, C.L. Reaproveitamento de resíduo de espuma rígida de poliuretano em uma matriz termoplástica de poliuretano. Research, Society and Development, v.9, n.3, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2695>.
Comissão Brundtland (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
Economia circular: definição, importância e benefícios | Temas | Parlamento Europeu. Disponível em:

<<https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20151201STO05603/economia-circular-definicao-importancia-e-beneficio>>

Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Available (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>).

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. “Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition.” 2020.

FERREIRA, M. et al. Reciclagem de espumas de poliuretano: desafios e oportunidades. Revista de Materiais Sustentáveis, v. 10, n. 3, 2019.

FUNDAÇÃO JANE GOODALL. “Desperdício e Reciclagem: O Impacto das Espumas.” Relatório Anual, 2021.

Jay, J., et al. (2010). “The Circular Economy: A New Model for Sustainability”. *Harvard Business Review*.

Katz, L., & Nussbaum, H. (2021). *Recycling Polyurethane Foams: Advances in Technology and Applications*. Materials Today: Proceedings, 54, 242-247.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2010

LIMA, A. F. et al. A economia circular na prática: soluções para o setor de espumas. Journal of Environmental Science, v. 8, n. 1, 2020. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Circular Economy: A wealth of opportunities. 2015. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.