

CIRCULARIDADE DO AÇO EM VEÍCULOS EM FINAL DE VIDA ÚTIL

CIRCULARITY OF STEEL IN THE END-OF-LIFE VEHICLES

Anna Fátima Freitas Valente

Aluno de Graduação da Engenharia Ambiental 6º período, UFRJ
Período PIBIC ou PIBITI/CETEM: setembro de 2023 a agosto de 2024
valente.anna.20221@poli.ufrj.br

Lúcia Helena Xavier

Orientador, Bióloga, D.Sc.
lxavier@cetem.gov.br

Luciana Contador

Coorientador, Bióloga, D.Sc.
lucianacontador@gmail.com

RESUMO

Com a elevada taxa de crescimento do Aquecimento Global nas últimas décadas, surgiu a economia circular com os seus princípios pautados na recuperação de valor a partir dos recursos naturais ou antropogênicos. Dessa forma, é possível aumentar a vida útil dos recursos, bem como reduzir as emissões dos gases de efeito estufa e a geração de resíduos sólidos. Os veículos, constituídos principalmente de aço, representam uma grande porção dos resíduos sólidos humanos. Após o fim da vida útil, o aço das sucatas pode ser reciclado para produzir o material novamente por meio de uma das duas rotas de produção do componente presentes no Brasil. A pesquisa consiste em um levantamento bibliográfico e uma análise a partir de informações estatísticas e públicas sobre a circularidade do aço proveniente de veículos que se encontram em final de vida útil. Os resultados indicam que a rota semi-integrada de produção do aço está dentro dos princípios da economia circular, reduzindo a poluição e reciclando as sucatas.

Palavras-chave: veículos em final de vida útil, economia circular, mineração urbana.

ABSTRACT

The circular economy emerged with its principles based on recovering value from natural or anthropogenic resources due to the high growth rate of Global Warming in last decades. In this way, it is possible to increase the useful life of resources, as well as reduce greenhouse gas emissions and the generation of solid waste. Vehicles, made mainly of steel, represent a large portion of human solid waste. After the end of its useful life, the steel present in scrap can be recycled to produce the material again through one of the two component production routes present in Brazil. The research consists of a bibliographic study and an analysis based on statistical and public information on the circularity of steel from vehicles that are at the end of their useful life. The results indicate that the semi-integrated steel production route is in accordance with the principles of the circular economy, with reduced pollution and recycling of scrap.

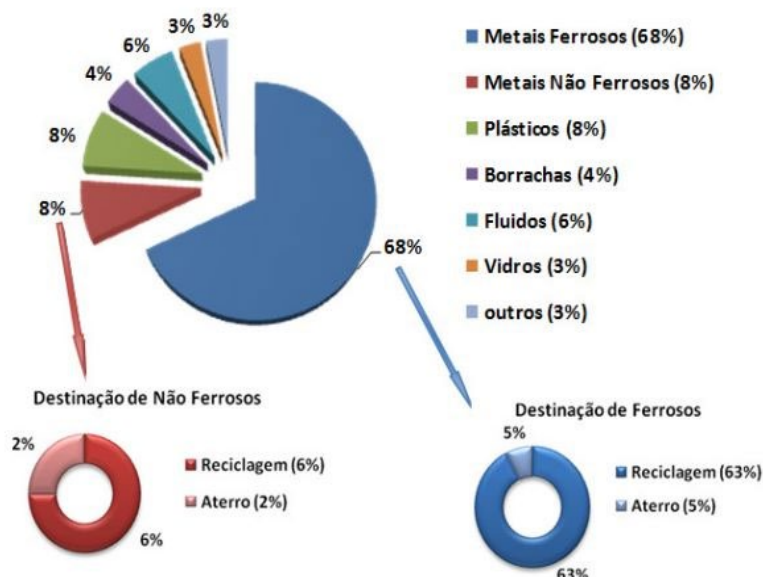
Keywords: end-of-life vehicles, circular economy, urban mining.

1. INTRODUÇÃO

A economia global está em um momento de transição de uma economia linear para uma economia circular devido à necessidade de unir o desenvolvimento econômico ao uso otimizado e sustentável de recursos, matéria-prima e energia. Essa demanda tem crescido nas últimas décadas com o agravamento do Aquecimento Global, evidenciando a necessidade de mudanças significativas no modelo econômico. Assim, surgiu a economia circular agregando, retendo e recuperando valor e, a partir disso, permitindo o aumento da vida útil dos veículos, que representam uma grande fração dos resíduos sólidos gerados pela atividade humana no mundo. Após o fim da vida útil, os resíduos antropogênicos desses automóveis serão aproveitados como recursos para obter matéria-prima secundária através da mineração urbana.

A mineração urbana consiste em um conjunto de processos que viabilizam a recuperação de materiais secundários a partir de reservas antropogênicas. Sendo assim, é fundamental para tornar a economia cada vez mais circular, reduzindo o acúmulo de resíduos sólidos e minimizando perdas de recursos energéticos ou materiais, como também a redução da geração de emissões. Além de que, comparada com a extração primária de minerais, contribui consideravelmente para a minimização das emissões de gases de efeito estufa e do consumo energético (XAVIER, 2023).

O principal material que constitui o carro é o aço, metal ferroso que possui produção energo-intensiva, isto é, requer muita energia para ser fabricado. Os metais ferrosos representam a maior fração do peso dos VFVs (68%) e possuem altas taxas de reciclagem, com apenas 5% dessa fração sendo destinada a aterros (Figura 1) (COIMBRA, 2017). Por conta da elevada densidade energética requerida para a produção do aço e sua fração significativa na composição dos veículos, é observada a necessidade de estabelecer a circularidade do material quando proveniente de veículos em final de vida útil (VFVs).



Fonte: Coimbra, 2017.

Figura 1: Porcentagem média ocupada por cada tipo de material nos veículos.

2. OBJETIVO

O objetivo principal do estudo foi o levantamento bibliográfico e a análise a respeito das práticas de circularidade relacionadas ao aço presente nos veículos automotivos em final de vida útil.

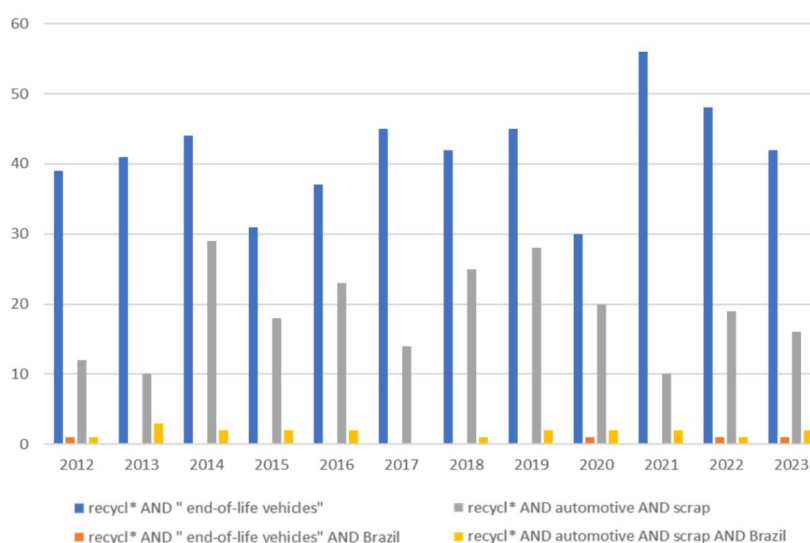
3. METODOLOGIA

A pesquisa teve como base a realização de análise bibliográfica sobre as estratégias de circularidade da indústria automotiva. Também foram realizadas análises de documentos, relatórios e dados públicos e estatísticos relacionados aos veículos em final de vida útil.

O levantamento bibliográfico foi realizado em duas etapas. A primeira etapa consistiu em uma análise preliminar realizada a partir de um conjunto de sites de busca de artigos científicos e a segunda a partir exclusivamente da base Scopus. Foram realizadas pesquisas nas plataformas de pesquisa Science Direct; Google Acadêmico e Google. Para tanto, foram utilizados os seguintes termos de busca: *recycl* AND "end-of-life vehicles" AND Brazil*; *recycl* AND "end-of-life vehicles"*; *recicl* AND "veículos inservíveis"*; *recicl* AND "veículos inservíveis" AND Brasil*; *recicl* AND veículos em "final de vida"*; *recicl* AND veículos em "final de vida" AND Brasil*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

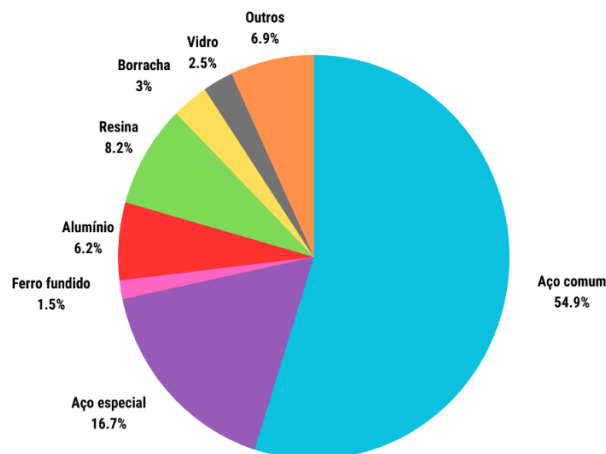
A análise bibliométrica realizada a partir do levantamento e análise de artigos a partir da base Scopus demonstra o baixo número de artigos entre os anos de 2012 e 2023 sobre a mineração urbana no Brasil a partir de veículos em final de vida (Figura 2).



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2: Publicações na base Scopus para os termos de busca de 2012 a 2023.

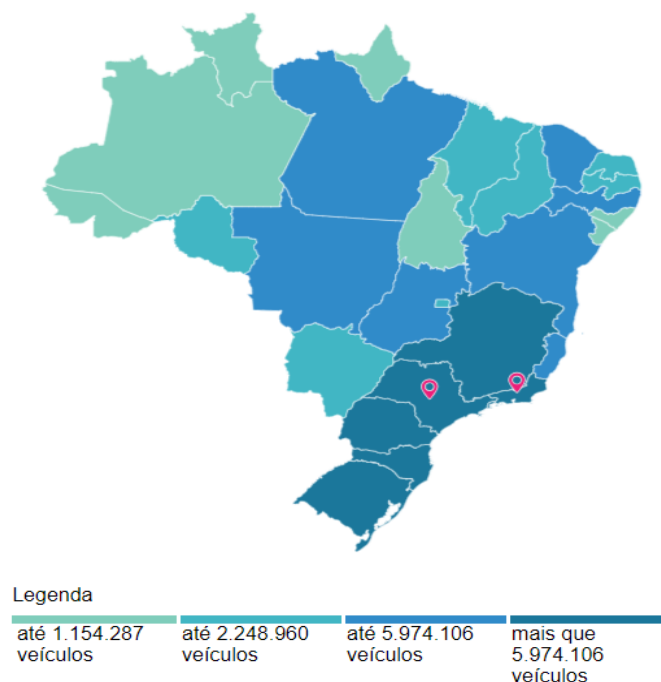
Os veículos possuem em sua composição diversos materiais que podem ser reciclados (Figura 3) (CARTILHA DE DESTINAÇÃO DE MATERIAIS VEICULARES, 2020). A variação da composição dos veículos ocorre devido à substituição de materiais em aprimoramento tecnológico, buscando a eficiência energética, melhor performance e atendimento aos requisitos de segurança.



Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, 2020.

Figura 3: Porcentagem média dos materiais que compõem os veículos.

No ano de 2023, o setor industrial automobilístico brasileiro representa 20% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial do país, contando com 57 fábricas, das quais a maioria está localizada nas Regiões Sul e Sudeste. O Brasil é o 9º maior produtor de veículos automotores do mundo e o 6º maior mercado interno (ANFAVEA, 2024). A maior parte dos veículos circulantes também estão concentrados nas Regiões Sul e Sudeste (Figura 4).



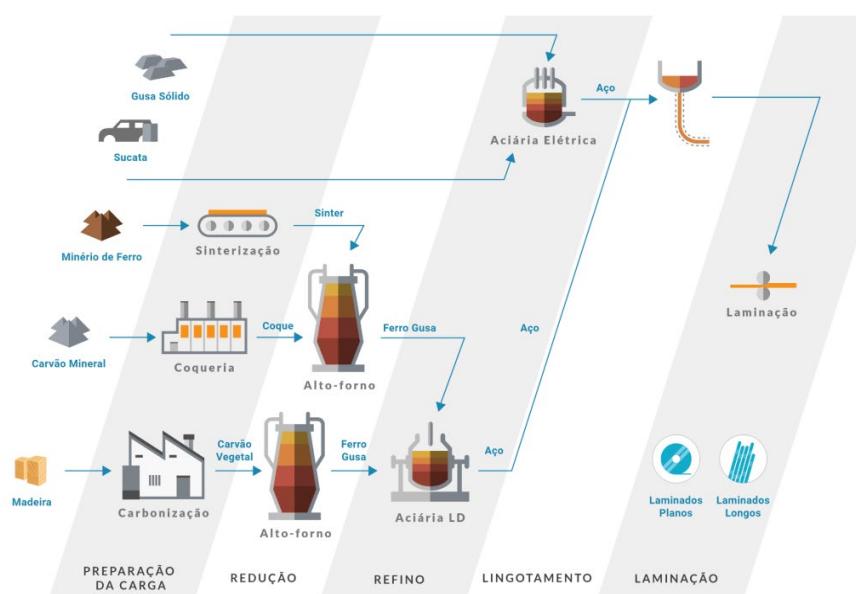
Fonte: IBGE, 2022.

Figura 4: Mapa da concentração da frota pelo Brasil.

A idade média dos veículos no ano de 2022 era de 10 anos e 7 meses (SINDIPEÇAS, 2019), o envelhecimento da frota tem sido observado desde 2014. A frota envelhecida aumentará o número de veículos inservíveis em pátios do DETRAN em todo o país.

A produção do aço, principal componente dos automóveis, ocorre pela rota integrada ou pela semi-integrada no Brasil (Figura 5) (AÇO BRASIL, 2021). A rota integrada representa mais de 80% da produção do aço brasileiro, sendo dividida nas etapas de redução, refino e laminação. Na etapa da redução são utilizados os alto-fornos, responsáveis por cerca de 75% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) provenientes da produção do aço (AÇO BRASIL, 2010).

A rota semi-integrada possui mesmas etapas que a integrada, com exceção da etapa de redução. Para produzir o aço são utilizados os fornos elétricos a arco (também chamados de aciarias elétricas), capazes de reciclar a sucata proveniente dos VFVs, transformando-a em aço de alta qualidade. Como o aço é um material altamente reciclável, é possível que ele passe pelo processo de reciclagem diversas vezes sem que ocorram perdas em sua qualidade. Os fornos elétricos também possuem elevada eficiência energética e menor emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), devido à substituição dos combustíveis fósseis pela eletricidade, sendo uma opção mais sustentável, econômica e compatível com os princípios da economia circular.



Fonte: Aço Brasil, 2021.

Figura 5: Rotas de produção do aço.

5. CONCLUSÕES

Com o aumento dos VFVs nos pátios dos DETRANs, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste, haverá uma maior disponibilidade de sucata para ser destinada para siderurgias. Assim, o aço poderá ser recuperado através dos fornos elétricos a arco, rota secundária de produção do componente, emitindo menos gases do efeito estufa e com alta taxa de eficiência energética em comparação com a rota primária de produção do aço. Portanto, a cadeia de produção do aço através da rota semi-integrada está de acordo com os princípios da economia circular, mantendo o material em circulação, reduzindo a poluição e contribuindo para que o Aquecimento Global seja desacelerado.

6. AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a bolsa concedida pelo CNPq para o desenvolvimento da pesquisa (Processo 124731/2023-6) e à Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação SETEC/MCTI por apoiar o Projeto RECUPER3 realizado pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA. Anuário Digital 2024. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2024/05/ANFAVEA-ANUARIO-DIGITAL-2024-NOVOATUALIZADOalta_compressed.pdf> Acesso em: 30 mai. 2024.

Associação Brasileira de Engenharia Automotiva. Brasil. Cartilha de Destinação de Materiais Veiculares. AEA, 2020. Disponível em: <<https://aea.org.br/inicio/wp-content/uploads/2020/12/CartilhaDestinacaoFinalAEA.pdf>> Acesso em: 1 ago. 2023.

COIMBRA, N. Sistema de reciclagem de veículos em final de vida: uma proposta ambientalmente mais sustentável para o cenário brasileiro. 2017. 102p. Dissertação (Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil).

Instituto Aço Brasil. Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais - Produção de Metais. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2010. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2014/04/brasil_mcti_ferro_aco.pdf> Acesso em: 10 jul. 2024.

Instituto Aço Brasil. Relatório de Sustentabilidade 2020. Disponível em: <<https://acobrasil.org.br/relatoriodesustentabilidade/index.html#home>> Acesso em: 3 out. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Frota de veículos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?indicador=28120&ano=20>> Acesso em: 6 fev. 2024.

SINDIPEÇAS 2019. Relatório frota circulante. Disponível em: https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2019/RelatorioFrotaCirculante_Maio_2019.pdf

XAVIER, L.H.; OTTONI, M.; ABREU, L.P.P. A comprehensive review of urban mining and the value recovery from e-waste materials. Resources, Conservation and Recycling, vol. 190, p. 106840, 1 mar. 2023.