

ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AOS VEÍCULOS AUTOMOTIVOS EM FINAL DE VIDA ÚTIL

Data de aceite: 02/12/2023

Anna Fátima Freitas Valente

Lucia Helena Xavier

Luciana Contador

RESUMO: Os princípios da economia circular priorizam a recuperação de valor a partir dos recursos naturais ou antropogênicos. A logística reversa e a mineração urbana são algumas ferramentas importantes para a implementação de uma economia circular. A recuperação de materiais secundários por meio da mineração urbana em reservas antropogênicas é fundamental para tornar a economia cada vez mais circular, reduzindo o acúmulo de resíduos sólidos e minimizando perdas (energia e matéria) e emissões (incluindo de gases de efeito estufa). Em comparação com a extração primária de minerais, a produção secundária de minerais ou mineração urbana representam menores emissões de gases de efeito estufa e consumo energético. No Brasil, a mineração secundária é ainda pouco explorada, mas a consolidação da regulamentação dos sistemas de logística reversa no país e

a tendência mundial de transição para economias de baixo carbono são incentivos para o desenvolvimento do setor. A pesquisa consiste em estudo bibliográfico sobre o potencial de recuperação de materiais secundários a partir de veículos que se encontram em final de vida útil. A partir de fontes de dados secundários foi possível uma análise preliminar do setor. Os resultados indicam que, apesar da reciclagem de veículos em final de vida útil (VfV) estar regulamentada desde 2014, ainda é incipiente o processamento desta categoria de resíduos que, por sua vez, representa uma importante fonte de materiais secundários e forma de implementação da economia circular no setor.

PALAVRAS-CHAVE: Veículos em final de vida, Mineração urbana, Economia circular, Material secundário.

ABSTRACT: The principles of the circular economy prioritize the recovery of value from natural or anthropogenic resources. Reverse logistics and urban mining are some important tools for implementing a circular economy. The recovery of secondary materials through urban mining in anthropogenic reserves is essential to make

the economy increasingly circular, reducing the accumulation of solid waste and minimizing losses (energy and matter) and emissions (including greenhouse gases). Compared to primary mineral extraction, secondary mineral production or urban mining represents lower greenhouse gas emissions and energy consumption. In Brazil, secondary mining is still little explored, but the consolidation of the regulation of reverse logistics systems in the country and the global trend of transition to low-carbon economies are incentives for the development of the sector. The research consists of a bibliographic study on the potential for recovery of secondary materials from vehicles that are at the end of their useful life. Using secondary data sources, a preliminary analysis of the sector was possible. The results indicate that, although the recycling of end-of-life (EoL) vehicles has been regulated since 2014, the processing of this category of waste is still incipient, which, in turn, represents an important source of secondary materials and a way of implementing circular economy in the sector.

KEYWORDS: End-of-life vehicles, Urban mining, Circular economy, Secondary material.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos em final de vida útil (VfV) compreendem uma grande proporção de resíduos sólidos gerados pela atividade humana no mundo. Os veículos atingem o final de vida útil devido à obsolescência, acidentes ou por decisão do consumidor (de Souza et al, 2022; Vermeulen et al., 2011). Os VfVs são potencialmente perigosos por possuírem compostos e materiais, como a bateria que, devido ao tempo e a certas condições de uso, pode oferecer risco de explosão e, caso seja descartada em aterros sanitários, o chumbo-ácido pode vazar e contaminar o solo. Por outro lado, os VfV possuem partes e peças que podem ser reutilizadas e remanufaturadas e materiais que podem ser recuperados a partir da reciclagem (Figura 1).



Figura 1: Partes do carro compostas por diferentes tipos de materiais.

A mineração urbana consiste em conjunto de processos que viabilizam a recuperação de materiais secundários a partir de reservas antropogênicas. Esta prática, em conjunto com a logística reversa 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 (incluindo de gases de efeito estufa). A mineração urbana contribui consideravelmente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e do consumo energético em análise comparativa com a extração primária de minerais.

O processamento de VFV consistem em uma importante fonte de recuperação de materiais secundários, mitigando impactos potenciais da destinação inadequada e atendendo aos requisitos globais para a economia circular. No entanto, o potencial do país sobre a recuperação de materiais secundários a partir de VFV ainda não encontra-se bem estabelecido.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal da pesquisa foi o levantamento bibliográfico sobre a recuperação de materiais secundários passíveis de serem recuperados a partir de veículos que se encontram em final de vida útil e do processo ao qual esses veículos são submetidos para que esses materiais possam vir a ser utilizados novamente.

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico considerou o levantamento bibliográfico e análise preliminar de artigos científicos, regulamentação principal e dados estatísticos relacionados a geração de veículos em final de vida útil e potenciais fontes de recuperação de materiais secundários. 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`.

Os termos em português não apresentaram resultados na base Scopus, para pesquisa nessa base foram utilizados os termos de busca: `recycl* AND "end-of-life vehicles" AND Brazil`; `recycl* AND "end-of-life vehicles"`; `recycle* AND automotive`; `recycle* AND automotive AND Brazil`.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliométrica realizada a partir das pesquisas no Scopus demonstra o baixo número de artigos sobre a mineração urbana no Brasil, a partir de veículos em final de vida (figura 2).

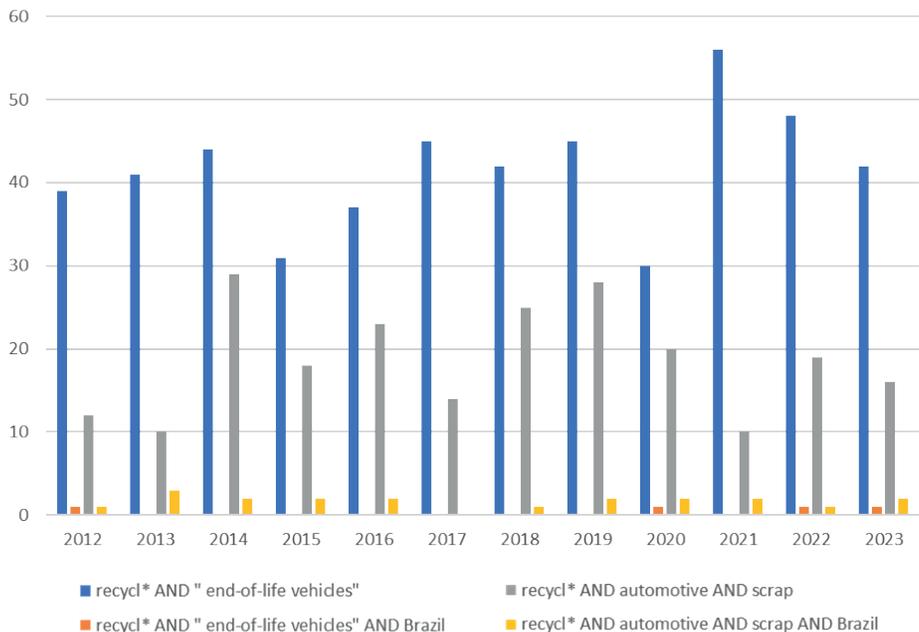


Figura 2: Publicações na base Scopus para os termos de busca de 2012 a 2023

No entanto, o trabalho de pesquisadores brasileiros sobre o tema pode ser identificado nos mapas de ocorrência de publicações com os termos de busca utilizados, sobretudo para recycle* AND automotive (Figura 3).

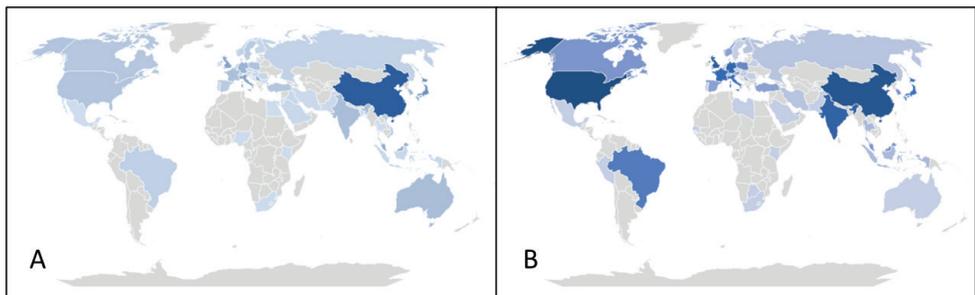


Figura 3: Incidência de publicações por países para buscas na base Scopus para os termos (A) recycl* AND "end-of-life vehicles" e (B) recycle* AND automotive de 2012 a 2023.

Os veículos possuem em sua composição diversos materiais que podem ser reciclados (Figura 4). A composição dos veículos tem variado ao longo do tempo, com a substituição de materiais em aprimoramento tecnológico, buscando a eficiência energética, melhor performance e atendimento à requisitos de segurança.

Os materiais ferrosos (ferro e aço) 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 5) (Coimbra, 2017).

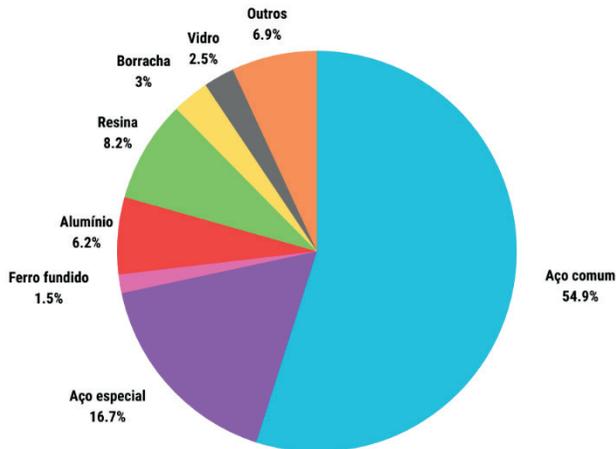


Figura 4: Porcentagem média ocupada por cada tipo de material nos veículos.

Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, 2020.

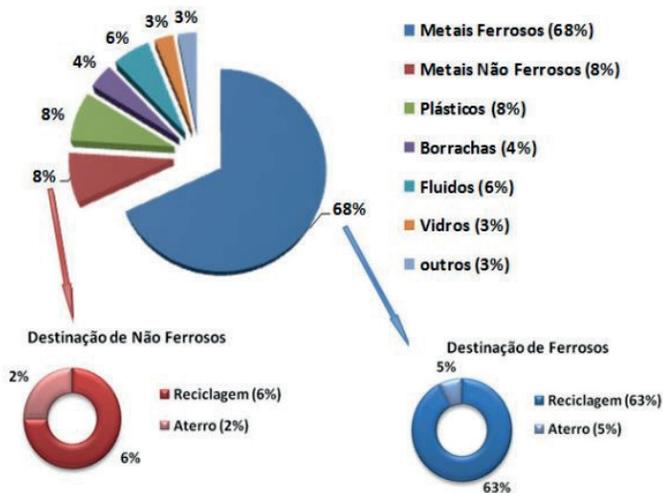


Figura 5: Porcentagem média ocupada por cada tipo de material nos veículos.

Fonte: Coimbra, 2017.

Metais não ferrosos como alumínio e platina também podem ser recuperados de VFV porém representam uma fração menor do peso do carro. Outros componentes como plástico, borrachas, fluidos e vidros apresentam maiores desafios para a separação de materiais, com baixa taxa de reciclagem, sendo usualmente encaminhados para valorização energética ou para aterros (Coimbra, 2017).

A desmontagem, reutilização, remanufatura, reciclagem e recuperação de VFV não somente contribuem para o uso econômico e sustentável de recursos, como são estratégias

que incorporam a responsabilidade social e demais aspectos para a sustentabilidade do setor industrial automotivo (Zhou et al., 2018; Xiao et al., 2019). De acordo com o levantamento anual realizado pelo Sindipeças, em 2022 a frota circulante de automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus no Brasil foi de 46,9 milhões de unidades. A idade média dos veículos foi de 10 anos e 7 meses, 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.

No Brasil a reciclagem de automóveis foi regulamentada pela Lei 12977/2014 e pela Resolução CONTRAN Nº 611 DE 24/05/2016 que disciplinam a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres (Brasil, 2014; Contran, 2016). De acordo com a legislação, o descarte de VFVs é mediado pelos DETRANs, que emitem laudo de vistoria e atestam o recolhimento das placas e o recorte do chassi. A desmontagem dos veículos deverá ser realizada em Centros de Reciclagem Veicular (CRVs) registrados pelos DETRANs. Os órgãos executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal (DETRAN) também são responsáveis pelo fornecimento de informações para o banco de dados. Nos CRVs, os veículos recolhidos passarão por quatro etapas: pré-tratamento, desmontagem, picotamento e tratamento pós shredder, a partir das quais os materiais e componentes separados serão destinados às usinas de reciclagem ou tratamento.

Os componentes ambientalmente perigosos, como combustível, fluidos e gás refrigerante do ar-condicionado são retirados na etapa de pré-tratamento. Durante a desmontagem, são separadas as peças e componentes que podem ser reutilizados ou remanufaturados. Após essas etapas, o VFV é triturado e a fração metálica reciclável é separada da fração não reciclável denominada como “shredder fluff”. Enquanto a fração reciclável é enviada para as usinas de reciclagem, o “shredder fluff” é geralmente incinerado para geração de energia ou aterrado.

Na Europa, desde 2015 a legislação determina que no mínimo 85% por cento do peso de um VFV seja reciclado ou reutilizado. Em 2020, a taxa de reutilização e reciclagem de veículos em fim de vida na UE alcançou 89,1%, quinze Estados-Membros da UE relataram taxas de reutilização e reciclagem de 90,0% ou mais em 2020, com outros nove relatando taxas na faixa de 85,0% a 89,9%. Um total de 5,4 milhões de automóveis de passageiros, vans e comerciais leves foram desmantelados na UE em 2020, o equivalente a 6,2 milhões de toneladas; 94,6% das peças e materiais foram reutilizados e recuperados, enquanto 89,1% foram reutilizados e reciclados (Eurostat).

No Brasil, grande parte das baterias de chumbo ácido são recicladas, um caso de sucesso de sistema de logística reversa (SLR) determinado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS Lei nº 12.305/2010). Outras cadeias produtivas que compõem o setor automotivo e possuem diretrizes de SLR regulamentadas óleos lubrificantes e pneus. No entanto, atualmente o Brasil recicla apenas 1,5% dos VFVs e precisa investir em políticas públicas que aumentem a eficiência na gestão de resíduos automotivos (de

Souza et al., 2022). Falhas na legislação brasileira para a gestão dos veículos em final de vida são apontadas como um entrave para o desenvolvimento do setor (dos Santos Soares et al., 203).

Nos leilões dos DETRANs observa-se uma grande variedade de compradores, com prevalência de pequenos empresários que realizam um trabalho bastante artesanal e de difícil rastreabilidade, tanto de peças, quanto de sucatas (Vilas, 2023).

4. CONCLUSÕES

São realizados leilões com os VFVs localizados nos pátios dos DETRANs por todo o território brasileiro, onde esses veículos ficam disponíveis para serem arrematados por aqueles que cumprem os requisitos estabelecidos pelo próprio DETRAN. De acordo com resultados divulgados pelo próprio órgão público, muitos VFVs são destinados a partir do leilão para siderurgias onde o aço, material que compõem a maior parte dos veículos, é recuperado através da rota secundária de produção dele, emitindo menos gases do efeito estufa e com alta taxa de eficiência energética em comparação com a rota primária de produção do aço. Portanto, os pátios podem ser considerados minas urbanas para recuperação de material secundário a partir da reciclagem de VFVs. São necessários mais estudos sobre o tamanho da mina urbana de VFVs e sobre as cadeias de recuperação dos materiais reciclados a partir dos VFVs, devido à escassez de resultados e informações desses leilões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRASIL. **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. **Lei 12.977 de 20 de maio de 2014**. Regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres; altera o art. 126 da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro; e dá outras providências (federal). Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2014/lei-12977-20-maio-2014-778772-publicacaooriginal-144170-pl.html>

CONTRAN. **Resolução CONTRAN Nº 611 DE 24/05/2016**. Regulamenta a Lei nº 12.977, de 20 de maio de 2014, que regula e disciplina a atividade de desmontagem de veículos automotores terrestres, altera o § 4º do art. 1º da Resolução CONTRAN nº 11, de 23 de janeiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao6112016.pdf>

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).

BAUM, V. **Análise comparativa dos impactos ambientais associados às rotas primária e secundária da produção de aço em uma usina siderúrgica : estudo de caso baseado na avaliação do ciclo de vida da estrutura.** 2021. 74p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil).

DOS SANTOS SOARES, T., SILVA, M. M., & SANTOS, S. M. (2023). **A hybrid Grey-DEMATEL approach to identify barriers to the implementation of an end-of-life vehicle management system in Brazil.** *Journal of Cleaner Production*, 386, 135791.

VILAS, L. H. L. (2023). **Brazil: Impacts of Digital Technology on Sustainability in the Automotive Recycling Sector.** *Journal of Law and Sustainable Development*, 11(1), e0370-e0370.